

- [7] К о в а л е н к о И.Н., К у з н е ц о в Н.Ю., Ш у р е н к о в В.М. Случайные процессы. Киев: Наукова думка, 1983. 366 с.
- [8] V e r e - J o n e s D. - J. Roy. Statist. Soc. B, 1970, v. 32, N 1, p. 1-62.
- [9] К у к с е н к о В.С., Т о м и л и н Н.Г., И б р а г и м о в И.И. Тезисы доклада 1У Всесоюзного семинара по горной геофизике. Боржоми, 1987.

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
17 февраля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 16

26 августа 1988 г.

ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК V_2O_5 И MoO_3 ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.В. М а н у х и н, О.А. П л а к с и н,
В.А. С т е п а н о в

В работе [1] экспериментально установлено, что облучение CO_2 лазером монокристаллов V_2O_5 при существенно низких температурах (~ 180 К) приводит к изменению оптических свойств в области ширины запрещенной зоны, связанному с образованием вакансий по кислороду. Кислородные вакансии являются центрами окраски и обуславливают термохромизм пленок V_2O_5 и MoO_3 [2]. В связи с этим в данной работе изучали влияние облучения CO_2 -лазером на свойства пленок V_2O_5 и MoO_3 .

Пленки напыляли в вакууме на тонкие (~ 50 мкм) прозрачные пластинки слюды-мусковит. Исходные пленки по данным электронномикроскопических исследований были поликристаллическими (размер зерен ~ 30 нм для V_2O_5 и ~ 15 нм для MoO_3). Изменения структуры пленок сравнивали с изменениями в спектре в области края фундаментального поглощения.

Край поглощения исходной пленки V_2O_5 (рис. 1) является значительно более пологим (размытым), чем для монокристалла. При облучении на воздухе пленки V_2O_5 с интенсивностью излучения лазера 5 Вт/см² в течение 40 секунд, а также при нагревании до температур выше 420 К, происходит окрашивание пленки. Окрашивание не сопровождается ростом зерен, но край поглощения становится более пологим и появляется длинноволновое поглощение. При облучении пленки с интенсивностью 10 Вт/см² в течение 150 секунд или нагревании выше 630 К происходит рекристаллизация, и образуются игольчатые по форме зерна (длиной ~ 1 мкм, шириной ~ 50 нм). Спектр рекристаллизованной пленки характеризуется

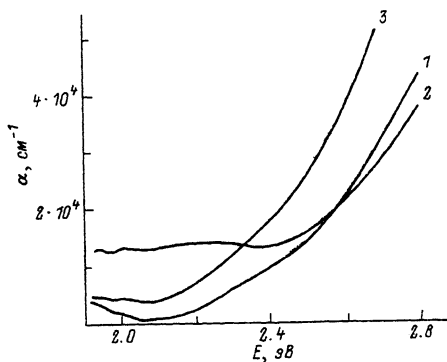


Рис. 1. Спектры поглощения пленки V_2O_5 : 1 — исходной; 2 — облученной 5 Вт/см^2 , 40 с; 3 — облученной 10 Вт/см^2 , 150 с.

резким краем и отсутствием длинноволнового поглощения, спектр близок к спектру монокристаллического V_2O_5

Аналогичные оптические структурные изменения при облучении и нагревании наблюдали в пленках Mo_2O_5 , в которых рекристаллизация протекает при температуре 660 К.

Отметим, что пленки V_2O_5 и MoO_3 , полученные в вакууме и обладающие большим дефицитом по кислороду, при нагревании или облучении на воздухе окрашиваются. Это расходится с утверждением, что окрашивание пленок связано с экстракцией кислорода при нагревании. Структура исходной пленки представляет собой сильно искаженную решетку оксида, причем искажения настолько велики, что нет смысла говорить о точечных дефектах решетки. При нагревании пленки выше 420 К происходит релаксация напряжений, и структура становится более правильной. Дефицит по кислороду в исходной пленке проявляется в том, что в правильной решетке образуются вакансии и пленка окрашивается (появляется длинноволновое поглощение из-за дополнительных переходов в области вакансии [2]). Это согласуется с тем, что в монокристаллах V_2O_5 при температуре выше 420 К интенсивно распадаются френкелевские пары [3]. Электронные зоны, обуславливающие край поглощения, по-видимому, искажаются в большей степени в случае большого количества вакансий в правильной решетке, чем в случае безвакансионной сильно искаженной решетки. Поэтому край поглощения при релаксации структуры размывается. Резкий край поглощения рекристаллизованной пленки объясняется тем, что уменьшается ее дисперсность, и, как следствие этого, понижается концентрация кислородных ва-

