ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/113

УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРМОБАРЬЕРНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ТЕПЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

¹Люкшин П.А., ^{1,2}Панин С.В., ^{3,1}Люкшин Б.А., ¹Матолыгина Н.Ю.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²Томский политехнический университет, Томск

³Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

Для деталей конструкций, работающих в условиях высоких термосиловых нагрузок, используются различного рода защитные покрытия, получившие название термобарьерных. Одна из проблем возникает в силу того, что теплофизические свойства материалов покрытия и подложки, т.е. самой детали, как правило, заметно различаются. Кроме того, при интенсивном тепловом воздействии распределение температуры как в переходном режиме, так и в стационарном, может быть существенно различным по объему детали и покрытия.

При моделировании термобарьерного покрытия (ТБП) при интенсивном тепловом воздействии последовательно решается ряд задач: теплопроводности, термоупругости, устойчивости, напряженно-деформированного состояния покрытия и подложки после потери устойчивости покрытия.

При решении задач теплопроводности и термоупругости система «покрытие – подложка» моделируется структурно-неоднородным телом с учетом «подслоя», возникающего между покрытием и подложкой под действием термомеханических воздействий.

Под действием температуры, найденной в результате решения задачи теплопроводности, в системе «подложка – покрытие» возникают деформации и напряжения за счет разности коэффициентов линейного температурного расширения в структурно-неоднородном теле и неравномерного распределения температуры в нем.

При решении задачи устойчивости термобарьерное покрытие моделируется пластинкой, подкрепленной ребрами жесткости. Пластинка находится на подложке, которая рассматривается как упругое винклеровское основание. Геометрия рельефа на контакте термобарьерного покрытия и подложки отражается наличием в покрытии своего рода ребер жесткости, подкрепляющих покрытие. Рассматриваются варианты, когда эти ребра имеют прямоугольное или треугольное сечение. Рельеф контактной границы незначительно влияет на распределение температуры в системе «покрытие–подложка».

Решение задачи устойчивости в соответствии с концепцией Эйлера определяет форму потери устойчивости, в частности, число волн (или полуволн) в зависимости от размеров пластины в плане и ее толщины. Что касается величин прогибов, они находятся из условия, что тепловое расширение определяет размеры пластины в плане после ее нагрева, и эти размеры отвечают суммарной длине срединной поверхности пластины в каждом из направлений после потери устойчивости.

Найденные величины прогибов позволяют ставить и решать задачу о параметрах смещений, деформаций и напряжений как в покрытии, так и в подложке, если иметь в виду, что прогибы определяют условия на контакте покрытия и подложки.

При решении задачи устойчивости термобарьерного покрытия сложный рельеф контактной границы «покрытие-подложка» увеличивает критические напряжения потери устойчивости покрытия и изменяет форму потери устойчивости.

Показано, что при решении задачи о напряженно-деформированном состоянии под действием интенсивного теплового воздействия влияние граничных условий на напряжения велико, влияние рельефа границы раздела на величину докритических напряжений незначительно.

Полученные результаты позволяют сформулировать требования к уровню адгезии термобарьерного покрытия к подложке, обеспечивающей его работоспособность.

Работа выполнена в рамках ПФНИ ГАН на 2013-2020 годы по направлению фундаментальных исследований III.23 проект III.23.1.3.