

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА АГРЕГАТОВ В ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЕ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2016 Д.С. Легконогих¹, А.Н. Зеленин²

¹Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

²АО «Климов» г. Санкт-Петербург

APPLICATION OF THE ELECTRIC ACCESSORY DRIVERS IN FUEL SYSTEM OF THE GAS-TURBINE ENGINE

Legkonogikh D.S. (Military Scientific Center Air Force «Professor N. Zhukovsky's and U. Gagarin's Military Air Academy», Voronezh, Russian Federation), Zelenin A.N. (JSC «Klimov», Saint-Petersburg, Russian Federation)

This article presents the analysis of a positive effect from application of the electric drive on an instance of the fuel pump in the gas-turbine engine of the multimode airplane.

В рамках концепции создания «полностью электрического самолёта» перспективным направлением является разработка «электрического» газотурбинного двигателя (ГТД), в конструкции которого может отсутствовать коробка приводов двигательных агрегатов и отбор воздуха из компрессора на двигательные и самолётные нужды. В первую очередь объектами электрификации становятся насосы топливной и масляной систем двигателя, частота вращения которых пропорциональна режиму работы двигателя, что составляет основную проблему регулирования их производительности. Переход с механического привода насосов на электрический (на базе бесконтактных электродвигателей) позволит с высокой точностью регулировать расход подаваемой жидкости и при этом отказаться от сложной и дорогостоящей гидромеханической автоматики, перепускных клапанов, дозирующих устройств. В эксплуатации это приведёт к снижению подогрева топлива, потребляемой насосами мощности и в целом к существенному повышению экономичности ГТД, его надёжности, а также к снижению массы двигателя и стоимости его эксплуатации [1].

Существенный эффект может дать и замена гидравлических устройств управления механизацией газоздушного тракта ГТД, в частности, гидроцилиндров управления поворотными лопатками направляющих аппаратов компрессора ГТД на шаговые электродвигатели. В этом случае снижается количество прецизионных золотниковых пар в системе автоматического управления дви-

гателем, сокращается число трубопроводов и их соединений в топливной системе, снижается пожароопасность и устраняется влияние отбора топлива в гидроцилиндры на работу остальной топливной системы [1].

Ожидаемые преимущества от перехода к электрическому приводу агрегатов двигательных систем:

- повышение надёжности ГТД и его систем (в том числе и за счёт возможности более эффективной оценки технического состояния, включая текущий контроль, диагностирование и прогнозирование неисправностей и отказов);
- снижение стоимости эксплуатации ГТД;
- повышение экономичности двигателя (в том числе и за счёт исключения отбора воздуха);
- улучшение характеристик ГТД как объекта управления;
- исключение коробки приводов двигательных агрегатов позволит добиться снижения массово-габаритных показателей ГТД, трудозатраты при эксплуатации;
- повышение эксплуатационной и боевой живучести (в том числе и за счёт возможности более свободного размещения электрических агрегатов и коммуникаций, их резервирования) [1].

В работе приводятся результаты моделирования топливной системы ГТД АЛ-31Ф с насосом-регулятором НР-31В, в состав качающего узла которого входит шестерённый насос (ШН), в среде MATLAB Simulink. Топливный ШН имеет

механический привод от коробки двигательных агрегатов (мощность отбирается от ротора высокого давления двигателя). Наличие жёсткой связи между ротором ГТД и ШН обуславливает постоянство частоты вращения насоса на стационарном режиме работы двигателя, что исключает возможность обеспечения потребного расхода топлива изменением частоты вращения насоса. ШН относится к категории объёмных, поэтому изменение расхода топлива в основную камеру сгорания ГТД при постоянной частоте вращения шестерён насоса осуществляется не дросселированием, а изменением площади проходного сечения дозирующего крана поворотного типа при постоянном перепаде давления на нём, поддерживаемом регулятором.

Поддержание постоянного перепада давления осуществляется за счёт перепуска избыточного топлива через перепускной клапан обратно на вход в насос. Поэтому ШН изначально выполнен переразмеренным и большую часть времени обеспечивает избыточный расход топлива, потребляя при этом «лишнюю» мощность. В случае

электрического привода соответствие между действительным и потребным расходом топлива в любой момент времени обеспечивается изменением частоты вращения электродвигателя привода насоса по командам системы автоматического управления.

Применение регулируемого электрического привода топливного насоса позволит снизить потребляемую насосом мощность, отказаться от сложных устройств автоматики, содержащих большое количество требовательных к чистоте рабочей жидкости прецизионных золотниковых пар, улучшить динамические характеристики ГТД.

Библиографический список

1 Гуревич О.С., Белкин Ю.С., Гулиенко А.И. Газотурбинный двигатель для «электрического» самолета: направления электрификации газотурбинных двигателей. Труды ЦИАМ № 1346. Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями / Под ред. О.С. Гуревича. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010. 264 с. С. 21-29.

УДК 621.919.2 (075)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФАСОННОЙ ФРЕЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PASCAL

©2016 Л.В. Соловацкая, Ю.С. Кузнецов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

DESIGNING OF THE SHAPED MILLING CUTTER USING THE PASCAL MACHINE LANGUAGE

Solovatskaya L.V., Kuznecov U.S. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

Have been examined stages of algorithm to design the shaped form-relieved cutter: choice of instrumental material, determination of diameter of the landing opening and diameter of milling cutter, number of points, size of falling of back head as well as parameters in the characteristic points of profile. Have been described principles of the program work for the automated calculation of structural and geometrical parameters of the shaped milling cutter.

Расчёт сложного режущего инструмента является процессом трудоёмким, поэтому авторы данной работы решили разработать алгоритм, который позволит проводить расчёт сложного инструмента в автоматизированном режиме на компьютере. Данный алгоритм и программа были разработаны на примере фасонной фрезы. Результатом расчёта и

проектирования фасонной фрезы являются её основные конструктивные и геометрические параметры, а также коррекционный расчёт профиля, учитывающий наличие переднего угла $\gamma > 0^\circ$.

Многие детали имеют фасонные поверхности. Фасонная поверхность в сечении представляет криволинейный профиль, т. е.