

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждения высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.20
по диссертации Касаткина Сергея Петровича на соискание ученой степени
кандидата технических наук

О присуждении Касаткину Сергею Петровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Высокоэффективный бетон, модифицированный комплексной химической добавкой, содержащей нанодисперсии гидроксида кремния» по специальности 2.1.5. - «Строительные материалы и изделия» принята к защите 10 июля 2023 года (протокол заседания № 4) диссертационным советом Д ПНИПУ 05.20, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 5 октября 2022 года №94-О, в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым — четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Соискатель Касаткин Сергей Петрович, 1985 года рождения, в 2008 году окончил Петербургский государственный университет путей сообщения и ему присуждена квалификация инженер путей сообщения по специальности «Мосты и транспортные тоннели».

С 01.12.11 по 30.10.2015 г обучался в аспирантуре Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I по программе подготовки научно-педагогических кадров для подготовки диссертации на соискание учёной степени кандидата наук по научной специальности 05.23.05 - Строительные материалы и изделия.

Диссертация «Высокоэффективный бетон, модифицированный комплексной химической добавкой, содержащей нанодисперсии гидроксида кремния» выполнена в федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» на кафедре «Инженерная химия и естествознание».

Научный руководитель – доктор технических наук (научная специальность: 05.23.05 - Строительные материалы и изделия), профессор Соловьёва Валентина Яковлевна, работает заведующим кафедрой «Инженерная химия и естествознание» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I».

Официальные оппоненты:

Попов Валерий Петрович, доктор технических наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессор, профессор кафедры «Железнодорожный путь и строительство», ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», (г. Самара);

Старчуков Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук (20.02.06 – Военно-строительные комплексы и конструкции), доцент, доцент кафедры «Специальные сооружения ракетно-космических комплексов» ФГБОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» (г. Санкт-Петербург), дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» (г. Ижевск) в своем отзыве, подписанном Яковлевым Григорием Ивановичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Строительные материалы, механизация и геотехника» и утверждённом проректором по научной и инновационной деятельности, кандидатом технических наук, доцентом Копысовым Андреем Николаевичем указала, что диссертационная работа Касаткина Сергея Петровича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на

актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение научной задачи по созданию комплексной химической добавки для высокоэффективного бетона, отвечающего современным требованиям, что имеет важное значение для строительного материаловедения. По степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности диссертация соответствует квалификационным требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ и критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным «Порядком о присуждении ученых степеней в ПНИПУ», утвержденном приказом ректора ПНИПУ от 9 декабря 2021 г., а ее автор Касаткин Сергей Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.5. - Строительные материалы и изделия.

По теме диссертации опубликовано 14 работ, в том числе 3 работы в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени, 1 работа в рецензируемом научном издании, индексируемом в международной базе данных и системе цитирования Scopus, 4 работы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных и системе цитирования Chemical Abstracts. Получено 5 патентов РФ на изобретение. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые работы:

1. Механизм защитного действия ремонтных составов на цементной основе в дорожных покрытиях / В.Я. Соловьёва, Л.Л. Масленникова, Н.В. Ёршиков, А.В. Касаткина, Д.В. Соловьёв, А.А. Кабанов, **С.П. Касаткин** // Транспортное строительство. – 2016. – №10. – С.13-15. (ИФ РИНЦ 0,237. Вклад соискателя 0,3/0,1). Лично соискателем предложено восстановление свойств бетона и его последующая защита в результате использования комплексной добавки на поликарбосилатной основе в сочетании с катионами калия.

2. Центрифугированные стойки нового поколения на цементной основе для линий электропередач / **С.П. Касаткин** // Естественные и технические науки.

– 2017. – №2 (104). – С.138-142. (ИФ РИНЦ 0,272. Вклад соискателя 0,3/0,3). Лично соискателем исследована эффективность добавки для создания высокопрочного бетона повышенной устойчивости к трещинообразованию, а также предложена схема оптимального армирования и проведены соответствующие расчёты.

3. Бетон для фундаментов опор линий электропередачи повышенной коррозионной стойкости и долговечности / В.Я. Соловьёва, **С.П. Касаткин**, И.В. Степанова, Л.Л. Масленникова, М. Абу-Хасан, Н.В. Ёршиков // Естественные и технические науки. – 2017. – №2 (104). – С.146-149. (ИФ РИНЦ 0,272. Вклад соискателя 0,25/0,15). Лично соискателем предложено использование тонкодисперсных наполнителей определённой природы с целью повышения плотности и коррозионной устойчивости бетона относительно сульфатной и магниальной коррозии.

4. Физико-химические основы процессов твердения инновационного бетона для дорожных покрытий / В.Я. Соловьёва, Л.Л. Масленникова, М. Абу-Хасан, И.В. Степанова, Н.В. Ёршиков, Т.И. Бойкова, В.В. Макаров, **С.П. Касаткин** // Естественные и технические науки. – 2017. – №2 (104). – С.150-155. (ИФ РИНЦ 0,272. Вклад соискателя 0,5/0,2). Лично соискателем предложено для повышения долговечности бетона в качестве модификаторов использовать нанодисперсии разной природы. Определена эффективность совместного действия комплексных добавок полифункционального действия.

