

РЕЗОНАНСНАЯ ФОТОЭМИССИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ RMn_2Si_2

Пономарева Е.А.¹, Ярмошенко Ю.М.¹, Гребенников В.И.¹,
Радзивончик Д.И.¹, Лукоянов А.В.^{1,2}, Герасимов Е.Г.¹, Гавико В.С.¹,
Мушников Н.В.^{1,2}, Кузнецова Т.В.^{1,2}

¹) Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Россия

²) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

E-mail: ponomareva@imp.uran.ru

RESONANT PHOTOEMISSION OF INTERMETALLIC COMPOUNDS RMn_2Si_2

Ponomareva E.A.¹, Yarmoshenko Y.M.¹, Grebennikov V.I.¹, Radzivonchik D.I.¹,
Lukoyanov A.V.^{1,2}, Gerasimov E.G.¹, Gaviko V.S.¹, Mushnikov N.V.^{1,2},
Kuznetsova T.V.^{1,2}

¹) M.N. Miheev Institute of Metal Physics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

²) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The compounds RMn_2Si_2 ($R = \text{La}, \text{Sm}, \text{Tb}$) with tetragonal ThCr_2Si_2 – type structure were studied. Experiments on resonant photoemission were performed and the partial densities of La 5d, 4f, Sm 4f, Tb 4f, and Mn 3d states, which form a valence band in the RMn_2Si_2 , were found.

Исследования интерметаллидов становятся все более привлекательными благодаря их структурным и магнитным свойствам и возможности разработки новых функциональных материалов на их основе. Соединения с тетрагональной решеткой типа ThCr_2Si_2 относятся к семейству интерметаллидов с естественной слоистой кристаллической структурой.

Целью данной работы является исследование электронной структуры соединений RMn_2Si_2 ($R = \text{La}, \text{Sm}, \text{Tb}$), где R – редкоземельный элемент, методом рентгеновской резонансной фотоэмиссии. Интерметаллиды получены индукционным сплавлением исходных компонент в среде аргона с последующим гомогенизирующим отжигом в вакууме при температуре $T = 1173$ К в течение 1 недели. Рентгеноструктурный анализ соединений проводили в монохроматизированном $\text{Cr-K}\alpha$ излучении, используя дифрактометр ДРОН УМ1. Согласно данным рентгеноструктурного анализа, присутствие в соединении интерметаллических фаз со структурой, отличной от тетрагональной кристаллической решетки типа ThCr_2Si_2 не превышало 3%.

Рентгеновские резонансные фотоэмиссионные спектры были получены на синхротроне BESSY на российско-немецкой линии. Энергия возбуждения изменялась в диапазоне 100 – 1300 эВ в зависимости от выбора элементов изучаемых интерметаллидов. Все образцы перед измерениями скалывались в объеме спектрометра.

В работе обсуждаются данные резонансной фотоэмиссии для RMn_2Si_2 при изменении энергии фотонов в окрестности Mn 2p-3d края поглощения, La, Sm, Tb 3d-4f резонанса. Экспериментально получены парциальные вклады La 5d, Sm 4f, Mn 3d состояний в валентные полосы соединения. Изучена реакция на появление фотоэлектрона на атомах лантана, самария, тербия, марганца с энергией близкой к фермиевской. Расчёт плотности электронных состояний RMn_2Si_2 выполнен для ферромагнитно и антиферромагнитно упорядоченных соединений. В целом данные расчётов хорошо согласуются с экспериментом. Мы специально выбрали несколько соединений, чтобы провести сравнительный анализ характера и особенностей резонансной фотоэмиссии из редкоземельных и переходных атомов в одинаковых условиях.

Проведен сравнительный анализ резонансов на атомах редкоземельных и переходных компонентов. Установлено, что при поглощении фотона 3d-электроны РЗ атомов переходят состояния 4f-типа, локализованные на родительском атоме. Возбужденные состояния обладают временем жизни, достаточным для обратного перехода электрона на внутренний уровень с выбросом валентного электрона из атома. Реализуется упругий канал резонансного усиления фотоэмиссии. В атомах переходных элементов появляется дополнительный канал распада возбужденного состояния.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 20-02-00541 А).