

УДК 621.4-8; 621.4:620.9

ПОВЫШЕНИЕ КПД СТАНЦИИ ПГТЭС-1500 ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ РАСХОДНОГО КПД ТУРБОКОМПРЕССОРА

Н.В. Морозов, А.В. Масленников

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.П. Карасев
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнёва

Предлагается увеличить коэффициент полезного действия (КПД) станции ПГТЭС-1500 за счет увеличения расходного КПД компрессора вследствие уменьшения радиальных зазоров в нем до минимально допустимых для данной конструкции и обеспечивающих работоспособность станции без разрушения элементов ее конструкции.

В данной работе было принято решение увеличить общий КПД двигателя за счет увеличения КПД компрессора и турбины, который складывается из расходного, механического и гидравлического КПД.

Поскольку геометрические размеры отдельных деталей, входящих в состав газотурбинного двигателя (ГТД), существенно различаются, следовательно, будут различаться и деформации этих деталей, зависящие от таких параметров, как давление, температура, окружная скорость и свойства материала. Таким образом, расчет необходимо проводить на трех основных режимах работы двигателя: запуск, номинальный режим и режим останова.

При расчете расходного КПД компрессора ГТД, входящего в состав станции, на основе данных в технической документации было получено значение $\eta_{\text{расх}}=16,8\%$, что является очень низким показателем совершенства конструкции ГТД на данном уровне развития технологии их проектирования и изготовления. Для повышения расходного КПД, который зависит от перетечек воздуха между пером лопатки и статором компрессора, было принято решение воздействовать на него путем уменьшения радиальных зазоров в компрессоре.

Значение минимально допустимого рабочего радиального зазора в компрессоре зависит от упругой и термической деформаций барабана ротора, упругой вытяжки лопатки, ее теплового удлинения, прогиба ротора от действия его массы, а также от теплового расширения корпуса компрессора и упругого расширения статора, связанного с силовым воздействием рабочего тела на внутреннюю часть его корпуса.

При расчете расходного КПД с зазором 0,3 мм, обусловленным условиями монтажа деталей компрессора, без изменения материалов, примененных в элементах компрессора, было получено значение $\eta_{\text{расх}}=59,2\%$, что значительно улучшило технические характеристики компрессора данного ГТД. Во время проведения проверочных расчетов на «живучесть» компрессора, которая обусловлена недопущением соприкосновения ротора со статором во время работы во избежание его разрушения, были выявлены большие радиальные зазоры при работе ГТД на номинальном режиме на последних ступенях. Были намечены два пути решения этой проблемы: изменение конструкции компрессора, которое привело бы к большим экономическим затратам, и нанесение легкосрабатываемого покрытия, что обеспечивало бы безопасное касание лопаток ротора о статор. При выборе данного покрытия предпочтение было отдано деформируемому высокопрочному износостойкому и коррозионностойкому медно-никелевому сплаву с композицией Ni-Cu-Si-Fe-Mn. При пересчете расходного КПД компрессора с применением данного покрытия с толщиной слоя 0,2 мм, его значение возросло на 6,7 % и составило $\eta_{\text{расх}}=65,9\%$.