



УДК 539.233;544.171.7

І. М. Засімович, Є. В. Клименко, Л. Н. Старовойтова,
академік НАН України А. Г. Наумовець

Взаємодія адсорбованих атомів барію з поверхнею олігошарових плівок оксиду хрому

Методами оже-електронної спектроскопії та вимірювання роботи виходу досліджено адсорбцію барію на поверхні олігошарових (завтовшки декілька моношарів) плівок оксиду хрому, вирощених на грані (110) молибдену. Встановлено, що взаємодія барію з поверхнею плівки оксиду має характер окисно-відновної реакції з утворенням оксиду барію та частковим відновленням оксиду хрому. Досліджено вплив товщини та морфології поверхні плівки оксиду хрому на її здатність окиснювати адсорбований барій. Експериментально підтверджено також сильний вплив стану інтерфейсу металічна підкладка Мо(110) — олігошарова плівка оксиду хрому на окиснювальні властивості останньої. Отримані результати свідчать про можливість керування поверхневими властивостями олігошарових плівок оксидів шляхом зміни їх товщини, морфології поверхні та стану інтерфейсу металічна підкладка — оксидна плівка.

Ключові слова: оже-електронна спектроскопія, адсорбція, оксидні плівки, окисно-відновна реакція, інтерфейс.

Гетерогенні каталізатори звичайно являють собою деяку підкладку, у багатьох випадках виготовлену з оксиду металу, яка покрита активною речовиною, що каталізує потрібну хімічну реакцію. Для збільшення площі поверхні активна речовина наноситься в дисперсній формі, підкладці ж переважно відводиться роль інертного носія. Проте у певних умовах, наприклад, при використанні промоторів, оксидний носій може вступати з ними в деякі хімічні реакції, впливаючи тим самим позитивно або негативно на процес каталізу. Цей процес бажано цілеспрямовано контролювати. Така можливість з'являється, якщо носій виготовляти у вигляді тонкої плівки, нанесеної, у свою чергу, на іншу (масивну) підкладку. При цьому виникає новий спосіб впливу на властивості поверхні носія. Ідея полягає в тому, що зміни стану інтерфейсу між тонкою плівкою оксиду і масивною підкладкою можуть певною мірою передаватися крізь діелектричну плівку на її поверхню, змінюючи її електронні і структурні (а тим самим і хімічні) властивості. Останнім часом такий підхід викликає значний інтерес [1–5].

© І. М. Засімович, Є. В. Клименко, Л. Н. Старовойтова, А. Г. Наумовець, 2015

У цій роботі ми дослідили процеси хімічної взаємодії в модельній системі, що являла собою масивний кристал молібдену з кристалографічною орієнтацією поверхні (110), покритий олігошаровою плівкою (3–5 моношарів) окису хрому, на поверхню якої додатково наносилася плівка барію завтовшки 3–5 моношарів. Барій досліджувався в ролі можливого промотора.

Методика експерименту. Вимірювання проводилися у високовакуумній установці, оснащений оже-спектрометром типу циліндричного дзеркала, обладнанням для вимірювання контактної різниці потенціалів (КРП) у варіанті Андерсона та мас-спектрометром. Тиск залишкових газів під час вимірювань не перевищував $2 \cdot 10^{-10}$ Торр. У камері установки були розміщені джерела хрому та барію, які резистивно нагрівалися. Калібрування потоку адатомів барію проводилося методом КРП з використанням відомої залежності роботи виходу від концентрації адсорбата для системи барій–молібден (110) [6]. У нашій роботі ступінь покриття барієм окису хрому θ умовно визначається як ступінь покриття барієм чистої грані (110) молібдену: вважається, що покриття $\theta_{Ba} = 1$ відповідає щільно упакованому моношару барію з концентрацією адатомів $6 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ [6]. Барій напилювався рівними дозами ($\theta = 0,1$) при $T = 300 \text{ K}$.

