

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Строительные материалы, автомобильные дороги и деревообработка» ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» Урхановой Ларисы Алексеевны на диссертационную работу Саламановой Мадины Шахидовны на тему «Строительные композиты на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

На отзыв были представлены автореферат и диссертация, состоящие из введения, девяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Диссертационная работа изложена на 506 страницах машинописного текста, включающего 97 таблиц, 217 рисунков, список литературы из 338 источников, 8 приложений.

Актуальность и важность темы. Многовековой опыт карбонатной технологии получения портландцементного клинкера показал эффективность этого ресурсо– и энергоемкого вяжущего. Безусловно, это вяжущее вещество вне конкуренции, и эти лидирующие позиции на строительном рынке он будет прочно занимать ближайшее годы. Но следует отметить и негативные последствия этого производства, связанные с выбросами в атмосферу и окружающую среду огромного количества цементной пыли, углекислого газа, диоксинов, серы и т.п. Известно, что в процессе обжига 1 тонны портландцементного клинкера в результате диссоциации карбоната кальция происходит выброс до 0,37 тонн углекислоты, а совместно с дымовыми газами в атмосферу попадает существенная доля тонкодисперсной пыли, являющейся достаточно активной и опасной для всего живого и окружающей среды обитания. Пылеочистные системы, расположенные на различных участках клинкерообжигательной печи, улавливают более грубую фракцию этого полноценного и достаточно реакционного продукта, в большинстве случаев его выводят из технологического процесса, но он вполне пригоден для получения новых материалов и композитов, к которым можно отнести вяжущие вещества щелочного затворения.

В связи с этим тематика диссертационной работы Саламановой М.Ш. является актуальной и важной.

Целью работы является развитие теоретических и практических основ получения бесклинкерных вяжущих веществ щелочной активации и строительных композитов с улучшенными эксплуатационными и физико-механическими

свойствами на их основе с использованием техногенного и местного природного сырья. В соответствии с поставленной целью соискатель сформулировал задачи, которые при анализе результатов решены.

Научную новизну полученных диссертантом результатов составляют:

В развитии теоретических основ получения бесклинкерных вяжущих путем щелочной активации природного и вторичного сырья алюмосиликатного происхождения установлено, что в результате деструкции алюмокремнекислородного каркаса и связанности оксидами щелочных металлов происходит синтез гидроалюмосиликатной цеолитовой фазы $M^{n+}_{x/n}[(AlO_2)^-(SiO_2)]_zH_2O$ переменного состава, способствующей созданию бетонных и растворных композитов с улучшенными физико-механическими и технико-экономическими показателями.

Выполнен системный анализ факторов, влияющих на процессы формирования структуры, совместимость компонентов и свойства строительных композитов из многокомпонентных систем «реакционный порошок + минеральный порошок – щелочной раствор».

Установлены закономерности изменения свойств цементного теста и камня от вида и дисперсности минеральной составляющей, химического, минералогического составов, условий и продолжительности твердения, щелочного активатора, концентрации активных поверхностных центров и адсорбционной способности, характеристик формы и рельефа поверхности минеральных порошков, позволившие получить бесклинкерные вяжущие щелочной активации с улучшенными физико-механическими характеристиками.

Выявлены особенности формирования структуры многокомпонентных твердеющих систем, полученных щелочной активацией минеральных порошков, включающих реакцию составляющую с высокой степенью аморфности, микронаполнитель и щелочной затворитель. Установлено, что в системах «реакционный порошок + минеральный порошок – щелочной раствор» происходит физико-химическое взаимодействие, проявляющееся в результате образования соединений каталитического воздействия катионов и связующей способности продуктов гидратации.

Разработаны эффективные составы вяжущих связок полидисперсной гранулометрии с использованием отходов клинкерного производства или термообработанного мергеля и минеральных порошков, при оптимизации состава которых учитывались скорости гидратационной активности путем варьирования концентрации вяжущей связки, создания плотной упаковки цементного камня с минимальной межзерновой пустотностью (водопоглощение 2,6–3,3%).

Установлена эффективность многокомпонентной вяжущей связки «реакционный порошок + минеральный порошок – щелочной раствор» с использованием щелочного раствора смешанного состава, применение которой показало более глубокое взаимодействие твердой и жидкой фазы, стабильность новообразований и привело к улучшению физико-механических характеристик строительных композитов.

Установлены зависимости изменения продуктов гидратации и

структурообразования цементного камня и набора свойств от химико-минерального состава порошкообразной составляющей вяжущей связки; степени деструкции реакционноспособных алюмосиликатных порошков, связанности щелочных металлов в составе образуемых труднорастворимых соединений, прочности, кинетики набора прочности, что подтверждается результатами физико-химического анализа гидратного камня.

