

## ФОРМИРОВАНИЕ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ БПЛА ОДНОРАЗОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Михайлов А. Е., Ахмедзянов Д. А., Ахметов Ю. М., Михайлова А. Б.

Уфимский государственный авиационный технический университет

### FORMING OF CONTROL PROGRAMS FOR DISPOSABLE UNMANNED AIRCRAFT VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH THE USE OF DYNAMIC CHARACTERISTIC

*Mikhailov A.Ye., Akhmedzyanov D.A., Akhmetov Yu.M., Mikhailova A.B. The features of disposable unmanned aircraft vehicle propulsion system as the controlled object are considered. The dynamic characteristic of single-spool turbojet engine is calculated by means of simulation system DVIGwp. The dynamic characteristic is used to form static and astatic control programs of single-spool turbojet engine for disposable unmanned aircraft vehicle.*

Возможность получения требуемых статических характеристик авиационного газотурбинного двигателя а также динамических свойств в значительной степени зависит от способов управления рабочим процессом, осуществляемых с помощью системы автоматического управления. Выбор программ и алгоритмов управления определяет возможность реализации в двигателе предусмотренных при проектировании термодинамических и прочностных характеристик, обеспечения газодинамической устойчивости рабочих процессов в узлах ГТД. Эта зависимость свойств от метода управления силовой установкой распространяется в дальнейшем на характеристики летательного аппарата, влияя на такие его качества как экономичность, маневренность, целевая эффективность, надежность, живучесть [1].

В последние десятилетия проявляется значительный интерес к разработке беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) как одного из перспективных типов авиационной техники нового поколения.

Специфическим типом является БПЛА одноразового применения, который накладывает ряд специфических требований и ограничений на силовую установку и ее систему автоматического управления (САУ). Рассматривается БПЛА одноразового применения со сверхзвуковой крейсерской скоростью полета. Наиболее эффективным типом силовой установки для летательного аппарата подобного типа является турбореактивный двигатель.

В настоящей работе предлагается подход к использованию динамической характеристики одновального ТРД для формирования законов управления силовой установкой БПЛА одноразового применения. Динамическая характеристика получена в результате проведения исследований в системе имитационного (СИМ) моделирования авиационных ГТД DVIGwp [2]. На рис. 1 представлена индивидуальная модель одновального ТРД с экспериментальными характеристиками узлов.

На рис. 2-3 представлена динамическая характеристика одновального ТРД с нерегулируемой геометрией проточной части в виде зависимостей  $\mathcal{K} = f(n_{\text{ТРД}}, G_{\text{ТРД}})$

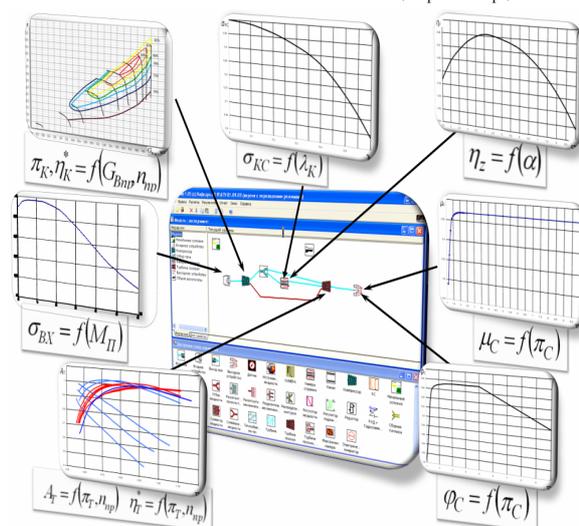


Рис. 1. Индивидуальная модель одновального ТРД в СИМ DVIGwp

$G_{\text{Тур}} = f(n_{\text{пр}}, \lambda)$  в интервале частот вращения  $n_{\text{пр}} = 75\%..100\%$  при критическом режиме течения в сопловом аппарате турбины и реактивном сопле, что обеспечивает подобие режимов течения в узлах ГТД.

На динамической характеристике нанесены изолинии адиабатического полного КПД компрессора, полного давления воздуха за компрессором, граница предельных избытков топлива по запасу газодинамической устойчивости компрессора, а также линия допустимых избытков топлива при соблюдении гарантированной газодинамической устойчивости компрессора.

