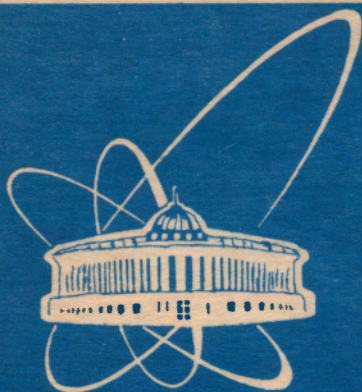


95-14



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P13-95-14

В.Л.Аксенов, А.М.Балагуров, С.Л.Платонов,
Б.Н.Савенко, В.П.Глазков*, И.В.Наумов*,
В.А.Соменков*, Г.Ф.Сырых*

НЕЙТРОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР
ПО ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРООБРАЗЦОВ
ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

Российский научный центр «Курчатовский институт», Москва

1995

1. Введение

В последние годы прогресс в изучении вещества при высоких давлениях прямыми методами связан с использованием алмазных наковален, обеспечивающих получение давлений до 400 ГПа, и с применением синхротронного излучения, позволяющего благодаря высокой светосиле исследовать очень малые количества вещества. Однако целый ряд важных проблем, в частности изучение магнитных переходов, структурных фазовых переходов в системах, содержащих атомы с малыми или близкими номерами, исследование спектров элементарных возбуждений, требует использования метода рассеяния нейтронов. До последнего времени область применения нейтронных методов, как правило, ограничивалась диапазоном давлений несколько ГПа, что связано с использованием относительно больших объемов образца ($\sim 1 \text{ см}^3$) в ячейках давления типа поршень-цилиндр. Применение для этих целей алмазных наковален казалось совершенно невозможным из-за малых ($\sim 10^{-3} \text{ мм}^3$) объемов вещества и относительной слабости потоков от нейтронных источников. Однако на протяжении последнего десятилетия был развит метод нейтронных исследований при высоких давлениях, основанный на сочетании техники алмазных^{11/} и сапфировых^{12/} наковален и светосильной низкофоновой нейтронной дифрактометрии, позволившей расширить диапазон давлений в этих экспериментах до нескольких десятков ГПа.

Первые эксперименты в алмазных наковальнях^{13/}, выполненные на низкофоновом многодетекторном дифрактометре "Диск"^{14/} на реакторе ИР-8 в РНЦ КИ, показали возможность постановки таких исследований для образцов с высокой рассеивающей способностью даже на относительно слабом источнике нейтронов. К настоящему времени реальные эксперименты проведены при значениях давлений 37 ГПа на порошковых образцах DyD_2 ^{15/} и 30.7 ГПа на монокристаллах D_2 ^{16/}. Для образцов с умеренной рассеивающей способностью был развит метод сапфировых наковален при больших ($0.1 \pm 1 \text{ мм}^3$) объемах образца и давлениях 5 ± 13 ГПа, и проведены исследования уравнения состояния и структурных изменений для целого ряда гидридов переходных^{17/}, непереходных^{18/} и редкоземельных металлов^{19/}.

Другой подход был реализован в работах франко-английской группы на импульсном источнике нейтронов ISIS в RAL (Англия). Для задания давления применялся 250-тонный малогабаритный пресс, в который помещалась тороидальная ячейка с наковальнями специальной формы из WC или спеченного алмаза. Объем образца составлял $\sim 100 \text{ мм}^3$, в качестве эталона (для измерения давления) и передающей среды использован NaCl. С помощью этого устройства

был проведен ряд исследований D_2O , LiD, $\text{Fe}^{10,11/}$ на установке POLARIS в RAL и на источнике LANSCE в LANL при давлениях 12 ± 15 ГПа. Важным преимуществом этого подхода является высокая скорость получения информации при хорошем разрешении, а недостатки связаны с методикой измерения давлений, присутствием в спектре посторонних дифракционных пиков и невозможностью использования этой техники в области очень низких температур.

Что касается экспериментов по неупругому рассеянию нейтронов, для проведения которых требуется большее количество вещества, то они проводились только в системах типа цилиндр-поршень в ограниченном диапазоне давлений. Первая работа по изучению неупругого когерентного рассеяния нейтронов с использованием сапфировых наковален была выполнена совсем недавно^{12/}, а возможности этой техники для анализа неупругого некогерентного рассеяния до сих пор не были изучены.

В настоящей работе дано описание нового нейтронного спектрометра по времени пролета, предназначенного для изучения упругого и неупругого рассеяния нейтронов на поликристаллических микрообразцах при высоких давлениях в камерах с алмазными или сапфировыми наковальнями. Спектрометр создан на высокопоточном импульсном источнике нейтронов ИБР-2 в ОИЯИ. Приводятся параметры, методические особенности установки и примеры экспериментальных исследований структуры, динамики и фазовых переходов для ряда веществ.

