

ОТЗЫВ

научного руководителя Красноруцкого Дмитрия Александровича
на диссертацию Нгуен Мань Кыонг

«Методика расчета статического и динамического деформирования осесимметричных оболочек вращения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»

Диссертационная работа Нгуен Мань Кыонг посвящена разработке новой методики расчета статического и динамического деформирования осесимметричных оболочек вращения, в частности, взаимодействующих с идеальной несжимаемой жидкостью. Конструкции авиационной и ракетно-космической техники часто содержат тонкостенные элементы (оболочки). Анализ напряженно-деформированного состояния, в той или иной мере, является обязательной процедурой на всех этапах от создания до эксплуатации летательного аппарата. В частности, при проектировании ракет-носителей с жидкостным ракетным двигателем одной из важных задач является обеспечение продольной устойчивости на активном участке полета. Если частота колебаний расхода топлива будет близка к собственной частоте колебаний топливного бака, то могут возникнуть нарастающие по амплитуде продольные колебания и разрушить всю конструкцию. Для предотвращения этого явления принимаются специальные меры, основанные на анализе математической модели всего аппарата, в которой топливные баки вносят существенный вклад. Топливные баки ракет и космических аппаратов, как правило, имеют форму осесимметричных оболочек вращения, методика расчета которых разработана в данной диссертационной работе.

Методы анализа деформирования тонкостенных конструкций очень хорошо развиты и широко представлены в научной литературе. Наиболее популярным методом расчета деформирования оболочек является метод конечных элементов (МКЭ). Он реализован в десятках зарубежных и отечественных пакетах прикладных программ. Если с расчетом статического деформирования оболочек все довольно однозначно, то при решении задач о динамическом взаимодействии оболочек с жидкостью возникают существенные различия результатов моделирования разными методами одних и тех же тестовых задач. Это объясняется плохой обусловленностью матриц МКЭ при моделировании жидкости. Метод граничных элементов (МГЭ) тоже имеет свои особенности и ограничения при программной реализации на ЭВМ. Поэтому учеными создаются и развиваются альтернативные МКЭ-МГЭ

методы расчета гидроупругих колебаний оболочек. Один из таких альтернативных подходов разработал Нгуен Мань Кыонг в данной диссертационной работе.

Нгуен Мань Кыонг работает в академии противовоздушной обороны и военно-воздушных сил Вьетнама с 2012 года в должности преподавателя дисциплин, связанных с прочностью авиационной техники, женат, есть ребенок. Прибыл в Россию в 2019 г., и начал изучать русский язык. Поступил в аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» в 2020 г. на специальность 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов». Ему была поставлена задача получить линейные и нелинейные уравнения деформирования осесимметричных оболочек вращения из общих уравнений оболочек произвольной геометрии, провести исследование сходимости и корректности получаемых результатов расчета. При сопоставлении численных решений нелинейных уравнений с ANSYS стало очевидно, что современные конечные элементы учитывают эффект утонения при растяжении, поперечный сдвиг и используют логарифмическую меру деформации. Поэтому для сопоставления результатов расчета во всем диапазоне нагрузок нужно было учесть эти эффекты в новых уравнениях. Для решения практической задачи – создания инструмента для оперативного расчета динамических характеристик топливных баков, была поставлена задача разработать методику расчета гидроупругих колебаний на основе современных численных методов. С поставленными задачами Нгуен Мань Кыонг успешно справился.

Предложенная в диссертации методика расчета гидроупругих осесимметричных колебаний ортотропных оболочек вращения базируется на уравнениях деформирования, полученных диссертантом из общих уравнений оболочек для разрешающих функций в глобальной системе координат и использующих вектор Эйлера для описания поворотов. Полученные уравнения учитывают эффект утонения при больших продольных деформациях, а также поперечный сдвиг, что продемонстрировано в диссертационной работе на примерах расчета тестовых задач и сопоставлении с ANSYS. Для моделирования движений идеальной несжимаемой жидкости используется классическая постановка для потенциала перемещений. Совместная краевая задача для оболочки и жидкости решается численно на основе современной разновидности метода конечных разностей (МКР), в которой весовые коэффициенты разложения дифференциального оператора в центральной точке шаблона определяются через соседние узлы с помощью

сплайн-интерполяции радиальными базисными функциями (англ. название метода – RBF-FD).

В процессе работы над диссертацией Нгуен Мань Кьонг стал квалифицированным научным работником, способным грамотно решать поставленные задачи. Результаты работы – уравнения и численная методика внедрены в программный комплекс, предназначенный для расчета стержневых, а с недавнего времени и оболочечных конструкций. Программа позволяет производить расчет гидроупругих осесимметричных колебаний оболочек вращения с геометрией меридиана любой сложности, в том числе связок баков с подкреплением шпангоутами и дополнительными массами. Подход будет развиваться на общий случай произвольной геометрии оболочек.

Считаю, что диссертационная работа Нгуен Мань Кьонг является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней». Ее автор, Нгуен Мань Кьонг, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.14 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент

доцент кафедры «Прочность летательных аппаратов»

Новосибирского государственного технического университета



Дмитрий Александрович Красноруцкий

«16» апреля 2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет». Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20.

Тел. (383) 346-08-43 (общий отдел), e-mail: rector@nstu.ru

Подпись Красноруцкого
Начальник отдела кадров

