

ны $\sim 10^6 - 10^7$ Э. Такие большие магн. поля возникают за счёт диполь-дипольного взаимодействия магн. момента ядра с магн. моментом электронной оболочки иона, содержащего резонансное ядро (магн. сверхтонкое взаимодействие обуславливает *сверхтонкую струк-*

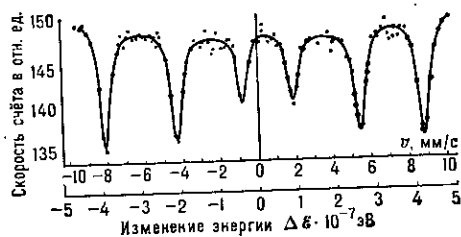


Рис. 5. Спектр резонансного поглощения нерасщеплённой линии 14,4 кэВ ^{57}Fe в металлическом железе, обусловленный внутренним магнитным полем, действующим на ядро ^{57}Fe в металле ($\Delta E \sim 10^{-7}$ эВ).

туру оптич. спектров). Вклад в сверхтонкое взаимодействие от s -электронов определяется спиновой плотностью s -электронов в центре атома:

$$H_{\text{ст}} = \frac{8\pi}{3} \mu_B [|\psi_{\text{ст}}(0)|^2 - |\psi_{\text{ст}}(0)|^2]. \quad (3)$$

Здесь $|\psi_{\text{ст}}|^2$ и $|\psi_{\text{ст}}|^2$ — плотности s -электронов в месте расположения ядра с направлениями спинов вдоль и против магн. момента μ ядра, μ_B — магнетон Бора. Часть сверхтонкого взаимодействия, обусловленная полем $H_{\text{ст}}^s$, наз. контактным взаимодействием Ферми.

В формировании магн. поля на ядре существенную роль играют электроны внеш. оболочек атома с нескомпенсиров. спинами. Однако электроны внутр. оболочек атома, поляризуясь под действием внеш. оболочек, создают на ядре дополнит. магн. поле, к-рое может во много раз превышать поле, создаваемое внеш. электронами, и иметь др. знак. Напр., в металлич. железе сверхтонкое магн. поле $H_{\text{ст}}$ направлено противоположно направлению намагниченности железа. Для редкоземельных ионов осн. вклад в сверхтонкое магн. поле вносят электроны недостроенной f -оболочки.

Магн. сверхтонкое расщепление линий мёссбауэровских спектров даёт информацию об $H_{\text{ст}}$, т. е. о магн. свойствах вещества (μ для большинства ядер известны). С помощью М. с. можно исследовать температурную зависимость намагниченности ферромагнетиков и определять (при отсутствии внеш. поля) темп-ру Кюри (появление и исчезновение сверхтонкой структуры). Для др. магнитоупорядоченных веществ (ферриты, антиферромагнетики) можно восстанавливать температурные зависимости для отд. магн. подрешёток и исследовать магнитные фазовые переходы. М. с. используется также для исследования спиновых стёкол. По возникновению магн. сверхтонкой структуры можно фиксировать образование магн. упорядочения в сверхпроводящих материалах, что особенно важно для понимания механизма высокотемпературной сверхпроводимости.

На рис. 6 приведены мёссбауэровские спектры ^{57}Fe в высокотемпературных сверхпроводниках $\text{YBa}_2\text{Cu}_3-x\text{Fe}_x\text{O}_8$ (а). Спектр образца с $x = 0,1$ при $T = 295$ К состоит из двух квадрупольных дублетов и синглета, отвечающих атомам Fe в трех кристаллографич. позициях структуры. Большие величины квадрупольного расщепления указывают на сильное искажение локальной симметрии электр. поля. При понижении темп-ры до $T = 4,2$ К и увеличении концентрации Fe до $x = 0,2$ в спектре появляется (б) магн. сверхтонкое расщепление, свидетельствующее о магн. упорядочении атомов Fe в «медной подре-

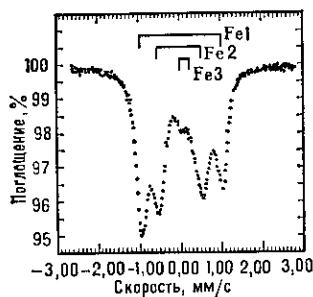
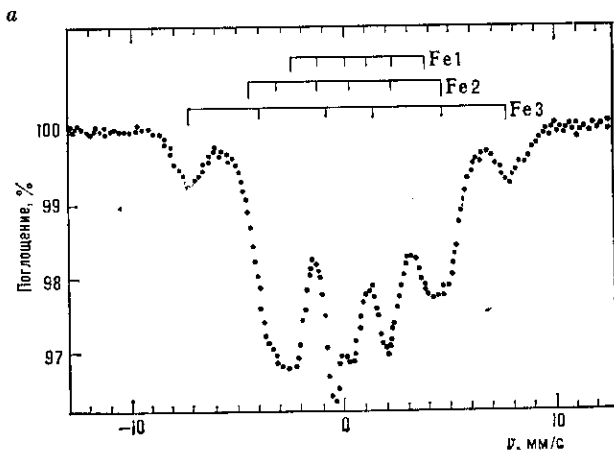


Рис. 6. Магнитное расщепление линий ^{57}Fe в спектре поглощения $\text{YBa}_2\text{Cu}_{3-x}\text{Fe}_x\text{O}_8$ при обычной температуре (а) и дополнительное расщепление при $T = 4,2$ К (б); Fe1, Fe2, Fe3 соответствуют различным позициям атомов ^{57}Fe (рис. 4).



6 шётке». Т. о., наблюдается эффект сосуществования сверхпроводимости и магн. упорядочения.

Сверхтонкая структура (СТС) линии мёссбауэровского спектра в парамагнетиках имеет более сложный характер. Её формирование определяется большим числом факторов, таких, как спин (или суммарный момент) электронной оболочки иона, содержащего резонансное ядро, симметрия внутрикристаллич. поля, под действием к-рого осн. состояние парамагн. иона расщепляется на ряд двукратно вырожденных (если спин иона полуцелый) подуровней (кramerсовы дублеты, см. *Электронный парамагнитный резонанс*). На формирование СТС влияют также наличие слабых магн. полей и скорость релаксации спина электронной оболочки (спин-спиновой и спин-решёточный). Для отд. кramerсова дублета сверхтонкое магн. взаимодействие анизотропно (возможны разл. соотношения между компонентами тензора сверхтонкого взаимодействия). Перечисленное обуславливает разнообразие спектров СТС в парамагнетиках.

На рис. 7 приведён спектр примесных ионов ^{57}Fe в нитрате алюминия, представляющий собой сложение

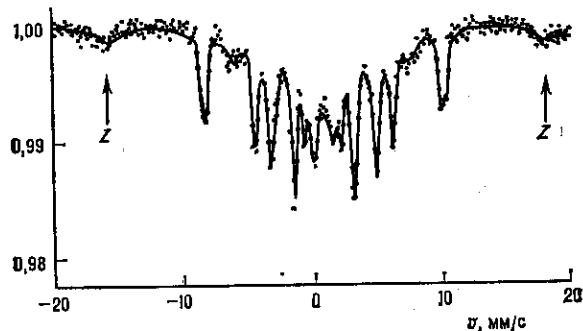


Рис. 7. Мёссбауэровский спектр ^{57}Fe в монокристалле $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ при $T = 4,2$ К в поле $H = 110$ Э.