

0.1. Юрченко М.Д., Пермикин А.А., Балачков М.М., Кузнецов М.С. Моделирование ослабления потока нейтронов защитными материалами, полученными методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза

В настоящее время ядерные технологии получили широкое распространение в различных областях науки, промышленности и техники. При эксплуатации объектов использования ядерных технологий существует постоянная возможность взаимодействия персонала, аппаратуры и окружающей среды с ионизирующим излучением, представляющим опасность.

Используемые на данный момент защитные экраны характеризуются слоистой структурой и громоздкостью, следовательно, дорогостоящей из-за сложного характера взаимодействия различных типов излучения с веществом.

Перспективным решением данной проблемы является получение сложносинтезируемых соединений на основе тяжелых и легких элементов, одновременно выполняющих функции замедлителя и поглотителя нейтронов, а также эффективно ослабляющих гамма-кванты. Таким материалом могут являться бориды вольфрама.

Данное соединение можно получать высокоэффективным методом порошковой металлургии – самораспространяющимся высокотемпературным синтезом. Таким образом, целью данной работы является исследование системы $W-B$, а также получение боридов вольфрама методом СВ-синтеза.

Так как бориды вольфрама представлены различными соединениями WB , W_2B , WB_2 , W_2B_5 , существует необходимость определить, какое из них наиболее перспективно с точки зрения защиты от нейтронного и гамма-излучений. Для этого проводилось математическое моделирование ослабления потока быстрых нейтронов. Расчеты производились на основе решения следующей системы дифференциальных уравнений ослабления плоскопараллельного пучка нейтронов в 26-групповом приближении:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Phi^1}{\partial x} = -(\Sigma_a^1 + \Sigma_z^1) * \Phi^1 \\ \frac{\partial \Phi^2}{\partial x} = -(\Sigma_a^2 + \Sigma_z^1) * \Phi^2 + \Sigma_z^{1 \rightarrow 2} * \Phi^1 \\ \dots \\ \frac{\partial \Phi^{25}}{\partial x} = -(\Sigma_a^{25} + \Sigma_z^{25}) * \Phi^{25} + \sum_{k=1}^{24} \Sigma_z^{k \rightarrow 25} * \Phi^k \\ \frac{\partial \Phi^{26}}{\partial x} = -\Sigma_a^{26} * \Phi^{26} + \sum_{k=1}^{25} \Sigma_z^{k \rightarrow 26} * \Phi^k \end{cases}$$

где Φ^i - плотность потока нейтронов в i -ой группе; $\Sigma_{a,z}^i$ - макроскопические сечения поглощения и замедления для i -й группы нейтронов соответственно; $\Sigma_z^{k \rightarrow i}$ - макроскопические сечения замедления из k -й группы в i -ю; x – расстояние, пройденное пучком нейтронов в защитном материале.

При данном подходе учитывается поглощение нейтронов различных энергий материалом защиты, а также межгрупповые переходы, обусловленные реакциями упругого и неупругого рассеяния. В качестве величин сечений реакций для нейтронов каждой из групп взяты констант БНАБ [1].

В ходе моделирования установлено, что при использовании в качестве источника нейтронов $Pu-Be$, ослабление потока в половину происходит на расстоянии 40 см всеми соединениями. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что разница в ослаблении потока нейтронов различными боридами вольфрама незначительна, а значит выбор соединения для синтеза необходимо производить исходя из его физико-химических свойств, а также простоты получения. На основании данных критериев в качестве синтезируемого соединения был выбран моноборид вольфрама WB .

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Администрации Томской области в рамках научного проекта № 19-43-703022/20.

Список литературы

1. АБАГЯН Л. П., БАЗАЗЯНЦ Н. О., НИКОЛАЕВ М. Н., ЦИБУЛЯ А. М. Групповые константы для расчета реакторов и защиты / Москва: Энергоиздат, 1981. 233 с.