

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский автомобильно-дорожный университет»

Кафедра: Промышленное и гражданское строительство

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД
об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы
(диссертации)

«ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО
ЗОЛОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В СОСТАВЕ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ»

по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства»
научная направленность «Строительные конструкции, здания и сооружения»

Аспирант

Педун Геннадий Алексеевич

Допустить к защите научного доклада:

Заведующий кафедрой ПГС

канд. техн. наук, доцент,
М.А. Ращупкина

Научный руководитель

Заведующий кафедрой ПГС

канд. техн. наук, доцент,
М.А. Ращупкина

Нормоконтроль

Н.Н. Разливкина

Омск - 2024

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования

В настоящее время в Российской Федерации и в Западно-Сибирском регионе, в частности, наблюдается интенсивное развитие строительной отрасли. Вместе с тем, в нашем регионе наблюдается дефицит ресурсов для производства строительных материалов, что обусловлено отсутствием минерально-сырьевой базы.

Необходимо отметить, что ближайшие месторождения компонентов для производства минеральных вяжущих находятся на значительном расстоянии от региона, поэтому значительную роль для развития сырьевой базы играет транспортная составляющая.

В данной работе рассматривается возможность использования золы гидроудаления с рациональным зерновым составом в качестве высокодисперсных наномодификаторов при производстве бетонов, что является **актуальной** проблемой в плане решения вопросов экономии цемента и экологии (ежегодные сбросы зол и шлаков от сжигания углей увеличивают общий объем складированных отходов, наносят серьезный вред окружающей среде, выводят из оборота большие участки земли). На золоотвалах омских ТЭЦ общей площадью 755 га в настоящее время скопилось более 45 млн т ЗШО [4]. На территории г. Омска три ТЭЦ из четырех работают на экибастузском угле, зольность которого достигает 70%, состоящая из маложелезистых и тугоплавких частиц, что обуславливает большую экологическую проблему. Поэтому основное направление использования зол гидроудаления от сжигания экибастузских углей – бетоны. Для получения бетонов ценность золы, прежде всего, заключается в ее способности проявлять пуццолановые свойства. Далее будет рассматриваться зола гидроудаления омской ТЭЦ-5, поскольку применение этой золы является наиболее насущной проблемой ее утилизации.

Для установления равновесия в окружающей среде технологические процессы должны обеспечивать возврат сырья путем утилизации промышленных отходов. В связи с этим утилизация отходов является важной экологической

проблемой, позволяющей существенно повлиять на экологическую обстановку и снижение экологического ущерба.

К причинам низкого уровня использования отходов ТЭЦ в отраслях народного хозяйства РФ можно отнести несовершенство законодательных актов, направленных на сохранение экологического равновесия в зоне выбросов отходов, отсутствие экономического регулирования потребления инертных природных материалов.

Степень научной разработанности темы исследования

Результаты теоретических и экспериментальных исследований российских и зарубежных ученых свидетельствуют, что золы ТЭС являются ценным сырьем для производства ряда важных строительных материалов и изделий. По данным ВНИИ гидротехники им. Б.Е. Веденеева, почти 95 % ТЭС удаляют золы в отвалы в виде зольной суспензии. При сливе суспензии в золоотвал происходит сегрегация частиц золы по крупности и плотности. В результате чего резко снижается однородность сырья в отвале и возникают значительные трудности при использовании золы в производстве строительных материалов.

Ценность золы, прежде всего, заключается в ее явной или скрытой способности проявлять пуццолановые свойства. Являясь многотоннажным отходом, а следовательно, обладая малой стоимостью, она может заменить дорогостоящие минеральные вяжущие.

Особенностью золоцементных вяжущих, а значит, и золоцементных бетонов является их повышенная прочность на растяжение и, так при одинаковой марке (прочности при сжатии) золоцементные вяжущие имеют выше значения $R_{изг}$, чем портландцемент. Эти же данные приводят А.В. Волженский и Л.Б. Гольдберг.

В литературном обзоре рассматривается проблема утилизации золоотходов от сжигания твердого топлива на Омских ТЭЦ и приводятся сведения о количестве золоотходов от сжигания твердого топлива на ТЭЦ, координации работ по проблеме утилизации золоотходов, экологических проблемах при хранении золоотходов, свойствах отвальной золы от сжигания твердого топлива на ТЭЦ и промышленных способах их переработки, областях применения

золоотходов и проблемах при их использовании, экономических вопросах утилизации золоотходов.