2. Конструкция спектрометра

Общий вид спектрометра (далее ДН-12) показан на рис.1. Он расположен на канале №12 реактора ИБР-2 и включает следующие основные системы: прерыватель пучка нейтронов, сфазированный с импульсом реактора, систему коллимации пучка, многосчетчиковую кольцевую детекторную систему, систему управления, регистрации и обработки информации.

Прерыватель предназначен для уменьшения фона запаздывающих быстрых нейтронов от реактора. Он расположен сразу за биологической защитой реактора на расстоянии 8,9 м от активной зоны и представляет из себя массивный ротор с вертикально расположенной осью вращения. Основная частота вращения составляет 12,5 Гц, и за один оборот прерыватель открывается дважды. Диаметр ротора 50 см, размеры окна для пропускания пучка нейтронов - $14 \times 17 \text{ см}^2$. Функция пропускания прерывателя имеет вид трапеции, время полного открытия составляет около 24 мс, что соответствует интервалу длин волн $\sim 3 \text{ \AA}$. Устройство управления позволяет изменять момент открытия окна прерывателя относительно момента импульса мощности реактора. При задержке момента открытия на 5 мс рабочий интервал длин волн составляет от 1 до 4 \AA . На рис.2 показаны спектры, демонстрирующие эффект действия прерывателя. В области полного закрытия пучка фон запаздывающих нейтронов подавляется в $\sim 5 \cdot 10^3$ раз.

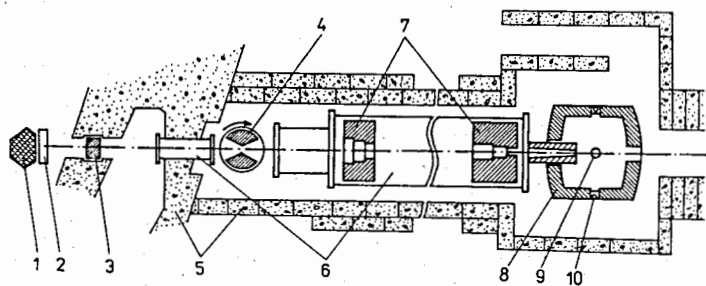


Рис.1. Общий вид спектрометра ДН-12 на реакторе ИБР-2 (вид сверху). 1 - активная зона реактора, 2 - замедлитель нейтронов, 3 - шибберное устройство, 4 - прерыватель пучка, 5 - биологическая защита, 6 - вакуумные нейтроноводы, 7 - коллиматоры пучка, 8 - защита центральной части спектрометра, 9 - место образца, 10 - кольцевая детекторная система

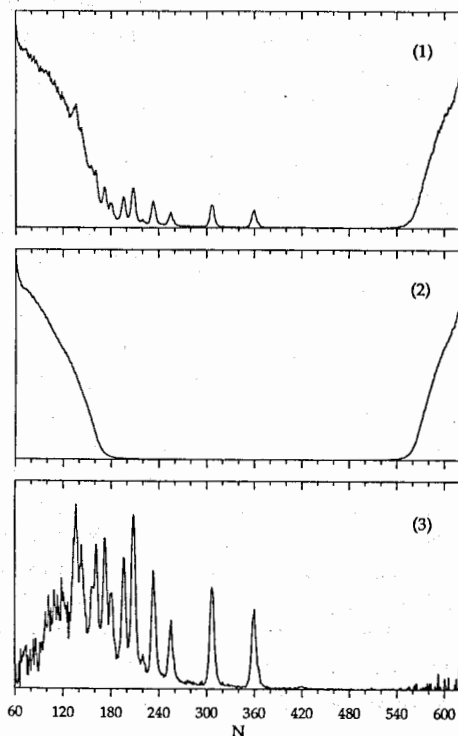


Рис.2. Эффект действия прерывателя пучка нейтронов, предназначенного для уменьшения фона запаздывающих нейтронов и γ -лучей от активной зоны реактора. (1) - исходный спектр от порошка Ge, (2) - фоновый спектр, (3) - дифракционный спектр Ge, полученный из (1) после вычитания фона. По оси ординат отложены каналы временного анализатора шириной 64 мкс. Задержка времени открытия прерывателя относительно импульса мощности реактора - 5 мс. Из (2) видно, что в области полного закрытия пучка (со 180 по 540 каналы) фон очень мал

