

РАЗРАБОТКА КОМПРЕССОРА ГТЭ-170.2

А.К. Воробьев, Ф.А. Малышев

Акционерное общество «Силовые машины – ЗТЛ, ЛМЗ, Электросила,
Энергомашэкспорт», г. Санкт-Петербург, vorobyev_ak@power-m.ru,
malyshev_fa@power-m.ru

Повышение технико-экономических показателей газотурбинных установок является одной из основных задач современного газотурбوماшиностроения. Активное внедрение и распространение методов расчета вязкого трехмерного течения в ступенях проточных частей газотурбинных установок позволяет использовать этот подход в задачах повышения эффективности и мощности турбомашин.

В ходе выполнения работ по проектированию установки ГТЭ-170.2 на повышенные параметры поставлена задача разработать компрессор с увеличенным расходом воздуха на 6,4%, степенью сжатия на 8,3% относительно базового компрессора. Также задание предполагало увеличение коэффициента полезного действия на величину не менее 0,5% и сохранение запасов устойчивой работы в сравнении с базовым компрессором.

Базовым компрессором для установки ГТЭ-170.2 является 16 ступенчатый осевой компрессор установки ГТЭ-170.1. Модернизация этого компрессора проводилась за счет перепроектирования входной группы ступеней (с 1 по 5 ступень). Перепроектирование осуществлялось в части изменения углов рабочих и направляющих лопаток и изменением C_{max} профиля с сохранением присоединительных размеров и диаметральных обводов.

Для аэродинамического перепроектирования входной группы ступеней в качестве расчетного инструмента использовался алгоритм непрямой оптимизации на основе самоорганизации IOSO [5] в связке с ПО Numeca AutoBlade, Autogrid5 [3] и Ansys CFX [4] (рис. 1). Для оценки прочностных параметров использовалось ПО Ansys Mechanical [4].

Модернизация компрессора ГТЭ-170.2 проходила в два этапа. На первом этапе определена концепция усовершенствования проточной части в части увеличения расхода

воздуха и повышения степени сжатия за счет первых двух ступеней. На втором этапе проходила оптимизация лопаточного аппарата входной группы ступеней компрессора по коэффициенту полезного действия.

В связи с ограничением максимального количества входных переменных IOSO (100 переменных) группа входных ступеней в ходе аэродинамической оптимизации разбивалась на несколько блоков.

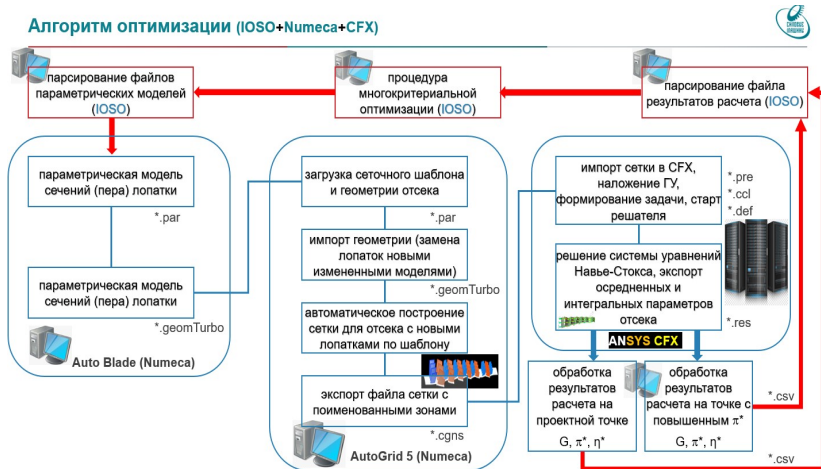


Рис. 1. Алгоритм оптимизации проточной части компрессора ГТЭ-170.2

Первый блок состоял из ВНА и первой ступени компрессора, во втором блоке оптимизировались ступени со второй по четвертую. И отдельно доводились пятая и шестая рабочие лопатки компрессора.

По результатам серий оптимизационных расчетов разработана геометрия проточной части компрессора ГТЭ-170.2, удовлетворяющая всем требованиям технического задания. Расход воздуха через компрессор в рабочей точке увеличен на 7%, степень сжатия – на 9%, КПД – на 0,7%. Характеристика компрессора (с учетом прочностной доводки) при температуре наружного воздуха при плюс 15⁰С приведена на рис. 2.

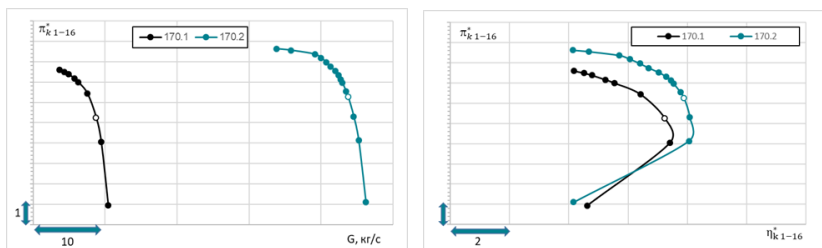


Рис. 2. Расчетные характеристики модернизированного компрессора 170.2

В ходе комплексной поэтапной аэродинамической и прочностной доводки 16-ступенчатого компрессора ГТЭ-170.2 разработанная и апробированная математическая модель трехмерной оптимизации проточной части с помощью IOSO в связке с ПО Numeca AutoBlade, Autogrid5, Ansys CFX и вычислительным кластером показала высокую эффективность. По результатам работ спроектирована проточная часть компрессора ГТЭ-170.2, соответствующая требованиям технического задания.

Литература

1. Schnoes, M. A Database of Optimal Airfoils for Axial Compressor Throughflow Design / M. Schnoes, E. Nicke // Proceedings of the ASME Turbo Expo. 2016. Paper No. GT2016-56241. P. 1–12.
2. АО «Силовые машины». URL: <https://power-m.ru>
3. Numeca. URL: <http://www.numeca.com/home>
4. ANSYS. URL: <http://www.ansys.com>
5. «Сигма Технология». URL: <http://www.iosotech.com/ru/optimization.htm>