



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова»,
д-р техн. наук, профессор.

Е.И. Евтушенко

2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (ФГБОУ «БГТУ им. В.Г. Шухова») 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

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

В соответствии со стратегией развития строительной отрасли до 2035 года, приоритетом является обеспечение объектов жилья высококачественными материалами, произведенными с вовлечением местного и вторичного сырья. Достижение этой цели зависит от степени изученности техногенных ресурсов. В настоящее время главным барьером на пути применения ФТС выступает отсутствие методов выбора приемов активации сырья и управления структурообразованием вяжущих систем для получения материалов с прогнозируемыми эксплуатационными характеристиками. В связи с этим, разработка таких технологий является экономически целесообразной и имеет большое значение для российской строительной индустрии.

Актуальность темы диссертационной работы подтверждается результатами выполненных НИР: по заданию Минобрнауки России № 02.G25/31/002 от 12.02.2013 г. (Шифр проекта 2012-218-03-017); договора НИИОКР с ОАО «Томская домостроительная компания» №109-12 «Разработка и запуск в производство технологии строительства энергосберегающего жилья экономического класса на основе универсальной полносборной каркасной конструктивной системы»; совместного гранта с ФГБОУ ВО МГСУ, договор

ФГБОУ ВО ТГАСУ/К-23 «Технология гипсовых стеновых материалов с минеральными и химическими добавками».

Оценка структуры и содержания работы. Для подготовки отзыва ведущей организации представлена докторская диссертация и автореферат. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 272 наименований и 15 приложений. Работа изложена на 303 страницах машинописного текста, содержит 80 таблиц и 76 рисунков.

Во введении соискателем обоснована актуальность выбранной темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследований, отмечена научная новизна, теоретическая и практическая значимость научных исследований, показана степень достоверности полученных результатов, приведены данные по апробации и внедрению результатов работы.

В первой главе автором на основании результатов аналитического обзора отечественной и зарубежной научной литературы по тематике исследований подробно проанализированы вопросы значимости и перспектив применения вторичного гипсосодержащего сырья в производстве строительных материалов, требования к ним и способам получения.

Во второй главе диссертации приведены стандартные характеристики используемого для исследований фторангидритового сырья различных химических предприятий, отличающегося по химическим и фазовым составам, а также методология и методы проведения исследований с перечнем используемого оборудования, обеспечивающего получение достоверных результатов при оценке качества разрабатываемых материалов и принятия эффективных технологических решений на всех этапах жизненного цикла создаваемых продуктов

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 поризованных стеновых и других строительных материалов на его основе.

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.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Для обоснования цели и задач исследований автор провел анализ отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационной работы. Обоснованность и достоверность проведенных исследований 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 и авторских коллективов.

Диссертация и автореферат написаны хорошим научным языком, сформулированные выводы обоснованы и отражают основные результаты работы.

Научная новизна. 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 $200\text{--}900 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 полимерминеральных строительных материалов.

Научная и практическая значимость диссертационной работы. 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 регулируемым сроком 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.

Значимость полученных результатов для развития строительной отрасли. Автором выполнен значительный объем теоретических и экспериментальных исследований по исследованию способов активации фторангидритового сырья с целью производства вяжущих с использованием химических и минеральных добавок, композиционных материалов с требуемыми свойствами. Обосновано и экспериментально подтверждены технологические решения, позволяющие получать вяжущие и композиционные материалы с использованием нейтрализованного, кислого и отвального фторангидритового сырья. Получены стеновые материалы со средней плотностью – 510–1900 кг/м³, прочностью на сжатие – 2,9–15 МПа, теплопроводностью – 0,13–0,44 Вт/м·°С и

сухие строительные смеси с прочностью на сжатие раствора из сухой смеси – 2–12 МПа, коэффициентом паропроницаемости – 0,07–0,1 мг/м·ч·Па, адгезионной прочностью – 0,3–0,65 МПа.

Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в работе, являются теоретически обоснованными и экспериментально подтвержденными. Исследования, проведенные автором, являются достаточными по объему и составу для управления процессами на всех этапах жизненного цикла разработанных композиционных строительных материалов. Результаты диссертационной работы согласуются с основными положениями строительного материаловедения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы. Основные методы и подходы, используемые в диссертационной работе, рекомендуются к применению на практике производства строительных композиционных материалов. Диссертационная работа Аникановой Л.А. представляет интерес для специалистов, работающих в области производства строительных материалов из вторичного сырья, может быть полезна в учебном процессе при обучении бакалавров и магистров обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство».

