

УДК 538.971

РЕЗОНАНСНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ФОТОЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ИНТЕРМЕТАЛЛИДА $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$

© 2023 г. Е. А. Пономарева^{а, *}, Ю. В. Корх^а, В. И. Гребенников^{а, б},
Е. Г. Герасимов^{а, с}, Н. В. Мушников^{а, с}, Т. В. Кузнецова^{а, с, **}

^аИнститут физики металлов им. М.Н. Михеева Уральского отделения РАН,
Екатеринбург, 620108 Россия

^бУральский государственный университет путей сообщения,
Екатеринбург, 620034 Россия

^сУральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, 620002 Россия

*e-mail: ponomareva@imp.uran.ru

**e-mail: kuznetsova@ifmlrs.uran.ru

Поступила в редакцию 17.09.2022 г.

После доработки 25.11.2022 г.

Принята к публикации 25.11.2022 г.

Проведено исследование электронной структуры редкоземельного интерметаллида $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ методом резонансной фотоэмиссионной спектроскопии с использованием синхротронного излучения, установлены закономерности ее формирования при частичном замещении атомов лантана тербием. Проанализирована зависимость формы спектров валентных полос от энергии фотонов вблизи краев поглощения внутренних уровней марганца, лантана и тербия. Изучены процессы прямого и двухступенчатого рождения фотоэлектронов, упругого и неупругого каналов распада этих состояний с испусканием высокоэнергетических электронов за счет внутриатомного кулоновского взаимодействия. По формам спектров определены преобладающие механизмы распада возбужденных состояний исследуемых компонентов. Для редкоземельных атомов наиболее вероятен упругий канал распада возбужденного состояния, а для марганца — неупругий, с образованием второй дырки в валентной полосе с последующим усилением фотоэмиссии. При возбуждении фотоэмиссии вблизи M_5 -края поглощения тербия вклад в валентную полосу вносят $4f$ -состояния тербия. При возбуждении фотоэмиссии вблизи L_3 -края поглощения марганца основной вклад в валентную полосу вносят $3d$ -состояния марганца, с ростом энергии фотонов в области после резонанса возникает оже-канал распада возбужденного состояния, проявляющегося в виде сдвига максимума интенсивности в сторону увеличения энергии связи. Особенности топографии и магнитной доменной структуры поверхности соединения $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ исследованы методами атомно-силовой и магнитно-силовой микроскопии при комнатной температуре.

Ключевые слова: резонансная фотоэмиссионная спектроскопия, слоистые редкоземельные интерметаллиды, электронная структура, валентная полоса, упругий канал распада, неупругий канал распада, магнитно-силовая микроскопия, магнитная доменная структура.

DOI: 10.31857/S1028096023060134, EDN: DKLCRD

ВВЕДЕНИЕ

Тройные редкоземельные интерметаллиды RT_2X_2 (где R — редкоземельный элемент, T — переходный металл и $X = \text{Si, Ge}$) представляют интерес для исследований из-за своих уникальных магнитных свойств и особенностей электронной структуры [1–5]. Большая магнитострикция и гигантский магнитокалорический эффект позволяют рассматривать такие соединения как перспективные функциональные материалы [6–9]. Такие

особенности возникают из-за стабильных пустых или частично заполненных $4f$ -оболочек редкоземельных элементов [10–12]. Ионы редкоземельных металлов способны иметь разное валентное состояние в зависимости от соединения, что приводит к изменению их свойств. Добавление третьего элемента к соединениям с марганцем (RMn_2) влияет на параметры кристаллической решетки и межатомные расстояния. Поэтому изучение семейства тройных интерметаллидов имеет большое значение. Среди интерметаллидов выделяет-

