

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.380.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 06.10.2021 № 9

О присуждении Хренову Георгию Михайловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Проектирование бетонных смесей в технологии непрерывного безопалубочного формования» по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия принята к защите 10 июня 2021 года (протокол заседания № 7) диссертационным советом 24.2.380.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования от 17 октября 2019 года № 964/нк, приказом Министерства науки и высшего образования от 07 июля 2021 года № 670/нк.

Соискатель, Хренов Георгий Михайлович, «29» апреля 1994 года рождения.

В 2017 году соискатель с отличием окончил магистратуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство». В 2021 году окончил ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» с освоением программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства» по

образовательной программе «Строительные материалы и изделия» (очная форма обучения).

Работает в должности ассистента на кафедре технологии строительных материалов и метрологии в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре технологии строительных материалов и метрологии в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Пухаренко Юрий Владимирович, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра технологии строительных материалов и метрологии, заведующий.

Официальные оппоненты:

Славчева Галина Станиславовна, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, профессор;

Смирнова Ольга Михайловна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра строительства горных предприятий и подземных сооружений, доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», город Саранск, в своем положительном отзыве, подписанном Молодых Сергеем Анатольевичем (кандидат технических наук, доцент, кафедра строительных материалов и технологий, заместитель заведующего), Богатовым Андреем Дмитриевичем (кандидат технических наук, доцент, кафедра строительных материалов и технологий, доцент), указала, что диссертационная работа соответствует критериям требований п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней и

отвечает требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, а Хренов Георгий Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы.

Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях, перечень которых размещен на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии:

1. Пухаренко, Ю. В. Задачи технологической механики в развитии способов безопалубочного формования / Ю. В. Пухаренко, Г. М. Хренов // Вестник гражданских инженеров – 2017 – № 6 (65). – С. 152 – 157. (1 п. л., авторский вклад 50 %)

2. Хренов, Г. М. Метод определения пластичности бетонных смесей / Г. М. Хренов // Вестник гражданских инженеров – 2018 – № 2 (67). – С. 147 – 154. (1 п. л., авторский вклад 100 %)

3. Хренов, Г. М. Моделирование пластических свойств бетонной смеси // Известия КГАСУ – 2021 – № 1 (55). – С. 49 – 57. (1 п. л., авторский вклад 100 %)

4. Хренов, Г. М. Предпосылки к актуализации нормативной базы в области водонепроницаемости бетонов / Г. М. Хренов, М. П. Кострикин // Вестник гражданских инженеров – 2016 - № 6 (59). – С. 147 – 150. (0,5 п. л., авторский вклад 50 %)

Патенты:

5. Пат. № 2677234 РФ, МПК G01N 3/28, Способ определения пластичности бетонной смеси и устройство для его осуществления / Хренов Г. М., Пухаренко Ю. В.; опубл. 16.01.2019, Бюл. № 2.

6. Пат. № 2728727 РФ, МПК G01N 15/08, Способ определения водонепроницаемости бетона и устройство для его осуществления / Пухаренко Ю. В, Кострикин М. П, Хренов Г. М., опубл. 30.07.2020, Бюл. № 22.

Публикации в других изданиях:

7. Хренов, Г. М. Опыт использования технологии трехмерной печати в производстве строительных изделий и конструкций / Г. М. Хренов // Актуальные проблемы строительства: материалы 69-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч. – 2016. – Ч.2. – с 340 – 344. (0,25 п. л., авторский вклад 100 %)

8. Хренов, Г. М. Методика определения пластических свойств бетонных смесей для безопалубочного формования / Г. М. Хренов // Актуальные проблемы строительства: материалы 70-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч. – 2017. – Ч.1. – с 139 – 145. (0,25 п. л., авторский вклад 100 %)

9. Хренов, Г. М. Влияние тонкости помола цемента на пластичность бетонной смеси / Г. М. Хренов // Актуальные проблемы строительства: материалы 71-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч. – 2018. – Ч.2. – с 87 – 92. (0,25 п. л., авторский вклад 100 %)

10. Хренов, Г. М. Влияние объемной доли цементного теста на пластичность бетонной смеси / Г. М. Хренов // Архитектура-Строительство-Транспорт: материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета, в 2-х ч. – 2018. – Ч.1. – с 138 – 141. (0,25 п. л., авторский вклад 100 %)

11. Хренов, Г. М. Дисперсное армирование как возможный инструмент регулирования пластичности бетонной смеси / Г. М. Хренов, А. В. Рерих // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы международных академических чтений – 2019. – с 45 – 53. (0,75 п. л., авторский вклад 50 %)