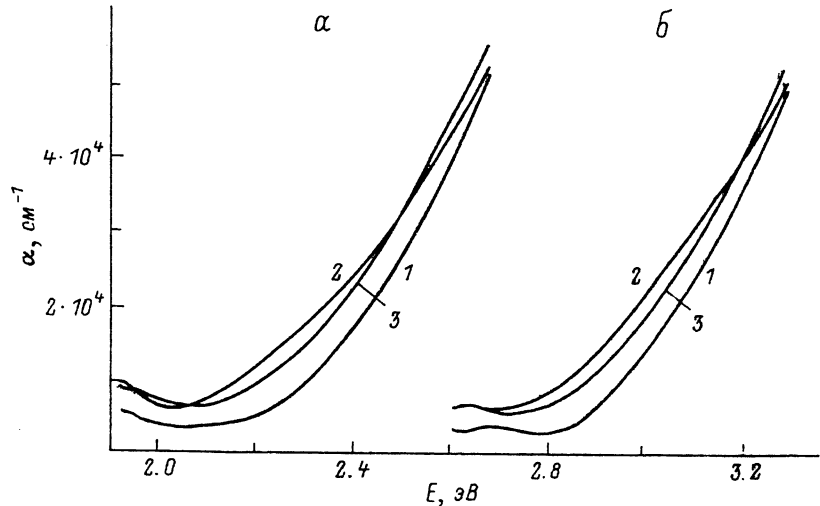


Рис. 2. Спектры поглощения пленок V_2O_5 (а) и MoO_3 (б): 1 - отожженных на воздухе при 670 и 700 К соответственно в течение часа; 2 - облученных 20 Вт/см^2 , 0,5 с; 3 - повторно отожженных в тех же условиях.

кансий в решетке, что также приводит к уменьшению длинноволнового поглощения (рис. 1).

Облучение пленок V_2O_5 и MoO_3 , отожженных при 470 К (окрашенных) с интенсивностью до 10 Вт/см^2 , не приводит к эффектам, отличающимся от термического воздействия - происходит дальнейший отжиг и рекристаллизация.

Спектры поглощения отожженных (при 670 К - V_2O_5 , 700 К - MoO_3), затем облученных с интенсивностью 20 Вт/см^2 в течение 0,5 секунд и вторично отожженных пленок изображены на рис. 2. Облучение вызывает увеличение поглощения в длинноволновой части и размытие края. Повторный отжиг при тех же температурах в течение 1 часа приводит к увеличению крутизны края поглощения, но уровень длинноволнового поглощения остается неизменным. При многократном повторении цикла облучение-отжиг соответствующие спектры воспроизводятся достаточно хорошо, что указывает на обратимость изменений при облучении. Структурные исследования не обнаружили каких-либо изменений в пленках после облучения или повторного отжига. Такие изменения спектров не связаны с особенностями температурного поля, создаваемого лазерным лучом, поскольку при облучении образцов с обратной стороны изменений в спектрах не наблюдали.

На основании экспериментов можно сделать вывод, что под действием излучения CO_2 -лазера в пленках V_2O_5 и MoO_3 наряду с из-

менениями, вызванными тепловым действием излучения, происходят изменения, связанные с некоторыми нарушениями кристаллической структуры по нетепловому механизму. Отметим, что излучение CO_2 -лазера резонансно возбуждает высокочастотные колебания кристаллических решеток V_2O_5 и MoO_3 , связанные с преимущественной деформацией такой связи $Me-O$, которая разрушается при образовании вакансии по кислороду. Поэтому можно предположить, что при облучении в области вакансий образуются устойчивые искажения решетки, которые вызывают наблюдаемое размытие края поглощения.

Л и т е р а т у р а

- [1] М а н у х и н А.В., П л а к с и н О.А., С т е п а н о в В.А. - Изв. вузов, Черная металлургия, 1987, № 9, с. 71-75.
- [2] Г а в р и л ю к А.И., Р е й н о в Н.М., Ч у д н о в с к и й Ф.А. - Письма в ЖТФ, 1979, т. 5, в. 20, с. 1227-1230.
- [3] В о л ж е н с к и й Д.С., П а ш к о в с к и й М.В., П р о к о п ч у к Л.Ф. - Неорганические материалы, 1974, т. 10, № 1, с. 165-166.

Московский институт
стали и сплавов

Поступило в Редакцию
31 марта 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 16

26 августа 1988 г.

ВРЕМЯ КОРРЕЛЯЦИИ И ЭНТРОПИЯ ХАОСА ПРИ ОБРАТНЫХ БИФУРКАЦИЯХ УДВОЕНИЯ ПЕРИОДА

В.С. А н и щ е н к о, М.А. С а ф о н о в а

Статистические свойства динамической системы можно анализировать по зависимости автокорреляционной функции (АКФ) $\psi(\tau)$ от времени τ . Для хаотических аттракторов АКФ во времени стремится к нулю. В режимах развитой стохастичности АКФ убывает экспоненциально, свидетельствуя о близости системы к конечной цепи Маркова [1]. Показатель экспоненты связывается со временем корреляции τ_k , которое должно зависеть от степени перемешивания. Для гиперболических систем τ_k обратно пропорционально КС-энтропии [2, 3] и может быть оценено как

$$\tau_k = \left[\sum_{i=1}^k \lambda_i^+ \right]^{-1}, \quad (1)$$