Система предварительной коллимации выполнена из заполненных карбидом бора с парафином стальных цилиндрических блоков с последовательно уменьшающимися отверстиями от 200 мм на входе (после прерывателя) до 30 мм на выходе, помещенных в вакуумную трубу. Последующие конические коллиматоры и ограничители пучка выполнены из борированного полиэтилена, Cd и Gd и расположены непосредственно перед ячейкой высокого давления. Последний коллиматор подбирается исходя из размера образца. На рис.3 изображен вертикальный разрез центральной части спектрометра^{/13/}. Она содержит: трубу, коллимирующую нейтронный пучок, установленную с помощью разъемного соединения, держатель образца, блок юстировки и приспособление для крепления блока и держателя, защиту из карбида бора с парафином, состоящую из откатной и неподвижной частей. Откатная часть обеспечивает удобный доступ к образцу. Внутри неподвижной части защиты расположена кольцевая детектирующая система радиусом 400 мм, составленная из 16 гелиевых счетчиков СММ-31. Кольцевой детектор может перемещаться вдоль оси пучка с помощью двигателя по винту, обеспечивая диапазон углов рассеяния от 45° до 135°.

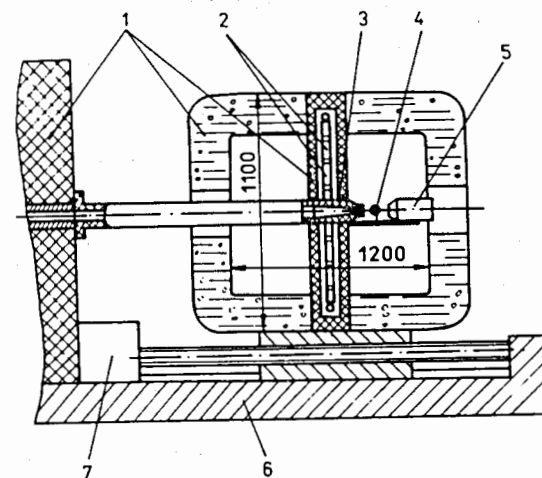


Рис.3. Вертикальный разрез центральной части ДН-12. 1 - защитные элементы, 2 - кольцевой детектор, 3 - выходной коллиматор, 4 - место образца, 5 - ловушка, 6 - станина, 7 - устройство перемещения детектора

Система управления, сбора и обработки информации состоит из устройства фазирования и стабилизации оборотов прерывателя, устройств, обеспечивающих движение кольцевого детектора, электроники регистрации и хранения информации, содержащей набор блоков в стандарте КАМАК и персональный

компьютер типа IBM со стандартным для дифрактометров на ИБР-2 программным обеспечением.

Система создания давления включает в себя набор камер с алмазными и сапфировыми наковальнями. Юстировка образца в камере осуществляется с помощью оптических микроскопов МБС-9 и ММИ-2 с большим фокусным расстоянием (~70 мм). Для измерения давления используется прибор на основе монохроматора МЛР-23, позволяющий осуществить регистрацию положения R₁-линии люминесценции рубина. Основными его частями являются спектрометрическая часть, система освещения рубина возбуждающим излучением, микроскоп, служащий для направления излучения люминесценции на входную щель спектрометра и для визуального наблюдения образца в камере. Система освещения возбуждающим излучением включает отрицательную длиннофокусную линзу, поворотное зеркало и объектив. Источником возбуждения люминесценции является гелий-кадмиевый лазер ЛГ-70 мощностью 25 мВт и с длиной волны 0,44 мкм. Регистрация интенсивности спектральной составляющей люминесценции осуществляется фотоумножителем ФЭУ-100. После установки камеры высокого давления на нейтронный пучок, с помощью теодолита производится юстировка выходного окна коллиматора по образцу.

При работе ДН-12 в режиме дифрактометра поток тепловых нейтронов, проходя через конусный коллиматор, попадает на образец, расположенный на оси пучка; нейтроны, рассеянные по брэгговским конусам, регистрируются отдельными счетчиками кольцевого детектора.

При работе в режиме спектрометра для исследования неупругого рассеяния нейтронов между образцом и счетчиками кольцевого детектора устанавливается неохлаждаемый бериллиевый фильтр, состоящий из блоков Be толщиной 120 мм, обеспечивающий коэффициент фильтрации $2 \cdot 10^5$.

3. Параметры ДН-12

Средний поток нейтронов на образце определялся по активации медных фольг. Он составляет $\sim 1 \cdot 10^6$ н/см²/с, что примерно в 5 раз меньше, чем на большинстве пучков ИБР-2. Причина заключается в сравнительно большом расстоянии замедлителя на 12-м канале от активной зоны реактора и в его меньшей видимой площади. Распределение потока по длине волны (эффективный спектр) измерялось с помощью некогерентного рассеивателя V. Форма спектра при задержке прерывателя на 5 мс показана на рис.4.