Плівки окису хрому одержувалися напиленням хрому на поверхню молібдену та його окисненням при $T = 500 \text{ K}$ та тиску кисню $= 5 \cdot 10^{-7}$ Торр. Формування моношару хрому на грані (110) молібдену визначалося за досягненням сталого значення роботи виходу системи хром–молібден (110) [7]. Зникнення оже-піка хрому 36 eV при окисненні плівки хрому та поява в оже-спектрі двох піків 31 та 46 eV свідчить про утворення окису хрому [7]. Згідно з роботою [8], при окисненні плівок хрому різної товщини та при температурі окиснення $< 600 \text{ K}$ можливо одержати плівки окису хрому з різною морфологією поверхні. Так, окиснення 3-моношарової псевдоморфної плівки хрому веде до утворення такої ж плівки окису хрому. Натомість, окиснення 5-моношарової плівки хрому, яка виростає за механізмом Странського–Крастанова (СК), веде до утворення плівки окису з морфологією типу СК, а саме, утворюється 2–3 шарова квазідвовимірна плівка окису хрому з тривимірними (3D) нанокластерами окису на її поверхні. В обох випадках ми отримували на поверхні молібдену плівку окису хрому, яка щільно екранує молібденову підкладку. Про це свідчить відсутність оже-піків молібдену після окиснення як 3-моношарових, так і 5-моношарових плівок хрому.

Результати та їх обговорення. Адсорбція барію на 3-шаровій гладкій плівці окису хрому спричиняє появу в оже-спектрі піків 55,5, 67 та 73 eV, починаючи з найменших покриттів $\theta_{Ba} = 0,1$ (рис. 1, а). Згідно з [9], піки 55,5 і 73 eV обумовлені внутрішньоатомними оже-переходами в барії за участю $4d$, $5s$, $6s$ та $4d$, $5p$, $6s$ рівнів відповідно. Пік 67 eV з'являється внаслідок міжатомного оже-переходу за участю рівнів $4d$, $5p$ барію та $2p$ кисню та є характерною ознакою утворення окису барію.

Амплітуда оже-піків барію зростає із збільшенням концентрації у всьому дослідженому діапазоні покриттів до $\theta_{Ba} = 5,5$. Водночас, інтенсивність піка окису барію 67 eV зростає лише до кількості адсорбованого барію, що відповідає $\theta_{Ba} = 1$. Подальша адсорбція барію зменшує амплітуду оже-піка окису барію. Очевидно, це відбувається через екранування утвореного шару окису барію шаром адсорбованого барію, що виростає на його поверхні. Такі результати свідчать про те, що утворення окису барію внаслідок відновлювання окису хрому обмежене одним шаром і відбувається у вигляді моношарової плівки. Другий та наступні шари барію не окиснюються. Проте слід відзначити, що адсорбція барію аж до $\theta_{Ba} = 5,5$ не приводить до появи оже-піків, енергія яких характерна для металічного барію.

