

УДК 620.1

ИССЛЕДОВАНИЕ УПЛОТНЕНИЙ НОВОГО КЛАССА ПРОТОЧНОГО ТРАКТА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Ольга Игоревна Расторгуева⁽¹⁾, Владимир Петрович Мигунов⁽²⁾, Алла Сергеевна Помельникова⁽³⁾

*Студентка 6 курса⁽¹⁾, кандидат технических наук⁽²⁾, доктор технических наук, профессор⁽³⁾,
кафедра «Материаловедение в машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.С. Помельникова,
доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение в
машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

Современные тенденции развития авиационной промышленности диктуют потребность в увеличении КПД двигателя, поэтому необходимо активно решать задачу снижения расхода топлива. Решением этой проблемы может стать обеспечение минимально допустимых радиальных зазоров в проточном тракте газотурбинного двигателя (ГТД) между рабочими лопатками и корпусами компрессора и турбины. Это связано с тем, что при работе газотурбинных установок имеют место утечки горячего газа через радиальные и осевые зазоры, что сказывается на коэффициенте полезного действия установки в целом.

Для обеспечения минимальных зазоров и исключения повреждения лопаток ротора при касании с деталями статора последние облицовываются специальными материалами (уплотнительными материалами). Эффективная работа уплотнений проточного тракта обеспечивается при отношении линейного износа уплотнительного материала к износу лопатки, равном 10:1. При отношении 5:1 получают удовлетворительные результаты. Существующие серийные материалы, используемые в интервале рабочих температур от 600 до 800 °С, имеют соотношение износов от 2:1 до 4:1. Такие материалы не дают возможности конструкторам уменьшать зазоры и, кроме того, здесь имеет место существенный износ торцов лопаток.

Учитывая сложившуюся ситуацию и все недостатки уплотнений, используемых в настоящее время, в ВИАМ на протяжении нескольких лет ведется разработка принципиально новых материалов прирабатываемой пары для уплотнения радиальных зазоров в проточной части ГТД с высокими эксплуатационными характеристиками, в том числе по истираемости. В качестве истираемого уплотнения предлагается использование высокопористого материала на основе волокон жаростойких сплавов[1].

Целью настоящей работы является сравнительное исследование параметров эрозионной стойкости, истираемости, термостойкости, жаростойкости серийного материала УВС-2 и материала нового поколения FeCrAlY.

Принцип испытания УМ на эрозионную стойкость заключается в обдувании образца потоком сжатого воздуха с частицами абразивного материала. После испытания считается потеря массы образца (Δm) и величина газоабразивной стойкости (β).

$$\Delta m = m_h - m_k, \quad (1),$$

где

m_h - начальная масса образца;

m_k - конечная масса образца.

Газоабразивная стойкость определяется как отношение объема истраченного абразива к объему унесенного им испытываемого материала:

$$\beta = (V_a \cdot \gamma_m) / \Delta m \quad (2),$$

где

V_a - объем истраченного абразива, см^3 ;

γ_m - плотность испытываемого материала, $\text{г}/\text{см}^3$ [2].

На основе экспериментальных данных и визуального осмотра образцов после испытания, можно сделать вывод об эрозионной стойкости сравниваемых материалов. Уплотнительный материал УВС-2 разрушен до подложки, в то время, как у образца FeCrAlY остался лишь незначительный след после обдувания его потоком твердых частиц. Следовательно, уплотнительный материал нового поколения FeCrAlY значительно превосходит материал УВС-2 по показателю газоабразивной стойкости.

Проведены сравнительные испытания уплотнений нового поколения с серийными материалами по показателям истираемости, термостойкости и жаростойкости. Результаты испытаний показали перспективность использования материала FeCrAlY в качестве уплотнения проточного тракта ГТД.

Уплотнительные материалы нового поколения зарекомендовали себя, как материалы, обладающие низкой плотностью ($\leq 1,8 \text{ г}/\text{см}^3$), высокой пористостью 55-75 %, и высокими эксплуатационными характеристиками: жаростойкостью, эрозионной стойкостью ≥ 1100 ед., имеют высокую истираемость (10:1), что обеспечивает снижение износа лопаток в 2-3 раза. Область рабочих температур таких материалов составляет 700-800 °С, а при применении специальных покрытий на основе оксидов кремния – до 1000 °С.

Литература

1. Мигунов В.П., Фарафонов Д.П. Новые материалы, обеспечивающие повышение эффективности уплотнения радиальных зазоров в проточной части ГТД. – ФГУП ВИАМ, 2010. – 6 с.

2. Кузнецов Е.Г., Майлер Д.П., Почуев В.П. Применение истираемых уплотнений в проточной части ГТД. Вопросы авиационной науки и техники. – ВИАМ, 1993. – с. 8-13.