

### **Висновки**

1. На основі багаторічних спостережень підтверджено існування індукційного періоду у запізненні відгуку параметру вмісту органічних речовин при зміні відбору води.

2. Запропоновано прості рівняння для узагальнення даних вмісту органічних речовин при зміні відбору води з свердловин Трускавецького родовища.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Івасівка С.В. Трускавецькій гідрогеологічній режимно-експлуатаційній станції 50-років. – Природні лікувальні ресурси: склад та властивості, механізми дії, питання охорони, розробки та раціонального використання // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 50-річчю Трускавецької ГГРЕС та ГП “Укргеокаптажмінвод” (18-21 травня 1999 р.).- Трускавець.- 1999.- С.79-80.

2. Бубняк А.Б., Пінковська Г.В. Залежність вмісту органічних речовин у воді “Нафтуся” від інтенсивності її видобутку.- Природні лікувальні ресурси: склад та властивості, механізми дії, питання охорони, розробки та раціонального використання // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 50-річчю Трускавецької ГГРЕС та ГП “Укргеокаптажмінвод” (18-21 травня 1999 р.).- Трускавець.- 1999.- С.77-79.

3. Івасівка С.В., Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Полюжин І.П. Показники вмісту органічних речовин у питних водах та їх узгодження з нормативною базою // Ресурси природних вод Карпатського регіону: Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції.- Львів, 15-16 травня 2003 р. – Зб. наук. статей.- Львів, ЛьЦНТЕІ, 2004.- С.193-196.

4. Минов Н.А., Пасека И.Н. Трускавецкие минеральные воды. – Москва: “Недра”, 1975.- 320 с.

5. Бабинец А.Е., Шестопалов В.М., Моисеева Н.П. и др. Лечебные минеральные воды типа «Нафтуся». – Киев: “Наукова думка”, 1986.- 192 с.

Філія ЗАТ ЛОЗ “Трускавецькурорт” “Гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція”, м.Трускавець, відділ експериментальної бальнеології Інституту фізіології ім.О.О.Богомольця НАН України

**БУБНЯК А.Б., ДАЦЬКО О.Р., ПОЛЮЖИН І.П., ІВАСІВКА С.В.**

### **ГАМА- ТА БЕТА- ЕНЕРГЕТИЧНА СЦИНТИЛЯЦІЙНА СПЕКТРОСКОПІЯ ПРИ РАДІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ТРУСКАВЕЦЬКОГО РОДОВИЩА**

В даний час розвиток апаратурної бази радіометрії, зокрема енергетичної сцинтиляційної спектроскопії, а також вимоги нормативних документів спричинили потребу в подальших дослідженнях радіологічного стану природних вод [1]. В даній роботі представлено деякі результати радіологічних досліджень мінеральних вод Трускавецького родовища.

Перші дослідження ізотопного складу джерела “Нафтуся” №1 були здійснені в ще 1957 році, про що згадується в монографії [2] (с.97). В результаті дослідження вмісту дейтерію флотажними методами (Гринберг, Петриковская, 1965, [3]), мас-спектрометрично (Поляков, 1974,[4]) та радій-радоновим методом (Гузенко В.В., Моисеева Н.П., 1975) [2] було показано, що мінеральні води курорту Трускавець мають ізотопний склад водню, який практично не відрізняється від вод інших мінеральних джерел [5] (с.66-68). Ці дані вказували на поверхневе походження і на відсутність впливу навколо-нафтових вод місцевих родовищ на формування мінеральної води “Нафтуся”. Поповнення ресурсів мінеральної води “Нафтуся” Трускавецького родовища відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів [5] с.16-20, що підтверджено даними ізотопного складу води. В роботах ([5] с.29-30 та [6] с.104-112) узагальнено за відповідні періоди 1978 р. та 1986 р. стан досліджень вмісту радіоізотопів уранового ряду в мінеральних водах типу “Нафтуся” з Трускавецького, Східницького та Збручанського родовищ. Концентрації радону, радію-226 та урану були визначені в роботі [7]. Для Трускавецького родовища питома активність радону знаходиться в діапазоні від 8 до 25 Бк/м<sup>3</sup>, а радію-226 – від від 1,5 до 12 Бк/м<sup>3</sup>. Для визначення радіоізотопів уранового ряду в роботі [7] застосовували методи концентрування для радію співосадженням з гідроксидом заліза з об'єму проби 4-5 л, а уран сорбували на активованому вугіллі з об'єму проби 45-60 л. Радіометричні вимірювання концентратів проводили

за альфа-випромінюванням для радію, а також енергетичними альфа-спектрами для урану. Додатково для визначення урану в роботі [7] використовували люмінісцентний метод.

