

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **01.07.2025** года протокол № 14

О присуждении Левицкой Ксении Михайловне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Сульфатно-шлаковые вяжущие с использованием фосфоангидрита и закладочные смеси на их основе» по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия принята к защите 28 апреля 2025 г. (протокол заседания № 9) диссертационным советом 24.2.276.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ №544/нк от 01.07.2019 г. с изменениями приказ №357/нк от 17.04.2025 г.

Соискатель Левицкая Ксения Михайловна, «04» августа 1997 года рождения, в 2018 году с отличием окончила «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» с присвоением квалификации «бакалавр» по специальности «Управление качеством». В 2020 году с отличием окончила магистратуру по направлению подготовки 27.04.02 «Управление качеством».

В 2024 году окончила аспирантуру по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» направленность «Строительные материалы и изделия» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

Работает в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» в должности младшего научного сотрудника Лаборатории перспективных материалов и технологий.

Диссертация выполнена на кафедре строительного материаловедения, изделий и конструкций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский

государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Алфимова Наталия Ивановна, работает в должности доцента кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Петропавловская Виктория Борисовна – доктор технических наук, доцент, работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тверской государственный технический университет» в должности профессора кафедры «Производство строительных изделий и конструкций»;

2. Пыкин Алексей Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет» в должности доцента кафедры «Производство строительных конструкций»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова» в своем положительном отзыве, подписанном Яковлевым Григорием Ивановичем, доктором технических наук (специальность 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»), профессором, заведующим кафедрой «Строительные материалы, механизация и геотехника» указала, что диссертация Левицкой Ксении Михайловны на тему: Сульфатно-шлаковые вяжущие с использованием фосфоангидрита и закладочные смеси на из основе» выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследований, является завершённой научно-квалификационной работой на актуальную тему. Работа обладает научной новизной и практической ценностью, в ней содержится научно-обоснованное технологическое решение, имеющее высокую значимость для развития строительной отрасли.

Автореферат соответствует тексту диссертации, а публикации автора полно и всесторонне отражают содержание рецензируемой работы.

По новизне, уровню выполнения работы, объёму, актуальности, научной и практической значимости работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует пунктам 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор

Левицкая Ксения Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 3 работы, 2 работы в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus/Web of Science. Общий объем работ – 13,68 печ. л., личный вклад – 7,74 печ. л. Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 11,66 печ. л., личный вклад – 6,00 печ. л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ

1. *Левицкая, К.М.* Использование фосфогипса как сырья для производства однокомпонентных вяжущих / К.М. Левицкая, Н.И. Алфимова, А.Ф. Бурьянов // Региональная архитектура и строительство. – 2024. – №1. – С. №1 (58). – С. 82–98. DOI: 10.54734/20722958_2024_1_82 (*K1, RSCI*)

2. *Алфимова, Н.И.* Использование фосфогипса как сырья для производства многокомпонентных вяжущих и сульфатоалюминатных цементов / Н.И. Алфимова, **К.М. Левицкая**, А.Ф. Бурьянов // Региональная архитектура и строительство. – 2024. – №2 (59). – С. 30–46. DOI: 10.54734/20722958_2024_2_30 (*K1, RSCI*)

3. *Алфимова, Н.И.* Суперсульфатированные цементы: обзорный анализ особенностей свойств, сырья, перспектив производства и применения / Н.И. Алфимова, **К.М. Левицкая**, М.Ю. Елистраткин, И.Ю. Бухтияров // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2024. – №7. – С. 8–24. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-9-7-8-24 (*K1*)

В изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science

4. *Levickaya, K.* The Use of Phosphogypsum as a Source of Raw Materials for Gypsum-Based Materials / K. Levickaya, N. Alfimova, I. Nikulin, N. Kozhukhova, A. Buryanov // Resources. – 2024. – Vol. 13. – 69. DOI:10.3390/resources13050069 (*K1, Scopus Q1, WoS Q2*)

5. *Alfimova, I.* Effect of phosphogypsum origin and calcination temperature on characteristics of supersulfated cements / N. Alfimova, **K. Levickaya**, I. Nikulin, M. Elistratkin, N. Kozhukhova, N. Anosov // Journal of Composites Science. – 2025. – Vol. 025 (9). – 146. – DOI:10.3390/jcs9040146 (*K1, Scopus Q1, WoS Q2*)

В сборниках трудов конференций

6. *Левицкая, К.М.* Суперсульфатированный цемент – перспективный материал на основе техногенного сырья / К.М. Левицкая, И.Ю. Бухтияров // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им.

