

Нейтронные исследования - передовой фронт науки и техники



Для изучения проблем, стоящих перед ядерной физикой, получения новых данных о взаимосвязи физики элементарных частиц, астрофизики и космологии, расширения возможностей экспериментальных исследований в 1970 году решением Президиума Академии наук СССР был образован Институт ядерных исследований

(ИЯИ). На институт была возложена задача создания и развития крупного комплекса низкофоновых подземных и наземных установок на Северном Кавказе для исследования физики космических лучей и нейтринной астрофизики, ныне известного как Баксанская нейтринная обсерватория (БНО ИЯИ РАН). Одновременно в Подмоскowie, в научном центре Академии наук "Красная Пахра" (ныне город Троицк, Троицкий научный центр РАН), ИЯИ должен был организовать крупный исследовательский центр для исследований в области фундаментальной и прикладной ядерной физики промежуточных энергий на базе сильноточного ускорителя ионов водорода на энергию до 600 МэВ.

Академики М.В. Келдыш и М.А. Марков стояли у истоков создания ИЯИ, а его первым директором был академик А.Н. Тавхелидзе, ныне возглавляющий теоретический отдел института. Более восемнадцати лет возглавляет институт академик В.А. Матвеев. В институте работали академики И.М. Франк и А.Е. Чудаков, продолжаются исследования под руководством членов РАН Г.Т. Зацепина, В.М. Лобашева, В.А. Рубакова, В.А. Кузьмина, О.Г. Ряжской и научной дирекции института - академика В.А. Матвеева, Л.Б. Безрукова, Э.А. Коптелова и Л.В. Кравчука.

Одно из направлений наших работ связано с реализацией проекта импульсного нейтронного источника ИН-06 на базе ускорительного комплекса в г. Троицке. Развитие исследований в области нейтронной физики и ее приложений находится на стыке проблем ядерной энергетики, разработки новых материалов и изучения наноструктур. Физический пуск нейтронного источника ИЯИ РАН осуществлен в 1998 году. В ближайшее время предполагается завершение создания первой очереди нейтронного комплекса, включающего ИН-06 и другие нейтронные ядерно-физические установки, а также нейтронографические установки для исследования конденсированных сред.

Показательно, что заложенная в проект ИЯИ РАН оригинальная концепция получения импульсов нейтронов под действием ускоренных протонов в мишенях из тяжелого металла получила дальнейшее развитие в создаваемых за рубежом крупных исследовательских комплексах. Интерес к подобным центрам в других странах связан с ожидаемыми перспективами экономического прогресса на основе развития и освоения наукоемких технологий. Значительные вложения сделаны в развитие установок по применению методов нейтронного рассеяния. США и Япония завершают создание нейтронных центров, стоимость сооружения каждого из которых составляет не менее полутора миллиардов долларов США. Франция, Китай, Индия, Корея, Австралия ведут работы по проектированию подобных комплексов. Это отражает значимость развития нейтронных методов исследования вещества для совершенствования существующих технологий и поиска новых возможностей создания материалов с заданными свойствами.

Следует отметить, что новое поколение нейтронных источников создается на основе комплексов "ускоритель - нейтронные мишени". Такая комбинация, в отличие от источника нейтронов в виде ядерного реактора, обеспечивает лучшие условия для

получения хорошо контролируемых и управляемых нейтронных пучков. Нейтроны в управляемых ускорителем нейтронных источниках (УУНИ) рождаются в мишенях из тяжелых неделящихся металлов главным образом в результате процесса "скалывания", а не в процессе деления ядер. Сравнительно небольшое тепловыделение в мишени в расчете на один нейтрон, а также возможность получения нейтронных импульсов требуемой и варьируемой в нужных пределах длительности также является важным преимуществом УУНИ по сравнению с источниками деления.

Резерфордская лаборатория (Великобритания) получила финансовую поддержку в размере ста миллионов фунтов стерлингов на реализацию второй очереди мишенной станции (ISIS Target Station 2 project, завершение в 2008 году). Уже упомянутые выше проекты - американский Spallation Neutron Source (SNS) с центром нанотехнологий и японский Spallation Neutron Source (J-PARC) - находятся на стадии реализации, имеется решение о создании в Китае Chinese Spallation Neutron Source (CSNS, предполагаемое завершение в 2010 году), разработан проект Европейского нейтронного источника (ESS).

Наряду с УУНИ с рекордными параметрами МАГАТЭ рассматривает возможности создания источников средней и малой интенсивности в интересах предварительной отработки новых методов нейтронных исследований и соответствующих технологий, а также для подготовки кадров для науки и промышленности. Оптимальный набор аппаратуры должен обеспечить следующие возможности измерений: малоугловое рассеяние нейтронов, рефлектометрию, порошковую и поликристаллическую дифрактометрию, в том числе при механической нагрузке образцов, активационный анализ, времяпролетную технику для некогерентно - неупругих экспериментов, тестирование нейтронных устройств типа детекторов и нейтронной оптики, оптимизацию технологии нейтронных источников (нейтроника), т.е. всего комплекса "ишень - замедлитель - рефлектор".

Приведенные данные показывают, насколько актуальным является для России завершение работ по созданию крупного исследовательского комплекса для широкого круга нейтронных исследований на базе сильноточного ускорителя ионов водорода ИЯИ РАН. Соответствующая инфраструктура первой очереди в основном создана. В ближайшие годы при сохранении намеченного объема финансирования планируется выведение ускорителя на мощность 100 кВт, что обеспечит получение нейтронных пучков достаточно высокой интенсивности для реализации исследований по изучению динамики и структуры конденсированных сред.

Имеющиеся в ИЯИ РАН в составе нейтронного комплекса уникальный нейтронный спектрометр по времени замедления нейтронов в свинце СВЗ-100 и времяпролетные спектрометры уже сейчас позволяют проводить прецизионные измерения ядерных данных в минорных актинидах - в материалах, представляющих ключевой интерес для перспектив развития ядерной энергетики, а также получать уникальные данные для исследований по ядерной астрофизике. В 2005 году в ИЯИ РАН создана и оборудована современным оборудованием лаборатория рентгеноструктурного анализа, а также введен в научную эксплуатацию многоцелевой времяпролетный спектрометр РАДЭКС.

Исследования и разработка новых материалов для различных применений в промышленности, биологии, медицине, инженерных науках и науках о Земле являются весьма актуальными и практически переводят исследовательский комплекс мезонной фабрики в уникальный современный комплекс нейтронных исследований для материаловедения и нанотехнологий. Реализация программы исследований предполагает

тесную кооперацию ИЯИ РАН как с академическими институтами, так и с организациями Росатома и Роснауки.

Линейный ускоритель мезонной фабрики, успешно работающий в настоящее время, безусловно постоянно требует поддержки и развития. Его дальнейшая эксплуатация связана в основном с работой на пользователей описанного выше комплекса нейтронных исследований, с производством медицинских радионуклидов для лечения и диагностики, а также с регулярной работой на комплекс лучевой терапии, первая очередь которого близка к вводу в эксплуатацию.

Э.А. КОПТЕЛОВ

Л.В. КРАВЧУК

"ТРОИЦКИЙ ВАРИАНТ" № 3 (695) от 31.01.06