ся группа соединений RMn_2Si_2 , обладающих слоистой тетрагональной структурой типа $ThCr_2Si_2$ (пространственная группа $I4/mmm$). Магнитный момент и обменные взаимодействия марганца, входящего в состав таких соединений, сильно зависят от расстояния между его атомами, расположенными в атомных слоях, чередующихся вдоль оси c в определенной последовательности: $-Mn-Si-R-Si-Mn-$. Расстояния между слоями $Mn-Mn$, в зависимости от выбора редкоземельного элемента (R), уменьшаются, что приводит к увеличению обменных взаимодействий $R-Mn$ и $R-R$, тем самым влияя на магнитные свойства соединения. Следовательно, каждое соединение из этой группы обладает уникальной магнитной структурой [13, 14]. Соединение $LaMn_2Si_2$ с хорошо изученными магнитными свойствами [15, 16], обладает ферромагнитным ($T < T_c$) или антиферромагнитным ($T > T_c$) упорядочением в зависимости от температуры. Электронная структура $LaMn_2Si_2$ была исследована ранее методом рентгеновской эмиссионной и фотоэлектронной спектроскопии [17], в работе обсуждали степень локализации $3d$ -электронов Mn в валентной полосе, величину локального магнитного момента в кристаллографической позиции марганца, а также проводили сравнение теоретического расчета вклада состояний марганца в валентную полосу с экспериментом. Недавно в нашей работе [18] были исследованы соединения $LaMn_2Si_2$ и $La_{0.75}Sm_{0.25}Mn_2Si_2$ методом резонансной фотоэмиссионной спектроскопии с использованием синхротронного излучения. Установлены основные закономерности формирования электронной структуры $La_{0.75}Sm_{0.25}Mn_2Si_2$ при частичном замещении атомов лантана на самарий. Показано наличие сложной магнитной доменной структуры в соединении $LaMn_2Si_2$ и при частичном замещении лантана на самарий.

Наибольший интерес в тройных интерметаллидах с лантаном представляет исследование $4f$ -состояний La, а также их вклада в валентную полосу. При замещении лантана другим редкоземельным металлом происходит не только перераспределение вкладов и плотностей состояний в валентной полосе, но и изменение магнитных свойств, связанное с увеличением $R-R$ обменных взаимодействий.

Метод магнитно-силовой микроскопии (МСМ) [19, 20] позволяет бесконтактным способом визуализировать и изучить влияние замещения лантана атомами тербия в системе $LaMn_2Si_2$ на поверхностную магнитную доменную структуру исследуемых образцов.

Целью настоящей работы являлось исследование электронных состояний элементов, входящих в состав интерметаллида $La_{0.73}Tb_{0.27}Mn_2Si_2$, методом резонансной фотоэмиссионной спек-

троскопии с использованием синхротронного излучения, определение вкладов элементов в валентную полосу и проведение сравнительного анализа с результатами изучения аналогичных характеристик $LaMn_2Si_2$, ранее опубликованными в [18]. Выбранный метод позволяет исследовать локализацию $4f$ -состояний в валентной полосе, что в свою очередь определяет характер магнитных свойств редкоземельных интерметаллидов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Редкоземельный интерметаллид $La_{0.73}Tb_{0.27}Mn_2Si_2$ был синтезирован методом индукционной плавки в атмосфере аргона с последующим отжигом в вакууме при $T = 900^\circ C$ в течение 1 недели. Чистые исходные компоненты использовали с избытком, не превышающим 3%, для минимизации испарений летучих соединений в процессе изготовления сплава. Рентгенофазовый анализ проводили на рентгеновском дифрактометре ДРОН-6 с монохроматизированным излучением CrK_α . По результатам рентгеновского фазового анализа, образец являлся однофазным и при кристаллизации образовал слоистую структуру типа $ThCr_2Si_2$, о чем подробно было изложено ранее в [7].

Измерение резонансных фотоэмиссионных спектров исследуемого соединения осуществлено в Российско-Германской лаборатории (RGLB) на синхротронном источнике BESSY II в Центре им. Гельмгольца (Берлин, Германия). Применение поверхностно-чувствительного метода требует тщательной подготовки поверхности перед измерениями, поэтому образец скалывали в подготовительной камере в условиях сверхвысокого вакуума. Чистота поверхности скола контролировали получением фотоэмиссионного спектра O 1s и вклада углерода в обзорный спектр образца, снятый до и после резонансных спектров. Энергетическое разрешение в зависимости от выбора дифракционной решетки и желаемого диапазона энергий варьировалось и составляло ≈ 0.2 эВ. Давление в основной камере в ходе эксперимента было около 2×10^{-10} Торр, все измерения проводили при комнатной температуре.

