

5. Смоланов С.Н. Ликвидация сложных подземных аварий методами вентиляционного воздействия – Днепропетровськ: Наука и образование, 2002.- 270 с.
6. Бодягин М.Н. Рудничная вентиляция – М.: Госгортехиздат, 1960. – 400 с.

УДК 621.315.592

*І.М. Матвійшин, к.ф.-м.н. (Львівський Національний університет ім. Івана Франка),
Л.І. Ярицька, к.ф.-м.н. (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України),
С.Б. Харамбура, к.ф.-м.н. (Національний університет “Львівська політехніка”)*

ФІЗИЧНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ СТАНУ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА

В роботі досліджено вплив газового середовища на величину і знак поперечної фотовольтаїчної напруги в кристалах йодистого кадмію при рентгенівському збудженні. Вказано на можливість використання отриманих результатів для аналізу газового середовища і оцінки атомної ваги адсорбованого газу.

Стан атмосфери довкілля через шкідливі газоподібні викиди в атмосферу в результаті діяльності людини є актуальною екологічною проблемою. Зокрема проблематичною є діагностика виділення газів при процесах горіння або на підприємствах різних галузей, які можуть призвести до вибухонебезпечних обставин чи отруєння атмосфери. Чутливими сенсорами газу, як правило, виступають твердотільні сполуки хімічних елементів (напівпровідники, органічні сполуки і т.д.). Тому в цьому аспекті цікавими є процеси, що відбуваються на межі поділу двох фаз: тверде тіло – газове середовище, а також пошук матеріалів, чутливих до різних газів.

Існують детектори газового середовища, робота яких ґрунтується на явищі фотопровідності, що потребує відповідних стабільних джерел живлення. Однак з часом проходить деградація їх характеристик, зумовлена дифузією металу в приконтактній області [1]. При опроміненні кристалів світлом, що сильно поглинається, виникають фотовольтаїчні ефекти, зумовлені градієнтним розподілом носіїв заряду в зразку, а робота детекторів на основі цього явища не потребує додаткових генераторів напруги. Поперечні фотовольтаїчні ефекти, які виникають в шаруватих кристалах йодистого кадмію в умовах вакууму при оптичному і рентгенівському збудженнях досліджувались в роботах [2,3]. Крім цього, повідомлялось про можливість використання йодистого кадмію як позиційно чутливого елемента детекторів різних типів електромагнітних випромінювань у рентгенівській, ультрафіолетовій та видимій областях спектра [4].

В даній роботі приведено результати дослідження впливу газів метану, кисню, азоту та повітря на поперечну фотовольтаїчну напругу (ПФН) в кристалах йодистого кадмію при рентгенівському збудженні. Ці гази, зокрема, є компонентами генераторного газу [5] і їх вплив на кристали йодистого кадмію дозволяє спрогнозувати дію генераторного газу на детектори, створені на основі цих кристалів.

Для дослідження впливу газового середовища на величину і знак напруги проводилося напускання відповідного газу у вакуумовану камеру. Для цього резервуар з певним сортом газу через напускний клапан з'єднувався з камерою. Після досягнення у вимірній системі вакууму порядку 10^{-4} мм рт. ст. Клапан відкривався і проводилося напускання газу при збільшенні тиску до атмосферного. Попереднє розрідження необхідне для видалення із системи залишкових газів. Після цього відбувалося опромінення системи “кристал-газ” та проводилися вимірювання ПФН. Методика виготовлення зразків з кристалів та підготовка їх до досліджень аналогічна описаній в [4,6]. Нами використовувались 0 – градусні зрізи кристалів, в яких кут між нормаллю до опромінюваної поверхні і кристалографічною віссю C_6 становив 0 градусів. Такі зразки відзначаються простотою виготовлення, оскільки їх

можна легко отримати завдяки сколюванню вздовж шарів спайності. Цей метод дозволяє отримувати чутливі елементи різної товщини.

