

В. А. ГОЛОВНИН, С. М. ИРКАЕВ, Р. Н. КУЗЬМИН, В. К. СЛОВЯНСКИХ,
Л. Г. ЧАХИАНИ, В. И. ЧЕЧЕРНИКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТА МЁССБАУЭРА В СОЕДИНЕНИИ UFe_2

Исследование магнитных и других физических свойств урана и его соединений представляет большой интерес для изучения природы магнетизма, обусловленного возникновением обменного взаимодействия между незаполненными f -оболочками трансурановых элементов и d -электронами переходных элементов при участии s -электронов проводимости. Хотя ядро урана имеет мёссбауэровский переход, однако его исследование связано с возбуждением уровня методом кулоновского возбуждения [1], что представляет значительные методические трудности и ограничивает получение количественной информации о физических свойствах соединений урана. Поэтому целесообразно проводить исследования на примесных ядрах или соединениях урана с мёссбауэровскими изотопами.

T_c^0 , К	$\mu_{эфф}$	$H_{эфф}$, кОе ($T=85^\circ\text{K}$)	Литературный источник
151	—	—	[2]
195	$1,13\mu_B$	65 ± 8 37 ± 4	[3, 4, 6]
172	$1,02\mu_B$	—	[5]

Температуры ферромагнитного перехода и $\mu_{эфф}$ определены из измерений намагниченности насыщения, $H_{эфф}$ — получено методом эффекта Мёссбауэра.

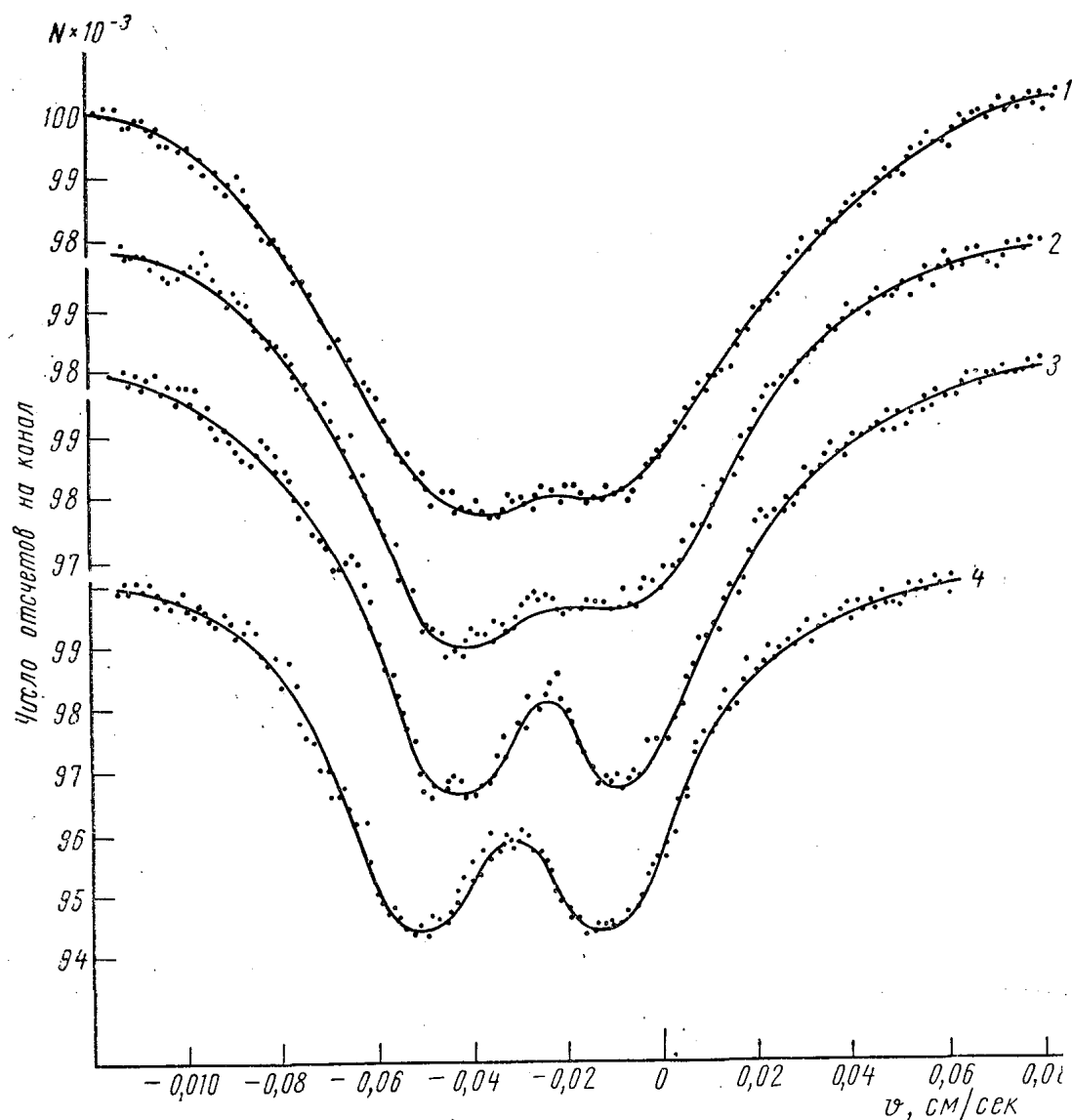
Для приготовления сплавов использовался металлический уран и электролитическое железо чистотой 99,9%. Сплавы стехиометрического состава готовились плавлением в вакууме 10^{-5} торр в молибденовом тигле. Расплав выдерживался в течение часа при температуре 1300°C , затем медленно охлаждался вместе с печью и отжигался при температуре 300°C в течение 100 часов. Качество образцов проверялось рентгенографическим методом. Для исследования эффекта Мёссбауэра были отобраны образцы, отвечающие гомогенному составу UFe_2 с параметром решетки $7,050 \text{ \AA}$, который хорошо совпадает с литературными данными [7]. Для приготовления поглотителей полученный сплав растирался в ступке и высаживался на подложку из смеси клея и спирта. Все операции проводились в атмосфере аргона. Контрольные дифрактограммы, снятые до и после проведения мёссбауэровского эксперимента (УРС-50ИМ, FeK_α), оказались идентичными, что свидетельствовало об отсутствии окисления образцов.