Для калибровки дифрактометра по пролетному расстоянию и определения его разрешающей способности измерялись и обрабатывались по методу Ритвельда дифракционные спектры от стандартных образцов Ge (рис.5) и Al₂O₃. Разрешение дифрактометра по времени пролета при исследовании поликристаллов определяется в первом приближении двумя слагаемыми:

$$R = \Delta d/d = [(\Delta t/t)^2 + (\Delta \theta / \theta)^2]^{1/2},$$

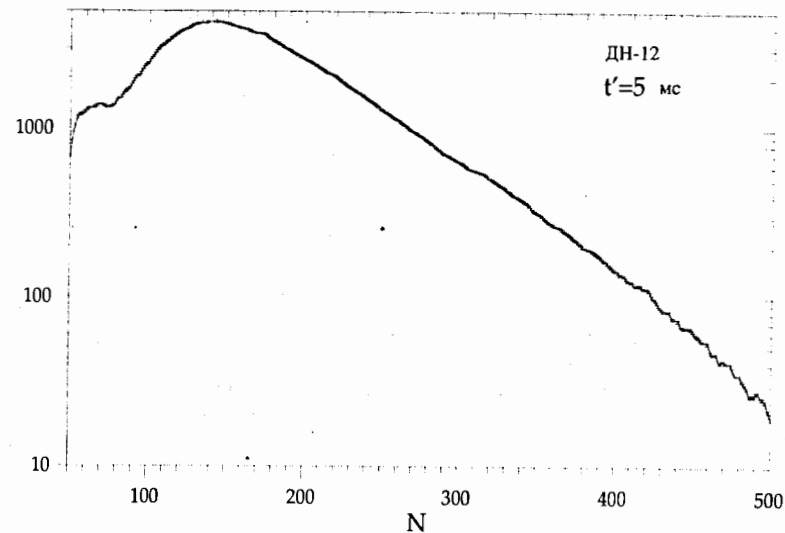


Рис.4. Эффективный спектр, измеренный по рассеянию нейтронов на ванадии при задержке времени открытия прерывателя $t' = 5$ мс

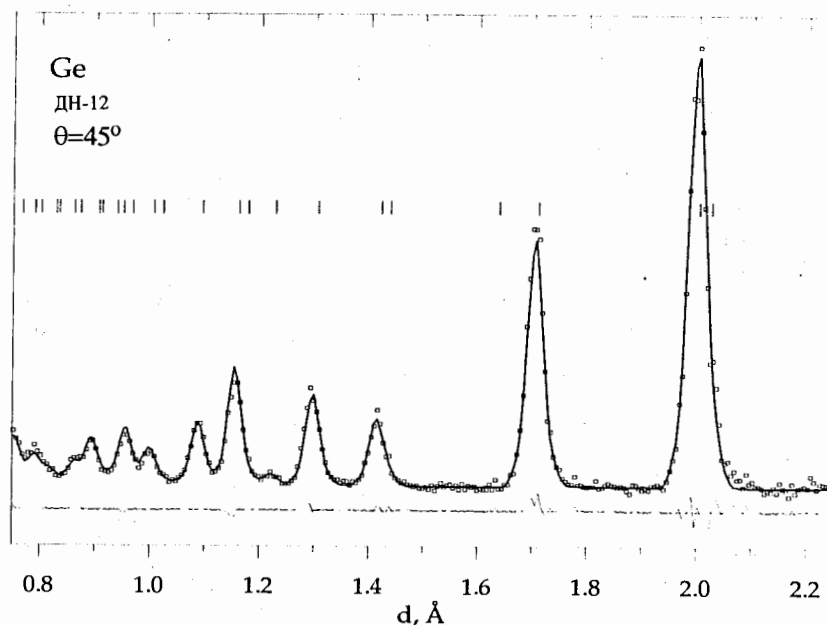


Рис.5. Дифракционный спектр Ge, обработанный по методу Ритвельда. Показан исходный спектр (точки), рассчитанный профиль (гладкая кривая) и разностная функция (внизу). Штрихи указывают положения пиков Ge

где d - межплоскостное расстояние, t - полное время пролета, θ_0 - средний угол Брэгга, Δt - неопределенность во времени пролета, $\Delta\theta$ учитывает геометрические неопределенности процесса рассеяния. Для ДН-12 при $\theta_0=45^\circ$ оба слагаемых близки по величине и при $d=1,5 \text{ \AA}$ разрешение составляет около 0,022, а при $\theta_0=67,5^\circ$ и $d=2,0 \text{ \AA}$ оно близко к 0,012 (рис.6).

