

**СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ПОЛІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ
НА РАДІАЦІЙНІЙ УСТАНОВЦІ ІЯД****І. М. Вишневський, А. Г. Зелінський, В. І. Сахно, О. В. Сахно, С. П. Томчай***Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ*

При проведенні радіаційних випробувань важливим фактором є контроль за дозами опромінення. Засоби вимірювання цих показників є важливою складовою радіаційних установок і визначають метрологічні можливості досліджень. Представлено систему вимірювань розподілу радіаційного поля в робочому об'ємі реакційної камери, яка створена для потужної експериментальної установки ІЯД. Наведено практичні результати вимірювань радіаційних полів у різних режимах роботи установки.

Фактичний розподіл інтенсивності іонізуючих випромінювань на опромінюваних об'єктах є основним показником радіаційних технологій. У промисловості та в наукових дослідженнях використовуються різні методи вимірювання реальних радіаційних полів. Проблема вимірювань особливо складна при формуванні рівномірних полів у великих опромінюваних просторах. Для потужної радіаційної установки ІЯД [1] ця проблема потребувала окремого вирішення через відсутність придатного прототипу систем вимірювання просторового розподілу радіації в об'ємі 2 м^3 .

Технічні параметри установки в ІЯД передбачають формування радіаційних полів, у тому числі і змішаних (e^- , γ), у реакційній камері великого розміру для розташування там крупногабаритного обладнання. Тому система контролю радіаційних полів в об'ємі реакційної камери повинна надавати експериментатору можливість їх вимірювання і формування. Обмеженням є великі потужності радіаційних полів, що виключають можливість використання мережі напівпровідникових детекторів або унікальних можливостей мікрофольгових датчиків. Через це для досягнення вказаних цілей авторами було прийнято об'єктивно обумовлену концепцію створення спеціальних технічних засобів.

Головним технічним завданням розробки було отримання метрологічної точності вимірювання інтенсивності випромінювання 5 % (по абсолютному значенню) у будь-якій точці контрольованого простору ($1,8 \text{ м}^3$). Координати цієї точки повинні визначатись з похибкою не більше 1-2 %. При вказаних параметрах технічні засоби повинні бути працездатними в потужних радіаційних полях. Динамічний діапазон системи вимірювань в об'ємі повинен допускати регулювання загальної інтенсивності не менше ніж в 100 разів, що забезпечується шляхом регулювання інтенсивності первинного пучка електронів від 10 до 1500 мА в імпульсі. Склад технічних засобів включає засоби вимірювань інтенсивності пучків електронів та всіх похідних.

Базовим засобом контролю інтенсивності пучка електронів було вибрано циліндр Фарадея, у конструкції якого враховано всі необхідні заходи підвищення метрологічної точності. З урахуванням цих вимог створено датчик струму пучка електронів з апертурою вхідного вікна 1 см^2 , габаритні розміри становлять $100 \times 100 \times 120 \text{ мм}^3$ і масою близько 3 кг. Ці параметри враховано при розробці конструкції відповідного механічного пристрою переміщення такого датчика в контрольованому просторі. Датчики для вимірювання продуктів конверсії електронного пучка вибрано із стандартизованих систем дозиметрії.

Для транспортування датчиків у задані точки контрольованого простору було створено спеціальний механічний пристрій (рис. 1). Він базується на вимірювальному планшеті з прецизійним двохкоординатним скануючим механізмом, що дистанційно переміщується по глибині реакційної камери. Габаритні розміри планшета $1000 \times 1000 \times 400 \text{ мм}^3$. Його направляючі виготовлені зі сталі. Планшет розташовано на охолоджуваній литій панелі з алюмінію.

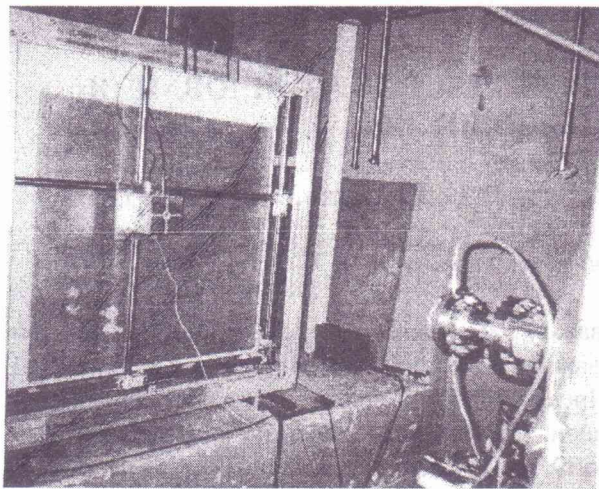


Рис. 1. Спеціальний механічний пристрій.

