

Rotor Dynamics. (2005) Proc. 3rd Int. Symp. on Stability Control of Rotating Machinery: 570-581

2. Temis JM, Temis MJ, Mescheryakov

AB, Elastohydrodynamic Contact Theory in Foil Gas Bearing (2007) Proc. 4rd Int. Symp. on Stability Control of Rotating Machinery: 228-238

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБИНЫ С РАЗЛИЧНЫМИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИМИ

Ножницкий Ю.А.<sup>1</sup>, Бычков Н.Г.<sup>1</sup>, Першин А.В.<sup>1</sup>, Хамидуллин А.Ш.<sup>1</sup>, Опокин В.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», г.Москва

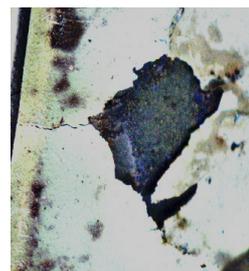
<sup>2</sup>НПО «Сатурн, г. Москва

Применяемые в турбинах ГТД жаропрочные материалы на никелевой основе обычно работают при предельно допустимых температурах. В настоящее время на «горячих» деталях двигателей широко применяются керамических теплозащитные покрытия (ТЗП на основе двуокиси циркония, стабилизированного оксидом иттрия ( $ZrO_2 + 5-9\%Y_2O_3$ ), которые обладают высокой рабочей температурой и относительно низким коэффициентом теплопроводности [1]. Применяемыми методами нанесения керамических ТЗП на лопатки ТВД являются плазменная и электронно-лучевая технологии (ЭЛТ). ТЗП, полученные по электронно-лучевой методике, имеют столбчатую структуру с диаметрами столбиков от 0,5 до 2 мкм. Использование в технологии нанесения керамических покрытий жаростойких подслоев различных составов (в том числе с элементами платиновой группы) позволяет добиться хорошей адгезии керамических покрытий на лопатках турбины. «Узким» местом, однако, остается низкая прочность керамического слоя ТЗП при растяжении [2].

В данной работе экспериментально определялась термоциклическая долговечность лопаток турбин с ТЗП толщиной 100...120 мкм, нанесенными по плазменной и электронно-лучевой технологии. Эффективность снижения температуры металла на рабочих лопатках с плазменным покрытием составила 70°C, а на лопатках с ЭЛТ покрытием – 100...120°C.

Испытания на термическую усталость проводились по режиму  $T_{max} \leftrightarrow T_{min} = 400 \leftrightarrow 1000^\circ C$  при индукционном высокочастотном поверхностном разогреве на машине [3], разработанной и изготовленной в ЦИАМ, с соблюдением основных положений, изложенных в стандартах [4] и [5].

Термоциклическая долговечность технологической лопатки без теплозащитного покрытия составила 11 000 циклов. На лопатках с плазменным ТЗП вспучивание и отслоение покрытия наблюдалось через 21565 циклов (рис. 1а), а со столбчатым ТЗП - через 23000 циклов (рис. 1б).



а



б

Рис. 1. Отслаивание покрытия и трещина от термической усталости на корыте лопаток с плазменным (а) и электронно-лучевым (б) ТЗП

На несколько лопаток поверх керамического слоя столбчатой структуры было нанесено металлическое покрытие из жаростойкого материала толщиной 4...8 мкм. Среднее значение долговечности лопаток с пластичным металлическим экраном составило 29000 циклов. Таким образом, применение металлического экрана из пластичного жаропрочного покрытия повысило термоциклическую долговечность лопатки с ТЗП примерно на 30%.

Повышение максимальной температуры цикла до 1100°C снизило термоциклическую долговечность рабочих лопаток турбин с керамическим покрытием примерно в 5-6 раз.

#### **Библиографический список**

1. L. Xie, M.R. Dorfman, A. Cipitria, S. Paul, I.O. Golosnoy, T.W. Clyne // *Properties*

and Performance of High-Purity Thermal Barrier Coatings // *JTTEE5* 16:804–808, ASM International 2007. - 40p.

2. Абраимов Н.В. “Высокотемпературные материалы и покрытия для газовых турбин”. М., Машиностроение, 1993 г., с.336.

3. Бычков Н.Г., Лепешкин А.Р., Першин А.В. “Установка для испытаний лопаток турбомашин на термомеханическую усталость”. Патент РФ №2250451, бил. №11 от 20.04.2005 г.

4. ОСТ 10970-80 “Стали и сплавы жаропрочные. Методы испытаний на термоусталость.”

5. ГОСТ 25505-85 “Расчеты и испытания на прочность. Методы испытаний на малоцикловую усталость при термомеханическом нагружении.” Бюл. №27, 2005г.

УДК 629.7 (075.8)

### **ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РУКОВОДСТВА КОЛЛЕДЖА ПРИ ВВЕДЕНИИ ФГОС СПО ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ**

Гусев В.А.

ФГОУ СПО «Поволжский государственный колледж», г. Самара

В настоящее время перед образовательными учреждениями среднего профессионального образования встает задача по переходу на стандарты третьего поколения. В этой связи важнейшим условием обеспечения эффективного управления является деятельность руководства колледжа по реализации основных функций управления: планирование, организация, мотивация и контроль.

В процессе планирования работы на 2010-2011 учебный год в качестве цели года руководством была определена деятельность по введению стандартов третьего поколения.

В ходе проектирования деятельности был утвержден план экспериментальной работы по направлению «Организационное и методическое обеспечение введения ФГОС СПО третьего поколения в процесс подготовки специалистов в образовательное учреждение среднего профессионального образования». Данная работа привела к

тому, что в октябре 2010 года колледжу был присвоен статус экспериментальной площадки ФГУ «Федеральный институт развития образования» по теме «Разработка и апробация комплекта управленческой, нормативной и учебно-методической документации, обеспечивающей реализацию основных профессиональных образовательных программ в соответствии с ФГОС СПО третьего поколения».

Были выделены показатели результативности по всем направлениям (процессам), определены содержание работы, ответственные исполнители, сроки проверки установленных нормативов.

Установлены следующие ключевые действия, обеспечивающие реализацию цели образовательного учреждения:

– актуализация нормативной документации по организации образовательного процесса в соответствии с ФГОС СПО третьего поколения;