5. Термодинамические основы создания бетона повышенной прочности и твердения для дорожных покрытий / В.Я. Соловьёва, Л.Л. Масленникова, М. Абу-Хасан, И.В. Степанова, Т.В. Смирнова, Т.И. Бойкова, В.В. Макаров, **С.П. Касаткин** // Естественные и технические науки. – 2017. – №2 (104). – С.156-162. (ИФ РИНЦ 0,272. Вклад соискателя 0,65/0,15). Лично соискателем выполнены термодинамические расчёты по параметрам свободной энергии для создания высокоэффективного бетона и определения природы компонентов.

6. Исследования железобетонных центрифугированных стоек опор ЛЭП с арматурой класса А_у1000П / Тихонов Г.И., Блажко В.П., Тихонов И.Н.,

Качановская Л.И., Касаткин С.П. // Вестник НИЦ «Строительство». – 2023. – №1 (36). – С.99-117. (ИФ РИНЦ 0,153. Вклад соискателя 0,65/0,15). Лично соискателем произведены расчёты центрифугированных стоек и предложена схема армирования с использованием бетона повышенной прочности. Рассчитана экономическая эффективность.

7. Высокоэффективный наномодифицированный бетон повышенной прочности и долговечности / С.П. Касаткин, В.Я. Соловьёва, И.В. Степанова, Д.В. Кузнецов, Д.А. Синицын // Нанотехнологии в строительстве. – 2022. - № 14 (6). – С.493-500. (ИФ РИНЦ 1,621. Вклад соискателя 0,5/0,25). Лично соискателем предложено использовать тонкодисперсный наполнитель на основе вторичных ресурсов в сочетании с химической добавкой на поликарбонатной основе для создания высокопрочного бетона повышенной трещиностойкости.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными учеными в технической области науки, имеющими публикации в соответствующей сфере исследования, а ведущая организация имеет широко известные достижения в данной отрасли науки и способна определить научную и практическую ценность диссертации, а также соответствием п.22 и п.24 Положения о присуждении ученых степеней.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны физико-химические основы создания бетона, обладающего повышенным уровнем качества, в результате использования разработанной новой комплексной химической добавки, состоящей из компонентов определённой природы и их рационального соотношения, что оказывает положительное влияние на протекание химических процессов в бетонной системе, микроармируя формирующуюся структуру бетона, начиная с раннего и до проектного возраста, обеспечивая создание бетона с улучшенными физико-механическими характеристиками;

установлено, что компоненты разработанной комплексной химической

добавки, представленные ангидридом малеиновой кислоты и калиевой солью высшей жирной кислоты в бетонной системе, только при каталитическом воздействии портландцемента вступают в химическое взаимодействие друг с другом, обеспечивая образование новых полимерных соединений, имеющих более разветвлённую полимерную цепь, оказывающих эффективное микроармирующее действие на формирующуюся структуру бетона, начиная с раннего возраста и, оказывая положительное влияние на его устойчивость к трещинообразованию. При дальнейшем твердении и протекании процессов гидратации компоненты добавки, представленные нанодисперсиями гидроксида кремния $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, вступают в реакции синтеза, образуя новые комплексные гидратные фазы, которые кристаллизуются в виде удлинённых призм или волокон, оказывая положительное влияние на показатели качества бетона в более позднем возрасте, ближе к проектному;

предложена рабочая гипотеза создания бетона с набором улучшенных показателей качества, таких как *показатели прочности*: на сжатие, на растяжение при изгибе, осевое растяжение, а также повышение призмочной прочности и модуля упругости; *показатели долговечности*: морозостойкости, водонепроницаемости и химической стойкости относительно различных агрессивных сред; основана на использовании новой комплексной химической добавки, обладающей повышенным реакционно-активным эффектом действия, состоящей из полимеров на основе ангидрида малеиновой кислоты и калиевой соли высшей жирной кислоты, модифицированных нанодисперсиями гидроксида кремния.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность создания высокопрочного бетона с набором улучшенных физико-механических свойств, обеспечивающих повышенную устойчивость к трещинообразованию, уменьшение ширины раскрытия трещин, повышение несущей способности предварительно напряжённых железобетонных конструкций, что подтверждается повышением допускаемого изгибающего момента при одновременном повышении показателей долговечности в результате

целенаправленного воздействия на бетонную систему комплексными химическими добавками, обеспечивающими образование новых сложных, в том числе и гидратных фаз, оказывающих влияние на формирование показателей качества бетона, а также оказывающих положительное микроармирующее действие на формирующуюся структуру бетона;

раскрыта взаимосвязь между образованием новых полимерных соединений и новых гидратных фаз, оказывающих влияние на повышение прочности и, в большей степени, прочности на растяжение при изгибе и, как следствие, на улучшение показателей устойчивости бетона к трещинообразованию;

