

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Зоалфкл Даниаля Аммаровича

«Напряженно-деформированное состояние толстостенных цилиндрических оболочек из монолитного железобетона в стадии возведения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика в диссертационный совет 24.2.295.01 при ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет».

Актуальность.

Представленная на оппонирование рукопись кандидатской диссертации соискателя характеризует собой научное исследование в области постановки и решения инженерно-технической задачи прогнозирования рисков образования трещин в массивных железобетонных конструкциях на ранних стадиях твердения бетона. Объектом исследования выбраны монолитные цилиндрические железобетонные оболочки, в настоящее время применяемые, в частности, в качестве конструкций радиационно-тепловых экранов ядерных реакторов.

Основная цель исследования определена как разработка алгоритмов расчета напряженно-деформированного состояния объекта исследования в процессе возведения конструкции. При этом, процесс сопровождается изменением температурных полей в материале конструкции, которые в свою очередь сопровождается физико-химическими явлениями кинетики и динамики тепловых процессов вследствие гидратации цементных компонентов.

Постановкой и решением данной задачи определяется и ее актуальность. Существующие в настоящее время нормативные документы (ГОСТы, СНиПы, технологические регламенты) не содержат программных продуктов, позволяющих учитывать изменения применяемых в диссертации параметров.

Современная справочная литература не дает нам сведений о том, когда исследователь стал учитывать в своих расчетах влияние изменения температурно-влажностных параметров на свойства веществ, с которыми ему приходилось иметь дело. В то же время, с большой степенью вероятности мы можем утверждать, что о роли воды и огня/холода в своей жизни он узнал намного раньше, чем научился ходить на двух ногах.

Научная новизна обозначена в пяти позициях:

- 1) «... исследование влияния неоднородности, вызванной зависимостью коэффициента теплопроводности бетона от степени его гидратации, на результатирующие температурные поля при возведении оболочек» [Кстати, не совсем понятно, что подразумевается под термином «результатирующие температурные поля»? Термин «возведение»

диссертант так же не конкретизирует, и читателю остается только делать предположение, что в данном случае подразумевается «строительство». По-видимому, этапы возведения конструкций предполагается осуществлять в соответствии с СП 63.13330.2018 «бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения СНиП 52-01–2003»];

- 2) «решение задачи определения напряженно-деформированного состояния конструкции с учетом послойности возведения»;
- 3) исследовано влияние технологических перерывов между укладкой слоев на значение величины максимальной температуры, а также – перепады температур между центром и поверхностью.
[К сожалению, автор не поясняет, что он подразумевает под перерывом между укладкой слоев];
- 4) предложен оригинальный подход к определению НДС трехслойной оболочки;
- 5) впервые решена задача НДС с учетом послойности возведения.

При этом диссертант определил, что для решения общей задачи ему необходимы исследования в четырех направлениях:

- 1) выбор основных модельных соотношений, определяющих закономерности кинетики изменения механических характеристик бетона и сравнение с данными экспериментов;
- 2) разработка методики расчета динамики нестационарных полей температур, учитывающей зависимость значения величины коэффициента теплопроводности от времени стадии возведения конструкции;
- 3) разработка алгоритмов расчета НДС в одномерной постановке;
- 4) разработка алгоритмов расчета НДС в двумерной асимметричной постановке.

Теоретическая значимость.

Несколько озадачивает трактовка данных пунктов работы. И если трактовка первого пункта понятна и приемлема, поскольку о явлении ползучести диссертант до этого ничего не упоминал, то позиция второго пункта о возможности пренебрежения зависимости коэффициента теплопроводности от степени гидратации непонятна. Ведь ранее, и в целях, и в новизне диссертант акцентирует на этой зависимости.

Непонятна и третья позиция: если эффект послойности приводит к незначительным изменениям перепадов температур, то непонятен смысл изучения этих явлений?

Методы исследования.

В данном абзаце диссертант приводит информацию о методах теоретического анализа, но, к сожалению, ничего не сообщает об экспериментальной стороне работы.

Основные положения, выносимые на защиту коррелируются с содержанием пунктов «Задачи исследования», «Научная новизна» и «Теоретическая значимость».

