

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

©2016 В.А. Григорьев, П.Г. Зубков, Д.С. Калабухов, С.К. Бочкарёв

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

### AUTOMATED EDUCATIONAL AND RESEARCH COMPLEX FOR GAS TURBINE ENGINES TESTING

Grigoriev V.A., Zubkov P.G., Kalabuhov D.S., Bochkarev S.K. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*The necessity of introduction in the educational and research processes the innovative automated methods and means for aircraft gas turbine engines and power plants testing is grounded. A general description of the educational and research complex engine tests is given. The structure of the measuring-computer complex of stands and test management features are described.*

Совершенство силовых установок во многом определяет лётно-технические и экономические характеристики летательных аппаратов гражданской и военной авиации. Практика создания и эксплуатации новых авиационных двигателей показала, что улучшение технических данных серийно выпускаемых двигателей невозможно без большого числа экспериментальных исследований. При этом стоимость опытных образцов двигателей и стоимость проведения их испытаний постоянно возрастает. Повышаются требования к снижению вредного воздействия работы двигателей на окружающую среду. В связи с этим, для достижения повышенной точности и увеличения объёма получаемой информации в ходе испытаний при условии уменьшения их длительности, а также для приближения испытаний к реальным условиям эксплуатации требуется внедрение современных методов и средств автоматизированных испытаний.

На кафедре теории двигателей летательных аппаратов Самарского университета разработан и внедрён учебно-исследовательский комплекс (УИК), который предназначен как для проведения лабораторных занятий со студентами, так и для выполнения научно-исследовательских работ. УИК используется для испытаний авиационных газотурбинных двигателей основных типов (ТРД, ТВД и ТРДД), а также энергетических установок. Для этого применяется ряд стендов, оснащённых измерительно-вычислительными комплексами (ИВК) для автоматизации процесса измерений и испытаний. Кроме того, в состав УИК входит высотноклиматический стенд, предназначенный для испытаний малоразмерных ГТД любых ти-

пов в условиях, соответствующих высоте полёта  $H = 0 \dots 3$  км и температуре на входе в двигатель  $T_H = 223 \dots 323$  К ( $-50 \dots +50^\circ\text{C}$ ). Эти условия обеспечиваются с помощью специальных систем и термобарокамеры [1].

ИВК стендов обеспечивают автоматизацию процесса испытаний и всех предпусковых операций [2]. Каждый ИВК состоит из нижнего и верхнего уровней. Нижний уровень предназначен для управления двигателем, сбора и первичной обработки информации, а верхний уровень – для вторичной обработки и представления информации на автоматизированных рабочих местах студента и преподавателя.

Управление испытаниями на стендах возможно в ручном режиме, как с пульта управления, так и при помощи виртуальных манипуляторов, отображаемых на видеокадре автоматизированного рабочего места оператора.

В системе измерения ИВК применяются современные датчики и преобразователи. Также предусмотрена автоматизированная градуировка и метрологическая аттестация измерительных каналов до, перед и после испытаний.

Созданный ИВК для проведения автоматизированных испытаний позволяет применять его в системе открытого образования с возможностью удалённого управления процессом испытания и получения его результатов через сеть Internet.

#### Библиографический список

1. Григорьев В.А., Зубков П.Г., Прокаев А.С. Стенд для высотноклиматических испытаний малоразмерных ГТД / Материалы докладов международной научно-технической

кой конференции «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». Самара: СГАУ, 2011. Ч. 1. С. 44-45.

2. Григорьев В.А., Лапшин А.В., Киреев В.А. Измерительно-вычислительный ком-

плекс для автоматизации учебно-исследовательских испытаний и диагностики ТРДД // Вестник двигателестроения: Научно-технический журнал, 2008. №3. С. 190-194.

УДК 620.9

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

©2016 Р.Х. Гумерова, В.А. Черняховский

Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А.Н. Туполева – КАИ

### ENERGY-SAVING POTENTIAL OF FREQUENCY CONTROL OF INDUCTION MOTOR WITH SQUIRREL-CAGE

Gumerova R.H., Chernjahovsky V.A. (Kazan National Research Technical University  
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russian Federation)

*The work presents a comparison of the throttle and speed control of the pump motor performance with electric power  $P=30$  kW. Has been created a mathematical model, using the environment of MATLAB Simulink. Experiment has been shown decrease of power consumption up to 53, 3% at frequency mode of control.*

Проблема энерго- и ресурсосбережения является актуальной для экономики и производства нашей страны. Разработка и применение стратегии оптимального ведения энергохозяйства способствует сокращению расточительного потребления мощности из сети. Промышленные предприятия, как основные потребители электрической энергии, должны быть заинтересованы в повышении своего энергосберегающего потенциала.

В настоящее время большинство оборудования оснащено асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором. Несмотря на свою надёжность, работа данных двигателей сопряжена с несколькими нежелательными эффектами, в числе которых большие пусковые токи и сложность регулирования скорости вращения вала с необходимой точностью.

Включение частотных преобразователей в сеть питания способствует уменьшению пусковых токов и регулированию частоты вращения вала двигателя в широком диапазоне, что в целом способствует уменьшению потребления электрической энергии из сети.

В данной работе произведено сравнение частотного и дроссельного регулирова-

ния производительности насоса мощностью  $P = 30$  кВт. Производительность насоса  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{час}$ ) выражена в объёме воды, перекачиваемом насосом, и является нагрузкой на валу двигателя насоса, так как насос соединен напрямую с двигателем переменного тока.

Разработана математическая модель в среде MATLAB Simulink, отражающая работу насоса в исследуемых режимах. Модель состоит из двух контуров, соответствующих работе насоса при регулировании производительности дроссельной заслонкой и частотным преобразователем. Входным воздействием модели является значение напора  $H$ . Рабочая  $Q-H$  характеристика насоса и характеристика потребления мощности из сети  $Q-P$  являются основными параметрами модели. Уравнения, описывающие  $Q-H$  и  $Q-P$  характеристики, получены с помощью Microsoft Excel, которые заданы блоками-полиномами.

Потреблённая мощность за день составила 572,5 кВт/ч в режиме дросселирования и 265,9 кВт/ч в режиме частотного регулирования при постоянном значении напора  $H = 20$  м. вод. ст. Эксперимент показал снижение потребляемой активной мощности  $P$  на 53,55%.