

УДК 539.21.:621.039.55  
PACS number(s): 28.50.Dr

## НЕЙТРОННО-АКТИВАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ НА ОСНОВІ ДОСЛІДНИЦЬКОГО РЕАКТОРА ДР-100 СНУЯЄтаП

**І. Вах, В. Подтинних, О. Андрєєва, О. Бакулін**

*Севастопольський національний університет  
ядерної енергії та промисловості (СНУЯЄтаП)  
вул. Курчатова, 7, 99033 м. Севастополь, Україна*

Подано основні параметри дослідницького реактора ДР-100 СНУЯЄтаП. Показано роботу лабораторії ядерної спектрометрії. Одним з напрямів діяльності лабораторії є нейтронно-активаційний аналіз. На конкретних прикладах проведених досліджень показані можливості ДР-100. Зроблені висновки щодо доцільності використання ДР-100 СНУЯЄтаП під час проведення якісного і кількісного аналізу для широкого кола завдань.

*Ключові слова:* дослідницький реактор, лабораторії ядерної спектрометрії, нейтронно-активаційний аналіз.

Нейтронно-активаційний аналіз (НАА), зважаючи на свої переваги, є одним з провідних методів сучасної аналітичної хімії. Головні особливості і можливості методу визначаються тим, що ідентифікація хімічних елементів, що містяться в зразку та визначення їх кількості, відбувається шляхом вимірювання активності, енергії випромінювання і періодів напіврозпаду радіонуклідів цих елементів, що утворилися унаслідок ядерної реакції. НАА придатний для мікроелементного аналізу широкого кола об'єктів у медицині, екології, біології, геології, криміналістиці, металургії, ядерній промисловості, машинобудуванні, мистецтвознавстві і багатьох інших областях.

Цим методом можна визначати значне число елементів у різних зразках, що дає аналітичну інформацію. НАА належить до найчутливіших аналітичних методів. Межа виявлення більшості елементів становить  $10^{-8}$ – $10^{-9}$  г (для порівняння, межа виявлення методу спектрофотометрії –  $10^{-6}$  г).

На основі дослідницького реактора ДР-100 СНУЯЄтаП створено лабораторію ядерної спектрометрії, одним з напрямів діяльності якої є НАА (рис. 5).

Реактор ДР-100 має низку експериментальних пристроїв (рис. 1–4):

- експериментальна ніша в біологічному захисті і відбивачі розміром 800x800 мм з коробом з щільністю потоку теплових нейтронів в коробі  $5 \cdot 10^{11}$  н·(см<sup>2</sup>·с)<sup>-1</sup> і потужністю експозиційної дози  $7,2 \cdot 10^5$  Р/год;

- теплова графітова колона з щільністю потоку теплових нейтронів, розподілених за спектром Максвелла, в межах  $1,5 \cdot 10^4$ – $9 \cdot 10^8$  (н·(см<sup>2</sup>·с)<sup>-1</sup>);

- експериментальна установка ДР-100 (аналог знаходиться в бельгійському місті Міль) з вторинним полем нейтронів проміжних енергій від 100 еВ до 10 МеВ;

- три горизонтальні експериментальні канали діаметром 100 мм з щільністю потоку теплових нейтронів на виході  $2,4 \cdot 10^{12}$  н·(см<sup>2</sup>·с)<sup>-1</sup> і потужністю експозиційної дози гамма-випромінювання –  $3 \cdot 10^6$  Р/год;



Рис. 1. Масив реактора

- центральний вертикальний експериментальний канал діаметром 36 мм з щільністю потоку теплових нейтронів  $5,4 \cdot 10^{12}$  н·(см<sup>2</sup>·с)<sup>-1</sup> і потужністю дози гамма-випромінювання  $4,5 \cdot 10^6$  Р/год;

- шість вертикальних експериментальних каналів діаметром 48 мм і два канали діаметром 76 мм з щільністю потоку теплових нейтронів до  $2,5 \cdot 10^{12}$  н·(см<sup>2</sup>·с)<sup>-1</sup> і потужністю дози гамма-випромінювання  $4,5 \cdot 10^6$  Р/год;

- радіаційна гамма-установка Рад ДР-100 потужністю дози до 300 Р/год і енергією гамма-квантів 0,66 МеВ;

- гаряча камера для роботи з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді активністю до 9 г (еквівалент радію).

