

13. Deutsch J., Wieser B. Resonance Isolator and Y Circulator with Lumped Elements at VHF // IEEE Trans. on Magnetics. - September 1966. - Vol. 2. - №3. - P. 278-282.
14. Bosma H. A General Model for Junction Circulators; Choice of Magnetization and Bias Field // IEEE Trans.on Magnetics. September 1968. Vol. 4. - №3. - P. 587-596.
15. Knerr R. A Compact Broad-Band Thin-Film Lumped-Element L-Band Circulator // IEEE Trans.on MTT. - December 1970. - Vol. 18. - №12. - P. 1100-1108.
16. Konishi Y. New Theoretical Concept for Wideband Gyromagnetic Devices // IEEE Trans.on Magnetics. - September 1972. - Vol. 8. - №3. - P. 505-508.
17. Konishi Y. A High-Power UHF Circulator // IEEE Trans.on MTT. - December 1967. - Vol. 15. - №12. - P. 700-708.
18. Knerr R. A Lumped Element Circulator without Crossovers // IEEE Trans.on MTT. - May 1974. - Vol. 22 - №5. - P. 544-548.
19. Aitchison C. S. et al. Lumped-Circuit Elements at Microwave Frequencies // IEEE Trans.on MTT. - December 1971. - Vol. 19 - №12. - P. 928-937.
20. Konishi Y. Lumped Element Circulator // IEEE Trans.on Magnetics. - September 1975. - Vol. 11. - №5. - P. 1262-1266.
21. Simon J.W. // IEEE Trans.on MTT. - January 1965. - Vol. 13. - №. - P. 15-27.
22. Dorado International Corporation, <http://www.dorado-intl.com/>.
23. Valvo Bauelemente GmbH, <http://www.valvo.com/>.

Ключові слова: невяземні пристрої, вентиля, циркулятори	
Вунтесмери Вл.С., Стоколос М.А.	Vuntേശmeri VІ.S., Stokolos M.A.
Широкополосные невяземные пассивные устройства диапазона очень высоких частот	The broadband nonreciprocal passive devices of very high frequencies
Рассмотрено классификацию невяземных пассивных устройств и проведено краткое описание их конструкций. Проанализировано современное состояние невяземных пассивных ферритовых устройств и обобщены направления дальнейшего усовершенствования основных технических характеристик.	It is observed classification of nonreciprocal passive devices and the short description of their constructions and characteristics are made. The condition of modern instrument making of nonreciprocal passive ferrite devices at VHF is analysed and development directions of the technical data are generalised

УДК621.372.82

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОХВИЛЬОВОЇ ПЕЧІ В РАДІОЛОГІЇ ДЛЯ ГОТУВАННЯ ПРОБ НА ВИМІР АКТИВНОСТІ ВИПРОМІНЮЮЧИХ НУКЛІДІВ

Найденко В.І., Лебедєв О.О.

Розглядається можливість та ефективність застосування мікрохвильової печі для приготування проб на вимір активності випромінюючих нуклідів у харчових продуктах

В радіології для готування проб для виміру активності бета- гама- випромінюючих нуклідів у лічильних зразках спектрометричним методом використовується три методи підготовки проб:

1. Лічильний зразок складається з речовини проби.
2. Лічильний зразок готується за допомогою методик радіохімічного концентрування.
3. Лічильний зразок готується фізичним концентруванням (висушування, обвуглювання, озолення). [1]

У першому випадку сума значень об'ємної (питомої) активності досліджуваного зразка і похибки може перевищувати припустимі рівні для основної групи продуктів, приведені в нормативних документах (ДР-2006

[2], обов'язковий мінімальний перелік.. [3] і т.д.). У цьому випадку значення похибки може бути зменшено, збільшуючи час експозиції (лічби) на приладі, що звичайно недостатньо, або застосовуючи радіохімічний метод чи фізичне концентрування. Сконцентрувавши пробу програма перерахунку будь-якого спектрометра знизить значення погрішності, а в сумі зі значенням активності дасть значення, що цілком задовольнить умовам гранично припустимих значень, наведених в нормативних документах.