В.Г. Шухова : сборник докл., Белгород, 20–21 мая 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С. 73–76.

7. *Левицкая, К.М.* Фосфогипс как сырье для производства вяжущих / К.М. Левицкая, Н.И. Алфимова, И.Ю. Бухтияров // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство : материалы XX Всеросс. науч.-практ. конф. с межд. участием, Старый Оскол, 21 декабря 2023 года. – Старый Оскол: Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС", 2024. – С. 455–460.

8. *Левицкая, К.М.* Влияние способа получения на свойства ангидритовых вяжущих из фосфогипса / К.М. Левицкая // Инженерное дело на Дальнем Востоке России : материалы VIII Всерос. науч.-пр. конф., Владивосток, 07–12 авг. 2023 года / ДФУ. – Владивосток, 2023. – С. 115–119.

9. *Левицкая, К.М.* Анализ подходов к переработке гипсосодержащих отходов / К.М. Левицкая // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы XIX Всеросс. науч.-практ. конф. с межд. участием, Старый Оскол, 07 декабря 2022 года. – Старый Оскол: Старооскольский технологический институт (филиал) ФГАОУВ ПО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", 2023. – С. 545–550.

10. *Левицкая, К.М.* Направления использования фосфогипса в строительном материаловедении / К.М. Левицкая // Межд. науч.-техн. конф. мол. уч. БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова : сборник докладов, Белгород, 16–17 мая 2023 года. Ч. 4. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 99–104.

11. *Левицкая, К.М.* Влияние генезиса гипсосодержащего сырья на морфологию новообразований гипсового камня / К.М. Левицкая, С.Ю. Пириева, Н.И. Алфимова // Перспективные межотраслевые исследования как основа развития современной науки: сборник статей межд. науч. конф. (Воркута, Февраль 2023). – СПб.: МИПИ им. Ломоносова, 2023. – С. 29–31. (URL: https://disk.yandex.ru/d/_3moWS63Ztg3PA)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Логаниной Валентины Ивановны, д-ра техн. наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), профессора, заведующего кафедрой «Управление качеством» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», замечания:**

1. В автореферате (стр. 13) соискатель отмечает, что внутренняя часть образцов бесцементных сульфатно-шлаковых вяжущих отличается более темным цветом с синевато-зеленоватым оттенком. Хотелось бы иметь более подробное описание причин возникновения данного явления.

2. Из текста автореферата не понятно почему для изготовления закладочных смесей в качестве заполнителей были выбраны кварцевый песок, доменный гранулированный шлак и их комбинация.

2. Мясниковой Светланы Александровны, канд. техн. наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), доцента кафедры «Автомобильные дороги» ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», замечание:

1. В актуальности соискатель отмечает, что, как правило, портландцемент вводится в состав сульфатно-шлаковых вяжущих в количестве до 5%, однако при планировании эксперимента выбирает верхний предел содержания портландцемента – 7%. Так как портландцемент является самым дорогим компонентом разрабатываемых вяжущих и его производство сопряжено со значительными выбросами CO₂, хотелось бы получить от соискателя обоснование увеличения дозировки.

3. Буковцовой Александры Игоревны, канд. техн. наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), доцента кафедры «Строительство и эксплуатация горно-металлургических комплексов» Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», замечания:

1. Из текста автореферата не понятно каким образом обеспечивалась однородность смешения компонентов при получении сульфатно-шлаковых вяжущих.

2. Стоило указать план (композиционный/некомпозиционный), который применялся при проведении эксперимента и степень адекватности полученных уравнений регрессии.

4. Попова Александра Леонидовича, канд. техн. наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), доцента, заведующего кафедрой «Прикладная механика и строительное материаловедение» ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», замечание:

1. Из текста автореферата не понятно, почему в качестве сульфатного компонента использовался фосфоангидрит, производство которого сопряжено с затратами на обжиг, а не фосфогипс в исходном виде?

