

Отзыв официального рецензента

на диссертационную работу Хан Максима Александровича

на тему: «Разработка состава и технологии получения бесклинкерного вяжущего для бетона из техногенных отходов промышленности», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073000 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы); 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	Диссертационная работа выполнена в соответствии с Государственной программой развития малого и среднего бизнеса и Правительственной Государственной программой по индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан (ГПИИР-2) на 2020–2025 гг. Работа согласуется с основными направлениями Постановления Правительства Республики Казахстан от 23 сентября 2022 года № 736 «Об утверждении Концепции развития жилищно-коммунальной инфраструктуры на 2023–2029 годы», а также с Планом развития Карагандинской области на 2021–2025 годы, утверждённым решением IX сессии Карагандинского областного Маслихата VII созыва от 9 декабря 2021 года, № 124.
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> /не раскрыта.	Работа имеет значимый научный вклад, заключающийся в теоретическом обосновании и экспериментальном подтверждении возможности применения доменных гранулированных шлаков для получения бесклинкерного вяжущего. В рамках исследования: 1. Установлены закономерности изменения физико-механических и эксплуатационных характеристик бесклинкерных вяжущих при введении комплексных модифицирующих добавок, включающих кремнеземсодержащий компонент и суперпластификатор, для бетонов на основе промышленных отходов;

			2. Определены научно-технологические основы регулирования процессов структурообразования бетона на бесклинкерном вяжущем с использованием техногенных отходов посредством введения кремнеземсодержащих модификаторов различной степени дисперсности; 3. Определены особенности трансформации фазового состава и процессов структурообразования модифицированного бесклинкерного вяжущего; 4. Исследованы механизмы фазообразования в системе доменный гранулированный шлак-добавки в условиях естественного твердения с учётом химико-минерального состава техногенного сырья и применяемых добавок; 5. Разработаны составы и изучены свойства модифицированных бетонных смесей и твердеющего бетона на основе бесклинкерных вяжущих; 6. Выполнена технико-экономическая оценка и апробация предложенных инженерных решений.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: <u>1) высокий;</u> 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	В рамках диссертационного исследования выполнено всестороннее изучение теоретических и практических источников по рассматриваемой проблематике. На основе серии лабораторных и экспериментальных испытаний автором обоснованы и разработаны научно-технологические подходы к получению бесклинкерного вяжущего на основе техногенных отходов промышленного производства. Все ключевые результаты экспериментов были получены лично диссертантом или при его непосредственном участии. Предложенная технология прошла проверку в условиях промышленной эксплуатации, что подтверждает её прикладную значимость. Научные материалы, подготовленные по результатам исследований, опубликованы в рецензируемых изданиях, а также представлены на международных конференциях в виде докладов и тезисов. В этих публикациях автор принимал активное участие как в выполнении исследовательской части, так и в аналитической

			обработке данных, подготовке и сопровождении научных материалов. В ходе работы был получен патент на изобретение № 33928 «Бесклинкерное вяжущее из техногенных отходов промышленности». Результаты диссертации нашли практическое применение в образовательном процессе Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова, что подтверждается официальным актом внедрения.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) обоснована; 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность исследований в области получения бесклинкерных вяжущих на основе промышленных отходов обусловлена их значительным экономическим и экологическим потенциалом. Использование альтернативного сырья позволяет снизить затраты на производство, уменьшить себестоимость бетона, сократить потребность в традиционных видах сырья и одновременно повысить уровень экологической безопасности. Особое внимание заслуживает применение доменного гранулированного шлака, образующегося в процессе работы теплоэнергетических предприятий. Вовлечение данного материала в состав бесклинкерных вяжущих не только обеспечивает рациональное использование отходов, но и способствует получению конкурентоспособных строительных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками. Научные разработки включают создание технологических решений для производства бесклинкерных вяжущих с применением модифицирующих добавок - микрокремнезёма, нанодисперсной системы $\text{SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$, а также суперпластификаторов поликарбоксилатного типа. Комплексное введение таких компонентов в бетонные смеси на основе бесклинкерных вяжущих позволяет формировать материалы, свойства которых сопоставимы с характеристиками традиционного цементного бетона.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Структура диссертационной работы последовательно раскрывает заявленную тему исследования. Содержание глав

