



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 36690

(13) A

(51) 6 G01T3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДЕТЕКТОР ПРЯМОГО ЗАРЯДУ

(21) 2000010458

(22) 27.01.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Чорний Богдан Петрович, Зейдлиць Михайло Петрович, Атраментов Володимир Олексійович, Надемський Віктор Анатолійович, Лазоркін Віктор Андрійович

(73) Чорний Богдан Петрович, Зейдлиць Михайло Петрович, Атраментов Володимир Олексійович, Надемський Віктор Анатолійович, Лазоркін Віктор Андрійович

(57) 1. Детектор прямого заряду, що складається з

родієвого емітера, колектора у вигляді трубки, електричного ізолятора між ними і струмопідвода, який **відрізняється** тим що колектор і струмопідвід виготовлено з нержавіючої хромонікельмолібденової сталі системи Fe-15Cr-16Ni-3Mo, при цьому товщина стінки колектора становить 0,30-0,65 діаметра емітера, а також витримується співвідношення $\delta_k/\delta_{i3}=0,5-1,0$, де δ_k - товщина стінки колектора, δ_{i3} - товщина ізоляційного шару.

2. Детектор прямого заряду за п. 1, який **відрізняється** тим, що за матеріал колектора і струмопідвода править нержавіюча сталь 06X16H15M3Б.

Винахід належить до галузі ядерної фізики, зокрема до внутрішньозонного контролю ядерного реактора, конкретніше, до детекторів прямого заряду (ДПЗ), що використовуються для вимірювання густини потоку нейтронів у активних зонах ядерних реакторів.

Контроль роботи ядерного реактора містить в собі вимірювання розподілу густини потоку нейтронів по висоті і радіусу активної зони реактора. Для цих вимірювань використовують детектори прямого заряду - ДПЗ.

ДПЗ складається з колектора, емітера і ізолятора, який відокремлює колектор від емітера. Емітер виготовляється з нейтронно чутливого матеріалу, з якого при поглинанні нейтронів вилітають заряджені частки, спроможні долітати до колектора. Величина сигналу детектора пропорційна величині густини потоку нейтронів у місці розташування детектора.

Оскільки детектор працює у змішаному гаманейтронному полі, слід розрізняти внески і показання детектора як від нейтронів, так і від гамма-квантів. Для надійної реєстрації нейтронів емітер детектора прямого заряду роблять з матеріалу, який має переріз взаємодії з нейтронами набагато більший, ніж перерізи взаємодії з нейтронами інших елементів детектора - колектора та ізолятора.

Всі конструкційні матеріали детектора взаємодіють також з гамма-квантами активної зони. при цьому струм, спричинений цією взаємодією, є різ-

ницею комптонівських і фотоелектронів, що вилітають з емітера на колектор і з колектора на емітер. Наявність цього внеску шкодить точному визначенню густини потоку нейтронів,

Для виготовлення колектора найчастіше застосовують залізо, нікель та їх сплави. Для виготовлення емітера застосовують нейтронно чутливі матеріали, наприклад, срібло, родій, ванадій [1].

Зараз відомий спектрометричний β -емісійний нейтронний детектор прямого заряду, який містить в собі відокремлені ізолятором два електроди та лінію зв'язку. Обидва електроди зроблено з нейтронно чутливих матеріалів, які мають різні значення перерізу активації із теплових та епітеплових нейтронів та різні періоди напіврозпаду β -емісійних радіонуклідів, які утворюються під час реакції [2]. За матеріал нейтронно чутливого елемента зовнішнього електрода править марганець, а внутрішнього - родій.

Використання родієвого емітера забезпечує досить високий рівень нейтронної чутливості детектора. Однак зовнішній електрод (колектор), виготовлений з марганцю, не забезпечує тривалої експлуатації детектора, при робочих температурах до 350°C.

Найбільш схожим з цим детектором, є детектор прямого заряду, який складається з колектора, емітера у вигляді родієвого дротика, ізолятора між ними та струмопідводів [3]. Родієвому емітеру властива висока чутливість не тільки до нейтрон-

