

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор ОАО «НПО ЦКТИ»
Дед Н. Михайлов В.Е.

В.Е. Михайлов
«29» мая 2015 г.

О Т З Ы В

ведущей организации ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования имени И.И. Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ») на диссертационную работу **Блинова Виталия Леонидовича** «**Разработка принципов параметрического профилирования плоских решеток осевых компрессоров ГТУ на основании результатов многокритериальной оптимизации**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.04.12. - «Турбомашины и комбинированные турбоустановки».

Диссертация Блинова В.Л. посвящена важной научной и практической проблеме, касающейся одного из основных элементов двигателя газотурбинной установки (ГТУ) - компрессора, являющегося наиболее энергоемким элементом установки, потребляющим значительную долю мощности развиваемой турбиной, и во многом определяющим надежность и эффективность энергетической установки в целом.

Актуальность темы диссертации.

Актуальной задачей, с решением которой связан прогресс современного газотурбостроения является повышение экономичности и единичной удельной мощности стационарных и транспортных газотурбинных установок. Указанная проблема во многом разрешается за счет совершенствования лопаточного аппарата осевого компрессора ГТУ, в направлении создания более экономичных и высоконагруженных ступеней. Аэродинамическое проектирование лопаточного аппарата осевого компрессора заключается в определении оптимальной формы профилей лопаток, составляющих решетки его направляющих и рабочих венцов при условии совершения, требуемой работы в решетках, с минимальным уровнем сопутствующих потерь энергии.

Особое место в технологиях комплексной оптимизации характеристик профилей составляющих решетки венцов ступеней на этапе проектирования осевых компрессоров занимают многовариантные аэродинамические расчеты, выполненные с применением вычислительных программных комплексов, реализующих современные методы вычислительной газовой динамики вязких сред. Применение расчетных методов математического моделирования аэродинамических и энергетических процессов в проточной части осевого компрессора позволяет на этапе проектирования лопаточного аппарата компрессора по-

зволяет выполнять большие объемы расчетов лопаточных решеток венцов, в условиях многофакторной оптимизационной постановки задачи исследования. Выполняемый расчетный эксперимент позволяет значительно сократить временные и финансовые затраты на экспериментальные исследования по сравнению с традиционными физическими методами. Исследования, выполненные Блиновым В.Л., позволили провести расчетный анализ характеристик лопаточного аппарата осевого компрессора, разработать новый метод параметрической многофакторной оптимизации профиля в плоской решетке и новый алгоритм параметрического описания формы его образующих. Получен геометрический ряд профилей лопаток венцов ступеней компрессора, а также алгоритм выбора его оптимального варианта в рамках конкретной задачи проектирования.

Получены аналитические зависимости основных параметров формы оптимального профиля, от задаваемой аэродинамической нагрузки, критериев подобия и характеристик решетки. Результаты исследований и предложенные на их основе технические решения по оптимизации лопаточных венцов, реализованы в конструкции находящегося в промышленной эксплуатации компрессора ГТУ, где показали свою эффективность.

Изложенное позволяет считать тему диссертации Блинова В.Л. и выполненные им исследования актуальными. Они свидетельствуют о возможности и в дальнейшем при соответствующем развитии, осуществлять разработки новых профилей лопаточных венцов осевых компрессоров ГТУ на основе многофакторной оптимизации аэродинамических, энергетических и геометрических характеристик лопаточных решеток ступеней, с учетом аэродинамического взаимодействия венцов, косоугольного обтекания профилей, влияния эффектов вязкости в граничных элементарных решетках профилей, условий эксплуатации.

Научная новизна и практическая значимость результатов, полученных автором диссертации.

К числу новых научных результатов исследований относятся:

- Предложенный подход к параметрическому описанию профиля в плоской решетке, адаптированный к решению задачи оптимизации его геометрических характеристик.

- Разработанный алгоритм оптимизации плоского профиля лопатки осевого компрессора при многокритериальной оптимизации с определением граничных условий.

- Полученные результаты исследований оптимизированных вариантов формы профилей.

- Разработанный размерный ряд профилей с оптимизированной геометрией.

- Полученные аналитические зависимости основных параметров профиля в плоской решетке от параметров нагрузки, критериев подобия, характеристик решетки.