	<u>1) отражает;</u> 2) частично отражает; 3) не отражает.	и представленные по ним выводы имеют обоснованный характер и отличаются логической взаимосвязанностью, что обеспечивает целостность изложения материала.
	4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: <u>1) соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Цель исследования и сформулированные задачи полностью согласуются с заявленной тематикой. Их выполнение последовательно отражено в содержании основных разделов диссертационной работы и подтверждается материалами, представленными в приложениях.
	4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: <u>1) полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	Диссертация состоит из введения, пяти исследовательских глав, заключения, перечня использованных источников и приложений. Структура работы выстроена последовательно, а все разделы взаимосвязаны и в совокупности обеспечивают целостное раскрытие заявленной темы.
	4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: <u>1) критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов; 4) анализ отсутствует.	На основе теоретического обобщения и анализа научных публикаций по современным технологиям переработки техногенных отходов промышленности автором проведён критический разбор и обоснован оптимальный состав бесклинкерного вяжущего. Разработанные решения по совершенствованию технологии и подбору состава, вяжущего на основе техногенного сырья обладают высокой актуальностью. Кроме того, установлены закономерности изменения физико-механических характеристик, фазового состава и процессов структурообразования бесклинкерных вяжущих в зависимости от степени дисперсности материала, дозировки активатора и продолжительности твердения. Полученные результаты позволили сформировать научно-технологические основы управления структурообразованием и твердением материалов данного типа. Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанные составы и технологические подходы обеспечивают получение бетонов на основе бесклинкерных вяжущих с эксплуатационными свойствами, сопоставимыми и в ряде случаев превосходящими показатели традиционного

			цементного бетона. Предложенные решения прошли апробацию в условиях лабораторных и опытно-промышленных испытаний, а также подтверждены положительными результатами технико-экономической оценки.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Полученные научные результаты обладают новизной и заключаются в следующем: 1. Сформированы научно-технологические основы регулирования процессов структурообразования бетона на бесклинкерном вяжущем с использованием техногенных отходов промышленности посредством введения кремнеземсодержащих модификаторов различной дисперсности. 2. Установлены особенности трансформации фазового состава и закономерности формирования структуры модифицированного бесклинкерного вяжущего. 3. Раскрыты механизмы фазообразования в системе «доменный гранулированный шлак-известь-минеральный модификатор» при естественном твердении с учётом химико-минеральных характеристик используемого техногенного сырья и модифицирующих добавок. 4. Разработана технологическая схема получения бесклинкерного вяжущего, предназначенного для производства бетона монолитных конструкций.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Выводы, сформулированные в диссертационной работе на основе выполненных исследований, обладают полной новизной. Представленные научные результаты основаны на комплексном анализе экспериментальных данных и подтверждены использованием современных методов исследования, что обеспечивает их достоверность и обоснованность.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Предложенные в диссертации технические решения отличаются новизной и имеют научное обоснование, что подтверждается публикациями в ведущих отечественных и

		1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	зарубежных изданиях, докладами на международных конференциях, результатами испытаний, разработанным технологическим регламентом и полученным патентом на изобретение. Основные положения исследования были представлены на пяти конференциях и отражены в пяти печатных работах, включая статьи, опубликованные в журналах, индексируемых в базе данных Scopus.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (квалитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Сформулированные в диссертационной работе выводы имеют обоснованный характер и базируются на экспериментальных данных, полученных в ходе комплексных лабораторных исследований и опытно-промышленных испытаний, что обеспечивает их научную достоверность и практическую значимость.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	Все основные положения, выносимые на защиту, получили подтверждение в результате комплексных теоретических обоснований и экспериментальной проверки. В работе отсутствует тривиальность. Все представленные в ней положения отличаются оригинальностью и обладают признаками научной новизны. Все положения, выносимые на защиту, обладают новизной, что подтверждается их апробацией в научных изданиях, размещённых в высокорейтинговых журналах, индексируемых в базе данных Scopus, в изданиях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК, а также докладами, представленными на международных научных конференциях.

		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	Научные результаты, представленные в диссертационной работе, обладают значительным прикладным потенциалом. Разработанное бесклнкерное вяжущее может быть эффективно использовано как в промышленном производстве железобетонных изделий, так и при возведении монолитных конструкций непосредственно на строительных объектах. Такая универсальность материала обеспечивает возможность его применения в различных направлениях строительной отрасли и существенно расширяет перспективы практической реализации полученных результатов.
		7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	Все научные положения диссертационной работы прошли апробацию и подтвердили свою достоверность посредством публикаций в высокорейтинговых изданиях, индексируемых в базе данных Scopus (Magazine of Civil Engineering, International Journal of GEOMATE), а также в научных журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК. Дополнительно результаты исследования были представлены и получили обсуждение на международных научных конференциях.
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) да; 2) нет.	В диссертационном исследовании использован комплекс методологических подходов, обеспечивший всестороннее изучение свойств и эффективности разработанного бесклнкерного вяжущего. Применялись аналитико-теоретические разработки, физико-химические и физико-механические методы испытаний, методы микроструктурного анализа, а также технико-экономическая оценка эффективности производства бесклнкерного вяжущего.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет.	В диссертационном исследовании применён комплекс современных методов, широко используемых в строительном материаловедении. В их числе – определение химического и минералогического состава сырья, испытания бетона на прочность при растяжении и сжатии, определение водонепроницаемости и оценка стойкости материала к различным видам коррозионных воздействий.

