

Суходольский А.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГООПОРНЫХ ХВОСТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБИН ТРАДИЦИОННЫМИ И СОВРЕМЕННЫМИ МЕТОДАМИ РАСЧЕТА

Долговременная безаварийная работа паровых турбин в значительной мере зависит от долговечности лопаточного аппарата, поэтому достоверная оценка уровня напряжений является одной из актуальных задач при проектировании и эксплуатации паровых турбин.

К наиболее ответственному и напряженному узлам проточной части турбины относятся хвостовые соединения для крепления рабочих лопаток на роторе, работающие в условиях сложноподвижного состояния, определяемого неравномерностью распределения силовых линий в объеме конструкции при наличии концентраторов напряжений в зонах угловых переходов.

Для расчета напряженного состояния хвостовых соединений широкое распространение получили методы, основанные на положениях теории упругости и сопротивления материалов в рамках стержневых систем. В применяемых ранее расчетных схемах принималось допущение о постоянстве моментов инерции сечений расчетных участков хвостовика, также не получили обоснования параметры силы трения. Проведенные исследования двухопорного хвостовика позволили определить направление сил трения в схеме силового нагружения, установить величину коэффициента трения $\mu = 0,4$, обуславливающего реальную картину напряженно – деформированного состояния (НДС). Сравнение результатов расчета с данными эксперимента, проведенного методом тензометрирования, показало удовлетворительное совпадение полученных средних напряжений в рассматриваемых сечениях. Полная картина распределения напряжений с учетом их концентрации в угловых переходах оценивалась с помощью современного программного комплекса ANSYS на базе метода конечных элементов.

Большой практический интерес представляет НДС трехопорного грибовидного хвостового соединения как высоконагруженной конструкции, расчет напряженного состояния которой в литературе не нашел отражения. Разработана математическая модель трехопорного хвостового соединения с учетом особенностей его силового нагружения, а также переменности моментов инерции сечений расчетных участков хвостовика и воздействия сил трения. Расхождение с результатом, полученным при постоянных моментах инерции при $\mu = 0,4$, составляет 35%, что подтверждает обоснованность и необходимость использования предложенной математической модели расчета. Погрешность сравниваемых рассчитанных напряжений и полученных методом ANSYS составляет менее 1 %.

Работа выполнена под руководством ст. препод. каф. ТЭ и Э Фурсовой Т. Н.