ного, але і до гама-випромінювання. Тому для екранування емітера від гама-випромінювання збільшують товщину колектора, що при обмеженому зовнішньому діаметрі детектора спричиняється або до зменшення діаметра емітера, тобто до зниження лінійної чутливості детектора, або до зменшення товщини ізолятора, що робить ДПЗ менш надійним. З другого боку зменшення товщини колектора зумовлює не тільки погіршення метрологічних характеристик детектора, але і зниження його механічної міцності і термостійкості, що зрештою знову ж таки призводить до зниження надійності ДПЗ. До того ж застосування жаротривких сплавів на основі нікелю системи Ni-16Cr-8Fe (наприклад, "Інконель-600") для виготовлення колектора не гарантує їх високу міцність під час тривалої експлуатації. Зниження міцності зумовлено підвищенням вмістом нікелю, що спричиняє вакансійне розпухання колектора при опроміненні його нейтронами. Колектор стає пухким, збільшується його об'єм, знижується його міцність, отже і надійність всієї конструкції. Таким чином відомий ДПЗ [3] не забезпечує високих метрологічних характеристик при його експлуатації і надійність його низька.

Задача винаходу - поліпшення метрологічних характеристик і підвищення надійності ДПЗ. Ця задача вирішується застосуванням в ДПЗ колектора і струмопідвода з неіржавіючої хромонікель-молібденової сталі, а також регламентацією поперечних розмірів емітера, колектора та ізоляційного шару.

Для вирішення поставленої задачі в ДПЗ, що складається з родієвого емітера, колектора у вигляді трубки, електричного ізолятора між ними та струмопідводу, новим є те, що колектор та струмопідвід виготовлено з неіржавіючої хромонікель-молібденової сталі системи Fe-15Cr-16Ni-3Mo; при цьому товщина стінки колектора становить 0,30-0,65 діаметра емітера, а також має місце співвідношення

$$\delta_k/\delta_{i3}=0,5-1,0$$

де δ_k - товщина стінки колектора; δ_{i3} - товщина ізоляційного шару.

Поставлена задача вирішується також і тим, що за матеріал колектора та струмопідвода править неіржавіюча сталь 06X16H15M3Б.

На фіг зображено ДПЗ конструкція, яка пропонується. Детектор складається з родієвого емітера 1 у вигляді дротика діаметром d_e , колектора 2 у вигляді трубки з товщиною стінки δ_k , електричного ізолятора 3, наприклад, з окису алюмінію Al_2O_3 з товщиною шару δ_{i3} між емітером і колектором, струмопідводом 4, привареного до емітера, і заглушок 5,6 з епоксидного матеріалу, які герметизують детектор.

Конструкція, що пропонується, технологічна у виробництві. Складання здійснюється шляхом протягування у фільтрах трубки-колектора з встановленим в середині родієвим емітером з струмопідводом і ізоляцією і подальшою герметизацією заглушками.

ДПЗ цієї конструкції працює таким чином. При опромінюванні емітера 1 нейтронами утворюється радіоактивний ізотоп, що розпадається з утворенням заряджених часток. Виходячи з емітера, заряджені частки створюють на ньому позитивний за-

ряд і різницю потенціалів між емітером 1 та заземленим колектором 2.. Сила струму, що визначається цією різницею потенціалів, пропорційна потоку нейтронів у місці розташування детектора.

В ДПЗ конструкції, яка пропонується, колектор 2 виготовлено з неіржавіючої хромонікель-молібденової сталі системи Fe-15Cr-16Ni-3Mo. Середній вміст хрому у сталі - 15%, нікелю - 16%, молібдену - 3%. У таких співвідношеннях нікель і хром забезпечує сталі високі корозійні, жаротривкі і жароміцні властивості одночасно при високих пластичних властивостях сталі. Молібден у концентраціях 2-4% підвищує стійкість проти утворення гарячих тріщин. Водночас відносно невеликий вміст нікелю сприяє тому, що в процесі тривалої експлуатації колектора і струмопідвода в нейтронному полі закрихчування і вакансійне розпухання матеріалу, що пропонується, істотно менше, ніж у сплавах нікелю, які застосовуються зараз. Це значною мірою збільшує строк служби ДПЗ. За конкретний матеріал для колектора і струмопідвода пропонується сталь 06X16H15M3Б (E1847) такого складу (% масових): C - 0,04-0,06; Si - 0,4; Mn - 0,4-0,8; Cr - 15-16; Ni - 15-16; Mo - 2,7-3,2; Nb - $\leq 0,9$; S - $\leq 0,010$; P - $\leq 0,015$; B 0,001 (за розрахунком); Co - $\leq 0,02$; Cu - $\leq 0,05$.

В конструкції ДПЗ, що пропонується, товщина стінки колектора складає 0,30-0,65 діаметра родієвого емітера 1, а також витримується співвідношення $\delta_k/\delta_{i3}=0,5-1,0$, де δ_k - товщина стінки колектора, δ_{i3} - товщина ізоляційного шару.