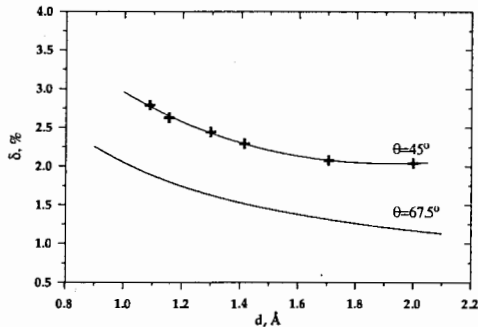


Рис.6. Функция разрешения ДН-12 ($\delta=100\Delta d/d$) при $\theta=45^\circ$ и $67,5^\circ$ в зависимости от межплоскостного расстояния. Для $\theta=45^\circ$ приведены экспериментальные точки, определенные по рассеянию на Ge, для $\theta=67,5^\circ$ показана рассчитанная функция

В экспериментах с микрообразцами помимо традиционных характеристик установки, таких как светосила и разрешение, большое значение имеет соотношение эффект-фон. В первых методических экспериментах было обнаружено, что основные составляющие фона связаны с самой установкой, а не с работой соседних пучков, и что фон можно существенно уменьшить при аккуратной коллимации и разумном подборе материала коллиматоров. В результате удалось получить дифракционную картину для стандартного образца Al_2O_3 , где соотношение эффект-фон в сильнейшем пике приближается к значению 100, типичному для лучших дифрактометров на стационарных реакторах. Для выяснения зависимости соотношения эффект-фон от массы (объема) образца проводились эксперименты по измерению нейтрограмм от образцов железа все меньшего и меньшего объема при соответствующем уменьшении выходного размера ограничителя. Из полученных результатов следует, что при изменении массы в широких пределах соотношение эффект-фон не изменяется, что объясняется определяющей ролью фона от собственного пучка. Оптимальная для работы при повышенных давлениях величина образца, при которой соотношение эффект-фон остается тем же, что и для массивного, составляет для железа около 3 мг ($0,4 \text{ мм}^3$), что соответствует величине достижимых давлений 8-10 ГПа для сапфировых наковален. Для того чтобы установить минимальное количество вещества, от которого можно получить дифракционную картину на ДН-12 за разумное время (не более 50-100 часов), были проведены эксперименты с образцом $^{164}\text{DyD}_3$, имеющим очень большое сечение когерентного рассеяния ($\sigma_{\text{ког}} \approx 250$ барн), помещенным в алмазные наковальни. Объем образца составлял $\sim 0,03 \text{ мм}^3$, давление около 10 ГПа, и, в

принципе, могло быть увеличено до 20 ГПа. На рис.7 показана полученная за время ~ 24 часа дифракционная картина от $^{164}\text{DyD}_3$.

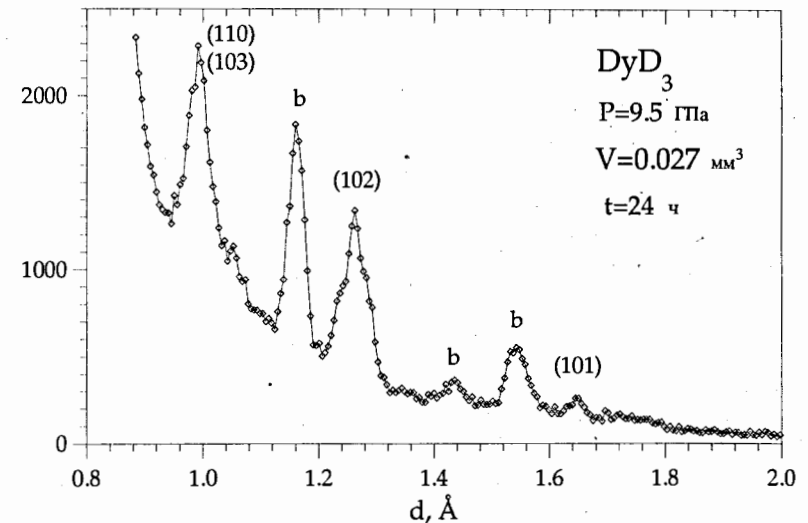


Рис.7. Дифракционный спектр порошка $^{164}\text{DyD}_3$ в алмазных наковальнях, измеренный за 24 часа. Объем образца был $0,027 \text{ мм}^3$, давление - 9,5 ГПа. Указаны индексы Миллера дифракционных пиков от DyD_3 и фоновые пики от камеры (b)

При регистрации спектров неупругого рассеяния нейтронов угол рассеяния выбирался близким к 90° . Пробные эксперименты, проведенные на образце гидрида ZrH_2 , показали возможность получения спектров от водородосодержащих веществ в диапазоне переданных энергий до 80 мэВ при объеме образца 3 мм^3 за время порядка 50 часов. Существуют широкие возможности дальнейшего продвижения в отношении светосилы, разрешения, соотношения эффект-фон и расширения диапазона переданных энергий.