В недавніх наших роботах [8,9] розглянуто проблему особливостей нормування загальної бета-активності питних і мінеральних вод та показано [9,10] залежність між вмістом калію та бета-активністю мінеральних та природних вод. В даній роботі, виконаній у співпраці з НВП “Атом-Комплекс Прилад” (м.Київ), представлено результати радіологічних досліджень мінеральних вод Трускавецького родовища [11] методами гама- та бета- енергетичної сцинтиляційна та напівпровідникової спектрометрії.

**Мета роботи.** В представленій роботі радіологічні вивчення вод з свердловин проводили для паспортизації та виявлення впливу вищезгаданих Стебницького полімінерального родовища на формування мінеральних вод курорту Трускавець.

**Об’єкти дослідження.** Для дослідження було вибрано зразки вод з 14 свердловин, з яких п’ять - Нафтуса (1-НО, 8-НО, 17-НО, 21-Н, 22-Д), чотири – прісні, або слабомінералізовані (16-РК, 9-Б, 5-К, 61-РГД), а решта п’ять – розсоли (2-РГД, 38-РГД, 43-РГ, 5 РГД, 28-РГД). Вказані свердловини знаходяться на ділянках Нафтуса, Юзя, Воротище, Липки.

**Підготовка проб.** Для підготовки проб води використовували метод концентрування шляхом випаровування до мінералізації маточного розчину біля 30 г/л. Після концентрування отримували 160-200 см<sup>3</sup> маточного розчину, густину якого вимірювали ареометром. Проби води мінералізацією більше 30 г/л (38-РГД, 43-РГ, 5-РГД, 28-РГД) вимірювалися безпосередньо без концентрування. Коефіцієнт концентрування, об’єм та густина для кожної з вод враховувався програмою обробки радіометричної інформації при розрахунку питомої активності зразку.

#### **МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ ТА АППАРАТУРА**

Підготовлені зразки проб води вимірювалися на гама-спектрометрі з напівпровідниковим детектором ДГДК-140, роздільна здатність 3.5 кеВ, АЦП “SELENA”, МДА по <sup>137</sup>Cs 2 Бк/кг за 7200 с., геометрія дента та на бета-спектрометрі СЕБ-01(150) з роздільною здатністю 15%, площинна геометрія 160, діапазон енергій - 0,2-3,5 МеВ, інтегральна нелінійність - 0,8%. Математична обробкою спектра енергій бета-випромінювання проводилася за методом енергетичних інтервалів з допомогою комп’ютерної програми AkWin (версія 3.0). Крім того, для проб з високою мінералізацією проводилися вимірювання на сцинтиляційному гама-спектрометрі СЕГ-001 (“АКП-С”) в діапазоні енергій 200-3000 кеВ з геометрією проб “Марінеллі 1 л”.

Визначення калію проводили атомно-емісійною спектроскопією (АЕС) на спектрофотометрі марки С-115-М1 (“SELM1”, м.Суми, Україна) з ацетиленовим полум’ям, як джерелом збудження, при довжині хвилі монохроматора – 766,7 нм. Для врахування фонового випромінювання натрію, як основного інтерферуючого компонента використовували метод добавок, керуючись рекомендаціями ГОСТ 23268.7-78 для полум’яно-фотометричного визначення калію.

#### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Радій-226 є присутнім у всіх водах з малою мінералізацією (1-НО,8-НО,17-НО,21-Н,22-Д,16-РК,9-Б), крім свердловин 5-К та 61-РГД, що ймовірно свідчить про їх спільне походження. Радій-226 не виявлено у розсолах, за винятком свердловини 38-РГД, де його питома радіоактивність складає 4 Бк/л. Питома активність Радію-226 в водах свердловин 1-НО,8-НО,17-НО,21-Н,22-Д,16-РК,9-Б знаходиться в діапазоні від 1 до 2,5 Бк/л і представлена на діаграмі рис.1. В досліджених зразках мінеральних вод урану не виявлено при мінімальній детектованій активності для урану-238 рівній 2 Бк/л. Так само не виявлено цезію-137 і стронцію-90, які, як відомо, є наслідком аварії на Чорнобильській АЕС. Торій-232 з питомою активністю 5 Бк/л виявлено тільки в зразку води з свердловини 38 РГД. Крім цих радіонуклідів в представлених зразках виявлено калій-40.