Исследование поверхности и ее локальных магнитных свойств проводили методами атомно-силовой микроскопии (АСМ) и МСМ с помощью сканирующего зондового микроскопа Solver Next при температуре $20^\circ C$ и влажности 20–25%. Для визуализации магнитной структуры поверхности образцов использовали специальные кремниевые кантилеверы с хромокобальтовым покрытием, силовой константой 1–5 Н/м, радиус кривизны острия которых составлял менее 30 нм. Резонансная частота колебания кантилеверов составляла 75 кГц. МСМ-изображение распределения z -составляющей градиента магнитных сил по поверх-

ности образца формировали с помощью регистрации изменений фазы колебаний магнитного зонда высокочувствительным двухпроходным методом. На первом проходе с помощью полуконтактной методики определяли рельеф сканируемой “строки”. На втором проходе расстояние между зондовым датчиком и поверхностью в каждой точке поддерживалось постоянным, чтобы исключить влияние рельефа поверхности (в данном эксперименте $dz = 300$ нм). Неоднородность магнитных сил, действующих на зонд со стороны образца, приводит к притяжению и отталкиванию магнитного зонда от различных полюсов магнитных доменов на поверхности образца, что вызывает изменение резонансной частоты, а, следовательно, и сдвиг фазы колебаний кантилевера.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование поверхности образца высокоразрешающими методами ACM и MCM позволило выявить особенности магнитной доменной структуры образца $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$. На рис. 1а приведено АСМ-изображение поверхности образца, демонстрирующее крупномасштабные особенности рельефа. На МСМ-изображении (рис. 1б) видна сложная неоднородная магнитная структура, не связанная с рельефом образца. Светлый цвет соответствует более высоким значениям сдвига фазы МСМ-сигнала и указывает на области с более высокой намагниченностью. Из рис. 1б видно, что для $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$, являющегося ферромагнетиком при комнатной температуре, характерно наличие на поверхности полосовых доменов шириной около 8–10 мкм, что отличается от выраженной лабиринтной магнитной доменной структуры с шириной доменов около 5 мкм, визуализированной в соединении LaMn_2Si_2 [18]. Результаты применения метода МСМ показали, что замещение лантана атомами тербия в системе LaMn_2Si_2 приводит к изменению типа поверхностной магнитной доменной структуры, уменьшению плотности магнитных доменов в $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ по сравнению с LaMn_2Si_2 . Кроме того, размах значений сдвига фаз МСМ-сигнала для $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ составляет не более 1.5° – 2.0° что почти в два раза меньше, чем сдвиги фазы МСМ-сигнала около 4.0° – 5.0° , задетектированные на поверхности LaMn_2Si_2 [18]. Меньший сдвиг фаз характеризует снижение уровня магнитного контраста для соединения $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$, что связано с изменением обменных взаимодействий Mn – Mn в пределах одного слоя при замещении лантана атомами тербия. Однако наличие сложной доменной структуры как в соединении $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$, так и в соединении LaMn_2Si_2 , подтверждает существование сильной одноосной магнитной анизотропии в марганцевой подрешетке [18].

