

УДК 543.429.3+665.6+665.7+519.257

## АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ НУКЛІДНИХ СПЕКТРІВ У ЗАДАЧАХ ПРИКЛАДНОЇ ЯДЕРНОЇ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРІЇ НАФТОПРОДУКТІВ

<sup>1</sup>Поп О.М., <sup>1</sup>Стець М.В., <sup>2</sup>Березовський І.Л.,  
<sup>3</sup>Бузаш В.М., <sup>3</sup>Бенца О.І.

<sup>1</sup>Інститут електронної фізики НАН України, 88017, м. Ужгород, вул. Університетська, 21, [oksana\\_por@i.ua](mailto:oksana_por@i.ua).

<sup>2</sup>Інститут геології та геохімії горючих копалин НАН України, 79003, м. Львів, вул. Наукова, 3А.

<sup>3</sup>Ужгородський національний університет, 88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46.

### Вступ

Сучасний рівень цивілізації і технології був би немислимий без тієї дешевої і рясної енергії, що дає нам нафта. Нафта — найважливіше джерело рідкого палива, мастил, сировина для синтетичних матеріалів, служить сировиною для нафтохімічної промисловості, що робить пластмаси, синтетичні волокна і безліч інших органічних сполук. Нафта займає провідне місце в світовому паливно-енергетичному господарстві. Нафтова і нафтопереробна галузь перспективно розвиваються. Однак їх ріст все більше породжує проблеми, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища. Отже, дослідивши нафту та нафтопродукти можна говорити про стан довкілля на території області [1, 3].

Автотранспорт та його вплив на стан довкілля і здоров'я населення в Україні залишається основним джерелом забруднення атмосферного повітря та порушення екологічної рівноваги.

Сьогодні чисельність автомобілів у світі перевищує 600 млн. одиниць, із яких 80% припадає на легкові, 15 – 17% – вантажні автомобілі та автобуси. Щороку в двигунах автомобілів спалюється близько 3 млрд. т нафтового палива. Враховуючи те, що коефіцієнт корисної дії двигуна не перевищує 25%, решта палива спричиняє

забруднення повітря та прилеглих до автошляхів ґрунтового і рослинного покриву [2].

Закарпатський регіон традиційно вважався рекреаційною зоною, екологічний стан якої не викликав занепокоєнь. Сьогодні динаміка стану забруднення атмосферного повітря та показників захворюваності населення є тривожною. Столиця Закарпаття місто Ужгород входить до групи українських міст із найбільш небезпечним вмістом забруднюючих речовин у повітрі. Винний у цьому автотранспорт [3].

Величезні об'єми нафти поступають в довкілля, що не може не впливати на його стан. З вищесказаного витікає необхідність визначення вмістів радіоактивних нуклідів в нафті та нафтопродуктах для оцінки їх впливу на довкілля кожного регіону. Для Закарпаття, як рекреаційної зони України та транзитної області це є вкрай актуальним [3].

В результаті переробки нафти отримують нафтопродукти, зокрема:

1. світлі: (бензин (шляхом прямої перегонки нафти при  $t = 200^{\circ}\text{C}$ ), дизельне паливо (виділяють при  $t = 200^{\circ}\text{C}$ )).

2. темні (мазут (масляний залишок нафти після відбирання з неї світлих дистилатів при  $t = 350^{\circ}\text{C}$ )).

Для дослідження зразків нафти були вибрані ізотопи ряду Th232 (Ac228, Bi212,

Tl208), ряду U238 (Ra226, Pb214, Bi214) та природний радіонуклід K40. Співвідношення між активностями  $A_n$  РАН вказаних рядів можуть суттєво коливатися від зразка до зразка. Це, в свою чергу, свідчить, що в рядах відбулось порушення радіоактивної рівноваги (РАР).

Отже, наша мета: оцінити порушення радіоактивної рівноваги, яка відбувається в результаті переробки нафти у різних процесах на основі аналізу нуклідних спектрів (НС) [3].

### Експериментальна частина

Прикладна ядерна гамма-спектрометрія (ПЯГС) зразків нафти та нафтопродуктів виконувалась на гамма-спектрометричному комплексі у Відділі фотоядерних процесів ІЕФ НАН України одночасно із дослідженнями, пов'язаними з необхідністю покращення роботи цього комплексу, в першу чергу, з пониженням та стабілізацією рівнів гамма-фону. Позаяк нафта, як об'єкт дослідження, має свої особливості, методика її гамма-спектрометрії повинна бути певним чином адаптована.

Внаслідок програмної обробки АГС аналізатором SBS-40 отримуються потрібні експериментальні значення інтенсивностей  $I$  ліній ГАН.

Робочим виразом для розрахунків питомої активності  $A_n$  в зразках з використанням лінії ГАН є вираз:

$$A_n = \frac{I}{n \cdot K \cdot T_B},$$

де:  $I = \Delta S / T_{Cж}$  – інтенсивність лінії ГАН;  
 $n$  – квантовий вихід цієї лінії;  $\Delta S$  – площа фотопіка лінії;  $T_{Cж}$  – живий час виміру.  $T_B$  – метрологічний коефіцієнт для цієї лінії та цієї маси  $K$  зразка.

