

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АДСОРБИРОВАННЫХ АТОМОВ ЛАНТАНА НА ГРАНИ (112) КРИСТАЛЛА ВОЛЬФРАМА**

*В.К.Медведев, В.Н.Погорелый, А.И.Якивчук*

Исследование взаимодействия адсорбированных атомов (адатомов) является одной из важнейших задач физики поверхности. В последнее время появился ряд теоретических работ [1 – 3], в которых предсказывается обменное взаимодействие адатомов через электроны проводимости подложки. Характерной особенностью этого взаимодействия является то, что в нем имеется дальнедействующая знакопеременная составляющая, обусловленная фриделевскими осцилляциями электронной плотности. В литературе были сообщения об экспериментальном

обнаружении взаимодействия адатомов через электроны проводимости подложки [4], однако в дальнейшем надежность результатов этих исследований была подвергнута сомнению [5].

С целью исследования взаимодействия между адатомами в настоящей работе при помощи дифракции медленных электронов исследовалась структура пленок лантана на грани (112) вольфрама. Поверхность этой грани образована плоскоупакованными рядами атомов вольфрама, разделенными глубокими, в атомном масштабе, бороздками. Методика эксперимента была такая же, как и в наших предыдущих работах [6]. Чистота атомного пучка лантана контролировалась масс-спектрометрически. Давление активной компоненты остаточного газа в экспериментальных лампах во время экспериментов с лантаном, оцененное при помощи манометрического автоэлектронного проектора, не превышало  $10^{-11}$  тор.

В процессе исследований было обнаружено, что взаимодействие адатомов лантана на грани W(112) сильно анизотропно. Действительно, при малых покрытиях адатомы лантана образуют на грани W(112) структуру  $p(1 \times 7)$  (рис. 1, б, 2, б), которая состоит из достаточно плотных линейных цепочек, протянувшихся поперек бороздок подложки и находящихся друг от друга на расстоянии в 7 периодов решетки подложки в направлении вдоль бороздок. Образование цепочек адатомов лантана указывает на то, что между адатомами, находящимися в соседних бороздках, действуют силы притяжения. Эти силы обусловлены, вероятно, обменным взаимодействием адатомов лантана через ненасыщенные орбитали поверхностных атомов подложки [7].

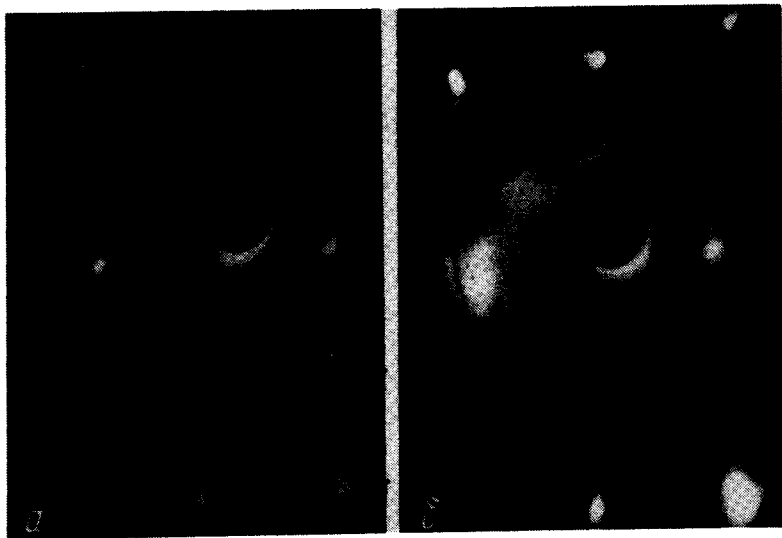


Рис. 1. Дифракционные картины: а – грань (112) вольфрама, б – структура  $p(1 \times 7)$  адсорбированной пленки лантана. Энергия электронов 35 эв,  $T = 77\text{K}$