Основная идея работы состоит в том, что рассматривается возможность введения золы гидроудаления с рациональным зерновым составом для использования её в качестве добавки при производстве мелкозернистых бетонов, что является актуальной проблемой в плане решения вопросов экономии цемента и экологии.

Объект исследования – активированные золы гидроудаления от сжигания экибастузских углей на омских ТЭЦ, мелкозернистый бетон.

Предмет исследования - технологические процессы изготовления и свойства мелкозернистого бетона на золе гидроудаления от сжигания экибастузских углей на омских ТЭЦ.

Цель диссертационного исследования - исследование влияния дисперсности золы гидроудаления и добавки жидкого стекла на свойства мелкозернистого бетона для увеличения экономии цемента, повышения качества бетона и улучшения экологической обстановки.

Исходя из цели, сформулированы **задачи исследования**:

1. Исследовать состав и свойства золы гидроудаления от сжигания экибастузских углей на омских ТЭЦ.
2. Определить оптимальную удельную поверхность золы гидроудаления, обеспечивающую требуемый уровень качества получаемого мелкозернистого бетона.
3. Исследовать физико-механические свойства, процессы структурообразования и характер новообразований мелкозернистого бетона с учётом соответствия требованиям экологической безопасности.
4. Разработать рецептуру мелкозернистого бетона.
5. Провести опытно-промышленную апробацию полученных экспериментальных данных по производству мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла.

Научная новизна:

- получены зависимости влияния дисперсности золы гидроудаления и добавки жидкого стекла на свойства мелкозернистого бетона для увеличения экономии цемента, повышения качества бетона и улучшения экологической обстановки;

- предложены рекомендации по оптимальному содержанию активированных отходов золы гидроудаления по производству мелкозернистого бетона;

- получены расчетные параметры мелкозернистого бетона с учётом соответствия требованиям экологической безопасности;

- разработана новая технология мелкозернистого бетона с оптимальной удельной поверхностью золы гидроудаления, обеспечивающую требуемый уровень качества получаемого мелкозернистого бетона и т.д

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке новой технологии мелкозернистого бетона для увеличения экономии цемента, повышения качества бетона и улучшения экологической обстановки.

Методология и методы исследования заключались в механическом измельчении и активации, дифракционном методе исследования, дифференциально-термических и расчетных методах анализа.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается методологической базой исследований, основанной на фундаментальных теоретических положениях; соблюдением основных принципов физического и математического моделирования; достаточным объемом экспериментальных данных, полученных с использованием приборов и оборудования, прошедших поверку. Результаты исследования докладывались и получили положительные отзывы на двух научных конференциях различного уровня.

Положения, выносимые на защиту:

1. Зависимости влияния дисперсности золы гидроудаления и добавки жидкого стекла на свойства мелкозернистого бетона для увеличения экономии цемента, повышения качества бетона и улучшения экологической обстановки;

2. Рекомендации по оптимальному содержанию активированных отходов золы гидроудаления по производству мелкозернистого бетона;

3. Физико-механические свойства мелкозернистого бетона с учётом соответствия требованиям экологической безопасности;

4. Технология мелкозернистого бетона с оптимальной удельной поверхностью золы гидроудаления, обеспечивающую требуемый уровень качества получаемого мелкозернистого бетона;

5. Экспериментальные данные по производству мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла.

Личный вклад. Проводился выбор методов исследования, постановка задач, проведение экспериментальных испытаний, анализ и обобщение полученных данных. Проведена опытно-производственная проверка технологии мелкозернистого бетона с оптимальной удельной поверхностью золы гидроудаления.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований докладывались и обсуждались на:

1. Международный научно-технический симпозиум и III Международный Косыгинский Форум. – Москва, 2021г.

2. Международный научно-технический симпозиум «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей экономики». – Москва, 2024г.

Публикации. На основании результатов исследований было опубликовано 7 работ, из которых 5 в научных журналах принадлежащих перечню ВАК.

Содержание работы

Во **введении** обосновывается актуальность выбранной темы диссертационного исследования, характеризуется степень ее разработанности, определяются цели и задачи, осуществляется выбор предмета и объекта исследования. Формулируются положения, выносимые на защиту.

В первой главе приводится анализ литературных источников по вопросам твердения цемента, набора прочности цементного камня, активации материалов.