електроніки КАМАК. Необхідну точність контролю положення каретки цього пристрою було досягнуто застосуванням окремих датчиків переміщення ДПх, ДПу, ДПz, що реалізовані на 20 оборотних прецизійних потенціометрах типу ППМЛ класу 0,01.

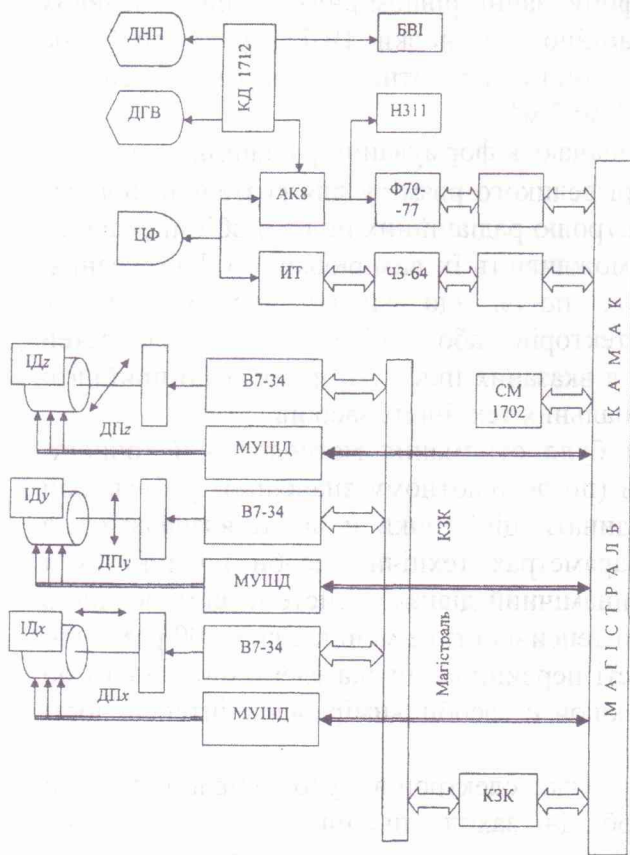


Рис. 2. Структура системи вимірювань.

сигналізації та блокувань установки. З цих же модулів поступають імпульси керування двигунами. Їх формування може бути автоматичним (програмним) або ручним.

Для зручності роботи, особливо на етапах відпрацювання оптимальних режимів опромінення, передбачено можливість ручного керування всіма функціями системи вимірювань. З цією метою в систему включено двохкоординатний самописний прилад НЗ07, окремі автономні панелі сигналізації та блокування, а всі АЦП реалізовано на базі приладів із

Вибір матеріалів визначався з урахуванням вимог високої температурної та механічної стабільності пристрою, а також з мінімальним побічним випромінюванням від попадання електронного пучка на його деталі. Для цього сталеві елементи пристрою додатково захищено поглиначами з алюмінію та полімерів.

За допомогою такого планшета можна сканувати й вимірювати розподіл поля в об'ємі $900 \times 900 \times 1500 \text{ мм}^3$. Для переміщення каретки з датчиками використовуються імпульсні двигуни ІДх, ІДу, ІДz. Керування здійснюється від стандартних модулів МУЩД системи ядерно-фізичної

Відповідно до конструкції та номенклатури технічних засобів створено вимірювальну систему, структуру якої наведено на рис. 2. У повній конфігурації вона є автоматичною й оператор може використовувати її у відпрацьованих і стандартизованих режимах експлуатації. Аналогова інформація з датчиків іонізуючих випромінювань попередньо обробляється швидкими АЦП типу Ф70-77 класу 0,5 з періодом вимірювання 2 - 10 мкс, синхронізованими з імпульсним модулятором магнетрона та інжектора прискорювача й у числовому коді через адаптери подається в канал КАМАК-системи. Аналогові сигнали з датчиків положення й температури (при калориметричних методах вимірювання потужності дози радіаційних полів) обробляються прецизійними контрольно-вимірювальними приладами типу В7-34, які через коннектори КЗК-шини підключено до КАМАК-системи.

