

увеличением тяги. Еще в большей степени она увеличивается, а удельный расход топлива снижается за счет увеличения степени двухконтурности. Соответственно увеличивается расход воздуха через двигатель.

На расход воздуха через двигатель, а следовательно и на тягу, заметно влияет степень повышения давления во внутреннем контуре вентилятора, которая изменялась в пределах 2,45...3,00.

Степень повышения давления в наружном контуре вентилятора оптимизировалась из условия минимума удельного расхода топлива на крейсерском режиме.

Параметры ТРДД на взлетном режиме пересчитывались по модели выполненного двигателя при $\bar{P}_{кр} = 0,193$.

Из полученных результатов следует, что на базе универсального газогенератора фирмы можно разработать целый ряд ТРДД с изменением тяги до 40%, в том числе обеспечиваются заданные оптимальные значения тяги и удельного расхода топлива.

Кроме того, проведены исследования возможностей универсального газогенератора в составе газотурбинных установок со свободной турбиной четырехвальной схемы для получения мощности в диапазоне от 10 до 40 МВт.

Как и в случае ТРДД, увеличение приведенной частоты вращения ротора ВД и со-

ответственно температуры газа перед турбиной позволяет форсировать двигатель и обеспечить более высокий уровень мощности.

Из полученных результатов следует, что при изменении температуры газа за камерой сгорания от 1200К до 1600К возможно обеспечить потребную эффективную мощность в широком диапазоне до 45 МВт при величине эффективного КПД до 42%.

Аналогичным образом получены дроссельные характеристики нескольких вариантов ГТУ трехвальной схемы. Рассмотренные варианты отличаются значением приведенной частоты вращения ротора каскада высокого давления на расчетном режиме при неизменном значении приведенной частоты вращения ротора каскада среднего давления.

Из полученных результатов следует, что трехвальная схема ГТУ на базе универсального газогенератора позволяет обеспечить эффективную мощность до 11,5 МВт при величине эффективного КПД до 31%.

Таким образом, параметры рассмотренного варианта газогенератора позволяют обеспечить в составе ТРДД и ГТУ требуемые уровни показателей эффективности, и он может быть выбран в качестве универсального газогенератора для создания линейки ГТД.

УДК 629.73.06

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОЙ И ДОЛГОВЕЧНОЙ РАБОТЫ ЗОЛОТНИКОВЫХ ПАР

Кармазанов А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени,
ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара

MAINTENANCE OF TROUBLE-FREE AND DURABLE WORK OF PRECISION PAIRS *Karmazanov A.V.*

Статистика свидетельствует, что достаточно большое число неисправностей (20% от отказов элементов приводов) приходится на золотниковые распределительные устройства. Практически все отказы и неисправности прецизионных пар гидроприводов и агрегатов топливной аппаратуры двигателей вызываются повышенными, по сравнению с установленными техническими условиями,

трением или утечками рабочей жидкости через зазоры между деталями, что, как правило, сопровождается повреждением или разрушением их поверхностей. При этом под повреждениями понимаются образующиеся в процессе работы прецизионной пары любые изменения микрогеометрии, повышающие шероховатость поверхности, и структурные изменения материала деталей.

Основными требованиями, предъявляемыми к прецизионным парам, являются высокая стабильность малых сил трения и хорошая герметичность, т. е. наличие минимальных, не увеличивающихся в процессе работы выше допустимого предела утечек топлива или рабочей жидкости через зазоры между деталями. Требование малых сил трения, например, в регулирующих устройствах определяется необходимостью обеспечить высокие свойства чувствительных элементов, следящих за изменением давления или перепада давления в соответствующих полостях агрегата.

Анализ материалов по теме показывает, что данная проблема в основном решается совершенствованием способов увеличения долговечности, например, использованием гидростатических опор для центрирования золотников, твёрдости и износостойкости прецизионных пар, улучшением условий трения различными покрытиями или использованием более стойких к трению материалов, а также улучшением методов технической диагностики гидроприводов.

Диаметральный зазор в зависимости от размера деталей и назначения прецизионной пары может быть от 2 мкм до нескольких десятков. Детали прецизионных пар могут иметь возвратно-поступательные, вращательные, возвратно-вращательные относи-

тельные перемещения. По мере увеличения сил трения между золотником и гильзой минимальное значение прироста давления, на которое реагирует золотник, увеличивается, следовательно, рабочие свойства чувствительного элемента ухудшаются: понижается чувствительность регулятора, повышается статическая ошибка системы регулирования. Увеличение утечек рабочей жидкости через зазоры, вызываемое изнашиванием деталей золотниковых пар, происходит постепенно, и связанные с этим отказы могут быть своевременно предупреждены. Отказы же, вызываемые повышением трения в золотниковых парах, имеют внезапный характер и являются более опасными по своим последствиям для работы гидравлических агрегатов.

Золотниковые распределительные устройства относятся к прецизионным парам и выполняют функции чувствительных элементов механизмов гидроприводов. Привода являются подсистемой более сложной системы и определяют эффективность ее использования по назначению. Поэтому решение проблем повреждаемости и ее взаимосвязи с работоспособностью прецизионных пар гидравлических агрегатов является одной из важнейших задач в проблеме обеспечения надежности современной техники.

УДК 629.7.036.33(075.8)

ВЛИЯНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТЫ МЕЖДУ КАСКАДАМИ КОМПРЕССОРА НА ЭФФЕКТИВНЫЙ КПД ТВАД С РЕГЕНЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА И ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ РАБОЧЕГО ТЕЛА

Безбородов А.А., Крупенич И.Н., Кулагин В.В., Кузьмичев В.С., Соколов М.А., Ткаченко А.Ю.

Самарский государственный аэрокосмический университет

EFFECT OF SPECIFIC WORK DISTRIBUTION BETWEEN THE COMPRESSOR CASCADES ON THE EFFECTIVE EFFICIENCY OF TURBOSHAFT ENGINE WITH HEAT REGENERATION AND INTERMEDIATE COOLING

Bezborodov A.A., Krupenich I.N., Kulagin V.V., Kuzmichev V.S., Sokolov M.A., Tkachenko A.Y. Effect of specific work distribution between the compressor cascades on the effective efficiency of turboshaft engine with heat regeneration and intermediate cooling is investigated and described.

Эффективный КПД современных двигателей, изменяется в диапазоне ТВАД, в том числе конверсионных приводов 30...40% при уровне мощности от 6 до