

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВХОДНОГО УСТРОЙСТВА С МЕРНЫМ УЧАСТКОМ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CFD МОДЕЛИРОВАНИЯ

Зубанов В.М., Мельников С.А., Щербань А.И., Гатауллина Е.Д.

Самарский университет, г. Самара, waskes91@gmail.com

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, испытания газотурбинных двигателей, входное устройство, мерный участок

В процессе разработки и производства авиационных двигателей проводится множество испытаний различной сложности. Начиная с научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и заканчивая летными испытаниями. На проведение испытаний газотурбинных двигателей (ГТД) тратится значительное количество времени, материальных, финансовых и человеческих ресурсов [1]. Ключевыми элементами таких стендов являются входные устройства, обеспечивающие подачу воздуха к испытываемому ГТД. Выбор конструкции входного устройства оказывает существенное влияние на точность воспроизведения характеристик двигателя в реальных условиях эксплуатации [2]. Правильно спроектированный входной узел позволяет снизить риск ухудшения характеристик узлов двигателя в процессе испытаний, сохраняя стабильность работы, заложенную на этапе проектирования [3]. Были спроектированы два входных устройства с лемнискатой и мерной секциями, а также переходные каналы на входе в компрессор. Влияние таких входных устройств на характеристики компрессора показано на рис. 1.

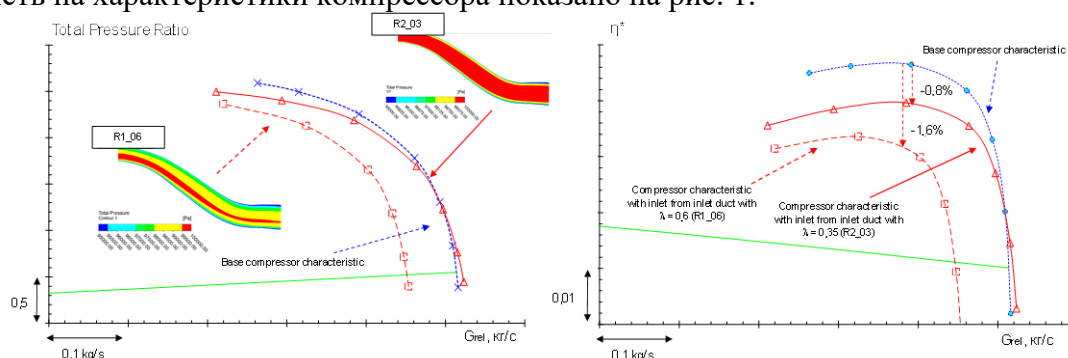


Рис. 1 – Влияние спроектированных входных устройств на характеристики компрессора на примере ветки на рабочей частоте двигателя

Область использования спроектированных входных устройств нанесена на характеристики компрессора. (рис. 2).

Использование входного устройства большего радиуса снижает КПД компрессора на 1,6%. Использование входного устройства меньшего радиуса снижает эффективность компрессора на 0,8 %. Запас газодинамической устойчивости снижается на 1,1% для конфигурации с меньшего радиуса и на 2,6% при использовании устройства большего радиуса.

Использование таких входных устройств для испытания двигателя нерационально. Было принято решение перепроектировать впускное устройство таким образом, чтобы минимизировать потери в нем. По результатам итерационного проектирования был сформирован внешний вид устройства входа для экспериментального стенда, показанный на рис. 3.

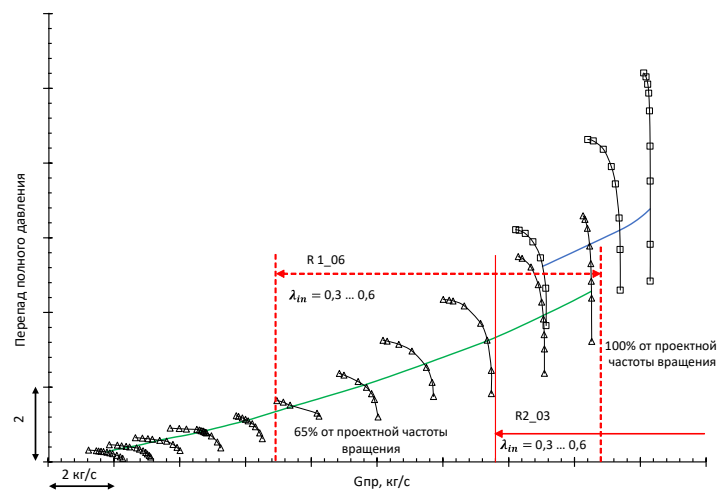


Рис. 2 – Область использования спроектированных входных устройств на характеристиках компрессора

