



**КІНЕТИКА АДСОРБЦІЇ КИСНЮ
НА НАНОРОЗМІРНИХ ПЛІВКАХ
Ve/Mo(112) ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ
У ЯДЕРНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Д.В. Румянцев

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

E-mail: rumiantsevdmytro@gmail.com

Мотивація

❖ Відомості про взаємодію кисню з масивним Ве.

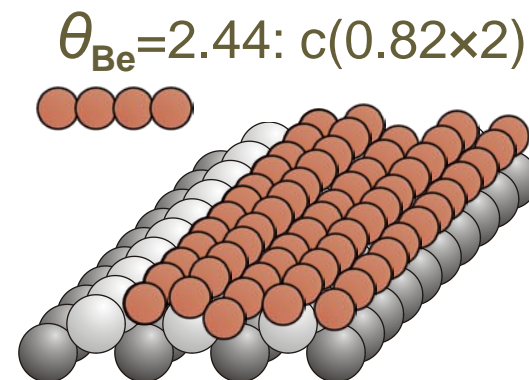
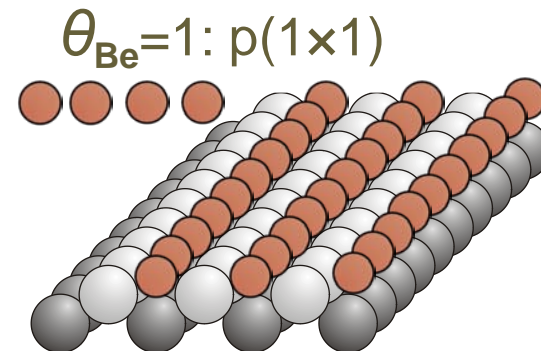
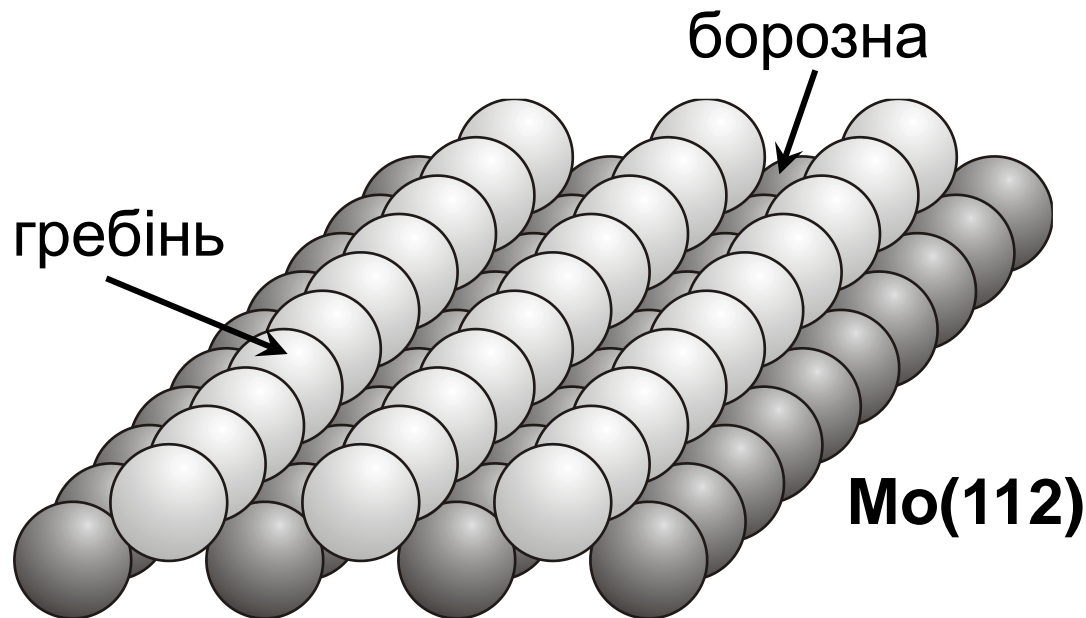
Коефіцієнт прилипання кисню на поверхні кристала $\text{Ve}(0001)$, тобто частка загальної дози газового потоку, яка адсорбується і залишається на поверхні, складає лише $s \approx 0,01$.

❖ Попередні дослідження адсорбції кисню на субмоношарових плівках $\text{Ve/Mo}(112)$.

