

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

профессора, доктора технических наук
на диссертационную работу **Аникановой Любови Александровны на тему:**
«Композиционные строительные материалы на основе активированного
фторангидритового сырья», представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук
по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия

На отзыв представлены:

- диссертационная работа на 303 страницах, содержащая 80 таблиц и 76 рисунков и состоящая из 6 глав, списка использованных источников из 276 наименований и приложений.
- автореферат диссертации, изложенный на 43 страницах.

Актуальность работы

Диссертационная работа Л.А. Аникановой посвящена созданию и исследованию фторангидритовых вяжущих, стеновых материалов и сухих строительных смесей на основе активированного фторангидритового сырья (ФТС), а также разработке технологий их производства.

В настоящее время приоритетом строительства является обеспечение объектов жилья высококачественными материалами, произведенными с вовлечением местного и вторичного сырья. Недостаточная изученность вторичного сырья, включая фторангидритовое сырье (ФТС), отсутствие методов выбора приемов его активации, способов управления структурообразованием вяжущих для получения материалов с прогнозируемыми эксплуатационными характеристиками. является препятствием на пути применения ФТС выступает отсутствие методов выбора приемов активации сырья и управления структурообразованием вяжущих систем для получения материалов с прогнозируемыми эксплуатационными характеристиками. Разработка композиционных строительных материалов и технологий их производства является экономически обоснованной, имеет большое значение для российской строительной индустрии и позволяет решать экологические проблемы.

Актуальность темы диссертационной работы подтверждается результатами выполненных НИР, представленных в диссертационной работе.

Общая характеристика работы

Во введении обоснована актуальность исследований, степень разработанности, сформулированы цель и задачи исследований, научная

новизна, теоретическая и практическая значимость, определены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения о степени достоверности, апробации и внедрении полученных результатов.

В первой главе представлен аналитический обзор по теме исследований, исследованы физико-химические и технологические проблемы структурообразования гипсовых вяжущих, способы управления технологическими процессами при производстве строительных материалов из фторангидритового сырья. На основании проведенного анализа литературных данных соискатель формулирует цель и задачи исследований.

Во второй главе приведены характеристики используемого для исследований фторангидритового сырья различных химических предприятий, отличающегося по химическому и фазовому составам, а также методология и методы проведения исследований, включающие методику количественной оценки процессов структурообразования вяжущих методом объемных фазовых характеристик и обоснование выбранных методов активации фторангидритового сырья с перечнем используемого оборудования, обеспечивающего получение достоверных результатов при оценке качества разрабатываемых материалов и принятия эффективных технологических решений.

В третьей главе диссертации представлены результаты исследований способов активации фторангидритового сырья, установлению закономерностей структурообразования трех видов вяжущих: с повышенной прочностью (ФВ), с регулируемыми сроками схватывания (ФГ), с повышенной водостойкостью (КФВ) с использованием разработанного метода объемных фазовых характеристик рассматриваемых твердеющих систем.

В четвертой главе сформулированы методологические основы проектирования и разработки композиционных строительных материалов на основе разработанных фторангидритовых вяжущих из нейтрализованного ФТС, а также установлены их основные качественные характеристики. На основе обоснованных методов энергетических воздействий на сырьевые компоненты автором сформулированы и исследованы наиболее эффективные направления для улучшения характеристик стеновых материалов и сухих строительных смесей на основе разработанного фторангидритового вяжущего.

В пятой главе представлены результаты исследований процессов нейтрализации кислого фторангидритового сырья, реализации способов его активации с целью производства композиционных строительных материалов. Предложены способы получения материалов с применением адсорбированной на зернах ФТС серной кислоты.

В шестой главе приведены технологические решения изготовления конструкционных, конструкционно-теплоизоляционных, теплоизоляционных стеновых блоков и отделочных сухих строительных смесей на основе фторангидритовых вяжущих, а также данные технико-экономической эффективности производства стеновых блоков. Представленные в предыдущих разделах результаты исследований процессов структурообразования вяжущих и стеновых материалов на их основе являются основой для проектирования технологических процессов производства изделий.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Основные научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в работе, достаточно обоснованы. Проведенный анализ проблемы, позволил автору сформулировать основные направления теоретических и экспериментальных исследований и предложить научно-обоснованные решения управлением процессами структурообразования фторангидритовых вяжущих и композиционных материалов на их основе.