Бінарні сигнали (кінцеві положення каретки, сигнали готовності та аварійні сигнали) обробляються безпосередньо блоками МУЩД. Крім того, бінарні сигнали подаються на пультовий пристрій

цифровою індикацією інформації. Візуальний контроль за роботою механічного пристрою здійснюється окремою телевізійною установкою.

Для вимірювання невеликих інтенсивностей пучка електронів передбачено високо-чутливий автоматичний цифровий зарядовий прилад В7-30, що дає можливість прямого читання інформації, а також передачі її в канал КАМАК-системи.

На перших етапах експлуатації установки та на період освоєння роботи вимірювальна система використовується в режимі ручного керування. Отримана інформація в подальшому обробляється за допомогою ЕОМ. У такому режимі було проведено комплекс вимірювань розподілу поля електронів у різних перерізах об'єму реакційної камери. На рис. 3 наведено криву розподілу пучка електронів на відстані 1, 1,4 та 1,8 м відповідно від випускного вікна. На рис. 4 показано криві розподілу поля на відстані 1 м у тих же режимах роботи прискорювача, але з використанням додаткових розсіювачів пучка. Це зроблено для отримання рівномірного розподілу поля при опроміненні матеріалів електронами.

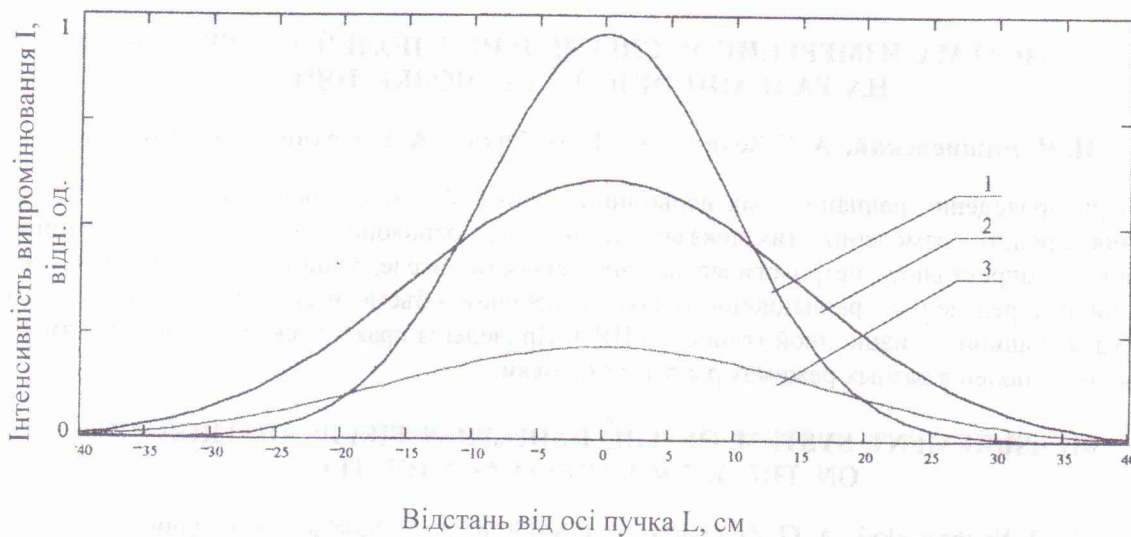


Рис. 3. Розподіл інтенсивності поля електронів у різних перерізах об'єму реакційної камери перпендикулярно до осі пучка на різних відстанях від випускного вікна: 1 - 1 м; 2 - 1,4 м; 3 - 1,8 м.

