

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРО-НАНО-СТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ В ПОЛЕ ДЕЙСТВИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

А.Р. Лепешкин

Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова

Наиболее эффективная теплозащита материалов деталей авиадвигателей новых поколений от теплового потока с помощью покрытий происходит в случае использования керамических покрытий на основе диоксида циркония ZrO_2 . С помощью электронно-лучевого метода образуется керамическое покрытие столбчатой микро-нано-структуры на поверхности жаростойкого металлического подслоя.

В данной работе проводились расчетные исследования напряженно-состояния (НДС) элементов (столбиков) микро-нано-структурного керамического теплозащитного покрытия (ТЗП) лопатки ГТД с учетом того, что в условиях эксплуатации материалы лопатки и ТЗП нагружены центробежными силами. Деформация подслоя под действием центробежных и газовых сил совместно с температурной деформацией сопровождается увеличением нано-расстояния между ножками столбчатого покрытия, сходящаяся поверхность которого при этом растрескивается на блоки и одиночные столбики. Под действием центробежных сил ножки волокон (столбиков) покрытия подвергаются изгибу. Низкая прочность керамики при растяжении ($\sigma_B \leq 50-200$ МПа) приводит к разрушению покрытия. Поэтому расчет максимально допустимой толщины “столбчатого” ТЗП должен проводиться с учетом температуры эксплуатации, центробежных и газовых нагрузок, а также конфигурации столбиков ТЗП. На основе проведенных расчетов напряженного состояния с учетом конусности столбиков получены распределения изгибных напряжений по высоте одиночных столбиков и столбиков, находящихся в блоках, керамического покрытия толщиной 120 мкм при воздействии центробежных и газовых сил. При расчете НДС столбиков в блоках использовалась гипотеза плоско-параллельного движения. При нанесении тонкого металлического слоя (экрана) толщиной 3-5 мкм на поверхность микро-нано-структурного керамического покрытия изгибные напряжения в основании столбиков снижаются.