Достоверность научных положений подтверждается применением при проведении исследований аттестованного испытательного оборудования, поверенных средств измерения, статистических методов обработки экспериментальных данных, использованием современного оборудования для проведения физико-химических исследований, а также комплексным решением поставленных задач с использованием системного подхода управления процессами при проведении исследований, апробацией основных положений исследований на конференциях различного уровня, проверкой полученных результатов, практических рекомендаций в производственных условиях. Полученные автором результаты не противоречат достижениям в этой области других авторов.

Сформулированные автором выводы обоснованы и отражают основные результаты работы.

Научная новизна диссертационной работы

Соискателем обосновано и научно подтверждено решение научной проблемы получения композиционных строительных материалов с требуемыми свойствами посредством активации ФТС, с учетом его вещественного и гранулометрического состава, установления физико-химических закономерностей получения фторангидритовых вяжущих с химическими и минеральными добавками на нано-, микро- и мезоуровнях, а также принципов управления составом, структурой и свойствами композиционных строительных материалов.

Установлена эффективность энергетических воздействий на нейтрализованное, кислое и отвальное фторангидритовое сырье, путем

механического диспергирования (по типу удар и истирание до удельной поверхности $450 \text{ м}^2/\text{кг}$) и тепловой обработки при температуре $200\text{--}900^\circ\text{C}$, совместно с химическими и минеральными добавками, что приводит к изменению дисперсного и фазового состава фторангидритового сырья.

Установлены закономерности процессов структурообразования фторангидритовых вяжущих систем за счет регулирования твердой, жидкой и газообразных фаз (K_t , $K_{ж}$, K_g) в различные сроки твердения, что позволяет эффективно управлять свойствами твердеющей системы. Развитие процессов гидратации и твердения композиций сопровождается уменьшением свободного порового пространства (N) и уплотнением структуры (n) вяжущего, максимальная прочность которого без добавок может быть получена при степени его гидратации в возрасте 28 суток ($\alpha_{гт}$) – 29 %, при заполнении порового пространства (N) – 30 %. С использованием химических добавок степень гидратации возрастает до 64 %, а степень заполнения порового пространства составляет 60 %.

По результатам тепловыделения установлено, что раннее структурообразование фторангидритового вяжущего осуществляется по типу гидратации цемента и проявляется в периодической коллоидации гидратирующихся веществ в составе сырья, в основном растворимого ангидрита, и последующей кристаллизации двуводного гипса и двойных солей. Химические добавки сульфатных солей и строительного гипса ускоряют протекание процессов гидратации фторангидритового вяжущего на 2–3 часа, в зависимости от вида и количества вводимых активаторов твердения.

Впервые установлено влияние сульфатных, сульфитных и сульфидных добавок на свойства фторангидритовых композиций, заключающееся в том, что ионы добавок вступают во взаимодействие с ионами фторангидритового сырья с образованием промежуточных соединений в виде двойной соли – глауберита, сульфита кальция и сульфида кальция и инициируют образование центров адсорбции и кристаллизации вяжущего, что обеспечивает повышение его прочности на 80–100 %. Эффективность действия добавок активаторов процесса растворения и гидратации фторангидритового сырья убывает с уменьшением поляризующей силы катиона.

Установлено, что процесс структурообразования композиционных строительных материалов использованием фторангидритового сырья, на зернах которого адсорбирована остаточная кислота, протекает по механизму кислотно-основного взаимодействия, что позволило разработать научно-обоснованные технологические приемы формирования поризованных и полимер минеральных строительных материалов.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований

Теоретическая значимость работы заключается в развитии научных представлений формирования структуры фторангидритового камня и композиционных строительных материалов с использованием

активированного фторангидритового сырья. Разработанные теоретические положения использованы в процессах управления производством эффективных композиционных строительных материалов, что расширяет сырьевую базу для производства строительных материалов и позволяет решать экологические проблемы.

Практическая значимость работы заключается в том, что автором разработана классификация фторангидритового сырья различных химических предприятий, с целью обоснования выбора и комплексной переработки промышленных отходов, расширения сырьевой базы строительной индустрии.

Предложен способ приготовления вяжущих, в соответствии с которым, увлажненное до 15–17 % ФТС перемешивается с сухим гипсовым вяжущим, состоящим преимущественно из β -полугидрата сульфата кальция, в быстроходном смесителе при скорости 3000 об/мин в течение 1 мин. Образующиеся частицы двуводного гипса дополнительно диспергируются при перемешивании, адсорбируются на зернах ФТС, что способствует повышению когезионной прочности между частицами ФТС и повышению прочности образцов из вяжущего на 35–40 %.

