

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**доктора технических наук, профессора Низиной Татьяны Анатольевны
на диссертационную работу Лаврова Ивана Юрьевича на тему:
«Химико-технологические факторы формирования вибродинамических
свойств высокофункциональных цементных бетонов», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия**

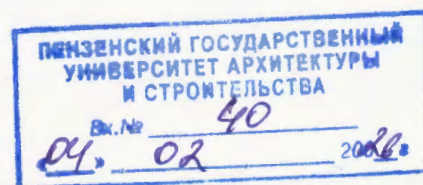
На оппонирование представлены:

- диссертационная работа, состоящая из оглавления, введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, приложений, содержащая 198 страниц машинописного текста, 115 рисунков и 30 таблиц. Список литературы включает 130 наименований;
- автореферат диссертации объемом 28 страниц.

Актуальность диссертационной работы

Актуальность работы, выполненной Лавровым И.Ю., обусловлена комплексом взаимосвязанных технологических, экономических и научных вызовов, стоящих перед современной промышленной отраслью. В частности, существует потребность в конструкционных материалах, способных сочетать высокие прочностные характеристики с эффективным поглощением вибраций. Использование сталей и чугунов в силовых элементах промышленных конструкций, работающих в условиях динамических нагрузок, зачастую не обеспечивает необходимого демпфирования колебаний. Это может приводить к снижению точности технологических процессов, а также к ухудшению показателей надежности и долговечности задействованных промышленных агрегатов. Кроме того, металлообработка и монтаж металлоконструкций сопряжены с высокой энергоемкостью и значительными затратами. В этом контексте разработка альтернативных материалов на основе цементных композитов, пригодных для изготовления монолитных конструкций методом заливки, открывает путь к сокращению производственного цикла, снижению энергопотребления и исключению высокотемпературных процессов.

В настоящее время создание бетонов с заданными вибродинамическими свойствами характеризуется преобладанием эмпирического подхода. Отсутствуют глубоко изученные и количественно описанные закономерности взаимосвязи между составом, формирующейся многоуровневой структурой бетона и



его диссипативными характеристиками. Экономическая значимость работы подчеркивается задачами импортозамещения и повышения технологического суверенитета. Разработка отечественных составов бетонов, конкурентоспособных с зарубежными аналогами по функциональным свойствам при меньшей себестоимости, отвечает приоритетам развития отечественной промышленности.

Общая характеристика работы

Во введении автор формулирует научную и прикладную проблему, заключающуюся в отсутствии алгоритмов создания бетонов с регулируемыми показателями вибропоглощения. Обоснованы цель, задачи, научная новизна и положения, выносимые на защиту, определена практическая значимость ожидаемых результатов.

Первая глава носит аналитический характер и формирует теоретический фундамент исследования. В ней проведен анализ современных тенденций в области конструкционных материалов для вибронагруженных конструкций. Автор обосновывает выбор цементных композитов в качестве перспективного направления, выделяя потенциал самоуплотняющихся бетонов высокой прочности. Глава содержит обзор известных механизмов диссипации энергии в гетерогенных материалах и методов их исследования, анализ которых позволил автору обосновать направление собственных исследований.

Вторая глава детально описывает экспериментальную базу, а также стандартизированные и оригинальные методики, усовершенствованные автором. Особое внимание уделено разработке и модификации установок для оценки вибродинамических характеристик и деформаций исследуемых образцов.

В третьей главе приведены результаты исследований влияния рецептурно-технологических факторов на процессы структурообразования, в том числе изложена авторская методика для экспериментальной оценки диссипативных свойств цементных композитов. Глава содержит результаты численного моделирования и экспериментальные доказательства эффективности введения межфазного слоя, позволяющего управлять демпфирующими характеристиками цементных композитов. Приведены результаты дисперсного армирования на свойства разработанных бетонных смесей и бетонов на их основе.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям влияния различных факторов (расход цемента, тип и количество добавок, вид фибры, параметры нагружения) на комплекс свойств самоуплотняющихся бетонных сме-

сей. Установлено влияния исследуемых факторов на реотехнологические характеристики, кинетику гидратации, прочностные и деформативные характеристики предлагаемых композитов, в том числе усадочные деформации.