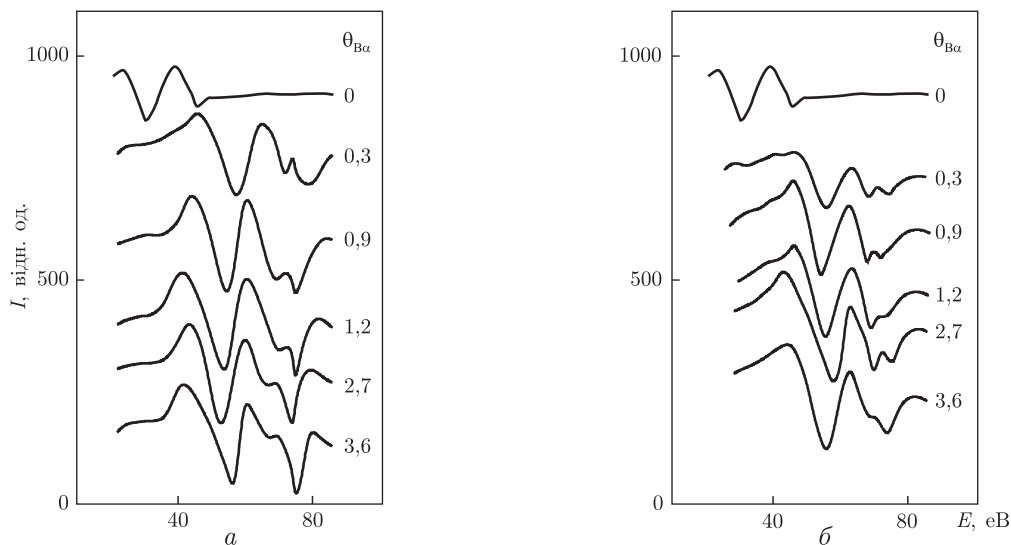


Рис. 1. Оже-спектри, отримані при адсорбції барію на гладку 3-моношарову плівку оксиду хрому (а) та на 5-моношарову плівку оксиду хрому з морфологією типу СК (б)

Отже можна констатувати, що адатоми барію, які не беруть участі у реакції з оксидом хрому, все ж зазнають певного впливу оксидної плівки.

На рис. 1, б наведено оже-спектри, отримані при адсорбції барію на шорсткій поверхні плівки оксиду хрому з морфологією типу СК. Головна відмінність від попереднього експерименту полягає в тому, що інтенсивність оже-піка оксиду барію 67 еВ в цьому разі збільшується аж до досягнення кількості Ва на поверхні, відповідній $\theta_{Ba} = 3$. Це свідчить про значно вищу ефективність окиснення барію на такій шорсткій поверхні оксиду хрому. Посилення здатності шорсткої плівки оксиду хрому до окиснення адсорбованого барію пов'язане, на наш погляд, з істотним збільшенням поверхні такої плівки. Це дозволяє реакції відбуватися на її поверхні до $\theta_{Ba} = 3$.

Збільшення концентрації барію спричиняє не тільки появу оже-піка оксиду барію, але і зменшення оже-пиків оксиду хрому 31 та 46 еВ внаслідок екранування поверхні оксиду, а також, частково, через відновлювання хрому. Про такий процес свідчить поява слабкого піка металічного хрому 36 еВ, що досягає свого максимуму при $\theta_{Ba} = 0,5$ (рис. 2).

Одержані результати свідчать про окисно-відновний характер взаємодії барію з поверхнею плівки оксиду хрому. При цьому утворюється оксид барію та частково відновлюється оксид хрому. Нагадаємо, що редокс-потенціал хрому становить $-0,74$, а барію $-2,9$ еВ. Такий характер взаємодії лужноземельних адсорбатів з поверхнею оксидів спостерігався і в роботах [10, 11]. Проте в експериментах з окиснення товстих плівок барію (до 10 МШ) на поверхні різних металів [9, 12, 13] збільшення експозиції в кисні приводило до збільшення амплітуди оже-піка оксиду барію, що вказувало на постійне зростання кількості оксиду барію. Ми ж виявили, що зростання кількості оксиду барію в наших умовах залежить від товщини та морфології плівки оксиду хрому.

На рис. 3, а наведено оже-спектри, отримані при відпалюванні 3-шарової плівки барію, адсорбованої на гладкій 3-шаровій плівці оксиду хрому при 300 К. Видно, що підвищення температури зразка до 500 К достатньо для значного збільшення амплітуди оже-піка оксиду барію 67 еВ. При цьому оже-піки 67 та 73 еВ практично зливаються і замість останнього

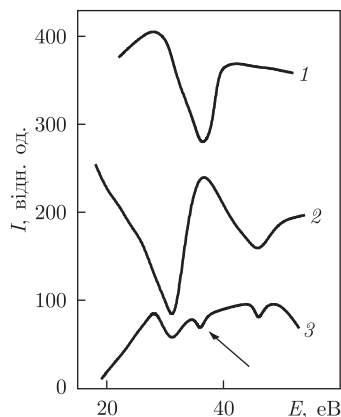


Рис. 2. Оже-спектри: 1 — 3-моношарової плівки хрому на поверхні (110) молібдену; 2 — 3-моношарової плівки оксиду хрому на тій самій поверхні; 3 — 3-моношарової плівки оксиду хрому з адсорбованим на ній барієм ($\theta_{Ba} = 0,7$). Стрілка вказує на оже-пик відновленого хрому