В литературном обзоре рассматривается проблема утилизации золоотходов от сжигания твердого топлива на Омских ТЭЦ и приводятся сведения о количестве золоотходов от сжигания твердого топлива на ТЭЦ, координации работ по проблеме утилизации золоотходов, экологических проблемах при хранении золоотходов, свойствах отвальной золы от сжигания твердого топлива на ТЭЦ и промышленных способах их переработки, областях применения золоотходов и проблемах при их использовании, экономических вопросах утилизации золоотходов.

На основе анализа литературных данных сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе представлена методологическая схема проведения научных исследований. Представлены результаты физико-химических показателей золы гидроудаления от сжигания экибастузских углей на Омских ТЭЦ. Обоснование и выбор сырьевой базы для изготовления золоминерального вяжущего на основе золы гидроудаления. Представлены основные характеристики компонентов золоминерального вяжущего на основе золы гидроудаления. Представлены методы исследований мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла.

Золоотходы ТЭЦ представляют собой ценные сырьевые источники – готовые продукты или полуфабрикаты для использования в различных материалах и изделиях. Основным требованием, обеспечивающим успешное применение твердых отходов ТЭЦ, является стабильность их физико-химических показателей. Процентное содержание оксидов кремния и металлов золы гидроудаления представлено в табл. 1.

Таблица 1.

Процентное содержание оксидов кремния и металлов в золе углей

№ п/п	Уголь (месторождение)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1	Экибастузский (Плдст 1)	55-58	27-29	8-10	2-3	1-2

В результате проведения рентгеноспектрального флуоресцентного анализа установлен химический состав золы гидроудаления – это в основном кремнезем,

оксиды алюминия, железа и кальция. В ходе обработки рентгеновских спектров представленных проб были определены концентрации ряда химических элементов Fe, Ca, Si, Al, и других в зависимости от интенсивности спектра. Частицы золы – это сочетание стекловидных и кристаллических компонентов

В зависимости от дисперсности наблюдается изменение формы, строения и минералогического состава отдельных фракций зол. При применении зол гидроудаления для производства вяжущих помимо влажности и содержания окислов частиц следует особое внимание уделять гранулометрическому составу и предельной крупности частиц. В зависимости от крупности наблюдается изменение и других важных свойств, таких как формы строения и минералогического состава отдельных фракций зол. Установлено, что чем крупнее фракция, тем выше водопотребность золы, хотя из технологии бетона известна другая закономерность, в соответствии с которой водопотребность крупного заполнителя меньше, чем мелкого. Отмеченная специфическая особенность золы вызывается разным строением ее частиц. Агрегированные частицы более крупные и отличаются повышенной шероховатостью, поэтому для них характерна и повышенная водопотребность.

R Index=1.70-0.20i	Median D : 144.942 Modal D : 138.246	Mean V : 146.882 Std Dev : 0.149	25.0%D : 116.519 50.0%D : 144.942 75.0%D : 179.576	S Level : 0 D Func : N D Shift : 0
--------------------	---	-------------------------------------	--	--

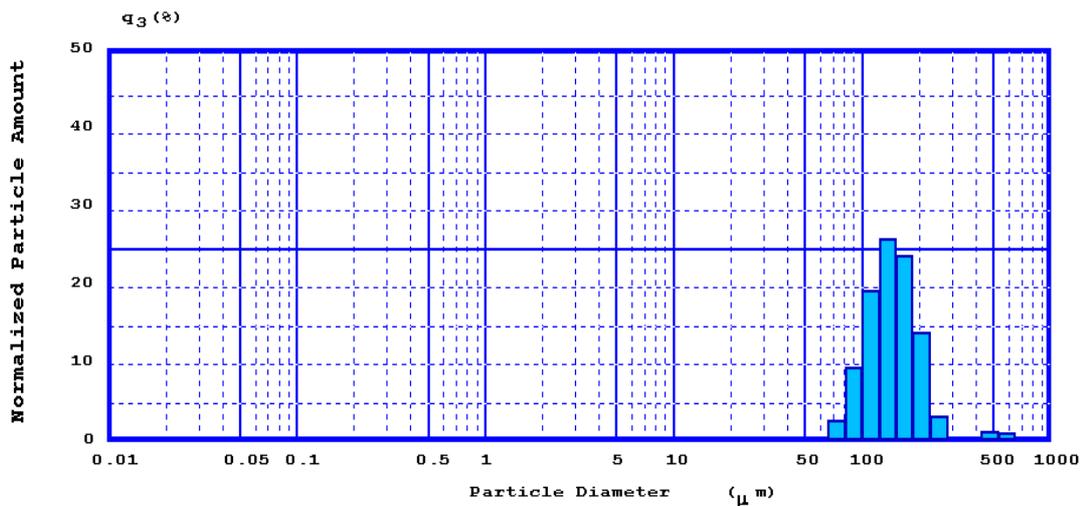


Рис. 1. Зерновой состав немолотой золы гидроудаления
с $S_{yd}=170 - 200 \text{ м}^2/\text{кг}$, снятый на приборе SHIMADZU SALD-2101