Вимірювання проводились у вакуумі та в атмосфері різних газів. Експерименти показали, що величина ПФН в зразках з 0-градусним зрізом практично не залежить від товщини зразків (рис. 1, крива 1). Однак при вимірюванні в атмосфері повітря спостерігається зростання величини ПФН зразка з 0-градусним зрізом приблизно в два рази при збільшенні його товщини від 0,5мм до 1,5 мм (рис.1, крива 2).

Опромінення кристалів йодистого кадмію рентгенівськими квантами в умовах атмосфери кисню, метану та на повітрі призводить до виникнення в них ПФН. Генерована рентгенівським випромінюванням ПФН в умовах вакууму лінійно зростає зі збільшенням потужності експозиційної дози рентгенівського випромінювання (рис.2, крива1). Залежність ПФН від потужності експозиційної дози рентгенівського випромінювання в різних атмосферах має деякі особливості (рис.2, криві 2,3,4,5). Реєстрована величина ПФН в даному випадку має протилежне за знаком значення (від'ємне) і при збільшенні потужності експозиційної дози випромінювання $P_e > 200$ Р/хв. виходить на насичення. Якісно криві 2,3,4,5 схожі між собою, але величина напруги в стадії насичення залежить від типу адсорбованого газу і для різних газів відрізняється амплітудним значенням. Залежність величини насичення ПФН від атомної ваги адсорбованого газу представлена на рис.3. Для метану ці значення найменші, а для кисню – найбільші (атомна вага молекули $CH_4 - 16$, $O_2 - 32$). Отже, отримавши значення ПФН, яка виникає при взаємодії будь-якого газу з кристалом, ми маємо можливість з допомогою графіка (рис.3), встановлювати атомну вагу газу.

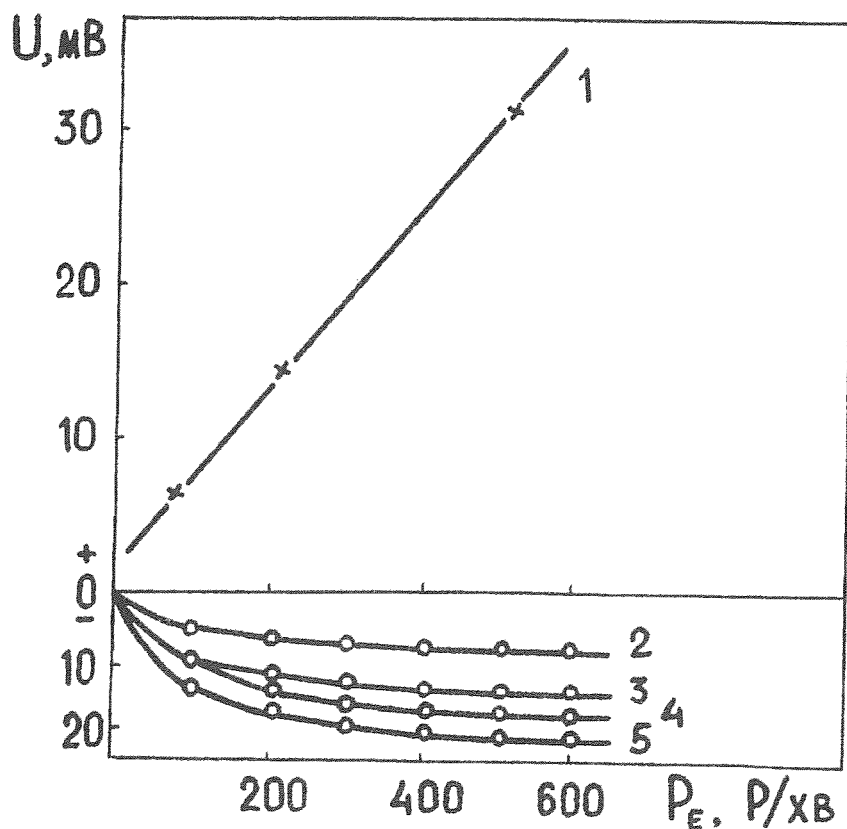


Рис. 2. Залежність ПФН кристала CdI_2 від потужності експозиційної дози рентгенівського випромінювання в різних середовищах: 1-вакуум; 2-метан; 3-азот; 4-повітря; 5-кисень.

