

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Попова Валерия Петровича на диссертационную работу Касаткина Сергея Петровича на тему: «Высокоэффективный бетон, модифицированный комплексной химической добавкой, содержащей нанодисперсии гидроксида кремния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук, по специальности 2.1.5. – Строительные материалы и изделия

### **1 Оценка содержания диссертационной работы**

Диссертационная работа Касаткина Сергея Петровича выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО «ПГУПС») на кафедре «Инженерная химия и естествознание» и посвящена весьма актуальной теме – разработке комплексной химической добавки, содержащей нанодисперсии гидроксида кремния, для получения высокоэффективного бетона повышенной долговечности.

Содержание диссертации включает в себя все необходимые разделы для получения конечных результатов проведённых исследований и является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной с применением современных расчётных и экспериментальных методов с конкретными предложениями по применению её результатов в области бетоноведения и строительства.

Рецензируемая работа выполнена на 138 страницах машинописного текста и включает в себя 120 страниц основного текста диссертации, в том числе 22 рисунка, 19 таблиц, список литературы из 117 наименований и 18 страниц приложений к диссертации.

Во введении обоснована актуальность, значимость выбранной темы диссертационной работы, сформулирована цель исследования и выполнена постановка задачи.

В первой главе проведён аналитический обзор по теме диссертации и анализ современных методов получения высокоэффективного бетона.

Во второй главе исследованы компоненты разной природы для создания добавки их эффективность.

В третьей главе приведены результаты физико-механических и физико-химических исследований.

В четвёртой главе приведены расчёты железобетонных конструкций, изготовленных с применением модифицированного и не модифицированного бетона, а также рассчитан экономический эффект.

В пятой главе представлены результаты опытно-промышленного исследования изготовленных стоек опор ВЛ из бетона, модифицированного разработанной комплексной химической добавкой.

В заключении диссертации содержатся выводы и предложения, обобщающие результаты выполненного исследования.

В трёх приложениях представлены материалы, подтверждающие практическую реализацию диссертационной работы.

## **2 Актуальность темы диссертационной работы**

Бетоны на цементной основе широко используется в различных отраслях строительства, он используется для объектов специального назначения, высотного домостроения, новых архитектурных сооружений, для дорожных и аэродромных покрытий. При эксплуатации бетонные сооружения

практически не защищены от внешнего негативного воздействия окружающей среды.

В большинстве случаев бетон подвергается воздействию осадков в виде мокрого снега или дождя, перепаду температур, резкому воздействию ветра. С целью повышения срока службы бетона, т.е. повышения его долговечности в большинстве случаев, в соответствии с проектными решениями, изготавливают бетон повышенного класса прочности, который, как правило, характеризуется невысокими показателями прочности на растяжение при изгибе, и, как правило, для высокопрочных бетонов не обеспечивается коэффициент трещиностойкости  $K_{тр} = R_{tb}/R$  в пределах величины 0,12 в соответствии с ГОСТ 10180-2012 Приложение Л, что оказывает неблагоприятное влияние на показатель эксплуатационной надёжности сооружений и его долговечность. Поэтому, одной из основных задач современного материаловедения является создание бетона с повышенным показателем прочности на растяжение при изгибе, причём не только при достижении проектного возраста, но и в начальный период твердения, что имеет важное значение при проведении монолитного строительства, обеспечивая устойчивость и надёжность сооружений с момента начала процесса твердения, в который начинается процесс формирования структуры искусственного камня. В данной диссертационной работе определены пути создания высокопрочного бетона, обладающего повышенной устойчивостью к трещинообразованию, что в настоящее время является важной и актуальной задачей.

### **3 Научная новизна исследования и полученных результатов**

Основным научным результатом данного диссертационного исследования можно считать создание новой комплексной химической добавки на основе компонентов определённой природы, совместное присутствие которых сформировало у добавки уникальные свойства,

использование которой впервые обеспечило создание бетона повышенной устойчивости к трещинообразованию в самый начальный период твердения и на протяжении всего жизненного цикла трещиностойкость бетона повышается.