Мелкие и мельчайшие фракции золы состоят в основном из плотных шарообразных частиц с гладкой поверхностью. Пластификация бетонной смеси, наблюдаемая при использовании этих фракций проявляется, несмотря на то, что они имеют более высокую удельную поверхность.

Плотность укладки частиц в основном зависит от соотношения мелких и крупных фракций золы и расхода цемента. При прочих равных условиях, чем меньше средних фракций, тем больше плотность укладки.

На рис. 1. представлен гранулометрический состав не молотой золы гидроудаления с $S_{y\partial} = 170 - 200 \text{ м}^2/\text{кг}$. Основную объёмную долю составляют частицы размерами 150 и 190 $\mu\text{м}$, содержание которых в процентах соответственно 26 и 24 %. Самые мелкие частицы размером 70 $\mu\text{м}$ содержатся в количестве 0,01 %.

В процессе помола до удельной поверхности $S_{y\partial} = 200 - 250 \text{ м}^2/\text{кг}$ размер зерен соответственно уменьшился (рис. 2). Основную объёмную долю составляют частицы размерами 125 и 153 $\mu\text{м}$, содержание которых в процентах соответственно 21 и 20 %. Самые мелкие частицы размером 19 $\mu\text{м}$ содержатся в количестве 0,01 %.

Index=1.70-0.20i	Median D : 115.209 Modal D : 112.252	Mean V : 109.935 Std Dev : 0.180	25.0%D : 86.503 50.0%D : 115.209 75.0%D : 148.270	S Level : 0 D Func : No D Shift : 0
------------------	---	-------------------------------------	---	---

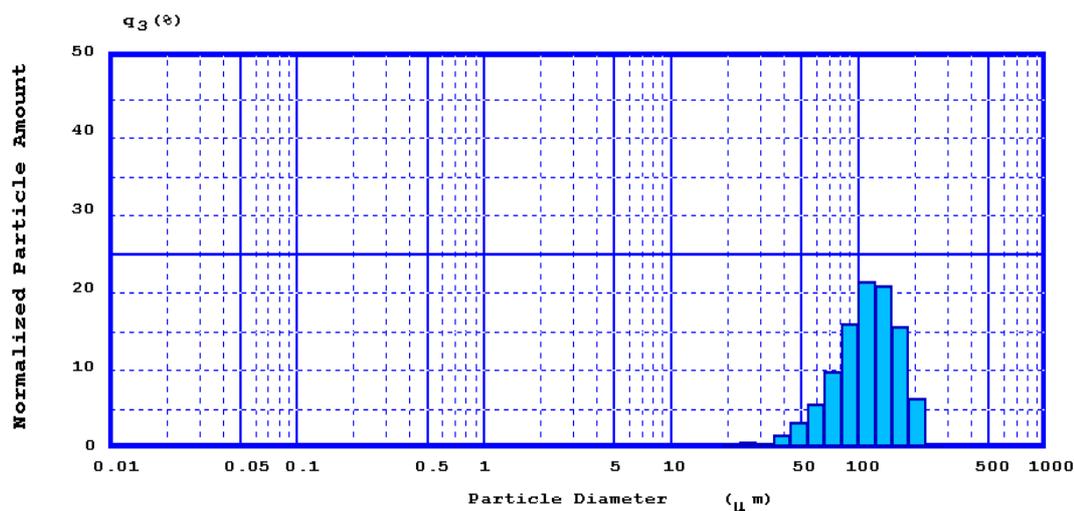


Рис. 2. Зерновой состав молотой золы гидроудаления с $S_{y\partial}=200 - 250 \text{ м}^2/\text{кг}$, снятый на приборе SHIMADZU SALD-2101

На рис. 3 представлен гранулометрический состав молотой золы гидроудаления с $S_{y0} = 700 - 770 \text{ м}^2/\text{кг}$. Самые крупные частицы с размером зерна 100 мкм содержатся в количестве $0,01 \%$. Самые мелкие частицы размером $0,196 \text{ мкм}$ содержатся в количестве $0,003 \%$. Наибольшее количество ($9,6 \%$) составляют частицы размером 67 мкм .

