

НАПРАВЛЕНИЕ
«РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ЛОПАТОЧНЫХ МАШИН
И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ» /
«TURBOMACHINERY AND GAS TURBINE PERFORMANCE»

УДК 621.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА
ЛОПАТОЧНОГО АППАРАТА ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА
НА ЕГО АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Богданец С. В., Блинов В. Л.

Уральский Федеральный Университет, г. Екатеринбург, bogdanec.sv@gmail.com

Ключевые слова: осевой компрессор, эрозионный износ, лопаточный аппарат.

Одним из факторов, который определяет актуальность проблемы моделирования эрозионного износа лопаточного аппарата, является ужесточение международной сертификации газотурбинных двигателей по отношению к работоспособности двигателя при пролете самолета через облако вулканического пепла, поэтому данная тема является острой и в отечественном, и в зарубежном научно-промышленном сообществе.

Рабочие характеристики газотурбинной установки (ГТУ) во многом зависят от технического состояния отдельных ее узлов. Одним из наиболее сложных и важных узлов ГТУ является осевой турбокомпрессор. Потребляемая осевым компрессором (ОК) мощность превышает половину мощности, вырабатываемой турбиной. Большая величина мощности, потребляемая ОК, определяет важность достижения и поддержания в эксплуатации высокого КПД ОК и достаточного запаса газодинамической устойчивости, которые в первую очередь зависят от совершенства лопаточного аппарата [1]. В процессе эксплуатации ГТУ техническое состояние ОК и других составных узлов установки непрерывно деградирует. Вследствие эксплуатационных воздействий меняются размеры и состояние поверхности лопаток, изменяются радиальные зазоры, что приводит к изменению характеристик ОК и параметров работы ГТУ в целом [2]. В процессе эксплуатации ГТУ происходит эрозионный износ поверхности лопаточного аппарата ОК, интенсивность которого зависит от внешних условий [3-10].

Цель, которую преследует данное исследование, заключается в проработке расчетных моделей прогноза эрозионного износа лопаточного аппарата осевого компрессора газотурбинной установки и прогноза влияния дефектов лопаточного аппарата на деградацию эксплуатационных характеристик ОК и ГТУ. Моделирование эрозионного износа лопаточного аппарата во время эксплуатации является важной задачей, которая позволяет более точно определять уровень текущего технического состояния установки и ее экономические показатели (например, адиабатический КПД ОК).

Рассчитанные характеристики позволяют снизить эксплуатационные затраты и повысить надежность газотурбинной установки за счет нескольких факторов. Первый фактор – это проведение технического обслуживания установки по техническому состоянию. За счет этого снижается суммарное количество часов технического обслуживания и, соответственно, снижается количество часов простоя. Второй фактор – это более точное определение характеристик эффективности работы эксплуатируемого ОК и всей ГТУ в целом. Учет влияния эрозии на аэродинамическую эффективность каналов компрессора позволяет определить наиболее эффективный режим работы установки.

В рамках данного исследования была отработана задача численного расчета эрозионного износа лопаточного аппарата осевого компрессора с учетом изменения геометрических размеров профильной части межлопаточных каналов.

Список литературы

1. Ревзин Б.С. Осевые компрессоры газотурбинных газоперекачивающих агрегатов: Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ, 2000, 90 с.
2. Blinov V.L., Zubkov I.S. Influence of the axial compressor blade row defects on the industrial gas turbine performance // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1683. 042049.
3. Гуморев А.В., Акмалетдинов Р.Г. Моделирование эрозионного износа лопатки компрессора // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2011. №3 (27). С. 233–239.
4. Двирник Я.В., Павленко Д.В. Предельное состояние осевого компрессора ГТД, эксплуатируемого в условиях запыленной атмосферы // Системи озброєння і військова техніка. 2018. №1(53). С. 97–107.
5. Кривошеев И.А., Камаева Р.Ф., Струговец С.А. Особенности движения частиц пыли в проточной части и изменения геометрии лопаток компрессоров в процессе эксплуатации газотурбинных установок // Вестник УГАТУ. 2011. №3(43).
6. Стендовое испытание проточной части компрессора газотурбинного силового привода «НК-16СТ» на эрозионный износ / В.А. Костышев [и др.] // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: труды МНТК / Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева; гл. ред. Е. В. Шахматов. Самара: СГАУ, 2003. Ч. 1. С. 44-49.
7. Hamed A., Tabakoff W. Experimental and Numerical Simulations of the Effects of Ingested Particles in Gas Turbine Engines // Erosion, Corrosion and Foreign Object Effects in Gas Turbines. 1994.
8. Balan C., Tabakoff W. A Method of Predicting the Performance Deterioration of a Compressor Cascade Due to Sand Erosion // AIAA Paper. 1983. №83–0178.
9. Balan C., Tabakoff W. Axial Compressor Performance Deterioration // AIAA Paper. 1984. №84–1208.
10. Performance Deterioration of a Turbofan and a Turbojet Engine Upon Exposure to a Dust Environment / M.G. Dunn [et al.] // ASME J. Eng. Gas Turbines Power. №109(3). Pp. 336–343.

Сведения об авторах

Богданец Сергей Владимирович, аспирант. Область научных интересов: рабочий процесс центробежных и осевых компрессоров.

Блинов Виталий Леонидович, канд. техн. наук, доцент. Область научных интересов: рабочий процесс турбомашин, диагностика технического состояния газотурбинных установок.

STUDY OF EROSION OF AXIAL COMPRESSOR BLADE

Bogdanec S.V., Blinov V.L.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia, bogdanec.sv@gmail.com

Keywords: axial compressor, erosion, blade row.

This paper tells about numerical computation of the erosion of the blade rows of an axial compressor. One of the factors that determines the relevance of the problem of modeling the blades erosion is the tightening of international certification of gas turbine engines in terms of engine performance when an aircraft is flying through a cloud of volcanic ash.

The purpose of this study is to develop computational models for predicting erosion of the blade row of an axial compressor of a gas turbine unit and predicting the degradation of the operational characteristics of axial compressor. The computation takes into account the change of the geometry of passage airfoils.