

С 342Г

С-665

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-1909



И.Сосновска, Е.Сосновски, С.В.Киселев, Р.П.Озеров

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА
К НЕЙТРОННО-ДИФРАКЦИОННЫМ
ИССЛЕДОВАНИЯМ

Представлено на Международный симпозиум по
неупругому рассеянию нейтронов в твердых телах
и жидкостях. Бомбей. 1964 г.

*Inelastic Scattering of
neutrons. Proc. of a Symposium
Bombay. 15-19/XII 64. v.2
1964 Vienna 1965 p 573-577.*

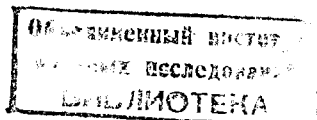
P-1909

И.Сосновска, Е.Сосновски, С.В.Киселев^{x)}, Р.П.Озеров^{x)}

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА
К НЕЙТРОННО-ДИФРАКЦИОННЫМ
ИССЛЕДОВАНИЯМ

Представлено на Международный симпозиум по
неупругому рассеянию нейтронов в твердых телах
и жидкостях. Бомбей. 1964 г.

x) Физико-химический институт им. Карпова, Москва, СССР.



2824/1 48.

В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ в Дубне на импульсном быстром реакторе (ИБР)^{/4/} были проведены эксперименты с целью выяснения возможностей реактора в области структурной нейтронографии^{/1-3/}. Тепловые нейтроны рассеивались на поликристаллических образцах и для фиксированного угла методом времени пролета измерялся энергетический спектр рассеянных нейтронов.

Схема опыта показана на рис. 1. Вплотную к активной зоне 1 реактора помещен замедлитель 2 толщиной 40 мм. Пучок нейтронов проходил через стальной коллиматор 3 соллеровского типа (угол расхождения - 20', окно - 100 x 110 мм²), помещенный в стене зала реактора, через вакуумный нейтроновод 10, окно водяной защиты 4 и рассеивался на образце 7. Рассеянный пучок проходил через второй, идентичный первому коллиматор 6, установленный под углом 90° к направлению прямого пучка и регистрировался сцинтилляционным детектором 8, окруженным слоем карбида бора 9 и водяной защитой. Вся установка была окружена защитой из бетонных блоков. Использованный сцинтилляционный детектор на обогащенном В¹⁰ площадью 300 см² описан в работе^{/5/}.

Экспериментальные данные обрабатывались по формуле интегральной интенсивности дифракционных максимумов, выведенной в работе^{/6/}:

$$E_{hkl}(\lambda) = C (\lambda^4 J_{\lambda} j F^2)_{hkl}$$

где C - постоянная, λ - длина волны, J_{λ} - интенсивность спектра падающих нейтронов, отнесенная к единичному интервалу длин волн, j - фактор повторяемости, F - структурный фактор.

Как сообщалось в работах^{/1-3/}, для вышеуказанных образцов получено хорошее совпадение теоретических и экспериментальных результатов.

Описанный метод был использован для изучения магнитной и атомной структуры сегнетоэлектрика - антиферромагнетика BiFeO_3 ^{/7,8/}. Необходимость этого возникла в связи с тем, что разрешающая способность нейтронного дифрактометра, использованного в^{/7,8/}, слишком мала для того, чтобы проверить предположение В.Плахтия и др.^{/9/} о существовании в BiFeO_3 атомной сверхструктуры.

Образец размером 120 x 80 x 8 мм² был синтезирован по обычной керамической технологии. Гомогенность образца проверялась рентгенографически. Нейтронограмма образца BiFeO_3 представлена на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что разрешены не только все максимумы кубической элементарной ячейки ($a = 3,963 \text{ \AA}$), но и отчетливо проявляется очень малое ромбоэдрическое искажение ячейки ($a = 3,963 \text{ \AA}$, $\alpha = 89^\circ 24'$). Это искажение позволило непосредственно установить ориентацию магнитных моментов в структуре. Действительно, в отсутствие расщепления в связи с ограничениями порошкового метода определить ориентацию моментов в кубическом кристалле невозможно /10/. Расщепление позволило приписать магнитному отражению индекс $(\bar{1}11)$ (а не (111)), что соответствует ориентации моментов параллельно ромбоэдрической оси $[\bar{1}11]$ (так как при такой ориентации для отражения (111) $q_{111}^2 = 0$). Это же заключение может быть сделано на основании анализа полуширины магнитных отражений (311) и $(333 + 511)$.

На рис. 2 приведена также нейтронограмма при температуре 450°C (выше $T_N = 370^\circ\text{C}$). На ней сохранились отражения (311) и $(333+511)$. Это означает, что при этих температурах существует атомная сверхструктура, накладывающаяся на магнитную сверхструктуру при температурах ниже T_N . Это подтверждает упомянутое предположение работы /8/, что в BiFeO_3 имеется атомная сверхструктура, по характеру совпадающая со сверхструктурой магнитной. Истинной - атомной и магнитной - является ромбоэдрическая элементарная ячейка с объемом, удвоенным по сравнению с объемом элементарного перовскитного куба с $a_R = a_c \sqrt{2}$ и углом $\alpha_R = 59^\circ 18'$ (индексы, соответствующие этой ячейке, указаны на рис. 2 в скобках).