Мёссбауэровские спектры измерялись в температурном интервале $77\text{—}300^\circ\text{K}$ с помощью температурной камеры, описанной нами ранее [8], на спектрометре, работающем во временном режиме. В качестве источника использовался ^{57}Co в палладиевой матрице, детектором служил сцинтилляционный счетчик с кристаллом $NaI(Tl)$ толщиной $0,2 \text{ мм}$ и фотоумножителем ФЭУ-35А.

На рисунке изображены спектры, полученные при различных температурах. Мёссбауэровские спектры в интервале температур до 110°K представляли собой неразрешенное зеемановское расщепление. Из исследования температурной зависимости ширины мёссбауэровской линии и изомерного сдвига установлена температура Кюри, равная $150\pm 7^\circ\text{K}$. После точки магнитного перехода мёссбауэровский спектр представлял собой хорошо разрешенный дублет с величиной расщепления, равной $\Delta E_Q = 0,42\pm 0,03 \text{ мм/сек}$. В ранних исследованиях по эффекту Мёссбауэра квадрупольное расщепление не было замечено, вероятно, из-за плохой разрешающей способности спектрометра [3].

Для оценки значения эффективного магнитного поля, действующего на ядра железа при температуре кипения жидкого азота, данные, полученные на опыте, сравнивались с расчетными кривыми для различных значений магнитных полей с учетом квадрупольного расщепления. Наилучшее согласие теоретического и экспериментального спектра достигнуто для величины поля $H_{эфф} = 15\pm 5 \text{ кОе}$.

Квадрупольное расщепление выше T_c может быть объяснено, исходя из кристаллической структуры соединения UFe_2 . Соединение UFe_2 принадлежит к структурному типу $Cu_2Mg(C15)$. Пространственная группа $O_h^7 = Fd3m$, $z=8$. Тетраэдры атомов железа расположены в четырех из восьми квадрантов гранцентрированной решетки, образованной атомами урана, которые занимают также и остальные квадранты, образуя из этих атомов внутренний тетраэдр, таким образом, тетраэдры из атомов железа расположены в тетраэдрах из атомов урана. Ребра тетраэдров из атомов железа пред-



Мёссбауэровские спектры соединения при различных температурах: 1 — 95°, 2 — 107°, 3 — 114°, 4 — 290° К

ставляют непрерывную сетку с периодичностью в $\frac{a\sqrt{2}}{4}$, т. е. ближайшими соседями

железа являются 6 атомов железа, а направление аксиальной симметрии совпадает с телесной диагональю кубической элементарной ячейки. Ближайшие атомы урана находятся на несколько большем расстоянии и также аксиально симметричны в том же направлении.

Небольшая асимметрия спектра при температуре жидкого азота, по-видимому, вызвана комбинированным воздействием магнитного поля и ГЭП.