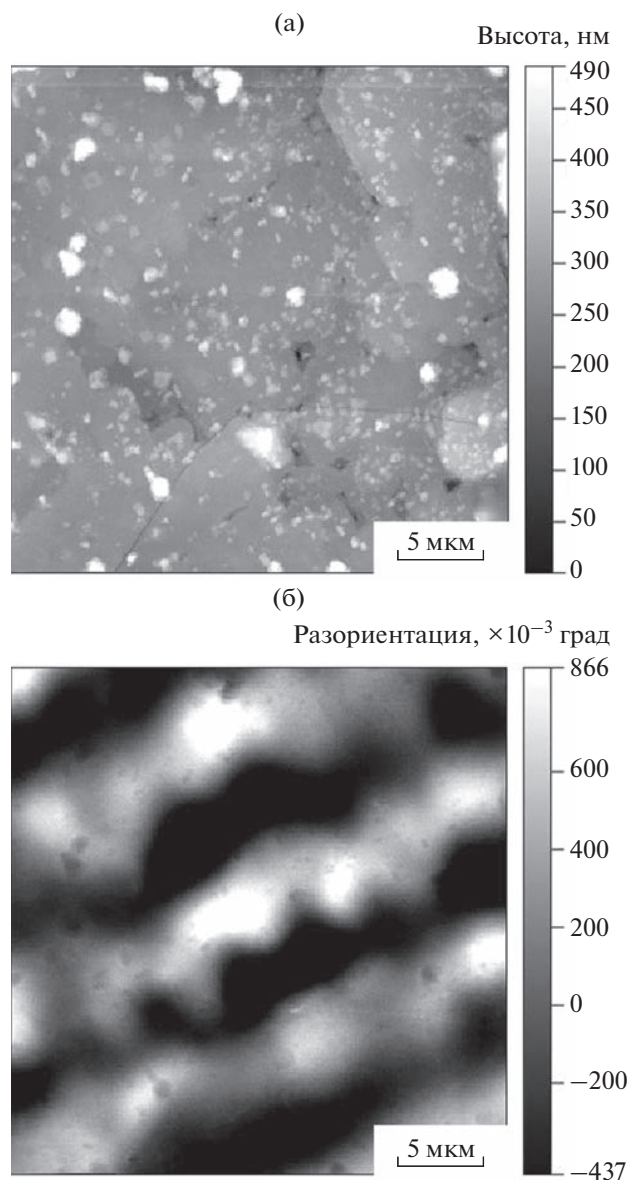


Рис. 1. Результат топографии (а) и МСМ-изображение поверхности $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ (б), полученные с помощью сканирующего зондового микроскопа при комнатной температуре. Размер изображений 30×30 мкм.

На рис. 2 представлены результаты исследований электронных состояний $\text{La } 3d$ и $\text{Tb } 3d$ на поверхности соединения $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ методом резонансной фотоэмиссионной спектроскопии с использованием синхротронного излучения. Полученные спектры регистрировали при энергиях фотонов, соответствующих резонансному режиму и за его пределами. При возбуждении $3d$ -уровня лантана резонанс наблюдается при энергии фотонов $h\nu = 836$ эВ (рис. 2а), что соответствует максимуму M_5 -края поглощения лантана. В валентной полосе присутствуют вклады от $5d$ -состояний лантана в виде максимумов с энергиями

