

Голові разової спеціалізованої вченої
ради Інституту ядерних досліджень
НАН України
д.ф.-м.н., завідувачу відділу фізики
важких іонів,
Олегу Анатолійовичу
ПОНКРАТЕНКО

ВІДГУК

д.ф.-м.н., професора, професора кафедри ядерної фізики та високих енергій
фізичного факультета

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Плюйко Володимира Андрійовича

на дисертацію Мизнікова Дмитра Євгеновича

«Нерадіохімічні методи реєстрації радіонуклідів ^{10}Be , ^{36}Cl , $^{59,63}\text{Ni}$, ^{90}Sr із
відходів АЕС»,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії

у галузі знань «10 Природничі науки»

за спеціальністю «104 Фізика та астрономія»

Останніми роками з експлуатації виводиться велика кількість різних видів атомних реакторів, і тому виникла велика проблема, пов'язана з паспортизацією накопичених радіонуклідів, як у опромінених конструкційних матеріалах АЕС, так і у радіоактивних відходах їх роботи. Особливо гостро стоїть завдання оцінки активності довгоживучих радіонуклідів, що розпадаються без випромінювання гамма-квантів. Стандартні радіохімічні методи визначення такої активності є дорогими і не дають практичної змоги проводити масові вимірювання проб. Представлена дисертаційна робота присвячена розробці нових надійних методів реєстрації довгоживучих радіонуклідів. Тому дисертаційна робота Дмитра Євгеновича Мизнікова є актуальною.

Дисертаційна робота до захисту представлена вперше. Загальний обсяг дисертації становить 120 сторінок. Вона складається зі вступу, чотирьох

розділів, висновків, 28 рисунків, 11 таблиць, 1 додатку, списку використаних джерел із 86 найменувань.

У розділі 1 обговорюються сучасні методи реєстрації радіонуклідів, що розпадаються без випромінювання гамма-квантів, у конструкційних матеріалах реакторів і в радіоактивних відходах АЕС. Зокрема, детально розглянуто етапи радіохімічних процедур виділення ^{90}Sr і довгоживучих ізотопів нікелю. Також розглянуто деякі інші методи, а саме окрему увагу приділено рекомендованому МАГАТЕ методу кореляційних коефіцієнтів з вимірювання радіонуклідів в опромінених матеріалах реакторів. Також розглянуті атомно-емісійний метод з індуктивно-зв'язаною плазмою та атомно-абсорбційна спектрометрія з електротермічною атомізацією в графітовій кюветі, і флуориметричний метод для визначення вмісту ^{10}Be . У цьому розділі відзначені технічні складнощі при використанні таких методів для паспортизації опромінених матеріалів реакторів, їх трудомісткість та висока вартість.

У розділі 2 описано методи реєстрації радіонуклідів ^{10}Be , ^{36}Cl , ^{55}Fe і $^{59,63}\text{Ni}$, що розпадаються або чистим бета-розпадом, або шляхом електронного поглинання. Для розроблення цього методу здобувачем уперше отримано дані про виходи $(\gamma, 2n)$ - і $(\gamma, p2n)$ -реакцій на ядрах берилію та бору в широкому діапазоні енергій гальмівного випромінювання та показано, що вихід цих реакцій в ділянці енергії 30-40 MeV приблизно один і той самий. Цей факт покладено в основу фотоактиваційного методу визначення активності ^{10}Be , що утворюється під час роботи реактора, в тому числі при поглинанні нейтронів ядрами ^9Be . Здобувачем виміряно активність ^{10}Be у пробах конструкційних матеріалів 2 енергоблока ЧАЕС і показано високу чутливість розробленого методу. Для реєстрації активності ^{36}Cl , $^{59,63}\text{Ni}$ і ^{55}Fe здобувачем розроблено фотоактиваційний метод, що базується на порівнянні виходів досліджуваних активностей з активністю ^{60}Co . Проведено експериментальні дослідження концентрації активностей перерахованих радіонуклідів у пробах конструкційних матеріалів 2 енергоблока ЧАЕС розробленим способом і шляхом радіохімічних досліджень. Продемонстровано високий збіг результатів отриманих різними методами.

