



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 14.06.01 Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и  
сопутствующие технологии

Школа ИЯТШ

Отделение ОЯТЦ

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

Тема научного доклада
<b>Применение самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для получения экранов от смешанного ионизирующего излучения из борида вольфрама</b>

УДК 66.091:621.039.537:[539.12+661.878]

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А9-43	Балачков Максим Михайлович		

Руководитель профиля подготовки

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

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры	Горюнов Алексей Германович	д.ф-м.н.		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЯТЦ	Долматов Олег Юрьевич	к.ф-м.н.		

## Общая характеристика работы

Научно-квалификационная работа посвящена исследованию монокристалла вольфрама как защитного материала от нейтронного излучения и возможности его получения методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Работа состоит из введения, четырёх частей, заключения, списка используемых источников и приложений. Работа изложена на 115 машинописных страницах текста, включая 32 рисунка, 7 таблиц, 38 источников и 7 приложений.

Ключевые слова: самораспространяющийся высокотемпературный синтез, СВС, борид вольфрама, экраны от нейтронного излучения, моделирование защитных свойств экранов, моделирования процесса СВС, оптимальные параметры синтеза.

### Актуальность

Ядерные технологии зачастую требуют взаимодействия персонала и техники с ионизирующим излучением (ИИ), представляющим опасность. Чтобы предотвратить пагубное воздействие ИИ на персонал, используются защитные экраны, снижающие потоки излучения до безопасных уровней. Традиционно такие экраны изготавливаются из нескольких слоев различных элементов, каждый из которых играет определенную роль: тяжёлые металлы используются для защиты от гамма-квантов, а водородосодержащие вещества, бериллий и углерод – для замедления нейтронов; бор, кадмий, гафний и другие поглотители – для поглощения замедлившихся нейтронов.

Борсодержащие материалы получили широкое распространение в ядерной технике благодаря высокой способности изотопа  $B^{10}$  поглощать нейтроны, такие материалы используются в регулирующих стержнях ядерных реакторов ( $B_4C$ ) и в защитных экранах ( $B_4C$ , борированные полиэтилен, стали). Комбинация сильного поглотителя нейтронов –  $B^{10}$ , и сильного поглотителя гамма-квантов и резонансного замедлителя –  $W$ , позволит уменьшить размеры и массу защитных экранов.

На сегодняшний день методы производства боридов вольфрама либо являются дорогостоящими либо отличаются большим содержанием примесей (до 10 %) в получившихся продуктах из-за больших примесей содержащихся в боре. Использование метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) позволит избежать данных проблем. Одной из особенностей СВС является сильное влияние параметров прохождения синтеза (давление прессование шихты, соотношение реагентов в шихте, механическая активация шихты и т.д.) на конечные продукты, в связи с чем, возникает необходимость определения оптимальных параметров для синтеза необходимых соединений.

Целью работы является получения моноборидов вольфрама методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для защиты от смешанных полей ионизирующих излучений.

Задачи:

- обоснование использования моноборидов вольфрама в качестве защитного материала от нейтронного излучения с помощью математического моделирования;

- обоснование возможности получения моноборидов вольфрама методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза при помощи математического моделирования;

- проведение экспериментов по получению моноборидов вольфрама и выявления оптимальных параметров подготовки шихты.

Публикации.

Основные положения диссертации опубликованы в 13-и работах, из которых 2 в журналах перечня ВАК и 1 работа, индексируемая в международных базах данных WOS и Scopus.

Структура и объём диссертации.

Работа состоит из введения, четырёх частей, заключения, списка используемых источников и приложений. Работа изложена на 115 машинописных страницах текста, включая 32 рисунка, 7 таблиц, 38 источников и 7 приложений.

Во введении приведена актуальность работы, степень разработанности темы, цель и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой части научно-квалификационной работы приведён литературный обзор по темам: материалы защиты от ионизирующих излучений, нейтронно-физические характеристики бориды вольфрама, источники нейтронного излучения и самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Выдвинута гипотеза о возможности использования монобориды вольфрама в качестве защитного материала, предложен метод его получения – СВС.

Во второй части производится моделирование защитных свойств бориды вольфрама от нейтронного излучения. Строится математическая модель данного процесса. Для уточнения результатов используется численный эксперимент в программе MCU-FREE. Определены защитные характеристики монобориды вольфрама.

В третьей части производится обоснования возможности использования СВС для получения монобориды вольфрама. Строится математическая модель процесса синтеза. Полученные результаты говорят, что получения WB с помощью СВС возможно, но в конечном продукте будет содержаться три фазы WB, WB<sub>2</sub> и W.

В четвёртой части описаны эксперименты по определению влияния параметров подготовки смеси порошков на плотность образца. Находятся оптимальные параметры синтеза для получения однофазного образца из монобориды вольфрама.