Л и т е р а т у р а

1. В.В.Нитц, З.Г.Папулова, И.Сосновска, Е.Сосновски. ФТТ, **6**, 1369, 1964.
2. В.В.Нитц, И.Сосновска, Е.Сосновски, препринт ОИЯИ, 1614, 1964.
3. В.Бuras, J.Leciejewicz, W.W.Nitc, I.Sosnowska, J.Sosnowski, F.L.Shapiro, Third United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy A/Conf. 28/P/488
4. Г.Е.Блохин и др. Атомная энергия **10**, 437, 1961.
5. В.В.Голиков и др. ПТЭ, **2**, 59, 1963.
6. В.Бuras. Nukleonika, **8**, 259 (1963).
7. С.В.Киселев, Р.П.Озеров, Г.С.Жданов. ДАН СССР, **145**, 1255, 1962.
8. С.В.Киселев, А.Н.Кшнякина, Р.П.Озеров, Г.С.Жданов, ФТТ, **5**, 3313, 1963.
9. В.П.Плахтий, Е.П.Мальцев, Д.И.Камнякер. Известия АН СССР, **28**, 438, 1964.
10. G.Shirane. Acta Cryst., **12**, 282 (1959).

Рукопись поступила в издательский отдел
2 декабря 1964 г.

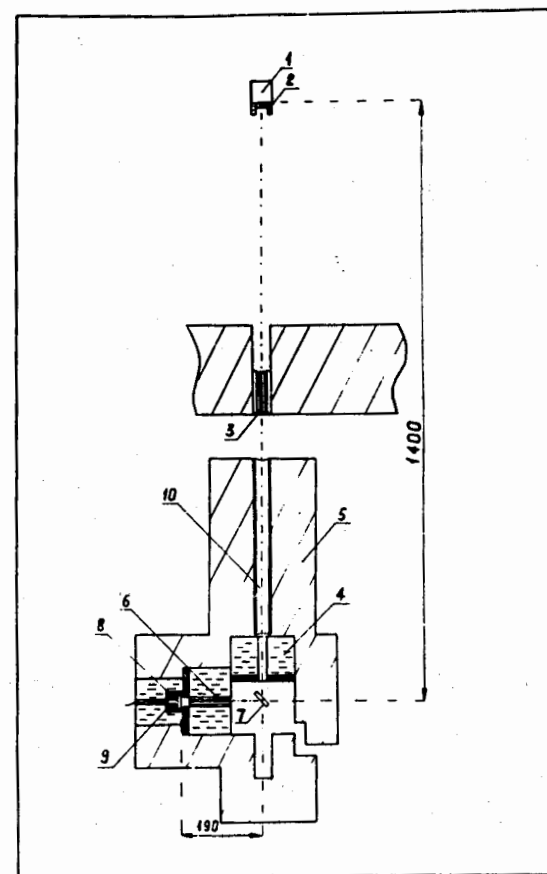


Рис. 1. Схема установки для угла $2\theta = 90^\circ$.

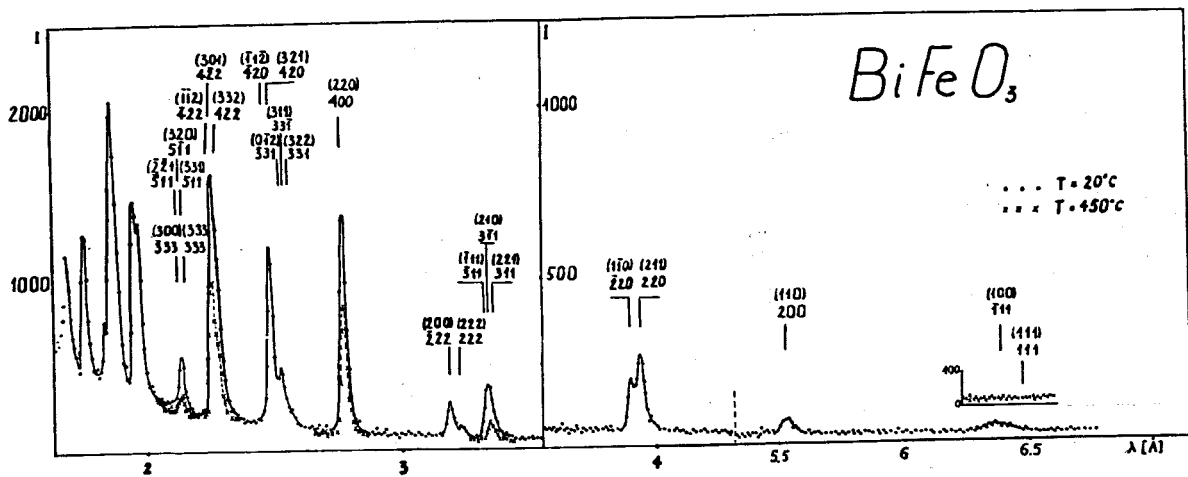


Рис. 2. Нейтронограммы BiFeO_3 для комнатной температуры и $T \approx 450^\circ\text{C}$.
 Приведены индексы ромбоэдрической ячейки $a'_R = 2a_k$ $\alpha'_R = 89^\circ 24'$ ($a_k = 3,983 \text{ \AA}$)
 и истинной ромбоэдрической ячейки с $a_R = a_k \sqrt{2}$ и $\alpha_R = 59^\circ 18'$.