Установлено, что диссертация соответствует паспорту специальности 2.1.9 Строительная механика по пунктам 2 и 4.

Анализ диссертации.

Диссертационная работа состоит из четырех глав.

В первой главе приводится обзор работ, посвященных изучению теории и методам расчета железобетонных конструкций с учетом мгновенной и длительной нелинейности, а также исследования, в которых рассматриваются механизмы раннего трещинообразования и существующие методики расчета температурных полей и напряжений при возведении массивных монолитных конструкций. Здесь же приведены основные соотношения расчетной модели, определяющие зависимость физико-механических характеристик бетона от степени его зрелости C_m (Concrete maturity).

Валидация используемых соотношений выполнена на экспериментальных данных, представленных в отчете COIN Project норвежских ученых.

Следует подчеркнуть, что автор во введении добросовестно перечислил сделанные до него работы, на основе которых он проводил свои исследования.

Это позволяет рецензенту легко вычленить те новые моменты, на которых автор сконцентрировал свое внимание.

Вторая глава посвящена вопросам определения температурных полей при возведении толстостенных цилиндрических оболочек в одномерной и двумерной постановке. Исследуется влияние зависимости коэффициента теплопроводности бетона λ от степени гидратации ξ на результирующие температурные поля.

Решение задачи теплопроводности с учетом зависимости коэффициента теплопроводности бетона от степени гидратации выполняется методом конечных элементов. При конечно-элементной дискретизации дифференциальное уравнение теплопроводности сводится к системе дифференциальных уравнений.

Для анализа влияния изменения коэффициента теплопроводности бетона в зависимости от степени гидратации на результирующее температурное поле была решена тестовая задача в одномерной осесимметричной постановке для толстостенного цилиндра.

Переход от одноосного к двухосному напряженному состоянию для перечисленных задач выполняется на основе принципа суперпозиции.

Наконец, в завершении главы, соискатель для контроля достоверности результатов выполнялось двумерное конечно-элементное моделирование в программном комплексе ANSYS.

В третьей главе численно решаются задачи, посвященные теме определения напряженно-деформированного состояния при возведении толстостенных цилиндрических оболочек в одномерной осесимметричной постановке. Рассматривается случай плоского напряженного состояния (ПНС) и плоского деформированного состояния (ПДС).

В обоих случаях при наличии вынужденных деформаций ε_v , к которым относятся температурные деформации и деформации усадки, задача расчета радиально неоднородного цилиндра на каждом шаге по времени может быть сведена к дифференциальному уравнению второго порядка относительно приращения радиального напряжения $\Delta\sigma_r$. Задачи определения температурных полей и напряженно деформированного состояния решаются несвязно. Расчет напряжений во временной области выполняется после определения температурного поля пошагово. После определения приращений напряжений на каждом шаге они суммируются с напряжениями с предыдущего шага.

Четвертая глава представляет особый интерес тем, что здесь рассматриваются вопросы расчета НДС осесимметричных массивных монолитных конструкций в двумерной постановке с учетом неоднородности физико-механических характеристик. Решение выполняется методом конечных элементов с использованием треугольных и прямоугольных КЭ.

Соискателем предлагается задача расчета толстостенной цилиндрической оболочки при наличии внешнего ограничения на деформации, обусловленного примыканием к ранее изготовленному фундаменту, а также результаты расчета массивного монолитного фундамента ветрогенератора.

Расчет температурного поля выполнялся совместно с грунтовым массивом, который принимался цилиндрической формы радиусом 15 м

Для сравнения также приводится расчет при использовании данных по тепловыделению для медленноотвердеющего бетона с выводом о том, что замедление кинетики тепловыделения бетона не всегда позволяет снизить риск раннего трещинообразования. Большое значение также имеют условия окружающей среды, а также условия теплообмена на поверхностях конструкции.

Замечания по диссертации.