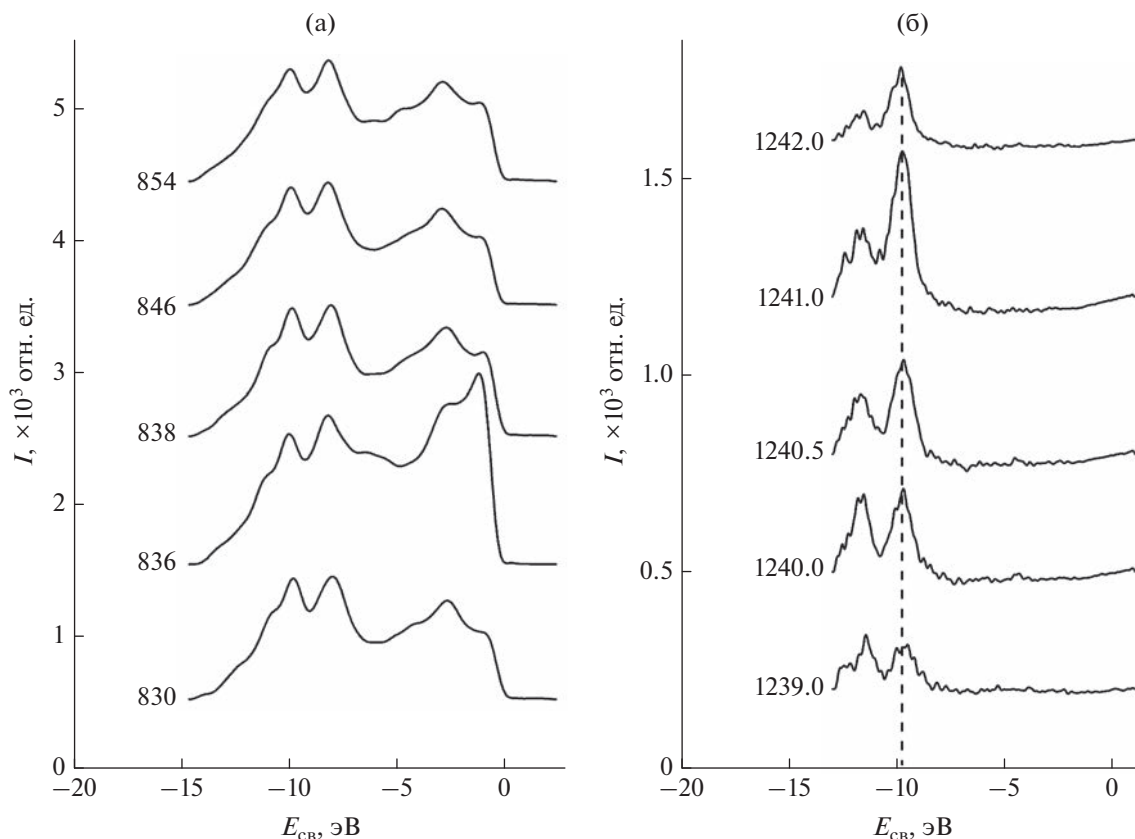


Рис. 2. Резонансные рентгеновские фотоэмиссионные спектры валентной полосы $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ вблизи M_5 -краев поглощения La ($3d \rightarrow 4f$) (а) и Tb ($3d \rightarrow 4f$) (б). Цифрами указана энергия возбуждающих фотонов.

связи 1 и 3 эВ. В этой же области энергий связи локализируются $4f$ -состояния, однако выделить их вклад затруднительно, поскольку вблизи уровня Ферми также наблюдаются пики, соответствующие $3d$ -состояниям марганца. Аналогичные спектры для LaMn_2Si_2 имеют схожую форму линий в области энергий связи 0–8 эВ [18]. Основное отличие спектров лантана для $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ заключается в присутствии дублета при энергиях связи 8 эВ и 10 эВ, обусловленного вкладом Tb $4f$ -состояний. Поскольку атом тербия в отличие от лантана имеет $9f$ -электронов на внешнем уровне.

На рис. 2б показаны спектры валентной полосы при возбуждении фотонами с энергией вблизи M_5 -края поглощения тербия. Резкий скачок интенсивности пика с энергией связи 10 эВ, наблюдается при $h\nu = 1241$ эВ, что свидетельствует о значительном вкладе $4f$ -состояний тербия. Резонанс на тербии возникает с большей интенсивностью ввиду разницы в числе валентных электронов в сравнении с лантаном. Тербий на внешнем уровне имеет $9f$ -электронов, поэтому высока вероятность, что при возбуждении фотонами $3d$ -электрон будет заполнять $4f$ -уровень, в отличие от лантана с одним валентным электроном и

пустой $4f$ -оболочкой. Анализируя форму и положение пиков резонансной фотоэмиссии редкоземельных металлов до и после резонанса в обоих соединениях, можно сделать вывод о преобладании упругого канала распада возбужденного состояния в процессе резонансной фотоэмиссии и локализованном характере исследуемых $4f$ -состояний.

