

Письма в ЖЭТФ, том 18, вып. 5, стр. 295 – 297

5 сентября 1973 г.

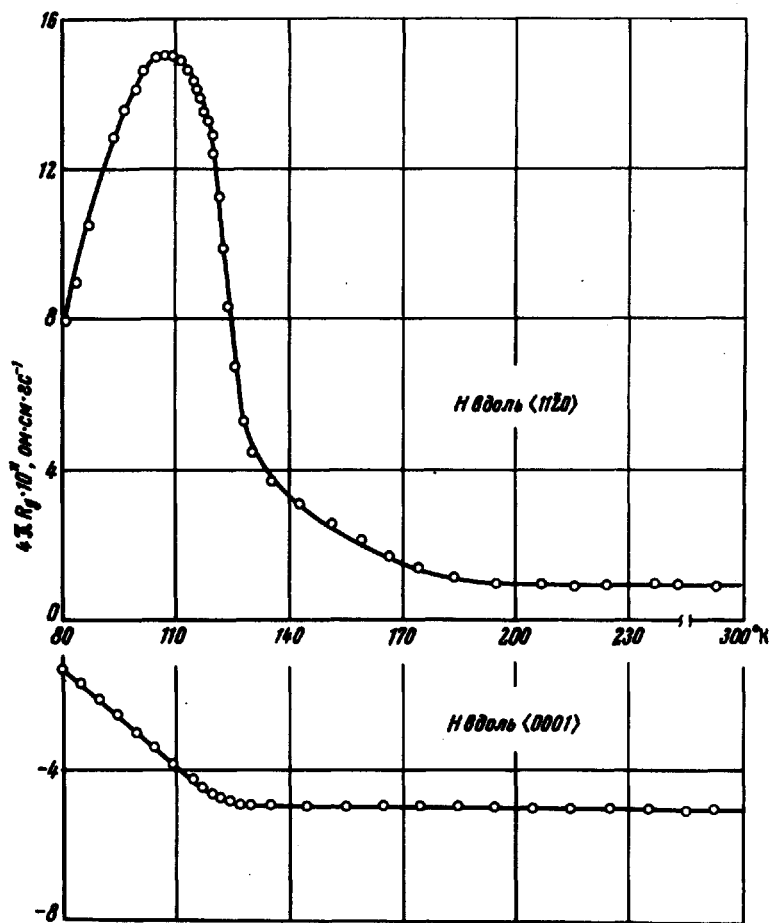
НЕКОЛЛИНЕАРНАЯ МАГНИТНАЯ СТРУКТУРА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И АНОМАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ХОЛЛА

*Д. И. Волков, Н. А. Прудникова, Т. М. Козлова,
В. Н. Прудников*

Впервые получены температурные зависимости аномальных постоянных Холла в монокристаллах гольмия в области геликоидального магнитного упорядочения.

В тяжелых редкоземельных металлах (РЗМ), наряду с резкой локализацией $4f$ -электронов, большой энергией магнитной анизотропии, существенной особенностью в механизмах рассеяния электронов проводимости по сравнению с d -металлами, является наличие ниже температуры Нееля T_N сложной неколлинеарной магнитной структуры. Во всех проводившихся до сих пор работах, посвященных исследованию эффек-

та Холла в РЗМ с неколлинеарной магнитной структурой, измерялось лишь спонтанное холловское сопротивление в сильных магнитных полях, близких к полю насыщения, когда неколлинеарная магнитная структура была, по-существу, полностью разрушенной действующим магнитным полем. Несомненный интерес, однако, представляют установленные нами впервые закономерности для аномального эффекта Холла в области существования неколлинеарной магнитной структуры, наличие



Температурные зависимости аномальных постоянных Холла в области геликоидального магнитного упорядочения кристаллов гольмия с направлением магнитного поля вдоль осей $\langle 0001 \rangle$ и $\langle 1120 \rangle$

которой и приводит, как известно, к качественным изменениям энергетического спектра электронов проводимости РЗМ. В данной работе приводятся результаты исследования эффекта Холла в монокристаллических образцах гольмия с направлением магнитного поля вдоль $\langle 0001 \rangle$

и $\langle 11\bar{2}0 \rangle$. Вектор плотности первичного тока в обоих случаях был направлен вдоль оси $\langle 10\bar{1}0 \rangle$. Измерив на тех же образцах магнитную восприимчивость, мы определили аномальную постоянную Холла в области существования геликоидальной магнитной структуры, которую назвали R_g (в отличие от R_s , которая наблюдается в магнитных полях, больших критического).

На рисунке представлены температурные зависимости указанных выше постоянных вблизи температуры Нееля $T_N = 125^\circ\text{K}$. Видно, что геликоидальная магнитная структура гольмия, приводящая, согласно теории, к возникновению новых сверхзонных границ зон Бриллюэна и искажению поверхности Ферми, резко проявляется в температурной зависимости постоянных Холла. Для R_g (H вдоль $\langle 0001 \rangle$) в геликоидальной области вблизи T_N имеет место линейный закон изменения с температурой и независимость от температуры в парамагнитной области. Наблюдающиеся для R_g закономерности с очевидностью показывают, что эта постоянная определяется рассеянием электронов проводимости на неоднородностях спиновой системы, которое выше T_N от температуры не зависит, а ниже T_N уменьшение в рассеянии на спиновых неоднородностях пропорционально $(T_N - T)$. Таким образом, постоянная R_g (H вдоль $\langle 0001 \rangle$) в геликоидальной области описывается соотношением: $R_g = (R_g)_{T > T_N} + C(T_N - T)$, где C — независимая от температуры постоянная ($C > 0$), $(R_g)_{T > T_N} < 0$.

Более сложный характер температурной зависимости наблюдается для геликоидальной постоянной Холла R_g , когда магнитное поле направлено вдоль $\langle 11\bar{2}0 \rangle$. Что касается парамагнитной области температур постоянная R_g также как в случае, когда H направлено вдоль $\langle 0001 \rangle$ не зависит от температуры. Однако при наличии магнитной сверхструктуры в гольмии ниже T_N , в температурном ходе R_g (H вдоль $\langle 11\bar{2}0 \rangle$) наблюдается существенная особенность, связанная с резким ростом этой константы вблизи T_N . Казалось бы, что вследствие уменьшения рассеяния на спиновых неоднородностях ниже T_N , постоянная R_g (H вдоль $\langle 11\bar{2}0 \rangle$) должна была бы уменьшаться, подобно тому как это наблюдается для R_g (H вдоль $\langle 0001 \rangle$). Наблюдающийся рост R_g (H вдоль $\langle 11\bar{2}0 \rangle$) связан с наличием энергетических щелей в спектре электронов проводимости, приводящих к аномальному росту магнитной составляющей электрического сопротивления и, тем самым, к аномальному увеличению холловского сопротивления в этом направлении.

Таким образом, геликоидальная магнитная структура гольмия, приводящая к возникновению новых сверхзонных границ зон Бриллюэна и деформации поверхности Ферми действительно резко проявляется в температурной зависимости геликоидальных постоянных Холла.

Московский

государственный университет
им. М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию
12 июля 1973 г.