Замечания по диссертационной работе. По тексту диссертационной работы и автореферату есть ряд замечаний:

1. В выводе № 1 к главе 2 (с. 85) указано, что для физико-химических исследований выбраны три вида ФТС, *различающихся по фазовому и гранулометрическому составу*. Однако в самом тексте главы данные, характеризующие гранулометрический состав ФТС, отсутствуют. При этом автор упоминает, что до стадии нейтрализации ФТС представляет собой гранулы диаметром до 10 мм (рисунок 2.1). В связи с этим требуется разъяснить, в чем конкретно заключаются различия в гранулометрическом составе трех выбранных видов сырья.

2. Глава 3, на рисунке 3.1 целесообразно было бы привести гранулометрический состав всех пяти ФТАВ с различной удельной поверхностью, представленных в таблице 3.3.

3. В разделе 3.1.2 не указано, на каких образцах производились исследования и при каких значениях нормальной плотности они изготавливались, также отсутствуют сведения об условиях твердения образцов. Между тем, как отмечает П.П. Будников, условия твердения являются одним из определяющих факторов, влияющих на степень гидратации ангидридовых вяжущих

4. В таблице 3.7 автор приводит данные об удельной поверхности минеральных добавок и процентном содержании в них наноразмерных частиц. Однако из текста работы непонятно, во-первых, как при удельной поверхности

400–650 м²/кг удалось достигнуть такого высокого содержания наноразмерных частиц (25–40 %); во-вторых, каким методом/прибором автор определял их наличие и количество. Кроме того, данные, представленные в таблице 3.7, несколько расходятся с данными, представленными в таблице 4 автореферата (с. 25), что требует пояснения со стороны соискателя.

5. Целесообразно было бы провести исследования по изучению влияния примесей, входящих в состав фторангидритового сырья, на свойства вяжущих.

6. В списке основных научных работ, опубликованных в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, ошибочно указаны две статьи в журналах, не входящих в Перечень (*«Сухие строительные смеси»*, *«Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований»*). Тем не менее, общее количество публикаций соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям ученой степени доктора наук.

7. В тексте диссертационной работы присутствуют технические опечатки и пунктуационные неточности.

Сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы, выполненной на высоком научном уровне.

Личный вклад соискателя в разработку затронутой научной проблемы подтверждается наличием 88 научных публикаций, 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.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным положением о порядке присуждения ученых степеней. Анализ диссертационной работы позволяет сделать вывод о том, что диссертация **Аникановой Л.А.** 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, является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, обладает научной новизной и практической ценностью, имеет перспективы дальнейшего развития и выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследований.

В диссертационной работе содержится решение научной задачи, имеющей важное значение для развития строительной отрасли и расширения номенклатуры гипсовых строительных материалов с требуемыми эксплуатационными характеристиками. Изложенные в работе научно-технологические решения вносят существенный вклад в научно-технологическое развитие России.

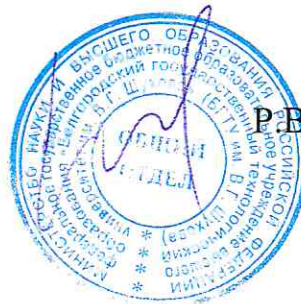
Диссертация по своей актуальности, новизне научных положений, научно-и практической значимости отвечает всем требованиям п.п. 9–11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее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

Диссертационная работа Аникановой Л.А. и отзыв ведущей организации заслушаны и одобрены на заседании кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова» 01.09.2026 г., Протокол № 1.

Доктор технических наук

(специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия),

профессор, и.о. зав. кафедры строительного
материаловедения, изделий и конструкций,
ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова»



Р.В. Лесовик

Сведения о ведущей организации:

Полное название: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

Сокращенное название: ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова»

Адрес: 308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46

Телефон: +7 (4722) 54-20-87

E-mail: rector@intbel.ru

Сайт: <https://www.bstu.ru/>