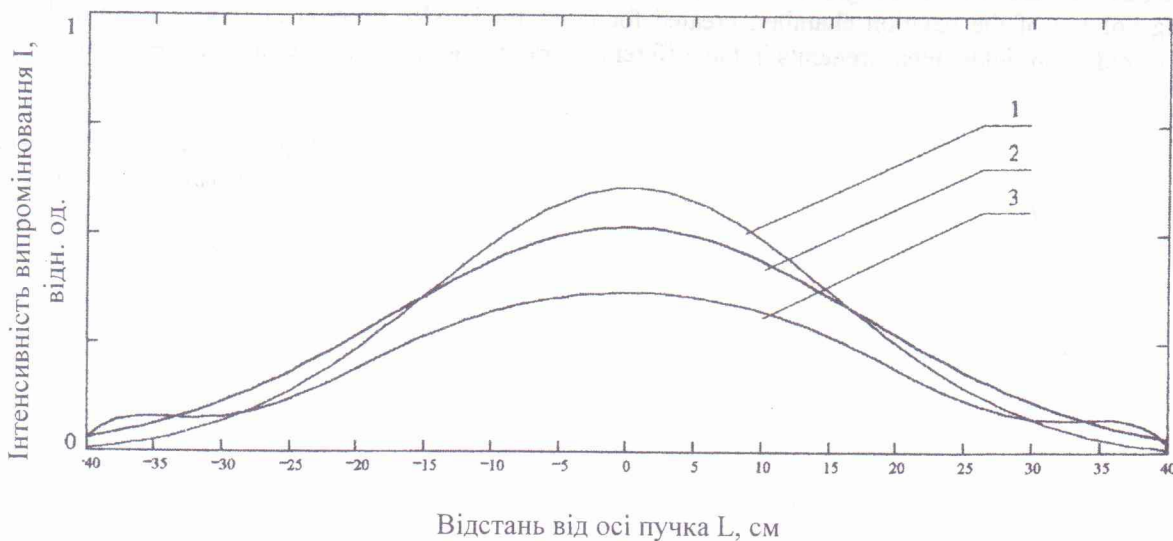


Рис. 4. Розподіл інтенсивності поля електронів на відстані 1 м від випускного вікна з використанням додаткових розсіювачів пучка: 1 - без використання розсіювачів пучка; 2 - з одним розсіювачем; 3 - з двома розсіювачами.

Таким способом принципово можна сформувати радіаційне поле з нерівномірністю менше $\pm 5\%$. Така точність і рівномірність радіаційного поля необхідна для обробки прискореними електронами харчових продуктів, де вимоги до розподілу дози жорстко встановлено відповідними технічними умовами.

Перший досвід експлуатації системи показує, що технічні рішення, які було застосовано, цілком виправдані. Виявлено також і необхідність реалізації ряду додаткових функцій системи: розподіл та контроль дози гальмівного випромінювання.

Тому подальша робота із системою направлена на формування рівномірних полів гальмівного випромінювання та освоєння автоматичних режимів експлуатації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишневський І. М., Сахно В. І., Халова Н. В., Томчай С. П. Радіаційно-технологічна установка з лінійним прискорювачем електронів НЦ "ІЯД" НАН України // ВАНТ. - 1997. - Т. 1, вып. 2(29), 3(30). - С. 67.

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАДИАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ ИЯИ

И. Н. Вишневский, А. Г. Зелинский, В. И. Сахно, А. В. Сахно, С. П. Томчай

При проведении радиационных испытаний важным фактором является контроль за дозами облучения. Средства измерения этих показателей являются основополагающими для радиационных установок и определяют метрологические возможности исследований. Представлена система измерений распределения радиационного поля в рабочем объеме реакционной камеры, которая создана для мощной радиационной установки ИЯИ. Приведены практические результаты измерений радиационных полей в разных режимах работы установки.

MEASUREMENT SYSTEM OF THE RADIATION FIELDS DISTRIBUTION ON THE KINR RADIATION FACILITY

I. M. Vyshnevskiy, A. G. Zelinsky, V. I. Sakhno, A. V. Sakhno, S. P. Tomchay

During the carrying out of radiation tests the control over the radiation doses is the important factor. The measurement instrumentation of these parameters is the basic for the radiation facility and determines metrological resources of investigations. The measurement system of the radiation field distribution in the working volume of the reaction chamber, created for powerful KINR radiation facility is submitted. The results of radiation fields' measurements in the different operating modes of the facility are presented.

Надійшла до редакції 17.09.04,
після доопрацювання – 24.09.04.