Дополнительные сведения о магнитных свойствах соединения UFe_2 могут быть получены из измерений намагниченности и эффекта Мёссбауэра во внешних магнитных полях, которые проводятся нами в настоящее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oleson I. R., Lee Y. K., Walker J. C., Wiggins J. W. Phys. Lett., 25B, 258, 1967.

2. Komura S., Kunitomi N., Hamaguchi Y., Sakamoto M. J. Phys. Soc. Japan, **16**, 486, 1961.
3. Komura S., Kunitomi N., Poh Kun Tseng, Shikazono N., Takekoshi H. J. Phys. Soc. Japan, **16**, 1479, 1961.
4. Lin S. T., Ogilvie R. E., J. Appl. Physics, **34**, 1372, 1963.
5. Komura S., Shikazono. J. Phys. Soc. Japan, **18**, 323, 1964.
6. Baenziger N. S., Rundle R. E., Snow A. J., Wilson A. S. Acta Cryst., **3**, 34, 1950.
7. Головин В. А., Иркаев С. М., Кузьмин Р. Н., Чачхиани Л. Г. «Приборы и техника эксперимента», **1**, 111, 1969.

Поступила в редакцию
5.3 1969 г.

Кафедра
физики твердого тела

УДК 534.2

Л. К. ЗАРЕМБО, В. А. КРАСИЛЬНИКОВ, ТХАИ ТХАНЬ ЛОНГ

О НЕЛИНЕЙНЫХ ЯВЛЕНИЯХ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ КАПИЛЛЯРНЫХ ВОЛН

Насколько нам известно, экспериментальных работ по исследованию нелинейных явлений в капиллярных волнах пока нет.

Экспериментальная установка для излучения и приема капиллярных волн весьма проста. Волны возбуждались на поверхности воды легким алюминиевым *T*-образным бойком, основание которого было приклеено к диффузору звукового динамика, возбуждаемого звуковым генератором. Широкая часть (3,5 см) бойка касалась поверхности воды. Размеры поверхности воды 40×30 см; глубина 4—5 см. В качестве преобразователя капиллярных волн в переменный электрический сигнал использовался поляризованный электрод. В воду была погружена медная пластина, на которую подавалось отрицательное напряжение 6—14 в. Другим электродом служила стальная тонкая проволока, конец которой касался поверхности жидкости. Под действием волны менялось сопротивление промежутка (1,5—2 см) между электродами; переменный потенциал усиливался затем селективным усилителем. Преобразователь-приемник закреплялся в координатном устройстве, позволяющем детально исследовать поле.

Амплитуда волны и чувствительность приемника были достаточными для наблюдения нелинейных эффектов только в ближнем поле, которое, как известно, неоднородно. Наиболее однородное поле, при котором излучались плоские волны с почти одинаковой амплитудой по фронту, подбиралось путем изменения частоты и амплитуды колебания источника. Поле при этом визуализировалось стробоскопическим освещением поверхности.

Одной из проверок методики измерения являлось измерение фазовой скорости распространения капиллярных волн методом фазового интерферометра (по фигурам Лиссажу). Результаты измерения фазовой скорости c капиллярных волн согласуются с теоретической $c_0 = (\sigma k / \rho)^{1/2}$, где σ — коэффициент поверхностного натяжения (73 дн/см²), $k = 2\pi/\lambda$ — волновое число, ρ — плотность в пределах ошибки измерения ~3%. Следует сказать, что фазовый интерферометр с поляризованным электродом в качестве приемника работал исключительно четко. В дальнейшем контроль гармоник, возникающих при распространении капиллярной волны, осуществлялся так же по фигурам Лиссажу. Это давало возможность контролировать отсутствие наводок и бегущий характер волны.

Исследование нелинейных эффектов проводилось на частотах 40—300 гц при максимальных амплитудах волны в области 40—80 гц, $a \sim 0,15$ см. При больших амплитудах возникали сильные постоянные потоки, однородность поля ухудшалась. Для частоты 80 гц ($\lambda = 0,41$ см), на которой проведено большинство измерений, число Маха $M = a/\lambda \approx 4 \cdot 10^{-2}$ и число Рейнольдса $R = \omega \lambda / \nu \approx 3 \cdot 10^2$ (здесь ω — круговая частота волны, а ν — кинематическая вязкость).

На рис. 1 показана зависимость для 80 гц амплитуды $A_{2\omega}$ второй гармоники от расстояния между бойком и приемником. Генерация второй гармоники могла быть вызвана нелинейными эффектами при излучении волны. Однако рядом контрольных измерений было показано, что эта генерация была незначительной. Величина второй гармоники в первом максимуме составляет ~15% от амплитуды A_ω первой гармоники, которая приведена на рис. 2. Амплитуда второй гармоники квадратично зависела от