12. Хренов, Г. М. Влияние цементного теста на пластические свойства бетонных смесей / Г. М. Хренов // Современные материалы и передовые производственные технологии (СМПТТ-2019): Тезисы докладов

международной научной конференции. – 2019 – С. 44 (0,1 п. л., авторский вклад 50 %)

13. Хренов, Г. М. Разработка состава фибробетонной смеси повышенной пластичности / Г. М. Хренов, А. В. Рерих // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе: Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции. – 2020 – с. 108 – 118. (0,75 п. л., авторский вклад 50 %)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ)», профессор военного учебного центра, кандидат технических наук по специальности 05.23.05 «Строительные материалы и изделия», доцент **Федюк Роман Сергеевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В таблице 5 расчеты стоимости материалов приводятся по ценам 2019 г. Думаю, можно было пересчитать по ценам 2021 г.;

– Отсутствуют публикации в изданиях, индексируемых *Scopus* и *Web of Science*.

2. ТОО «НИИСТРОМПРОЕКТ», Республика Казахстан, г. Алматы, генеральный директор, доктор технических наук, профессор **Ахметов Данияр Акбулатович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

– Не приведена формула расчета расхода крупного заполнителя с учетом коэффициента раздвижки зерен.

3. АО «Экспериментальный завод», г. Санкт-Петербург, председатель наблюдательного совета, кандидат технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, **Стерин Валерий Семенович**.

Отзыв положительный, без замечаний.

4. ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», доцент кафедры естественных наук и техносферной безопасности, кандидат технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, **Коновалова Виктория Сергеевна**.

Отзыв положительный, имеется вопрос:

– Исследования проводились на бетонах, изготовленных из портландцементов разных марок. Могут ли быть применимы разработанные методика расчета и рекомендации по корректировке состава к бетонам из других видов цемента?

5. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», доцент кафедры строительных материалов и технологий, кандидат технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, доцент **Родин Александр Иванович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

– Из автореферата не ясно, изменятся ли затраты, связанные с технологическими особенностями получения изделий и конструкций из разработанных бетонных смесей в условиях непрерывного безопалубочного формования.

6. ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», доцент кафедры «Технологии строительного производства», кандидат технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, доцент **Мухаметрахимов Рустем Ханифович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– Нельзя согласиться с автором, что технология трехмерной печати является разновидностью способа непрерывного безопалубочного формования, как это можно понять из текста актуальности темы диссертации (см. ГОСТ Р 57558-2017). При этом следует отметить, что задачи, решаемые в диссертационном исследовании, полученные автором результаты, сформулированные теоретическая и практическая значимость работы являются весьма важными и существенными с позиции повышения качества строительной продукции, формуемо, в том числе методом послойного экструирования (3D-печати), нарушение сплошности которой сдерживает ее широкое применение;

– Исходя из текста автореферата в задаче №1 вместо термина «реологических» корректнее использовать «технологических», так как реологические характеристики бетонной смеси (вязкость, предельное напряжение сдвига, скорость сдвига) в приведенных результатах экспериментальных исследований не встречаются;

– По тексту автореферата не ясно, какова зависимость сохраняемости свойств предельной растяжимости бетонной смеси во времени и учитывалось ли это в диссертационном исследовании?

7. ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», доцент кафедры «Строительных конструкций и технологий строительства», кандидат технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, **Шляхтина Татьяна Федоровна**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

– В автореферате не указан теоретический или экспериментальный характер имеют данные таблицы 1.

8. Некоммерческое акционерное общество «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Республика Казахстан, г. Нур-Султан, декан архитектурно-строительного факультета, доктор технических наук, профессор **Толкынбаев Темирхан Анапияевич**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

– Не рассмотрены теплофизические свойства бетонных или железобетонных изделий при непрерывном безопалубочном формовании.

9. ГОУ ВПО «Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б.Н. Ельцина», Кыргызская Республика, г. Бишкек, факультет архитектуры, дизайна и строительства, профессор кафедры «Строительство», доктор технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, профессор **Касымова Мариам Тохтахуновна**.

Отзыв положительный, без замечаний.

10. ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», главный научный сотрудник, заслуженный работник Высшей школы РФ, доктор технических наук по специальности 05.23.05 –

Строительные материалы и изделия, профессор **Пичугин Анатолий Петрович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– Представленные второй и третий тезисы научной новизны следовало дополнить отличительными особенностями и прояснить различие с ранее существовавшими методами; кроме того, неправильно использован термин «нормальная густота цемента» – видимо, имелось ввиду – цементное тесто;

– В пояснении к рисунку 1 следовало добавить время твердения и различие составов бетонной смеси; в автореферате не приведено объяснения снижения предельной растяжимости бетонной смеси при малых расходах фибры, что ниже значения составов без фибры;

– К сожалению, автор не приводит результатов исследований контактного слоя с оценкой взаимодействия между бетонно смесью и фиброй; табличные значения не имеют интервалов варьирования.

11. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», заведующий кафедрой Материаловедения и технологии материалов, доктор технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, профессор **Строкова Валерия Валерьевна**.

Отзыв положительный, имеются замечания и вопросы:

– Поясните, пожалуйста, для каких марок бетона разработана таблица соответствия предельной растяжимости бетонной смеси и критического прогиба (таблица 1 автореферата)?

– Из автореферата не ясно, какие сырьевые материалы применялись в ходе эксперимента (марки и характеристики цементов, их производители, месторождения песков и их показатели качества)?

– Чем руководствовались при выборе пластифицирующих добавок?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в данной области науки, компетентностью в вопросах проектирования состава бетонных смесей для

непрерывного безопалубочного формования, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, актуальностью их научных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика проектирования состава бетонной смеси, позволяющая обеспечивать не только заданные прочность бетона и удобоукладываемость бетонной смеси, но и ее пластичность;

предложена оригинальная гипотеза об определяющей роли пластичности в получении бездефектной бетонной продукции непрерывным безопалубочным способом, и о возможности целенаправленного регулирования предельной растяжимости смеси за счет изменения ее состава; **доказаны** эффективность и перспективность применения предложенной в работе методики проектирования состава бетонной смеси в технологии непрерывного безопалубочного формования бетонных и железобетонных изделий и конструкций;

введена новая численная характеристика пластичности бетонной смеси – предельная растяжимость бетонной смеси.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, определяющие целесообразность и возможность применения предельной растяжимости бетонной смеси, как основной характеристики пластичности, а также эффективность ее регулирования с целью повышения качества бетонной продукции, формируемой непрерывным безопалубочным способом;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе методов регрессионного анализа и математического моделирования, лабораторных и производственных экспериментов;

изложены основные этапы предлагаемой методики проектирования состава бетонной смеси для формования непрерывным безопалубочным способом;

раскрыты недостатки существующих подходов к оценке и регулированию реологических и технологических характеристик бетонных смесей;

изучены факторы, влияющие на пластические свойства бетонных смесей;
проведена модернизация существующих способов расчета состава бетонной смеси с обеспечением возможности целенаправленного регулирования пластических свойств.

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

разработана и внедрена методика проектирования состава бетонной смеси для непрерывного безопалубочного формования, позволяющая обеспечивать заданную предельную растяжимость смеси;

определены область рационального использования и перспективы предложенной методики проектирования состава бетонной смеси;

создана система практических рекомендаций по оценке, регулированию и обеспечению пластических свойств бетонных смесей;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию технологии непрерывного безопалубочного формования в части подбора состава бетонных смесей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном испытательном оборудовании с использованием стандартных методик, а также показана воспроизводимость данных, полученных с использованием авторских методик и приборов;

теория построена на основе общепринятых положений строительного материаловедения в области реологических и технологических свойств бетонных смесей, непрерывного безопалубочного формования, опубликованных результатов работ других ученых и специалистов и согласуется с данным экспериментальных исследований по теме диссертации;

идея базируется на результатах критического анализа существующих методов оценки и регулирования реологических и технологических характеристик бетонных смесей при непрерывном безопалубочном формовании;

использованы результаты предыдущих работ признанных ученых и специалистов, а также результаты предварительных исследований, проведенных автором по теме диссертации;

установлено, что полученные в диссертационной работе результаты не противоречат общепринятым положениям и результатам исследований, представленным в независимых источниках;

использованы современные достижения в области контроля измеряемых величин, сбора и обработки получаемых данных, аппроксимация и интерполяция.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в выборе актуальной темы, формулировке цели и задач диссертационного исследования, критическом анализе литературы, разработке и апробации нового метода и прибора по определению пластичности бетонной смеси, методике проектирования состава бетонной смеси, обработке полученных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе. В ходе решения поставленных задач соискателем были разработаны способы оценки, обеспечения и регулирования пластичности бетонной смеси. Соискатель лично участвовал в разработке рекомендаций по определению предельной растяжимости бетонной смеси, конструкторской документации на прибор для определения предельной растяжимости, в проведении производственных испытаний, в формулировании выводов и перспектив дальнейшего развития темы диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Критерий «видимые на глаз» трещины при определении предельной растяжимости бетонной смеси является субъективным.