Згідно ДСТУ 878-93 [12], ГСТУ 42.10-02-96 [13] та ДР-97 [14] в мінеральних водах регламентується питома активність (Бк/л) наступних радіонуклідів: урану – 23,8 Бк/л; радію – 18,5 Бк/л; цезію-137 – 2 Бк/л; стронцію-90 – 2 Бк/л

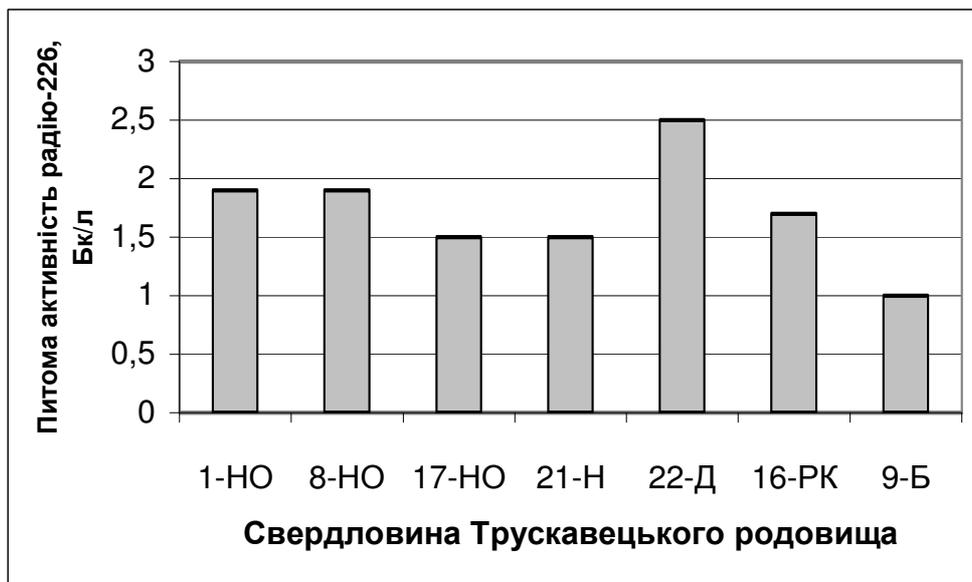


Рис.1. Питома активність від радію-226 для деяких мінеральних вод Трускавецького родовища.

У всіх водах з мінералізацією більшою ніж 1 г/л присутній калій-40. Встановлено, що існує лінійна залежність (рис.2) між питомою бета-активністю калію-40 та мінералізацією досліджених розсолів Трускавецького родовища. Ймовірно, що ці розсоли мають спільне геологічне походження з пластів Стебницького полімінерального родовища.

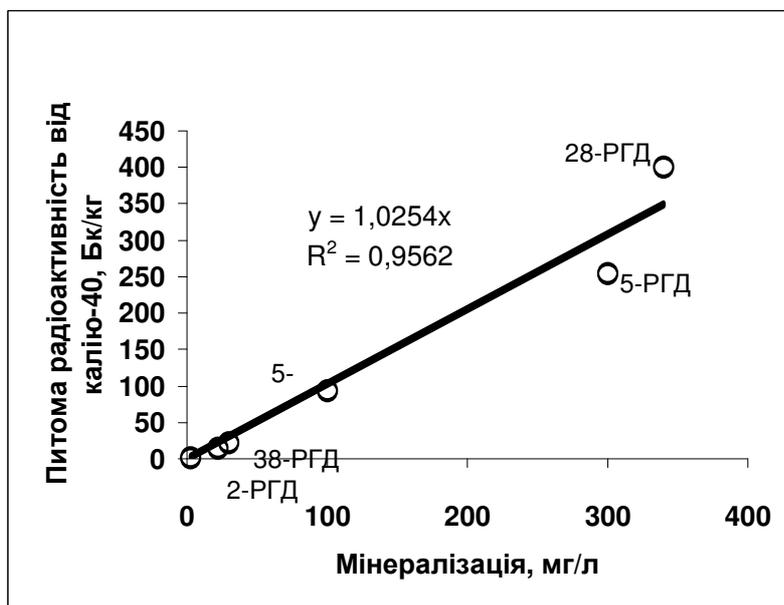


Рис.2. Залежність між питомою бета-активністю та мінералізацією досліджених розсолів Трускавецького родовища.

