

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА  
Д 002.070.01 на базе Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного  
развития атомной энергетики Российской академии наук

ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 22 сентября 2022 года № 15

О присуждении Скориковой Марии Игоревне, гражданство – Российская Федерация, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние реологических характеристик бетона и воздействие неравномерной нагрузки на напряженно-деформированное состояние защитной оболочки АЭС» по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации» принята к защите 18 июля 2022 года, протокол № 12 диссертационным советом Д 002.070.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, расположенного по адресу: 115191, Москва, ул. Большая Тульская, д. 52. Диссертационный совет создан приказами Минобрнауки России 15 февраля 2013 г. № 75/нк, от 3 июня 2016 г. № 626/нк, от 12 июля 2017 г. № 748/нк, от 26 января 2018 г. № 92/нк.

Соискатель Скорикова Мария Игоревна 1992 года рождения. В 2017 году соискатель окончила магистратуру Московского физико-технического института (государственного университета), в 2021 году аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника», в период с 25 марта 2022 года по 25 июня 2022 года прикреплялась экстерном к

аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программы подготовки научно-педагогических кадров по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации», работает в должности инженера в лаборатории механики строительных конструкций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории механики строительных конструкций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Стрижов Валерий Федорович, заместитель директора по разработке интегрированных программных комплексов анализа безопасности АЭС и ЯТЦ Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Панасюк Леонид Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техническая механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донской государственной технической академии»;

Медведев Вячеслав Викторович, кандидат технических наук, научный сотрудник Научно-исследовательского института строительных материалов и технологий Московского государственного строительного университета

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский университет «МЭИ» (г. Москва) в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой АЭС, к.т.н. Аникеевым А.В., профессором кафедры АЭС, д.ф.-м.н. Мелиховым О.И., указала, что диссертация Скориковой М.И. соответствует паспорту специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации» и отвечает требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор диссертационной работы Скорикова Мария Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 11 работ, включая 5 статей в журналах из перечня ВАК по специальности 05.14.03. Из 11 опубликованных работ по теме диссертации – 3 в научном журнале «Атомная энергия» (тираж 200 экз.), 2 – в научном журнале «Глобальная ядерная безопасность» (тираж – 300 экз.), 6 – в сборниках докладов российских и международных научных конференций (тираж – 100 экз.), а также получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В опубликованных работах лично автором и при его непосредственном участии приведены результаты:

- всестороннего анализа влияния усадки и ползучести бетона на напряженно-деформированное состояние защитной оболочки АЭС на основе расчетных, экспериментальных данных и результатов натурных наблюдений;
- разработки детальных численных моделей защитной оболочки АЭС для выполнения анализа напряженно-деформированного состояния с учетом влияния реологических характеристик бетона и воздействия неравномерно распределенных нагрузок внутри сечения стенки сооружения;
- проведения расчетного анализа защитной оболочки АЭС при воздействии нагрузок от работающего полярного крана в период возведения сооружения. Рассмотрены полностью симметричные варианты нагружения крана по центральной оси оболочки, а также несимметричные при смещении

- нагрузки вдоль оси крана к стенке ЗО (случай погрузки корпуса реактора при его установке);
- расчетного анализа давления инъекционного раствора на трещиностойкость конструкции;
  - расчетной оценки уровня потерь усилий в арматурных канатах системы СПЗО-М из-за изменения геометрии оболочки вследствие процесса ползучести бетона.

Наиболее значительные работы:

1. Медведев В.Н., Скорикова М.И. Влияние реологических характеристик бетона на напряженно-деформированное состояние защитной оболочки АЭС. — Атомная энергия, 2019, т. 126, вып. 6, с. 317—320.
2. Медведев В.Н., Киселев А.С., Киселев А.С., Стрижов В.Ф., Ульянов А.Н., Скорикова М.И., Пимшин Ю.И. К вопросу о контроле защитных оболочек АЭС в период приемо-сдаточных испытаний. — Глобальная ядерная безопасность, 2020, № 2 (35), с. 42—54.
3. Медведев В.Н., Скорикова М.И., Киселев А.С., Киселев А.С., Стрижов В.Ф., Ульянов А.Н. Воздействие нагрузок внутри сечения стенки защитной оболочки АЭС с ВВЭР-1000. — Атомная энергия, 2021, т. 130, вып. 1, с. 20—24.
4. Медведев В.Н., Скорикова М.И., Киселев А.С., Киселев А.С., Стрижов В.Ф., Ульянов А.Н. Влияние работы полярного крана на напряженно-деформированное состояние защитной оболочки АЭС. — Атомная энергия, 2021, т. 130, вып. 4, с. 215—218.

