

Current status of the FSD diffractometer

G.D. Bokuchava

Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, Russia

E-mail: gizo@nf.jinr.ru

The diffraction of thermal neutrons is a powerful tool for investigations of residual stresses in various structural materials and bulk industrial products due to the non-destructive character of the method and high penetration depth of neutrons. Therefore, for conducting experiments in this research field, the neutron Fourier stress diffractometer FSD has been constructed at the beamline 11A of the IBR-2 reactor. A special correlation technique — fast Fourier chopper for the primary neutron beam intensity modulation and the reverse time-of-flight (RTOF-method) for data acquisition — allows obtaining diffraction spectra with the required high resolution in a wide range of interplanar spacing ($\Delta d/d \approx 4 \times 10^{-3}$ at $2\theta = \pm 90^\circ$ and $\Delta d/d \approx 2 \times 10^{-3}$ at $2\theta = 140^\circ$), which provides the necessary accuracy of recording of the lattice strain and diffraction peak broadening.

Over the past years, a number of works have been carried out to improve the main units of FSD. HUBER goniometer for bulky samples, two wide-aperture radial collimators, an automated incident beam diaphragm, alignment lasers were purchased and installed. The loading machine LM-29 ($F_{max} = \pm 29$ kN) was integrated into the FSD control system for tension/compression of samples from room temperature to 800° C.

A new RTOF analyzer (MPD-32 DAQ unit) was put into operation, allowing to record all events in the experiment as a list of timestamps (“list-mode”). This made it possible to realize precise electronic focusing of the detector elements, to expand the time-of-flight working range, to introduce the necessary corrections during high-resolution spectra reconstruction from raw data.

The manufacturing of a new Fourier chopper for FSD has begun; the contract for manufacturing has been concluded with Airbus Defense and Space (Germany). The new chopper will be a rotor-stator system in a vacuum housing with an improved design and better dynamic characteristics, which will improve significantly the quality of the diffraction spectrum, i.e. will reduce the background, increase the intensity of the spectrum and improve the profile and symmetry of the diffraction peak.

In addition, in the near future, it is planned to install all 14 elements of ASTRA $\pm 90^\circ$ -detectors based on a ZnS scintillator with a combined electronic and TOF focusing, which will significantly increase the luminosity of the experiment.

Текущее состояние дифрактометра ФСД

Г.Д. Бокучава

Лаборатория нейтронной физики им. И.М.Франка ОИЯИ, 141980 Дубна

E-mail: gizo@nf.jinr.ru

Дифракция тепловых нейтронов является мощным инструментом для исследования остаточных напряжений в различных конструкционных материалах и объемных промышленных изделиях из-за неразрушающего характера метода и высокой проникающей способности нейтронов. Поэтому для проведения экспериментов в этой области исследований на 11А канале импульсного реактора ИБР-2 создан и успешно функционирует нейтронный фурье-стресс-дифрактометр ФСД. Специальная корреляционная методика – использование быстрого фурье-прерывателя для модуляции интенсивности первичного нейтронного пучка и обратного метода времени пролета (RTOF-метод) для накопления данных – позволяет получать на ФСД дифракционные спектры с необходимым высоким разрешением ($\Delta d/d \approx 4 \times 10^{-3}$ при $2\theta = \pm 90^\circ$ и $\Delta d/d \approx 2 \times 10^{-3}$ при $2\theta = 140^\circ$) в широком диапазоне межплоскостных расстояний, что обеспечивает необходимую точность регистрации деформации кристаллической решетки и уширений дифракционных пиков.

За прошедшие несколько лет выполнен ряд работ по совершенствованию ключевых узлов FSD. Приобретены и установлены гониометр HUBER для массивных образцов, два широкоапертурных радиальных коллиматора, автоматизированная диафрагма падающего пучка, юстировочные лазеры и т.д. Интегрирована в систему управления ФСД нагрузочная машина LM-29 ($F_{max} = \pm 29$ кН) для растяжения/сжатия образцов при температурах от комнатной до 800°C .

Введен в эксплуатацию новый RTOF-анализатор (блок MPD-32), позволяющий регистрировать все события в эксперименте в виде списка временных меток (“list-mode”). Это позволило реализовать прецизионную электронную фокусировку детекторных элементов, расширить рабочий диапазон по времени пролета, вводить необходимые поправки при восстановлении спектров высокого разрешения из «сырых» данных.

Начаты работы по изготовлению нового фурье-прерывателя для ФСД; контракт на изготовление заключен с фирмой Airbus Defence and Space (Германия). Новый прерыватель будет представлять собой систему ротор-статор в вакуумном кожухе с усовершенствованной конструкцией и улучшенными динамическими характеристиками, что позволит значительно повысить качество дифракционного спектра, т.е. уменьшить фон, увеличить интенсивность спектра и улучшить профиль и симметричность дифракционного пика.

Кроме того, в ближайшем будущем на ФСД планируется установка всех 14 элементов $\pm 90^\circ$ -детекторов ASTRA на основе сцинтиллятора ZnS с комбинированной электронно-временной фокусировкой, что позволит значительно увеличить светосилу эксперимента.