

ИСТОЧНИК ОХН НА ИБР-2 КАК НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП СОЗДАНИЯ ИСТОЧНИКА УХН

А. И. Франк, Г. В. Кулин*, А. А. Попов, В. А. Курылев, В. С. Шпилевская, М. А. Захаров

Объединенный Институт Ядерных Исследований, Дубна, Россия

*E-mail: kulin@jinr.ru

В ЛНФ ОИЯИ на 3-канале реактора ИБР-2 планируется создать источник ультрахолодных нейтронов (УХН) высокой яркости [1]. В основе концепции планируемого источника лежит принцип импульсного накопления нейтронов, позволяющий получить значительный выигрыш в плотности нейтронного газа в материальной ловушке. Для сохранения импульсной структуры потока нейтронов в процессе их транспортировки, что абсолютно необходимо для осуществления принципа импульсного накопления, предложено получать ОХН путём замедления более быстрых, очень холодных нейтронов (ОХН) непосредственно перед ловушкой магниторезонансным устройством, градиентным спин-флиппером [1, 2]. Зеркальный нейтронотвод должен транспортировать ОХН от конвертора к флипперу-замедлителю, сохраняя их продольную скорость, при этом возникают довольно жесткие требования к поверхности нейтронотвода.

Было принято решение на первом этапе на месте расположения будущего источника УХН до конца 2027 года создать источник-прототип, тестовый источник ОХН. В главных чертах его конструкция будет иметь много общего с конструкцией проектируемого источника УХН, позволяющих проверить правильность предлагаемых для последнего технических решений. При этом тестовый источник ОХН будет иметь ряд важных отличий, упрощающих его создание, в частности, будет отсутствовать флиппер-замедлитель.



Рис. 1. Схема источника-прототипа, тестового источника ОХН.

В отличие от основного источника, где планируется использовать жидководородный конвертор, в источнике-прототипе планируется использовать криогенный конвертор на основе мезитилена, не требующий принятия сложных мер безопасности.

Для подавления фона нейтронов со скоростями выше 50 м/с планируется использовать комбинацию прерывателя пучка с S-образным нейтронотводом. Так как предполагается иметь дело со средним во времени потоком нейтронов, то к внутренней поверхности нейтронотвода тестового источника не будет предъявляться столь жестких

требований как к нейтроноводу источника УХН. В качестве нейтроновода предполагается использовать шлифованные и по возможности полированные нержавеющие трубы внутренним диаметром 110 мм.

Создание тестового источника на 3-канале реактора ИБР-2 потребует создания соответствующей инженерной инфраструктуры, обеспечивающей возможность перемещения источника из рабочего в дежурное положение с закрытым шибером. Схожая инженерная инфраструктура будет необходима для основного источника.

Для проведения экспериментальных исследований канал тестового источника УХН планируется оснастить монохроматором на основе многослойных брэгговских зеркал, а также прерывателем для возможности проведения времяпролетных измерений. Монохроматор позволит сформировать пучок нейтронов с продольными компонентами скоростей $v = 20 \pm 1$ м/с.

С источником-прототипом ожидается получить умеренный поток ОХН и УХН, что позволит выполнить большой объем физических экспериментов по отработке элементов будущего источника. В частности, планируется провести ряд экспериментальных исследований позволяющих выбрать материал нейтроновода для планируемого источника УХН, обеспечивающий необходимые временные характеристики транспорта ОХН.

Источник-прототип будет работать в течение относительно длительного периода работы над проектом и в конце будет заменен основным источником. Наличие такого источника позволит получить первый практический опыт работы с нейтронами молодежной части группы, которой предстоит построить источник УХН и начать на нем физические исследования. При достаточных потоках ОХН ряд физических исследований с ними можно начать и на тестовом источнике.

1. A.I. Frank, G.V. Kulin, M.A. Zakharov et al. arXiv:2412.06460; PEPAN Vol. 56, issue 5 (2025) в печати.
2. A. A. Popov, K. S. Osipenko, V. I. Scherbakov et. al. arXiv:2503.10878.