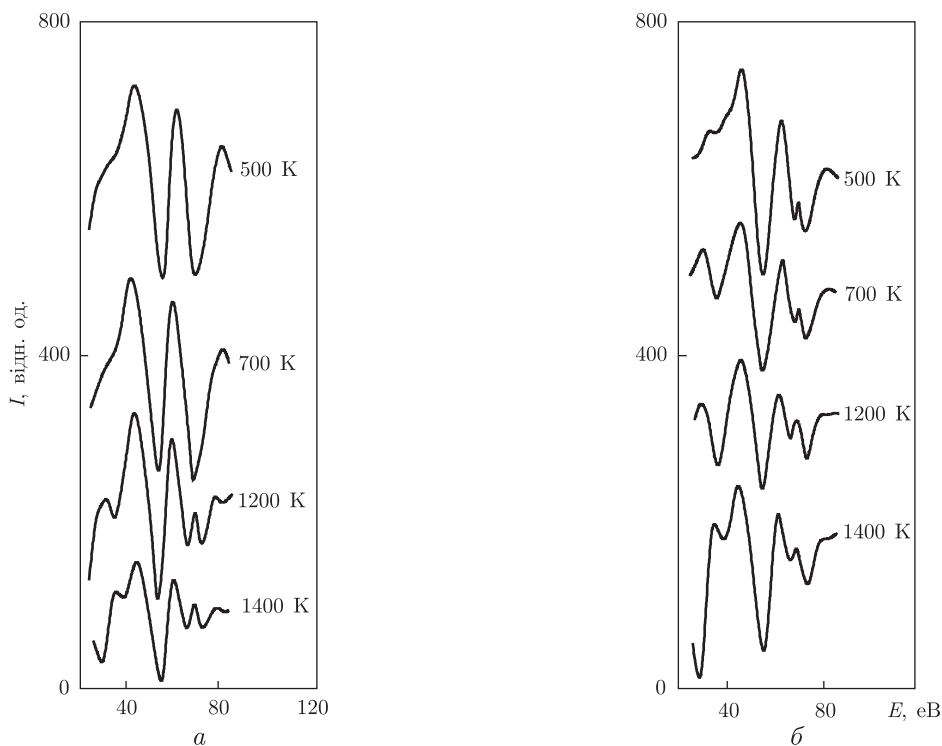


Рис. 3. Зміна оже-спектрів при відпалі адсорбованих плівок барію на: гладкій 3-моношаровій плівці оксиду хрому (а) та шорсткій 5-моношаровій плівці оксиду хрому з морфологією поверхні типу СК (б)

залишається лише слабкий перегин. Це вказує на доокиснення значної частини адсорбованого барію з підвищенням температури. Одночасно з цим відбувається розкиснення оксиду хрому, про що свідчить поява оже-піка хрому 36 еВ. Подальше підвищення температури зразка до 1200 К не веде до істотних змін оже-спектра. Однак при $T \geq 1200$ К з'являється значний пік хрому 36 еВ, а піки оксиду барію 67 еВ та барію 73 еВ чітко розділяються. Очевидно, при такій температурі починається десорбція, що сильно зменшує кількість ба-