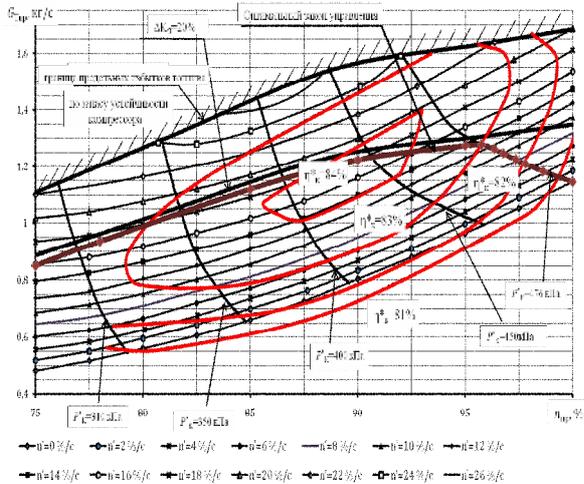


Рис. 2. Расчетная динамическая характеристика в виде зависимости  $\lambda = f(n_{\text{пр}}, G_{\text{Тур}})$

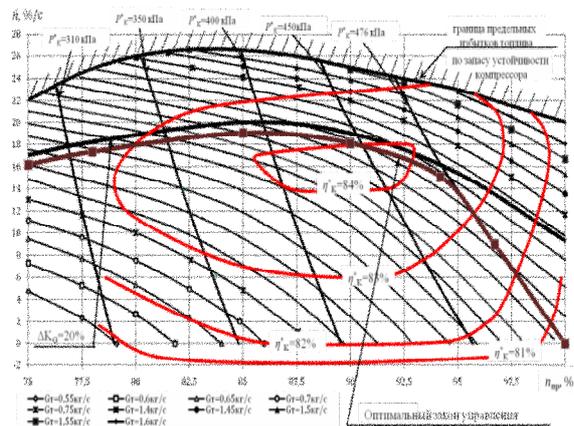


Рис. 3. Расчетная динамическая характеристика в виде зависимости  $G_{\text{Тур}} = f(n_{\text{пр}}, \lambda)$

На рис. 2 представлена динамическая характеристика компрессора в традиционном виде [3,4], на рис. 3 представлена в виде фазового портрета нелинейной динамической системы. Расчетный характер полученных результатов позволил впервые нанести на динамическую характеристику сет-

ку изолинии КПД компрессора. Можно отметить сходный характер протекания изолиний на динамической характеристике (рис. 2,3) и характеристике компрессора (рис.4).

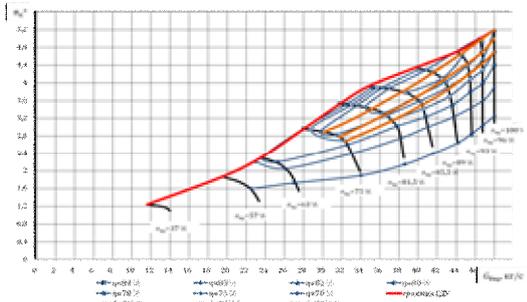


Рис. 4. Характеристика компрессора совместно с изолиниями КПД и ускорений  $\lambda$

Комплекс динамических характеристик позволяет формировать статические и астатические законы управления силовой установкой БПЛА одноразового применения. Подобные законы управления могут быть реализованы в электронных, гидромеханических и комбинированных системах автоматического управления ТРД с учетом перехода с одного регулятора на другой (переход с регулятора установившегося режима на регулятор разгона и наоборот). Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ

**Библиографический список**

1. Гуревич, О.С. Управление авиационными газотурбинными двигателями: Учебное пособие /О.С. Гуревич. – М.: Изд-во МАИ, 2001 – 100 с.
2. Ахмедзянов, Д. А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2004610868. Система термогазодинамического моделирования газотурбинных двигателей на переходных режимах работы DVIGwp / Д. А. Ахмедзянов, И. А. Кривошеев, Е. С. Власова. М.: Роспатент, 2004.
3. Любомудров, Ю.В. Применение теории подобия при проектировании систем управления газотурбинных двигателей / Ю.В. Любомудров. – М.: Машиностроение, 1971. – 198 с.
4. Шевяков, А.А. Автоматика авиационных и ракетных силовых установок /А.А. Шевяков. - М.: Машиностроение, 1970. – 660 с.