Рассмотрим поведение фотоэмиссионных спектров вблизи L_3 -края поглощения марганца (переход $2p_{3/2} \rightarrow 3d$). На рис. 3 усиление фотоэмиссии из валентной полосы на резонансной частоте наблюдается при энергии возбуждения $h\nu = 639.5$ эВ. Интенсивность максимума, соответствующего электронам с энергией связи около 5 эВ, возрастает в несколько раз при изменении энергии фотонов от 640 эВ до 641 эВ. При возрастании энергии фотонов в области после резонанса возникает оже-канал распада возбужденного состояния в виде сдвига максимума интенсивности в сторону увеличения энергии связи, как показано на рис. 3 стрелкой. $3d$ -состояния марганца в LaMn_2Si_2 и $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ носят делокализованный характер и усиление фотоэмиссии при возбуждении внутреннего уровня происходит, главным обра-

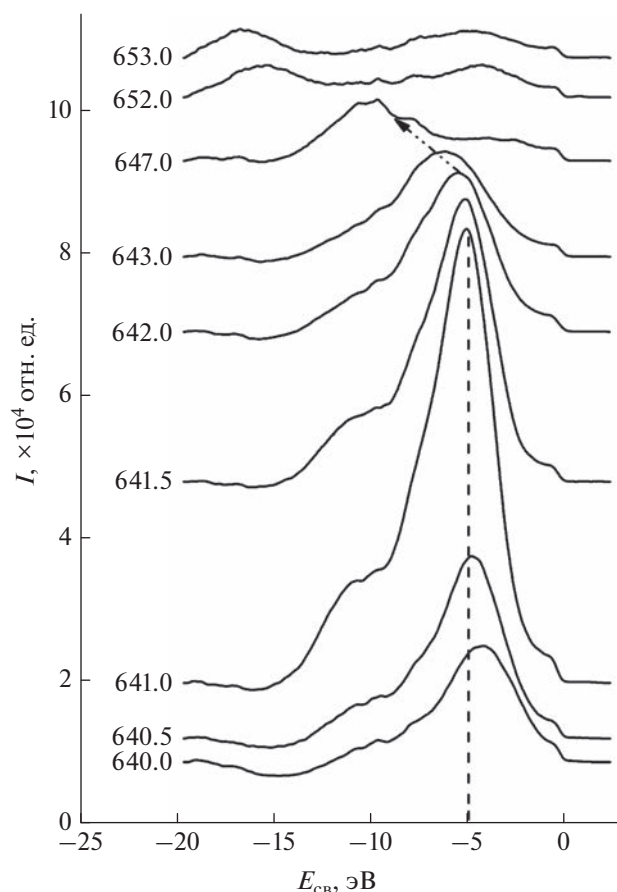


Рис. 3. Резонансные рентгеновские фотоэмиссионные спектры валентной полосы $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ вблизи L_3 -края поглощения Mn (стрелкой показан переход $2p \rightarrow 3d$). Цифрами указана энергия возбуждающих фотонов.

зом, за счет вклада от неупругого канала распада возбужденного состояния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методом МСМ при комнатной температуре в соединении $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ впервые визуализирована магнитная доменная структура.

Методом резонансной фотоэмиссионной спектроскопии с использованием синхротронного излучения впервые исследована электронная структура редкоземельного интерметаллида $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$. Определены вклады La $5d$ -, $4f$ -, Tb $4f$ - и Mn $3d$ -состояний в валентную полосу. Проведен сравнительный анализ электронной структуры $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ и LaMn_2Si_2 . При возбуждении вблизи M_5 -края поглощения основной вклад в валентную полосу вносят $4f$ -состояния тербия. В ходе изучения прямого и резонансного процессов фотоэмиссии, а также каналов распада возбужденного состояния были определены ос-

