

УДК 621.438

В.И. ЯИШНИКОВ

ГП «Ивченко – Прогресс», Запорожье, Украина

МАЛОРАЗМЕРНЫЕ ГАЗОТУРБИННЫЕ ДВИГАТЕЛИ С БИРОТАТИВНОЙ ТУРБИНОЙ

Приведены результаты расчетного анализа параметров малоразмерных газотурбинных двигателей с биротативной турбиной. Показаны возможности и преимущества таких двигателей по сравнению с существующими аналогами.

биротативная турбина, газотурбинный двигатель, переменный цикл двигателя

Схематичный продольный разрез рассматриваемого двигателя показан на рис. 1.

Газотурбинный двигатель содержит входное устройство, центробежный компрессор, кольцевую камеру сгорания, двухступенчатую осевую турбину с противоположным вращением без соплового аппарата между ступенями, выходное устройство. Турбина низкого давления является турбиной компрессора, турбина высокого давления является силовой турбиной.

У двигателя обычный термодинамический цикл: степень сжатия – 6...7, температура газа – 1200 ... 1400 К, удельный расход топлива (керосин) – 0.250 ... 0.260 кг/лс.час, (с теплообменником – 165 ... 185 кг/лс.час).

Диапазон мощностей двигателей 100 ... 1000 квт.

Изменение параметров цикла двигателя осуществляется за счет изменения оборотов силовой турбины. Уменьшение оборотов смещает на характеристике компрессора точку совместной работы компрессора и турбины компрессора на меньшие степени сжатия и увеличенные расходы воздуха за счет увеличения степени расширения турбины компрессора. Это позволяет получать необходимые параметры двигателя, в том числе и запасы устойчивости компрессора. Обороты силовой турбины относятся к параметрам регулирования двигателя.

За счет переменного цикла работающий двигатель имеет следующие возможности:

- значительное изменение параметров двигателя в зависимости от условий эксплуатации;
- при обнаружении системой контроля и диагностики неисправности двигателя система регулирования может автоматически и независимо уменьшать температуру газа или обороты роторов без уменьшения мощности двигателя;
- большое изменение (до 20%) и получение необходимых запасов устойчивости компрессора на всех режимах работы двигателя;
- поддержание мощности до 55 °С;
- снижения температуры газов на 100 ... 150 К при постоянной мощности двигателя;
- увеличение мощности двигателя на 40 ... 50 % при постоянной температуре газов;
- отбор воздуха за компрессором (до 20%) и отбор мощности от ротора турбины компрессора (до 40%) при постоянной температуре газов и постоянной мощности двигателя;
- отбор воздуха за компрессором (до 55%), и отбор мощности от ротора турбины компрессора (до 100%) при постоянной температуре газа и минимальных оборотах и мощности силовой турбины;
- при суммарном увеличении (при проектировании, изготовлении или эксплуатации двигателя) потерь полного давления на входе на 1%, на выходе из двигателя на 2%, в камере сгорания на 1%, уменьшении КПД компрессора на 3%, ступеней турбин на 2%, увеличении отборов воздуха на 2%

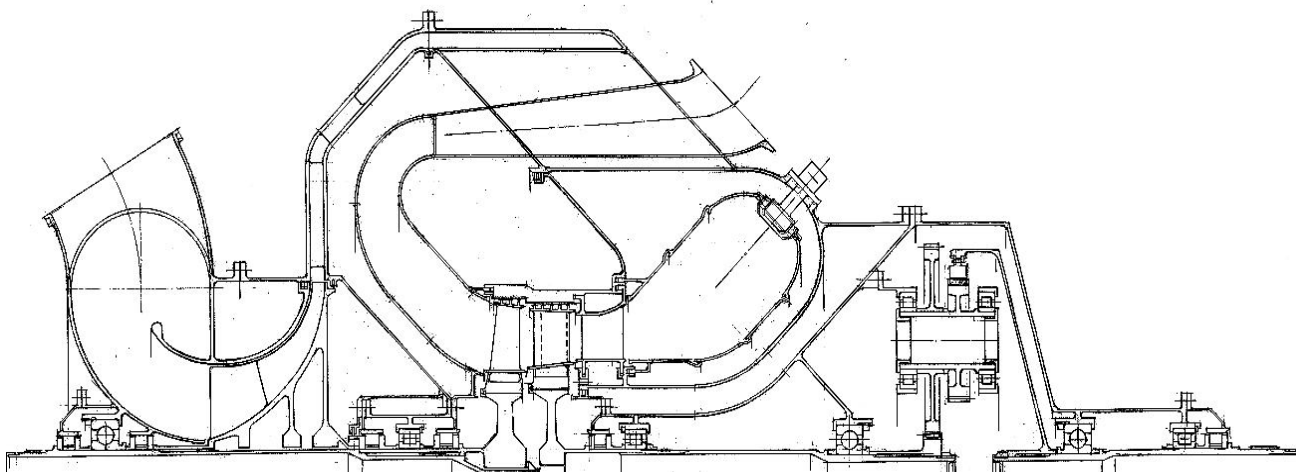


Рис. 1. Продольный разрез рассматриваемого двигателя

и мощности от ротора турбины компрессора на 2% возможно получение мощности двигателя без увеличения температуры газов (в обычном двигателе температура газов увеличивается на 150 ... 170 К);

- улучшение запуска двигателя и уменьшение времени приемистости за счет увеличения степени расширения турбины компрессора при низких оборотах силовой турбины;

- меньший уровень шума;

- защита роторов от раскрутки обеспечивается ограничением температуры газов;

- для автономной электростанции на всех режимах работы возможно независимо изменять долю электрической и тепловой энергии в течении суток, сезона, климатических условий.

Приведенные выше максимальные результаты получены при увеличении оборотов компрессора на 8 ... 10% от оборотов при расчетной мощности двигателя и уменьшении оборотов силовой турбины. Это потребует проектирование ротора турбокомпрессора на увеличенные обороты. Применение регулируемого входного направляющего аппарата компрессора позволит не увеличивать обороты турбокомпрессора.

В качестве примера на рис. 1 показан продольный разрез газотурбинного двигателя для гибридного автомобиля. Двигатель имеет два вала вывода

мощности. Мощность с вала свободной турбины передается через редуктор на колеса автомобиля, а мощность с ротора компрессора (20 ... 30% от мощности двигателя) передается на колеса автомобиля по обычному для гибридного двигателя электрическому каналу: высокочастотный электрогенератор – выпрямитель-преобразователь – электродвигатель. Этот канал мощности используется на режимах старта и ускорения автомобиля. Величины этих мощностей могут изменяться независимо одна от другой и передаваться на передний или задний привод или на один привод.

Для автономной электростанции и газотурбинного привода отбор мощности производится от вала силовой турбины.

Конструкция двигателя приспособлена для применения теплообменника с целью снижения расхода топлива.

Литература

1. Lucheng Ji. Numerical Investigations about the Vaneless Counter-Rotating Turbine for Cold-Air Test // ASME Paper, GT-2004-53333.

Поступило в редакцию 10.06.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Герасименко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.