

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора
КорсунаВладимира Ивановича

на диссертационную работу **Фан Ван Фука** на тему:

«РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОЧНОСТИ ТОРЦОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОРПУСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения»

Официальному оппоненту для подготовки отзыва были представлены: диссертация на 132 страницах машинописного текста, включающая введение, четыре главы с основными выводами, списка использованной литературы из 106 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, 75 иллюстраций в виде рисунков, 20 таблиц, 2 акта о внедрении, автореферат диссертации на 23 страницах, копии 7 статей соискателя, опубликованных им лично и в соавторстве, в том числе в рецензируемых изданиях.

На основании рассмотрения предоставленных материалов формулируется заключение о том, что диссертация Фан Ван Фука на тему: **«Разработка эффективного метода расчета напряженного состояния и прочности торцовых элементов корпусов высокого давления для энергетических, строительных и специальных технологий»** содержит признаки научно-квалификационной работы, соответствующие паспорту специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения», и отвечает областям исследования, предусмотренным п.3 паспорта: «Создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций, наиболее полно учитывающих специфику воздействий на них, свойства материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности».

Актуальность избранной темы

Рецензируемая диссертация направлена на решение важной задачи разработки научно обоснованной методики расчета характеристик напряженного состояния и прочности торцовых элементов (ТЭ) корпусов высокого давления

(КВД), как одним из особо ответственных конструктивных элементов ядерных реакторов. Напряженно-деформированное состояние объектов данного типа является недостаточно изученным в части влияния ряда факторов: величины давления, геометрической формы, условий сопряжений, вида и характеристики материалов.

Корпуса высокого давления – это сложные многокомпонентные сооружения, которые включают в себя несущие силовые стенки, торцовые элементы, металлическую герметизирующую облицовку, теплоизоляцию и коммуникационные отверстия в торцевых элементах и стенках.

Исследования напряженно-деформированного состояния цилиндрических и сферических корпусов высокого давления из дисперсно-армированного железобетона с высоким содержанием арматуры с рассмотрением вариантов сопряжений торцевых элементов с силовыми стенками в виде шпонок, исключающих возможность смещения днища относительно стенок, и без шпонок с возможным их взаимным смещением, а также разработка соответствующих методов расчета представляются весьма актуальными.

Анализ и оценка содержания диссертации

Во введении изложены актуальность темы исследования, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, методы исследования, научная новизна и практическая значимость работы, изложены положения, выносимые на защиту, дано обоснование достоверности результатов работы, отмечены реализация и апробация работы.

В первой главе представлен достаточно полный обзор результатов экспериментальных и теоретических исследований конструкций корпусов высокого давления ядерных реакторов, изложено состояние вопроса в части развития методов проектирования корпусов высокого давления и других конструкций, работающих в условиях сложных деформаций, нагрузок и воздействий, обоснованы цель и задачи исследований.

Во второй главе диссертации представлено изложение методик и программы аналитических расчетов торцевых элементов при шпоночном и гладком сопряжениях с несущей силовой стенкой корпуса из тяжелого армоцемента. Приведены примеры апробации аналитических методов расчетов на практических примерах, представлено теоретическое обоснование аналитического

метода расчета торцовых элементов при шпоночном сопряжении с силовой несущей стенкой корпуса, исключающего смещения по конической поверхности.

В третьей главе представлены результаты численных исследований напряженного состояния торцовых элементов при действии внутреннего давления, в том числе изополя максимальных и минимальных напряжений, графики зависимости радиальных и тангенциальных напряжений от положения расчетных сечений на оси симметрии ТЭ.

На базе МКЭ в рамках программного комплекса разработаны оригинальные схемы, адекватно отражающие работу ТЭ в зависимости от наличия или отсутствия шпонок.

В четвертой главе диссертации представлены данные сопоставления результатов расчетов ТЭ аналитическими и численным методами, представленные соответственно в главах 2 и 3 диссертации.

Приведенные сопоставления результатов расчетов свидетельствуют, в целом, об их удовлетворительном соответствии. Показано, что в железобетонных торцовых элементах со шпонками возникает неоднородное напряженное состояние с растянутой и сжатой зонами, которое характерно для конструкций балочного типа. Это определяет необходимость расчетного армирования таких конструкций в растянутой зоне.

В заключении представлены основные выводы по диссертации, которые отражают основные результаты выполненных исследований, подтверждают достижение поставленной цели и решение соответствующих задач. Представлено изложение предложений по направлениям дальнейшей разработки избранной соискателем темы исследований.

Оценка степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений. Представленный диссидентом обстоятельный аналитический обзор экспериментально-теоретических исследований позволил обоснованно выбрать направление исследований, сформулировать цель и задачи диссертационной работы.

Для решения поставленных задач принят комплексный метод, включающий применение экспериментальных данных отечественных исследователей и теоретические исследования автора с применением аналитических методов расчета и методов численных исследований с применением современных эффективных пакетов прикладных программ для расчетов строительных конструкций.

Полученные автором результаты теоретических исследований составили надежную основу для решения практически важной задачи разработки инженерной методики расчета конструкций исследуемого типа.

Основные результаты исследований достаточно полно опубликованы в 7 научных статьях и прошли апробацию в обсуждениях на 3 научных конференциях.

Достоверность представленных в диссертации основных результатов и выводов подтверждается данными сопоставления результатов расчетов конструкций по различным методикам, а также удовлетворительным соответствием результатам экспериментальных исследований, полученным другими исследователями.

Новизна научных результатов

Представленные в работе результаты в полной мере отвечают признакам научной новизны так как содержат новые, полученные теоретически по разным методикам расчета данные о влиянии на характеристики напряженно-деформированного состояния и прочность торцовых элементов КВД ряда значимых факторов – величины распределенного давления на конструкции, условий их сопряжения с силовыми стенками.