На автореферат диссертации поступили отзывы из 4 организаций.

1. Ростовская АЭС.

Отзыв подписал ведущий инженер Д.В.Коженок.

Отзыв положительный. Замечания:

В качестве замечания к автореферату необходимо отметить, что автору следовало бы дать краткое описание программного комплекса CONT, использованного для разработки конечноэлементных моделей защитной оболочки АЭС.

2. АО «Концерн Росэнергоатом».

Отзыв подписали первый заместитель директора по производству и эксплуатации АЭС – директор Департамента по эксплуатации АЭС и управления ядерным топливом О.Г.Черников и Главный технолог Департамента по эксплуатации АЭС и управлению ядерным топливом О.А.Айдемиров.

Отзыв положительный. Замечания:

1. В работе неоднократно упоминаются нагрузки, испытываемые защитной оболочкой под весом полярного крана в процессе монтажа корпуса реактора. Необходимо отметить, что монтаж корпуса реактора при сооружении последних по времени блоков АЭС производился внешним передвижным краном. Таким образом, данные нагрузки для этих блоков должны быть из расчетов исключены.
2. В работе не отмечено, что явления экзотермии бетона, так же как и деформация под действием работающего полярного крана, возникают только на начальном этапе «жизни» гермооболочек: в период монтажа и набора бетоном прочности. В дальнейшем эти явления не имеют выраженного характера.
3. П.3 раздела «Основные результаты диссертации» рекомендуется «наружную поверхность цилиндрической части защитной оболочки в зоне над обстройкой покрывать теплоизоляционным слоем, уменьшая, таким образом, негативные воздействия температуры окружающей среды и увеличивая срок службы конструкции». Целесообразность реализации данной меры должна быть подкреплена экономическим расчетом. В настоящее время отсутствуют достоверные данные, что эта зона гермооболочки обладает повышенной повреждаемостью и создает риски невыполнения ею своей защитной функции при нормальной эксплуатации, проектных и запроектных авариях.

### 3. ФБУ «НТЦ ЯРБ».

Отзыв подписали заместитель начальника отдела надежности строительных конструкций к.т.н. А.В.Есенов и м.н.с. отдела надежности строительных конструкций Н.Е.Ерёмина.

Отзыв положительный. Замечания:

1. Автору в автореферате при описании третьей главы рекомендуется привести методики учета влияния реологических процессов в бетоне на напряженно-деформированное состояние защитной оболочки, а также сведения об использованных конечных элементах модели.
2. Автору рекомендуется на основе полученных детальных численных расчётных моделей защитной оболочки выполнить исследование влияния реологических процессов в бетоне на напряженно-деформированное состояние в радиальном направлении с целью подтверждения отсутствия выкола бетона стенки защитной оболочки.

### 4. ГНЦ НИИАР.

Отзыв подписал ведущий научный сотрудник к.ф.-м.н. С.В. Белозеров.

Отзыв положительный. Замечания:

Представленный графический материал на рисунках 2 - 8, выполненный в градациях серого цвета, недостаточно информативен для отображения

закономерностей распределений напряжений и деформаций выполненных расчетов напряженно-деформированных состояний защитной оболочки.