изучены физико-механические показатели бетона, в присутствии разработанной комплексной химической добавки и показано, что прочность на сжатие в проектном возрасте повышается на 61 %, бетон характеризуется более высоким ростом прочности на растяжение при изгибе, начиная с раннего возраста (7 суток), который составляет 87 % в проектном возрасте, что обеспечило повышение коэффициента трещиностойкости, $K_{тр} = R_{изг} / R_{сж}$, на 18 %, и при этом бетон имеет повышенное значение прочности на осевое растяжение, повышая момент трещинообразования в пределах 13 % и уменьшая ширину раскрытия трещин на 19-22 %. Бетон обладает пониженной проницаемостью в результате пластифицирующего эффекта действия добавки и увеличения степени гидратации, обеспечивающей формирование максимально плотной структуры бетона, следствием чего явилось повышение водонепроницаемости в 2 раза, морозостойкости в 3-4 раза и химической стойкости более чем в 2 раза, формируя высокостойкий бетон, повышенной долговечности.

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

Разработанная комплексная химическая добавка и бетон с её использованием применены в опытно-промышленных исследованиях при изготовлении вибрированных и центрифугированных стоек опор ВЛ повышенной несущей способности и долговечности, что подтверждено результатами

механических испытаний на силовом стенде изготовленных стоек, которые в настоящее время находятся в опытной эксплуатации;

создан проект технических условий Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I «Комплексная химическая добавка для бетонов и строительных растворов. Технические условия», обеспечивающий возможность внедрения результатов диссертационной работы;

представлены рекомендации по внедрению результатов диссертационной работы на заводах по производству железобетонных изделий, поставляемых на объекты Единой национальной (общероссийской) энергетической сети (ЕНЭС) и предложения по дальнейшим исследованиям совершенствования и расширения области применения комплексной химической добавки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

достоверность результатов и обоснованность выводов обеспечиваются достаточным объёмом воспроизводимых экспериментальных данных, получаемых при помощи современных методов исследования, их взаимной корреляцией, использованием статистической обработки экспериментальных данных и хорошей сходимостью результатов научно-экспериментальных и опытно-промышленных исследований.

теория построена на том, что формирование структуры и физических свойств бетона основывается на образовании новых комплексных соединений и гидратных фаз определённого состава в результате химических процессов, протекающих при целенаправленном воздействии на твердеющую систему;

идея базируется на анализе и обобщении передового опыта исследований, направленных на повышение прочности, устойчивости к трещинообразованию и повышение долговечности конструкций из бетона, за счёт протекания в бетонной системе физико-химических процессов, связанных с взаимодействием полимеров разной природы и образованием общих полимерных цепочек, а также за счёт образования новых гидратных фаз при протекании реакций синтеза с нанодисперсиями гидроксида кремния;

использованы современные методы физико-механических и физико-химических исследований с достаточным количеством параллельных научно-экспериментальных и опытно-промышленных испытаний, подтверждающих эффективность разработанной комплексной химической добавки;

установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов с результатами опытно-промышленных испытаний;

Личный вклад соискателя состоит в анализе современных химических и минеральных добавок для бетонов и последующем теоретическом обосновании выбора компонентов разработанной комплексной химической добавки, в проведении научно-экспериментальных и опытно-промышленных исследований с обработкой и интерпретацией результатов, в проведении расчётов показателей прочности и трещиностойкости железобетонных стоек опор ВЛ и организации их механических испытаний, в проведении технико-экономических расчётов эффективности железобетонных конструкций с использованием бетона, модифицированного комплексной химической добавкой, а также в разработке проекта нормативной-технической документации по теме диссертации.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования: разработанную комплексную химическую добавку и бетон с её использованием рекомендуется использовать для повышения несущей способности, трещиностойкости и долговечности предварительно напряжённых вибрированных и центрифугированных стоек опор ВЛ.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, диссертация Касаткина Сергея Петровича представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, принятого Ученым советом ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г., в которой на основании выполненных автором исследований изложено научно обоснованное технологическое решение повышения эксплуатационной надёжности бетонных и железобетонных конструкций,

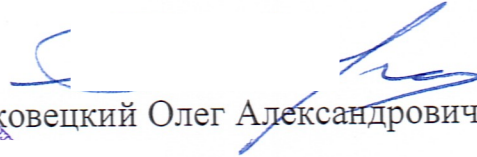
имеющих важное значение для развития строительного материаловедения и экономики страны.

На заседании 11 октября 2023 года диссертационный совет Д ПНИПУ 05.10 принял решение присудить Касаткину С.П. ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия (протокол заседания №6).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия (отрасль науки – технические), из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 12, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

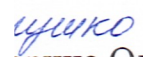
Председатель

диссертационного совета Д ПНИПУ
05.20, доктор технических наук


Маковецкий Олег Александрович

Ученый секретарь

диссертационного совета Д ПНИ
05.20, кандидат технических наук


Марушко Марина Олеговна

16 октября 2023 г.