1. Приведенная в первой главе формула (1.6) записана ошибочно.
2. Глава вторая. Формула (2.1) определяет задачу нестационарной теплопроводности бесконечного цилиндра с объемным источником теплоты, равномерно распределенным по координатам. Заметим, что особой оригинальностью эта задача не отличается, поскольку ее изложение приводится во многих монографиях по теплотехнике. Например, Э.М. Карташов Аналитические методы теории теплопроводности. Кроме того, заметим, что выражение (2.1), (2.2) не могут представлять нестационарную краевую задачу, поскольку отсутствует запись начальных условий.
3. Представление краевой задачи теплопроводности в форме выражений (2.3) – (2.6) оригинальностью не обладает, поскольку давно известно, например, из книги А.В. Лыкова Теория теплопроводности.
4. Уравнение (2.11) – не физично.
5. Уравнение (2.22) – двумерная задача, а граничные условия (2.23) записаны не достаточно корректно.

6. Глава третья. Сформулированная задача представлена в форме дифференциального уравнения второго порядка, которая была получена академиком РААСН В.И. Андреевым, необходимо сделать соответствующие ссылки.

7. Не совсем понятно, каким образом меняются механические характеристики в процессе твердения бетона, какие предположения при этом были сделаны? Желательно было бы прояснить характер поведения кривых на начальном участке графиков рисунков 4.15, 4.17, 4.21.

8. Имеются небольшие замечания по оформлению. Автор не придерживается единого стиля для графиков (разная высота шрифта и его начертание).

9. При исследовании массивных плит, обычно используется гипотеза о равномерном распределении касательных напряжений. Автор использует в четвертой главе, без обоснований, несвязанную теорию.

10. К сожалению, автор достаточно скуп в пояснениях излагаемого материала. В частности, следовало бы обсудить прилагаемое к формуле (3.32) предположение о равенстве окружных деформаций стали и бетона. Равно, как и размышления о минимизации функции в формуле (3.40). Равенство нулю производной функции не дает информации о ее минимуме. Оно лишь определяет наличие экстремума, но никак не сведения о том, что максимум или минимум имеется.

11. К сожалению, имеются замечания по оформлению текста диссертации.

12. **Заключение**, к сожалению, не свободно от критики: в изложенных четырех позициях не приведено ни одного важного технического результата.

Выводы. Математическое моделирование работы железобетонных цилиндров с учетом искусственной неоднородности и физической нелинейности, использование при выводе разрешающих уравнений общей модели механики железобетона в сочетании с классическими уравнениями теории упругости, численный расчет оправдывает представление к защите данной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук в области строительной механики.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает основное содержание диссертации. Результаты диссертационной работы достаточно широко освещены в открытой печати, доложены на различных конференциях.

Достоверность полученных результатов обеспечивается строгой математической постановкой задачи, а также результатами сравнения экспериментальных данных других авторов и не вызывает сомнений благодаря применению современных методов исследований.

Общее заключение

Диссертация Зоалкфл Даниаля Аммаровича является самостоятельно выполненной, актуальной научно-исследовательской работой. Она содержит научную новизну, практическую значимость. В ней, на основании выполненных автором исследований, изложены научно обоснованные и технологические решения в области разработки алгоритмов и инженерных

методов расчета напряженно-деформированного состояния массивных железобетонных конструкций с учетом их геометрии, а также тепловых эффектов реакции гидратации. Диссертация является научной квалификационной работой, которая по своему содержанию и значимости соответствует требованиям, изложенным в п. 9-13 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделанные замечания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку работы.

Считаю, что **Зоалкфл Даниаль Аммарович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 Строительная механика.**

Официальный оппонент:

академик РААСН,
Заслуженный деятель науки РФ,
Лауреат премии Правительства
РФ в области науки и техники,
Почетный строитель России,
доктор технических наук,
профессор, Национальный
Исследовательский Московский
Государственный
Строительный Университет,
профессор кафедры "Технологии
и организация строительного
производства" (05.17.08.).
адрес: 129337, г. Москва,
Ярославское шоссе, д. 26
+7 (495) 781-80-07, факс: +7 (499)
183-44-38, e-mail: kanz@mgsu.ru



ФЕДОСОВ
Сергей
Викторович

Подпись Федосова Сергея Викторовича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры технологий и организации строительного производства НИУ МГСУ заверяю:

12.05.2025



НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
КАДРОВОГО ДЕЛОПРОИЗ-
ВОДСТВА УРП
А. В. ПИНЕГИН