2. Уравнение на слайде 7 является эмпирической формулой, а не математической моделью.

3. Коррелирует ли предельная растяжимость с другими характеристиками смеси, например, с осадкой конуса?

4. Отвечает ли пластичность смеси за сохранность геометрической формы изделий при 3D печати?

5. Как заполнитель и его качество влияет на деформативность бетонных смесей для непрерывного безопалубочного формования?

6. Некорректным представляется использование термина «проектирование» по отношению к бетонным смесям, поскольку проектирование подразумевает разработку графической продукции на основе расчетов и конструирования. То же самое и за рубежом, термин «*design*» по отношению к бетонным смесям будет не понятным.

7. Сегодня существуют жесткие требования по максимальному содержанию пылевых и глинистых частиц в заполнителе, большое количество которых может положительно сказаться на пластичности бетонных смесей. Не стоит ли отменить это требование к заполнителям, применительно к непрерывному безопалубочному формованию?

8. Насколько применимы выводы и рекомендации диссертации к отдельным разновидностям непрерывного безопалубочного формования, которых сегодня существует достаточно много?

9. Проводилось ли исследование влияния водоудерживающих или реологических добавок на предельную растяжимость бетонных смесей?

10. Какие пластификаторы использовались в исследовании и почему не ограничились одной добавкой, с учетом большой неоднородности полученных экспериментальных значений?

11. В чем состоит новизна исследования в части разработки составов бетонных смесей, разработаны ли новые составы?

Соискатель Хренов Г.М. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Согласился с замечанием;
2. Согласился с замечанием;
3. Некоторая корреляция между предельной растяжимостью бетонной смеси и ее осадкой конуса наблюдается, однако предельная растяжимость может отличаться даже на порядок у равноподвижных смесей.

4. За сохранность формы при 3D печати отвечает главным образом вязкость смеси. Пластичность отвечает за сохранность сплошности при деформациях, которые безусловно имеют место и при 3D печати.

5. Заполнитель, в первую очередь сорбирует воду из цементного теста снижая тем самым истинное водоцементное отношение, что приводит к возрастанию сопротивлению деформации и снижению предельной растяжимости. Помимо этого, заполнитель требует введения и учета коэффициента сухого трения, отражающего непосредственное механическое взаимодействие между зернами заполнителя. По вопросу качества заполнителя: огромной проблемой современной практики является неоднородность его свойств, что приходится учитывать и вводить соответствующие коэффициенты запаса.

6. Не согласился с замечанием, поскольку «проектирование бетонных смесей» является устоявшимся термином, который широко используется, в том числе за рубежом. В качестве примера сослался на работу профессора Даффа Абрамса «*Design of Concrete Mixtures*» (перевод: проектирование бетонных смесей).

7. Положительное влияние тонкодисперсных частиц на пластичность бетонной смеси пока является гипотезой и требует экспериментального исследования. Но даже при ее подтверждении не стоит забывать, что такие требования обусловлены необходимостью обеспечения требуемых показателей прочности и долговечности, которые являются первостепенными для конструкционных материалов, в том числе для бетона. Снятие таких ограничений требует осторожности.

8. Все технологии непрерывного безопалубочного формования обладают общими отличительными особенностями, которые подробно рассмотрены и изучены в диссертационной работе. В связи с чем предполагается применимость полученных результатов и выводов ко всем разновидностям данных технологий.

9. Такие исследования не проводились, хотя они безусловно представляют большой научный интерес и будут выполнены в ближайшем будущем.

10. В исследовании использовалось три пластификатора, все на основе поликарбоксилатэфиров, более подробные сведения производители добавок, как правило, не раскрывают. Полученных данных оказалось

достаточно, чтобы показать невозможность точного математического обобщения, ввиду специфики работы конкретных пластификаторов.

11. Новизна состоит в разработке методики проектирования состава бетонной смеси, позволяющего обеспечивать заданную предельную растяжимость. Такой результат получен впервые.

На заседании 06.10.2021 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для отрасли производства строительных материалов, изделий и конструкций, присудить Хренову Г.М. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за присуждение ученой степени кандидата технических наук Хренову Георгию Михайловичу: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Мангушев Рашид Абдуллович

Конюшков Владимир Викторович

06 октября 2021 г.