

- методики проектирования и создания новых систем смазки двигателей и энергоустановок наземного и воздушного базирования;
- новые конструктивные схемы систем смазки и масляного охлаждения для двигателей и энергоустановок ЛА и наземного транспорта.

Доклад сопровождается запатентованными конструктивными схемами масляных каналов, форсунок, фильтров, теплообменных аппаратов повышенных характеристик по ресурсу и надёжности для двигателей и энергоустановок ЛА и наземного транспорта.

УДК 681.51

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕЧЁТКОГО РЕГУЛЯТОРА ПО СРАВНЕНИЮ СПИ-РЕГУЛЯТОРОМ МАЛОРАЗМЕРНОГО ГТД

©2018 Д.О. Пономарь, А.В. Кузнецов, Г.М. Макарьянц

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

## THE FUZZY CONTROLLER DYNAMICS INVESTIGATION VERSUS THE PI-CONTROLLER DYNAMICS OF A MICRO GAS TURBINE ENGINE

Ponomar D.O., Kuznetsov A.V., Makaryants G.M. (Samara National Research University,  
Samara, Russian Federation)

*Recently, nonlinear control systems have been widely used. Such systems include regulators using fuzzy logic. But now aircraft engines have not received wide distribution because these algorithms are insufficient research in comparison with classical methods. The article compares the fuzzy speed controller for a micro turbine engine with a PI controller, compares them with the transient characteristics and the response to the disturbance.*

В настоящее время существуют два основных типа систем управления - линейные и нелинейные. Линейные системы хорошо изучены и существует множество методов для их настройки, однако это приводит к значительному упрощению [1]. Нелинейные системы управления позволяют учесть нелинейность объекта, но на данный момент синтез таких систем недостаточно исследован. В условиях широкого внедрения электронных вычислительных устройств в системы управления авиационных двигателей возникает возможность применения более сложных методов регулирования. Следовательно, актуальной задачей является разработка нелинейных систем управления.

Одним из методов разработки нелинейной системы управления является нечёткая логика. Термин «нечёткая логика» был впервые введён американским математиком Лютфи Заде, определявшем его как объект с функцией принадлежности элемента к множеству, принимающему любые значения в интервале  $[0, 1]$ , а не только 0 или 1 [2]. То есть данное число может принадлежать дан-

ному интервалу (терме) с степенью принадлежности, изменяющейся от 0 до 1. Регулятор, построенный на основе нечёткой логики, называется нечётким регулятором. В основе нечёткого регулятора лежит база правил, которая задаёт соответствие между входными термами, на которые разбиты регулирующие параметры, и выходными, регулирующими факторами [3-4].

Нечёткий регулятор, используемый в работе, состоит из двух основных блоков: блока нечёткой логики и ограничителя расхода топлива. Блок нечёткой логики содержит два входа: ошибка и её производная; и один выход – производная от расхода, которая затем интегрируется.

В ходе данной работы были синтезированы нечёткий и ПИ-регуляторы и настроены таким образом, чтобы расход топлива лежал в допустимых пределах. Затем, используя нелинейную модель малоразмерного двигателя, проводилась симуляция системы регулятор-объект, после чего были построены графики переходных процессов по частоте вращения. На рис. 1 представлен переход-

ный процесс от режима малого газа до частоты вращения 100 000 об/мин, а затем пода-

валось возмущающее воздействие по температуре на 20 секунде симуляции.

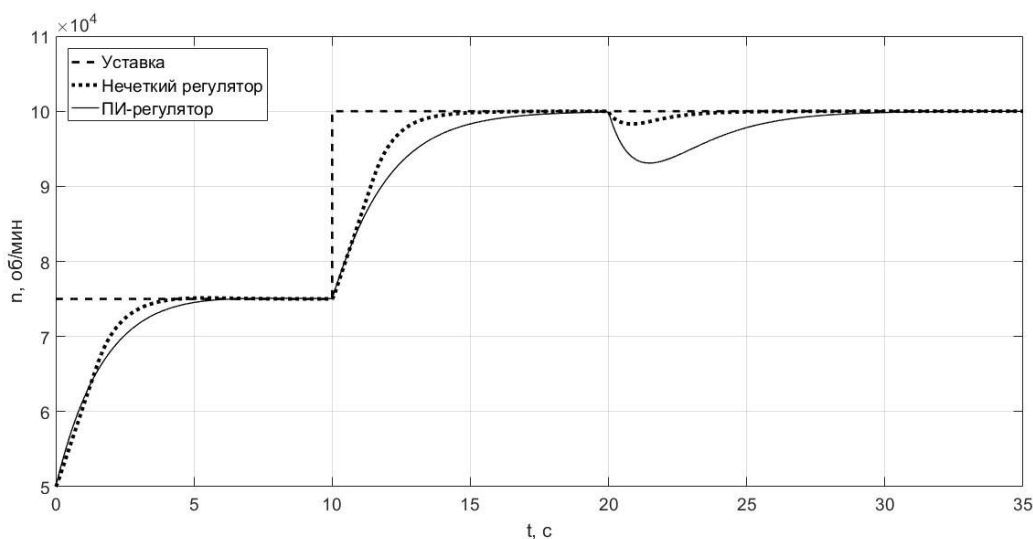


Рис. 1. Графики полученных переходных процессов

На основании графика видно, что нечеткий регулятор имеет меньшее время переходного процесса, что говорит о преимуществе нелинейного управления по сравнению с классическим ПИ-регулятором.

#### Библиографический список

1. Ч. Филлипс, Р. Харбор Системы управления с обратной связью М.: Лаборатория базовых знаний, 2001 – 616 с.

2. Л. Заде Понятие о лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: МИР, 1976.

3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH СПб.: БХВ - Петербург, 2005 - 736 с.

4. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013- 798 с.

УДК 621.43

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ДВС СО ВСТРЕЧНЫМИ ПОРШНЯМИ

©2018 Б.Б. Косенок<sup>1</sup>, В.Б. Балякин<sup>1</sup>, И.Н. Жильцов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

<sup>2</sup>ОАО «Аэрокон», г. Ульяновск

## OPTIMIZATION OF THE CONSTRUCTIVE SCHEME OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH OPPOSING PISTONS

Kosenok V.B., Balyakin V.B., (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

Giltsov I.N., (Aerokon, Ulyanovsk, Russian Federation)

*A new scheme of the ICE crank mechanism is proposed, which allows to increase the efficiency of the engine, at the expense of reduction of losses on friction. The dynamics of the proposed scheme of a two-shaft in-line crank-slider internal combustion engine is studied with the purpose of reducing the loads on the engine design, its dimensions and weight. The study was carried out by comparing the dynamic characteristics of different types of engines, using the theory of vector modular models.*

Развитие беспилотной и малой авиации, требует повышения эффективности энергетических установок летательных аппаратов. Наиболее часто в качестве таких

установок применяются двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Массогабаритные характеристики летательных аппаратов малой и беспилотной авиации и необходимость