

УДК 538.221

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Член-корреспондент АН СССР Н. Е. АЛЕКСЕЕВСКИЙ, А. П. ДОДОКИН
Н. Е. АЛЕКСЕЕВСКИЙ, А. П. ДОДОКИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА МЁССБАУЭРА НА ЯДРАХ Fe^{57}
И Sn^{119} В СОЕДИНЕНИЯХ $\text{Nb}_{0,75}\text{Sn}_{0,22}\text{Fe}_{0,03}$, $\text{V}_{0,75}\text{Sn}_{0,22}\text{Fe}_{0,03}$
И $\text{V}_{0,75}\text{Si}_{0,22}\text{Fe}_{0,03}$

Влияние магнитных примесей на свойства сверхпроводников, имеющих структуру β -W (А-15) было исследовано в ^(1, 2). Представляло интерес, наряду с изучением сверхпроводящих и магнитных свойств провести исследования эффекта Мёссбауэра. Были проведены измерения эффекта Мёссбауэра на $\text{Nb}_{0,75}\text{Sn}_{0,22}\text{Fe}_{0,03}$ (I), $\text{V}_{0,75}\text{Sn}_{0,22}\text{Fe}_{0,03}$ (II), $\text{V}_{0,75}\text{Si}_{0,22}\text{Fe}_{0,03}$ (III).

Методика приготовления образцов была аналогична изложенной в ⁽¹⁾. Изучался эффект Мёссбауэра на ядрах Fe^{57} и Sn^{119} .

Основные результаты исследования эффекта Мёссбауэра на ядрах Fe^{57} представлены в табл. 1.

Таблица 1

T, °K	I	II	III
Изомерный сдвиг δ , мм/сек			
300	-0.035	-0.1	0.14
80	0.05	0	0.16
4.2	0.1	0.035	0.21
2	0.1	—	—
Ширина линии Γ , мм/сек			
300	1.19	0.86	0.98
80	1.37	0.86	1.02
4.2	1.68	0.92	0.98
2	1.89	—	—
Отношение площадей над спектрами $S(T)/S(300^\circ\text{C})$			
300	1	1	1
80	1.30	1.1	1.1
4.2	1.44	1.12	1.11
2	1.47	—	—

Примечание. Значения изомерного сдвига даны относительно α -Fe при 300° К. Ошибка эксперимента в определении значений δ и Γ составляет 0,025 мм/сек. При расчете эффективных дебаевских температур θ_D^{Fe} полагалось, что $S(T)/S(300^\circ\text{K}) = f(T)/f(300^\circ\text{K})$.

Мёссбауэровские спектры всех трех соединений представляют собой уширенные одиночные линии (см. рис. 1). Такое уширение может быть связано либо с тем, что атомы Fe в исследованных сплавах не занимают регулярных позиций в решетке и поэтому на ядра Fe^{57} действуют несколько разные по величине градиенты электрического поля (квадрупольный характер уширения), либо с тем, что на ядра Fe^{57} действует магнитное поле. Возможно, также, что некоторый вклад в уширение вносит различие в изомерных сдвигах ядер Fe^{57} в нерегулярных позициях. В случае магниторелаксационного характера уширения должен наблюдаться рост ширины линии с понижением температуры. Поскольку время релаксации электронных спинов растет с понижением температуры, при некоторых достаточно низких температурах оно должно быть сравнимо со временем

ларморовской прецессии ядерных спинов в эффективном магнитном поле и спектр должен уширяться ⁽³⁾.

Спектры поглощения образца (I) по своему поведению отличаются от спектров поглощения образцов (II) и (III). В отличие от образцов (II) и (III) у образца (I) с понижением температуры резко растет ширина линии, что может быть связано с магнитными свойствами сплавов системы (I).

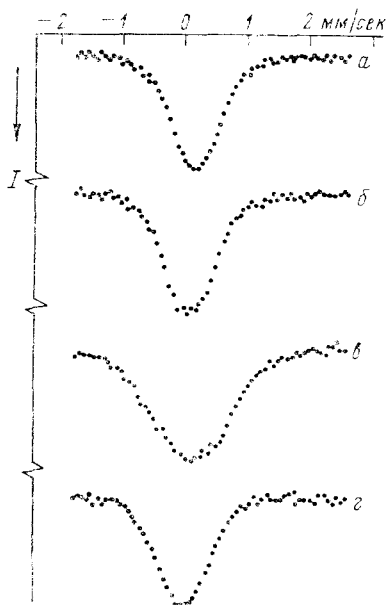


Рис. 1. Мёссбауэровские спектры ядер Fe^{57} образцов: а — $\text{V}_{0,75}\text{Sn}_{0,22}\cdot\text{Fe}_{0,03}$ (II) при $4,2^\circ\text{K}$; б — $\text{V}_{0,75}\cdot\text{Si}_{0,22}\text{Fe}_{0,03}$ (III) при $4,2^\circ\text{K}$; в — $\text{Nb}_{0,75}\text{Sn}_{0,22}\text{Fe}_{0,03}$ (I) при $4,2^\circ\text{K}$, г — то же при 300°K . Нуль скорости совпадает с центром тяжести спектра $\alpha\text{-Fe}$ при 300°K . I — скорость счета в произвольных единицах

