

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОХЛАЖДАЕМОЙ ТУРБИНЫ ГТЭ-65.1 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ

М.Г. Михеев, М.Г. Черкасова,

Акционерное общество «Силловые машины – ЗТЛ, ЛМЗ, Электросила, Энергомашэкспорт»,
г. Санкт-Петербург, Mikheev_MG@power-m.ru, Cherkasova_MG@power-m.ru

Ключевые слова: охлаждаемая газовая турбина, численное моделирование.

Параметры турбины оказывают определяющее влияние на обеспечение заявленных характеристик одновальной ГТУ. При накоплении значительного опыта газодинамического проектирования турбин ГТУ разработчики-газодинамики для прогнозирования параметров вновь разрабатываемой турбины обычно ограничиваются расчетами с использованием одной отработанной модели. В современной практике это расчетная модель, основанная на численном моделировании вязкого трехмерного потока при некоторых допущениях (3D CFD). Комплексные допущения модели сначала обрабатываются по результатам испытаний турбин изделий-прототипов, а потом должны быть подтверждены по результатам испытаний или эксплуатации вновь разрабатываемых проектов. При отсутствии отмеченного опыта или в случае разработки турбины ГТУ другого класса использование описанного подхода сопряжено с рисками реализации проектных данных турбины в составе ГТУ.

В период с 2018 года в СКБ ГТУ АО «Силловые машины» ведется разработка высокотемпературной энергетической установки ГТЭ-65.1. Проектирование четырехступенчатой турбины ГТЭ-65.1 выполнено при участии ОКБ им. А.О. Люльки (ПАО «ОДК-УМПО»). Для прогнозирования характеристик турбины ГТЭ-65.1 активно применялись методы численного моделирования газодинамических течений (3D CFD) при использовании ПО ANSYS CFX. При этом расчетная модель в ПО ANSYS CFX формировалась с учетом опыта разработки других изделий отрасли, а также опыта ОКБ им. А.О. Люльки. В целях исследования дополнительных возможных рисков реализации параметров турбины было проведено расчетное исследование параметров турбины ГТЭ-65.1 при использовании ПО FINE\Turbo. Таким образом одной из основных целей работы было определение и анализ расчетных параметров четырехступенчатой охлаждаемой турбины ГТЭ-65.1 при использовании конкурирующего ПО, что позволило выявить наиболее консервативные параметры турбины. Предполагается также, что накопленные знания позволят в последствии более оперативно определять причины возможных отклонений параметров ГТЭ-65.1.

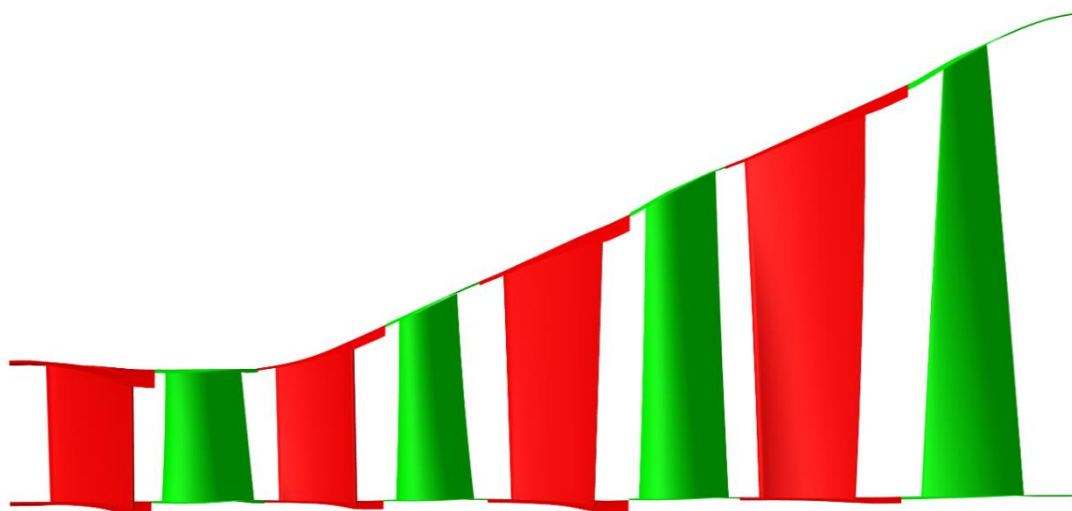


Рисунок 1 - Продольный вид проточной части турбины ГТЭ-65.1

На проектном режиме исследовано влияние основных параметров расчетных моделей на параметры турбины, среди которых:

- влияние степени дискретизации и размера пристеночного элемента;

- влияние моделей турбулентности;
- влияние галтелей и утолщения перьев лопаток от присутствия ТЗП;
- влияние шероховатости.

Исследование параметров расчетной модели выполнялось при упрощенном моделировании охлаждения за счет задания источников выдува охладителя в ячейках на поверхностях проточной части. Всего использовано 46 групповых источников выдува. При сопоставлении результатов охлаждаемого и неохлаждаемого расчета косвенно определено влияние охлаждения на параметры турбины и отдельных ее венцов. По результатам проведенного исследования намечен план работ по исследованию некоторых дополнительных особенностей расчетных моделей на параметры турбины, в частности планируется определить влияние способа учета выдува охладителя в проточную часть турбины, а также влияние конструктивных особенностей бандажных полок.

С использованием отдельных расчетных моделей определена характеристика турбины в расширенном диапазоне режимов ГТЭ-65.1. При сопоставлении результатов расчета выявлен уровень расхождения параметров турбины, определенный в конкурирующем ПО. При использовании условно предпочтительной расчетной модели в ПО FINE\Turbo проведен расчет характеристик во всем диапазоне режимов работы ГТЭ-65.1. В ходе анализа результатов последнего расчета выявлены режимы работы ГТЭ-65.1, на которых в последней ступени турбины диагностируются компрессорные режимы работы.

В ходе сопоставления расчетных параметров отдельных ступеней с их проектными значениями выявлены возможные резервы для улучшения параметров турбины ГТЭ-65.1 и намечен план работ по их реализации.

Сведения об авторах

Михеев Максим Георгиевич, начальник отдела. Область научных интересов: Расчет и исследование пространственных течений в осевых турбомашинах.

Черкасова Марина Геннадьевна, начальник сектора расчетов. Область научных интересов: Расчет и исследование пространственных течений в осевых турбомашинах.

PARAMETERS DEFINITION OF COOLED GAS TURBINE GTE-65.1 DUE TO COMPETING FLOW MODELS

Mikheev M. G., Cherkasova M. G.

JSC “Power machines – ZTL, LMZ, Electrosila, Energomachexport”

Keywords: cooled gas turbine, numerical simulation.

Definition of turbine parameters by using modern competing 3D flow model generally allows decrease risk of implementation parameters of power plant. Current article represents the study of definition of GTE-65.1 four stage highly cooled turbine parameters by using ANSYS CFX and FINE\Turbo software.

Impact of cooling is simulated by sources of cooler on blades and flowpath contours cell surface. The influence of mesh density, turbulent models, roughness and thermal barrier coating thickness is investigated at designed point conditions. Turbine map in wide operation range was definition by using two competing model. As addition part investigation compare of designed and calculated turbine parameters was performed.

Due to this study was defined more conservative flow model and outline way to enhance turbine parameters.