новные закономерности для соединений RMn_2Si_2 . Для редкоземельных металлов наиболее вероятен упругий канал распада возбужденного состояния, а для марганца — неупругий, с образованием второй дырки в валентной полосе с последующим усилением фотоэмиссии.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственных заданий Минобрнауки России (темы “Спин” Г.р. № 122021000036-3, “Квант” Г.р. № 122021000038-7, “Магнит” Г.р. № 122021000034-9) и при частичной финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 20-02-00541. Исследования доменной структуры выполнены с использованием оборудования ЦКП “Испытательный центр нанотехнологий и перспективных материалов” ИФМ УрО РАН. Авторы выражают благодарность руководству Российско-Германской лаборатории (RGL) на синхротронном источнике BESSY II за предоставление пучкового времени и О.Ю. Вилкова за помощь при проведении измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Szytula A., Leciejewicz J. Handbook on Physics and Chemistry of Rare Earths, V. 12 / Ed. Gschneidner K.A., Jr., Eyring L. Amsterdam: North Holland, 1989.
2. Ivanov V., Szytula A. // J. Alloys Compd. 1997. V. 262–263. P. 253.
[https://www.doi.org/10.1016/S0925-8388\(97\)00392-7](https://www.doi.org/10.1016/S0925-8388(97)00392-7)
3. Kolmakova N.P., Sidorenko A.A., Levitin R.Z. // Low Temp. Phys. 2002. V. 28. № 8. P. 653.
<https://www.doi.org/10.1063/1.1511711>
4. Miloud Abid O., Yakoubi A., Tadjer A., Khenata R., Ahmed R., Murtaza G., Bin Omran S., Sikander Azam // J. Alloys Compd. 2014. V. 616. P. 475.
<https://www.doi.org/10.1016/j.jallcom.2014.07.146>
5. Gerasimov E.G., Mushnikov N.V., Goto T. // Phys. Rev. B. 2005. V. 72. P. 064446.
<https://www.doi.org/10.1103/PhysRevB.72.064446>
6. Gerasimov E.G., Dorofeev Yu.A., Gaviko V.S., Pirogov A.N., Teplykh A.E., Park J., Park J., Choi C.S., Kong U. // Phys. Met. Metallogr. 2002. V. 94. № 2. P. 161.
7. Gerasimov E.G., Gaviko V.S., Neverov V.N., Korolyov A.V. // J. Alloys Compd. 2002. V. 343. P. 14.
[https://www.doi.org/10.1016/S0925-8388\(02\)00110-X](https://www.doi.org/10.1016/S0925-8388(02)00110-X)
8. Bhowmik T.K. // Phys. Lett. A. 2021. V. 419. P. 127724.
<https://www.doi.org/10.1016/j.physleta.2021.127724>
9. Dos Reis D.C., França E.L.T., de Paula V.G., dos Santos A.O., Coelho A.A., Cardoso L.P., da Silva L.M. // J. Magn. Magn. Mater. 2017. V. 424. P. 84.
<https://www.doi.org/10.1016/j.jmmm.2016.10.019>
10. Engdahl G., Handbook of giant magnetostrictive materials / Ed. Mayergoyz I. N.Y.: Academic Press, 1999.
11. Gschneidner Jr. K.A., Pecharsky V.K., Tsokol A.O. // Rep. Progr. Phys. 2005. V. 68. P. 1479.
<https://www.doi.org/10.1088/0034-4885/68/6/R04>