Дополнительно были проведены эксперименты по изучению эффективности работы и разрешающей способности детектора при различных углах рассеяния, а также исследование паразитного рассеяния от монокристалльных наковален. Выяснилось, что, в отличие от работы с монохроматическим пучком на стационарном реакторе, когерентное рассеяние от монокристалльных наковален на импульсном белом пучке при большой апертуре детектора создает определенные проблемы, давая вклад в дифракционную картину. Хотя этот вклад может быть уменьшен или устранен подбором угла рассеяния, изменением ориентации камеры и исключением информации от счетчиков, в которые попали отражения от наковален, тем не менее некоторые проблемы, связанные с "хвостами" от монокристалльных рефлексов, остаются. Поэтому в дальнейших исследованиях как упругого, так и неупругого рассеяния нейтронов эксперименты в большинстве

случаев включали измерения при высоких давлениях, при нулевом давлении и в ячейке с наковальнями, но без образца.

Основные параметры ДН-12 приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры спектрометра ДН-12

1. Поток тепловых нейтронов на образце при номинальной мощности реактора 2 МВт		$1 \cdot 10^6$ н/см ² /с
2. Расстояние:	замедлитель - образец	31,8 м
	образец - детектор	04 м
3. Диапазон:	по длине волны	1 - 4 Å
	по углу рассеяния	45° - 135°
	по d_{hkl}	0,8 - 5,2 Å
4. Разрешение ($\Delta d/d$, $d=2$ Å):	при $2\theta=90^\circ$	0,020
	при $2\theta=135^\circ$	0,012
5. Телесный угол детектора		0,125 ср
6. Достижимые давления:	в сапфировых наковальнях	10 ГПа
	в алмазных наковальнях	20 ГПа

4. Эксперименты на ДН-12

До плановой остановки реактора ИБР-2 (март 1994 г.) на ДН-12 было проведено несколько экспериментов при комнатной температуре (табл.2), направленных как на иллюстрацию возможностей установки, так и на получение новой физической информации.

Для высокотемпературного сверхпроводника $\text{HgBa}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{6,3}$ с $T_c=123$ К в области до 3,6 ГПа изучены барические зависимости параметров решетки и межатомных расстояний. Измеренные коэффициенты сжимаемости для параметров решетки лишь незначительно отличаются от величин, полученных ранее¹⁴ на дифрактометре SEPD (ANL) для области давлений до 0,6 ГПа (рис.8): 3,5 (ДН-12) и 29 (SEPD) для параметра a , 6,2 (ДН-12) и 6,0 (SEPD) для параметра c в единицах 10^{-3} ГПа⁻¹. Однако для межатомных расстояний, особенно для связи Hg-O2 (O2 - апикальный кислород), наши данные значительно расходятся с величинами, полученными на SEPD в области малых давлений. Более того, если при нормальном давлении структурные характеристики Hg-1212

Таблица 2. Характеристики экспериментов, выполненных на ДН-12 в период с ноября 1993 г. по март 1994 г.

Образец	Макс. давл., ГПа	Объем образца, мм ³	Тип наковальни	Основной результат
Hg-1212	3,6	1	сапфир	уравнение состояния, структурные изменения
DyD ₃	10	0.027	алмаз	уравнение состояния, отсутствие фаз. перехода
ND ₄ Cl	2,5	2	сапфир	структурные изменения
NH ₄ Cl	4,0	2	сапфир	изменение фоновых и либронных частот
Fe ₂ O ₃	4,7	1	сапфир	образование новой магнитной фазы выше 3 ГПа

хорошо соответствуют ранее опубликованным¹⁵, то при высоких давлениях заметно лучшее согласие с экспериментом дает модель структуры с разупорядоченным в плоскости (a,b) апикальным кислородом. Наибольшее значение коэффициента сжимаемости получено для расстояния между слоями Ba^{+2} и O^{-2} , $k=25 \cdot 10^{-3}$ ГПа⁻¹, что почти в два раза больше, чем для любых других межатомных или межслоевых расстояний.