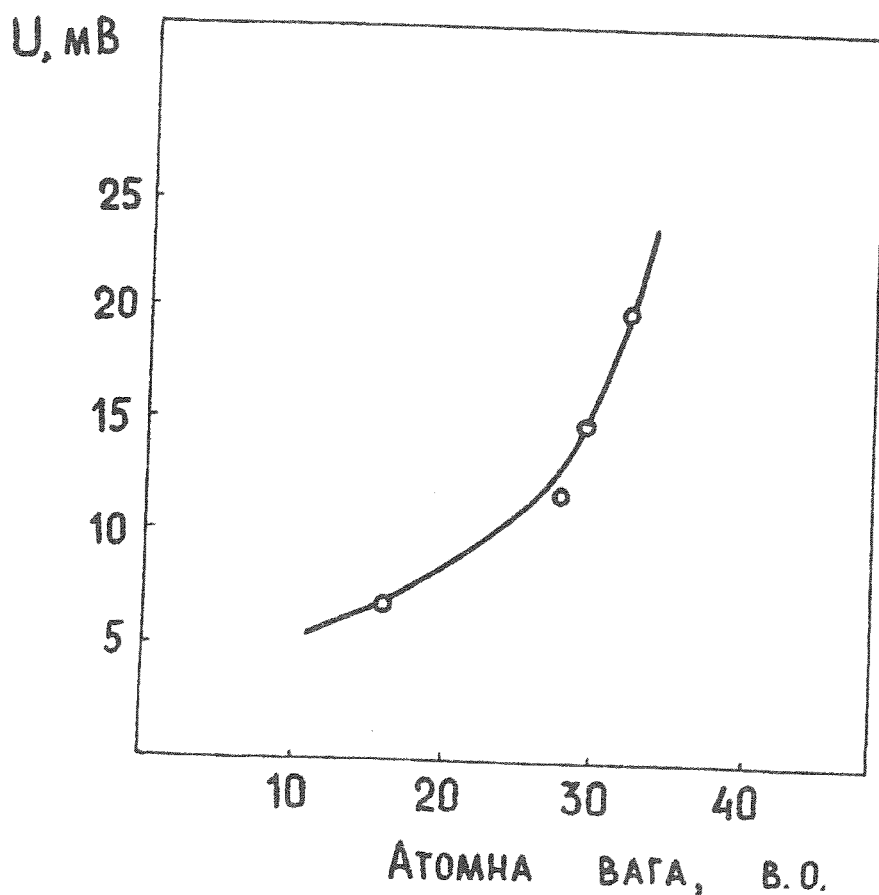


Рис.3. Залежність ПФН кристала CdI_2 від атомної ваги адсорбованого газу. $P_e=400P/xв$

Збудження зразків рентгенівськими квантами в атмосфері різних газів при зростанні температури в діапазоні 295 - 380 К призводить до росту ПФН приблизно за експоненціальним законом. Наступне пониження температури до 295К веде до відновлення вихідного значення ПФН. Попереднє опромінення зразків у вакуумі також не впливає на адсорбційну здатність кристалів йодистого кадмію. Це, очевидно, пов'язано з радіаційною стійкістю вказаної сполуки, в результаті чого не виникають дефекти структури, які могли б змінити сорбційну здатність. Енергія рентгенівського збудження є достатньою для іонізації газового середовища, а в ролі адсорбційних центрів можуть виступати носії заряду, що осіли на дефектах поверхні. Оскільки у вказаних процесах беруть участь носії заряду кристалу, а також має місце температурна активація ПФН, то ці факти вказують на механізм хімічної адсорбції газів.

Ефективність адсорбції значною мірою визначається концентрацією носіїв заряду біля поверхні і поверхневими зарядовими станами. При стаціонарних умовах збудження встановлення адсорбційної рівноваги на поверхні напівпровідника припускає існування двох процесів. З одного боку – це рівноважний обмін між адсорбованими частинками і газовим середовищем, з іншого – обмін носіями заряду між електронно-дірковою системою кристала і рівнем адсорбційного походження. При утворенні на поверхні таких активаторних центрів адсорбованого газу зростає коефіцієнт поглинання і питома поглинута енергія іонізуючого випромінювання, які збільшуються із збільшенням атомної ваги досліджуваного газу. Джерелом іонізуючого випромінювання може бути радіоактивний елемент чи інше джерело іонізуючого випромінювання.

