

7-Физика низких температур, сверхпроводимость

Кислов Евгений Витальевич, магистрант 1 года обучения
Екатеринбург, Уральский федеральный университет, физический
Сверхпроводящие свойства системы Fe_{1.02-x}Pd_xSe_{0.5}Te_{0.5}
Баранов Николай Викторович, д.ф.-м.н.
e-mail: online.evg@gmail.com стр. 223

Кислов Евгений Витальевич, магистрант 1 года обучения
Екатеринбург, Уральский федеральный университет, физический
Структура и кинетические свойства материалов системы Fe_{1-z}Se_{1-y}Te_y
Баранов Николай Викторович, д.ф.-м.н.
e-mail: online.evg@gmail.com стр. 224

Сверхпроводящие свойства системы Fe_{1.02-x}Pd_xSe_{0.5}Te_{0.5}

Кислов Евгений Витальевич

Селезнева Надежда Владимировна, Шерокалова Елизавета Маратовна

Баранов Николай Викторович

Уральский федеральный университет

Баранов Николай Викторович, д.ф.-м.н.

eu.kislov@gmail.com

Кристаллическая структура соединения FeSe с критической температурой $T_c = 8$ К является простейшей среди всех железосодержащих сверхпроводников. При пятидесятипроцентном замещении селена теллуром FeSe_{1-x}Te_x ($x = 0.5$) T_c увеличивается до 15 К. Также температуру сверхпроводящего перехода можно увеличить до 37 К в соединении FeSe и до 26 К в соединении FeSe_{0.5}Te_{0.5} приложением внешнего давления в 9 и 2 ГПа соответственно.

Целью представленной работы является изучение влияния замещения железа палладием в соединении Fe_{1.02}Se_{0.5}Te_{0.5}. Выбор данного состава обусловлен тем, что в ряду соединений Fe(Se,Te) он имеет максимальное значение критической температуры ($T_c \sim 14.5$ К).

В работе исследованы фазовый состав, кристаллическая структура и электросопротивление ряда соединений с общей формулой Fe_{1.02-x}Pd_xSe_{0.5}Te_{0.5} ($x = 0, 0.02, 0.05, 0.1, 0.15$). Для получения материалов использовался метод твердофазного ампульного синтеза. Рентгеноструктурный анализ проводился на приборе Bruker AXS D8 ADVANCE, компьютерная обработка результатов велась при помощи программного комплекса FullProf. Измерение электрических свойств проводилось 4-хконтактным методом при помощи рефрижератора CryoFree204 в интервале температур 5.5-310 К.

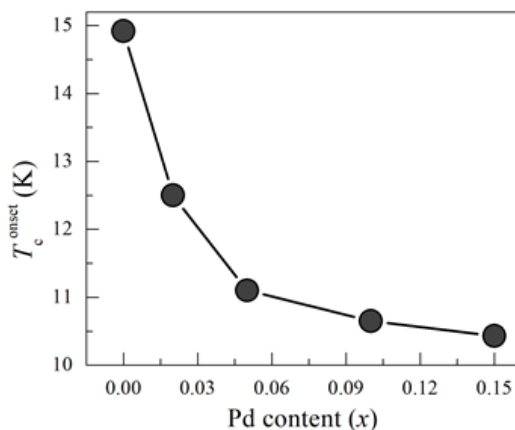


рис.1. Зависимость температуры начала перехода от содержания Pd (x) для образцов Fe_{1.02-x}Pd_xSe_{0.5}Te_{0.5}.

Соединение Fe_{1.02}Se_{0.5}Te_{0.5} является практически однофазным: помимо основной тетрагональной фазы (пространственная группа P4/nmm) присутствует небольшое количество гексагональной фазы (пространственная группа P6₃/mmc). Установлено, что частичное замещение железа палладием приводит к появлению и росту объемной доли второй несверхпроводящей фазы с тетрагональной структурой

(пространственная группа $P4/nmm$) на основе FeSe в образцах $Fe_{1.02-x}Pd_xSe_{0.5}Te_{0.5}$, наряду с основной сверхпроводящей фазой со структурой типа PbO (пространственная группа $P4/nmm$) на основе FeTe. Появление второй тетрагональной фазы на основе FeSe связано с ограниченной растворимостью палладия в основной тетрагональной фазе. Как и при замене атомов железа другими 3d-элементами, увеличение концентрации палладия в образцах $Fe_{1.02-x}Pd_xSe_{0.5}Te_{0.5}$ приводит к уменьшению критической температуры (рис. 1). Фактором, ответственным за уменьшение T_c^{onset} в случае замещения железа палладием, по-видимому, является увеличением межслоевого расстояния.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (проект № 3.2916.2017/4.6) и гранта РФФИ (проект 16-02-00480).

Структура и кинетические свойства материалов системы $Fe_{1-z}Se_{1-y}Te_y$

Кислов Евгений Витальевич

Селезнева Надежда Владимировна, Шерокалова Елизавета Маратовна

Баранов Николай Викторович

Уральский федеральный университет

Баранов Николай Викторович, д.ф.-м.н.

eu.kislov@gmail.com

Интерес к классу высокотемпературных сверхпроводников на основе железа возник с открытием сверхпроводимости в слоистых соединениях – оксипниктидах железа $La(O_{1-x}F_x)FeAs$ с максимальной критической температурой $T_c = 57$ К. Позднее было установлено, что переход в сверхпроводящее состояние также наблюдается в более простом по структуре соединении – селениде железа FeSe с максимальной для объёмных образцов $T_c = 8$ К при нормальных условиях. В настоящее время предпринимаются попытки улучшить сверхпроводящие свойства объёмного селенида железа путём внешних воздействий (приложение гидростатического давления) или путём модифицирования кристаллической решётки (замещение по подрешёткам железа или селена, внедрение атомов в междоузлия). При замещении атомов Se атомами Te в соединении $FeSe_{1-x}Te_x$ максимальная температура сверхпроводящего перехода достигается при 50%-ом замещении и составляет порядка 14 К.

Целью представленной работы является изучение влияния изменения химического состава и соотношения фаз в условиях ограниченной растворимости на формирование сверхпроводящих свойств халькогенидов железа с составом, близким к эквиаtomному.

В процессе работы методом твердофазного ампульного синтеза были получены две группы образцов с отношением атомов металла в халькогену 3:4, т.е. с дефицитом переходного металла по отношению к эквиаtomному составу 1:1. В первой группе $(Fe_{0.5}Ti_{0.5})_3(Se_{1-y}Te_y)_4$ исследовалось влияние замещения селена теллуром, во второй группе $(Fe_{1-x}Ti_x)_3Se_2Te_2$ - влияние замещения по катионной подрешетке. Образцы подвергались термообработкам при различных температурах от 200°C до 800°C. Рентгеноструктурный анализ проводился при помощи дифрактометра Bruker AXS D8 ADVANCE, обработка результатов осуществлялась с использованием программного комплекса FullProf. Измерение температурных зависимостей электросопротивления проводилось 4-х контактным методом при помощи рефрижератора замкнутого цикла CyoFree204 в интервале температур от 5.5 до 310 К.

В результате работы были найдены концентрации и условия термообработок, при которых происходит фазовое расслоение соединений и образуются сверхпроводящая фаза, обладающая тетрагональной кристаллической структурой типа PbO и фаза типа NiAs. Установлено, что низкотемпературные отжижки не влияют на температуру начала перехода, но изменяют его ширину. Переход в сверхпроводящее состояние наблюдается при $T_c \sim 14$ К.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (проект № 3.2916.2017/4.6).