12. Molodtsov S.L., Kucherenko Yu., Hinarejos J.J., Danzenbächer S., Servedio V.D.P., Richter M., Laubschat C. // *Phys. Rev. B*. 1999. V. 60. P. 16435. <https://www.doi.org/10.1103/PhysRevB.60.16435>
13. Hofmann M., Campbell S.J., Kennedy S.J., Zhao X.L. // *J. Phys.: Cond. Matter*. 2001. V. 13. P. 9773. <https://www.doi.org/10.1088/0953-8984/13/43/308>
14. Di Napoli S., Llois A.M., Bihlmayer G., Blugel S., Alouani M., Dreyssé H. // *Phys. Rev. B*. 2004. V. 70. P. 174418. <https://www.doi.org/10.1103/Phys.Rev.B.70.174418>
15. Gerasimov E.G., Kurkin M.I., Korolyov A.V., Gaviko V.S. // *Physica B*. 2002. V. 322. P. 297. [https://www.doi.org/10.1016/S0921-4526\(02\)01196-1](https://www.doi.org/10.1016/S0921-4526(02)01196-1)
16. Hofmann M., Campbell S.J., Knorr K., Hull S., Ksenofontov V. // *J. Appl. Phys.* 2002. V. 91. P. 8126. <https://www.doi.org/10.1063/1.1456433>
17. Yablonskikh M.V., Yarmoshenko Yu.M., Gerasimov E.G., Gaviko V.S., Korotin M.A., Kurmaev E.Z., Bartkowski S., Neumann M. // *J. Magn. Magn. Mater.* 2003. V. 256. P. 369. [https://www.doi.org/10.1016/S0304-8853\(02\)00974-5](https://www.doi.org/10.1016/S0304-8853(02)00974-5)
18. Kuznetsova T.V., Korkh Yu.V., Grebennikov V.I., Radziovichik D.I., Ponomareva E.A., Gerasimov E.G., Mushnikov N.V. // *Phys. Met. Metallogr.* 2022. V. 123. № 5. P. 451. <https://www.doi.org/10.1134/S0031918X22050064>
19. Kazakova O., Puttock R., Barton C., Corte-León H., Jaafar M., Neu V., Asenjo A. // *J. Appl. Phys.* 2019. V. 125. P. 060901. <https://www.doi.org/10.1063/1.5050712>
20. Cheong S.-W., Fiebig M., Wu W., Chapon L., Kiryukhin V. // *NPJ Quantum Mater.* 2020. V. 5. № 3. P. 1. <https://www.doi.org/10.1038/s41535-019-0204-x>

Resonance Effects in Photoemission Spectroscopy of Rare-Earths in Intermetallic Compound $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$

E. A. Ponomareva^{1, *}, Yu. V. Korkh¹, V. I. Grebennikov^{1, 2}, E. G. Gerasimov^{1, 3},
N. V. Mushnikov^{1, 3}, T. V. Kuznetsova^{1, 3, **}

¹*M.N. Miheev Institute of Metal Physics UB RAS, Ekaterinburg, 620108 Russia*

²*Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, 620034 Russia*

³*Ural Federal University, Ekaterinburg, 620002 Russia*

*e-mail: ponomareva@imp.uran.ru

**e-mail: kuznetsovaups@mail.ru

The electronic structure of the rare-earth intermetallic compound $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ has been studied by resonant photoemission spectroscopy using synchrotron radiation, and its formation patterns have been established upon partial replacement of lanthanum atoms by terbium. The dependence of the valence band spectra shape on the photon energy near the absorption edges of the internal levels of manganese, lanthanum, and terbium is analysed. The processes of direct and two-stage production of photoelectrons, elastic and inelastic decay channels of these states with the emission of high-energy electrons due to intra-atomic Coulomb interaction have been studied. The dominant mechanisms of the decay of the excited states of the components under study were determined from the shapes of the spectra. For rare-earth metals elastic decay channel of the excited state is the most probable, while for manganese, it is inelastic, with the formation of a second hole in the valence band with subsequent enhancement of photoemission. Exciting photoemission near M_5 -absorption edges of rare-earth elements, the main contribution to the valence band comes from terbium 4f-states. Exciting photoemission near L_3 -absorption edge of manganese, the main contribution to the valence band is made by manganese 3d-states; with an increase in the photon energy in the region after resonance, an Auger channel for the decay of the excited state arises in the form of intensity maximum shift towards the binding energy growth. Features of the topography and magnetic domain structure of the $\text{La}_{0.73}\text{Tb}_{0.27}\text{Mn}_2\text{Si}_2$ surface were studied by atomic force and magnetic force microscopy at room temperature.

Keywords: resonant photoemission spectroscopy, layered rare-earth intermetallics, electronic structure, valence band, elastic decay channel, inelastic decay channel, magnetic domain structure, magnetic force microscope.