

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ТУРБИНЫ С УЧЕТОМ ОПЫТА ДОВОДКИ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Иванов М.Я.<sup>1</sup>, Мамаев Б.И.<sup>2</sup>, Нигматуллин Р.З.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова, г. Москва

<sup>2</sup>ООО «Сименс», г. Москва

### DESIGNED TURBINE PARAMETERS DETERMINATION IN CONSIDERATION OF THE AVIATION ENGINES DEVELOPMENT EXPERIENCE

*Ivanov M.Ja., Mamaev B.I., Nigmatullin R.Z. Consideration of reduced efficiency of units at the early phase of GTE development leads to a necessity to make two modifications of the turbine: with slightly open vane rows in the first prototype engines and design rows in engines at the end of the development. This conception has already been applied and cut down development time.*

Обычно в начале доводки двигателя пониженные значения КПД его узлов и увеличенные паразитные утечки воздуха приводят в сравнении с проектом к ухудшению удельных параметров ГТД, росту температуры газа перед турбиной и уменьшению запасов газодинамической устойчивости компрессора. Кроме того, анализ экспериментальных данных, полученных для ступеней высокого давления, позволяет говорить о наличии радиационных эффектов в камере сгорания и первом сопловом аппарате, которые ведут к дополнительному увеличению гидравлических потерь и ухудшению параметров ГТД.

Из практики известно, что в случае недоборов КПД турбокомпрессора действенным средством улучшения его работы является увеличение пропускной способности турбины.

В неохлаждаемых турбинах для увеличения пропускной способности обычно прибегают к подрезке лопаток с выходной кромки. Однако такая подрезка имеет ограниченные возможности по раскрытию венца и может вести к снижению КПД из-за ухудшения формы профилей. Понятно, что в охлаждаемых лопатках возможности их подрезки ещё меньше, а вероятность получения добавочных потерь ещё больше.

Поэтому нередко для раскрытия венца приходится поворачивать всю лопатку, что, по сути, означает создание нового варианта лопаточного венца с неоптимальной геометрией.

Поэтому концепция выбора параметров, в которой учитывается ожидаемая по-

ниженная эффективность узлов ГТД на начальном этапе доводки, представляется рациональной. При этом предполагается изготовление как минимум двух вариантов турбины: с раскрытыми лопаточными венцами для первых опытных двигателей и с проектными (или близкими к ним) площадями горловин венцов в конце доводки. Раскрытие турбины ведет к снижению температуры газа и увеличению запасов газодинамической устойчивости компрессора, что позволяет вести полноценную доводку узлов двигателя.

Опыт ряда проектных организаций подтверждает правильность описанной концепции, сокращающей сроки создания ГТД. Она многократно и с успехом была использована при доводке авиационных двигателей НК. При этом увеличение пропускной способности достигалось раскрытием лишь первого и второго соплового аппарата.

Поскольку в доводке двигателя устраняются не только его параметрические дефекты, то проведение мероприятий по улучшению эффективности турбины целесообразно совмещать с изменениями венцов по другим требованиям. Тогда дополнительные затраты на создание турбины окончательного варианта будут минимальными.

В раскрытой турбине можно получить проектное значение КПД. Тогда, как показывает анализ, вариант турбины начала доводки имеет свои преимущества: заданная тяга обеспечивается при меньшей температуре цикла, и добавляются возможности увеличения ресурса работы двигателя или его форсирования по тяге.