У розділі 3 обговорюється спектроскопічний метод реєстрації ^{90}Sr з використанням вимірювання спектрів електронів ^{90}Sr , ^{137}Cs і ^{40}K . Здобувачем проаналізовано вплив густини та розміру досліджуваних проб на точність спектроскопічного методу вимірювання активності стронцію 90. Отримано напівемпіричні формули для врахування впливу на вимірювання як густини проб так і їхніх розмірів. Для врахування впливу густини ґрунту під час вимірювання низькоенергетичних гамма-квантів отримано аналітичний вираз, що базується на співвідношенні активності ^{137}Cs , розрахованої за характеристичним рентгенівським випромінюванням, і за гамма-лінією з енергією 661 кеВ. Порівняння результатів з вимірювання активності ^{90}Sr у пробах запропонованим методом і радіодіохімічним способом показало високу відповідність отриманих даних.

У розділі 4 наведено результати дослідження концентрації радіонуклідів у верхніх шарах ґрунтів у 30-км Зоні відчуження ЧАЕС, з використанням розроблених методів і поправок. Виявлено значну зміну концентрації ^{60}Co , ^{94}Nb і ^{241}Am у верхніх шарах ґрунтів після встановлення нового другого укриття. Також показано, що в ґрунтах районів, прилеглих до 30-км зони відчуження ЧАЕС, активність ^{90}Sr зумовлена паливними падіннями, тоді як активність ^{137}Cs пов'язана з аерозольними випадіннями.

Загалом за матеріалами дисертації було опубліковано 11 наукових праць. Серед них 7 статей були опубліковані у провідних виданнях, що індексуються в наукометричній базі даних Scopus, і мають високу квартиль-формулу рейтингу публікацій - 2Q2-3Q3-1Q4-1. Результати роботи успішно доповідались на українських та міжнародних наукових конференціях. Крім того, здобувач отримав 2 патенти на корисну модель. Наукові публікації та їх апробація на наукових конференціях значно перевищують вимоги п. 8 "Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", затвердженого Постановою № 44 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р..

В цілому, текст дисертації відповідає вимогам МОН України до оформлення текстів дисертацій, хоча іноді зустрічаються описки і жаргонні вирази, які потребують пояснень, наприклад, стор.75, друга строка зверху таким є вираз "живі часи". На деяких рисунках позначення схем рівнів вказано англійською мовою. З пояснень до Таблиці. 3.1 не зрозуміло як було визначено та обчислено відхилення вимірів. Проте зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

Мизніков у своїй дисертації представив нові розроблені ним підходи до визначення активності довгоживучих радіонуклідів у опромінених конструкційних матеріалах і радіоактивних відходів ядерних реакторів АЕС та продемонстрував їх ефективність. Зокрема, був розроблений метод розрахунку активності ^{10}Be що ґрунтується на даних з перерізів фотоядерних реакцій з нейтронами на атомах ^9Be і ^{10}B . Були отримані експериментальні результати щодо виходів фотоядерних реакцій на ядрах ^9Be і ^{10}B в діапазоні енергій до 55 МеВ. Було розроблено метод обчислення активності ізотопів $^{59,63}\text{Ni}$, ^{36}Cl і ^{55}Fe на основі експериментальних і розрахункових даних з перерізів фотоядерних реакцій з нейтронами на ядрах ^{58}Ni , ^{35}Cl , ^{56}Fe і ^{59}Co . Було досліджено вплив неоднорідностей у використаних зразках на розрахунки активності радіонуклідів та отримані напівемпіричні формули їх врахування. Вивчено зміни концентрації радіонуклідів у ґрунтах ближньої зони ЧАЕС і прилеглих територій після встановлення другого укриття. Слід відмітити, що розроблені в дисертації методи визначення активності ізотопів ^{10}Be , $^{59,63}\text{Ni}$, ^{36}Cl і ^{55}Fe у конструкційних та радіоактивних матеріалах АЕС вже були використані для вивчення активності в конструкційних матеріалах знятого з експлуатації 2-го енергоблока ЧАЕС і радіоактивних відходів з інших працюючих АЕС України. Розроблені в роботі методи можуть також бути використані і для паспортизації радіоактивних відходів всх діючих АЕС України.

Тому вважаю, щл дисертація повністю відповідає спеціальності "104 Фізика та астрономія" та вимогам "Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії",

затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44. Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових працях, в яких було представлено результати дисертації, мною не було виявлено. Надана робота безумовно заслуговує на позитивну оцінку, а її автор Мизніков Дмитро Євгенович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю “104 Фізика та астрономія”

29.01.2024 р.

Володимир ПЛЮЙКО



Зігнали професора В. Мизнікова
завідую
провідний фахівець В. Бурейко