Улучшение гранулометрического состава сказывается в первую очередь на пластично-вязких характеристиках золоминерального бетона. В системах с рекомендуемым зерновым составом можно сильно снизить водопотребность и, по существу, стабилизировать величину предельного напряжения сдвига.

R Index=1.70-0.20i	Median D : 39.847 Modal D : 60.093	Mean V : 28.825 Std Dev : 0.535	25.0%D : 15.955 50.0%D : 39.847 75.0%D : 70.740	S Level : 0 D Func : Nc D Shift : 0
--------------------	---------------------------------------	------------------------------------	---	---

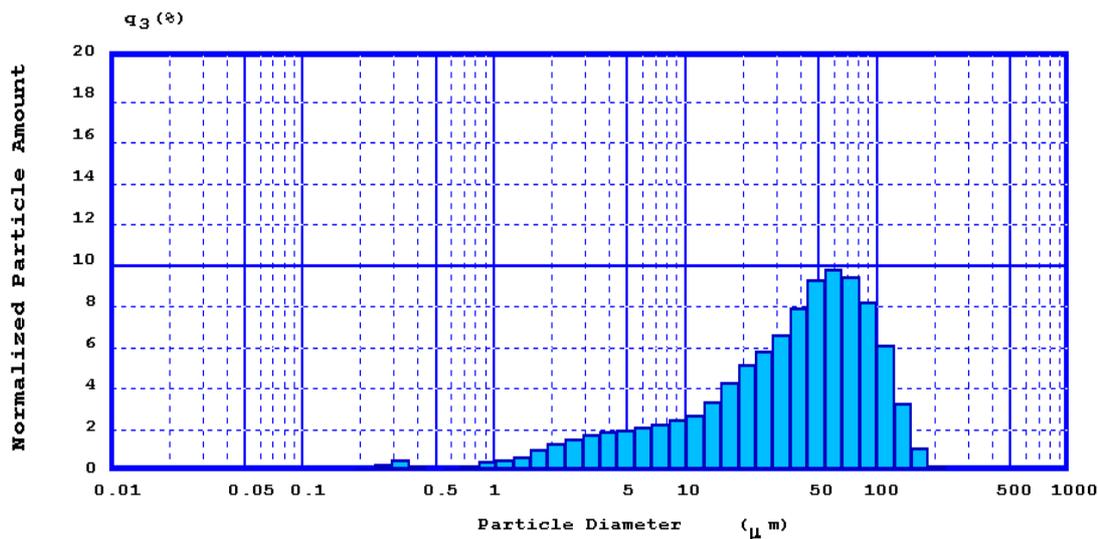


Рис. 3. Зерновой состав молотой золы гидроудаления с $S_{y0}=700 - 770 \text{ м}^2/\text{кг}$, снятый на приборе SHIMADZU SALD-2101

Изменение гранулометрического состава золы гидроудаления путем частичного помола повышает её физико-химическую активность и увеличивает долю гелевидных новообразований. В результате, несмотря на повышение прочности при сжатии, после определённого значения удельной поверхности неизбежно возрастают усадка, ползучесть и деструктивные явления при многократном увлажнении и высушивании.

Процесс помола способствует гомогенизации золы. Из-за микропористости и трещиноватости золы гидроудаления, её помол до удельной поверхности

$S_{y0}=400 - 450 \text{ м}^2/\text{кг}$ занимает 3 ч, тогда как помол гранулированного доменного шлака и портландцементного клинкера до $S_{y0}=200 \text{ м}^2/\text{кг}$ занимает 6 и 7,5 ч соответственно [4]. Отсюда следует, что более высокая интенсивность размалывания обеспечивает высокую производительность помольного оборудования.

Описаны методы исследований мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления.

В третьей главе рассмотрены вопросы оптимизации состава и физико-механические свойства мелкозернистого бетона, процесс структурообразования мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла. Представлены результаты прочностных характеристик мелкозернистого бетона. Математическое планирование эксперимента. Рассмотрены процессы структурообразования мелкозернистого бетона, морозостойкость мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла, рентгенофазовый анализ мелкозернистого бетона, дифференциально-термический анализ мелкозернистого бетона, исследование процесса деструкции мелкозернистого бетона, исследование влияния золы гидроудаления как демпфера на деформативные свойства мелкозернистого бетона.

