

## ДОЖИГАНИЕ ТОПЛИВА В МЕЖЛОПАТОЧНОМ КАНАЛЕ ТУРБИНЫ

Мураева М. А.

Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Башкортостан, Россия

В связи с высокой степенью насыщения газотурбостроения новыми технологическими решениями дальнейшее существенное улучшение параметров ГТД можно обеспечить внесением принципиальных изменений в рабочий процесс.

В работе анализируется проблема совершенствования циклов газотурбинных двигателей различного применения с точки зрения повышения работы цикла путем организации подвода тепла непосредственно в межлопаточном канале турбины для обеспечения изотермического расширения. Теоретически, организация рабочего процесса ГТД по циклу с подводом тепла, как в камере сгорания, так и в турбине позволит, кроме увеличения полезной работы, повысить эффективность и ресурс ГТД. Проблема организации подвода тепла в межлопаточном канале турбины изучена мало и требует детального анализа.

Проделанную работу можно разделить на два этапа. Первый этап – проведение термодинамического обоснования эффективности дожигания топлива в канале турбины. Составлены нульмерные математические модели позволяющие оценить характер изменения работы и КПД цикла в зависимости от основных параметров цикла. Подтверждена эффективность применения теплоподвода в канале турбины с точки зрения увеличения работы и КПД цикла. Однако сформированные математические модели не дают представления о рабочем процессе в изотермической турбине.

На втором этапе с целью более детального изучения процесса горения в межлопаточном канале турбины проведен ряд трехмерных расчетов. Моделирование проводилось в программном комплексе ANSYS CFX.

Перед основными расчетами, с целью изучения процесса подвода топлива в канал турбины проведен ряд предварительных расчетов. Смоделированы процессы:

1) подвода различных расходов топлива без инициализации процесса горения с целью анализа характера течения и перемешивания газообразного топлива с рабочим телом турбины;

2) сжигания различного количества топлива в межлопаточном канале с целью анализа характера изменения температуры на выходе из турбины;

3) подвода топлива в турбину при неизменном его расходе, но при различных частотах вращения рабочего колеса турбины, с целью анализа влияния частоты вращения на температуру газа на выходе и разницу энтальпий в турбине. Сделан вывод, что подвод топлива в турбине приводит к увеличению частоты вращения, то есть мощности турбины. Подвод топлива в канал турбины может быть использован для достижения необходимой для данной нагрузки мощности турбины.

Основные расчеты проведены с целью исследования влияния схемы подвода топлива на эффективность горения и тепловое состояние стенки сопловых и рабочих лопаток. Рассмотрена подача газообразного топлива через выходную кромку соплового аппарата и входную кромку рабочего колеса турбины через круглые отверстия различного диаметра под разными углами к основному потоку. Эффективность процесса горения оценивалась по величине длины зоны горения.

Наиболее оптимальным с точки зрения эффективности процесса горения топлива и теплового состояния сопловых и рабочих лопаток турбины является подвод топлива в межлопаточный канал турбины через отверстия диаметром 1...1,2 мм в сопловом

аппарате турбины под положительным к основному потоку углом. При этом длина зоны горения сравнительно небольшая, неравномерность длины зоны горения по высоте лопатки выше, чем при подаче топлива через отверстия меньшего диаметра, однако температура у стенки ротора и статора минимальна.

По результатам моделирования сделан ряд заключений о физических основах рабочего процесса в турбине при наличии горения, подтверждена целесообразность применения и дальнейшего исследования дожигания топлива в канале турбины. Проведенное исследование охватывает не все факторы, с точки зрения которых следует проводить оптимизацию. Решение проблем, связанных с особенностями проектирования турбин, в межлопаточный канал которых осуществляется подвод топлива, позволит значительно повысить эффективность эксплуатации ГТД с точки зрения возможности получения необходимой мощности (полезной работы), экономичности и ресурса.