Наведені співвідношення геометричних розмірів емітера, стінок колектора та ізоляційного шару обрані таким чином, щоб струм, зумовлений гамавантами реактора, прагнув до нуля, а надійність ДПЗ була висока.

При товщині стінки колектора" менше 0,30 діаметра родієвого емітера внесок у показання детектора від гама-квантів перевищує 1,5%, що істотно погіршує його метрологічні характеристики. Крім того, при такій товщині стінки колектора можливе його швидке прогорання, зниження механічної міцності і довговічності.

При обмеженому зовнішньому діаметрі детектора збільшення товщини стінки колектора понад 0,65 діаметра емітера призводить до зменшення діаметра емітера, тобто до зниження лінійної чутливості детектора, що недоцільно.

Діапазон співвідношення $\delta_k/\delta_{i3}=0,5-1,0$ забезпечує підвищення надійності ДПЗ. При $\delta_k/\delta_{i3}<0,5$ знижується довговічність детектора, бо товщина стінок колектора не забезпечує його високу механічну міцність при тривалій експлуатації в середині ядерного реактора.

При $\delta_k/\delta_{i3}>1,0$ значною мірою зменшується надійність ізоляційного шару, що не допускається.

Підвищення надійності ДПЗ забезпечується також і тим, що струмопідвід виготовлено з тієї ж неіржавіючої хромонікель-молібденової сталі системи Fe-15Cr-16Ni-3Mo.

Конструкція ДПЗ, що пропонується, у порівнянні з існуючою має такі переваги:

- забезпечує надійну роботу ДПЗ в активних зонах ядерних реакторів;
- забезпечує високу лінійну чутливість детектора з мінімальною похибкою при детектуванні потоку нейтронів;

- дозволяє збільшити ресурс служби ДПЗ на 15-20%.

Збільшення ресурсу ДПЗ дозволяє зменшити кількість детекторів, необхідних для всього строку служби реактора.

При використанні ДПЗ конструкції, яка пропонується, внесок від гама-квантів у струм ДПЗ становить 0,3-1,2%, що підвищує точність визначення виділення енергії в реакторі і забезпечує його економічну експлуатацію.

ДПЗ конструкції, що пропонується, у порівнянні з ДПЗ відомих конструкцій забезпечує зменшення вкладу гама-квантів в струм ДПЗ на 20-50%.

Джерела інформації.

1. Авторское свидетельство СССР № 807811, МКИ G01T1/28, 1979, ДСП.

2. Авторское свидетельство СССР № 1641104, МКИ G01T1/28, 3/02, 1989, ДСП.

3. Авторское свидетельство СССР № 544292, МКИ G01T3/00, 1974, ДСП.

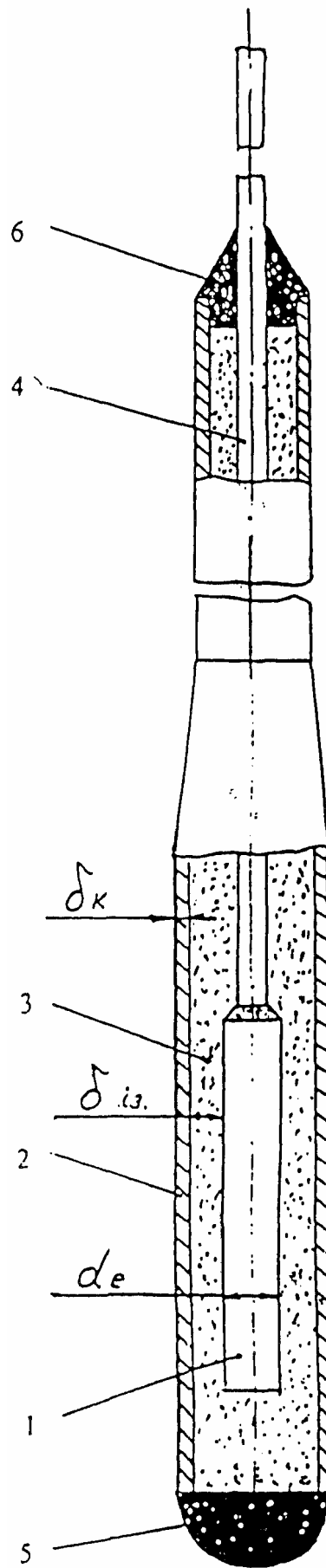


Fig.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