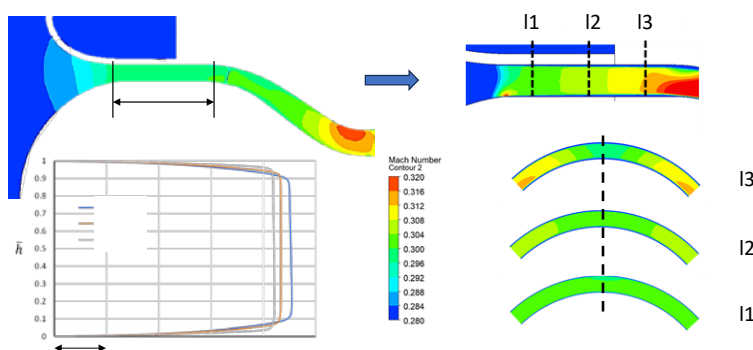


Рис. 3 – Распределение числа Маха в меридиональном виде и окружных сечениях в перепроектированном входном устройстве стенда

Проанализированы входные устройства испытательных стендов, спроектировано входное устройство для стенда с учетом его совместной работы с компрессором, итерационно получен аэродинамический профиль устройства, для которого коэффициент восстановления полного давления равен 0,998. Определено влияние стойки опоры компрессора на параметры потока во входном устройстве и выбрано место для установки измерительных приборов во входном устройстве стенда.

Список литературы

1. Grigoryev V. A., Kuznetsov S. P., Gishvarov A. S. Testing of aircraft engines : textbook for universities: 2nd edition – Moscow. Innovative Engineering, 2016. - 541 p.
2. Bolohvitin M. S., Borovikov D. A., Ionov A.V., & Seliverstov A.D. Development of a test bench for small-size gas turbine engines. Moscow. MAI, 2016. (91), 10.
3. Shendaleva E.V. Comparative testing of bench equipment for testing gas turbine engines. Omsk. Omsk Scientific Bulletin. Series “Aviation, Rocket and Power Engineering”, 2017, 1 (1), 67-74.
4. Baturin O.V., Popov G.M., Goryachkin E.S. etc. Optimization of the working process of the axial compressor according to the criterion of efficiency // Journal of Physics: Conference Series. — 2017. — Vol. 803. Issue 1.
5. Wang, P.C. & Mcguirk, James. (2013). Large Eddy Simulation of Supersonic Jet Plumes from Rectangular Con-Di Nozzles. International Journal of Heat and Fluid Flow. 43. 62–73. 10.1016/j.ijheatfluidflow.2013.06.002.

Сведения об авторах

Зубанов Василий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры ТДЛА им. В.П. Лукачёва. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин, рабочие процессы ракетных двигателей.

Мельников Сергей Александрович, ассистент кафедры ТДЛА им. В.П. Лукачёва. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин, рабочие процессы ракетных двигателей.

Щербань Анастасия Ивановна, ассистент кафедры ТДЛА им. В.П. Лукачёва. Область научных интересов: проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Гатауллина Елена Дмитриевна, ассистент кафедры ТДЛА им. В.П. Лукачёва. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

DESIGN OF INLET UNIT WITH A MEASURING SECTION FOR GAS TURBINE ENGINE TESTING USING CFD MODELING

Zubanov V.M., Melnikov S.A., Shcherban A.I., Gataullina E.D.
Samara University, Samara, Russia, waskes91@gmail.com

Keywords: gas turbine engine, gas turbine engine testing, inlet device, measuring section

The research devoted to the design of an inlet device for testing a gas turbine engine has been carried out. The working process in bench input devices of classical configuration is considered, alternative configurations are developed.