

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Пак Сонги**«Статическая и динамическая устойчивость****тонкостенных конструкций, содержащих жидкость»,**

представленной к защите на соискание ученой степени

кандидата технических наук

по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела»

В автореферате диссертационной работы Пак Сонги приведена постановка и представлены сведения об используемых методах решения задач по исследованию упругой устойчивости оболочек вращения, заполненных жидкостью или взаимодействующих с жидкостью, при действии осесимметричных статических и динамических нагрузок. Жидкость принимается несжимаемой, а ее движение потенциальным. Применяется теория тонких упругих оболочек. Учитывается начальное напряженно-деформированное состояние оболочки, вызываемое действием статической нагрузки, давлением наддува газовой полости и гидростатическим давлением жидкости.

Для исследования устойчивости при статическом нагружении оболочки применяется динамический подход. Критерием потери устойчивости является достижение нулевого значения низшей из собственных частот при критическом значении варьируемого параметра конструкции или характеристики нагрузки. Выписаны общие соотношения, используемые при определении энергии деформаций оболочки с удержанием квадратичных членов по перемещениям при колебаниях относительно статического напряженно-деформированного состояния. Определение собственных частот и форм упругих колебаний основывается на смешанном вариационном принципе, применение которого обеспечивает также выполнение кинематического условия для скорости жидкости и оболочки по нормали к ее поверхности.

Трехмерная задача сведена к двумерной путем разложения в ряд Фурье по окружной координате. Расчет статического напряженно-деформированного состояния и собственных частот выполняется методом конечных элементов в среде табличного процессора Excel с помощью программы на языке Visual Basic for Applications. Для форм упругих колебаний с различным числом волн по окружной координате определяются низшие собственные значения и строятся графики для выявления критических величин варьируемых параметров.

Для осесимметричного гармонического воздействия силового или кинематического характера на оболочку с жидкостью исследуется

возбуждение несимметричных форм упругих колебаний с различным числом волн по окружной координате. При проведении испытаний тонкостенных оболочечных конструкций с жидкостью такие колебания появляются почти всегда, причем их амплитуды могут быть сравнимы с амплитудами осесимметричных форм колебаний. Показывается, что возбуждение таких колебаний может быть связано с параметрическим резонансом.

Для исследования параметрических резонансов система нелинейных модальных уравнений записывается с учетом квадратичных и кубических членов, связывающих разные формы упругих колебаний. Коэффициенты этих уравнений вычисляются в программе расчета собственных частот и форм колебаний. Методом гармонического баланса оценивается критическое значение амплитуды осесимметричного воздействия, и в плоскости частота-амплитуда проводится построение границы области неустойчивости несимметричной формы колебаний в зоне главного параметрического резонанса.

Для уточненного построения границ параметрического резонанса предлагается метод численного интегрирования нелинейных модальных уравнений. Интегрирование осуществляется при весьма малой начальной величине обобщенной координаты учитываемой формы несимметричных колебаний. Такой подход позволяет расширить исследуемую частотную область и выявить области не только основного параметрического резонанса, но и области резонансов более высокого порядка.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений. Проведенные исследования имеют научную и практическую значимость. Достоверность полученных результатов основывается на строгой математической постановке решаемых задач, проверенных современных методах их решений и сравнении с имеющимися численными и экспериментальными данными.

В автореферате изложены выдвигаемые на защиту основные положения и результаты исследований, дающие достаточно полное представление о диссертации. Полученные научные результаты опубликованы в виде докладов на различных конференциях, в изданиях из списка ВАК и в журналах, индексированных в Scopus.

Имеются принципиальные замечания:

1. Правильнее говорить о силах тяжести и гидростатического давления, а не о действии сил гравитации. Если «вся система находится под действием однородного гравитационного поля», то эта система и жидкость в ней будут в состоянии невесомости. Положение свободной поверхности жидкости в покое определяется направлением главного вектора всех других действующих на объект сил, кроме сил гравитации.
2. Полученные результаты справедливы для реальных жидкостей при больших числах Рейнольдса, что равносильно принятому допущению об идеальности жидкости. Влияние жидкости на устойчивость оболочки при квазистатической нагрузке проявляется только через гидростатическое давление.

3. Так как колебания жидкости принимаются малыми, то допустимо применение потенциала смещений, но общепринято использование потенциала скоростей, что не встречает никаких трудностей.

4. В общем случае на свободной поверхности жидкости ставится условие постоянства давлений, но, как представляется, все расчеты проведены без выполнения этого условия, а влияние волн на свободной поверхности ничтожно во всех рассмотренных случаях.

Сделанные замечания не препятствуют положительной оценке работы. Представленная квалификационная работа, судя по автореферату диссертации и поверхностном ознакомлении с диссертационной работой, отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Пак Сонги, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела».

Доктор физико-математических наук,
начальник отдела АО «ЦНИИмаш»

 В.А. Бужинский

Адрес места работы:

141070, г. Королев Московской области, ул. Пионерская, д. 4.

Тел.: 8(495)513-48-57, e-mail: dd5556@tsniimash.ru

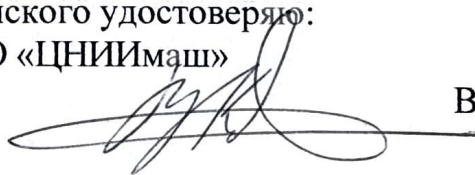
Специальность ВАК, по которой защищена диссертация,
01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Я, Бужинский Валерий Алексеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертационной работы Пак Сонги, и на дальнейшую их обработку

Подпись доктора физико-математических наук,
начальника отдела В.А. Бужинского удостоверяю:

Главный ученый секретарь АО «ЦНИИмаш»
доктор технических наук





В.Ю. Ключников

« 15 » 12 _____ 2023 г.