

ОТЗЫВ

*на диссертационную работу Хаиохожева Казбека Нарзановича
«Совершенствование расчета трубобетонных колонн с учетом физической
нелинейности», представленную на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности: 2.1.9. Строительная механика*

Актуальность и научная новизна диссертации.

В современном строительстве имеет место тенденция увеличения высоты сооружений и пролетов перекрытий. Это требует применения колонн, обладающих высокой несущей способностью при малых поперечных сечениях. Одно из решений этой проблемы – это применение трубобетонных конструкций. Причина высокой эффективности трубобетонных конструкций кроется в ряде положительных качеств, которыми они обладают. Это пластический характер разрушения даже при использовании высокопрочных бетонов, отсутствие необходимости в опалубочных работах, повышение несущей способности бетона за счет его бокового обжатия стальной оболочкой и т.д.

В тоже время интенсивное внедрение трубобетонных конструкций в отечественную строительную отрасль сдерживается по причине отсутствия достаточно надежных методов расчета. Частично этот недостаток был устранен с введением СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные», однако там содержатся методики расчета только для колонн круглого сечения. Широко применяются также трубобетонные колонны (ТБК) квадратного и прямоугольного сечения, и кроме того, разработаны колонны кольцевого сечения с предварительно обжатым бетонным ядром, для которых в действующих нормах отсутствуют рекомендации по расчету. Большинство существующих методов расчета базируется на эмпирическом подходе, используемые при этом расчетные зависимости будут применимы только при конкретном конструктивном решении (например, отсутствие армирования бетонного ядра) и виде бетона. Одним из надежных способов прогнозирования несущей способности трубобетонных конструкций является конечно-элементное моделирование. Однако такой подход требует проведения анализа в трехмерной физически

нелинейной постановке, что приводит к большим затратам времени при подготовке расчетной модели и непосредственно самом расчете.

Таким образом, разработка более простых, но в то же время учитывающих все особенности работы трубобетонных конструкций методов их расчета является актуальной задачей.

Диссертация К.Н. Хашхожева ставит своей целью решение данной задачи на основе наиболее общих моделей механики бетона и железобетона, и такая постановка, несомненно обладает научной новизной. Впервые при анализе несущей способности трубобетонных колонн применяется теория Г.А. Гениева.

Важным достоинством работы является также сведение трехмерной задачи конечно-элементного расчета трубобетонных колонн к двумерной, что существенно сокращает время вычислений. Большое значение имеют проведенные автором численные эксперименты, позволившие определить области эффективной работы внецентренно сжатых колонн круглого и квадратного поперечного сечения.

Достоверность выводов и результатов исследования.

Достоверность подтверждается строгой математической постановкой задачи, проверкой выполнения всех граничных условий, сравнением теоретических расчетов с результатами многочисленных экспериментов других авторов, а также моделированием в конечно-элементном комплексе ЛИРА.

Практическая значимость результатов работы.

Практическую ценность представляют разработанные автором методики расчета, реализованные в виде пакета прикладных программ в среде MATLAB, выявленные автором ранее не изученные особенности напряженно-деформированного состояния ТБК, а также области их рационального применения.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа изложена на 138 машинописных страницах (с 3 приложениями) и состоит из введения, 4 глав, выводов и списка литературы из 85 наименований. Работа снабжена большим количеством графиков (70 рисунков) и изложена грамотным научным языком, характерным для специалиста высокой квалификации. Содержание глав диссертации детально

раскрывает и обосновывает решение каждой из поставленных автором задач и защищаемых положений.

Содержание диссертации. Диссертация состоит из четырех глав. В *первой главе* приводится обзор работ, посвященных тематике диссертации. Рассматриваются конструктивные особенности трубобетонных конструкций, а также характерные особенности их работы под нагрузкой, существующие методы расчета. Во *второй главе* представлена численно-аналитическая методика определения несущей способности центрально сжатых колонн круглого сечения, и выполнено сравнение с некоторыми аналитическими методами, включая методы, приведенные в СП и в Еврокодах. Помимо колонн круглого сечения рассмотрены конструкции кольцевого сечения, для которых расчет базируется на решении задачи Ламе для радиально неоднородного цилиндра.

Третья глава посвящена вопросам расчета трубобетонных колонн круглого и кольцевого сечения. Решение автором выполняется при помощи метода конечных элементов, показан переход от трехмерной задачи к двумерной, что позволило повысить скорость результатов без снижения точности.

В *четвертой главе* изложены вопросы расчета трубобетонных колонн квадратного и прямоугольного поперечного сечения. Выполняется сравнение авторской методики с результатами экспериментов А.Л. Кришана и А.С. Мельничука, а также других авторов.

Общая оценка выполненной работы (в соответствии с требованиями ВАК).

Все поставленные автором вопросы рассмотрены достаточно подробно, изложены четко и аргументировано. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Личный вклад соискателя включает:

- сбор, систематизацию, анализ и обобщение обширной информации по исследуемой проблеме;
- разработку методик расчета трубобетонных колонн при центральном и внецентренном сжатии с учетом физической нелинейности и ползучести;

- разработку численного алгоритма расчета, создание программы для расчетов в пакете MATLAB;

- проведение численных экспериментов и сопоставление с натурными экспериментами других авторов.

Все это заметно выделяет эту работу в ряду аналогичных исследований и позволяет *положительно оценить личный вклад соискателя.*

Качество оформления диссертации

Диссертация выполнена на современном уровне с использованием компьютерных технологий, что обеспечило высокое качество оформления. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации. Работа хорошо иллюстрирована и оформлена.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Предлагаемая автором в главе 2 модель расчета центрально сжатых колонн круглого и кольцевого сечения идеализирует взаимодействие стальной оболочки и бетонной обоймы: деформации бетона приравниваются к деформациям стали, проскальзывание не учитывается.

2. В диссертации не приведены используемые в расчетах диаграммы «напряжения-деформации» бетона.

3. В главе 2 при описании определяющих соотношений теории Гениева приведена формула предельной интенсивности касательных напряжений при чистом сдвиге $T_c = \sqrt{R_b R_{bt}} / 3$, которая соответствует частному случаю этой теории – критерию прочности П.П. Баландина. Никаких пояснений в диссертации по данному моменту нет.

4. В главе 3 нет пояснений, почему не учитывается вращательная степень свободы у стержневых КЭ, моделирующих работу стальной обоймы.

Высказанные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе. Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему и отличающееся новизной полученных результатов. Выводы по диссертации позволяют оценить научный уровень как современный и достаточно высокий.

О достаточности и полноте публикаций по теме диссертации.

Автором опубликовано 7 статей по теме диссертации из которых 5 в изданиях, включенных в перечень рекомендованных ВАК для опубликования

результатов диссертационного исследования и 2 в журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science. Работа обсуждалась на конференциях и семинарах различного уровня.

Выводы.

Диссертация на тему «Совершенствование расчета трубобетонных колонн с учетом физической нелинейности» Хашхожева К.Н. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему и соответствует, на мой взгляд, требованиям ВАК к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Считаю, что ее автор, Хашхожев Казбек Нарзанович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Официальный оппонент

кандидат технических наук (2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения), доцент кафедры «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

Шарафутдинов Линар Альфредович

Подпись Л.А. Шарафутдинова заверяю



15.08.2023

Исмагелова Л.О.