

Magnetic phenomena in intermetallic compounds RCo₂: studies of the limits of the itinerant electron metamagnetism concept

D.P. Kozlenko, E. Burzo, S.E. Kichanov, P. Vlais, A.V. Rutkauskas, E.V. Lukin, B.N. Savenko

Intermetallic compounds of rare earth and transition metals and cobalt R-Co exhibit a wide range of interesting physical phenomena and promising for their use as materials for permanent magnets, electronics and cooling devices. There are the giant magnetoresistance, magnetocaloric and magneto-elastic effects, the structural, magnetic, and spin-reorientation transitions. The possibility of controlling the properties of these materials (e.g., by magnetic field) are determined by the correlation between magnetization of R and Co sublattices, which is explained within the itinerant electron metamagnetism concept (IEM). According to this model, the spontaneous magnetization of the sublattice of cobalt occurs due to the influence of the magnetization of the rare-earth sublattice. For a long time compounds RCo₂ was considered as classic model system for the study and explanation of the properties of intermetallic compounds with IEM.

Systematic neutron diffraction studies of the crystal and magnetic structure of RCo₂ compounds under the variation of thermodynamic parameters (temperature in the range of 10 – 300 K and pressure range of 0 – 5 GPa) found that the traditional concept of IEM do not adequately describe the behavior of the magnetic properties of the whole class of these materials. In the compounds TbCo₂, HoCo₂ with a relatively higher Curie temperature and internal magnetic field of the R-sublattice, exceeding a certain critical value $H_{cr} \sim 75$ T, we observed a correlation in frame of the IEM concept. In contrast, in the ErCo₂ compound an inconsistent behavior of the magnetic sublattices Er and Co was observed. While the magnetization and Curie temperature for the Er sublattice is practically not changed under compression, the sublattice of Co showed marked collapse of the magnetization and a strong decrease of the Curie temperature. This behavior indicates the incomplete of the existing classical concept of IEM and the need to develop new theoretical models to explain the observed results and the revision of modern models in this area.

For explanation of the relationship of the observed magnetic phenomena and the changes of the electronic structure were also performed theoretical calculations from first principles.

Магнитные явления в интерметаллидах $R\text{Co}_2$: исследование границ применимости концепции зонного электронного метамагнетизма

Д.П. Козленко, Э. Бурзо, С.Е. Кичанов, П. Влаик, А.В. Руткаускас, Е.В. Лукин, Б.Н.

Савенко

Интерметаллиды редкоземельных металлов и переходного металла кобальта $R\text{-Co}$ демонстрируют широкий спектр интересных физических явлений, перспективных для их использования в качестве материалов для постоянных магнитов, элементов устройств электроники и охлаждающей техники. Среди них – гигантские магниторезистивные, магнитокалорические и магнитоупругие эффекты, структурные, магнитные и спин-реориентационные переходы. Возможности управления свойствами данных материалов (например, магнитным полем) определяются корреляцией между намагниченностями R и Co подрешеток, которую часто объясняют в рамках концепции зонного электронного метамагнетизма (ЗЭМ). Согласно этой концепции, спонтанная намагниченность подрешетки кобальта возникает за счет воздействия намагниченности редкоземельной подрешетки. На протяжении долгого времени соединения $R\text{Co}_2$ считались классической модельной системой для изучения и объяснения свойств интерметаллидов, проявляющих ЗЭМ.

Систематические исследования атомной и магнитной структуры соединений $R\text{Co}_2$ при вариации термодинамических параметров (температуры в диапазоне 10 – 300 К и давления в диапазоне 0 – 5 ГПа) методом нейтронной дифракции показали, что традиционная концепция ЗЭМ не позволяет адекватно описать поведение магнитных свойств всего класса данных материалов. В соединениях TbCo_2 , HoCo_2 с относительно высокой температурой Кюри и внутренним магнитным полем R -подрешетки, превышающим определенное критическое значение $H_{\text{cr}} \sim 75$ Т реализуется высокая степень корреляции, что согласуется с концепцией ЗЭМ. В противоположность этому, в соединении ErCo_2 наблюдалось несогласованное поведение магнитных подрешеток Er и Co . В то время как намагниченность и температура Кюри для подрешетки Er практически не изменялись при сжатии кристаллической решетки, на подрешетке Co наблюдался выраженный коллапс намагниченности и сильное уменьшение температуры Кюри. Такое поведение указывает на несовершенство существующей классической концепции ЗЭМ и необходимость разработки новых теоретических моделей, позволяющих объяснить наблюдаемые результаты и пересмотра современных представлений в данной области.

Для объяснения взаимосвязи наблюдаемых магнитных явлений и изменений электронной структуры также были проведены теоретические расчеты из первых принципов.

Адреса для переписки:

ekich@nf.jinr.ru

+7-49621-62047