Спостерігалася досить висока адсорбційна активність – коефіцієнт прилипання досягав кількох десятків відсотків, як на чистому Мо. Можливе пояснення – частина поверхні складається не з Ве, а з Мо (spillover – ефект переливання).

Адсорбент: Ве/Мо(112) – це борозна поверхня, вкрита шаром Ве певної товщини

Ступінь покриття: $\theta_{ad} = n_{ad}/n_{Mo}$;
 $n_{Mo} = 8.3 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$

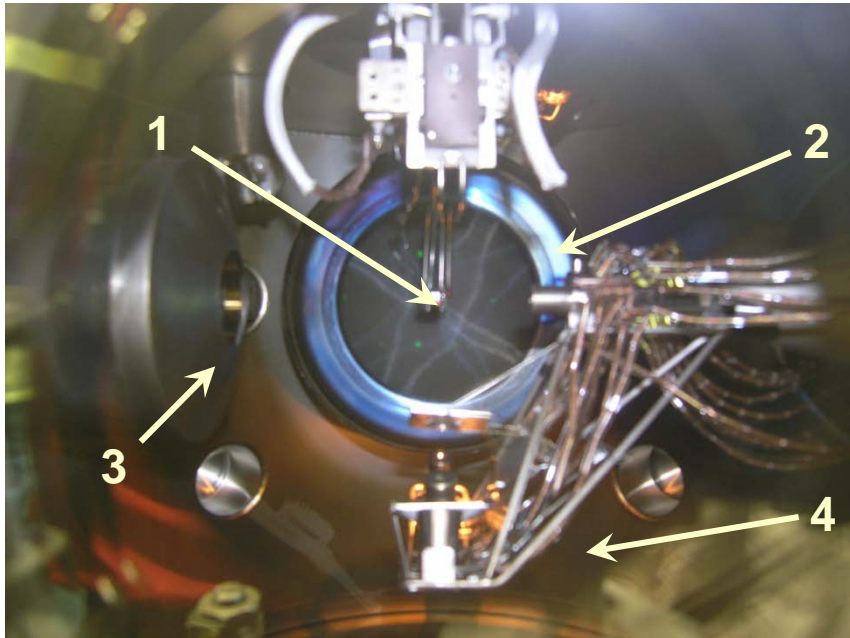


При повному прилипанні та дисоціації молекул O_2 , кисневе покриття $\theta_o = 1 \text{ МШ}$ може утворити **доза** кисню $Q = 1.16 \text{ L} (= 1.16 \times 10^{-6} \text{ Torr} \times \text{sec})$.

Мета дослідження

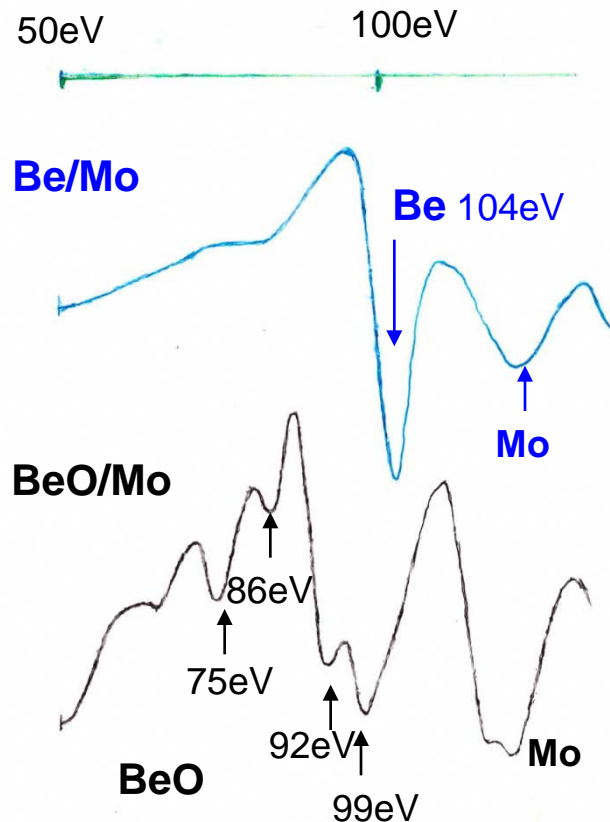
- ❖ Щоб усунути Мо ділянки поверхні від участі в процесі адсорбції кисню, доцільно створити Ве покриття, яке вкривало би поверхню Мо(112) суцільним шаром (тобто $\theta_{\text{Ве}} > 2.44$, у цій роботі використані плівки $\theta_{\text{Ве}} = 3.3$ і 3.8).
- ❖ Мета роботи - з'ясувати, як це вплине на кінетику адсорбції кисню та на властивості оксидного покриття (елементний склад, хімічний стан, структуру, роботу виходу).