Изомерные сдвиги δ всех трех соединений и их температурная зависимость не обнаруживают аномалий. Абсолютные величины δ близки к соответствующему значению для чистого металлического α -железа. Степень ковалентности связи ⁽⁴⁾ несколько уменьшается в ряду (I) — (II) — (III) на величину $\sim 0,4$. Дебаевскую температуру атомов железа для соединений (II) и (III) можно оценить по температурной зависимости вероятности f' эффекта Мёссбауэра ⁽⁵⁾, несмотря на то, что для этих соединений, как отмечалось выше, зависимость $f'(T)$ весьма слабая. Такая оценка дает $\theta_D^{\text{Fe}} \approx 360^\circ\text{K}$. При этом предполагается, что $f'(T)$ определяется фононами. Для образца соединения (I) с понижением температуры наблюдается более резкий рост ширины линии. Оценка эффективной дебаевской температуры в этом случае дает $\theta_D^{\text{Fe}} \approx 200^\circ\text{K}$. Малая величина θ_D^{Fe} для образца (I), вероятно, связана с тем, что для этого образца увеличение ширины линии при понижении температуры определяется главным образом магнитными свойствами системы.

При исследованиях эффекта Мёссбауэра на ядрах Sn^{119} экспериментальные результаты показали, что ширины линии образцов (I) и (II) и изомерные сдвиги не

обнаруживают никаких особенностей. Температурный ход вероятности эффекта Мёссбауэра позволяет оценить дебаевскую температуру θ_D^{Sn} . Для соединения (I) $\theta_D^{\text{Sn}} \approx 290^\circ\text{K}$, а для соединения (II) $\theta_D^{\text{Sn}} \approx 260^\circ\text{K}$.

При исследовании влияния примеси на магнитные свойства Nb_3Sn и V_3Sn ⁽²⁾ было отмечено, что восприимчивость этих систем в нормальном состоянии, т. е. при $T > T_c$, можно представить в виде $\chi = \chi_0 + c/(T + \theta_m)$. Такая зависимость χ от T , согласно ⁽⁶⁾, характерна для случая образования связанных состояний электронов проводимости вокруг атомов примеси. Отмеченный выше рост ширины линии поглощения при понижении температуры, измеренный на ядрах Fe^{57} в матрице Nb_3Sn , можно, по-видимому, количественно представить в виде, аналогичном зависимости $\chi(T)$. Если из максимального увеличения ширины линии $\approx 0,7$ ($\Gamma_{300^\circ\text{K}} = 1,19$ мм/сек; $\Gamma_{2^\circ\text{K}} = 1,89$ мм/сек) оценить увеличение поля на ядрах Fe^{57} то, оказывается, что при 2°K оно примерно равно 30 кэ.

Такое значение поля на ядре атомов Fe существенно меньше, чем в случае сплавов Pd—Fe, где поле на ядре Fe^{57} отрицательно и составляет примерно 300 кэ. Не исключено, что такое небольшое значение поля для Fe^{57} в Nb_3Sn связано с тем, что в отличие от Pd—Fe здесь еще не образуется локализованный момент на атомах Fe, хотя система и находится в предкритическом состоянии в соответствии с ⁽⁶⁾. При этом время релаксации

электронных спинов Fe даже при 2° K может быть еще достаточно малым и поэтому эффективное магнитное поле на ядрах Fe⁵⁷ еще далеко от своего максимального значения.

Институт физических проблем
Академии наук СССР
Москва

Поступило
9 X 1975

Институт кристаллографии
Академии наук СССР
Москва

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Е. Алексеевский, В. И. Нержанковский и др., Физ. мет. и металловед., т. 34, 972 (1972). ² Н. Е. Алексеевский, Тез. докл., Physics in High Magnetic Fields Colloquium. Grenoble. Sept. 18–21, 1974. ³ Г. Вертгейм, Эффект Мёссбауэра, М., «Мир», 1966. ⁴ L. R. Walker, G. K. Wertheim, V. Jaccarino, Phys. Rev. Lett., v. 6, 98 (1961). ⁵ Итоги науки, Физика твердого тела, М., 1965. ⁶ P. W. Anderson, Phys. Rev., v. 124, 41 (1961).