

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 03.06.01. Физика и астрономия/Приборы и методы  
экспериментальной физики

Инженерная школа ядерных технологий

Отделение ядерного топливного цикла

**Научный доклад об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
<b>Оценка градиента давления на границе разделов покрытия микрокапсулированного топлива</b>

УДК 621.039.54:539.89

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A7-05	Кнышев Владимир Владимирович		

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШФВП	Потылицын А.П.	д.ф-м.н		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОЯТЦ Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры	Горюнов А.Г.	д.т.н		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЯТЦ	Беденко С.В.	к.ф-м.н		

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность темы.** Задача повышения эффективности использования ядерного топлива и вопросы безопасности (ядерной и радиационной) с использованием микрокапсулированного ядерного топлива (МТ) в производстве является одной из приоритетных и принципиально важных.

Повышение эффективности использования ядерного материала обеспечивается достижением больших глубин выгорания МТ, что представляет собой весьма сложную научно-техническую проблему. Это связано, прежде всего, со значительным ростом внутреннего давления в процессе выгорания вследствие образования продуктов деления и газообразных оксидных соединений, изменению температурного профиля при накоплении продуктов деления и оксидных соединений, а также вследствие износа материалов покрытий и матрицы под действием термической и радиационной нагрузки при длительной эксплуатации более 1000 эффективных суток.

В связи с выбором МТ, как одного из потенциальных видов топлива для развития ядерной энергетики, необходимо предпринимать теоретические исследования по изучению поведения этого вида топлива в условиях длительной эксплуатации. Настоящая работа посвящена исследованию поведения продуктов деления и возникающего давления в МТ с покрытием из  $Ti_3SiC_2$  при сверхдлинной кампании топлива.

**Цель работы** заключается в определении внутреннего давления, возникающего в МТ ядерной энергоустановки на базе унифицированного блока высокотемпературного реактора при сверхдлинных режимах работы с учетом физико-химических и теплофизических процессов.

Задачи исследования:

- 1) Провести анализ литературы по специфике эксплуатации МТ и процессах, протекающих в нем.
- 2) Рассчитать основные нейтронно-физические характеристики рассматриваемого МТ ядерной энергоустановки на базе унифицированного блока высокотемпературного реактора при сверхдлинных режимах работы.
- 3) Провести расчет миграции и локализации продуктов деления, а также высвобождаемого кислорода с учетом химических реакций в температурном диапазоне эксплуатации.
- 4) Выполнить расчет температурного профиля в МТ при накоплении продуктов деления и оксидных соединений, а также износа материалов покрытий и матрицы под действием термической и радиационной нагрузки.

5) Произвести оценку градиента давления на границе разделов покрытия МТ, выполнить расчет напряжения в покрытиях с учетом температурного профиля и локализации газообразных соединений.

**Объект исследования.** МТ ядерной энергоустановки на базе унифицированного блока высокотемпературного реактора при сверхдлинных режимах работы с покрытием из  $Ti_3SiC_2$ .

**Предмет исследования.** Внутреннее давление в МТ при сверхдлинных кампаниях, физико-химические процессы облученного МТ, диффузия и миграция продуктов деления и образующихся соединений.

**Практическая значимость.** Определение эксплуатационных характеристик МТ топлива в режиме сверхдлинной кампании.

**Во введении** описаны основные положения перспективы применения МТ. Описана важность изучения его свойств и поведения в условиях эксплуатации.

**В первой главе** произведен обзор литературных данных по свойствам МТ и применяемых материалов. Рассмотрены механизмы формирования внутреннего давления в МТ.

**Во второй главе** проведен расчет основных нейтронно-физических параметров МТ ядерной энергоустановки на базе унифицированного блока высокотемпературного реактора при сверхдлинных режимах работы. Осуществлен расчет миграции и локализации продуктов деления, высвобождаемого кислорода с учетом химических реакций в температурном диапазоне эксплуатации.

**В третьей главе** произведен расчет температурного профиля в МТ при накоплении продуктов деления и оксидных соединений, а также износа материалов покрытий и матрицы под действием термической и радиационной нагрузки.

**В четвертой главе** произведена оценка градиента давления на границе разделов покрытия МТ, расчет напряжения в покрытиях с учетом температурного профиля и локализации газообразных соединений.

**Ключевые слова** Высокотемпературная газоохлаждаемая реакторная установка, микрокапсулированное ядерное топливо, функциональные покрытия, термические напряжения, теплопроводность, продукты деления, оксидные соединения, распределение температуры.