

НОВЫЙ ТИП СПИНОВОГО УПОРЯДОЧЕНИЯ В ГЕКСАГОНАЛЬНОМ ФЕРРИТЕ $(Sr, Ba)_2 Zn_2 Fe_{12} O_{22}(Y)$

В.А.Сизов, Р.А.Сизов, И.И.Ямзин

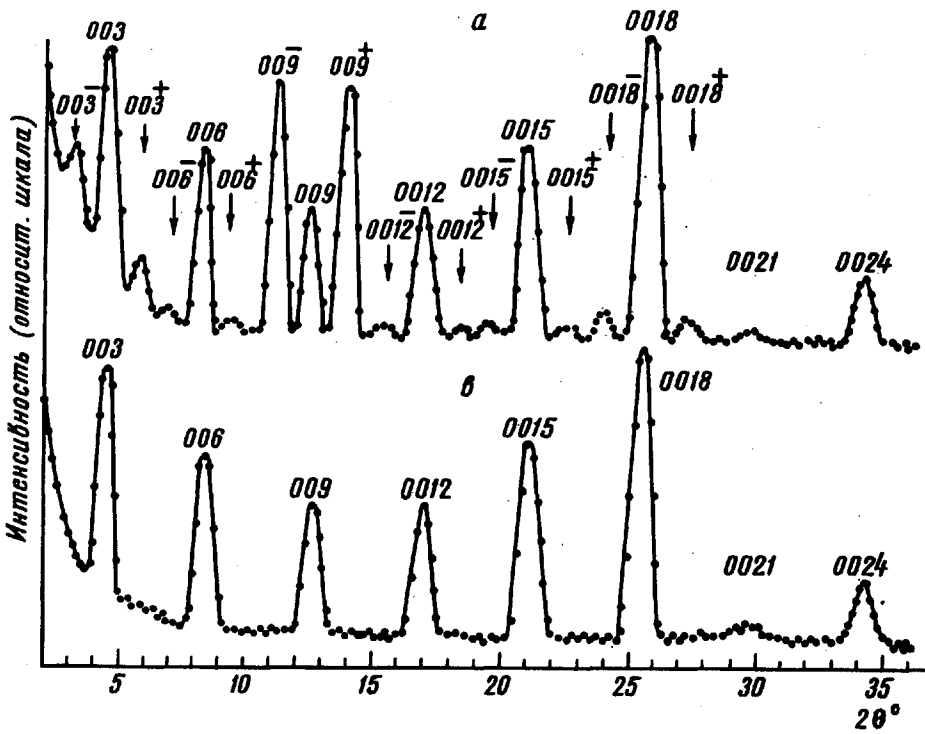
В многочисленном семействе гексагональных ферритов выделяют пять основных, наиболее простых, структурных типов; M, W, X, Y и Z [1]. Гортер [2], из рассмотрения величины косвенного обменного взаимодействия, предположительно установил модели спинового упорядочения в этих основных структурах, удовлетворительно согласовавшиеся с наблюдавшимися магнитными свойствами. В некоторых случаях эти модели получили подтверждение в экспериментах по дифракции нейтронов [3,4]. Однако при исследовании магнитных свойств феррита $(Sr, Ba)_2 Zn_2 Fe_{12} O_{22}(Y)$, Энс [5] получил результаты, которые не могли быть объяснены на основе коллинеарной модели Гортера, в связи с чем было высказано предположение о существовании геликоидального спинового упорядочения.

В настоящем сообщении предполагается интерпретация результатов нейтронодифракционных измерений, выполненных нами на монокристаллах $Sr_{1.6}Ba_{0.4}Zn_2Fe_{12}O_{22}(Y)$ [6].

На рисунке приведены дифракционные картины исследованного феррита (отражения $h0l$ от монокристаллического образца), снятые при $20^\circ C$: a — без внешнего магнитного поля, b — с наложением магнитного поля $20\ 000$ э параллельно вектору рассеяния ξ . Сопоставление a и b показывает, что магнитный вклад в дифракцию полностью сосредоточен в сверхструктурных магнитных отражениях, расположенных симметрично относительно структурных пиков. Положение этих сверхструктурных рефлексов изменяется в зависимости от температуры образца, а также от направления и напряженности наложенного на него магнитного поля [6].

