

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра физики твердого тела

ШЕВЕЛЁВА

Виктория Викторовна

**ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СТРУКТУРНО-
ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ЦИРКОНИЕВОГО СПЛАВА
ZIRLO, ЛЕГИРОВАННОГО АТОМАМИ ХРОМА**

Дипломная работа

Научный руководитель
доцент, канд. физ.-мат. наук
Шиманский Виталий Игоревич

Допущена к защите

«__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой физики твердого тела

доктор физ.-мат. наук, профессор В.В. Углов

Минск, 20__

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ НА СПЛАВЫ ЦИРКОНИЯ	4
1.1 Материалы на основе циркония, применяемые в ядерной энергетике	4
1.2 Методы повышения термической стабильности циркония	7
1.3 Деградация оболочек ТВЭЛов при авариях с потерей теплоносителя	9
1.4 Окисление циркония	12
1.5 Постановка цели и задач исследования	15
ГЛАВА 2 МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА	17
2.1 Объект исследования	17
2.2 Рентгеноструктурный анализ	18
2.3 Рентгеноспектральный микроанализ	20
2.4 Растровая электронная микроскопия	21
2.5 Измерение микротвердости	22
ГЛАВА 3 ВЛИЯНИЕ ВЫСКОРОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ СПЛАВА <i>ZIRLO</i>	23
3.1 Структурно-фазовое состояние сплава после воздействия компрессионными плазменными потоками	23
3.1.1 Сплав <i>Zirlo</i>	24
3.1.2 Сплав <i>Zirlo</i> с покрытием хрома	28
3.1.3 Предварительно окисленный сплав <i>Zirlo</i>	33
3.1.4 Предварительно окисленный сплав <i>Zirlo</i> с покрытием хрома	35
3.2 Процессы массопереноса	40
3.2.1 Прирост массы образцов	40
3.2.2 Механизмы диффузии	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51

ВВЕДЕНИЕ

Цирконий и его сплавы подвергаются интенсивному окислению в атмосфере кислорода и углекислого газа при температурах выше 500 °С. Данный процесс сопровождается образованием на поверхности достаточно толстого слоя оксида циркония и растворением кислорода в металле, что приводящим к охрупчиванию материала подложки.

Подобное явление сильно сокращает возможность использовать сплавы циркония в качестве конструкционных материалов в ядерной энергетике. Существует острая необходимость в уменьшении скорости проникновения кислорода в циркониевую подложку. Основными способами решения являются методы легирования или нанесения защитных покрытий на поверхность материала.

В настоящее время сплавы циркония используются в ядерной энергетике в качестве материала для изготовления деталей горячей зоны в реакторах на тепловых нейтронах. Основным изделием являются оболочки тепловыделяющих элементов. Для них требуется сплав высокой технологичной пластичности. Эксплуатации ТВЭЛов требует высокой коррозионной стойкости и значительного уровня прочности.

Такие свойства сплавов достигаются легированием и созданием мелкозернистой структуры. Изменение размера зерна, а точнее его измельчение, приводит к увеличению как механических свойств, так и радиационной стойкости. Данная структура зерен металлических материалов является основным условием получения их однородных свойств, роста статической и усталостной прочности, технологической пластичности и трещиностойкости. Необходимо учитывать все из вышеперечисленного при выборе оптимальных режимов изготовления изделий, для повышения и обеспечения стабильности рабочих характеристик сплавов.