

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДАТЧИКА СТРУМУ ПУЧКА ЕЛЕКТРОНІВ РАДІАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ІЯД

А. Г. Зелінський, О. В. Сахно, С. П. Томчай, І. М. Вишневецький, В. І. Сахно

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

Наведено результати експериментальних досліджень метрологічних характеристик розробленого датчика пучка електронів на радіаційній установці ІЯД.

Ця робота відображає результати досліджень характеристик одного з головних вузлів системи метрологічного забезпечення радіаційної установки ІЯД - датчика струму виведеного пучка. Для будь-якої радіаційної установки система діагностики є окремою науково-технічною проблемою, що визначає її дослідницькі можливості та ефективність використання. Тому невід'ємною частиною заходів по фізичному запуску установки є встановлення (а при необхідності - коректування) реальних метрологічних характеристик засобів вимірювання.

Для системи контролю струму виведеного пучка прискорених електронів радіаційної установки ІЯД [1] було розроблено магнітно-індукційний датчик. Це головний вузол системи вимірювання пучка для потреб керування установкою й дозиметрії досліджуваних на установці процесів. Перед монтажем датчика в склад установки було змонтовано спеціальний стенд, де перевірялись його метрологічні характеристики.

Проведення цих досліджень обумовлено встановленням головних параметрів датчика і вплив на них різних небажаних факторів, властивих цій установці. Головною характеристикою для датчика є "крутизна перетворення", його широкполосність та внутрішній опір [2]. Крутизна перетворення характеризує залежність вихідного сигналу від величини струму пучка. Широкополосність є головним показником спотворення форми вихідного сигналу відносно форми імпульсу струму пучка. Внутрішній опір є головним показником можливості передачі сигналу без втрат від датчика до пульта оператора через існуючі на установці кабельні мережі.

При експлуатації на реальній установці на ефективність роботи датчика можуть впливати ряд несприятливих факторів - неспіввісність установки датчика, відхилення положення пучка відносно осі, відхилення кута падіння пучка в площину датчика від нормалі.

Для того щоб встановити вказані параметри й отримати їх числові значення для подальшого врахування при вимірюваннях, було створено спеціальний стенд, схему якого наведено на рис. 1. Стенд включає вимірювальні прилади та механічні засоби для юстирування датчика. Сигнал, еквівалентний струмові пучка, формується еталонним генератором (Г). Струм від генератора через стержень (геометричний еквівалент пучка (I)) проходить через площину датчика й замикається на калібрований резистор (R). Стержень за допомогою механічного пристрою можна переміщувати на відстань до 50 мм (Δ) відносно осі датчика (II), змінювати кут проходження стержня (φ) через площину датчика (III), змінювати переріз стержня (δ) від 5 до 40 мм.

Амплітудні ($U_{\text{вих}}$) і часові характеристики ($\Delta U_{\text{вих}}$) сигналу з датчика вимірюються осцилографом (ОС). Для контролю внутрішнього опору в стенді передбачено можливість варіації опору навантаження (R_n) в діапазоні 10 - 500 Ом.

Було визначено (рис. 2), що датчик має лінійну характеристику перетворення з крутизною 0,5 В/А (крива з індексом \blacktriangle). Причому ця характеристика не залежить від впливу можливих несприятливих факторів - від перерізу і форми пучка (крива з індексом \square), від відхилень пучка від центра датчика у перерізі апертури датчика (крива з індексом \diamond) і кута його падіння у площину датчика (крива з індексом \circ).