Використовуючи пробопідготовку радіохімічним методом застосовуються: хімічні реактиви, кислоти, луки які згодом піддаються термічній обробці, що досить небезпечно і трудомістке. Фізичне концентрування (висушування, обвуглювання, озолення) передбачає використання сушильних шаф, муфельних, газових, електричних печей [1].

Пропонується використовувати мікрохвильову піч замість муфельної, газової, електричної що істотно зменшить витрати часу, сил, енергії.

В середині СВЧ - печі загальне електромагнітне поле, яке спрямовано змінюється з високою частотою та призводить до руху електрично заряджені молекули води. Вони починають тертися одна об одну, та температура підіймається. Відбувається це дуже швидко та одночасно у камері муфельної печі, де нагрів іде поступово від зовнішніх слоїв до внутрішніх. Температура, при якій відбувається озолення не перевищує температуру плавлення (кипіння) радіонуклідів, що дає достовірний експрес-результат.

Результати досліджень проб на відповідність критеріям безпеки виявляють за показниками відповідності B та його похибки ΔB , значення яких розраховують за результатами виявленої активності та похибки $Cs137$ та $Sr90$ у пробі за формулами:

$$B = \left(\frac{Q}{H}\right)_{\text{цезій}-137} + \left(\frac{Q}{H}\right)_{\text{стронцій}-90}; \quad (1)$$

$$\Delta B = k \sqrt{\left(\frac{\Delta Q}{H}\right)_{\text{цезій}-137}^2 + \left(\frac{\Delta Q}{H}\right)_{\text{стронцій}-90}^2}. \quad (2)$$

де Q_v - вимірюване значення активності радіонукліда; H - допустимий рівень, згідно з нормативним документом; ΔQ - відносна похибка; k - коефіцієнт концентрування.

Продукція відповідає вимогам радіаційної безпеки в СанПіН, ДР-2006 та інше, якщо $B+0,6\Delta B < 1$.

Якщо експертний висновок проводиться на підставі «Обов'язкового мінімального переліка..» [3], значення аналізуються наступним чином:

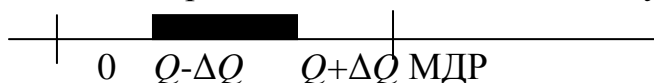


Рис. 1

Продукція не відповідає вимогам , якщо $B+0,6\Delta B > 1$



0 МДР $Q-\Delta Q$ $Q+\Delta Q$

Рис. 2

Продукцію неможливо признати відповідною вимогам безпеки, якщо $B-0,6\Delta B \leq 1 < B+0,6\Delta B$

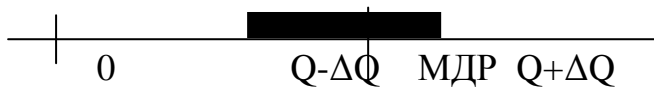


Рис. 3

Однак у цьому випадку слід мати на увазі, що при проведенні точніших вимірювань може виявитися, що $Q+\Delta Q < \text{МДР}$ (МДР – максимально допустимий рівень активності у даній пробі).