		Все экспериментальные исследования выполнялись в аккредитованных лабораториях: Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан), Центра коллективного пользования имени профессора Ю.М. Борисова Воронежского государственного технического университета (г. Воронеж, Россия), а также Национального центра экспертизы и сертификации (г. Караганда, Казахстан). С использованием методов математического планирования эксперимента и статистической обработки данных установлены зависимости между составом сырья, удельной поверхностью компонентов и физико-механическими характеристиками готовых бетонных и железобетонных изделий. Для анализа и обработки результатов применялись специализированные программные средства, включая Match!, MatLab, COMSOL Multiphysics, SigmaPlot и другие.
	8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием <u>1) да;</u> 2) нет.	Все теоретические положения и выявленные закономерности получили полное подтверждение в ходе экспериментальных исследований, а установленные взаимосвязи доказаны в достаточной мере. Достоверность полученных результатов обеспечена опытно-промышленными испытаниями, проведёнными на предприятиях ТОО «ККК Бетон» и ТОО «Каздорстройтех», а также проверкой в аккредитованных лабораториях Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан), Центра коллективного пользования имени профессора Ю.М. Борисова Воронежского государственного технического университета (г. Воронеж, Россия) и Национального центра экспертизы и сертификации (г. Караганда, Казахстан).
	8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Все ключевые положения диссертационной работы подтверждены ссылками на современные научные источники. Проведённый ретроспективный обзор охватывает наиболее значимые публикации последних лет, размещённые в ведущих международных изданиях, таких как Construction and Building

			Materials, Journal of Building Engineering, Cement and Concrete Composites, Magazine of Civil Engineering и других профильных журналах.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора.	Библиографический список диссертационной работы включает 184 источника, что является достаточной базой для проведения всестороннего литературного анализа по рассматриваемой тематике.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет.	В диссертации обоснована возможность использования техногенных отходов промышленности в качестве ресурсосберегающего сырья, что придаёт работе важное теоретическое значение. На основе проведённых исследований разработаны оптимальные составы бесклнкерного вяжущего с введением микро- и нанодисперсных кремнезёмсодержащих добавок. Применение таких составов обеспечивает получение бетонных и железобетонных изделий с требуемыми эксплуатационными характеристиками. Практическая значимость исследования подтверждается внедрением его результатов в образовательный процесс Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова, где они используются при преподавании дисциплин «Вяжущие вещества» и «Ресурсосберегающие технологии производства строительных материалов».
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u> 2) нет.	Полученные в диссертационной работе результаты имеют прикладное значение для строительной отрасли, в особенности для предприятий по производству железобетонных изделий. На основе проведённых исследований разработаны ресурсосберегающие составы и энергоэффективная технология получения бесклнкерного вяжущего из техногенных отходов, а также бетонов на его основе. Внедрение данной технологии способствует снижению себестоимости выпускаемой продукции за счёт уменьшения затрат на производство и получение вяжущего, а также позволяет сократить расходы, связанные с хранением отходов,

			снизить объём природоохранных платежей и улучшить экологическую ситуацию. В рамках работы разработаны и утверждены технологические регламенты производства бесклинкерного вяжущего из техногенных отходов. Практическая значимость подтверждается принятием технологии к внедрению на ТОО «ККК Бетон» и ТОО «Каздорстройтех».
		9.3 Предложения для практики являются новыми: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Разработанный состав и технология обладают новизной. На основе проведённых исследований были подготовлены и утверждены технологические регламенты производства бесклинкерного вяжущего из техногенных отходов промышленности, что позволило выполнить полужавовские испытания. Дополнительно проведена технико-экономическая оценка эффективности использования техногенного сырья при изготовлении бесклинкерного вяжущего и бетона на его основе. Достоверность и значимость предложенных решений подтверждаются патентом Республики Казахстан на изобретение № 33928 «Бесклинкерное вяжущее из техногенных отходов промышленности».
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертация Хан М.А. является завершённым научно-квалификационным исследованием, выполненным на высоком академическом уровне.
11.	Замечания к диссертации	-	

12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертационная работа Хана Максима Александровича на тему «Разработка состава и технологии получения бесклнкерного вяжущего для бетона из техногенных отходов промышленности» представляет собой комплексное и системно выполненное исследование. В ней успешно решены поставленные научные и прикладные задачи, что подтверждает высокий уровень проведённой работы. Полученные результаты обладают технологической, экономической и экологической значимостью, а также вносят существенный вклад в развитие научных основ использования техногенных отходов в строительном материаловедении. Считаю, что рецензируемая диссертация является завершённой исследовательской работой, которая в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени доктора философии (PhD). Считаю, что её автор, Хан М.А., достоин присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073000 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

доктор философии (PhD), старший преподаватель
кафедры «Строительные материалы и экспертиза в строительстве»
НАО «Южно-Казахстанский исследовательской
университет имени Мухтара Ауэзова».



Кудабаев Руслан Бахтиярович