Значения прочности в возрасте 14 сут образцов с добавкой молотой золы гидроудаления ниже на 3,5 – 44 % в зависимости от её количественного содержания и удельной поверхности, значений, полученных на эталонных образцах. С течением времени прочность образцов с золой достигает прочности эталонных образцов и в дальнейшем прирост прочности продолжается. Испытание образцов показало, что через 60 сут прирост прочности составил 6,6 – 7,0 % по сравнению с прочностью в 28 сут, а через 90 сут – 15,0 – 15,5 %.

Введение в мелкозернистую бетонную смесь с добавкой золы щёлочесодержащей добавки жидкого стекла в количестве 3 % от массы цемента повышает прочностные характеристики в возрасте 28 сут до 12 – 15 % и ускоряет процессы схватывания до 8 – 10 % по сравнению с бездобавочной мелкозернистой бетонной смесью.

При введении в состав мелкозернистого бетона золы гидроудаления, содержащей, % масс: 51 – 60 SiO_2 , 24 – 32 Al_2O_3 , 1,1 – 2,1 CaO , 0,2 – 1,5 MgO и имеющей различную дисперсность, полученную механическим измельчением (удельная поверхность от 170 – 770 $\text{м}^2/\text{кг}$), значительное увеличение степени гидратации цемента после 28 суток нормального твердения (от 20 до 55%) наблюдается при удельной поверхности золы более 250 $\text{м}^2/\text{кг}$. Это свидетельствует о проявлении пуццолановой активности измельчённой золы.

Модуль упругости золоцементного камня при введении 10 – 20 % золы гидроудаления снижается в 3,5 – 7 раз по сравнению с модулем упругости цементного камня без добавок и составляет 4 – 7,5 ГПа. При этом изменение дисперсности золы мало влияет на величину модуля упругости.

Предел прочности при сжатии образцов мелкозернистого бетона существенно изменяется в зависимости от дисперсности золы гидроудаления. При этом у образцов в возрасте от 7 до 90 суток проявляется два максимума предела прочности при сжатии, соответствующих удельной поверхности золы 200 – 250 $\text{м}^2/\text{кг}$ и 600 – 650 $\text{м}^2/\text{кг}$, что обусловлено изменением пуццолановой активности и адсорбционных свойств золы при её диспергировании.

Введение в мелкозернистую бетонную смесь 3% массы жидкого стекла обеспечивает повышение прочности при сжатии в возрасте 28 суток на 12 – 15%, уменьшение сроков схватывания на 8 – 10%. Введение в состав мелкозернистого бетона 10% масс. золы гидроудаления с удельной поверхностью 200 – 250 $\text{м}^2/\text{кг}$ и 3% масс. жидкого стекла позволяет получить изделия с плотностью 2160 $\text{кг}/\text{м}^3$, прочностью при изгибе 9,7 МПа, прочностью при сжатии 45,7 МПа. При этом существенно сокращается деформация усадки бетона.

Используя методы многофакторного планирования регрессионного эксперимента, было изучено влияние комплекса особенностей технологических факторов и расхода различных компонентов на физико-механические свойства мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла. В качестве варьируемых факторов рассматривались расход золы гидроудаления и цемента, тонкость помола золы гидроудаления, наличие добавки жидкого стекла.

В качестве физико-механических показателей выбраны: средняя плотность МЗБ Y_1 и предел прочности при сжатии Y_2 .

В результате обработки данных получены зависимости технологических факторов от физико-механических показателей (плотности и прочности при сжатии) мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла.

Определена оптимальная удельная поверхность золы гидроудаления. Проведенные исследования мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла показали, что у мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла в зависимости от расхода золы соотношение $R_{изз}/R_{сжс}$ (K_g) находится в пределах без добавки жидкого стекла от 0,25 до 0,22, с добавкой жидкого стекла $K_g = 0,23 - 0,21$. Это свидетельствует о повышенной деформативности мелкозернистого бетона.

В результате рентгенофазового анализа мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла установлено, что исследуемый материал содержит кварц SiO_2 , были выявлены гидроксид кальция $Ca(OH)_2$, смесь алюмосиликатов $(Na, K)(Si, Al)O_8$, смесь алюмосиликатов $(Ca, Na)(Si, Al)_4O_8$.