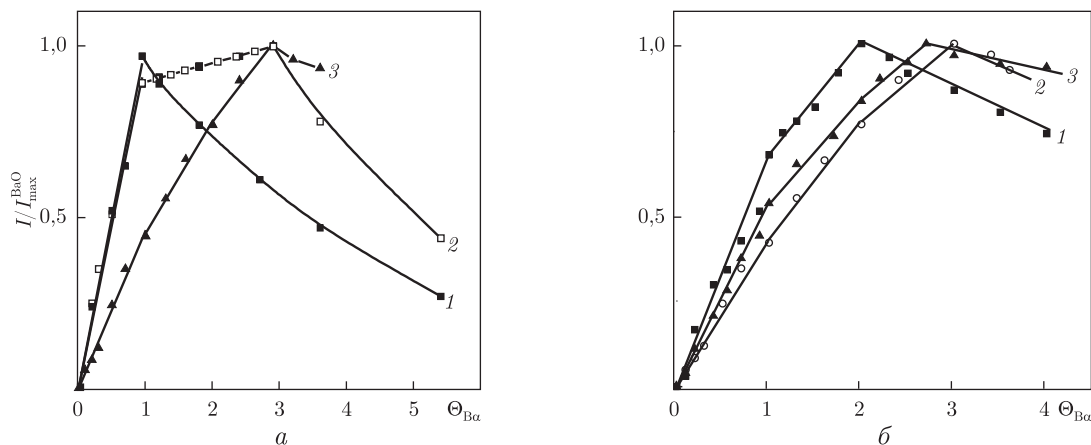


Рис. 4. Залежності амплітуди оже-піка оксиду барію I (нормованої на її максимум для кожного експерименту) від θ_{Ba} : а — при адсорбції барію на гладкій 3-моношаровій плівці оксиду хрому (1), шорсткій 5-моношаровій плівці оксиду хрому з морфологією поверхні типу СК (2) та 3-моношаровій плівці оксиду хрому, вирощеній на грані (110) молібдену, попередньо вкритій барієм ($\theta_{Ba} = 0,4$) (3); б — при адсорбції барію на гладкій 3-моношаровій плівці оксиду хрому для різних кількостей барію на інтерфейсі металічна підкладка-плівка оксиду (1 — $\theta_{Ba} = 0,15$; 2 — $\theta_{Ba} = 0,4$; 3 — $\theta_{Ba} = 1$)

рію та оксиду барію на поверхні. При прогріванні до температури 1400 K в оже-спектрі зникають піки хрому, що вказує на його повну десорбцію. Одночасно в спектрі з'являються оже-піки молібдену та ще зберігаються піки барію та оксиду барію. Адплівка в цьому випадку має острівцеву структуру. Остаточна десорбція барію та оксиду барію відбувається при $T \geq 1650$ K.

Відпалювання плівки барію, адсорбованої на 5-шаровій шорсткій плівці оксиду, не спричиняє значного перерозподілу амплітуд оже-піків барію та оксиду барію (рис. 3, в). Вочевидь, термоактивація не викликає значного збільшення кількості оксиду барію, тому що ефективне окиснення барію на поверхні оксиду з такою морфологією досягається вже при $T = 300$ K. На це вказує і більша порівняно з попереднім експериментом амплітуда оже-піка відновленого хрому. Цей пік чітко розрізняється вже при температурах прогріву ≥ 500 K, що може бути пов'язане також зі зміною морфології адплівки в процесі відпалювання. Збільшення температури прогріву зразка вище 1200 K веде до змін в оже-спектрах, що спостерігалися раніше в експериментах з 3-шаровою гладкою плівкою оксиду хрому.

У роботі [4] було висловлено теоретичне припущення про можливість керування властивостями оксидних плівок шляхом зміни стану інтерфейсу металічна підкладка-плівка оксиду. Для його перевірки ми попередньо адсорбували на грані молібдену (110) приблизно 0,4 моношари барію, що дозволило зменшити роботу виходу такої системи на ≈ 3 eV [6]. На таку підкладку була нанесена та окиснена в стандартних умовах 3-моношарова плівка хрому. Отримана плівка оксиду була суцільною, і оже-спектр такого зразка нічим не відрізнявся від спектра 3-шарової плівки оксиду хрому без підшарку барію. Проте при адсорбції барію на плівку оксиду хрому з підшарком барію виявилось, що зростання амплітуди оже-піка оксиду барію тривало до адсорбції барію у кількості, що відповідає $\theta_{Ba} = 3$, хоча на аналогічній плівці оксиду без підшарку воно закінчувалося при $\theta_{Ba} = 1$. На рис. 4, а наведено залежності амплітуди оже-піка оксиду барію (нормованої відповідно на максимальну амплітуду цього піка в кожному експерименті) для трьох описаних вище експериментів. З цих результатів випливає, що не лише товщина та морфологія плівки оксиду, але й стан інтерфейсу