5. Саламановой Мадины Шахидовны, д-ра техн. наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), доцента, профессора кафедры «Технология строительного производства» ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени акад. М.Д. Миллионщикова», замечание:

1. Так как доменный гранулированный шлак составляет основную долю сульфатно-шлакового вяжущего, целесообразно было бы привести химический состав шлака и другие его характеристики.

6. Чулковой Ирины Львовны, д-ра техн. наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), профессора, профессора кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», замечания:

1. Хотелось бы узнать мнение соискателя относительно возможности использования вместо доменного гранулированного шлака других источников алюмосиликатов.

2. Целесообразно было бы рассмотреть влияние различной удельной поверхности компонентов сульфатно-шлаковых вяжущих на его характеристики.

7. Войтович Елены Валерьевны, канд. техн. наук (05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), доцента, доцента кафедры «Промышленное, гражданское и подземное строительство» ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», замечания:

1. Из текста автореферата не понятно, что выступало в качестве критериев выбора фосфогипсов.

2. Исходя из того, что фосфогипсы могут содержать в себе некоторое количество редкоземельных элементов, было бы целесообразно провести их исследования по измерению удельной эффективной активности естественных радионуклидов.

Все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью в данной отрасли науки ученых, обладающих научными достижениями и профессиональными знаниями по специальности 2.1.5 Строительные материалы и изделия, которой соответствует диссертация, владеющих методами исследования, используемыми автором, способных дать объективное заключение, проявить научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их публикаций, а также сформулированными замечаниями и изложенными выводами в отзывах на диссертационную работу. **Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова» являющееся опорным региональным научно-образовательным центром подготовки инженерных кадров, входит в рейтинг лучших технических вузов России, выбор которого обусловлен высокой квалификацией специалистов в области использования гипсосодержащих отходов в качестве сырья для производства одно- и многокомпонентных вяжущих и изделий на их основе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложена рабочая гипотеза о том, что выявление и учёт значимых генетических особенностей исходных фосфогипсов на этапе изготовления фосфоангидрита и последующего получения сульфатно-шлаковых вяжущих (СШВ), позволит обеспечить равную эффективность использования сырья из разных источников для решения всевозможных задач, в том числе получения закладочных смесей;

разработано технологическое решение, обеспечивающее получение сульфатно-шлаковых вяжущих с использованием фосфоангидрита и закладочных смесей на его основе. Установлено, что наиболее рациональным, с позиции соотношения энергетических затрат и достигаемых физико-механических свойств СШВ, является получение фосфоангидритовых вяжущих (ФАВ) обжигом фосфогипса при температуре 800 °С, что обеспечивает уплотнение поверхности частиц ФАВ, необходимое для минимизации водопотребности, без существенного снижения активности и размолоспособности. Снижение температуры получения ФАВ до 600 °С ведёт к повышению водопотребности за счёт более рыхлой и пористой поверхности частиц, а повышение до 1000 °С – ухудшает размолоспособность и гидратационную активность ввиду её избыточного уплотнения. При использовании 2-х частей кварцевого заполнителя разработанные СШВ позволяют получать закладочные смеси с прочностью 15–19 МПа при твердении в условиях повышенной влажности в температурном интервале 20–40 °С;

предложена феноменологическая модель процессов структурообразования СШВ, ключевыми факторами которых являются рН ФАВ и соотношение компонентов в системе, определяющие преобладающие механизмы активации шлака, а также блокирующие факторы. При максимальном содержании портландцемента (ПЦ) (7 % от доменного гранулированного шлака (ДГШ)) и минимальном ФАВ (15 % от ДГШ) в системе создаются наиболее благоприятные условия для щелочной и сульфатной активации шлака с высвобождением ионов Si^{4+} и Al^{3+} , взаимодействующих с избытком SO_4^{2-} , что обеспечивает быстрый набор прочности до 7 сут за счёт образования этtringита и CSH , с последующим замедлением процесса ввиду блокирования поверхности ДГШ новообразованиями. Снижение количества ПЦ ($\approx 3,5$ % от ДГШ) уменьшает его собственный вклад в упрочнение системы, но вне зависимости от рН и количества ФАВ, приводит к превалированию блокировки новообразованиями поверхности ДГШ над активацией, что отрицательно сказывается на прочности СШВ на всем периоде твердения. При отсутствии ПЦ в системе преобладающее значение обретает сульфатная активация ДГШ, что обеспечивает низкую степень блокировки его поверхности и длительный период равномерного набора

