Эффекты изменения соотношения переходных элементов в кинетических свойствах сплавов Fe-V-Al

Усик А.Ю.¹, Окулов В.И.¹, Говоркова Т.Е.¹, Лончаков А.Т.¹,
Емельянова С.М.¹, Марченков В.В.^{1,2}

¹ ИФМ им. М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, ул Софьи Ковалевской 18; 620108

² Уральский федеральный университет, Екатеринбург, ул. Мира 19; 620002

DOI 10.34077/Semicond2019-64

Многочисленные исследования электронных свойств сплавов Fe-V-Al с составами вблизи стехиометрического (Fe_2VAl) привели к обнаружению уникальных эффектов, состоящих в кардинальном изменении основных физических параметров и закономерностей их изменения при малых вариациях содержания какого-либо компонента, либо при проведении различных режимов термообработок. Данные сплавы в равновесном состоянии при малом изменении состава вблизи стехиометрии обладают целым рядом интересных особенностей, которые проявляются в электрических, гальваномангнитных, магнитных и термоэлектрических свойствах, что определяет широкие возможности их практического применения [1, 2]. С одной стороны, эти сплавы можно рассматривать в качестве перспективных термоэлектриков [1]. С другой стороны, наличие в исследуемых сплавах заполненной спиновой подзоны с высокой плотностью состояний на уровне Ферми делает их привлекательными объектами для использования в области спинтроники [2].

Для выяснения роли изменения соотношения переходных элементов в сплавах $\text{Fe}_{1.76}\text{V}_{1.2}\text{Al}_{1.04}$ и $\text{Fe}_{1.87}\text{V}_{1.1}\text{Al}_{1.03}$ проведены исследования электро- и магнитосопротивления при температурах от 2 до 300 К и в магнитных полях до 90 кЭ. Сплавы обладали одинаковым содержанием по Al, но различались составом по Fe и V, соотношение которых варьировалось от 1.47 в образце $\text{Fe}_{1.76}\text{V}_{1.2}\text{Al}_{1.04}$ до 1.7 в сплаве $\text{Fe}_{1.87}\text{V}_{1.1}\text{Al}_{1.03}$. В результате исследований было обнаружено, что при изменении температуры от 2 до 300 К электросопротивление образца $\text{Fe}_{1.76}\text{V}_{1.2}\text{Al}_{1.04}$ уменьшается в 1.7 раза, магнитосопротивление положительное во всем исследованном интервале температур, и не превышает 1 %. В то время как у сплава $\text{Fe}_{1.87}\text{V}_{1.1}\text{Al}_{1.03}$ электросопротивление падает в 19 раз, магнитосопротивление отрицательное, и достигает 11% при низких температурах и в сильных полях. Установлено, что наблюдаемые различия в поведении кинетических свойств изученных сплавов связаны с особенностями электронного энергетического спектра в виде узкой псевдощели на уровне Ферми, возникновением дефектов и ростом флуктуаций намагниченности, что является следствием изменения соотношения Fe-V в сплавах $\text{Fe}_{1.76}\text{V}_{1.2}\text{Al}_{1.04}$ и $\text{Fe}_{1.87}\text{V}_{1.1}\text{Al}_{1.03}$ от 1.47 до 1.7, соответственно.

Таким образом, установлено, что при незначительном (~11 at. %) изменении соотношения Fe-V происходит перестановка местами атомов железа и ванадия. Это приводит к появлению особенностей энергетического спектра, возникновению антиструктурных дефектов и, как следствие, росту флуктуаций намагниченности, что сильно проявляется в электронных кинетических свойствах (электро- и магнитосопротивление) исследуемых сплавов Fe-V-Al.

Работа выполнена по плановому государственному заданию (тема «Электрон» № АААА-А18-118020190098-5) при частичной поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-32-00618.

[1] K. Sato, T. Naka, M. Taguchi, et al., *Phys. Rev. B* 82, 2010 г. Vol. 82, Iss. 10

[2] Y.Sandaiyi, N.Ide, Y.Nishino, et al., *Soc. Powder and Powder Metal.* 2010 г. 57, 207,