

## Биологическая защита от нейтронного излучения

Внедрение радиационной защиты от смешанного излучения, состоящего из быстрых, промежуточных, тепловых нейтронов и гамма квантов является актуальной задачей в ядерной энергетике. Предлагаем заменить существующую нейтронную защиту на основе борированного полиэтилена на композитную или керамическую радиационную защиту, обладающую рядом преимуществ.

Состав биологической защиты может быть оптимизирован под конкретный вид излучения и энергии за счёт введения в связующий состав, ингредиентов из различных материалов, таких как В и РbO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>. Защита может быть выполнена в виде композита с большим содержанием водорода для термализации быстрых нейтронов и в виде керамики с малым (остаточным) содержанием водорода для исключения рассеяния тепловых нейтронов (что может быть весьма актуально для нейтронных экспериментов, где необходимо минимизировать уровень рассеянного нейтронного фона для улучшения чистоты эксперимента).

Связующий состав для водородосодержащего композита может вместить до 70% (массовых) В и РbO, и тем самым резко повысить эффективность биологической защиты для смешанного излучения, в котором также присутствуют быстрые нейтроны. Она может применяться до температуры 110 °С и обладает высокими механическими свойствами.

Состав керамической защиты может содержать до 25% (массовых) В и 25% (массовых) РbO. Преимущества керамической защиты в её высоких механических свойствах в широком температурном диапазоне до 500 °С и огнестойкости.

Монтаж различных элементов защиты можно осуществлять как механически, так и с помощью специально разработанного, композитного связующего того же состава. Данное обстоятельство также позволит решить задачу герметичного разделения атмосферных объёмов с повышенным радиационным фоном внутри биологических защит от помещений чистой зоны с возможным пребыванием персонала.

Расчетная себестоимость биологической защиты с одинаковым процентным содержанием поглощающего тепловые нейтроны бора (В) в количестве 7% сопоставима со стоимостью распространенных на рынке борированных полиэтиленовых плит классической нейтронной защиты. По сравнению с борированным полиэтиленом композитная и керамическая нейтронная защиты обладают рядом преимуществ:

1. Механическая прочность.
2. Широкий температурный диапазон.
3. Огнестойкость для керамики (способность не разрушаться и сохранять геометрическую форму при пожаре, что позволит защитить реактор от огня, а персонал от фоновой радиации).
4. Возможность токарно-фрезерной обработки для композита.
5. Уменьшенная толщина.
6. Уменьшенный вес.
7. Возможность изготовления различных геометрических форм.
8. Возможность получения герметичных объёмов за счёт склейки элементов композитным связующим того же состава.
9. Возможность вариации состава.
10. Возможность изготовления многослойной конструкции.
11. Высокая радиационная стойкость.

Оптимальное процентное содержание поглощающих материалов в композите позволит снизить толщину и вес радиационной защиты при устройстве биологических защит

на источниках ионизирующего излучения. Это преимущество позволит использовать данный материал в условиях ограниченного пространства (например судовые реакторы). А при сопоставимой стоимости материала с классическим борированным полиэтиленом актуальность использования перспективного материала на экспериментальных и энергетических реакторах также обоснована не меньше.

На рисунке 1 представлены графики зависимости интенсивности нейтронного потока при наличии между детектором и источником керамической нейтронной защиты толщиной 10 мм, без нейтронной защиты и фоновый счёт.

*Состав биологической защиты в виде керамики:*

- 28% природного аморфного бора
- 72%  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ .

Из рисунка видно, что интенсивность нейтронного потока после установки между детектором и источником керамической нейтронной защиты уменьшилась до уровня фона. Фон измерялся при заглушенном источнике излучения. При наличии керамической нейтронной защиты интенсивность нейтронного потока снизилась в среднем в 1000 раз.

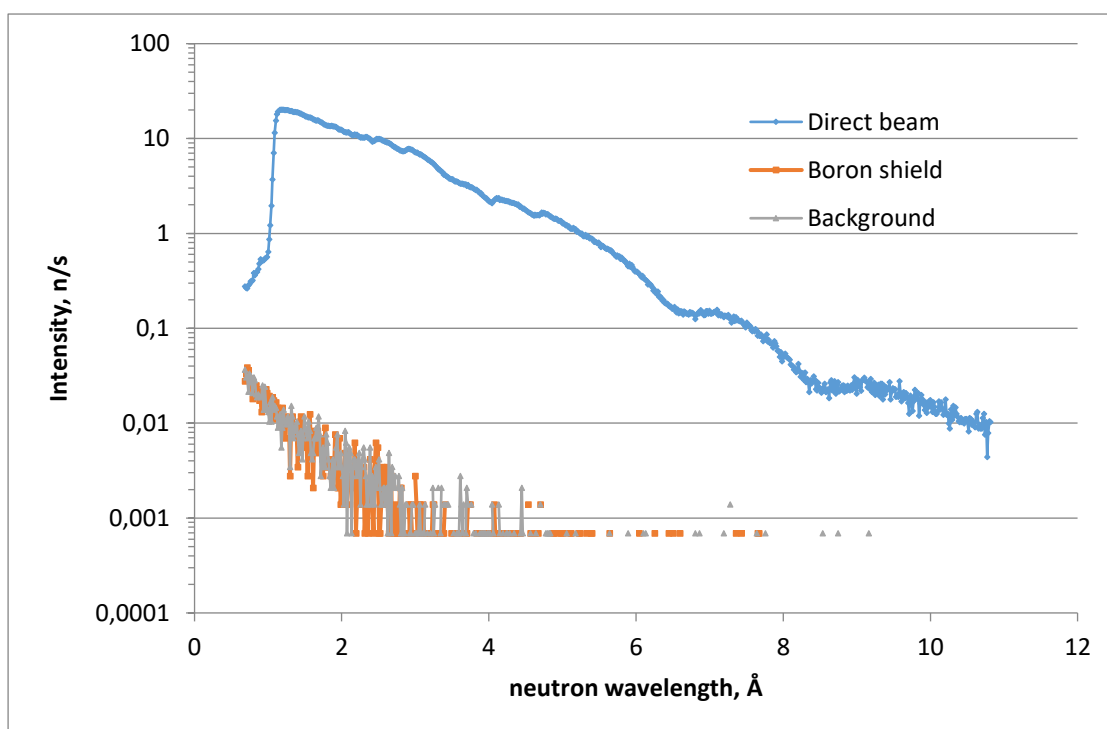


Рис.1. Зависимость интенсивности потока нейтронов от длины волны при наличии керамической нейтронной защиты и без защиты.