Техніка експерименту



- ❖ Надвисокий вакуум ($\sim 10^{-11}$ Torr: $< 1\%$ забруднень за 10^3 с).
- ❖ 1 – підкладка: Мо монокристал, грань (112).
- ❖ 2 – ДПЕ: атомна структура поверхні.
- ❖ 3 – ЦДА (оже-електронні спектри): елементний склад, кількість, хімічний стан.
- ❖ 4 – обертальний маніпулятор:
 - джерело струменя Ве;
 - джерело газу O_2 ;
 - електронна гармата КРП (зміна роботи виходу).

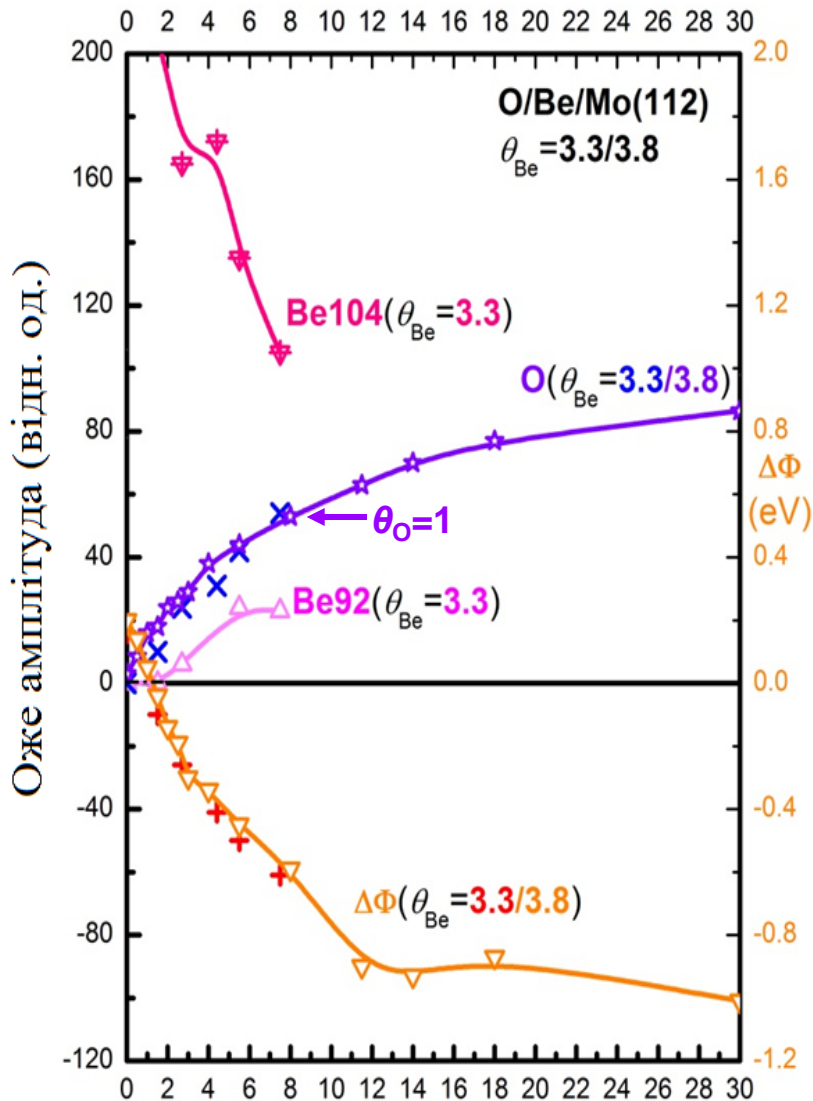
Оже-спектри Be та BeO на Mo(112)



Хімічний зсув

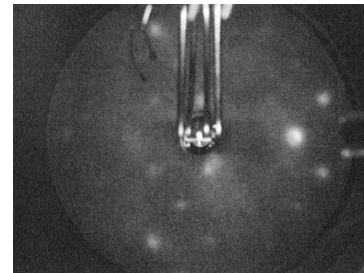
- ❖ Енергетична позиція та форма оже-піка визначають:
 - елементний склад
 - хімічний стан.
- ❖ Амплітуда піка визначає кількість даного елемента.

Кінетика адсорбції (T=300 K)

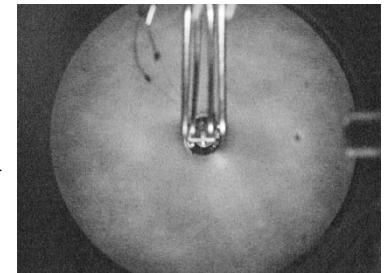


T=300 K Експозиція кисню (L)

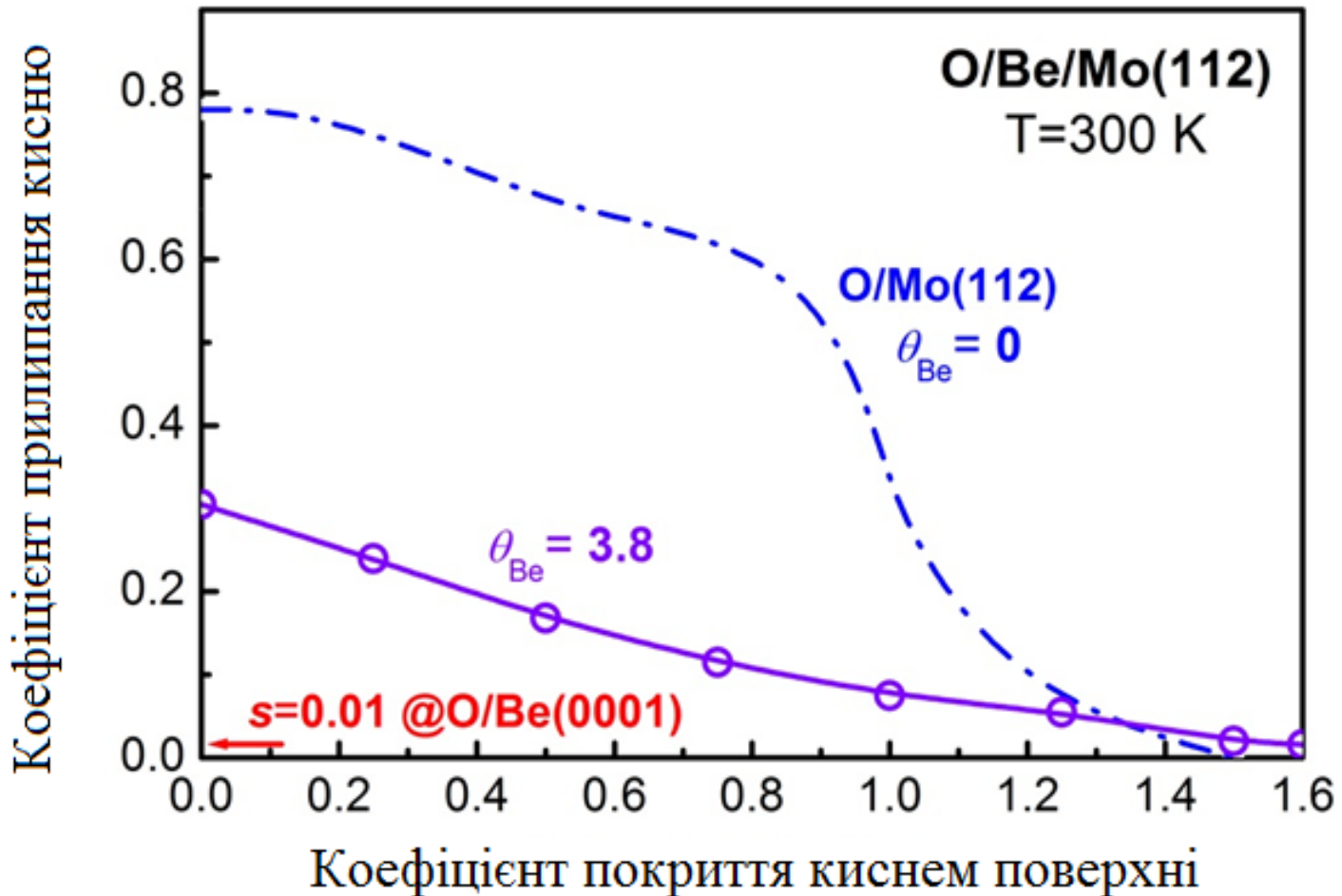
- ❖ Оже-амплітуда кисню (O): відображає концентрацію O (калібрування виконувалося за допомогою спостережень картин ДПЕ після десорбції берилію).
- ❖ Зміна співвідношення оже-амплітуд Be104 і Be92 відображає синтез BeO.
- ❖ Зміна роботи виходу ($\Delta\Phi$) відповідає утворенню електропозитивного подвійного шару на поверхні.
- ❖ ДПЕ. Зникає кристалічний порядок у плівці:



$Q_{\text{O}} = 14 \text{ L}$



Коефіцієнт прилипання кисню (T=300 K)



$$s = d\theta_{\text{O}}/dQ_{\text{pmi}} = 1.16 d\theta_{\text{O}}/dQ$$

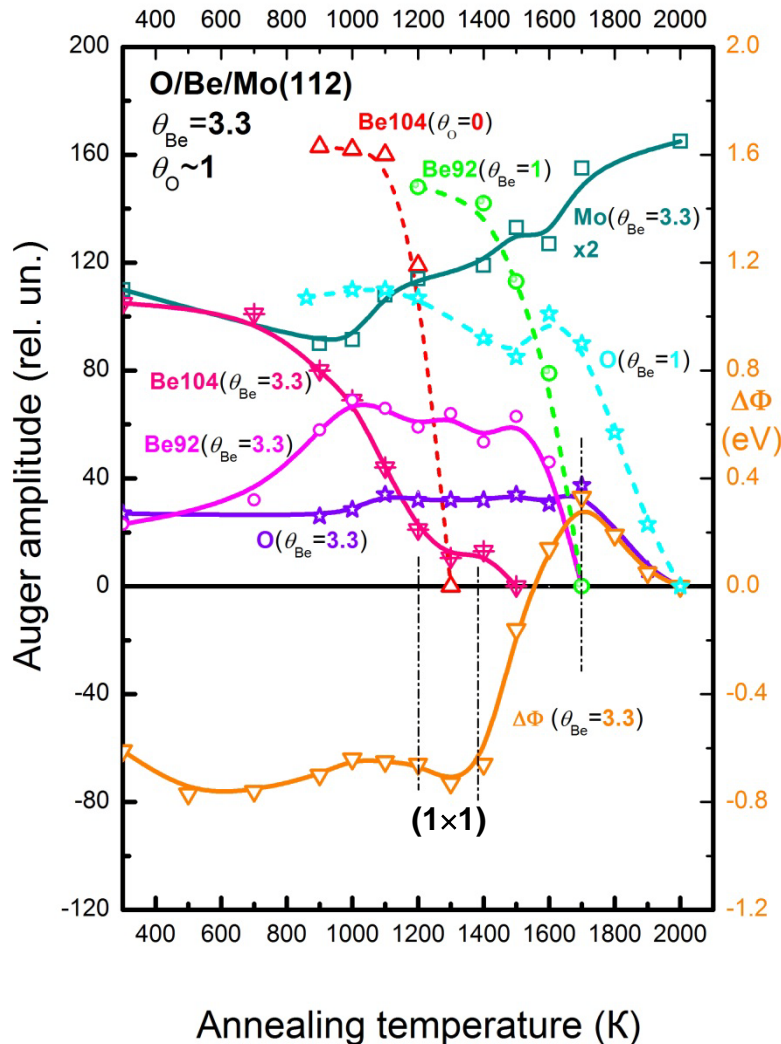
❖ Високий коефіцієнт прилипання: $s_0=0.3$.

