

ИЗДЕЛИЯ И МАТЕРИАЛЫ КОСМИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

И.И. Федик

*Научно-исследовательский институт Научно-производственное объединение «Луч»,
142100, г. Подольск, Железнодорожная 24, Московская область, Россия
E-mail: iifedik@luch.podolsk.ru*

Энергетическое обеспечение космических экспедиций неразрывно связано с проектированием и изготовлением ядерных энергетических установок различного функционального назначения. Повышение мощности и ресурса эксплуатации изделий космической ядерной энергетики ставит перед исследователями принципиально новые задачи по обоснованию выбора топливных и конструкционных материалов. Целью данного сообщения является анализ конструктивных схем и условий эксплуатации энергетических установок космического назначения с детальным описанием соответствующих материалов.

Приведены конструктивные схемы и условия эксплуатации ядерных ракетных двигателей и ядерных энергетических установок. Элементы конструкций космической ядерной техники должны обеспечивать работоспособность энергетической установки при жестких условиях эксплуатации: высокие температуры (3000 К), облучение (плотность потока нейтронов до $10^{14} \text{ с}^{-1} \text{ см}^{-2}$), химически активные среды (водород). Сочетание экстремальных условий эксплуатации предъявляет повышенные требования к выбору топливных и конструкционных материалов [1-3].

В качестве перспективных материалов ядерной энергетики рассмотрены тугоплавкие соединения на основе фаз внедрения. Под этим названием понимают упорядоченные структуры, которые образуются при взаимодействии переходных металлов с атомами углерода, азота, водорода и кислорода (например, карбиды и нитриды переходных металлов). К фазам внедрения принадлежит и керамическое ядерное топливо: диоксид, карбид и нитрид урана. Приведены теплофизические и упругие характеристики соответствующих материалов. Отмечено основное достоинство фаз внедрения – расширение температурного диапазона эксплуатации ядерных энергетических установок.

Отличительной особенностью фаз внедрения является хрупкое разрушение в низкотемпературном диапазоне эксплуатации (до 1000 К). Поэтому для обоснования прочности и термочувствительности изделий из таких материалов требуются иные подходы, поскольку традиционные модели (теория упругости, различные модели пластичности) уже не отвечают в полной мере возросшим требованиям. Рассмотрены вероятностные модели прочности и термочувствительности фаз внедрения. Получены математические соотношения для вероятности разрушения хрупких материалов. Привлекательность полученных выражений заключается в том, что они позволяют определять вероятность разрушения образцов при различных видах напряженного состояния (например, при изгибе или кручении), используя лишь вероятностную кривую разрушения при растяжении. Приведены иллюстративные примеры использования полученных соотношений.

Литература

- 1. Федик И.И., Власов Н.М. Новые материалы в космической ядерной энергетике // Перспективные материалы, 2001. №6, С. 24-30.*
- 2. Федик И.И., Колесов В.С., Михайлов В.Н. Температурные поля и напряжения в ядерных реакторах. М.: Энергоатомиздат, 1985.*
- 3. Власов Н.М., Федик И.И. Тепловыделяющие элементы ядерных ракетных двигателей. М.: ЦНИИАтоминформ, 2001.*