Ценность работы для науки и практики обусловлена следующим:

- проведенные в работе теоретические и экспериментальные исследования и разработки по технологии получения строительных композитов на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации развивают материаловедческие знания в области структурообразования в щелочных системах как совокупности последовательно и параллельно протекающих физико-химических превращений, что способствует формированию основ современных высоких технологий строительных композитов;

– установлены закономерности влияния рецептурно-технологических факторов, природы и вида компонентов вяжущей связки на качественные показатели композитов, дополняющие методологические основы химии цементов и бетонов;

- практическая значимость результатов исследований состоит в возможности обоснования и решения прикладных задач, связанных с оптимизацией составов и условий получения структур строительных композитов на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации из связок «реакционный порошок + минеральный порошок 10% + щелочной затворитель», активность которых изменялась в зависимости от вида, концентрации и химико-минералогического состава компонентов цементной системы;

- предложены инженерные задачи и подходы к повышению эффективности процессов твердения строительных композитов в заводском производстве; методика и рекомендации к технологическому регламенту и техническим условиям получения экспериментальных образцов композитов (бетонов и растворов) на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации с использованием местного некондиционного природного и вторичного сырья;

– теоретические положения работы и результаты экспериментальных исследований внедрены в учебный процесс Грозненского государственного нефтяного технического университета им. акад. М.Д. Миллионщикова при подготовке студентов направлений: бакалавриата 08.03.01 – «Строительство», магистратура 08.04.01 – «Строительство», специалитета 08.05.01 – «Строительство уникальных зданий и сооружений», подготовки кадров высшей квалификации 08.06.01 – «Техника и технологии строительства», а также при выполнении студенческих научно-исследовательских работ.

Достоверность результатов исследований обеспечивается обоснованным комплексом исследований на поверенном экспериментальном оборудовании; статистической обработкой результатов; сопоставлением результатов, разными методами, а также полученными другими авторами. Достоверность результатов исследований подтверждается значительным объемом экспериментальных данных, согласующихся с теоретическим

обоснованием основных направлений работы, а также соответствием опытно-промышленных испытаний с данными лабораторных исследований.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 9 глав, заключения, списка литературы, включающего 388 наименований; изложена на 506 страницах машинописного текста, включающего 97 таблиц, 217 рисунков и фотографий, 8 приложений.

Анализ содержания работы в работе автор на высоком уровне представляет исследование проблемы развития бесклинкерной технологии вяжущих щелочного затворения, на основе тонкодисперсных добавок алюмосиликатной природы, что позволяет развивать обобщённые принципы управления гидратационными процессами и геохимическими преобразованиями на всех этапах структурообразования цементного камня щелочной активации, обосновывать возможности и решать задачи повышения эффективности их производства.

Во введении автором обоснована актуальность и степень разработанности темы исследования, излагается цель и задачи работы, сформулирована научная новизна, приведены теоретическая и практическая ценность, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности полученных результатов исследований.

Первая глава содержит подробные сведения из литературных источников по изучаемой проблеме. Оценены состояние и перспективы производства бесклинкерных вяжущих щелочной активации и строительной продукции на их основе. Сделан анализ большого объема исследований в области оценки, прогнозирования и управления свойствами бесклинкерных щелочных цементов и композитов на их основе. На основании анализа и обобщения более 366 литературных источников Мадина Шахидовна намечает пути решения важнейших проблем строительного материаловедения – снижение ресурсо- и энергоёмкости производства.

Несмотря на то, что проблема получения бесклинкерных вяжущих щелочной активации с использованием природных и техногенных материалов занимает исследователей и специалистов не один десяток лет, Саламанова М.Ш. нашла свою нишу и с учетом современных достижений в области строительного материаловедения сформулировала свое научное направление и с применением экспериментальных исследований и современных методов доказала, что достойна искомой степени.

Вторая глава посвящена изучению научно-технической базы для производства бесклинкерных цементов щелочного затворения, выполнен системный анализ факторов влияния на структурообразование и набор свойств в композитах с использованием высокодисперсных порошков, активированных щелочным раствором, предложены топологические модели структур многокомпонентных наполненных систем с минеральными и активными минеральными порошками, что позволяет проектировать механизм структурообразования цементного камня, а варьируя рецептурно-технологическими факторами возможно получать заданные показатели качества композита. В результате сформулирована научная гипотеза

и предложена концепция получения качественной строительной продукции путем щелочной активации комплексных порошков алюмосиликатной природы из отходов промышленности и природного сырья, создания условий для направленного управления процессами гидратации и геохимических преобразований, фазовым составом и поровой структурой цементного камня, обеспечивая тем самым заданные физико-механические и эксплуатационные свойства.