Проба з голів риби путасу, нарізаних шматками (вага 147 грам) була озолена в побутовій мікрохвильовій печі з використанням кварцового тигля до стану зневоднювання приблизно за 20 хв. Кварц є "радіопрозорим матеріалом" і може бути використаний для пробоподготовки в радіології. Вага матеріалу після озолення склала 14 г. Отриманий зразок був роздрібнений за допомогою звичайної ступки, яка застосовуються для пробопідготовки в радіологічних дослідженнях. Наступним кроком стало зволоження проби шляхом контактного змішування з дистильованою водою. Поки не до кінця з'ясована проблема неоднорідності зволоження, проникнення вологи до складу матеріалу тощо. Зволоження проводилось до стану суспензії. Перші хвилини відбувалося інтенсивне кипіння суспензії, що перешкодило продовженню підготовки зразка в мікрохвильовому полі. Процес був припинений на 15 хв. Після набрякання матеріалу у воді, що нагрілася, процес озолення був продовжений до смолянистого стану з повним зневоднюванням. Орієнтовний час закінчення процесу озолення склав близько 10 хв. Вага матеріалу зменшилася всього на 2 г (склала 12 г) "смолянистої золи", що, доречі, може бути використано для дослідження Sr90 на УСК Гама плюс, Мультирад, СЕБ та інших. Коефіцієнт озолення в даній пробі склав більше значення, хоча застосовуючи відому (класичну) методику [1] (із застосуванням сушильних шаф, газових пальників і муфельних печей) коефіцієнт озолення може бути поліпшений. Проба досліджувалась 1800 с. відповідно до методики, на спектрометрі двома способами: за допомогою фізичного концентрування класичним методом та мікрохвильовим озоленням, яке пропонується. Були отримані наступні значення: в першому випадку $\text{Sr90}=0\pm 4,5$ Бк/кг ($\text{Cs137}=0\pm 3,2$ Бк/кг), фізичне мікрохвильове концентрування - $\text{Sr90}=0\pm 7,2$ Бк/кг ($\text{Cs137}=0\pm 4,0$ Бк/кг). Зіставивши значення можна зробити висновки:

- похибка результату зменшилась до прийнятних значень
- результати активності порівнянні між собою
- експертиза по радіологічним дослідженням була видана в цей же день, що в три рази швидше, ніж класичним методом.

Але при одержанні значення активності той чи інший результат може бути прийнятний у співвідношенні із припустимим значенням активності в нормативних документах. В обох випадках рішення однакове: "Продовольство відповідає критеріям безпеки"[4]. Рішенням є максимально можливе значення суми активності й похибки $0+7,2=7,2$ (для "Обов'язкового мінімального переліку..." [3]), а для ДР 2006 [2] приймання рішення здійснюється за критерієм $B+0,6\Delta B < 1$, що визначається за формулами (1), (2). Тобто:

$$\Delta B = 1.1 \sqrt{\left(\frac{4.0}{150}\right)^2 \text{цезій} - 137 + \left(\frac{7.2}{35}\right)^2 \text{стронцій} - 90} = 0.23 ;$$

$$B = \left(\frac{0}{150}\right) \text{цезій} - 137 + \left(\frac{0}{35}\right) \text{стронцій} - 90 = 0 ; 0+0,6*0,23 < 1.$$

Таким чином, у контексті сертифікаційних вимірів зусилля, засоби й час, витрачені на підвищення точності рішення класичним методом [1] - даремні.

Література

1. Подготовка счетных образцов для измерений на спектрометре энергий бета-излучения серии СЕБ-ХХ / НПП "Атом Комплекс Прибор". – К., 1999
2. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs137 і Sr90 у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи. Наказ МОЗ України від 03.05.2006 № 256, Зареєст. Мінюст України 17.07.2006 р.за № 845/12719
3. Обов'язковий мінімальний перелік досліджень сировини, продукції тваринного та рослинного походження, комбікормової сировини, комбікормів, вітамінних препаратів та ін., які слід проводити в державних лабораторіях ветеринарної медицини і за результатами яких видається ветеринарне свідоцтво (ф-2). Наказ Державного департаменту ветеринарної медицини України 03.11.98 №16
4. Методика измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения ПРОГРЕСС/ВНИИФТРИ. М., 1996

Ключові слова: озолення харчових продуктів, вимір вмісту радіонуклідів	
Найденко В.И., Лебедев А.А.	Najdenko V.I., Lebedev A.A.
Применение микроволновой печи в радиологии для приготовления проб для измерения активности бэ́та-гамма излучающих нуклидов в счетных образцах спектрометрическим методом	Application of a microwave in radiology for preparation of tests for measurement of activity beta-gamma radiating in accounting samples by a spectrometer method
Рассматривается возможность и эффективность применения микроволновой печи для приготовления проб для измерения активности излучающих нуклидов в пищевых продуктах	The opportunity and efficiency of application of a microwave for preparation of tests for measurement of activity radiating in foodstuff is considered