

Синтез и исследование магнетизма в мультиферроиках $\text{Vi}_{1-x}\text{Tb}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0.05, 0.1$ и 0.3) с использованием высоких давлений

Саламатин Д.А.¹, Костылева И.Е.¹, Кичанов С.Е.², Цвященко А.В.¹

1 - Институт физики высоких давлений

2 - Объединенный институт ядерных исследований

e-mail: dasalam@gmail.com

В мультиферроике ViFeO_3 антиферромагнитное и ферроэлектрическое упорядочения сосуществуют при комнатной температуре. Благодаря нецентросимметричной кристаллической структуре данного соединения предполагается, что в нём могут наблюдаться линейный магнитоэлектрический эффект и слабый ферромагнетизм. Однако в действительности эти свойства не проявляются, что связано со пространственно модулированной магнитной циклоидой, образуемой магнитными моментами Fe. Эта циклоида может быть подавлена путём замещения Vi на редкоземельный ион. Предполагается, что благодаря своему малому ионному радиусу и большой величине магнитокристаллической анизотропии Tb может приводить к эффективному подавлению магнитной циклоиды.

Нами были синтезированы соединения состава $\text{Vi}_{1-x}\text{Tb}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0.05, 0.1, 0.3$) с помощью обычного твердофазного синтеза и последующего термобарического отжига при давлении 6 ГПа. Рентгеновская, нейтронная дифракция и спектроскопия комбинационного рассеяния света подтвердили однофазность полученных образцов.

Показано, что полученные соединения обладают улучшенными свойствами. В частности, на 1 ат. % Tb был увеличен предел растворимости в ромбической структуре $R3c$ соединений $\text{Vi}_{1-x}\text{Tb}_x\text{FeO}_3$. На основании измерений нейтронных дифрактограмм при высоком давлении и комнатной температуре, проведенных на ИБР-2 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ (г. Дубна), было определено, что структурный фазовый переход в соединениях с $x = 0.05$ и 0.1 происходит примерно при одинаковом объеме элементарной ячейки, около 368 \AA^3 . Отсюда может быть определен максимальный предел растворимости Tb, который составляет около 11 ат. %. Для достижения этого предела в объемных образцах использование термобарического отжига может являться необходимым. Предполагается, что однофазное соединение с максимальной концентрацией Tb будет иметь наилучшие ферроэлектрические и магнитные свойства. $\text{Vi}_{0.7}\text{Tb}_{0.3}\text{FeO}_3$ кристаллизуется в орторомбической структуре типа GdFeO_3 , которая является стабильной до давлений 3.2 ГПа.

Остаточная намагниченность образца с $x = 0.1$ синтезированного с использованием высокого давления в два раза выше по сравнению с ранее изучаемыми образцами такого же состава. Также отжиг при высоком давлении существенным образом влияет на микроструктуру (размеры зерен и микронапряжения) полученных мультиферроиков.

Исследование было выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-72-00014, <https://rscf.ru/project/22-72-00014/>.