

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор,
генеральный конструктор
ОАО «Турбонасос»,
доктор технических наук,
профессор Валюхов С.Г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ОАО «Турбонасос» на диссертационную работу Афанасьева Александра Александровича «Задачи определения напряженно-деформированного состояния вращающихся дисков», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела»

Общая характеристика работы

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет».

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 102 наименований. Работа изложена на 124 страницах машинного текста, содержит 67 рисунков и 3 таблицы.

Диссертационная работа представляет собой логично выстроенное и завершенное научное исследование упругопластического напряженно-деформированного состояния вращающихся дисков и приближенных методов решения подобных задач.

По объему и структуре работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук.

Актуальность темы

Актуальность проблем упругопластического деформирования материалов обусловлена наличием подобных явлений в задачах различных областей техники, создаваемых новых конструкциях в авиационной, аэрокосмической, автомобильной, добывающей промышленности, а также в ряду других задач научно-технического характера. Проблема упругопластического деформирования вращающихся дисков является одной из сложных и актуальных с точки зрения приложений проблем механики деформируемых твердых тел. Это связано с тем, что во многих высоконагруженных механизмах возникают пластические деформации, которые могут сказаться на надежности их работы. Поэтому диссертационная работа Афанасьева А.А., направленная на установление закономерностей упругопластического деформирования вращающихся дисков, является актуальной.

Структура диссертации

Во введении описаны актуальность темы, цели исследования, научная новизна, а также выносимые на защиту результаты исследования.

В первой главе дается описание подходов, используемых в пакетах автоматизированного конструирования, в основе которых лежит метод конечных элементов. Постановка задачи метода конечных элементов рассмотрена на примере задачи о равновесии треугольного цилиндрического элемента. Проводится верификация метода, предлагаемого для решения задач о вращающихся дисках, с помощью известных аналитических решений в упругой постановке. Показано, что предлагаемая методика в сочетании с пакетом ANSYS дает высокую точность расчета, удовлетворяющую всем требованиям современных прикладных задач.

Во второй главе рассматривается упругопластическое плосконапряженное состояние сплошного и кольцевого вращающихся дисков. Систематизированы известные ранее подходы по вычислению напряженно-деформированного состояния дисков. Классические методы исследования упругопластического состояния основаны на условии пластичности Треска. Автором рассматривается математическая модель, включающая условие пластичности Мизеса. Исследовано три различных модели материала: без упрочнения, линейно изотропно упрочняющийся материал и материал, поведение которого описывается истинной диаграммой растяжения. Получены формулы для вычисления предельных оборотов вращения для кольцевого и сплошного диска. Формулы построены для условия пластичности Мизеса и учитывают упрочнение материала.

В третьей главе исследуется осесимметричное напряженно-деформированное состояние сплошного диска постоянной толщины. Классические методы расчета дисков используют гипотезу о постоянстве напряжений по толщине диска. Изучена зависимость напряженно-деформированного состояния от относительной толщины диска. Результаты решения задачи позволяют определить ту относительную толщину диска, при которой компонентами напряжений τ_{rz} и σ_z пренебрегать уже недопустимо, что, в свою очередь, позволяет показать, для какой относительной толщины диска справедлива описанная выше гипотеза. Кроме того решена междисциплинарная задача об упругопластическом диске, вращающемся в ограниченном пространстве, заполненном вязкой несжимаемой жидкостью. Здесь в одну математическую модель входят задачи из двух смежных отраслей науки: механики жидкости и газа и механики деформируемого твердого тела. Исследовано влияние получаемого распределения давления жидкости на напряженно-деформированное состояние диска. Решение связанной задачи позволило уточнить некоторые вопросы определения момента сил трения диска. Показана неточность в формуле достаточно широко применяемой на практике.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе, а также те, которые вынесены автором на защиту.

Основные научные результаты:

1. Сформулирована и решена связанная задача о диске, вращающемся в ограниченном пространстве, заполненном вязкой несжимаемой жидкостью. Исследовано влияние давления жидкости на напряженно-деформированное состояние диска.

2. Предложен и верифицирован метод решения упругих и упругопластических задач о вращающихся дисках средствами автоматизированного конструирования. Получены решения для упругопластического состояния диска для случая плоского напряженного состояния, осесимметричной задачи, связанной задачи механики жидкости и газа и механики деформируемого твердого тела. Во всех задачах использовано условие пластичности Мизеса.

3. Получены формулы для определения оборотов потери несущей способности сплошного и кольцевого диска.

4. Исследовано напряженно-деформированное состояние, реализующееся в осесимметричном вращающемся диске, в зависимости от его относительной толщины.

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

- получено распределение напряжений, деформаций и перемещений для вращающегося упругопластического сплошного и кольцевого диска для плоского напряженного состояния. Использовалось условие пластичности Мизеса для трех моделей материала: без упрочнения, линейно изотропно упрочняющегося материала и материала, учитывающего истинную диаграмму растяжения.

