

энергии связи при высоких температурных полях, собственной энергии дислокаций, границ зёрен и концентрации напряжений. Выполнены численные расчёты кинетики избыточной концентрации вакансий и потоков вакансий на поверхность поры с учётом при действии различных стоков и критического размера поры под действием термомеханических нагрузжений. Рассмотрена кинетика

роста поры при поглощении избыточной неравновесной концентрации вакансий с учётом температурной зависимости коэффициента диффузии вакансий и упругих модулей сплава. Рассмотрено влияние зернограничной диффузии и поглощения дислокационной сетки на скорость роста поры, проведены численные расчёты.

УДК 629.735.084

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАРЕНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА СВАРНОЙ ЗОНЫ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВАРНОГО ШВА ПРИ ТЕРМОУПРУГОМ НЕСТАЦИОНАРНОМ НАГРУЖЕНИИ**

©2016 А.К. Емалетдинов, Г.И. Каранаева

Уфимский государственный авиационный технический университет

### **THE MODELING OF AGING STRUCTURE WELD METAL ZONE DURABILITY AND WELD AT THERMOELASTIC NONSTATIONARY LOADING**

Emaletdinov A.K., Karanaeva G.I. (Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation)

*The vacancy kinetic in nanocrystalline heat resisting alloy is discussed. The system of the equations for vacancy density is received. The analysis of solutions of system is carried out.*

На эксплуатационные свойства материалов элементов газотурбинных двигателей (ГТД) большое влияние оказывает дислокационная структура, возникающая в сварной зоне соединяемых деталей. При термоциклическом воздействии в сварной зоне и в слое припоя происходят циклические термо- и упругопластические деформации. В результате происходит эволюция дислокационной структуры, изменяющая механические свойства элементов, и возникают усталостные трещины, которые определяют долговечность элементов. Проведено исследование длительной прочности шва при случайном термоциклическом воздействии с учётом деформационного старения металла. Записана полная система уравнений, описывающая кинетику накопления повреждений и деформационного старения металла и включающая стохастическое уравнение для функции потери ресурса, повреждаемости, изменения структурных и механических свойств. Методом малого параметра и в приближении постоянства кумулянтов много-

мерной корреляционной функции потери ресурса, была получено уравнение Фоккера - Планка - Колмогорова для функции, плотности распределения вероятности функции потери ресурса, содержащее коэффициенты, зависящие от плотности распределения термоупругих напряжений, их среднего значения, дисперсии, структурных параметров: дислокаций, микротрещин и внутренних напряжений от дефектов. Проведено решение задачи для случая нормальной плотности распределения температурного воздействия методом приближений. В первом приближении действие случайного температурного воздействия уменьшает долговечность металла на величину, экспоненциально зависящую от средней величины термоупругих напряжений. Влияние изменения механических характеристик вследствие деформационного старения структурных параметров: дислокаций, микротрещин и внутренних напряжений проявляется во втором порядке приближений.