Разработаны и установлены строительно-технические характеристики трех видов фторангидритовых вяжущих с различными способами подготовки: фторангидритовое вяжущее с повышенной прочностью, ФВ ($R_{сж}/R_{изг} - 8,0-15,0/3,5-5,0$; $K_{разм} - 0,5-0,6$), фторангидритогипсовое вяжущее с регулируемыми сроками схватывания, ФГ ($R_{сж}/R_{изг} - 6,0-12,0/2,0-3,8$; $K_{разм} - 0,4-0,5$); фторангидритовое композиционное вяжущее с повышенной водостойкостью, ФКВ ($R_{сж}/R_{изг} - 12,0-19,0/3,5-5,5$, $K_{разм} - 0,80-0,85$).

Предложены способы модифицирования ФТС при изготовлении строительных материалов, которые позволяют повысить эффективность технологических процессов и успешно решать экологические вопросы при производстве сухих строительных смесей и стеновых материалов с высокими эксплуатационными характеристиками.

Оценка публикаций автора

По материалам научных исследований соискателем опубликовано 88 научных публикаций по теме диссертационной работы, в том числе 21 – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ; 4 – в изданиях, индексируемых в SCOPUS; одном учебном пособии и одном учебнике. Техническая новизна разработанных решений защищена 3 патентами на полезную модель и 3 патентами РФ на изобретение. Публикации в полном объеме отражают содержание диссертационной работы Аникановой Любови Александровны.

Замечания по диссертационной работе

Оценивая положительно диссертационную работу, считаю необходимым сделать следующие замечания:

1. По классификации вторичного сырья выбраны три вида ФТС, различающихся между собой по фазовому и гранулометрическому составу, при этом гранулометрический состав отвального ФТС не представлен.

2. В диссертации предлагается использование ФТС в технологиях традиционных строительных материалов. Возможно было бы интересно расширить область применения за счет предложения какого-либо инновационного материала, высоко востребованного в промышленном производстве.

3. Из текста диссертации неясно, какие условия твердения были выбраны. Предполагается использование сухих условий твердения. Однако введение ряда компонентов, возможно требовали бы других условий для получения максимального эффекта от их включения в состав композиций.

4. На с. 108 указано, что в длительные сроки твердения в системе с добавкой Na_2SO_4 могут формироваться более совершенные кристаллы, новообразования, которые способны формировать пространственную структуру с повышенными прочностными характеристиками. Чем более длительным является индукционный период гидратации и структурообразования ФТАВ, тем более совершенные кристаллы формируются в системе, выше однородность, плотность и прочность структур твердения. Из текста диссертации неясно, проводились ли исследования в более длительные сроки твердения, превышающие 28 суток?

5. В списке основных научных работ, опубликованных в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, и рекомендованных ВАК РФ, ошибочно указаны две статьи в журналах, не входящих в данный Перечень («Сухие строительные смеси», «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований»).

Однако, в целом замечания не снижают научную и практическую значимость исследований и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

**Заключение о соответствии диссертации критериям,
установленным положением о порядке присуждения ученых степеней**

На основании вышеизложенного, можно сделать заключение, что диссертационная работа Аникановой Любови Александровны на тему: «Композиционные строительные материалы на основе активированного фторангидритового сырья», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия, представляет собой завершенную научно-квалификационную работу. В ней содержится решение актуальной задачи получения стеновых материалов и сухих строительных смесей с улучшенными эксплуатационными характеристиками с использованием вторичного фторангидритового сырья. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики, расширяют представления о механизме процессов структурообразования вяжущих и материалов на их основе, способствуют получению материалов с требуемыми свойствами. Выводы и

рекомендации достаточно обоснованы. Автореферат полностью соответствует материалам диссертационной работы.

В целом диссертационная работа является законченным научным исследованием, имеющим научную новизну и практическую ценность. Диссертация по своей актуальности, новизне научных положений, научно- и практической значимости отвечает всем требованиям п.п. 9–11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Аниканова Любовь Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальности 2.6.17
Материаловедение, профессор, профессор кафедры
производства строительных изделий и конструкций
ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический
университет»

Петропавловская
Виктория Борисовна
« 3 » сентября 2026 г.

Адрес: 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д.22
Рабочий e-mail, psktstu@yandex.ru;
рабочий телефон: +7(4822) 78-22-69

«3» сентября 2026 г.

Подпись Петропавловская В.Б.
УДОТОВЕРЯЮ
Ученый секретарь Совета
Тверского государственного
технического университета

