

Рецензия на проект “Комплекс криогенных замедлителей на реакторе ИБР-2”, представленный на рассмотрение ПКК по физике конденсированных сред.

Целью рассматриваемого проекта является создание комплекса комбинированных замедлителей нейтронов на модернизированном реакторе ИБР-2, позволяющих варьировать спектральное распределение потока нейтронов, поступающего на спектрометры реактора, от теплового до холодного.

При проведении работ по созданию замедлителей нейтронов учитывались геометрические параметры активной зоны, технологическое оборудование и физическое окружение. Каждый из них имеет водяные камеры, формирующие поток тепловых нейтронов и криогенную камеру для снижения энергии нейтронов до холодной области. При этом, расположение этих камер в головной части каждого замедлителя различно и зависит от требуемых параметров экспериментальных установок, для которых создавался замедлитель. Использование индивидуального подхода при создании замедлителей позволило получить оптимальный нейтронный спектр на установках различных типов, что значительно улучшает эффективность применения установок и расширяет их возможности при решении научных задач.

Работа комплекса криогенных замедлителей основана на уникальных научно-технических решениях, впервые реализованных при его создании. Основной частью замедлителя является камера, заполненная твердыми шариками смеси мезитилена и m -ксилола в пропорции 3/1. Данная смесь характеризуется одним из наиболее высоких показателей радиационной стойкости среди водородосодержащих соединений. Ранее исполнителями работ по проекту были теоретически обоснованы и экспериментально проверены на полномасштабном макете оптимальная геометрия замедлителя, способ получения шариков, их пневматическая доставка в камеру и последующее удаление после цикла работы.

Первый комбинированный криогенный замедлитель КЗ-202, покрывающий направления 7, 8, 10 и 11 каналов вывода нейтронных пучков ИБР-2 был успешно запущен в 2012 г. В процессе эксплуатации период непрерывной работы этого замедлителя был доведен до 11,3 суток, а дозовая нагрузка на рабочее вещество составила 160 МГр, при этом снижение потока холодных нейтронов не превысило 10-15 %. Эти показатели в целом удовлетворяют требованиям оптимального использования экспериментальных установок реактора на физический эксперимент.

В рамках проекта в 2017 – 2019 гг. была приобретена и введена в эксплуатацию новая рефрижераторная установка мощностью 1200 Вт при 10 К. С вводом её в эксплуатацию была проведена модернизация всей криогенной части системы охлаждения комплекса. Новые решения позволили снизить общий теплоприток, расширить диапазон рабочих температур и получить в каждом из замедлителей индивидуальный температурный режим. Появилась возможность менять температуру рабочего вещества в широком диапазоне с 20 К до 150 К, смещая пик спектра нейтронного потока в область больших или меньших длин волн в зависимости от потребностей экспериментаторов. Уменьшение общего теплопритока привело к снижению температуры в камере замедлителя с 32 К до 22 К, а поток нейтронов с длиной волны 7 Å вырос на 22%. При этом выигрыш в области холодных составил до 16 раз.

На данный момент ОИЯИ является пионером в применении криогенного замедлителя нейтронов шарикового типа. Интеллектуальная собственность на технические решения, разработанные при его создании, оформлена в виде нескольких патентов. По величине потока холодных нейтронов с поверхности замедлителя криогенный замедлитель КЗ-202 на реакторе ИБР-2М сравним с самым интенсивным в

мире импульсным нейтронным источником на протонно-производящей мишени SNS (Oak-Ridge, USA), а по потоку за один импульс превосходит его в 6 раз (в силу меньшей частоты импульсов).

Учитывая положительный опыт эксплуатации КЗ 202, в рамках проекта в период 2017 – 2019 гг. были проведены работы по разработке и созданию замедлителя «центрального» направления КЗ 201 для пучков 1, 4, 5, 6, 9. Ожидаемый выигрыш в потоке длинноволновых нейтронов составляет до 9 раз, а для тепловых в направлении пучка № 1 до 1,4 раз. Основная конструкция замедлителя уже изготовлена и прошла первичную примерку и тестирование, а его ввод в опытную эксплуатацию намечен на осень 2019 года.

В последующий период 2020 – 2022 гг. планируемые работы по проекту будут связаны с проведением целого ряда экспериментов, направленных на изучение нейтронно-физических параметров нового замедлителя КЗ 201, оптимизацию режимов его работы, определению теплофизических свойств системы охлаждения с учетом введения в эксплуатацию нового оборудования. В рамках проекта планируется монтаж и ввод в эксплуатацию нового рефрижератора Linde AG мощностью 1800 Вт при 10 К, частичная автоматизация процесса отгонки водорода и системы вакуумирования. Продолжение модернизации криогенной системы позволит получить дополнительный выигрыш по потоку холодных нейтронов, а также обеспечить бесперебойную работу всего комплекса криогенных замедлителей в долгосрочной перспективе.

С учетом успешного хода работ по реализации проекта создания комплекса комбинированных криогенных замедлителей и высокой квалификации коллектива исполнителей проекта, реализуемость плана работ по проекту не вызывает сомнений.

Запуск в эксплуатацию всего комплекса комбинированных криогенных замедлителей позволит существенно повысить эффективность исследований по ряду актуальных научных направлений и расширить их тематику проводимых исследований и. Это позволит укрепить позиции ОИЯИ в числе передовых научных центров, занимающих лидирующие позиции в области нейтронных исследований конденсированных сред.

Д.П. Козленко,
д.ф.-м.н.

« » 20__ г.