В третьей главе установлены возможности совместимости составляющих цементной системы природного, техногенного происхождения и щелочного затворителя. Автором получены возможные способы оценки эффективности минеральных порошков в получении многокомпонентных систем по следующим параметрам, таким как количество брэнстедовских активных центров кристаллизации на поверхности, прочность бетонного композита и экономия цементной составляющей в системе.

Четвертая глава посвящена результатам исследования процессов структурообразования и набора свойств бесклинкерного щелочного цементного камня. Доказаны и развиты научные закономерности процесса формирования структуры многокомпонентной системы «реакционный компонент – минеральный порошок – щелочной активатор». Достоверно, с использованием методов электронной микроскопии, установлено, что во всех исследуемых наполненных системах присутствуют цеолитовые фазы переменного состава, кальциевые силикаты, соединения кальцита, кварца, альбита, калиевого полевого шпата, слюды, мусковита, сульфоалюминатов кальция, гидроалюминатов кальция, кальциевых силикатов, ларнита и др.

В пятой главе исследовано влияние химико-минералогического состава минеральных составляющих на состав новообразований и структуру бесклинкерного камня. Проведенные исследования на микроуровне подтвердили, что структурообразующий состав продуктов гидратации и геопреобразований камня БВЩА в большей мере зависит от природы твердой составляющей вяжущей системы. Главным положительным итогом работы можно считать доказанную возможность получения строительных композитов путем щелочной активации комплексных порошков алюмосиликатной природы из отходов промышленности и природного сырья с заданным спектром свойств.

В шестой главе установлены зависимости свойств камня бесклинкерных вяжущих щелочного затворения от химико-минералогического состава компонентов, удельной поверхности минеральных порошков, активной концентрации, вида щелочного раствора, времени и условий твердения. Исследованы гранулометрический состав и природа минеральных порошков; разработана ускоренная методика определения рецептуры тяжелого бетона с использованием бесклинкерного вяжущего щелочной активации, позволяющая выявить взаимосвязь прочностных показателей бетона от расхода щелочного затворителя, отношения «щелочной раствор - минеральный порошок» и содержания минерального порошка. Изучено влияние концентрации компонентов «активный порошок – минеральный порошок – щелочной раствор» на свойства цементного камня щелочной активации. Проведен

термодинамический расчет реакционной способности минеральных порошков в щелочной среде, подтверждающий эффективность данной технологии.

В седьмой главе приводятся результаты исследований по разработке эффективных составов бесклинкерных вяжущих щелочной активации и строительных композитов на их основе. Разработаны составы бесклинкерных вяжущих щелочной активации из связок «реакционный порошок + минеральный порошок 10% + щелочной затворитель», соответствующие М400.

Разработаны составы строительных растворов на основе вяжущих связок «реакционный порошок + минеральный порошок 10% + щелочной затворитель» с использованием кварцевых и барханных песков в качестве заполнителя, установлено влияние компонентов бетонной смеси и технологических факторов на прочностные показатели бетона, определена зависимость относительных линейных деформаций от рецептурно-технологических факторов. Доказана высокая кислотостойкость вяжущих щелочной активации, исследованы случаи появления высолообразования. Предложены специальные составы бетонов на основе вяжущей связки с использованием отходов промышленности.

В восьмой главе рассмотрены особенности структуры и методы получения промышленных щелочных растворов. Разработан водный раствор натриевого жидкого стекла из некондиционных местных стекольных песков и вулканической добавки по более упрощенной технологии, в составе которого формируются цеолитовые фазы, являющиеся затравками в процессе структурообразования бетонов. Изучено влияние натриевого жидкого стекла с использованием местных некондиционных стекольных песков и вулканических добавок на свойства бетонных композитов. Электронно-зондовые исследования процессов структурообразования цементного камня на синтезированном жидкостекольном связующем на стекольных кварцевых песках и вулканическом туфе характеризуются схожестью структур и присутствием агрегатов гидроалюмосиликатного «цеолитового» состава.

