

КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АППАРАТОВ И ТРУБОПРОВОДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Майский С.Н., Луганцев Л.Д.

Московский государственный университет инженерной экологии

Традиционные методы расчета статической прочности аппаратов и трубопроводов высокого давления, основанные на оценке номинальных напряжений, оказываются недостаточными в условиях переходных и форсированных режимов эксплуатации, связанных с периодическими остановками и последующими пусками агрегатов. Повторные воздействия механической нагрузки и нестационарного температурного поля могут вызывать в ряде случаев упругопластическое деформирование элементов конструкций и приводить к накоплению усталостных и квазистатических повреждений.

Проточную часть корпуса аппарата рассматриваем как толстостенный цилиндр. В стенке цилиндра возникает нестационарное температурное поле, которое вызывает изменяющееся во времени напряженно-деформированное состояние изделия. Интенсивность напряжений при этом может превосходить предел текучести конструкционного материала. Практическая невозможность экспериментального исследования кинетики напряженно-деформированного состояния изделия, связанная с большой скоростью изменения температурного поля, делает актуальным применение методов компьютерного мониторинга для решения данной проблемы.

Математическую модель температурного поля в стенке цилиндра, включающую уравнение теплопроводности, начальное и граничные условия, строим на основе теории нестационарной теплопроводности [1].

Численное решение краевой задачи выполняем методом конечных разностей, получая в результате функции распределения температуры по толщине стенки цилиндра для заданных моментов времени $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k \dots$

Полученные функции распределения температуры в цилиндре используем для решения задачи об изменении напряженно-деформированного состояния цилиндра во времени с привлечением теории термопластичности [2]. Данная задача сводится к последовательности задач о напряженно-деформированном состоянии цилиндра для моментов времени $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k \dots$, решив которые получаем полное описание кинетики упругопластического деформирования конструкции в условиях нестационарного температурного воздействия.

Численная реализация разработанного метода компьютерного мониторинга кинетики напряженно-деформированного состояния корпуса аппарата осуществлена в виде программного обеспечения. Программный комплекс «HeatCylinder» позволяет выполнять компьютерный анализ

напряжённно-деформированного состояния аппаратов и трубопроводов высокого давления, получить расчётную оценку несущей способности оборудования. Приведены результаты численного исследования несущей способности рассматриваемого оборудования при различных режимах нагружения.

1. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача. – М., "Высшая школа". 1988. – 479 с., ил.
2. Термопрочность деталей машин. Под ред. И.А.Биргера и Б.Ф.Шорра. – М., "Машиностроение". 1975. – 455 с., ил.