

DOI: 10.25728/avtprom.2024.08.10

В.Н. Белопухов, С.Ю. Боровик, М.М. Кутейникова,
П.Е. Подлипнов, Ю.Н. Секисов (ИПУСС РАН – СамНЦ РАН)
А.В. Блинов (АО «ОДК-Авиадвигатель»), Е.А. Голдобин (ПНИПУ)

Контроль технического состояния узлов и агрегатов силовых установок большой мощности на основе одновитковых вихретоковых датчиков

Рассматривается подход к построению средств on-line диагностики опасных состояний энергосиловых установок большой мощности, вызванных разрушением пар трения в авиационных и ракетных двигателях, а также попаданием посторонних предметов в газозоудушный тракт авиационного газотурбинного двигателя. В основе подхода лежит использование оригинальных одновитковых вихретоковых датчиков с чувствительными элементами в виде одиночного контура тока или отрезка проводника, а также их кластерных разновидностей. Простота конструкции датчиков обеспечивает высокую технологичность их изготовления и работоспособность в условиях интенсивного воздействия внешних влияющих факторов. Приводятся примеры практической реализации подхода в конкретных системах контроля состояний энергосиловых установок, работоспособность которых была проверена в лабораторных и стендовых условиях.

Ключевые слова: жидкостный реактивный двигатель, авиационный газотурбинный двигатель, газозоудушный тракт, посторонние предметы, подшипниковые узлы, разрушение, частицы износа, одновитковый вихретоковый датчик, on-line диагностика.

Белопухов Валентин Николаевич – канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
Боровик Сергей Юрьевич – д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник,
Кутейникова Марина Михайловна – канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
Подлипнов Петр Евгеньевич – научный сотрудник, Секисов Юрий Николаевич – д-р техн. наук, доцент, главный научный сотрудник, Институт проблем управления сложными системами РАН – обособленное подразделение ФГБУН Самарский федеральный исследовательский центр РАН (ИПУСС РАН – СамНЦ РАН),
Блинов Андрей Владимирович – зам. нач. отдела по спец. видам диагностики, АО «ОДК-Авиадвигатель»,
Голдобин Егор Александрович – магистрант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет.

Список литературы

1. Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т.1.: Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. М.: Машиностроение, 2008. 199 с.
2. Тресвятский С.Н., Федорченко Д.Г., Данильченко В.П. Космические двигатели СНТК имени Н.Д. Кузнецова // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2006. 10. № 2-1. С. 16-22.
3. Нихамкин М.Ш., Семенова И.В. Вероятностная оценка стойкости лопаток компрессора ГТД к повреждению посторонними предметами // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2009. №3(19). С. 93-97.
4. Киселев Ю.В. Основы теории технической диагностики. Самара: СГАУ, 2004. 138 с.
5. Borovik, S.; Kuteynikova, M.; Sekisov, Y. Reducing the Impact of Influence Factors on the Measurement Results from Single-Coil Eddy Current Sensors // Sensors. 2023. №23. P.351.
6. Borovik S., Sekisov Y. Single-Coil Eddy Current Sensors and Their Application for Monitoring the Dangerous States of Gas-Turbine Engines // Sensors. 2020. V. 20. P. 2107.

7. Borovik S., Sekisov Y. *Single-Coil Eddy Current Sensors. In Sensors, Measurements and Networks, Book Series: Advances in Sensors, Vol. 8. Barcelona: IFSA Publishing, S. L., 2022. Pp.19-48.*
8. Belopukhov V., Blinov A., Borovik S., Luchsheva M., Muhutdinov F., Podlipnov P., Sazhenkov A., Sekisov Y. *Monitoring metal wear particles of friction pairs in the oil systems of gas turbine power plants // Energies. 2022. V. 15. P. 4896.*
9. Belosludtsev V., Borovik S., Danilchenko V., Sekisov Y. *Wear Diagnostics of the Thrust Bearing of NK-33 Turbo-Pump Unit on the Basis of Single-Coil Eddy Current Sensors // Sensors. 2021. V. 21. P. 3463.*
10. Боровик С.Ю., Райков Б.К., Секисов Ю.Н., Скобелев О.П. *Способы измерения и обнаружения колебаний лопаток в экспериментальных исследованиях и диагностике срывных и помпажных явлений в компрессорах газотурбинных двигателей // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Тр. IV международной конференции. Самара, 2002. С. 539-545.*
11. Секисов Ю.Н., Скобелев О.П., Бельский Л.Б., Боровик С.Ю., Райков Б.К., Слепнев А.В., Тулупова В.В. *Методы и средства измерения многомерных перемещений элементов конструкций силовых установок / под ред. Ю.Н. Секисова, О.П. Скобелева. Самара: Изд. СамНЦ РАН, 2001. 188 с.*
12. Blinov A., Borovik S., Luchsheva M., Muhutdinov F., Sekisov Yu. *Monitoring the state of power plants' friction pairs on the basis of single-coil eddy-current sensors // Journal of Physics: Conference Series. 2021. V. 1891. P.012053.*
13. Халиуллин В. *Маслосистема под непрерывным контролем // Информационно-технический бюллетень «Пермские газовые турбины». 2012. №22 (ноябрь). С.46-48.*

Belopukhov V.N., Borovik S.Yu., Kuteynikova M.M., Podlipnov P.E., Sekisov Yu.N., Blinov A.V., Goldobin E.A. State monitoring of components and assemblies of high-power propulsion systems using single-turn eddy current sensors

The paper discusses an approach to the design of online diagnosis tools for dangerous conditions of high-power propulsion systems caused by the destruction of friction couples in aircraft and rocket engines, as well as by foreign object entries into gas-air flow duct of an aircraft gas turbine engine. The approach is based on the application of original single-turn eddy current sensors with a single current loop, or a conductor section, or their cluster forms as sensing elements. Simple design of the sensors ensures their high manufacturability and robustness under intensive external exposure. Examples of approach implementation in state monitoring systems of various engines are adduced. The efficiency of the technique was proved in lab and test bench conditions.

Keywords: liquid jet engine, aircraft gas turbine engine, gas-air flow duct, foreign objects, bearing assemblies, destruction, wear particles, single-turn eddy current sensor, online diagnosis.