

# ФРАГМЕНТАЦІЯ МОЛЕКУЛ ВАЛІНУ ЕЛЕКТРОННИМ УДАРОМ ПІСЛЯ ОПРОМІНЕННЯ

**Ю. А. Бандурин, Л.О.Бандурина**

*Інститут електронної фізики НАН України, Ужгород*

Дослідження фотолюмінесценції опроміненних зразків порошкових амінокислот [1] показали, що найбільші зміни інтенсивностей випромінювання та форми спектрів відбуваються для зразків, опроміненних електронами з енергією 6 MeV і невеликими дозами – 0,2 та 0,5 Гр. Саме ці дози опромінення найчастіше використовуються у практиці проти пухлинної терапії. В цій роботі ми дослідили спектри свічення після електронного удару по молекулах валіну, опроміненого дозою 0,5 Гр.

Результат зіткнення електронів з молекулами валіну реєструвався оптичним методом [2]. Зіткнення відбувалось у паро наповненій комірці, де створювалась необхідна концентрація молекул валіну. Колімований пучок електронів діаметром 2 мм, силою струму ~30 мкА в інтервалі енергій 5-70 eV перетинає паро наповнену комірку та детектується циліндром Фарадея. Реєстрація випромінювання, що аналізується дифракційним монохроматором МДР-2, здійснювалось за допомогою фотоелектронного помножувача. Оптичні спектри в діапазоні довжин хвиль 250-450 нм вимірювались з кроком 0,814 нм, а щілини монохроматора шириною 1 мм забезпечували роздільну здатність  $\Delta\lambda=2$  нм.

На рис.1 показані спектри випромінювання після зіткнення молекул валіну з електронами з енергією 30 eV, а на рис. 2 – з енергією електронів 50 eV. Видно, що в результаті зіткнення електронів з молекулами утворюється ціла низка молекулярних фрагментів у збудженому стані, що призводить до появи емісії молекулярних смуг їх випромінювання. Однозначно інтерпретувати можна лише частину з них. Так, широка смуга поблизу 307-320 нм при збільшенні енергії електронів до 50 eV абсолютно чітко демонструє наявність двох близько розташованих смуг. Більш короткохвильова 307-309 нм однозначно випромінюється радикалом ОН (перехід  $A^2\Sigma^+ - X^2\Pi$ ; між коливальними рівнями 0-0).

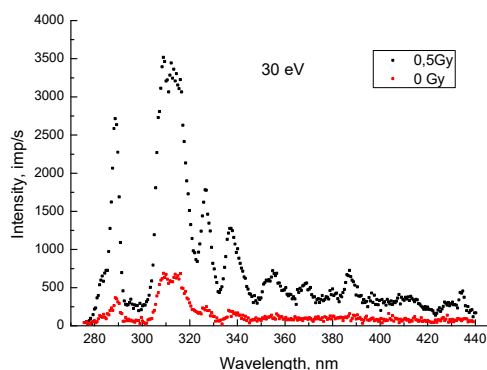


Рис. 1. Спектри випромінювання для E=30 eV.

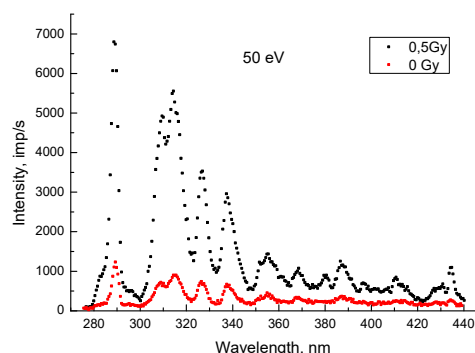


Рис.2. Спектри випромінювання для E=50 eV.

Переходи цієї ж системи з коливальними рівнями 1-1 при  $\lambda=312,5+314,5$  нм та 2-2 при 318,5+321+323 нм не можуть випромінювати більш інтенсивну смугу при 50 eV, тому що заселення цих рівнів набагато нижче, ніж рівнів 0-0. Тому питання ідентифікації довгохвильової частини цієї широкої смуги залишається відкритим. Аналогічна ситуація із смугою при 289 нм – її походження також не встановлено. Що стосується короткохвильового «уступа» при 283 нм біля цієї смуги, то він утворюється завдяки відразу двох компонентів. В цій же системі переходів радикалу ОН  $A^2\Sigma^+ - X^2\Pi$ ; між коливальними рівнями 1-0 випромінюється дві смуги при  $\lambda= 281,2$  та 283 нм. Однак на цю ж довжину хвилі припадає випромінювання молекули СО (третя позитивна група, перехід  $b^3\Sigma^+ - a^3\Pi$  між рівнями 0-0). Утворення збуджених фрагментів ОН\* та СО\* може з високою імовірністю внаслідок фрагментації карбоксильної групи СООН молекули валіну при електронному ударі. Також можна ідентифікувати випромінювання молекули СН (перехід з першого збудженого на основний стан молекули  $A^2\Delta - X^2\Pi$ ; при 431,5 нм).

Загалом спектр випромінювання опроміненого валіну набагато інтенсивніший, внаслідок чого більш вираженими є смуги при 327 та 337 нм. Збільшення інтенсивності молекулярних емісій опроміненого зразку безумовно є наслідком фрагментації молекул валіну після опромінення електронами.

1. Yu.A. Bandurin et al. 2025 Radiation effects & defects in solids. V. 180, № 1-2, pp. 269–278.
2. Yu.A. Bandurin, A.N. Zavilopulo, Sh. Molnar, and O.B. Shpenik, 2022 Eur. Phys. J. D **76** 9-14