В девятой главе автором разработана нормативно-техническая документация: программа и методики исследовательских испытаний технологии получения экспериментальных образцов композитов (бетонов и растворов) на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации с использованием местного некондиционного природного и вторичного сырья; лабораторный технологический регламент на производство бесклинкерных вяжущих щелочной активации с использованием местного некондиционного природного и вторичного сырья; технические условия на производство строительных композитов с использованием бесклинкерных вяжущих щелочной активации на основе местного некондиционного природного и вторичного сырья. Приведена информация об апробации и внедрении результатов исследований, а также финансовой поддержке диссертационных исследований различными государственными фондами.

Заключение по диссертации сформулировано четко и не вызывает сомнений. Диссертационная работы содержит пункты научной новизны, которые отвечают решению научной проблемы, имеющей важное народнохозяйственное значение для развития производства строительных

композитов на бесклинкерных вяжущих щелочной активации.

Замечания по диссертационной работе Саламановой М.Ш. следующие:

1. Автором для оценки эффективности использования минеральных порошков для бесклинкерных вяжущих щелочной активации была определена различными методами активность поверхности высокодисперсных порошков (табл. 3.5, стр. 139 диссертации). Влияет ли на активность минеральных порошков их химический и минералогический состав? Или активность, по заключению автора, зависит от количества обменных центров на поверхности порошков. От каких факторов зависит количество обменных центров.

2. Автором выявлены особенности формирования структуры многокомпонентных твердеющих систем, полученных щелочной активацией минеральных порошков, включающих реакционную составляющую с образованием аморфного геля. Какими методами физико-химического анализа удалось установить наличие аморфной фазы?

3. При анализе структурообразования цементного камня многокомпонентной системы бесклинкерных вяжущих щелочной активации (рис. 4.7-4.14, 4 глава диссертации) установлено присутствие различных фаз в зависимости от содержания оксидов. На наш взгляд, при перерасчете содержания элементов на оксиды хотелось бы видеть теоретическое содержание этих оксидов в найденных фазах.

4. При исследовании состава и структуры цементного камня на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации (5 глава диссертации) автор использовал дифференциально-термический анализ и инфракрасную спектроскопию для определения содержания свободной и связанной воды. Не совсем корректно, на наш взгляд, устанавливать фазовый состав гидратных новообразований по спектрам рентгенно-флюоресцентного анализа (например, рис. 5.6, стр. 181 диссертации).

5. В тексте диссертации имеются грамматические и орфографические ошибки и неточности.

Сделанные замечания и предложения не снижают общей положительной оценки рецензируемой диссертационной работы.

Рассматриваемая работа выполнена с использованием современного сертифицированного оборудования. Основные научные результаты работы представлены в достаточном объеме (186 публикаций) и представительных изданиях, в том числе в 5 учебных пособиях, монографии, 36 статьях в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, 23 статьях в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Получено 7 патентов на изобретение. Это подтверждает личный вклад соискателя в разработку научной проблемы и его приоритет в получении вынесенных на защиту научных результатов.

Диссертация написана грамотно, аккуратно оформлена, снабжена достаточным количеством ссылок на литературу.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

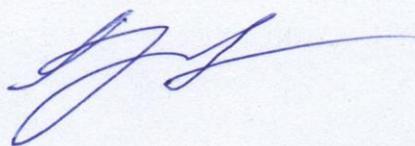
Общая оценка работы. Учитывая все сказанное, считаю, что диссертационная работа Саламановой М.Ш. «Строительные композиты на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации» представляет оконченную научно-исследовательскую работу, посвященную актуальному вопросу внедрения бесклинкерной технологии, содержит элементы научной новизны и практической ценности, имеет интересные внедрения в образовательную и производственную практику. Проблемы и задачи, которые сформулированы автором работы, исследованы и решены. В целом работа выполнена на высоком научном уровне, автором получен большой объем экспериментальных результатов и практических данных, а также использовано достаточное количество источников отечественной и иностранной литературы.

По научному содержанию и по форме изложения материала диссертация «Строительные композиты на основе бесклинкерных вяжущих щелочной активации» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, апробированную на практике и полностью соответствующую требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., № 842 в настоящей редакции, предъявляемым к диссертационным работам, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор, Саламанова Мадина Шахидовна, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный

оппонент:

доктор технических наук по
специальности 05.23.05
Строительные материалы и
изделия, профессор,
заведующий кафедрой
«Строительные материалы,
автомобильные дороги и
деревообработка» ФГБОУ ВО
«Восточно-Сибирский
государственный университет
технологий и управления»



Урханова
Лариса Алексеевна

« 30 » августа 2022 г.

Адрес: ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670000, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, д. 26, корпус 1.

Телефон: (3012) 43-14-15

E-mail urkhanova@mail.ru

Сайт: <https://esstu.ru/index.htm>

