

ОТЗЫВ

научного руководителя, кандидата технических наук,
доцента Нестеренко Валерия Григорьевича на диссертацию Ле Тиен Зыонга
«Конструктивные методы обеспечения прочности и повышения
эффективности бандажных полок лопаток рабочего колеса турбины
газогенераторов авиационных ГТД»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и
энергоустановки летательных аппаратов».

Аспирант кафедры «Конструкция и проектирование двигателей» МАИ Ле Тиен Зыонг (Вьетнам) 1986 года рождения, получил квалификацию инженера (2011) в Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете) по направлению «Авиационные двигатели и энергетические установки». С марта 2014 года по март 2017 года он являлся аспирантом кафедры «Конструкция и проектирование двигателей» института № 2 МАИ. С марта 2017 года по настоящее время он является слушателем Центра повышения квалификации и переподготовки руководителей и специалистов (ЦПК РИС).

Охлаждаемая турбина является одной из самых ответственных и нагруженных узлов современных авиационных двигателей. Её ресурс – в часах и циклах, и КПД во многом определяют ресурс и КПД всего двигателя.

В настоящее время охлаждаемые лопатки турбин с бандажом применяют, в основном, фирмы «СНТК им. Кузнецова Н.Д.» и Роллс-Ройс. Значительное число современных рабочих лопаток ТВД не имеет бандажных полок даже в том случае, когда высота первой ступени турбины совсем мала, как это есть, например, в охлаждаемой лопатке ТВД ТВ7 117, где её высота по входной кромке равна 15-ти мм.

Наличие бандажной полки на лопатках рабочего колеса турбин газогенератора, с лабиринтными уплотнениями, установленными на наружной поверхности полки, позволяет уменьшить уровень переменных напряжений и снизить протечки газа в радиальном зазоре, что приводит к повышению ресурса и КПД ступени турбины.

Однако, лопатки большого числа современных турбин проектируются без бандажных полок, поскольку несущая способность профильной части пера лопатки ограничивает предельную величину центробежных напряжений, увеличивающихся при установке бандажной полки.

Кроме того, при постановке бандажной полки в местах её крепления к лопатке появляются дополнительные изгибные напряжения, из-за чего без их дополнительного охлаждения нельзя получить необходимый запас прочности.

Способы решения этих задач очевидны – надо обеспечить охлаждение бандажной полки лопатки турбины как с её наружной, так и с внутренней стороны (со стороны проточной части турбины), увеличить протяжённость полки на выпуклой стороне профильной части пера лопатки, учитывая то, что самая высокая температура газа находится на вогнутой стороне лопатки.

Следовательно, при проектировании полочных лопаток турбин ГТД необходимо, по сравнению с бесполочными лопатками, выявить возможность компенсации увеличенных напряжений в профильной части пера лопатки:

- первое, за счёт увеличения площади критичных сечений и более интенсивного охлаждения профильной части пера и самой полки;
- второе, использовать наиболее эффективное теплозащитное покрытие, пера лопаток и их бандажных полок, например, покрытие дендридной структуры фирмы ALD (Германия).

Критичные с точки зрения действующих температур и напряжений участки пера и полки лопатки имеют ограниченную протяжённость, в процессе 3D расчётов, с использованием ANSYS CFX, их можно выявить и охладить дополнительно.

Отдельной и трудно разрешимой задачей является охлаждение гребней лабиринтных уплотнений. Автором диссертации предложено два способа её решения, конвективное и струйное. Эту задачу Ле Тиен Зыонг также успешно решил.

Диссертантом успешно рассмотрен весь комплекс проблемных задач, возникающих при проектировании бандажированных рабочих лопаток турбин современных и перспективных авиационных ГТД, обеспечению требований по их тепло напряжённому состоянию, конструкционной прочности и КПД.

Принципиально новым решением является разработанная автором конструкция рабочего колеса турбины ГТД с бандажированными лопатками, у которых, на спинке лопатки, под полкой, установлен охлаждаемый серповидный гребень, препятствующий распространению вторичных течений с периферии в глубину канала, что очень важно с точки зрения обеспечения высокого КПД ступени турбины.

На основании всего вышесказанного можно вполне обоснованно утверждать, что диссертационная работа Ле Тиен Зыонга выполнена на

актуальную тему, а полученные результаты представляют интерес для авиационной промышленности.

Ле Тиен Зыонг самостоятельно освоил сертифицированную программу «ANSYS» Workbench и провел большой объём вычислений по определению температур критичных участков лопаток, напряжений, линий тока горячего газа и охлаждающего воздуха, в межлопаточных каналах бандажированных и не бандажированных лопаток турбин.

Результаты диссертационной работы докладывались Ле Тиен Зыонгом на международных и российских научно-технических конференциях, заседаниях кафедры 203 МАИ.

Они опубликованы в трудах конференции и научных журналах, в том числе рекомендованных ВАК РФ.

Считаю, что диссертационная работа Ле Тиен Зыонга «Конструктивные методы обеспечения прочности и повышения эффективности бандажных полок лопаток рабочего колеса турбины газогенераторов авиационных ГТД», выполнена в достаточном объеме и соответствует требованиям ВАК РФ, а диссертант заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

Кандидат технических наук, доцент
кафедры 203 МАИ «Конструкция и
проектирование двигателей»

В.Г. Нестеренко

09. 01. 2019

Подпись Нестеренко В.Г. заверяю

Заместитель начальника
Управления кадрового, правового
и документационного обеспечения



М.А. Иванов