Результати ПЯГС зразків приведено у вигляді нуклідних спектрів зразка (НСЗ) та нуклідних спектрів типу зразка (НСТ).

На рис. 1-3 наведено НСЗ Ac228, Bi214 та K40. Як видно з рисунків вміст ізотопів змінюється від зразка до зразка, що свідчить про відмінність зразків між собою.

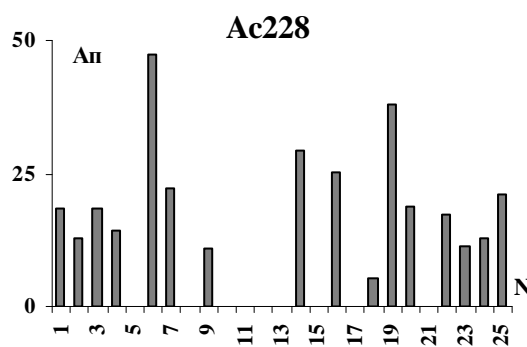


Рис.1. НСЗ Ac228.  $A_n$ , Бк/кг.

$N$  – номери зразків.

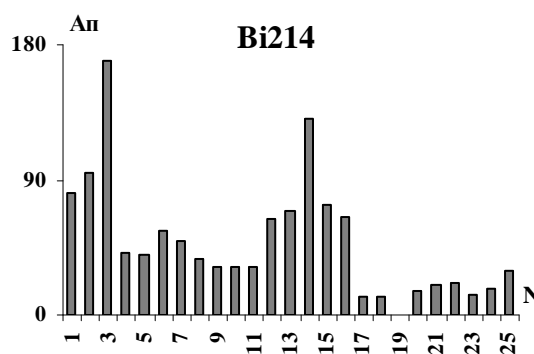


Рис.2. НСЗ Bi214.  $A_n$ , Бк/кг.

$N$  – номери зразків.

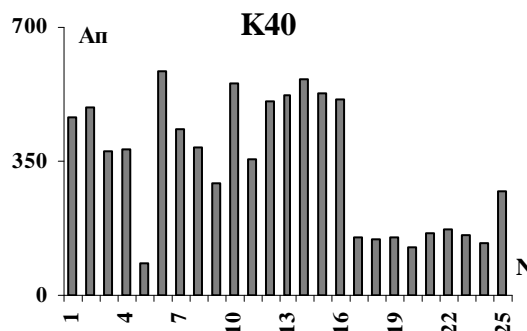


Рис.3. НСЗ K40.  $A_n$ , Бк/кг.

$N$  – номери зразків.

На рис. 4-6 наведено НСТ нафти.

Як видно з рис.4 – НСТ нафта №2 – у ряді Th232 не порушена радіоактивна рівновага, а у ряді U238 порушена.

У зразку нафти №10 (рис.5) РАР як і у ряді Th232, так і у ряді U238 порушена не в значній мірі. Це ж саме спостерігається і у зразку нафти №16 (рис.6). Отже, дані зразки нафти з різних родовищ.

На рис. 7-11 наведено НСТ нафтопродуктів.

У світлих нафтопродуктах (бензин А95, важкий бензин та дизельне паливо (рис.7-9)) РАР порушена, однак, у кожного зразка порізно, що свідчить про відмінність процесів отримання даних нафтопродуктів. Те ж саме спостерігається у темних нафтопродуктах: смола, мазут (рис.10, рис.11).