При зменшенні товщини кристалу рентгенівські кванти, що пройшли через зразок, стимулюють протікання адсорбції на протилежній поверхні зразка (проникна здатність

рентгенівського випромінювання в даних кристалах $\approx 0,5\text{мм}$). Це призводить до виникнення додаткового електричного поля, яке спрямоване протилежно до поля, зумовленого адсорбцією газів на опромінюваній поверхні зразка. Конкуруюча взаємодія цих процесів призводить до зменшення величини ПФН, що вказує на деяку оптимальну товщину зразків для досягнення максимального ефекту.

Отже, вказані ефекти, що відбуваються в кристалах йодистого кадмію в атмосфері газового середовища, можуть бути використані для попередження витікання газів (метану, кисню) із систем чи балонів, які призводять до пожежонебезпечної, вибухонебезпечної ситуації. Завдяки радіаційній стійкості йодистого кадмію робота сенсорів на основі йодистого кадмію є стабільною і довготривалою, а значення ПФН добре відтворюваними. Таким чином, з представлених результатів видно, що газове середовище суттєво впливає на величину і знак генерованої рентгенівським випромінюванням ПФН в кристалах йодистого кадмію. Чутливість ПФН до атомної ваги адсорбованого газу дає можливість контролювати зміну газового середовища в умовах підвищеної радіації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кушнір О.Б. Фотопровідність активованих монокристалів бромистого кадмію// УФЖ. – 1976. – Т.21, №9. – С.1520 – 1523.
2. Ярицька Л.І., Кітик І.В., Глосковський А.В. Схема енергетичних рівнів та дифузія носіїв зарядів в кристалічній системі $\text{CdI}_2\text{-PbI}_2$ // Вісник Львів. Ун-ту. Сер. фіз.-1998.-Вип .30.- С.81-84.
3. Бондар В.Д., Лискович А.Б., Матвишин І.М., Харамбура С.Б. Поперечные фотоэффекты в слоистых кристаллах CdI_2 при оптическом и рентгеновском возбуждениях// Изв. АН СССР. Неорг. материалы. – 1990. – 26, № 3. – с.660-661.
4. Ярицька Л.І., Матвишин І.М., Новосад С.С. Координатна чутливість фотовольтаїчного детектора на основі CdI_2 . // Пожежна безпека. Зб. наук. пр. – Львів: ЛІПБ. - 2003.- № 3. - С. 22-25.
5. Луценко Ю.В., Шульга І.В., Олейник В.В., Дервянко І.Г. Оценка изменения качественного состава и пожарной опасности генераторных газов в зависимости от технологических факторов // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. трудов. – Харьков: ХІПБ. – 1998. – Вып. 4. – С. 129 – 132.
6. Широкозонные слоистые кристаллы и их физические свойства // Под ред. Лысковича А.Б.- Львов: Вища школа – 1992. – 148с.

УДК 614.841

О.М. Щербина к.фарм.н., доцент, В.М. Баланюк (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)

АНАЛІЗ ХЛОРОПОХІДНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Наведено методики ідентифікації дихлоретану, які дають можливість відрізнити його від чотирихлористого вуглецю і хлороформу.

Усі вуглеводні здатні до реакцій горіння. Горіння залежить від об'єму кисню, який потрібен для проходження цього процесу. При повному згорянні вуглеводнів утворюється вуглекислий газ і вода. При нестачі кисню замість вуглекислого газу може утворюватись чадний газ (СО). Оскільки сполуки з багатим вмістом Карбону при горінні в повітрі згоряють не повністю, утворюється сажа (кіптяве полум'я). Якщо вуглеводні є газоподібними сполуками, то може утворюватись вуглеводнево-повітряна суміш, яка здатна до вибуху.