між молібденовою підкладкою і оксидом хрому сильно впливає на адсорбційні властивості тонкої оксидної плівки, а саме, на її окисну здатність. Товщина плівок оксиду хрому в наших експериментах менша за довжину екранування електричного поля в оксидах. Тому зміна розподілу електростатичного потенціалу на межі молібденова підкладка — плівка оксиду хрому, обумовлена появою сильних полярних зв'язків та іншими поляризаційними ефектами, може істотно впливати на властивості поверхні оксиду. Наприклад, спричиняти вигин енергетичних зон та змінювати роботу виходу тонкої плівки оксиду — найважливіших характеристик поверхні при адсорбції та каталізі [14]. Саме таким може бути механізм впливу додаткового підшарку барію на адсорбційні властивості 3-шарової плівки оксиду хрому в описаному експерименті.

Ми дослідили також вплив кількості Ва, попередньо адсорбованого на поверхні Мо (110), на окиснювальні властивості оксиду хрому стосовно адсорбованих на його поверхні атомів барію (рис. 4, б). Зміна кількості барію на поверхні Мо (110) сильно змінює роботу виходу такої підкладки. Природно очікувати, що це має істотно впливати на властивості оксидної плівки.

Дійсно, зміна $\theta_{\text{Ва}}$ від 0,1 до 0,4 МШ на інтерфейсі між металічною підкладкою і плівкою оксиду хрому підвищує окиснювальну здатність 3-шарової плівки оксиду хрому. Так, при $\theta_{\text{Ва}} = 0,15$ на інтерфейсі зростання амплітуди оже-піка оксиду барію на плівці оксиду хрому відбувається до кількості адсорбованого барію, що відповідає $\theta_{\text{Ва}} \approx 2$. При $\theta_{\text{Ва}} = 0,4$ на інтерфейсі, як згадувалося вище, оже-пик ВаО зростає аж до адсорбції кількості барію, відповідний $\theta_{\text{Ва}} = 3$. Саме адсорбція барію при $\theta_{\text{Ва}} = 0,4$ зменшуємаксимально(на ≈ 3 eВ) роботу виходу системи Мо (110)–Ва. Збільшення $\theta_{\text{Ва}}$ в проміжному шарі до $\approx 0,75$ МШ не приводить до подальшого зростання окиснювальної здатності плівки оксиду хрому. При $\theta_{\text{Ва}} > 0,75$ на інтерфейсі між металічною підкладкою і плівкою оксиду хрому спостерігається вже поступове ослаблення окиснювальної здатності оксидної плівки.

Слід зазначити, що при кількості Ва на інтерфейсі більше 0,75 МШ оже-пик оксиду барію з'являється ще до початку адсорбції Ва на поверхні оксиду. Окисненню барію з утворенням ВаО на внутрішній поверхні інтерфейсу металічна підкладка–плівка оксиду хрому може сприяти те, що формування плівки оксиду хрому відбувається при $T = 500$ К. Як наслідок, частина кисню утворює оксид барію ще до адсорбції останнього на поверхні. Це і приводить до зменшення окиснювальної здатності поверхні оксидної плівки хрому. З іншого боку, можливі також зміни структури плівки оксиду хрому та морфології її поверхні. Ймовірно, поверхня плівки оксиду хрому стає більш шорсткою, оскільки оже-спектри, отримані при адсорбції Ва на таких зразках, більш подібні до спектрів, одержаних при адсорбції Ва на плівках оксиду хрому з морфологією поверхні типу СК. Це може спричиняти повільніше зменшення окиснювальної здатності таких плівок порівняно з плівками без прошарку барію. В даному випадку обидва фактори — і наявність проміжного шару в інтерфейсі підкладка–плівка оксиду хрому, і зміна морфології плівки оксиду, істотно впливають на здатність цієї плівки окиснювати адсорбовані атоми Ва.

