

## ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ

Поветкин И.С.

ПАО «ОДК-Кузнецов» г. Самара, povetkinigor98@gmail.com

*Ключевые слова:* ГТД, охлаждаемые рабочие лопатки, пропускная способность.

Основная тенденция развития современной газотурбинной техники сопряжена с ростом параметров цикла, таких как степень повышения давления, температура газа перед турбиной, степень двухконтурности и т.д., так как рост этих параметров благоприятно сказывается на КПД всего изделия [1]. Одной из главных проблем является рост температуры газа, который негативно сказывается на ресурсных показателях рабочих и сопловых лопаток. Для выполнения требований по обеспечению ресурса, рабочие и сопловые лопатки первых ступеней турбины современных ГТД выполняются охлаждаемыми.

При изготовлении ответственных деталей ГТД выполняется контроль качества изготовления путём выполнения замеров геометрических характеристик или других параметров. В отношении к внутренним каналам охлаждения лопаток контроль геометрических характеристик практически не реализуем. Поэтому, для проверки качества выполнения системы охлаждения, лопатки проходят технологическую операцию «холодная продувка», при которой в лопатку подаётся сжатый воздух с перепадом давления, равным перепаду на рабочем режиме, оценивается её пропускная способность и делается вывод о её годности. Проблема заключается в том, что анализ статистики показывает высокий разброс по пропускной способности, в том числе выпадение из допустимого диапазона.

Цель данной работы – проанализировать статистику продувок лопаток в условиях цеха, и определить возможные причины разброса пропускной способности.

Статистика продувок приведена на рис. 1.

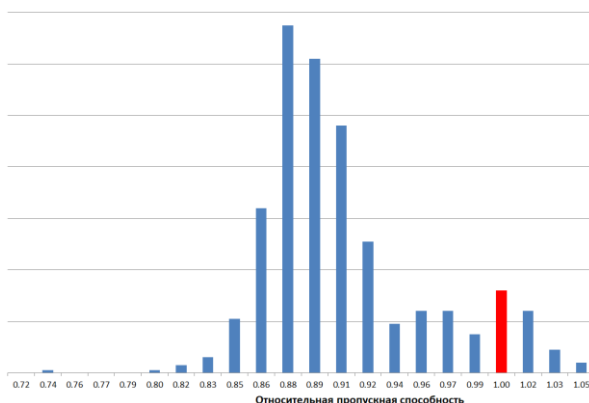


Рисунок 1 – Статистика продувок РЛ ТСД

Относительная пропускная способность определяется по формуле (1):

$$\overline{G_{\text{отн}}} = \frac{\overline{G_{\text{изм}}}}{\overline{G_{\text{расч}}}} \quad (1)$$

где  $\overline{G_{\text{изм}}}$  – измеренная на стенде пропускная способность конкретной лопатки,  $\overline{G_{\text{расч}}}$  – пропускная способность, рассчитанная для номинальной геометрии. Относительная пропускная способность, равная 0,86 – минимально допустимая для эксплуатации.

Статистика показывает изменение пропускной способности лопатки в довольно широких пределах.

Причинами разброса могут быть следующие.

1. Испытательный фактор: наличие утечек.
2. Производственный фактор: наличие отклонений от номинальных размеров.

Практика проектирования систем охлаждения лопаток, как правило, базируется на выполнении сопряжённых теплогидравлических расчётов с использованием численных

методов. Проектировочный расчёт выполняется для номинальной геометрии и проверка влияния отклонений на характеристики системы трудно реализуема, в связи с тем, что модель геометрии системы охлаждения сложно выполнить параметрической. В данной работе были выбраны участки системы охлаждения, потенциально имеющие по результатам газодинамического анализа высокий уровень гидравлических потерь. Для данных участков сформированы параметрические модели для оценки влияния отклонений на их пропускную способность. Выполненная серия расчётов позволила оценить влияние отклонений на отдельных участках на пропускную способность, но не смогла обосновать имеющийся разброс, что требует дополнительных исследований.

#### **Список литературы**

1. Кулагин, В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок [Текст]: учебник // В.В. Кулагин, М.: Машиностроение, 2003. 616 с.

#### **Сведения об авторе**

Поветкин И.С., инженер-конструктор. Область научных интересов: проектирование систем охлаждения рабочих и сопловых лопаток ГТД.

### **PROBLEMS OF ENSURING THE STABILITY OF THE MASS FLOW RATE THROUGH THE COOLING SYSTEM OF TURBINE BLADE**

Povetkin I.S.

JSC Kuznetsov, Samara, Russia, povetkinigor98@gmail.com

*Keywords: GTE, cooling blade, the mass flow rate of cooling air.*

The article studies the problem of the mass flow rate of cooling air through cooling system in different blades. Possible reasons which may lead to deviations in the mass flow rate of the cooling system are considered.