Весьма существенным является то, что структура  $p(1 \times 7)$  лантана растет в виде островков. Так, довольно четкие дифракционные рефлексы структуры  $p(1 \times 7)$  наблюдаются уже при концентрации лантана в четы-

ре раза меньшей стехиометрической концентрации, соответствующей этой структуре. Островковый характер пленки лантана указывает на то, что на межатомных расстояниях, реализуемых в структуре  $p(1 \times 7)$ , имеются минимумы потенциала взаимодействия адатомов. Механизм взаимодействия адатомов лантана, обеспечивающий фиксацию цепочек адатомов на расстоянии в 7 постоянных решетки подложки ( $\sim 19,2 \text{ \AA}$ ) друг от друга, естественно, должен быть существенно дальнедействующим. В настоящее время известны два вида дальнего взаимодействия адатомов – диполь-дипольное отталкивание и знакопеременное взаимодействие через электроны проводимости подложки [1 – 3]. Так как адсорбционная связь лантана на грани  $W(112)$  характеризуется значительным дипольным моментом  $\mu (\approx 2,4 D)$  согласно оценке по формуле Гельмгольца  $\Delta\phi = 4\pi n\mu$  из начального участка концентрационной зависимости работы выхода  $\phi(n)$ , то в адсорбированной пленке лантана должно существовать заметное диполь-дипольное отталкивание адатомов. Для получения абсолютного минимума потенциала взаимодействия адатомов, обеспечивающего возможность существования стабильной островковой структуры, необходимо включение взаимодействия адатомов через электроны проводимости подложки.

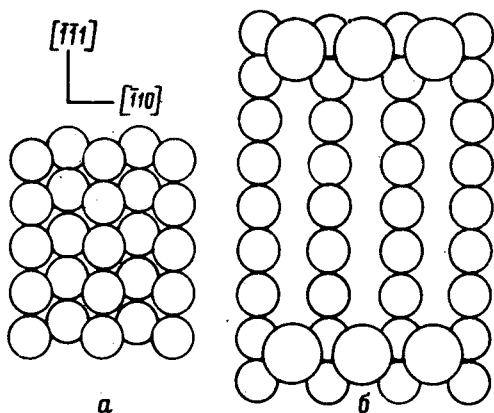


Рис. 2. а, б – модели поверхностных структур, соответствующие дифракционным картинам рис. 1

Нами была измерена зависимость интенсивности дифракционных рефлексов структуры  $p(1 \times 7)$  лантана от температуры кристалла. Конструкция телескопического фотометра позволяла измерять интенсивность небольшого центрального участка дифракционных рефлексов. Из температурной области разупорядочения ( $\sim 200 \text{ K}$ ) была оценена величина энергии разупорядочения структуры  $E_p \approx 0,5 kT_p$  [8], которая в нашем случае составила  $\sim 0,01 \text{ эв}$ . Достаточно высокая стабильность структуры  $p(1 \times 7)$  в адсорбированной пленке лантана на грани  $W(112)$  обусловлена, вероятно, еще и тем, что в ней дальнейшее взаимодействие осуществляется между адатомами, объединенными в плотные цепочки.

Интересно отметить, что для другого адсорбата – стронция – мы также обнаружили рост островков структуры  $p(1 \times 7)$  на грани  $W(112)$  при малых покрытиях [7].

## Литература

- [1] T.V.Grimley, S.M.Walker. Surface Sci., 14, 395, 1969.
  - [2] T.Einstein, I.R.Schrieffer. Phys. Rev., B7, 3629, 1973.
  - [3] А.М.Габович, Э.А.Пашицкий. ФТТ, 18, 377, 1976.
  - [4] T.T.Tsong. Phys. Rev., B6, 417, 1972.
  - [5] D.W.Bassett. Surface Sci., 53, 74, 1975.
  - [6] В.К.Медведев, Т.П.Смерека. ФТТ, 15, 724, 1973.
  - [7] В.К.Медведев, А.И.Якивчук. УФЖ, 20, 1900, 1975.
  - [8] C.Domb. Adv. in Physics, 9, 150, 1960.
-