Практическая значимость результатов исследований заключается в следующем:

70

- Разработан рабочий алгоритм построения модели профиля лопатки в плоской решетке венца осевого компрессора, адаптированный для применения в инженерных расчетах.

- Разработан рабочий алгоритм аппроксимации геометрических характеристик форм профилей для решения инженерных задач их оптимизации.

- Получен алгоритм многофакторной оптимизации плоской компрессорной решетки, рекомендуемый для инженерных работ, направленных на доводку и модернизацию лопаточного аппарата осевого компрессора ГТУ.

- Получен размерный ряд профилей с оптимизированными геометрическими характеристиками, для рабочего диапазона режимов эксплуатации ГТУ, готовый к практическому применению в задачах проектирования лопаточного аппарата их осевых компрессоров.

- Предложены и реализованы технические решения, направленные на совершенствование лопаточного аппарата осевого компрессора натурной ГТУ стационарного типа, находящейся в промышленной эксплуатации.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Основные положения и выводы диссертации Блинова В.Л. базируются на теоретических и экспериментальных исследованиях, достоверность которых обеспечивается следующими мероприятиями:

- Теоретические исследования проведены с использованием современных широко применяемых программных комплексов, содержащих в основе алгоритмов фундаментальные законы газовой динамики и термодинамики, с использованием современного математического аппарата и общепринятых допущений.

- Экспериментальные исследования осуществлялись по апробированным методикам, на стендовом оборудовании, прошедшем метрологическую аттестацию. Результаты представлены с достаточными объемами выборок и статистическим анализом.

Полученные в диссертации научные результаты могут быть использованы:

- При проектировании, доводке, модернизации лопаточного аппарата осевых компрессоров стационарных и транспортных ГТУ – проектными институтами и конструкторскими бюро заводов.

- При проведении исследований аэродинамических и энергетических характеристик осевых компрессоров, а также отдельных ступеней и венцов лопаточного аппарата – научно-исследовательскими институтами.

- При проведении проверочных расчетов с целью выполнения оценок возможного изменения характеристик компрессора и ГТУ, в случае фактического нарушения геометрии профилей лопаток компрессора эксплуатационного и технологического характера – эксплуатирующими организациями.

- При подготовке специалистов в области компрессорного оборудования и ГТУ, промышленного и транспортного назначения – профильными ВУЗами.

В качестве недостатков работы следует отметить:

- Отсутствует учет влияния процесса обтекания профилей в решетках высоконапорных лопаточных венцов с малым удлинением не на цилиндрических, а на конических поверхностях тока при параметрическом описании профилей и разработке алгоритма их оптимизации.

- Не учтены особенности вязкого обтекания профилей в элементарных решетках, расположенных у ограничивающих поверхностей ротора и корпуса компрессора, а также процессы в зазорах, при оптимизации аэродинамических и геометрических характеристик профилей и решеток ступеней компрессора.

- Отсутствует планирование многофакторных расчетных и физических экспериментальных исследований.

Автореферат соответствует основным положениям и результатам диссертации.

Выполненные Блиновым В.Л. исследования представляют собой законченную научно-исследовательскую работу прикладного характера и вполне отвечают требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. С основными результатами и материалами диссертации научная общественность ознакомлена своевременно. По материалам диссертации имеется 12 публикаций. Кроме этого, результаты работы докладывались на восьми конференциях.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа «Разработка принципов параметрического профилирования плоских решеток осевых компрессоров ГТУ на основании результатов многокритериальной оптимизации» соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Блинов Виталий Леонидович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.12. - «Турбомашины и комбинированные турбоустановки».

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании НТС Лаборатории компрессорных установок ОАО «НПО ЦКТИ» 29 мая 2015 г., протокол №3.

Заместитель председателя НТС
Заместитель генерального директора
ОАО «НПО ЦКТИ»,
д.т.н., профессор

Заведующий лабораторией
компрессорных установок
ОАО «НПО ЦКТИ»,
к.т.н. (05.08.05. - судовые
энергетические установки
и их элементы), доцент

Хоменок
Леонид Арсеньевич
(812)7174381
zamdir2@ckti.ru

Нечкин
Борис Владимирович
(812) 7175497
gtu@ckti.ru

Адрес ОАО «НПО ЦКТИ»: 191167, Санкт-Петербург, Атаманская ул., д. 3/6
www.ckti.ru; e-mail: general@ckti.ru тел. (812) 7172379