

МЕТОД ОХЛАЖДЕНИЯ ЛОПАТОК ТУРБИН ГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК И ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА НОВОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРИНЦИПЕ – ЯВЛЕНИИ ТЕРМОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ

©2016 А.В. Колычев, В.А. Керножицкий

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург

METHOD OF COOLING OF TURBINE BLADES OF GAS-TURBINE PLANTS AND GAS-TURBINE ENGINES ON A NEW PHYSICAL APPROACH - THE PHENOMENON OF THERMIONIC ISSUE

Kolychev A.V., Kernozhitsky V.A. (Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, Russian Federation)

Article is devoted a new method and the device of cooling of turbine blades of Gas-turbine plants (GTP), Gas-turbine engines (GTE), Pumping gas assembly (PGA) and Gas Turbine Converters (GTC) of Space vehicles (SV), based on a physical principle new in given subject domain - the phenomenon of thermionic issue - electron emission by heated metal. Implementation of a method and the device of thermoissue cooling of turbine blades allows to increase simultaneously reliability, durability GTP, GTE, PGA and GTC of SV and thus is essential to raise their EFFICIENCY.

В настоящее время в сложившейся геополитической обстановке актуальной является разработка технологий, направленных на повышение КПД, надёжности и долговечности существующих объектов газотурбинных технологий, к которым относятся газотурбинные установки (ГТУ) объектов энергетики и транспорта, газоперекачивающие агрегаты (ГПА), авиационные газотурбинные двигатели (ГТД) и газотурбинные преобразователи (ГП) космических аппаратов (КА). Одним из основных направлений повышения КПД ГТУ, ГПА, ГТД и ГП КА является повышение температуры рабочего тела перед турбиной [1]. Это приводит к необходимости разработки и создания высоконадёжных систем охлаждения лопаток турбин ГТУ, ГПА, ГТД и ГП КА.

В Балтийском государственном техническом университете разработан новый термоэмиссионный метод охлаждения лопаток турбин ГТУ, ГПА, ГТД и ГП КА [2-4], который заключается в следующем. Лопатки турбин покрываются слоем из материала с низкой работой выхода электронов, образуя тем самым катоды. При нагреве будет происходить термоэлектронная эмиссия, то есть с катодов в рабочее тело будут выходить «горячие» электроны, забирая с собой большое количество тепловой энергии (1.5-9 МВт с 1 м²) [2-6]. Катоды (лопатки турбины с эмиссионным слоем) при этом охлаждаются. Далее за турбиной электроны воспринимаются анодом, электрически последова-

тельно соединённым с катодом через потребитель электрической энергии, в котором электроны совершают полезную работу. Таким образом, часть тепловой энергии нагрева лопаток турбин преобразуется в полезную электрическую энергию.

Данную технологию можно использовать на объектах топливно-энергетического комплекса при создании объектов энергетики любых масштабов и габаритов на основе ГТУ, авиастроения, кораблестроения, двигателестроения, в нефтегазовой сфере при освоении нефтегазовых месторождений, в том числе в экстремальных условиях, при создании космических аппаратов нового поколения с длительным сроком активного существования, при разработке новых типов ГТД для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), а также при разработке новых типов ГТУ и ГТД, а также новых видов специальной техники.

Реализация данного способа охлаждения лопаток турбин позволяет повысить температуру рабочего тела перед турбиной до 2600...2700°С для органических топлив и выше для других рабочих тел и источников тепловой энергии (достигается при величине работы выхода электронов порядка 1.6 ... 1,7 эВ), увеличить КПД ГТУ, ГТД, ГПА и ГП КА до 55-75%, снизить в два-три раза температурные напряжения в лопатках турбин, снизить стоимость изготовления и эксплуатации лопаток турбин ГТУ, ГТД, ГПА и ГП КА, а также проводить диагностику тепло-

вого состояния турбины и других высокотемпературных элементов непрерывно в режиме реального времени.

Мировая новизна и работоспособность метода подтверждена Патентом на Изобретение №2573551 «Способ охлаждения лопаток турбины газотурбинной установки» [2], патентом на изобретение №2578387 «Устройство охлаждения лопаток турбин газотурбинных установок» [3], патентом на полезную модель № 151082 [4].

В США, хоть и с отставанием в 1.5-2 года, также уже начались работы в направлении обоснования применения явления термоэлектронной эмиссии на объектах газотурбинных технологий [7].

Библиографический список

1. Трянов А.Е. Особенности конструкции узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. пособие / - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. 202 с.

2. Колычев А.В., Керножицкий В.А. Патент №2573551 «Способ охлаждения лопаток турбины газотурбинной установки» / Пат. 2573551 Рос. Федерация: МПК F02C 7/12 (2006.1) ; Заявитель и правообладатель БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Колычев А.В., Керножицкий В.А. - №2014121444/06; заявл. 27.05.2016; опубл. 20.01.2016. Бюл. №2. 7 с.

3. Колычев А.В., Керножицкий В.А. Патент №2578387 «Устройство охлаждения лопаток турбин газотурбинных установок» / пат. 2578387 Рос. Федерация: МПК F02C 7/12 (2006.1) / Колычев А.В. и Керножицкий В.А.; Заявитель и правообладатель БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Колычев А.В., Керножицкий В.А. - № 2014121449/06; заявл. 27.05.2014; опубл. 27.03.2016. Бюл. № 9.

4. Колычев А.В., Керножицкий В.А., Охочинский М.Н.: пат. На полезную модель №151082 Рос. Федерация: Колычев А.В., Керножицкий В.А., Охочинский М.Н. заявители и патентообладатели: Колычев А.В., Керножицкий В.А., Охочинский М.Н.; - №2014122224/06; заявл. 30.05.2014; опубл. 20.03.2015, Бюл. №8.

5. Б.А. Ушаков, В.Д. Никитин, И.Я. Емельянов «Основы Термоэмиссионного преобразования энергии». Москва.: Атомиздат, 1974. 288 с.

6. Квасников Л.А., Кайбышев В.З., Каландаришвили А.Г. Рабочие процессы в термоэмиссионных преобразователях ядерных энергетических установок. - М.: МАИ. 2001.

7. Luke Uribarri and Edward H. Allen. "Electron Transpiration Cooling for Hot Aerospace Surfaces", 20th AIAA International Space Planes and Hypersonic Systems and Technologies Conference, (AIAA 2015-3674), 2015.

УДК 62-522.7

РАЗРАБОТКА РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВИБРОИЗОЛЯТОРА

©2016 П.В. Косенков, С.В. Кондрашов, Г.М. Макарьянц

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM VARIATOR FOR PNEUMATIC VIBRATION ABSORBER

Kosenkov P.V., Kondrashov S.V., Makarjantz G.M. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The study covers the research on the effective controlled pneumatic vibration absorbing system in regards of various applied control equipment, design parameters and software settings. Has been obtained following test results.

Разработка управляемой системы виброизоляции является одной из актуальных задач проектирования технических объектов. Как показали Maciejewski [1] и Абакумов [2],

предлагаемые методы гашения передаваемой вибрации могут радикально отличаться по принципу работы, что обуславливает разно-