

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

**«Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21
E-mail: dou@pgups.ru, http://www.pgups.ru

УТВЕРЖДАЮ

**Первый проректор – проректор
по научной работе,**

д.т.н., профессор

Титова Тамила Семеновна


2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I»**

Диссертация «Высокоэффективный бетон, модифицированный инновационной комплексной добавкой, содержащей нанодисперсии гидроксида кремния» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (далее – ФГБОУ ВО ПГУПС) Федерального агентства железнодорожного транспорта на кафедре «Инженерная химия и естествознание».

Касаткин Сергей Петрович в 2008 году окончил с отличием государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения» по специальности «Мосты и транспортные тоннели» с присвоением ему квалификации «Инженер путей сообщения».

Касаткин С.П. в период подготовки диссертации с 01.12.2011 по 30.10.2015 обучался в аспирантуре ФГБОУ ВПО ПГУПС по заочной форме обучения по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия,

отрасль – Технические науки.

Документ о сдаче кандидатских экзаменов №004.07-32/083 от 06.06.2023г. выдан отделом аспирантуры ФГБОУ ВО ПГУПС.

Одновременно с подготовкой диссертации Касаткин С.П. с марта 2007 года по настоящее время работает в Научно-исследовательской лаборатории конструкций электросетевого строительства (НИЛКЭС), город Санкт-Петербург, в настоящее время входящей в структуру ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» в должности заведующего сектором железобетона.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инженерная химия и естествознание» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» Соловьёва Валентина Яковлевна.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук заслушана и обсуждена 06 июня 2023 года (протокол № 13) на расширенном заседании кафедры «Инженерная химия и естествознание» ФГБОУ ВО ПГУПС.

Присутствовали:

Сотрудники кафедры «Инженерная химия и естествознание» ФГБОУ ВО ПГУПС:

зав. кафедрой, д.т.н., проф. Соловьёва В.Я.; д.т.н., проф. Абу-Хасан М.С.; д.т.н., проф. Масленникова Л.Л.; д.т.н., проф. Шершнева М.В.; к.т.н., доц. Байдарашвили М.М.; к.т.н., доц. Степанова И.В.; к.т.н., доц. Сахарова А.С.

Приглашенные:

д.т.н., генеральный директор ООО «Топиндустрия» Хитров А.В.; д.т.н., технический директор ООО «Тауэр» Чернаков В.А.; к.т.н., начальник НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест» Качановская Л.И.

По результатам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие в получении результатов работы

Результаты диссертационной работы получены соискателем лично, а именно:

1.1 Теоретическое обоснование использования поликарбоксилатного полимера на основе ангидрида мелеиновой кислоты в сочетании с нанодисперсиями диоксида кремния и солями высших жирных кислот для создания комплексной химической добавки, использование которой позволило получить высокоэффективный бетон повышенной прочности, трещиностойкости и долговечности.

1.2 Проведены научно-экспериментальные и опытно-промышленные исследования по созданию высокопрочного бетона.

1.3 Проведены расчёты показателей прочности и деформативности железобетонных центрифугированных и вибрированных стоек опор ВЛ.

1.4 Проведены технико-экономические расчёты эффективности создания конструкций из бетона повышенной прочности с разработанной комплексной химической добавкой.

1.5 Результаты исследования внедрены на заводе ООО «Рыбинскэнергожелезобетон».

2. Достоверность полученных результатов работы

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.

Выводы и данные научно-экспериментальных исследований подтверждены хорошей сходимостью с результатами опытно-промышленных исследований и выпуском опытно-промышленной партии стоек опор ВЛ из бетона с разработанной комплексной химической добавкой.

3. Научная новизна работы:

3.1 Показано, что повышенной эффективностью обладают нанодисперсии диоксида кремния размером 50-70 нм при пониженном значении pH 3,5-4,0 в сочетании с поликарбоксилатом, обеспечивая значительный эффект пластифицирующего и реакционно-активного действия, способствуя созданию высокопрочного бетона, обладающего повышенной устойчивостью к трещинообразованию и долговечностью.