Для молекулярных солей NH_4Cl и ND_4Cl изучены изменения структуры и спектров возбуждения (фононного и либронного) при давлениях до 4,0 ГПа. Установлено ужесточение низкочастотных оптических и либрационных мод, более сильное для оптических мод, в то время как большинство внутримолекулярных частот смягчается под влиянием высокого давления. Одновременно с этим происходит заметное изменение позиционного параметра, характеризующего положение атома водорода (дейтерия) между азотом и хлором. Из экстраполяции параметра на большие давления следует, что фазовый переход в этой системе неизбежен при давлениях несколько выше 10 ГПа. Полученные результаты указывают на возможную нестабильность молекулярных ионов с повышением плотности.

На порошке гематита Fe_2O_3 эксперименты проведены при давлениях до 4,7 ГПа для идентификации магнитного фазового перехода, обнаруженного недавно в LLB (Сакле) при давлениях выше 3,0 ГПа. Эксперименты в LLB были проведены с использованием большой длины волны нейтронов ($\lambda=4,75$ Å), поэтому удалось зарегистрировать только два магнитных отражения.

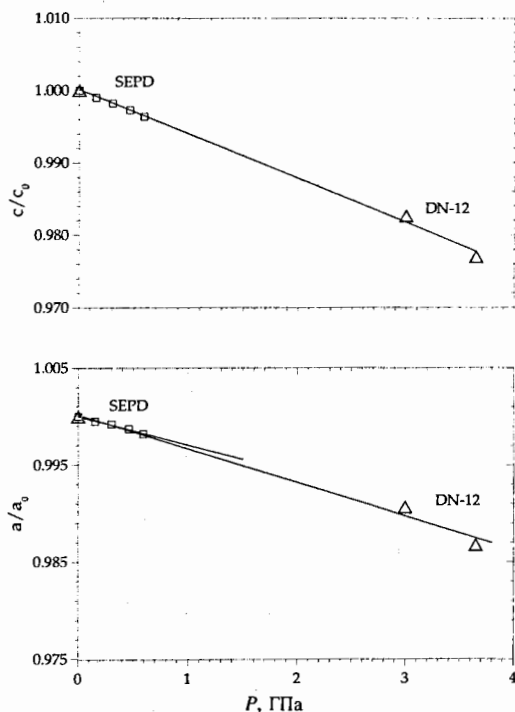


Рис.8. Нормализованные на значение при $P=0$ зависимости параметров решетки Hg-1212 от давления. Показаны точки, полученные на дифрактометрах SEP (до 0,6 ГПа) и ДН-12 (до 3,6 ГПа). Линии проведены по методу наименьших квадратов (МНК). Для c/c_0 линии, проведенные через ДН-12- и SEP-данные, неразличимы

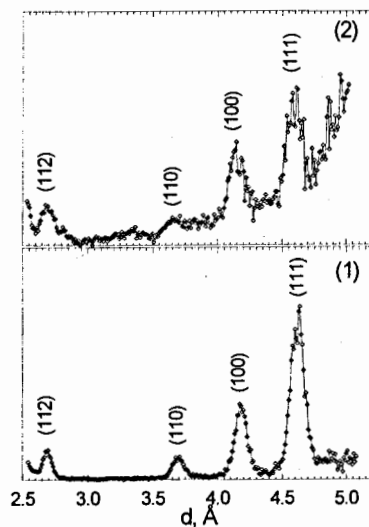


Рис.9. Дифракционный спектр гематита, измеренный при нормальном давлении (1) и давлении 4,5 ГПа (2). Пики (111) и (100) являются магнитными, пик (110) - ядерным. При высоком давлении относительные интенсивности магнитных пиков изменились

В эксперименте на ДН-12 зафиксировано более 10 магнитных и ядерных дифракционных пиков, индицирующихся в ромбоэдрической ячейке гематита. Из сравнения спектров при нормальном и высоком давлениях (рис.9) видно, что интенсивности магнитных пиков изменяются, что подтверждает существование магнитного фазового перехода при $P \geq 3$ ГПа.

5. Заключение

Полученные результаты показывают, во-первых, возможность проведения экспериментов как по упругому, так и по неупругому некогерентному рассеянию нейтронов в алмазных и сапфировых наковальнях на спектрометре ДН-12 даже на канале с относительно слабым потоком. Во-вторых, выявлены широкие возможности дальнейшего совершенствования установки в направлении увеличения светосилы за счет увеличения угловой апертуры детектора, улучшения разрешения (особенно в неупругом рассеянии) за счет применения кристаллов анализаторов или фильтра с более узким окном и использования прерывателя с более подходящими характеристиками, а также за счет улучшения соотношения эффект-фон при применении зеркального нейтронотода. В-третьих, из экспериментов, выполненных на различных классах систем (водородосодержащих соединениях, оксидных сверхпроводниках, магнетиках), следует, что даже относительно небольшое расширение диапазона давлений в рассеянии нейтронов может приводить к новым эффектам (изменение магнитной структуры, длины связей), которые не могут быть установлены косвенными методами.