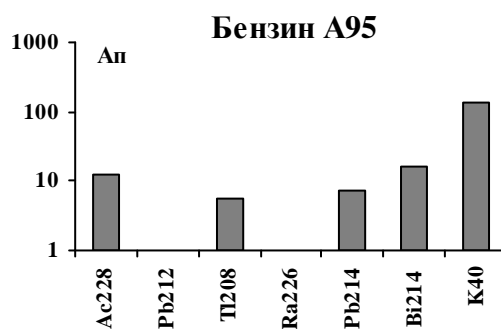


Рис.7. НСТ зразка «бензин А95». *Ап*, Бк/кг

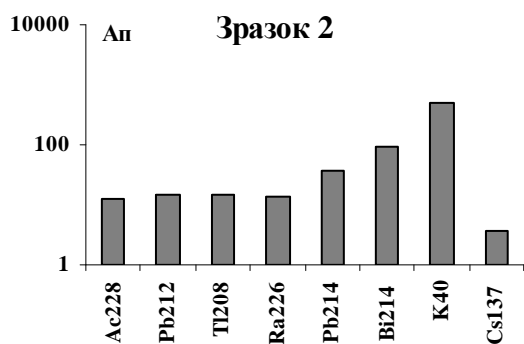


Рис.4. НСТ зразка «нафта №2». *Ап*, Бк/кг

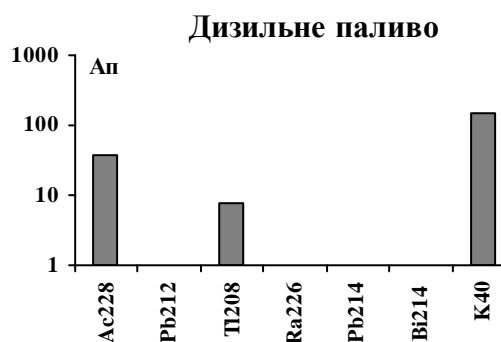


Рис.8. НСТ зразка «дизельне паливо». *Ап*, Бк/кг

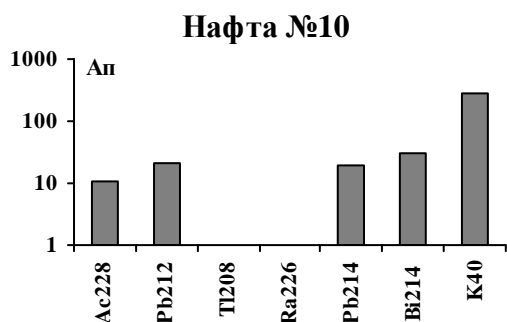


Рис.5. НСТ зразка «нафта №10». *Ап*, Бк/кг



Рис.9. НСТ зразка «важкий бензин». *Ап*, Бк/кг

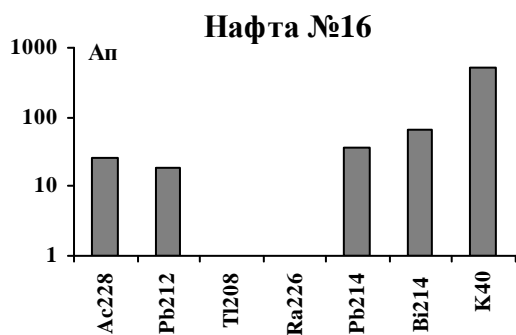


Рис.6. НСТ зразка «нафта №16». *Ап*, Бк/кг

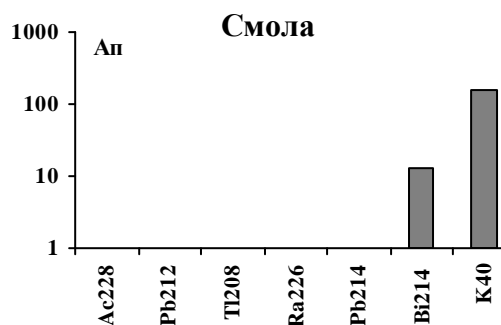


Рис.10. НСТ зразка «смола». *Ап*, Бк/кг

## Література

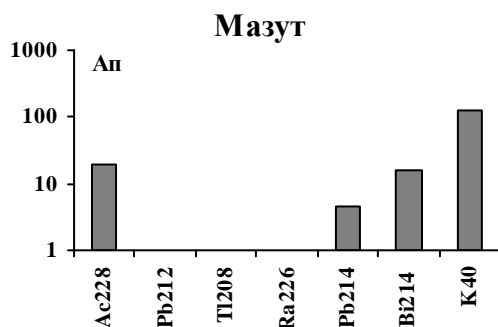


Рис.11. НСТ зразка «мазут». Ап, Бк/кг

## Висновки

З наведених НСЗ та НСТ наглядно видно порушення радіоактивної рівноваги:

- в нафті, що свідчить про відмінність самих зразків;

- у нафтопродуктах, що свідчить про відмінність процесів отримання даних зразків.

Порушення радіоактивної рівноваги відбувається у всіх процесах переробки нафти і із рядів гамма-активні нукліди (ГАН) пересуваються у важку фракцію. Кожен ГАН переходить по-різному в залежності від його хімічних властивостей.

1. Химия нефти. – Ленинград: "Химия", 1984 г. – 359 с.

2. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1991 г. – 424 с.

3. Стець М.В., Матьовка О.М., Маслюк В.Т., Бенца О.І., Бузаш В.М., Березовський І.Л. Прикладная ядерная гамма-спектрометрия естественной гамма-активности образцов нефтей и нефтепродуктов в оценке их влияния на состояние окружающей среды города // Тезисы докладов VII конференция по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям, 21-25 февраля 2011 г. – Харьков, 2010. – С. 39.

4. Матьовка О.М., Стець М.В., Маслюк В.Т. Модельні нуклідні спектри рядів Th232, U235 та U238 // Науковий Вісник Ужгородського університету. Сер. Фізика. – Вип.27. – 2010. – С. 39-44.

## ANALYSIS OF NUCLIDE EXPERIMENTAL SPECTRA IN PROBLEMS OF APPLIED NUCLEAR GAMMA-SPECTROMETRY OF OIL

**Stets M.V., Pop O.M., Berezovskyj I.L., Buzash V.M., Benza O.I.**

A violation of the radioactive equilibrium are considered by analyzing the nuclide spectra of samples and nuclide spectra of sample type in Th232 series and U238 series, based on experimental data of the applied nuclear gamma spectrometry of the natural gamma activity of oil samples and oil products.