

СОЗДАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО СОТОВОГО УПЛОТНЕНИЯ ГТД С КЕРАМИЧЕСКИМ ПРИРАБАТЫВАЕМОМ ПОКРЫТИЕМ, РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА ЩЁТОЧНОГО УПЛОТНЕНИЯ ОПОРЫ ТУРБИНЫ ДВИГАТЕЛЯ 5-ГО ПОКОЛЕНИЯ

Смирнов М. М. , Малюгин А. С.
ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют», г. Москва, Россия

Главная цель работы – уменьшение перетока газов между опорой турбины двигателя 5-го поколения и валом, снижение температуры щёточного уплотнения, его защита от высокотемпературной газовой коррозии в эксплуатации и при термическом воздействии во время сварки (её отсутствие). Снижение износа сотовых уплотнений и перетока газа по торцам лопаток.

Теплозащитное прирабатываемое покрытие (клей для щёток) предназначено для использования на щёточных уплотнениях турбины двигателя 5-го поколения в качестве радиального уплотнения зазора между опорой и валом.

Авторами была проведена проверка возможности комбинирования способа изготовления высокотемпературных щёточных и сотовых уплотнений на базе сотовых вставок-зажимов для хвостовых пучков щёток в разборной двойной обойме с заполнением крепления высокотемпературной пастой клеем на основе современных микрокерамических наполнителей и нанотехнологий.

Ожидаемый эффект – увеличение КПД турбины, обеспечение установленного ресурса работы щёточного уплотнения.

Условия эксплуатации щёточных уплотнений:

- материал обоймы сот и щёток - сталь ХН60Ю (ЭИ559А)
- температура газового потока 800 °С (кратковременно до 950 °С), на рабочей поверхности щёток свыше – 800 °С.
- газовый поток со скоростью до 200 м /с.
- вибрация: скорость до 40 мм/с, амплитуда до 0,2 мм.
- ресурс: 350 часов.

Требования к свойствам материала и конструкции уплотнения в целом:

- низкое сопротивление истиранию (деформации) рабочей поверхности со стороны щёток в газовом потоке и вала и со стороны крепления пучков заделок в керамическом прирабатываемом клее;
- материал прирабатываемого крепления щёток должен допускать механическую выработку при «беззорном» складывании щёток при максимальных режимах работы двигателя со скоростью до 500 м/сек, при касании вала в радиальном направлении до 0,2 мм со смещением в осевом направлении до 3–4 мм без создания значительных усилий на упрочняющее газо-плазменное покрытие участка уплотнения вала турбины.
- теплозащитные свойства, эквивалентные слою керамики ZrO_2 толщиной 1 мм;
- высокое сопротивление газовой эрозии;
- технологичность монтажа пучков в сотовую вставку в цеховых условиях.

Авторами предложен способ решения задачи – использование сборной П-образной обоймы со вставкой по кругу из сотовой пластины с вплетёнными пучками щёток, застопоренных через сгиб пучка жаропрочной проволокой и заполненными в пустотах и на 1/3 высоты пучков композиционными материалами на основе силикатных или фосфатных клеев (других не существует) и высоко теплостойких материалов с низкой теплопроводностью. Для снижения риска растрескивания слоя клеевого компенсатора, вероятно, его распределение в пустотах сот и пучков щёток.

Конструкция щёточного уплотнения имеет комбинированный вид, выполнено в виде П-образной разборной обоймы, по внутреннему диаметру которой нанесена осевая накатка. В обойме по всей окружности закреплены жаропрочные 6-ти гранные соты, через ячейки пропущены U-образные пучки щёток из жаропрочной проволоки, навстречу валу, а в перегибе установлен фиксатор. Перед установкой в обойму и закреплением боковой стенкой, поверхность обрабатывается клеем компенсатором в виде керамической

высокотемпературной пасты. Для предотвращения слипания щёток, все «щетинки» обрабатываются специальным антисайзом Бельзона 8211. Обойма закрывается.