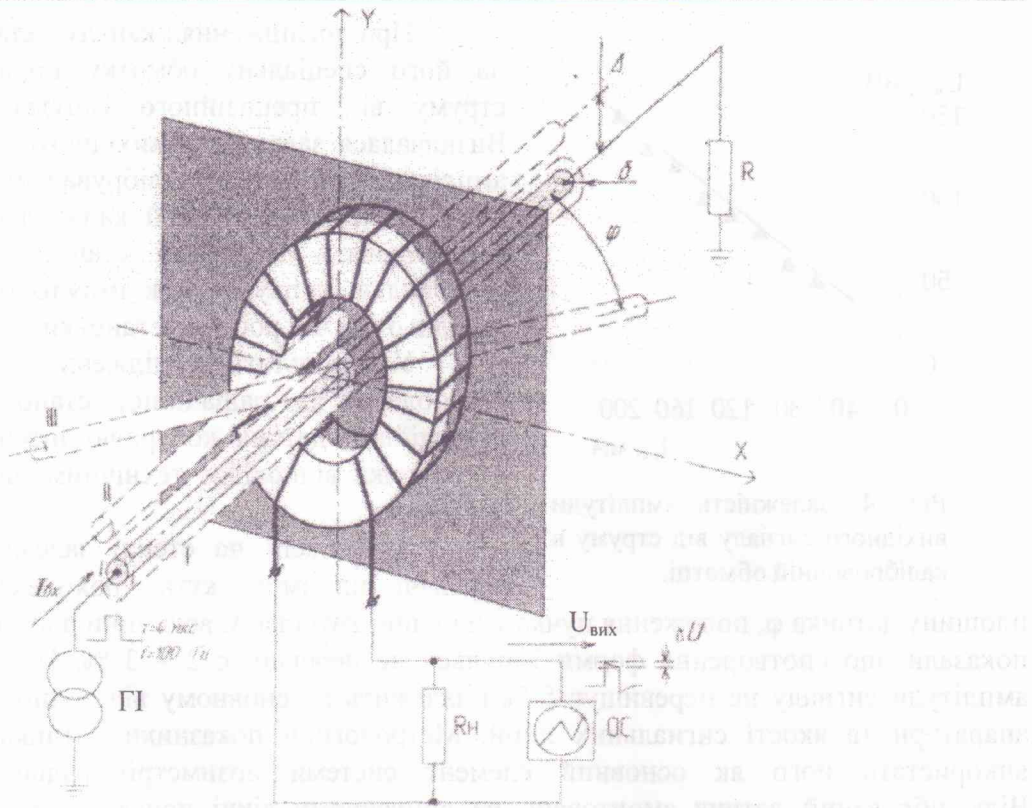


Рис. 1. Стенд вимірювань параметрів магнітно-індукційного датчика.

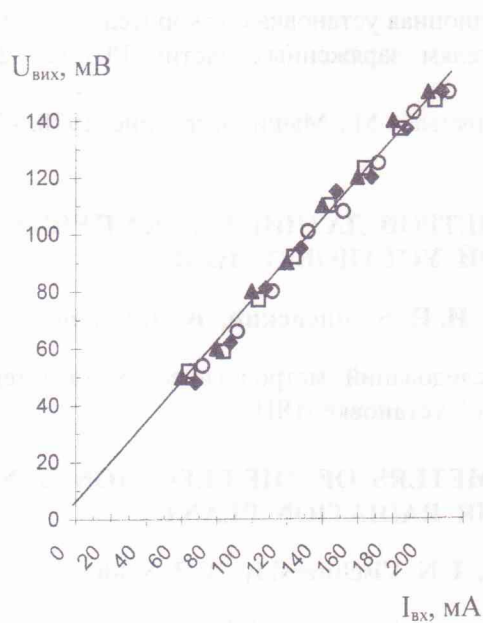


Рис. 2. Залежність амплітуди вихідного сигналу від зміни параметрів пучка.

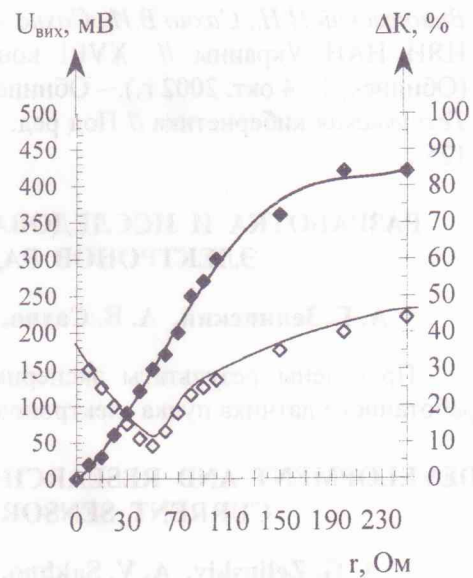


Рис. 3. Залежність амплітуди та коефіцієнта спотворення форми вихідного сигналу від опору навантаження.