Пятая глава демонстрирует практическую реализацию разработок. Переход от материала к конструкции осуществлен через мультифизическое компьютерное моделирование (САЕ-системы) и натурные испытания прогонов, разработанных автором. Высокая сходимость расчетных и экспериментальных данных свидетельствует об адекватности предложенных моделей и эффективности применения разработанных бетонов в реальных объектах.

В Заключении приведены основные научные и практические результаты, подтверждающие достижение цели исследования.

Диссертация написана грамотным языком, хорошо читается. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Публикации автора отражают результаты проведенных исследований.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна исследования заключается в комплексном решении задачи проектирования составов и технологии получения высокофункциональных самоуплотняющихся бетонов (ВФСУБ) с регулируемыми вибродемпфирующими и деформативными свойствами для замены металлических сплавов в ответственных промышленных конструкциях.

Результаты, полученные соискателем, и выводы, сформулированные в работе, обладают научной новизной и доказательной базой. Основные научные достижения, определяющие новизну исследования, включают следующие положения. На основе системного анализа и фундаментальных принципов механики композитов разработаны и теоретически обоснованы методы целенаправленного формирования вибродемпфирующих и деформативных характеристик самоуплотняющихся бетонов с учётом различных химико-технологических факторов. Создана научно обоснованная технология получения ВФСУБ с заданными вибродинамическими свойствами, основанная на полиструктурном подходе к управлению характеристиками материала.

Установлена и количественно оценена связь между минерально-фазовым составом цементного камня, прежде всего относительным содержанием эттрингита, и вибропоглощающей способностью бетона. Подтверждена эффективность использования эластичного кремнийорганического полимера для создания демпфирующего межфазного слоя, а также синергетического эффекта от совместного

применения расширяющих сульфоалюминатных добавок и модификаторов поверхностного натяжения для компенсации усадочных деформаций.

Экспериментально доказано, что разработанные технологические решения позволяют увеличить коэффициент демпфирования бетона на 45–60 % при введении 5 % модифицированного заполнителя, а также снизить расход дорогостоящей расширяющей добавки на 60 % для получения безусадочных составов. Разработаны и внедрены улучшенные методики и оригинальное оборудование для экспресс-оценки совместимости компонентов и вибродинамических характеристик бетонов.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований

Теоретическая значимость исследования заключается в углублении знаний о связи между химико-технологическими параметрами, микроструктурой цементного камня и вибродинамическими характеристиками высокофункциональных бетонов.

С практической точки зрения разработаны и внедрены научно обоснованные технологические решения, обеспечивающие получение высокофункциональных самоуплотняющихся бетонов с заданными характеристиками. Разработанные методики подбора компонентов и рецептуры позволяют целенаправленно управлять соотношением демпфирования и деформативности бетона. Практическая ценность подтверждена созданием и успешным испытанием опытных образцов промышленного оборудования, включая несущие части станков и испытательных стендов, что демонстрирует возможность замены металлических сплавов в ряде конструктивных решений.

Экономическая эффективность работы заключается в снижении себестоимости разработанных составов (в сравнении с зарубежным аналогом) и сокращении расхода дорогостоящей расширяющей добавки в 1,6 раза. Методики испытаний и экспериментальное оборудование интегрированы в учебный и научно-исследовательский процессы.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, обладают достаточной степенью обоснованности и достоверности. Общая аргумен-

тация строится на теоретических положениях механики композитов и химии вяжущих веществ, что обеспечивает корректную интерпретацию наблюдаемых процессов и явлений.

Достоверность экспериментальных данных достигается путем применения поверенного оборудования и использованием стандартизированных и оригинальных методик испытаний. С помощью детального физико-химического анализа автору удалось установить взаимосвязь между компонентами смеси, образующейся микроструктурой и итоговыми характеристиками материала, выявив причины их изменения.

Важным аспектом, подтверждающим корректность результатов, стало сочетание эксперимента с численным моделированием. Используемые автором расчетные модели поведения материалов и конструкций в среде современных САЕ-систем были независимо валидированы в ходе натурных испытаний. Практически полное совпадение ключевых вибродинамических параметров, полученных расчетным и экспериментальным путем, служит убедительным доказательством адекватности моделей и примененных измерительных методик.

