

МЕССБАУЭРОВСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕШАНО- ВАЛЕНТНОГО ФОСФАТА ЖЕЛЕЗА $\text{Fe}_3^{2+}\text{Fe}_4^{3+}(\text{PO}_4)_6$

Асландукова А.А.¹, Соболев А.В.¹, Белик А.А.², Furubayashi T.³,
Глазкова Я.С.¹, Пресняков И.А.¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991,
Москва, Россия, alena.akula3@mail.ru

²Research Center for Functional Materials, National Institute for Materials Science
(NIMS), Namiki 1-1, Tsukuba, Japan

³Research Center for Functional Materials, National Institute for Materials Science
(NIMS), Sengen 1-2-1, Tsukuba, Japan

Соединения переходных металлов с конкурирующими обменными взаимодействиями привлекают повышенный интерес ученых из-за широкого спектра проявляемых этими соединениями физических свойств, которые позволяют рассматривать данные соединения как потенциальные функциональные материалы. В частности, некоторые железосодержащие фосфаты с фрустрированными магнитными обменными взаимодействиями при переходе в магнитоупорядоченное состояние образуют пространственно-модулированные геликоидальные магнитные структуры. Такие необычные явления изучаются различными методами, среди которых мессбауэровская спектроскопия, как локальный резонансный метод позволяет получить дополнительную информацию об особенностях магнитной структуры таких соединений.

В работе представлены результаты мессбауэровского исследования комбинированных электрических и магнитных сверхтонких взаимодействий в смешанно-валентном фосфате железа (II,III) $\text{Fe}_7(\text{PO}_4)_6$, который демонстрирует два магнитных фазовых перехода при $T_{N1} = 16\text{K}$ и $T_{N2} = 45.5\text{K}$. Наряду с мессбауэровскими измерениями в широком диапазоне температур ($4.2 \leq T \leq 300\text{K}$) также приводятся данные термодинамических и магнитных измерений исследованного фосфата.

На основании полученных данных было охарактеризовано валентное состояние железа, а также проведена кристаллохимическая идентификация парциальных спектров, относящихся к разновалентным катионам Fe^{3+} и Fe^{2+} с различной симметрией локального кислородного окружения. Для анализа параметров электрических сверхтонких взаимодействий ядер ^{57}Fe были проведены теоретические расчеты параметров тензора градиента электрического поля (ГЭП) с учетом решеточного и электронного вкладов.

В диапазоне $16\text{K} < T < 45.5\text{K}$ спектры представляют собой суперпозицию четырех зеемановских секстетов с существенно различающимися сверхтонкими магнитными полями (B_{hf}). С учетом симметрии локального анионного окружения и электронной структуры ионов Fe^{2+} были оценены основные вклады в величину B_{hf} и получено удовлетворительное согласие с экспериментальными данными. Сильное различие сверхтонких полей на ядрах Fe^{2+} и Fe^{3+} объяснено существенным различием орбитальных вкладов, в то время как дипольные вклады сопоставимы.

При переходе в низкотемпературную область ($4.2\text{K} < T < 16\text{K}$) спектры претерпевают существенное асимметричное уширение, которое было интерпретировано, как образование пространственно-модулированной магнитной структуры и проанализировано в рамках распределений сверхтонких параметров. Установлено, что полученная анизотропия сверхтонких магнитных полей $B_{\text{hf,Fe1}}$ и $B_{\text{hf,Fe2}}$ обусловлена анизотропным дипольным вкладом.

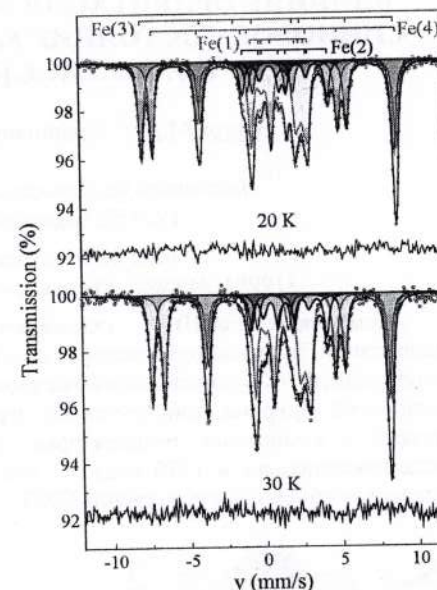


Рис.1 ^{57}Fe мессбауэровские спектры $\text{Fe}_7(\text{PO}_4)_6$ при 20 K и 30 K.