Було показано (рис. 3), що оптимальним навантаженням датчика (R_n) є сигнальна лінія з хвильовим опором близько 50 Ом. При цьому забезпечується найменше спотворення ($\Delta K, \%$) сигналу при незначних втратах амплітуди. Такі параметри датчика дозволяють при обробці інформації застосовувати традиційні засоби комп'ютерного аналізу даних (КАМАК, СМ-1702).

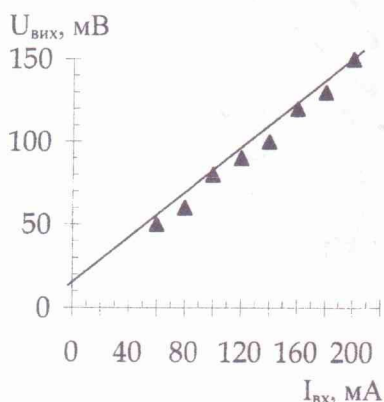


Рис. 4. Залежність амплітуди вихідного сигналу від струму в калібровочній обмотці.

При дослідженнях каналу калібрування датчика на його спеціальну обмотку подавалися імпульси струму від прецизійного імпульсного генератора. Визначалася залежність вихідного сигналу ($U_{вих}$) від амплітуди струму в калібрувальній обмотці. Було показано (рис. 4), що цей канал дає змогу постійно контролювати технічний стан і похибку датчика (наприклад, у паузах між імпульсами пучка) безпосередньо під час роботи установки.

У результаті досліджень було показано, що розроблений для радіаційної установки ІЯД магнітно-індукційний датчик контролю інтенсивності виведеного пучка відповідає технічним вимогам для даної установки.

Досліджені на стенді залежності коефіцієнта передачі від зміни кута проходження пучка через площину датчика ϕ , положення пучка у площині датчика Δ , величини площі перерізу пучка δ показали, що спотворення форми імпульсу не перевищує 2 – 3 %. Похибка вимірювань амплітуди сигналу не перевищує 5 % і залежить в основному від точності вимірювальної апаратури та якості сигнальних ліній. Метрологічні показники датчика дають підставу використати його як основний елемент системи дозиметрії радіаційної установки. Відкалібрований датчик змонтовано на випускному вікні прискорювача й включено до складу засобів дозиметричних вимірювань.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишне夫斯基 И.Н., Сахно В.И., Сахно А.В. и др. Радиационная установка с ускорителем электронов ИЯИ НАН Украины // XVIII конф. по ускорителям заряженных частиц РУРАС, 2002 г. (Обнинск, 1 - 4 окт. 2002 г.). – Обнинск, 2002.
2. *Техническая кибернетика* // Под ред. В. В. Солодовникова. - М.: Машиностроение, 1978. - Т. 2. - 125 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКА ТОКА ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ РАДИАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ИЯИ

А. Г. Зелинский, А. В. Сахно, С. П. Томчай, И. Н. Вишне夫斯基, В. И. Сахно

Приведены результаты экспериментальных исследований метрологических характеристик разработанного датчика пучка электронов на радиационной установке ИЯИ.

DEVELOPMENT AND RESEARCHES OF PARAMETERS OF THE ELECTRON BUNCH CURRENT SENSOR OF THE KINR RADIATION PLANT

A. G. Zelinskiy, A. V. Sakhno, S. P. Tomchay, I. N. Vischnevskiy, V. I. Sakhno

The results of experimental researches of the metrology performances of the designed electron bunch sensor on KINR radiation facility are given.

Надійшла до редакції 13.02.03,
після доопрацювання – 02.07.03.