Практическая значимость работы заключается в обосновании научно обоснованных методик аналитического расчета и конечно-элементного расчета с применением современных программных вычислительных комплексов.

Обоснованность выводов и рекомендаций

Основные выводы, представленные в заключении, отражают основные результаты выполненных исследований, логически вытекают из содержания диссертации и подтверждают достижение поставленной цели и решение поставленных в диссертации задач. Рекомендации по расчету и конструированию торцовых элементов КВД основаны на обобщении заимствованных результатов экспериментальных исследований и результатов теоретических исследований автора и прошли достаточную апробацию в обсуждениях на научно-технических конференциях.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Материалы диссертации содержат обстоятельный анализ результатов теоретических исследований характеристик сложного напряженно-деформированного состояния торцовых элементов конструкций по различным методикам в зависимости от значимых факторов влияния: величины нагрузки,

условий сопряжений с силовыми стенками, с учетом физической нелинейности деформирования железобетона.

. Результаты исследований автора используются в учебном процессе ФГБОУ ВО СПбГАСУ при подготовке специалистов для строительства уникальных зданий и сооружений. Результаты исследований автора приняты также к внедрению в ООО «ИНВЕСТИЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВО EVECON».

Замечания по тексту диссертации.

1. В названии темы диссертации ключевым словом является «разработка», что означает процесс. Тема диссертации должна представлять главный результат работы.
2. При формулировке задач диссертации нечетко сформулированы факторы влияния на напряженно-деформированное состояние торцевых элементов КВД, которые составляют основу научных исследований автора.
3. В тексте диссертации неоднократно применяются стилистически некорректные термины типа: «численные расчеты», «сравнение результатов расчета». Встречаются также опечатки и несогласованность падежных окончаний слов.
4. При разработке аналитических методов расчета применены для бетона критерии прочности П.П. Баландина и Рихарда-Бранцаега-Брауна. При использовании в численных исследованиях программного комплекса ANSYS применялся для бетона критерий прочности Друкера-Прагера. При учете влияния двухосного сжатия на прочность бетона при разработке конечно-элементной модели ТЭ использованы (стр. 86 диссертации) предложения Н.И. Карпенко соответственно его критерию прочности.

Применение в расчетах торцевых элементов четырех критериев прочности для бетона является дополнительным фактором влияния на результаты расчетов. Следовало бы выполнить сопоставительный анализ соответствия примененных критериев прочности для характерных для торцевых элементов видов объемных напряженных состояний и оценить влияние возможных расхождений на конечные результаты расчетной оценки характеристик напряженно-деформированного состояния конструкций.

5. При оценке характеристик напряженного состояния железобетонного торцевого элемента на основе критерия Рихарда-Бранцаега-Брауна

значение коэффициента эффективности бокового давления k принято фиксированным и равным $k=4$ без обоснования этой величины.

6. Выбор автором диссертации условий прочности для бетона выполнен без достаточного обоснования критериев этого выбора. Примененные автором условия прочности П.П. Баландина и Друкера-Прагера являются собой параболоиды вращения, равнонаклонные к координатным осям.

Автором оставлены без внимания исследования Е.С. Лейтеса и Н.И. Карпенко, выполненные под руководством А.А. Гвоздева, в которых показано, что для бетона наиболее приемлемой геометрической формой критерия прочности является не ротационная поверхность, а составная поверхность, сочлененная из трех лепестков.

7. Моделирование шпоночного соединения днищ со стенками КВД в расчетной конечно-элементной модели конструкции осуществляется введением специального ортотропного слоя конечной толщины с пониженным в 35 раз значением модуля упругости материала в радиальном и тангенциальном направлениях. Не приведено обоснования данной величины снижения.

8. В диссертации представлена методика аналитического расчета толстых плит с двумя типами опираний на действие равномерно распределенной нагрузки. При этом необходимо оценивать результаты выполненных автором расчетов торцевых элементов как условные, так как не рассмотрено влияние такого важного фактора, как воздействие повышенных температур на конструкции. Температурные перепады по толщине конструкции обусловливают проявление неоднородности физико-механических и реологических свойств бетона и арматуры, возникновение дополнительных температурных усилий и, в совокупности, существенно изменяют напряженно-деформированное состояние конструкции.

Заключение

Текст диссертации написан лаконично и, в целом, технически грамотно. Отмеченные замечания не носят принципиального характера, не снижают ценности полученных автором результатов и не влияют на общую оценку диссертационной работы. Диссертация выполнена на хорошем научном уровне, представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой содержатся решения задач разработки методов расчетной оценки напряженного состояния и прочности

ответственных конструкций корпусов высокого давления, что имеет важное значение для развития теории и практики проектирования строительных конструкций энергетических объектов.

Автореферат диссертации по содержанию и оформлению соответствует требованиям ВАК и ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертация на тему «Разработка эффективного метода расчета напряженного состояния и прочности торцовых элементов корпусов высокого давления для энергетических, строительных и специальных технологий» отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а автор диссертации, **Фан Ван Фук**, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Настоящим даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Официальный оппонент,
доктор технических наук по специальности
05.23.01 – «Строительные конструкции,
здания и сооружения», профессор,
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого»,
профессор Высшей школы промышленного,
гражданского и дорожного строительства
Инженерно-строительного института

195251, г. Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, д. 29, Гидрокорпус-2, ауд.204
тел. +7-921-757-82-60 ; 535-79-92
E-mail: korsun_vi@mail.ru

14.
V



Владимир Иванович Корсун
УДОСТОВЕРЯЮ
Ведущий специалист
по кадрам. Вед. кадровый
«04.12.2019 г.

Подпись профессора Корсунова В.И. удостоверяю: