

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПОСТІЙНОГО РОЗРЯДУ НАД ПОВЕРХНЕЮ ВОДИ

М.Т.І. Соскида

Ужгородський національний університет, вул. Волошина, 54, Ужгород, 88000
e-mail: soskida@univ.uzhgorod.ua

Створено стабільний, постійний розряд над поверхнею води. Досліджено випромінювання з катодної плями, що утворюється на поверхні води та прианодної ділянки розряду. В спектральному діапазоні 350-660 нм отримано різні емісійні спектри з цих ділянок.

Методика експерименту

Розроблено спосіб збудження поверхні води безпосередньо в повітрі постійним розрядом потужністю 20 - 30 Вт, схема якого приведена на рис.1. Розряд над поверхнею води запалювався

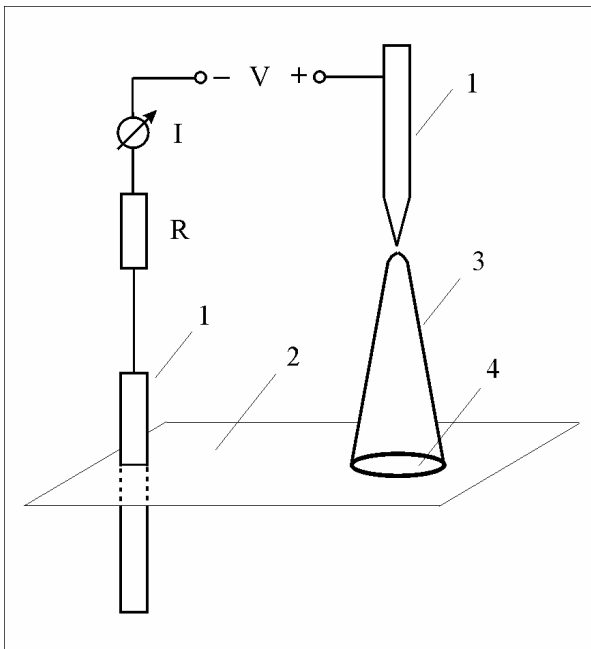


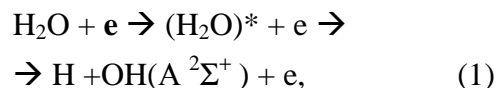
Рис.1. Схема експерименту: 1 – електроди; 2 – поверхня води; 3 – розряд; 4 – катодна пляма на поверхні води; V – постійна напруга; I – амперметр; R – обмежуючий опір.

в основному при напрузі 4500 В. Відстань між анодом 1 та поверхнею води 2 могла змінюватись плавно в межах 0 - 10 мм. Для обмеження струму I до 20 мА використовувався опір R=217 кОм. Спочатку над поверхнею води запалюється імпульсно-періодичний розряд, який через 10 - 20 с переходить в неперервний 3 з появою на поверхні води яскравої катодної плями 4 діаметром 1-2 мм. Форма розряду стає

конусоподібною. Спостерігається поступове зростання струму I, який через 1-2 хв стабілізується біля 15-20 мА в залежності від висоти розряду. Напруга на розрядному проміжку зменшується до 1000 - 2000 В. Висота розряду встановлювалась в межах 5-8 мм. З катодної плями іде інтенсивне випаровування та розпорощення води. Внаслідок цього її рівень 2 в посудині починає опускатись, а струм I зменшуватись. Для стабілізації висоти розряду та струму I, в посудину напускалась із крапельниці вода. Об'єм додаткової води становив $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ см}^3/\text{с}$.

Результати

Випромінювання розряду направлялось в спектрометричну установку, яка описана в [1]. Запис спектру з різних ділянок розряду міг проводитись в діапазоні 200-700 нм. Виявлено, що найбільш інтенсивно випромінює смуга 308,9 нм електронного переходу $X^2\Pi - A^2\Sigma^+$ молекули ОН (див. рис.2). Таким чином в постійному розряді ефективно протікає процес дисоціації води із збудженням її фрагмента ОН по схемі:



де e , e^- – швидкий та повільний електрони, $(\text{H}_2\text{O})^*$ - збуджена молекула води. Інтенсивність смуги 308,9 нм прирівнюється до одиниці. Біля неї менш інтенсивні короткохвильові та довгохвильові смуги ОН приведені на рисунку також із збільшенням. Інтенсивність смуг ОН з катодної плями в 2 рази більша ніж

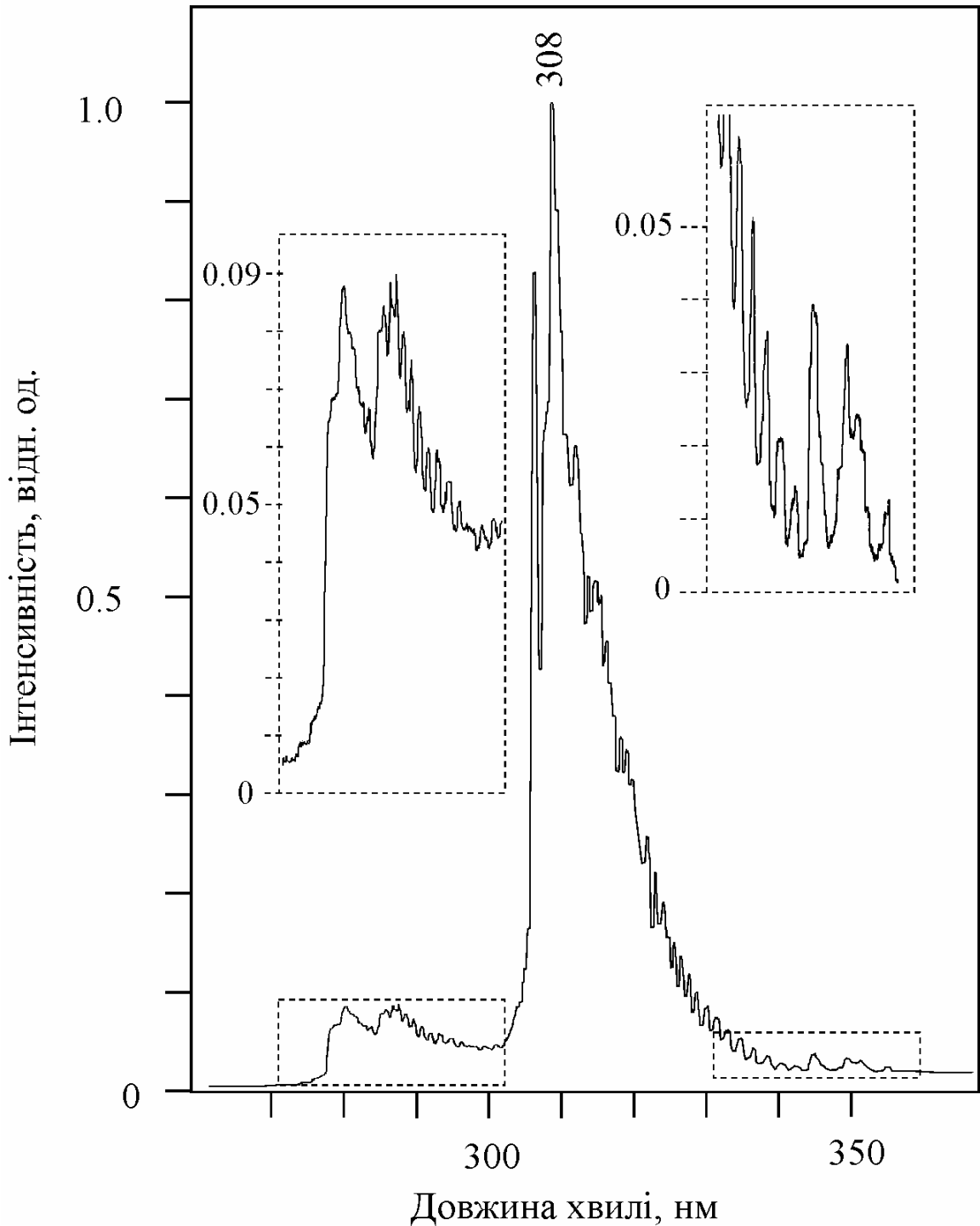


Рис.2. Спектр випромінювання смуг електронного переходу $X^2\Pi - A^2\Sigma^+$ молекули OH з катодної плями.

з прианодної ділянки розряду.

В початковий момент в спектрі постійного розряду реєструються інтенсивні смуги, які належать молекулі азоту. Однак внаслідок розпорошення та випаровування води з катодної плями інтенсивність смуг N_2 поступово зменшується до повно-

го зникнення. На рис.3 приведено ділянку спектра 330-350 нм, на яку приходить випромінювання найбільш інтенсивної смуги 337,1 нм N_2 . Спочатку інтенсивність смуги 337,1 нм більша інтенсивності смуги 308,9 нм OH і її фіолетовий кант перекриває червоний

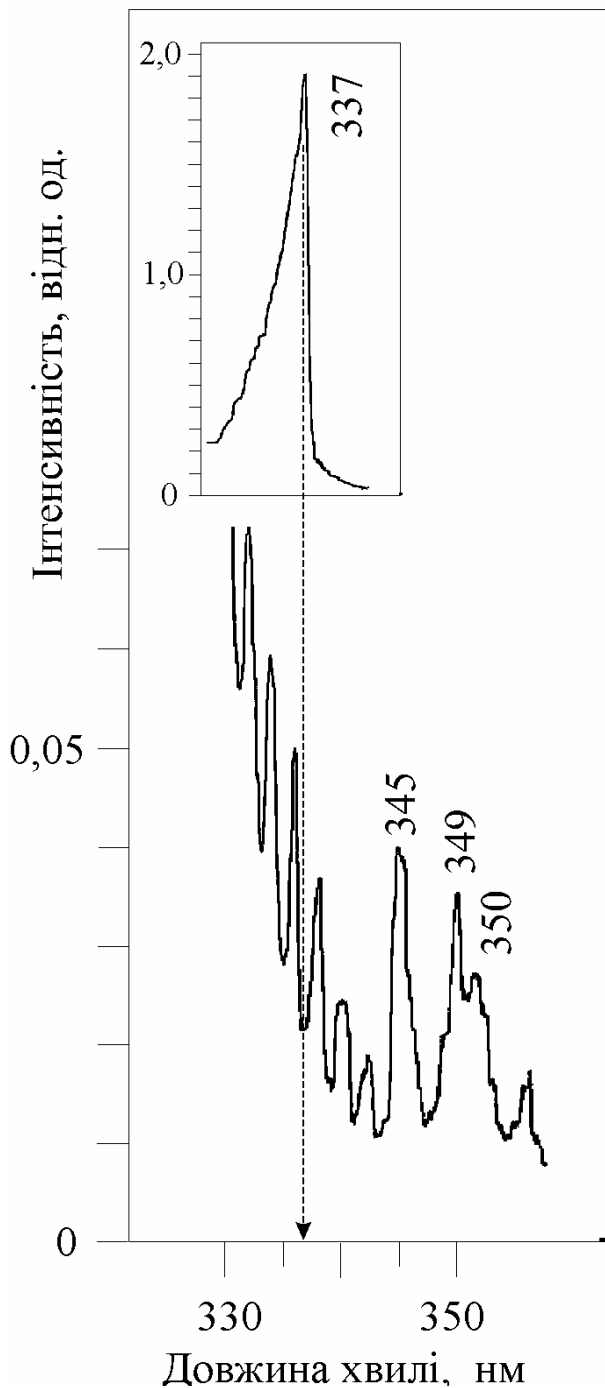
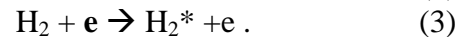


Рис.3. Ділянка спектру, на яку приходить ся випромінювання смуги 337,1 нм N_2 . кант смуги ОН.

На протязі двох хвилин інтенсивність смуги азоту зменшується до нуля і стає можливим записати обертові лінії довгохвильової ділянки смуги ОН. Візуально спостерігається, як фіолетове забарвлення розряду переходить в біле свічення. Тобто при потужності розряду більше 20 Вт, він пацює як помпа і повністю видаває повітря із області роз-

ряду. Дякуючи цьому можливо перейти від імпульсно-періодичного розряду над поверхнею води до неперервного з відсутністю повітря в розряді. Стає можливим при атмосферному тискові отримувати спектри, в яких присутнє випромінювання тільки продуктів дисоціації води, можливих її кластерів та речовин, що розчинені в воді. На рис.4 приведені спектри від 340 до 660 нм двох ділянок постійного розряду над поверхнею води. К - спектр випромінювання катодної плями, тобто поверхні води, А – спектр випромінювання прианодної ділянки розряду. Свічення з катодної плями у всьому діапазоні інтенсивніше. Спільними на обох спектрах є смуги 308, 345, 350 нм ОН, суцільний спектр, та лінії атома водню 656 нм (H_α), 486 нм (H_β). Суцільний спектр належить випромінюванню молекулярного водню H_2 , що утворюється в розряді і збуджується швидкими електронами по схемі:



Відомо [2], що збуджена молекула водню H_2^* може переходити між стійкими електронними станами, а також між стійкими та нестійким триплетним станом $^3\Sigma_u^+$. В першому випадку емісійний спектр дискретний, а в другому – суцільний (континуум). Для дискретного спектра, внаслідок великого значення обертової постійної, в випромінюванні молекули водню відсутня звична для других важчих молекул смугова структура. Спектр H_2 складається з великого числа окремих обертових ліній, які в діапазоні 200 - 700 нм слідуєть згідно довідника [3] з інтервалом біля 0,02 нм і тому реєструються спектрометром суцільно. В результаті суцільний спектр на рис.4 інтерпретується як такий, що складається із континуума та обертових ліній. Емісійний спектр з поверхні води відрізняється від випромінювання прианодної ділянки розряду наявністю вузьких ліній різної інтенсивності над суцільним спектром. На рис.4 ділянку спектру К - від 390 до 445 нм приведено з

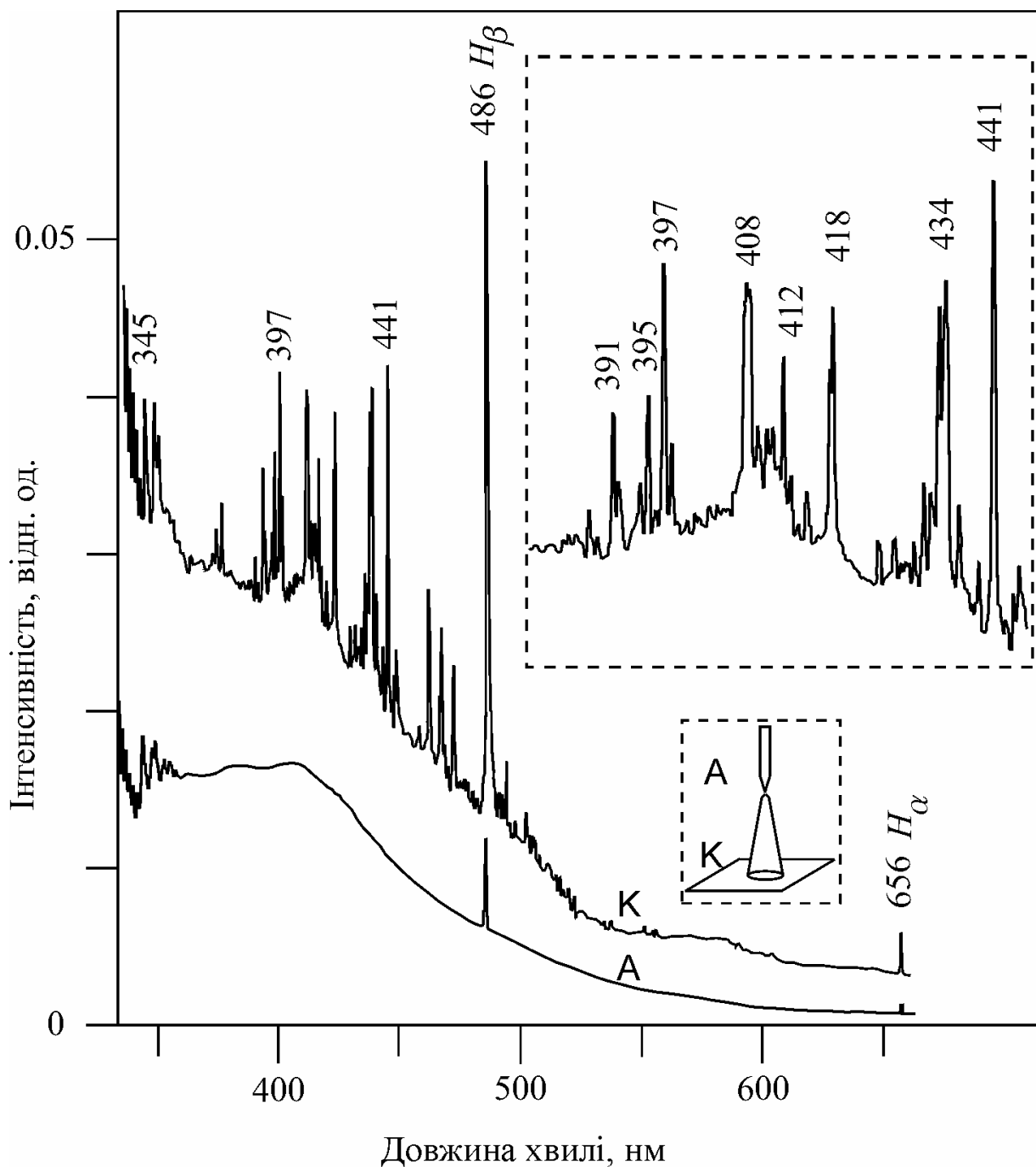
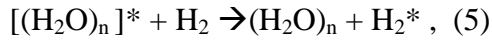
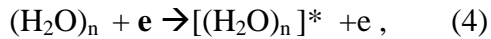