Таким чином, нами встановлено, що взаємодія адатомів барію з поверхнею олігошарових плівок оксиду хрому має характер окисно-відновної реакції, завдяки якій утворюється оксид барію, а частина молекул оксиду хрому відновлюється до хрому. При цьому не лише товщина та морфологія самих плівок оксиду хрому, але й стан інтерфейсу металічна підкладка — плівка оксиду істотно впливають на окиснювальні властивості таких плівок стосовно адсорбованих на їх поверхні атомів барію. Такий спосіб керування властивостями поверхні оксидних плівок може застосовуватися при створенні каталізаторів нового покоління.

Цитована література

1. *Freund H.-J.* Clusters and islands on oxides: From catalysis via electronics and magnetism to optics // *Surf. Sci.* – 2002. – **500**. – P. 271–299.
2. *Freund H.-J.* Metal-supported ultrathin oxide film systems as designable catalysts and catalyst supports // *Surf. Sci.* – 2007. – **601**. – P. 1438–1442.
3. *Крюков А. И., Строук А. Л., Кучмий С. Я., Походенко В. Д.* Нанофотокатализ. – Киев: Академперіодика, 2013. – 618 с.
4. *Pacchioni G., Giordano L., Baistrocchi M.* Charging of metal atoms on ultrathin MgO / Mg (100) films // *Phys. Rev. Lett.* – 2005. – **94**. – P. 226104-1–226104-4.
5. *Klimenko E. V., Starovojtova L. N., Zasimovich I. N., Naumovets A. G.* Oxidation of barium on the surface of nanothick chromium oxide films grown on the (110) molybdenum substrate // *Materials Science and Engineering Technology*. – 2009. – **4**. – P. 273–276.
6. *Fedorus A. G., Naumovets A. G., Vedula Yu. S.* Adsorbed barium films on tungsten and molybdenum (011) face // *Phys. Stat. Sol.* – 1972. – **A 13**. – P. 445–446.
7. *Ekelund S., Leygraf C. A.* LEED-AES study of the oxidation of Cr(110) and Cr(100) // *Surf. Sci.* – 1973. – **40**. – P. 179–199.
8. *Cazacu A., Murphy S., Shvets I. V.* Epitaxial growth of ultrathin Cr films on Mo (110) at elevated temperature // *Phys. Rev.* – 2006. – **B73**. – P. 045413-1–045413-7.
9. *Haas G. A., Marrian C. R. K., Shin A.* Interatomic Auger analysis of the oxidation of thin Ba films // *Appl. Surf. Sci.* – 1983. – **16**. – P. 125–138.
10. *Bender M., Yakovkin I. N., Freund H.-J.* Adsorption and reaction of magnesium on Cr₂O₃(0001)/Cr(110) // *Surf. Sci.* – 1996. – **365**. – P. 394–402.
11. *Zasimovich I. N., Klimenko E. V., Naumovets A. G., Starovojtova L. N., Yakovkin I. N.* Adsorption of strontium onto an aluminum oxide surface // *Ukr. J. Phys.* – 2005. – **50**. – P. 1381–1384.
12. *Haas G. A., Shin A.* Auger characteristics of BaO layers on various substrates // *Appl. Surf. Sci.* – 1988. – **13**. – P. 239–252.
13. *Vlachos D., Kamaratos M., Foulas S. D.* Barium and oxygen interaction on the Ni(110) surface at low coverages studied by soft X-ray photoemission spectroscopy: Ba negative binding energy shifts and their correlation with Auger electron spectroscopy shifts // *J. Phys.: Condens. Matter*. – 2006. – **18**. – P. 699–706.
14. *Tung R. T.* The physics and chemistry of the Schotky barrier height // *Appl. Phys. Reviews*. – 2014. – **1**. – 011304. – P. 1–55.