3.2 Впервые установлено, что поликарбоксилатный полимер на основе ангидрида малеиновой кислоты вступает в химическое взаимодействие с калиевыми солями высших жирных кислот, при обязательном присутствии цемента, образуя общие разветвлённые цепи начиная с раннего возраста, что подтверждено данными ИК-спектроскопических исследований.

3.3 Определено при помощи физико-химических исследований, что продукты гидратации бетона с комплексной химической добавкой отличаются пониженным содержанием $\text{Ca}(\text{OH})_2$, повышенным содержанием тоберморитоподобных гидросиликатов кальция типа CSH(I) и образованием новых фаз типа афвиллита и окенита.

4. Практическая значимость работы

4.1 Бетон, модифицированный комплексной химической добавкой, характеризуется повышенной плотностью, что подтверждается уменьшением величины водопоглощения на 34 %, повышением прочности на сжатие на 61 %, на растяжение при изгибе на 87 %, а также повышением прочности на осевое растяжение на 64 %

4.2 Показатели долговечности бетона, модифицированного разработанной комплексной химической добавкой, значительно улучшаются: водонепроницаемость повышается не менее чем на 50 % до марки W16, морозостойкость соответствует марке $F_{1\geq 600}$, бетон относится к высокостойким бетонам относительно углекислотной и магниезальной коррозии.

4.3 Железобетонные предварительно напряжённые конструкции с использованием бетона, модифицированного комплексной химической добавкой, характеризуются уменьшением на (19-20) % ширины раскрытия трещин, повышается надёжность конструкций, что подтверждается повышением допускаемого изгибающего момента до 25 %. Улучшение указанных параметров обеспечивает возможность уменьшения степени армирования в пределах 29 % при сохранении требуемых показателей прочности конструкций.

5. Ценность научных исследований

Применение полученных в диссертации результатов обеспечивает более рациональное использование материалов при изготовлении предварительно напряжённых железобетонных стоек опор ВЛ, что позволяет сэкономить до 16 % арматуры, при этом, указанные стойки обладают повышенной коррозионной стойкостью и долговечностью.

6. Утверждение темы диссертации

Редакция темы диссертации утверждена Ученым советом факультета «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО ПГУПС, протокол № 7 от 09.02.2023 г.

7. Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.1.5 «Строительные материалы и изделия» по следующим пунктам:

п. 5. Разработка и внедрение способов активации компонентов строительных смесей путём использования физических, химических, механических и биологических методов, способствующих получению строительных материалов с улучшенными показателями структуры и свойств.

п. 10. Разработка новых и совершенствование существующих методов повышения стойкости строительных материалов, изделий и конструкций в

условиях воздействия физических, химических и биологических агрессивных сред на всех этапах жизненного цикла.

8. Отличие полученных в работе результатов от результатов, полученных в работах других авторов

Обоснован выбор природы компонентов для создания высокоэффективной комплексной химической добавки и показано, что нанодисперсии диоксида кремния размером 50-70 нм при пониженном значении рН 3,5-4,0 обладают хорошей совместимостью с поликарбоксилатом, обеспечивая эффект пластифицирующего и реакционно-активного действия, обеспечивая создание высокопрочного бетона, обладающего повышенной прочностью на растяжение при изгибе.

Впервые установлено, что поликарбоксилатный полимер на основе ангидрида малеиновой кислоты вступает в химическое взаимодействие с калиевыми солями высших жирных кислот при обязательном присутствии портландцемента, образуя общие разветвлённые цепи начиная с раннего возраста, что подтверждено данными ИК-спектроскопических исследований: на ИК-спектре поликарбоксилата появляются новые полосы поглощения в области $(1349-1241) \text{ см}^{-1}$, которые соответствуют появлению новых связей $-\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{O}-$ (1349 см^{-1} , деформационные колебания) и $-\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{O}-\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-$ (1241 см^{-1} , валентные колебания), образование которых оказывает положительное влияние на повышение трещиностойкости бетона.

Определено, что продукты гидратации бетона с комплексной химической добавкой отличаются пониженным содержанием $\text{Ca}(\text{OH})_2$, повышенным содержанием тоберморитоподобных гидросиликатов кальция типа CSH(I) и образованием новых фаз типа афвиллита $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и окенита $3\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, кристаллизующихся в виде удлинённых волокон и отличающихся повышенной твёрдостью.