Рис.4. Спектр випромінювання двох ділянок постійного розряду над поверхнею води: К – з катодної плями на поверхні води; А – з прианодної ділянки розряду.

вищою роздільністю, де видно, що лінії мають різну ширину. Наприклад, інтенсивна лінія 441 нм вузька, а ширина лінії 408 нм кратна ширині двох ліній 441 нм. В області 434 нм реєструється одна вузька лінія, можливо H_{γ} , за якою слідує в два рази ширша. Фактично широкі лінії це дві або більше близько розмічених вузьких обертових ліній молекули водню, які не розділяються спектрометром. При зміні полярності розряду, тобто коли поверхня

води стає анодом, ці лінії зникають і спектр з поверхні води та всього розрядного проміжку співпадає з спектром А. Значить, в тому випадку коли поверхня води є катодом, крім її випаровування іде і розповсюдження води на малі кластери, які наближаючись до анода розпадаються та випаровують і тому біля анода спостерігається дисоціативне збудження тільки молекул води. Існування вузьких ліній з катодної плями очевидно пов'язано

з цими кластерами, де їх концентрація максимальна. Лінії над континуумом в спектрі К це окремі обертові лінії молекули водню, які випромінюють при збудженні по можливій схемі:



де $(H_2O)_n$, $[(H_2O)_n]^*$ - незбуджений та збуджений кластер, що складається із n молекул води. Передача енергії від кластера молекулі водню може бути селективною, внаслідок чого появляється тільки невелика кількість обертових ліній над

суцільним спектром. Різні лінії можуть відповідати різним кластерам, як за будовою так і кількістю молекул води. Однак це припущення необхідно підтвердити ще дослідним шляхом.

Характерний спектр обертових ліній з катодної плями стабільний при зміні параметрів: напруги запалювання в межах 3000-5000 В, висоти розряду та струму розряду в межах 10-20 мА. Однак в розрядах над водними розчинами появляються додаткові лінії та смуги розчиненої речовини. Характерний спектр обертових ліній молекули водню теж дещо змінюється.

Література

1. М.Т.І. Соскида., Л.Л. Шимон, Науковий вісник Ужгородського університету, Серія Фізика. **11**, 3 (2002).
2. М.А. Еляшевич, Атомная и молекулярная спектроскопия. (Госиздат, Москва, 1962), с.892.
3. G.H. Dieke, The hydrogen molecule wavelength tables. (Baltimore, USA, 1972), p.616.

STUDY OF THE RADIATION OF THE CONTINUOUS DISCHARGE OVER WATER SURFACE.

M.T.I. Soskida

Uzhhorod National University, 54 Voloshyn Str., Uzhhorod, 88000, Ukraine
e-mail: soskida@univ.uzhgorod.ua

The stable and continuous discharge over water surface was created. The radiation from water cathode spot and anode site of the discharge has been investigated. In the spectral region 350-660 nm the various emissive spectrums from these sites of the discharge were obtained.