Практическая апробация основных положений работы в форме создания и успешных испытаний конструкций в составе действующих прототипов промышленного оборудования, а также факт внедрения разработок в реальное производство, придают выводам и рекомендациям предметный характер. Дополнительным подтверждением научной состоятельности и новизны результатов служит их публикация в ряде рецензируемых научных журналов, включая издания, индексируемые в международных базах данных, а также получение патента на изобретение.

Основные результаты и выводы диссертационной работы изложены в 13 научных публикациях, в том числе в 10 научных работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; в трех научных работах в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных и системе цитирования SCOPUS. Техническая новизна решений подтверждена патентом РФ на изобретение № 2820187 (30.05.2024).

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

По диссертационной работе возникло несколько вопросов и замечаний:

1. Учитывая более высокие требования к качеству бетонных смесей и изготавливаемых из них элементов для станкостроения по сравнению с рядовыми

железобетонными изделиями, что отмечает и автор диссертации на страницах 166-167 диссертации, не вполне понятна попытка использования в качестве минеральных добавок отхода производства газосиликата и боя оконного стекла. Часть проведенных исследований в диссертации выглядит излишним;

2. В диссертации недостаточно обоснованы предлагаемые для исследования составы разрабатываемых бетонов (таблицы 19, 20, 24, 25, 27), а также результаты проведенной оптимизации (таблицы 21, 22). В разделе 3.2 осталось впечатление недосказанности, так как отсутствуют результаты экспериментальных исследований составов, представленных в таблице 19;

3. В тексте диссертации (раздел 2.4.1) упоминается симплекс-решетчатый план Шеффе, однако результатов его использования в работе не приведено;

4. Для используемого в работе ротатабельного плана второго порядка не приведены полиномиальные зависимости, а также критерии достоверности полученных уравнений. По сути, отсутствует многокритериальная (объединяющая несколько показателей) оптимизация, заявленная в качестве названия раздела 4.5 диссертации. Попытка графической интерпретации предсказанных значений исследуемых характеристик бетонных смесей (рис. 95, 96 диссертации) за пределами области планирования не вполне корректна;

5. В диссертации встречаются стилистические неточности и опечатки. Ряд рисунков в диссертации и автореферате выполнены в слишком мелком масштабе, что затрудняет их анализ в распечатанном формате. На части рисунков отсутствуют экспериментальные точки (рис. 53 диссертации и др.), что затрудняет их анализ.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационного исследования, выполненного Лавровым И.Ю.

Заключение о соответствии диссертации требованиям, установленным Положением о порядке ученых степеней

Анализ работы позволяет сделать вывод, что диссертационная работа Лаврова Ивана Юрьевича на тему «Химико-технологические факторы формирования вибродинамических свойств высокофункциональных цементных бетонов» представляет собой самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития отрасли знаний, связанной с разработкой составов и технологией получения высокофункциональных цементных бетонов с улучшенными вибродинамическими свойствами.

Учитывая актуальность, научную новизну, практическую значимость и число публикаций, считаю, что диссертация соответствует требованиям п.п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции) в части требований к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Лавров Иван Юрьевич, заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук
(научная специальность 05.23.05
«Строительные материалы и изделия»),
профессор, директор института
архитектуры и строительства, профессор
кафедры строительных конструкций
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва»



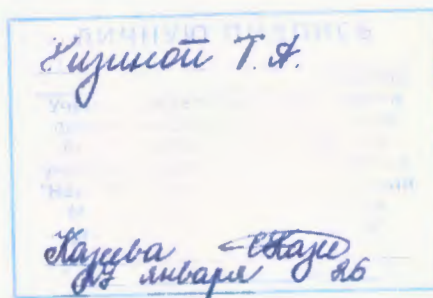
Низина
Татьяна
Анатольевна
27.01.2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва».

Адрес: 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68

Телефон: +7 (917) 993-63-89

Электронная почта: nizinata@yandex.ru



С отзывом официального оппонента ознакомлен Лавров 04.02.2026