9. Полнота изложения материалов диссертации

Основные положения диссертации достаточно полно изложены в 19 печатных работах, в их числе 8 научных работ, рекомендованных ВАК РФ для публикаций результатов диссертационных работ и приравненных к ним, в том числе 5 патентов на изобретение и 1 научная работа в рецензируемом научном издании, индексируемом в международной базе данных и системе цитирования SCOPUS; в 4 научных работах в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных и системе цитирования Chemical Abstracts. Общий объём опубликованных научных работ – 7,7 печ. л., авторский вклад – 3,37 печ. л.; опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК и приравненных к ним – 4,0 печ. л., авторский вклад – 1,6 печ. л.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и приравненные к ним:

1 Механизм защитного действия ремонтных составов на цементной основе в дорожных покрытиях [Текст] / 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 поликарбоксилатной основе в сочетании с катионами калия.

2 Высокоэффективный наномодифицированный бетон повышенной прочности и долговечности [Текст] / **С.П. Касаткин**, В.Я. Соловьёва, И.В. Степанова, Д.В. Кузнецов, Д.А. Сеницын // 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 химической добавкой на поликарбоксилатной основе для создания высокопрочного бетона повышенной трещиностойкости.

3 Исследования железобетонных центрифугированных стоек опор ЛЭП с арматурой класса Аy1000П [Текст] / 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.

4 Высокопрочный бетон [Текст]: пат. 2515665 Рос. Федерация: МПК С04В 28/04, С04В 111/20 / Сватовская Л.Б., Соловьёва В.Я., Чернаков В.А., Степанова И.В., **Касаткин С.П.**; ФГБОУ ВПО ПГУПС. - № 2012126923/03; 27.06.2012; опубл. 20.05.2014 Бюл. № 14. (Вклад соискателя 0,35/0,1). Лично соискателем предложено для создания высокопрочного бетона использовать химическую добавку на поликарбосилатной основе в сочетании с золом кремниевой кислоты, что создаст эффект пластификации и активации. Разработана рецептура приготовления добавки.

5 Высокопрочный бетон [Текст]: пат. 2505500 Рос. Федерация: МПК С04В 28/04, С04В 111/20, / Сватовская Л.Б., Соловьёва В.Я., Ёршиков Н.В., Степанова И.В., **Касаткин С.П.**; ФГБОУ ВПО ПГУПС - № 2012132785/03; 31.07.2012; опубл. 27.01.2014 Бюл. № 3. (Вклад соискателя 0,35/0,15). Лично соискателем разработана рецептура и схема приготовления добавки для создания высокопрочного бетона, обладающего повышенной трещиностойкостью.

6 Высокопрочный бетон [Текст]: пат. 2592318 Рос. Федерация: МПК С04В 28/04, С04В 22/00, С04В 24/24, С04В 103/65 / Сватовская Л.Б., Соловьёва В.Я., Степанова И.В., Сурков В.Н., Иванова В.Е., **Касаткин С.П.**; ФГБОУ ВПО ПГУПС Имп. Александра I. - № 2015120343/03; 28.05.2015; опубл. 20.07.2016 Бюл. № 20. (Вклад соискателя 0,6/0,25). Лично соискателем предложено использовать золь кремниевой кислоты совместно с электрофильной золой для создания высокопрочного бетона повышенной водонепроницаемости. Разработана рецептура приготовления добавки.

7 Высокопрочный бетон [Текст]: пат. 2593402 Рос. Федерация: МПК С04В 28/04, С04В 22/00, С04В 24/24, С04В 103/65 / Сватовская Л.Б., Соловьёва В.Я., Степанова И.В., Сурков В.Н., Иванова В.Е., **Касаткин С.П.**; ФГБОУ ВПО ПГУПС Имп. Александра I. - № 2015120386/03; 28.05.2015; опубл. 10.08.2016 Бюл. № 22. (Вклад соискателя 0,65/0,3). Лично соискателем проведены опытно-экспериментальные исследования и разработана рецептура приготовления добавки.