Висновки

- ❖ Високий коефіцієнт прилипання кисню, значно вищий за властивий системі O/Be, свідчить про те, що надмоношарова плівка Be при $\theta_{\text{Be}}=3.4-3.8$ ще не набуває електронних властивостей масивного Be.
- ❖ Реакція синтезу BeO відбувається при кімнатній T.
- ❖ В структурі змішаного BeO/Be шару не встановлюється далекий порядок, очевидно, через значну несумірність кристалічних ґраток.
- ❖ Зниження роботи виходу електронів внаслідок формування BeO покриття свідчить про електропозитивні властивості BeO шару.
- ❖ Результати роботи можуть бути корисними при застосуванні берилію в ядерних технологіях.

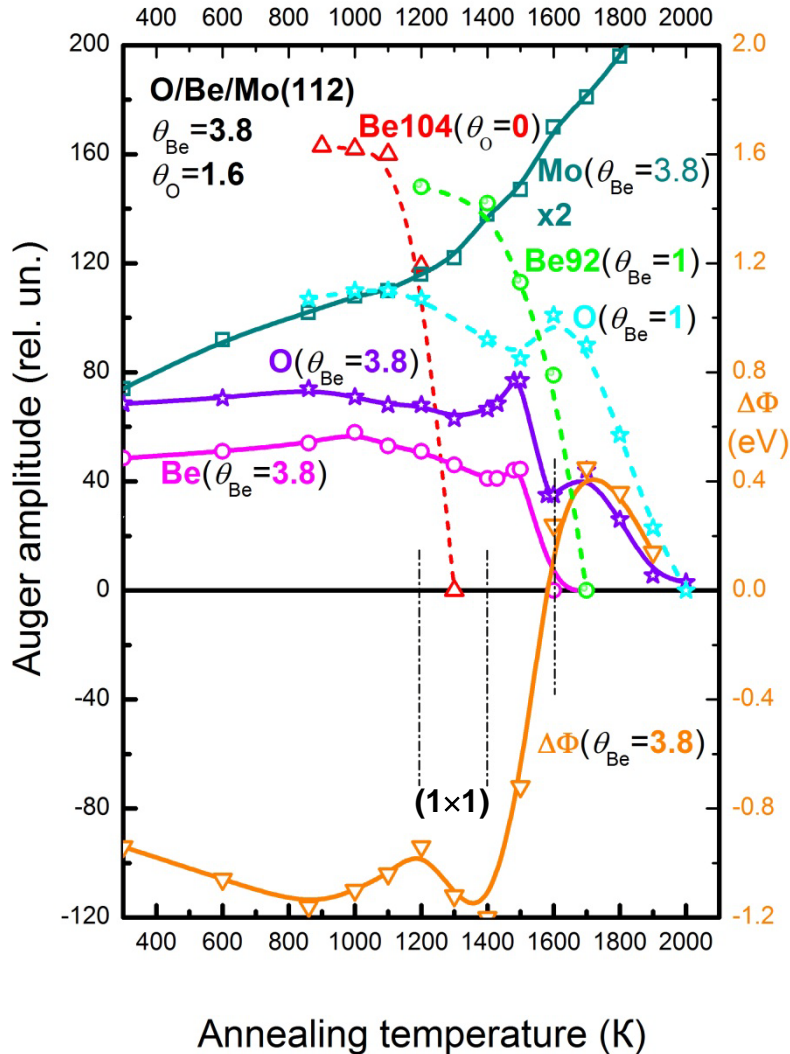
Дякую за увагу

Термічна обробка ($t=10$ с): $\theta_{\text{O}} \sim 1$



- ❖ Активаційний характер синтезу BeO.
- ❖ Послідовна роздільна десорбція по фракціям:
 - Be при 1200 K,
 - BeO при 1600 K,
 - O при 1900 K.
- ❖ Десорбція BeO є 2-актним процесом: розкладання на Be і O компоненти з наступною десорбцією Be і збереженням O.
- ❖ В діапазоні $T=1200\text{--}1400$ K на поверхні Mo(112) залишається монофазна плівка BeO, в якій за даними ДПЕ встановлюється далекий порядок (1x1).
- ❖ Робота виходу практично не змінюється.

Термічна обробка ($t=10$ с): $\theta_O > 1$



- ❖ Грануляція в плівці при $800 \text{ K} < T < 1200 \text{ K}$.
- ❖ 2-сходинковий характер зміни амплітуди оже-піка O. При десорбції BeO ($T=1600 \text{ K}$) на поверхні залишається не весь кисень, а лише у кількості $\theta_O \approx 1$ МШ.