В четвертой главе рассмотрены организация проведения и результаты опытно-промышленных испытаний, представлена технико-экономическая эффективность производственного внедрения результатов исследования.

Показана возможность получения мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла для применения его в малоэтажном строительстве зданий и сооружений с различными функциональными назначениями: в качестве стеновых блоков, звукоизоляции, кладочного раствора, для заливки полов.

При использовании щёлочесодержащей добавки жидкого стекла (3% мас) для приготовления мелкозернистой бетонной смеси физико-механические показатели в возрасте 28 сут увеличиваются при опытно-производственных исследованиях на 4 – 6 %.

Проверку результатов исследований и корректировку технологических параметров проводили на промышленном оборудовании в заводских условиях на ООО «ЗСК-1» и ОАО «ОКСК» г. Омска, ДСМ АО «СК ВНСС» г. Ханты-Мансийск.

Используя технологические разработки, полученные в лабораторных условиях, на предприятиях «ЗСК-1» и «ОКСК» г. Омска, ДСМ АО «СК ВНСС» г. Ханты-Мансийск, была выпущена опытно-промышленная партия мелкозернистого бетона объёмом 150 м³.

Экономия цемента обусловлена, тем, что зола гидроудаления в составе смешанного вяжущего (золоцементного) при твердении проявляет пуццолановую активность.

Разработана технологическая схема мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла, предусматривающая модификацию поверхности частиц золы гидроудаления механической и химической активацией.

Заключение

По результатам проведенных исследований подтверждены положения выносимые на защиту, а именно:

1. Приведены зависимости влияния дисперсности золы гидроудаления и добавки жидкого стекла на свойства мелкозернистого бетона для увеличения экономии цемента, повышения качества бетона и улучшения экологической обстановки;
2. Приведены рекомендации по оптимальному содержанию активированных отходов золы гидроудаления по производству мелкозернистого бетона;
3. В докладе представлены результаты физико-механические свойства мелкозернистого бетона с учётом соответствия требованиям экологической безопасности;
4. Разработана технология мелкозернистого бетона с оптимальной удельной поверхностью золы гидроудаления, обеспечивающую требуемый уровень качества получаемого мелкозернистого бетона;

5. Приведены параметры экспериментальных данных по производству мелкозернистого бетона с добавкой золы гидроудаления и жидкого стекла.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

1. Разработка состава пескобетона на основе шламоцементных вяжущих / А. Ф. Косач, И. Н. Кузнецова, Г. А. Педун, Н. А. Гутарева // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2020. – № 1-2(252-253). – С. 34-37.
2. Косач А.Ф., Ращупкина М.А., Педун Г.А., Курбанова Р.Б. Оценка влияния высокодисперсного золоминерального сырья на физико-механические свойства цементного камня / Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2020. – № 11(743). – С. 42-50;
3. Косач А.Ф., Кузнецова И.Н., Курбанова Р.Б., Педун Г.А., Прежин С.Е. Оценка влияния кварцевых отходов на физико-механические свойства цементного камня / Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2020. – № 10(742). – С. 17-26;
4. Кузнецова, И. Н. Технология бетона с использованием отходов деревообрабатывающей промышленности / И. Н. Кузнецова, А. Ф. Косач, Г. А. Педун // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2020. – № 11-12(262-263). – С. 21-24.
5. Применение активированных кварцевых отходов на физико-механические свойства цементного камня / А. Ф. Косач, И. Н. Кузнецова, Г. А. Педун, С. Е. Прежин // "Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности". "Современные задачи инженерных наук" : Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума и III Международного Косыгинского Форума, Москва, 20–21 октября 2021 года. Том 2. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2021. – С. 175-186.
6. Цементный камень на кварцезолоцементном вяжущем / А. Ф. Косач, И. Н. Кузнецова, М. А. Ращупкина, Г. А. Педун // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 83-88.

7. Физико-технические показатели пенобетона / И. Н. Кузнецова, А. Ф. Косач, Г. А. Педун // Международный научно-технический симпозиум «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей экономики» – 2024. – С. 393-395.

ОТЗЫВ

научного руководителя к.т.н., доцента Ращупкиной Марины Алексеевны на научный доклад об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации) Педун Геннадия Алексеевича на тему «Эффективность использования высокодисперсного золоминерального сырья в составе цементного камня», по направлению 08.06.01 Техника и технологии строительства, научная направленность «Строительные конструкции, здания и сооружения»

Работа Педун Г.А. выполнена на актуальную тему, посвящённую возможности использования золы гидроудаления с рациональным зерновым составом в качестве высокодисперсных наномодификаторов при производстве бетонов.