прочности, итоговые значения которой, в том числе, зависят от pH и количества ФАВ.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение теоретических представлений о влиянии генетически обусловленных характеристик фосфоангидритовых вяжущих и рецептурных параметров изготовления на процессы структурообразования и физико-механические характеристики сульфатно-шлаковых вяжущих и закладочных смесей на их основе;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных физико-химических методов исследования и стандартных методик, который позволил получить воспроизводимые экспериментальные данные, не противоречащие современным научным представлениям, закономерностям и результатам производственных испытаний;

установлены закономерности процессов структурообразования бесцементных сульфатно-шлаковых вяжущих, изготовленных с использованием фосфоангидрита с высоким pH;

изучены особенности влияния рецептурно-технологических факторов, а именно: количество портландцемента, вид фосфогипса, температура получения фосфоангидритового вяжущего и его содержание, на pH среды сульфатно-шлаковых вяжущих непосредственно после затворения, водопотребность, среднюю плотность и предел прочности при сжатии в возрасте 2, 7, 28 и 90 сут, которые позволяют рационализировать состав сульфатно-шлаковых вяжущих и закладочных смесей на их основе с учетом минимальных энергетических и материальных затрат при достижении максимальных физико-механических характеристик конечных изделий.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены рациональные составы цементных СШВ с активностью 24–27 МПа и бесцементных СШВ с повышенным содержанием ФАВ (до 40 %), с активностью 33,5 МПа; составы закладочных смесей на основе СШВ с пределом прочности при сжатии 5–19 МПа; принципиальная технологическая схема получения СШВ с использованием в качестве сульфатного компонента фосфоангидрита и закладочных смесей на их основе. Выпущены опытно-промышленные партии СШВ и закладочных смесей на базе ООО «Строитель»; с ООО «ФИНТ» подписан протокол о намерениях создания технологического комплекса для производства СШВ. Результаты исследований внедрены в учебном процессе при подготовке студентов магистратуры, обучающихся по направлению 08.04.01 «Строительство»;

создан пакет нормативных документов, обеспечивающих внедрение результатов диссертационной работы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовано современное сертифицированное и поверенное лабораторное оборудование, а также стандартные средства измерений и методы научных исследований;

теория построена на использовании фундаментальных положений строительного материаловедения и известных данных, касающихся физико-химических и физико-механических основ получения сульфатно-шлаковых вяжущих, в том числе с использованием в качестве сульфатного компонента фосфоангидрита, и согласуется с экспериментальными данными по теме диссертации, опубликованными в отечественных и зарубежных изданиях;

идея базируется на проведенном аналитическом обзоре и обобщении результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых, посвященных вопросам получения сульфатно-шлаковых вяжущих и закладочных смесей;

установлено, что результаты экспериментальных исследований не противоречат данным, представленным в ведущих научных изданиях;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации: методы статистической обработки данных с получением коэффициентов доверительной вероятности; отработанные методики проведения исследований, сопровождаемые достаточным количеством параллельных испытаний, а также специализированные методы исследований.

Личный вклад соискателя состоит: в обосновании рабочей гипотезы и научной идеи, постановке цели и задач исследования, в теоретическом анализе данных по проблеме исследования, в планировании и реализации экспериментов, анализе и обобщении результатов исследований, формулировке выводов, положений прикладных решений и разработок; в подготовке материалов публикаций и апробации результатов работы.

Диссертация написана автором самостоятельно, охватывает основные вопросы поставленной научной задачи, обладает внутренним единством.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Левицкая К.М., ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученой степени. Диссертация Левицкой Ксении Михайловны соответствует пп. 9-11, 13, 14 Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата наук, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции), является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложено научно обоснованное технологическое решение,

обеспечивающее получение сульфатно-шлаковых вяжущих с использованием фосфоангидрита и закладочных смесей на их основе.

На заседании 01 июля 2025 года диссертационный совет принял решение за разработку научно обоснованного технологического решения, обеспечивающего получение сульфатно-шлаковых вяжущих с использованием фосфоангидрита и закладочных смесей на их основе, имеющего существенное значение для развития строительной отрасли страны, присудить Левицкой К.М. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0.



Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

Уваров Валерий Анатольевич

Суслов Денис Юрьевич

01.07.2025 г.