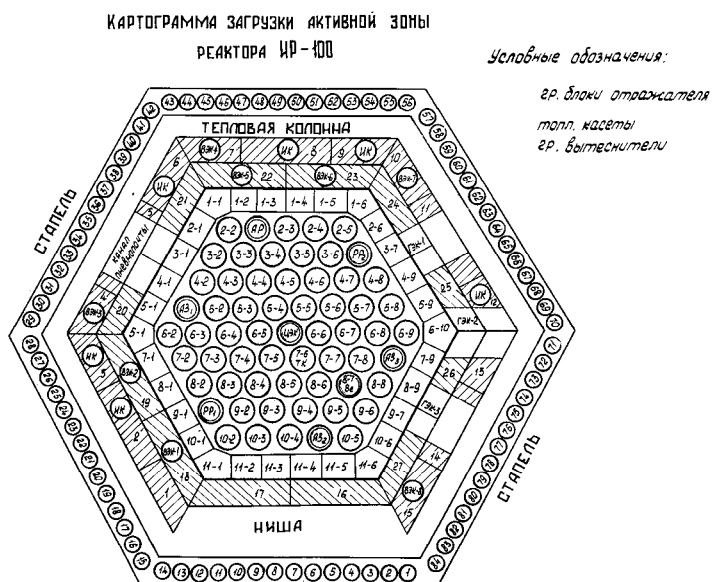


Рис. 2. Картограмма завантаження активної зони реактора ДР-100



Рис. 3. Горячая камера ДР-100



Рис. 4. Дослідницькі пристрої ДР-100

Велика кількість різних експериментальних пристроїв, особливості управління дослідницьким реактором, дають змогу варіювати точністю і вирішувати цілий спектр науково-технічних завдань.

Лабораторія оснащена сучасним спектрометричним устаткуванням, яке керується програмним забезпеченням Genie-2000, та  $\gamma$ -спектрометричним комплексом з напівпровідниковим детектором на основі особливого чистого германію.

На ДР-100 розроблено і впроваджено методику НАА сухого залишку проб, відповідно до якої проведено визначено мікродомішки важких металів у питній воді, дослідження складу повітря в ремонтній зоні реактора і в спецвентиляції, визначення мікродомішок води першого контура.



Рис. 5. Лабораторія ядерної спектрометрії, одним з напрямів діяльності якої є НАА

На основі проведених робіт можна зробити висновки про доцільність використання лабораторії НАА ДР-100 СНУЯЕтаП для проведення якісного і кількісного аналізу для широкого кола .

- 
1. Саркисов А.А., Пучков В.Н. Фізичні основи експлуатації ядерних пароутворюючих установок. Москва: Енергоатоміздат, 2000.
  2. Боуен Р., Гіббонс Д. Аналіз радіоактивації. Москва: Атоміздат, 1998.

**NEUTRON ACTIVATING ANALYSIS BASED ON THE RESEARCH REACTOR  
RR-100 Of SNUNE&I****I. Vakh, V. Podtynnykh, E. Andreyeva, O. Bakulin***Sevastopol National University of Nuclear Energy and Industry (SNUNE&I)  
Kurchatov Str., 7, 99033 Sevastopol, Ukraine*

Resulted basic parameters of research reactor RR-100 of the SNUNE&I and laboratories of nuclear spectrometry are presented. One of directions of such activity is neutron-activating analysis. A specific examples of conducted researches show RR-100 possibilities. Some conclusions about expedience have done about the use RR-100 of the SNUNE&I for high-quality and quantitative analysis conducting of the wide field of problems.

*Key words:* research reactor, nuclear spectrometry laboratory, neutron-activating analysis.

**НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ НА БАЗЕ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА ИР-100 СНУЯЭиП****И. Вах, В. Подтинних, Е. Андреева, О. Бакулин***Севастопольский национальный университет  
ядерной энергии и промышленности (СНУЯЭиП)  
ул. Курчатова, 7, 99033 Севастополь, Украина*

Приведены основные параметры исследовательского реактора ДР-100 СНУЯЭиП. Показана работа лаборатории ядерной спектрометрии. Одним из направлений деятельности лаборатории является нейтронно-активационный анализ. На конкретных примерах проведенных исследований показаны возможности ДР-100. Сделано выводы относительно целесообразности использования ДР-100 СНУЯЭиП при проведении качественного и количественного анализа для широкого круга задач.

*Ключевые слова:* исследовательский реактор, лаборатории ядерной спектрометрии, нейтронно-активационный анализ.

Стаття надійшла до редколегії 20.10.2008

Прийнята до друку 20.07.2009