Наличие в дифракционной картине сверхструктурных рефлексов, связанных со структурными отражениями и расположенных симметрично по обе стороны последних, характерно для спиральных спиновых конфигураций.

Наилучшая сходимость экспериментальных и расчетных интенсивностей нейтронной дифракции получена на основе модели "квазиспиральной" магнитной структуры. Согласно этой модели, элементарная ячейка исследованного феррита разбивается вдоль оси C на три структурно равноценных блока T , каждый из которых содержит шесть слоев кислородных ионов. Внутри блоков T спины остаются упорядоченными коллинеарно, согласно схеме Гортера. Однако спиновые оси блоков (направления, в блоках вдоль которых ориентированы спины), образуют между собой угол ω , величина которого существенно изменяется в зависимости от температуры и налагаемых извне магнитных полей. Эти оси упорядочены по спирали с вектором распространения, параллельным оси C .



Картина нейтронной дифракции от образца $Sr_{1,6}Ba_{0,4}Zn_2Y$ (отражения 001) при 293°K: a – магнитное поле отсутствует, b – приложено магнитное поле $\sim 20\,000$ э || Z

Мы наблюдали значения периода квазиспирали r , кратные одной трети размера элементарной ячейки по оси C , а именно $r = (2/3)C$, C и $(4/3)C$ и, соответственно, $\omega = 180, 120$ и 90° ($\omega = 2\pi C/3r$).

При температурах ниже 240°K магнитная структура представляет собой квазиспиральную конфигурацию с углом $\omega = 90^\circ$. В интервале температур 270-320°K угол $\omega = 120^\circ$, а выше 350° $\omega = 180^\circ$. Это значение ω сохраняется до 380°K – точки Нееля, выше которой в дифракционной картине не наблюдалось сверхструктурных отражений.

При повышении температуры, наряду с изменением τ и ω , наблюдается также отклонение спиновых осей от перпендикулярности оси C (при сохранении коллинеарности в блоках). С приближением к температуре $380^\circ K$ спиновые оси отходят от ориентации параллельно плоскости базиса и становятся параллельными оси C , оставаясь в этом положении вплоть до $400^\circ K$ (точка Кюри).

Были исследованы также ферриты системы $Sr_x Ba_{2-x} Zn_2 Fe_{12} O_{22}(Y)$ с содержанием стронция $x < 1,6$. В них также отмечалось существование спинового упорядочения описанного типа, но с большими значениями периодов сверхструктуры и, соответственно, меньшими значениями ω .

Существование наблюдавшейся магнитной структуры может быть объяснено на основе локального изменения обменных взаимодействий при замещении бария на стронций. При этом существенную роль играют, по-видимому, также ионы цинка. Так, в картинах нейтронной дифракции от кристаллов феррита $(Sr, Ba)_2 CO_2 Fe_{12} O_{22}$ (цинк замещен кобальтом), сверхструктурные рефлексы отсутствовали, причем магнитные вклады в структурные отражения могли быть правильно вычислены с использованием коллинеарной схемы Гортера.

Институт кристаллографии
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
26 апреля 1967 г.

Литература

- [1] P.V.Braun. Phillips Res. Reps., 12, 491, 1957.
- [2] E.W.Gorter. Proc. IEE, Suppl., 104B, 255, 1957.
- [3] J.H.Goedkoop, J.Hvoslef, M.Zivadinovic. Acta Cris., 12, 476, 1959.
- [4] И.И.Ямзин, Р.А.Сизов, И.С.Желудев, Т.М.Перекалина, А.В.Залесский. ЖЭТФ, 50, 595, 1966.
- [5] U.Enz. J. Appl. Phys., Suppl., 32, 22S, 1961.
- [6] Т.М.Перекалина, В.А.Сизов, Р.А.Сизов, И.И.Ямзин, Р.А.Восканян. ЖЭТФ, 52, 409, 1967.