Основная идея работы состоит в том, что рассматривается возможность введения золы гидроудаления с рациональным зерновым составом для использования её в качестве добавки при производстве мелкозернистых бетонов, что является актуальной проблемой в плане решения вопросов экономии цемента и экологии

Значимость работы Педун Г.А. заключается в возможности применения расчетных моделей и применения новой технологии.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается методологической базой исследований, основанной на фундаментальных теоретических положениях; соблюдением основных принципов физического и математического моделирования; достаточным объемом экспериментальных данных, полученных с использованием приборов и оборудования, прошедших поверку. Результаты исследования докладывались и получили положительные отзывы на двух научных конференциях различного уровня.

На основании результатов исследований было опубликовано 7 работ, из которых 5 в научных журналах, относящихся к перечню ВАК.

В целом научный доклад выполнен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научному докладу по научно-квалификационной работе (диссертации).

Научный доклад об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации) Педун Геннадия Алексеевича на тему «Эффективность использования высокодисперсного золоминерального сырья в составе цементного камня», по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства», заслуживает положительной оценки.

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент,

заведующий кафедрой

«Промышленное и гражданское строительство»

ФГБОУ ВО «СибАДИ»



М.А. Ращупкина

ВЕРНО: С.С. Суровцева
д. документовед отдела кадров работников УП и КО
09 февраля 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

кафедры «Промышленное и гражданское строительство»

Научный доклад об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации) на тему «Эффективность использования высокодисперсного золоминерального сырья в составе цементного камня», выполнен Педун Геннадием Алексеевичем по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» научной направленность «Строительные конструкции, здания и сооружения»

Научный руководитель - к.т.н., доцент Ращупкина Марина Алексеевна.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

- научный доклад об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации) соответствует направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», в соответствии с которым он заявлен;
- изложенные в научном докладе научные и практические результаты являются итогом самостоятельного труда аспиранта. Ценность научных работ аспиранта подтверждается наличием публикаций в рецензируемых научных изданиях;
- научный доклад рекомендован к защите.

Заключение принято на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «СибАДИ».

Присутствовало на заседании 23 человека. Результат голосования: за – 23 чел, против – 0 чел., воздержалось – 0 чел., протокол №5 от 22.01.2024 г.

Заведующий кафедрой
«Промышленное и гражданское
строительство» ФГБОУ ВО «СибАДИ»,
канд. техн. наук, доцент,

М.А. Ращупкина



Получено: _____ С.С. Суровцева
Бед. документовед отдела кадров работников УП и КО
09 февраля 2024 г.

Рецензия на научный доклад.

Научный доклад об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации) Педуна Геннадия Алексеевича на тему «Эффективность использования высокодисперсного золоминерального сырья в составе цементного камня», по направлению 08.06.01 Техника и технологии строительства, научная направленность «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Работа Педуна Г.А. выполнена на актуальную тему, посвящённую возможности использования золы гидроудаления с рациональным зерновым составом в качестве высокодисперсных наномодификаторов при производстве бетонов.

Основная идея работы состоит в том, что рассматривается возможность введения золы гидроудаления с рациональным зерновым составом для использования её в качестве добавки при производстве мелкозернистых бетонов, что является актуальной проблемой в плане решения вопросов экономии цемента и экологии

Значимость работы Педуна Г.А. заключается в возможности применения расчетных моделей и применения новой технологии.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается методологической базой исследований, основанной на фундаментальных теоретических положениях; соблюдением основных принципов физического и математического моделирования; достаточным объемом экспериментальных данных, полученных с использованием приборов и оборудования, прошедших поверку. Результаты исследования докладывались и получили положительные отзывы на двух научных конференциях различного уровня.

На основании результатов исследований было опубликовано 7 работ, из которых 5 в научных журналах, относящихся к перечню ВАК.

В целом научный доклад выполнен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научному докладу по научно-квалификационной работе (диссертации).

Научный доклад об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации) Педуна Геннадия Алексеевича на тему «Эффективность использования высокодисперсного золоминерального сырья в составе цементного камня», по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства», заслуживает положительной оценки.

Генеральный директор ООО «Югра-Неон»



Короленко А.В.