8 Высокопрочный бетон [Текст]: пат. 2705114 Рос. Федерация: МПК С04В 28/04, С04В 28/00, С04В 24/26, С04В 22/08, С04В 111/20 / Зыков В.В., Соловьёва В.Я., Иванова В.Е., Соловьёв Д.В., **Касаткин С.П.**, Зыков Я.В.; Зыков В.В. - № 2019102648; 30.01.2019; опубл. 05.11.2019 Бюл. № 31. (Вклад соискателя 0,6/0,3). Лично соискателем опытно-экспериментальным путём определен оптимальный состав комплексной химической добавки, состоящей из поликарбоксилатного полимера, золя кремниевой кислоты, электролита KNO_2 и пеногасителя Ф-67 на основе силиконового масла. Разработана рецептура приготовления добавки.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных и системе цитирования Chemical Abstracts:

9 Центрифугированные стойки нового поколения на цементной основе для линий электропередач [Текст] / **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.

10 Бетон для фундаментов опор линий электропередачи повышенной коррозионной стойкости и долговечности [Текст] / 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.

11 Физико-химические основы процессов твердения инновационного бетона для дорожных покрытий [Текст] / 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.

12 Термодинамические основы создания бетона повышенной прочности и твердения для дорожных покрытий [Текст] / 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.

Другие публикации по теме диссертации:

13 Химическая активация для цементосодержащих композиций улучшенного качества [Текст] / И.В. Степанова, Н.В. Ёршиков, Т.И. Бойкова, **С.П. Касаткин** и др. // Новые исследования в материаловедении и экологии: сборник научных трудов / ред.: Л.Б. Сватовская, Л.Л. Масленникова, М.В. Шершнёва. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2012. – Вып. № 12. – С.36-39. (Вклад соискателя 0,3/0,15). Лично соискателем проведены физико-механические исследования бетона, модифицированного поликарбонатом и золем кремниевой кислоты $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

14 Разработка высокопрочного бетона [Текст] / В.Я. Соловьёва, **С.П. Касаткин**, И.В. Степанова и др. // Инновационные технологии в строительстве и геоэкологии. Материалы II Международной научно-практической конф. ПГУПС Императора Александра I, каф. «Инженерная химия и естествознание». – Санкт –Петербург 2015. С.23-26. (Вклад соискателя 0,4/0,2). Лично соискателем предложено использовать тонкодисперсный золо-карбонатный наполнитель в сочетании с химической добавкой на поликарбонатной основе, модифицированной золей кремниевой кислоты $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ с целью создания высокопрочного бетона, обладающего повышенной прочностью на сжатие на протяжении всего периода твердения. Выполнена оптимизация схемы армирования при использовании высокопрочного бетона.

15 Геоэкозащитные бетонные дорожные покрытия [Текст] / В.Я. Соловьёва, Т.И. Бойкова, **С.П. Касаткин** и др. // Геоэкохимия литосферы. Материалы II Международной научно-практической интернет-конф. ПГУПС Императора Александра I. – Санкт-Петербург 2016. С.30-32. (Вклад соискателя 0,15/0,05). Лично соискателем предложено для создания бетона, обладающего повышенной прочностью на сжатие, на растяжение при изгибе, морозостойкостью, пониженной истираемостью совместно с сухими компонентами добавки использовать жидкий компонент на основе поликарбоната и золя кремниевой кислоты $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

16 Восстановление и защита строительных конструкций, как сохранение природно-техногенной среды [Текст] / В.Я. Соловьёва, А.В. Касаткина, **С.П. Касаткин** и др. // Геоэкохимия защиты литосферы. Материалы II Международной научно-практической интернет-конф.. ПГУПС Императора Александра I. – Санкт-Петербург 2016. С.33-36. (Вклад соискателя 0,25/0,1). Лично соискателем проведены научно-экспериментальные и физико-механические исследования кирпичных и бетонных оснований, обработанных ремонтным составом проникающего действия. Для увеличения проникающей способности ремонтного состава в

основание предложено использовать электролиты на основе металлов I NaNO_2 и NaNO_3 , не вызывающие коррозию арматуры.

17 Гидроизоляционно-защитное покрытие повышенной коррозионной стойкости [Текст] / В.Я. Соловьёва, Т.И. Бойкова, **С.П. Касаткин** и др. // Инновационные технологии в строительстве и геоэкологии. Материалы III Международной научно-практической конф. ПГУПС Императора Александра I, каф. «Инженерная химия и естествознание». – Санкт-Петербург 2016. С.49-50. (Вклад соискателя 0,2/0,07). Лично соискателем предложено для повышения эластичности бетонного или растворного составов использовать в качестве реакционно-активного компонента акрилатный сополимер в сочетании с аморфным моносulфоалюминатом кальция и нанодисперсиями $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Лично соискателем проведены научно-экспериментальные и физико-механические исследования.

18 Инновационный высокопрочный бетон для высоковольтных линий [Текст] / В.Я. Соловьёва, М.С. Абу-Хасан, **С.П. Касаткин** и др. // Инновационные технологии в строительстве и геоэкологии. Материалы IV Международной научно-практической интернет-конф. ПГУПС Императора Александра I, каф. «Инженерная химия и естествознание». – Санкт-Петербург 2017. С.21-25. (Вклад соискателя 0,4/0,25). Лично соискателем уделено особое внимание низкой надёжности и долговечности железобетонных конструкций воздушных линий (ВЛ) напряжением 110-750 кВ. Предложено для создания высокопрочного бетона повышенной долговечности использовать внутренний энергетический резерв бетонной системы, путём энергетического и химического воздействия при помощи химических добавок повышенной реакционной активности.

19 Долговечные железобетонные опоры из наномодифицированного бетона — будущее цифровых распределительных сетей [Текст] / В.Я. Соловьёва, П.И. Романов, Л.И. Качановская, С.П. Касаткин, Т.И. Сбойчакова // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2019. – №10. – С.60-62. (Вклад соискателя 0,3/0,15). Лично соискателем предложена энергосберегающая технология изготовления железобетонных стоек для опор

ВЛ из бетона повышенной прочности и долговечности при использовании комплексной химической добавки, включающей нанодисперсии $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Проведены исследования кинетики набора прочности при пониженных температурах тепловлажностной обработки железобетонных изделий.

10. Соответствие диссертации и документов требованиям ВАК РФ

Диссертация и документы оформлены в соответствии с требованиями п. 9, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 и требованиями Приложений 2, 3 Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.11.2017 № 1093. Содержание диссертации соответствует требованиям норм Закона РФ «О средствах массовой информации» (Закон о СМИ) от 27.12.1991 № 2124-1 в части, касающейся отсутствия призывов к экстремизму, терроризму и ненормативной лексики. В содержании диссертации отсутствует государственная и иная охраняемая законом тайна.

11. Выводы. Заключение

На основании вышеизложенного следует сделать вывод о том, что диссертация Касаткина С. П. «Высокоэффективный бетон, модифицированный комплексной химической добавкой, содержащей нанодисперсии гидроксида кремния» выполнена на актуальную тему и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи по созданию новой комплексной химической добавки в бетон и высокоэффективного бетона повышенной прочности, надёжности и долговечности, имеющей важное значение для развития бетоноведения и строительства в стране.

Результаты научной работы могут быть использованы при разработке железобетонных центрифугированных и вибрированных предварительно

напряжённых стоек повышенной несущей способности и долговечности и железобетонных опор ВЛ нового поколения на их основе. Экономический эффект от внедрения железобетонных стоек с использованием модифицированного бетона на объектах Единой национальной (общероссийской) электрической сети (ЕЭНС) может достигать 16 %.

Диссертация соискателя Касаткина Сергея Петровича «Высокоэффективный бетон, модифицированный комплексной химической добавкой, содержащей нанодисперсии гидроксида кремния» рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Заключение принято на заседании кафедры «Инженерная химия и естествознание» ФГБОУ ВО ПГУПС.

Результаты голосования: «за» – 7 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 13 от 06.06.2023 г.

Соловьёва Валентина Яковлевна,
д.т.н., профессор, заведующий
кафедрой «Инженерная химия и естествознание»

/

Юрченко Алина Владимировна,
секретарь кафедры «Инженерная химия и
естествознание»

—

Я, Титова Тамила Семеновна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Касаткина Сергея Петровича, и их дальнейшую обработку.

Д.т.н., профессор

(

Тамила Семеновна Титова

—