References

1. *Freund H.-J.* *Surf. Sci.*, 2002, **500**: 271–299.
2. *Freund H.-J.* *Surf. Sci.*, 2007, **601**: 1438–1442.
3. *Kryukov A. I., Stroyuk A. L., Kuchmий S. Ya., Pokhodenko V. D.* Nanophotocatalysis, Kiev: Academperi-odika, 2013: 618.
4. *Pacchioni G., Giordano L., Baistrocchi M.* *Phys. Rev. Lett.* 2005, **94**: 22610 4-1–226104-4.
5. *Klimenko E. V., Starovojtova L. N., Zasimovich I. N., Naumovets A. G.* *Mater. Sci. and Eng. Technology*, 2009, **4**: 273–276.
6. *Fedorus A. G., Naumovets A. G., Vedula Yu. S.* *Phys. Stat. Sol.*, 1972, **A 13**: 445–446.
7. *Ekelund S., Leygraf C. A.* *Surf. Sci.*, 1973, **40**: 179–199.
8. *Cazacu A., Murphy S., Shvets I. V.* *Phys. Rev.*, 2006, **B73**: 045413-1–045413-7.
9. *Haas G. A., Marrian C. R. K., Shin A.* *Appl. Surf. Sci.*, 1983, **16**: 125–138.
10. *Bender M., Yakovkin I. N., Freund H.-J.* *Surf. Sci.*, 1996, **365**: 394–402.
11. *Zasimovich I. N., Klimenko E. V., Naumovets A. G., Starovojtova L. N., Yakovkin I. N.* *Ukr. J. Phys.*, 2005, **50**: 1381–1384.
12. *Haas G. A., Shin A.* *Appl. Surf. Sci.*, 1988, **13**: 239–252.
13. *Vlachos D., Kamaratos M., Foulas S. D.* *J. Phys.: Condens. Matter*, 2006, **18**: 699–706.
14. *Tung R. T.* *Appl. Phys. Rev.*, 2014, **1**, 011304: 1–55.

И. Н. Засимович, Е. В. Клименко, Л. Н. Старовойтова,
академик НАН Украины А. Г. Наумовец

Взаимодействие адсорбированных атомов бария с поверхностью олигослойных пленок оксида хрома

Институт физики НАН Украины, Киев

Методами оже-электронной спектроскопии и измерения работы выхода исследована адсорбция бария на поверхности олигослойных (толщиной в несколько монослоев) пленок оксида хрома, выращенных на грани (110) молибдена. Установлено, что взаимодействие атомов бария с поверхностью пленки оксида носит характер окислительно-восстановительной реакции с образованием оксида бария и частичным восстановлением оксида хрома. Исследовано влияние толщины и морфологии поверхности пленки оксида хрома на ее способность окислять адсорбированный барий. Также экспериментально подтверждено сильное влияние состояния интерфейса металлическая подложка Mo(110) — олигослойная пленка оксида хрома на окислительные способности последней. Полученные результаты свидетельствуют о возможности управлять поверхностными свойствами олигослойных пленок оксидов путем изменения их толщины, морфологии поверхности и состояния интерфейса металлическая подложка — оксидная пленка.

Ключевые слова: оже-электронная спектроскопия, адсорбция, оксидные пленки окислительно-восстановительная реакция, интерфейс.

I. N. Zasimovich, E. V. Klimenko, L. N. Starovojtova,
Academician of the NAS of Ukraine A. G. Naumovets

Interaction of adsorbed barium atoms with the surface of nanothick chromium oxide films

Institute of the Physics of the NAS of Ukraine, Kiev

Auger-electron spectroscopy and work function measurements are used to investigate the adsorption of barium onto the surface of nanothick chromium oxide films grown on the (110) molybdenum surface. Strong redox interaction of barium with chromium oxide films, which leads to the formation of barium oxide and a partial reduction of chromium oxide, is found. We investigated the influence of the thickness and the morphology of chromium oxide films on the oxidizing ability of such films with respect to adsorbed barium. The strong effect of the substrate Mo(110) — chromium oxide film interface condition on the oxidizing ability of such film is proved experimentally. These results indicate the possibility to affect the surface properties of nanothick oxide films by changing their thickness, morphology, or substrate — oxide film interface conditions.

Keywords: Auger-electron spectroscopy, adsorption, oxide films, redox reaction, interface.