Сергей Петрович определил, что железобетонные конструкции из бетона с добавкой имеют ширину раскрытия трещин на 19-22 % меньше, чем из бетона контрольного состава.

В работе показано, что стойки для опор ВЛ, изготовленные из модифицированного бетона обладают повышенной на 23-25 % несущей способностью относительно стоек из бетона контрольного состава, что подтверждается величиной изгибающего момента.

Многочисленные научно-экспериментальные и опытно-промышленные исследования подтвердили, что бетон с разработанной добавкой обладает улучшенными в 2-3 раза параметрами морозостойкости и водонепроницаемости, подтверждая повышение долговечности модифицированного бетона относительно контрольного состава.

По теме диссертационного исследования получено 5 патентов РФ на изобретения (№ 2515665, № 2505500, № 2592318, № 2593402, № 2705114). Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных научно-практических конференциях.

#### **4 Степень обоснованности и достоверности научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации**

В рассматриваемой диссертационной работе проанализированы достижения и теоретические положения предшествующих исследователей по созданию химических добавок и модифицированного бетона с их использованием, обладающего набором различных показателей качества, а также исследована гидратационная активность вяжущих при использовании



Модифицированный бетон обладает повышенным коэффициентом химической стойкости и относится к **высокостойким бетонам** относительно углекислотной и магниальной коррозии, бетон контрольного состава является **относительно стойким**.

Эффективность технических решений, полученная в результате проведённых исследований подтверждена опытно-промышленным изготовлением добавки, её использованием для опытно-промышленного изготовления стоек опор ВЛ из модифицированного бетона и натурными механическими испытаниями стоек.

## **6 Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

К достоинствам диссертационного исследования следует отнести актуальность темы, научную новизну и практическую значимость. Автором грамотно и последовательно изложен материал диссертации, в котором изложены новые, научные и обоснованные решения, посвящённые актуальной задаче создания высокоэффективного бетона путём его модификации комплексной химической добавкой. Результаты работы используются на заводе ООО «Рыбинскэнергожелезобетон» для изготовления предварительно напряжённых центрифугированных стоек для опор ВЛ из высокопрочного бетона класса В60.

По содержанию диссертации следует отметить следующие замечания:

1 В автореферате в таблице 2 есть показатели прочности на растяжение при изгибе, но класс  $B_{cb}$  не указан, в то время как в диссертации указан.

2 В расчётах ширины раскрытия трещин предварительно напряжённых железобетонных стоек целесообразно было бы использовать фактические значения предельных относительных деформаций  $\epsilon_{bt2}$ , полученные при испытании бетонных образцов на осевое растяжение, а не нормируемые СП 63.13330.2018.

3 Для подтверждения пониженной гибкости стоек опор ВЛ целесообразно было бы провести расчёты прогибов и сравнить их с фактическими значениями, полученными при натурных механических испытаниях.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество и полноту исследований, но они не оказывают существенного влияния на главные научные и прикладные результаты диссертационной работы, а представляют собой предложение к для проведения дальнейших исследований.

## 7 Заключение

В целом диссертационная работа является законченной исследовательской научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных автором обобщений теоретических, расчётных и экспериментальных исследований решена актуальная научная задача – разработка высокоэффективной комплексной химической добавки, использование которой позволило создать высокофункциональный бетон нового уровня свойств.

Приведённые в диссертации результаты имеют существенное теоретическое и практическое значение.

Материалы диссертации опубликованы в 19 печатных работах, из них 3 в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных изданий ВАК РФ, 4 работы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных и системе цитирования Chemical Abstracts, в том числе получено пять 5 патентов на изобретения.

Автореферат и публикации соискателя достаточно полно раскрывают основные положения и содержание диссертации.

Диссертационная работа Касаткина Сергея Петровича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно, по объёму, содержанию, научной новизне, практической ценности отвечает всем требованиям Положения о присуждении ученых