- получены формулы для определения предельных оборотов вращения сплошного и кольцевого диска, более чем на 8% уточняющие существующие общепринятые формулы. Полученные формулы основаны на условии пластичности Мизеса, и в них включен учет упрочнения материала.

- получено решение упругопластической задачи в рамках теории течения для условия пластичности Мизеса для осесимметричного диска постоянной толщины. Исследована зависимость напряженно-деформированного состояния диска от его относительной толщины. Показано, до какого значения относительной толщины диска справедлива гипотеза о постоянстве напряженно-деформированного состояния по толщине диска.

- построена математическая модель и решена связанная задача для упругопластического диска, вращающегося в ограниченном пространстве, заполненном вязкой несжимаемой жидкостью.

- на основе решения связанной задачи уточнена методика определения момента сил трения диска и показана неточность в формуле, широко применяемой инженерами.

Степень обоснованности научных положений и выводов

Выполненные аналитические и численные расчеты обоснованы строгой формулировкой математической модели, корректной математической постановкой задачи, правильностью применения математического аппарата и программного обеспечения. Полученные автором диссертации результаты воспроизводимы и коррелируют с известными результатами по вращающимся упругопластическим дискам.

Практическое значение результатов

Практическая значимость заключается в том, что результаты диссертации могут быть использованы при создании конструкций авиационной, аэрокосмической техники, при проектировании различных энергетических установок, в автомобильной и добывающей промышленности. Исследованные математические модели также можно использовать для верификации создаваемых пакетов автоматизированного конструирования. Материалы диссертации могут использоваться при чтении спецкурсов по компьютерному моделированию.

Публикации

Автореферат и опубликованные работы отражают основные положения диссертации. Результаты работы (8 публикаций) достаточно полно представлены в журналах, в том числе рекомендованных ВАК РФ (2 публикации: Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология»; Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика, Математика), а также в сборниках трудов международных и всероссийских конференций (6 публикаций).

Общие замечания:

1. В работе рассмотрена только одна модель материала, поведение которого описывается истинной диаграммой растяжения. Следовало рассмотреть несколько различных материалов, в том числе с развитой площадкой текучести и сформулировать рекомендации по выбору материала для дисков.
2. Желательно провести сравнение полученных результатов с экспериментальными данными.

Оценка качества оформления работы

Диссертация написана грамотным научным языком, оформлена с использованием достаточного количества иллюстраций и графиков. Выдержана логическая последовательность изложения: обзор литературы, описание объектов и методов исследования, решение конкретных задач, обсуждение результатов, выводы. Обзор литературы дает полное представление о современном состоянии выбранного направления исследований.

Заключение

Сделанные выше замечания не могут изменить общую положительную оценку работы, в которой приведено решение важной научно-практической задачи по исследованию упругопластического состояния вращающихся дисков.

Диссертация Афанасьева Александра Александровича «Задачи определения напряженно-деформированного состояния вращающихся дисков» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, содержит новые научные результаты, обладающие теоретической значимостью и имеющие практическую ценность. Сформулированные выводы достаточно обоснованы, полученные результаты в полной мере отражены в имеющихся авторских публикациях, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры механики и компьютерного моделирования Воронежского государственного университета в рамках темы: «Разработка математических моделей и эффективных аналитических и численных методов решения статических и динамических задач механики деформируемых сред сложной структуры». Исследование соответствует п.5 «Теория упругости, пластичности и ползучести», п. 8 «Математические модели и численные методы анализа применительно к задачам, не допускающим прямого аналитического исследования» области исследования паспорта специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

В диссертационной работе Афанасьева А.А. содержится решение задачи, имеющей важное теоретическое и практическое значение, она вносит существенный вклад в развитие теории пластичности. По актуальности поставленной задачи, новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Афанасьева А.А. «Задачи определения напряженно-деформированного состояния вращающихся дисков» полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор заслуживает

присуждения искомой степени по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела».

Отзыв подготовили:

Начальник расчетно-экспериментального
отдела ОАО «Турбонасос»



(Дедов С.А.)

Главный конструктор ОАО «Турбонасос»



(Веселов В.Н.)

Отзыв на диссертационную работу заслушан и обсужден на заседании
НТС ОАО «Турбонасос» 26 ноября 2015 г. протокол № 3

Ученый секретарь НТС
ОАО «Турбонасос», к.т.н.



(Ярославцев С.В.)

*Полнота и качество выполненной
работы ОАО «Турбонасос»
Васюкова С.Г. удостоверяю*

*Исполнитель службы управления персоналом
Старший специалист по персоналу Н. Ю.*

Адрес: 394052, Россия, г. Воронеж, ул. Острожская, 107

Телефон: (473) 272-76-07

e-mail: info@turbonasos.ru