Бета-активність калію-40 залежить лінійно від концентрації калію (метод АЕС) і в розсолах досягає 400 Бк/л. Вміст калію в мінеральних водах не регламентується, однак для питних вод у новому СанПіН-96 [15] вводяться обмеження на загальну питому бета-активність, яка не повинна бути вищою 1 Бк/л, тому необхідно нормувати активність калію-40 в мінеральних водах.

### **ВИСНОВКИ**

1. За радіологічними показниками досліджені мінеральні води Трускавецького родовища відповідають діючим НТД.

2. Радій-226 присутній в прісних водах Трускавецького родовища, в тому числі у воді «Нафтуса», а розсоли містять калій-40. Очевидно ці води мають різні умови формування.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Рудык А.Ф., Шевченко А.И. О проблемах радиационного контроля природных вод Украины и его приборном обеспечении.- Информационні матеріали розроблені НВП "АтомКомплексПрилад". - Київ, 1998.- С.3-7.

2. Маринов Н.А., Пасека И.Н. Трускавецкие минеральные воды. – Москва: "Недра".- 1978.- 296 с.

3. Гринберг И.В., Петриковская М.Е. Исследование изотопного состава органического вещества горючих ископаемых.- Киев: "Наукова думка".- 1965. – 148 с.

4. Поляков В.А., Селецкий Ю.Б., Якубовский А.В., Исаев Н.В. Дейтерий в водах типа «Нафтуса». – В кн. Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования изотопными методами.- Москва.- 1974.- С.8-87.

5. Состав и свойства минеральной воды «Нафтуса» - Под общей редакцией доктора биологических наук Есипенко Б.Е. (Институт физиологии им.А.А.Богомольца)- Киев: "Наукова думка".- 1978. – 157 с.

6. Бабинец А.Е., Шестопапов В.М., Моисеева Н.П. и др. Лечебные минеральные воды типа «Нафтуса». (Институт геологических наук АН УССР - Под общей редакцией Бабинец А.Е. и Шестопапов В.М.)– Киев: "Наукова думка".- 1986.- 192 с.

7. Гудзенко В.В., Моисеева Н.П. Радиоизотопы уранового ряда в подземных водах типа «Нафтуса». – В кн. Радиоизотопные методы исследований в гидрогеологии. – Киев.- 1975.- С.40-46.

8. Івасівка С.В., Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Полюжин І.П. Особливості нормування загальної бета-активності природних вод.- Ресурси природних вод Карпатського регіону: Матеріали 3-ої міжнародної науково-практичної конференції.- Львів, 15-16 червня 2004 р. – Збірник наукових статей.- Львів, ЛьВЦНТЕІ, 2004.- 247 с. - С.181-185.

9. Івасівка С.В., Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Полюжин І.П. - Загальна бета-активність питних і мінеральних вод, її нормування та вміст калію. - С.269-270

10. Матеріали науково-практичних конференцій II (2-го) Міжнародного Водного Форуму "АКВА Україна-2004".-21-23 вересня 2004 року.- Київ: "СПД КолядаО.П.". - 2004. - 320 с.

11. Івасівка С.В., Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Полюжин І.П. Вміст калію та бета-активність мінеральних вод // Медична гідрологія та реабілітація.- 2004.- 2, № 1.- С.65-72.

12. Івасівка С.В., Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Полюжин І.П. Радіологічні дослідження мінеральних вод Трускавецького родовища // Медична гідрологія та реабілітація.- 2004.- 2, № 3.- С.34-38.

13. ДСТУ 878-93 "Води мінеральні питні". Технічні умови.

14. ГСТУ 42.10-02-96 "Води мінеральні лікувальні" Технічні умови.

15. ДР-97. Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді. Київ - 1997. - 10 с.

16. СанПіН № 383-96

Філія ЗАТ ЛОЗ "Трускавецькурорт" "Гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція", м.Трускавець, відділ експериментальної бальнеології Інституту фізіології ім.О.О.Богомольця НАН України