Наконец, созданная установка может быть использована не только для исследований при высоких давлениях, но и для других экспериментов в рамках идеологии микрообразцов (облученные высокоактивные объекты, соединения трансуранов и т.п.), а также для исследований, требующих широкого диапазона по углу рассеяния (например, для изучения эффектов, связанных с диффузным рассеянием).

Авторы признательны А.Ю.Румянцеву за поддержку этой работы, С.Ш.Шильштейну за полезные обсуждения, И.Н.Гончаренко и А.В.Борману за помощь в проведении экспериментов при высоких давлениях. Работа поддерживается в рамках программы ВТСП (проекты 93101 и 93192), ISF (грант MNU000) и МНТП "Фуллерены".

Литература

1. И.В.Александров, С.П.Беседин, И.Н.Макаренко, С.М.Стишов, ПТЭ, 2, 136 (1994).
2. В.П.Глазков, И.Н.Гончаренко, ФТВД, 1, 56 (1991).
3. С.Ш.Шильштейн, В.П.Глазков, И.Н.Макаренко, А.В.Иродова, В.А.Соменков, ФТТ, 25, 3309 (1983).
4. V.P.Glazkov, I.V.Naumov, V.A.Somenkov, S.Sh.Shilshstein, Nucl. Instr. and Meth. in Phys.Res., A264, 367 (1988).
5. I.N.Goncharenko, S.P.Besedin, V.P.Glazkov, V.A.Somenkov, Physica B (in press).
6. В.П.Глазков, С.П.Беседин, И.Н.Гончаренко и др., Письма в ЖЭТФ, 47, 661 (1988).
7. I.N.Goncharenko, V.P.Glazkov, A.V.Irodova, O.A.Lavrova, J. of Alloys and Comp., 1, 1 (1991).
8. I.N.Goncharenko, V.P.Glazkov, A.V.Irodova, V.A.Somenkov, Physica B, 174, 117 (1991).
9. И.Н.Гончаренко, В.П.Глазков, О.А.Лаврова, ФТТ, 34, 2953 (1992).
10. J.S.Loveday, R.J.Nelmes, J.M.Besson, Internat. Conf. HPG-2, Washington D.C., USA, Abstracts (1992).
11. J.M.Besson, G.Weill, G. Hamel, R.J.Nelmes, J.S.Loveday, S.Hull, Phys.Rev.B, 45, 2613 (1992).
12. А.М.Балагуров, В.Н.Савенко, А.В.Борман, В.П.Глазков, И.Н.Гончаренко, В.А.Соменков, G.F.Syrykh, High Press. Res., in press.
13. В.А.Соменков и др., Авт. свид. N1293594, ПИ, 8 (1987).
14. В.А.Hunter, J.D.Jorgensen, J.L.Wagner, P.G.Radaelli, D.G.Hinks, H.Shaked and R.L.Hitterman, Physica C 221, 1 (1994).
15. Е.А.Антипов, J.-J.Capponi, C.Chailout, O.Chmaissem, S.M.Loireiro, M.Marezio, S.N.Putilin, A.Santoro and J.L.Tholence, Physica C 218, 348 (1993).

Аксенов В.Л. и др.

P13-95-14

Нейтронный спектрометр по времени пролета
для исследований микрообразцов при высоких давлениях

Дано описание нового нейтронного спектрометра, предназначенного для изучения упругого и неупругого рассеяния нейтронов на поликристаллических микрообразцах при высоких давлениях в камерах с алмазными или сапфировыми наковальнями. Спектрометр работает на импульсном реакторе ИБР-2 в ОИЯИ. Для регистрации спектра рассеянных нейтронов используются метод времени пролета и кольцевой многосчетчиковый детектор. Приведены параметры, методические особенности установки и примеры экспериментальных исследований.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики им.И.М.Франка ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1995

Перевод авторов

Aksenov V.L. et al.

P13-95-14

Time-of Flight Neutron Spectrometer for Investigations
of Microsamples under High Pressure

A new neutron spectrometer for investigation of elastic neutron scattering on polycrystal microsamples under high pressure in diamond and sapphire anvils cells is described. The spectrometer is operating at the pulsed reactor IBR-2 in JINR. The time-of-flight method and circular multiscaler detector are used for the registration of the scattered neutrons spectrum. Parameters and methodical peculiarities of the device and the examples of experimental studies are given.

The investigation has been performed at the Frank Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1995