

УДК 621.1.01

## ОБЗОР ВАРИАНТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ ОСЕВЫХ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ КОМПРЕССОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИХ МОЩНОСТЬ

© Поветкин И.С., Новикова Ю.Д.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: povetkinigor98@gmail.com

Одним из сложившихся в российской и мировой практике подходов к модернизации компрессоров является принцип геометрического моделирования [1]. Его применение позволит существенно сократить затраты на создание пневмотормоза.

Отношение сходных линейных размеров конструктивных узлов моделируемого и базового ГТД называется коэффициентом моделирования. Для определения коэффициента моделирования узла или ступени чаще всего используется характерный диаметр. Например, для компрессора – это наружный диаметр первого рабочего колеса:

$$K_{\text{мод}} = \frac{D_{\text{нар}}}{D_{\text{нар.баз}}}$$

Моделирование может производиться как в сторону увеличения размеров ( $K_{\text{мод}} > 1$ ), так и в сторону их уменьшения ( $K_{\text{мод}} < 1$ ). В моделированных узлах ГТД все линейные размеры прямо пропорциональны коэффициенту моделирования – расход воздуха (газа) и мощность (тяга) прямо пропорциональны квадрату  $K_{\text{мод}}$ , а объем и масса прямо пропорциональны кубу  $K_{\text{мод}}$ .

Моделирование узлов ГТД основано на гидродинамической теории подобия. Если в геометрически подобных конструкциях выдерживается равенство гидродинамических критериев подобия, таких как относительные скорости потока в осевом и окружном направлении или чисел Рейнольдса, то возможно распространение результатов аэродинамического и прочностного проектирования и испытаний базового узла на моделируемый узел. Это означает, что при идентичных параметрах цикла и внешних условиях в модельном узле сохраняются аэродинамика потока, температуры и давления вдоль проточной части и другие параметры. Но подобие остается неидеальным, и чем больше коэффициент моделирования отличен от 1, тем больше будет погрешность. Поэтому доведенный по аэродинамике и прочности газогенератор или узел моделируется в малом диапазоне изменения линейных размеров – приблизительно  $\pm 20\%$ . Это позволяет с относительно небольшой доводкой сохранить все аэродинамические и прочностные характеристики моделируемого объекта [1].

Другой вариант модернизации – изменение числа ступеней. В качестве примера на рисунке приведена схема для компрессора ГТД фирмы Solar. Подход заключается в дублировании ступеней, первых или последних. Это наименее затратный способ, т. к. отсутствуют затраты на создание новой ступени. Данный способ позволяет добиться изменения мощности, потребляемой компрессором, в диапазоне от 10 до 50 % [1].

Наиболее распространено в качестве варианта модернизации осевых компрессоров перепрофилирование пера лопатки. Перепрофилирование пера лопатки позволяет изменять мощность в диапазоне от 1 до 10 %.

Также для случая, когда компрессор спроектирован на большие обороты вращения ротора, существует возможность уменьшения потребляемой им мощности за

счет уменьшения частоты вращения в рамках его устойчивой работы, но это приведет к снижению КПД компрессора.

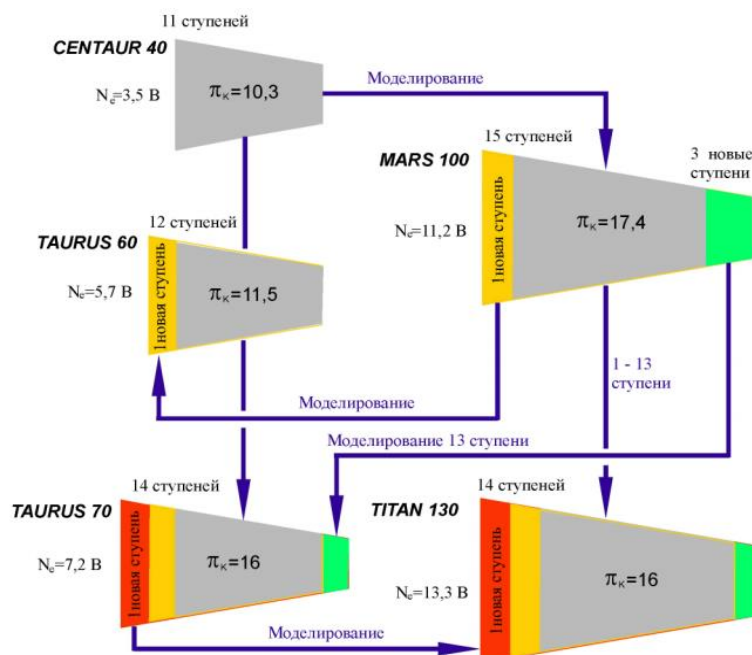


Рис. Пример разработки компрессора ГТД фирмы Solar с использованием моделирования каскадов компрессора

Таким образом, в соответствии с выполненным обзором были выявлены следующие варианты модернизации многоступенчатых осевых компрессоров, позволяющие влиять на его мощность:

- моделирование (масштабирование) конструкции;
- изменение количества ступеней;
- перепрофилирование ступеней.
- изменение частоты вращения.

Также стоит обратить внимание, что важными факторами при выборе варианта модернизации также являются стоимость и время выполнения данной доработки. В связи с этим выбор того или иного варианта модернизации является компромиссным решением между оптимальными конструкторскими доработками, с одной стороны, и стоимостью и временем на их исполнение – с другой.

### Библиографический список

1. Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. М.: Машиностроение, 2008. 201 с.