По всем замечаниям соискателем были даны детальные разъяснения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н. Л.Н. Панасюк и к.т.н. В.В. Медведев являются известными учеными и признанными специалистами в области строительной механики, строительных материалов и химических процессов, происходящих в бетонных конструкциях ядерных энергетических установок, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» является одним из ведущих научно-исследовательских институтов в атомной отрасли, где проводятся исследования в области безопасности АЭС, оценки и управления ресурсом конструкционных материалов и оборудования АЭС. Кроме этого, выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается списком публикаций оппонентов и сотрудников ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», подготовивших заключение по диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- определено влияние реологических характеристик бетона и экзотермии на напряженно-деформированное состояние защитной оболочки АЭС на основе сравнительного анализа данных испытаний бетона на усадку и ползучесть, натурных наблюдений, расчета деформаций и напряжений в арматуре и бетоне от усадки и ползучести бетона;
- разработаны детальные численные модели защитной оболочки АЭС и выполнен с их помощью расчетный анализ напряженно-деформированного состояния с учетом влияния реологических характеристик бетона и воздействия неравномерно распределенных нагрузок внутри сечения стенки сооружения;
- разработаны рекомендации по учету реологических свойств бетона при оценке изменения НДС защитных оболочек АЭС и снижению трещинообразования в оболочках от нагрузок, действующих внутри сечения стенки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что полученные соискателем научные результаты дают возможность уточненного определения параметров реологических процессов в бетоне по данным натурных

наблюдений и их использования для численного моделирования процессов деформирования и изменения параметров НДС действующих, строящихся и проектируемых защитных оболочек АЭС при эксплуатации и воздействии аварийных нагрузок.

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

- результаты исследований влияния усадки и ползучести бетона на напряженно-деформированное состояние защитных оболочек АЭС использовались для верификации расчетных моделей защитных оболочек и программных средств, применяемых для расчета защитных оболочек АЭС. Получено свидетельство о регистрации программы «CONT» №2021615371 от 07.04.2021;
- получены расчетные данные об изменении усилий в канатах системы преднапряжения защитной оболочки с увеличением времени эксплуатации вследствие проявления реологических свойств бетона, которые позволяют прогнозировать достаточность обжатия и безопасность эксплуатации конструкции на всех стадиях жизненного цикла защитной оболочки АЭС;
- для действующих, строящихся и проектируемых защитных оболочек АЭС на основе современных численных методов (конечных элементов и суперэлементов) разработаны расчетные модели, способные выполнять многофакторный анализ НДС стенки защитной оболочки при воздействии нормальных и аварийных нагрузок с целью снижения трещинообразования в бетоне при испытаниях и эксплуатации полярного крана, при инъектировании каналобразователей и преднапряжении (натяжении) арматурных канатов);
- разработаны практические рекомендации по учету реологических характеристик бетона при оценке изменения напряженно-деформированного состояния защитных оболочек АЭС и снижению трещинообразования в оболочках от нагрузок, действующих внутри сечения стенки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты и выводы, полученные в рамках диссертационного исследования, подтверждаются использованием автором фундаментальных методических положений в области механики деформируемого твердого тела, применением верифицированного программного комплекса CONT, аттестованного в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору «Ростехнадзор», сравнением результатов расчетов с данными

экспериментальных исследований и натурных наблюдений на реальных сооружениях.

Личный вклад соискателя состоит в:

- постановке задач исследований, анализе литературы и обобщении результатов исследований других авторов;
- проведении расчетов по определению влияния усадки и ползучести бетона на напряженно-деформированное состояние защитной оболочки АЭС;
- всестороннем анализе реологических характеристик бетона на основе проведенных расчетов, результатов экспериментов и данных натурных наблюдений;
- непосредственном участии в разработке расчетных моделей, расчетах НДС 30 с учетом влияния реологических свойств бетона, при воздействии неравномерно распределенных нагрузок и оценке их влияния на эксплуатационные качества защитной оболочки, анализе и обработке результатов;
- разработке рекомендаций по учету реологических свойств бетона при оценке изменения НДС защитных оболочек АЭС и снижению трещинообразования в оболочках от нагрузок, действующих внутри сечения стенки.

На заседании 22 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Скориковой М.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.14.03, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета  
д.т.н.



Антипов С.В.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.т.н.

Калантаров В.Е.

26 сентября 2022 года.