

О КРИТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИНЕ ПЛЕНОК ЖЕЛЕЗА

Б.Г.Лазарев, В.М.Кузьменко, А.И.Судовцов, В.И.Мельников

28

В одной из наших предыдущих работ [1] было обнаружено существование новой аллотропической модификации в пленках железа, полученных низкотемпературной конденсацией. Эта модификация скачком переходит в α -Fe при нагреве пленок до 40°K (рис.1). Недавно было показано

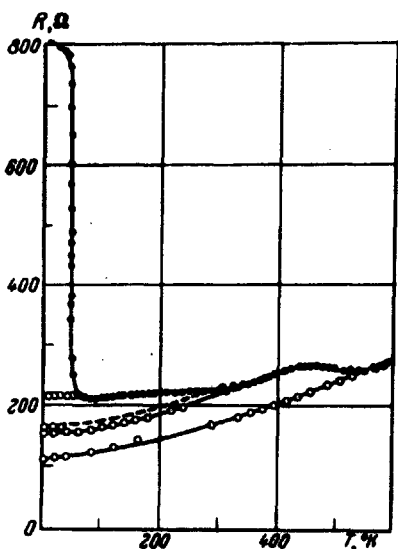


Рис. 1. Зависимость электросопротивления от температуры для пленки железа толщиной $\sim 50 \text{ \AA}$. ● – необратимый ход сопротивления при отжиге, ○ – обратимый ход сопротивления отожженной пленки

электронографически [2], что наблюдаемая в предельно неравновесных пленках железа новая аллотропическая модификация представляет собой аморфное железо. Очень резкий сброс сопротивления также при отжиге до 14°K пленок редкоземельного элемента иттербия, полученных конденсацией на подложку, охлаждаемую жидким гелием [3]. Этот сброс электросопротивления также связывается с переходом иттербия из новой неравновесной фазы в обычную модификацию. Причем, было показано, что иттербий сохраняет новую фазу при отжиге до 14°K в пленках, толщина которых меньше критической ($\sim 3000 \text{ \AA}$). Пленки иттербия по достижении в процессе конденсации толщины 3000 \AA скачком переходят в обычную модификацию при температуре жидкого гелия.

В настоящей работе приводятся результаты исследования критической толщины пленок железа. Исходное железо имело чистоту 99,99%. Методика получения пленок аналогична ранее описанной [1]. Оценка толщины пленок производилась по температурнозависимой части электрического сопротивления [4].

Показано, что, подобно слоям иттербия, пленки железа обладают критической толщиной. Пленки, толщина которых меньше критической, переходят из аморфного в кристаллическое состояние при температуре $\sim 40^\circ\text{K}$ (рис.1), что согласуется с ранее опубликованными данными [1].

Если же во время конденсации толщина слоя железа превышает критическую, переход имеет место при температуре жидкого гелия.

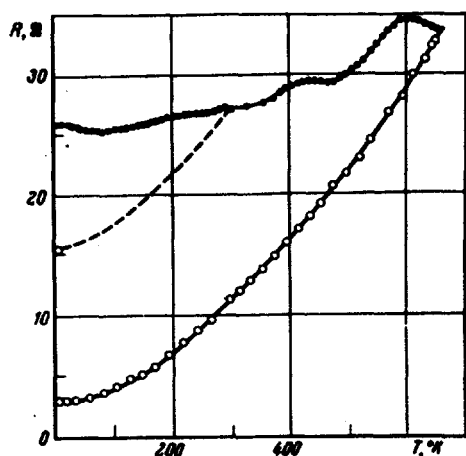


Рис. 2. Температурная зависимость сопротивления для пленки толщиной $\sim 600 \text{ \AA}$. ● – необратимый ход сопротивления при отжиге, ○ – обратимый ход электросопротивления после отогрева пленки

На рис.2 показана зависимость $R(T)$ для пленки железа, толщиной больше критической; скачка сопротивления в процессе отогрева, характеризующего фазовый переход, здесь нет, так как он произошел во время конденсации. Критическая толщина оценена нами в 50 \AA . Это показано на

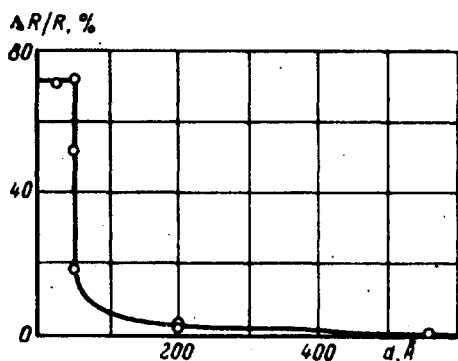


Рис. 3. Зависимость величины сброса сопротивления во время фазового перехода при 40°K от толщины слоя железа. ΔR – разница между сопротивлением свежесконденсированной пленки и сопротивлением после фазового перехода. $R_{4,2}$ – сопротивление непосредственно после конденсации

рис.3, где представлена зависимость величины сброса электросопротивления при 40°K от толщины пленки. Эта величина составляет $71 \pm 72\%$ от сопротивления свежесконденсированной пленки для пленок толщиной меньше критической. Существование при 40°K небольшого спада сопротивления у слоев, толщина которых больше критической, можно объяснить наличием более тонких (тоньше критической) клиновидных краев пленки.

Надо отметить, что Сьютс [5] также наблюдал скачок сопротивления в пленках железа во время конденсации при температуре $\sim 3^\circ\text{K}$, когда толщина слоя достигала 50 \AA .

Однако, он ошибочно объяснял более высокую температуру перехода ($\sim 40^\circ\text{K}$), полученную в нашей работе [1], возможным загрязнением пленок остаточными газами, а не существованием критической толщины.

Существование критической толщины у слоев железа, очевидно, можно объяснить изменением термодинамических условий в тонких пленках, как было показано Бубликом и Пинесом [6] на целом ряде металлов. Представляется, что по аналогии с железом и иттербием, критическая толщина, по-видимому, свойственна для всех металлических пленок, полученных низкотемпературной конденсацией и обладающих нестабильными фазами, отличными от фаз в массивном состоянии.

Физико-технический институт
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
30 июля 1969г.

Литература

- [1] Б.Г.Лазарев, Е.Е.Семененко, А.И.Судовцов. ЖЭТФ, 40, 105, 1961.
 - [2] Satoru Fujime. Japan J. Appl. Phys., 5, 1029, 1966.
 - [3] Б.Г.Лазарев, В.М.Кузьменко, А.И.Судовцов, Р.Ф.Булатова. ДАН СССР, 184, 587, 1969.
 - [4] Л.С.Палатник Р.И.Зайчик, И.Т.Гладких, В.И.Хоткевич. Заводская лаборатория, 34, 288, 1968.
 - [5] J.C.Suits. Phys. Rev., 131, 588, 1963.
 - [6] А.И.Бублик, Б.Я.Пинес. ДАН СССР, 87, 215, 1952.
-