

ВІДГУК

офіційного опонента — кандидата технічних наук Гальченко Віталія Володимировича — на дисертаційну роботу Русінко П.М. “Контроль та прогнозування утворення радіоактивних відходів діючих АЕС України”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.14 «Теплові та ядерні енергоустановки», напрямком 143 «Атомна енергетика».

Дисертація Павла Михайловича Русенко, яка подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, присвячена удосконаленню методик контролю та прогнозу утворення радіоактивних відходів діючих АЕС України, встановленню радіаційної еквівалентності відпрацьованого ядерного палива реактора ВВЕР-440 після його переробки.

Актуальність теми дисертації.

На сьогоднішній день в Україні в експлуатації знаходяться п'ятнадцять енергоблоків АЕС з ВВЕР. Це означає, що щорічно, в результаті експлуатації енергоблоків, утворюється значна кількість радіоактивних відходів різного агрегатного стану та активності. Крім радіоактивних відходів, які утворюються в процесі експлуатації, такі відходи утворюються в процесі переробки відпрацьованого ядерного палива.

Поводження з радіоактивними відходами є комплексним питанням. Помилкові рішення на попередніх етапах часто призводять до виникнення серйозних технічних та організаційних проблем на наступних етапах. Комплексність проблеми поведження з радіоактивними відходами, довгострокові наслідки рішень, що приймаються, потреба в накопиченні ресурсів на майбутню діяльність потребують взаємоузгодженого та обґрунтованого планування діяльності в цій сфері. Таке планування в свою чергу потребує створення та постійного удосконалення системи контролю, проведення аналізу поточного стану для визначення дефіцитів та впровадження найкращих практик, виконання оцінок та прогнозів для визначення та обґрунтування оптимальних рішень.

Для вирішення таких питань необхідно розуміти такі фактори, як кількість і тип радіоактивних відходів які утворюються, а також мати програми, що дозволяють планувати та контролювати питання поведження з ними.

Звідси витікає наукова новизна роботи, яка полягає в розробці інженерно-технічних методів оціненні характеристики РАВ, що виникають внаслідок експлуатації та зняття з експлуатації АЕС з енергоблоками типу ВВЕР АЕС України, а також при переробки відпрацьованого ядерного палива та удосконаленні методи планування та контролю в сфері поведження з

радіоактивними відходами, що утворюються.

Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів підтверджується впровадженням представлених в роботі результатів в стандарти Міністерства палива і енергетики України та програмам і СТП експлуатуючої організації “НАЕК “Енергоатом”.

Структура і об'єм дисертаційній роботі

Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку джерел (161 джерело), що використовувалися, та чотирьох додатків включно з переліком нормативної документації, до яких включено результати роботи. Дисертація викладена на 183 сторінках, містить 46 рисунків, 31 таблицю (без урахування додатків).

У **вступі** дисертаційної роботи обґрунтована актуальність виконаних досліджень, представлені мета та основні завдання, описані методи дослідження та основні наукові результати, надана інформація щодо їх апробації, оприлюднення та практичного застосування в ядерній енергетиці України.

У **першому розділі** представлений огляд технологій поводження з РАВ АЕС, включаючи ВЯП та ВАВ від його переробки та коротко описаний вихідний стан поводження з РАВ АЕС України.

У **другому розділі** наведені результати автора за напрямком «Встановлення радіаційної еквівалентності вихідного ВЯП реакторів типу ВВЕР та ВАВ, отриманих після його переробки».

Для практичного визначення еквівалентності відходів із близькими характеристиками розроблено і встановлено критерії, де у якості вагових коефіцієнтів застосовують визначені у міжнародних стандартах величини, які характеризують вплив радіонуклідів на навколишнє середовище, персонал та населення за різних сценаріїв опромінення.

Запропоновано метод визначення початкової активності радіонуклідів у відпрацьованому ядерному паливі ВВЕР-440_в залежності від вигорання і початкового збагачення що базується на інтерполяції довідникових даних простими аналітичними функціями.

Для аналізу та обґрунтуванню переліку радіонуклідів що є значимими при визначенні еквівалентності ВАВ від переробки ВЯП реакторів типу ВВЕР та відправленого на переробку ВЯП було виконано моделювання радіонуклідного складу осклованих ВАВ від переробки відпрацьованого ядерного палива ВВЕР-400 за технологією “ПО “Маяк”. Вилучення цільових продуктів переробки та включення відходів переробки у скляну матрицю враховувалось за допомогою коефіцієнтів наданих «ПО «Маяк». Для кожного радіонукліда крім питомої активності розраховувались, еквівалент активності пероральний та

інгаляційний (добутки активностей р/н на дозові коефіцієнти пероральний і інгаляційний відповідно), фактор токсичності (відношення активностей р/н до їхнього рівня звільнення).

За результатами аналізу, враховуючи похибки вихідних значень та особливості технології переробки ВЯП на «ПО «Маяк» з 22 продуктів поділу для визначення еквівалентності ВАВ можна розглядати як значущі тільки 3 радіонукліди: ^{90}Sr , ^{137}Cs та ^{129}I , а з 20 актиноїдів - наступні 9: ^{237}Np , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{242}Pu , ^{241}Am , ^{243}Am , ^{244}Cm .

При обґрунтуванні вибору критерію еквівалентності партії українських ВТВЗ, що були відправлені на переробку та осклованих ВАВ, які будуть повернуті Україні було прийнято, що РАВ із різним радіонуклідним складом можна вважати еквівалентними, якщо вплив даних відходів на людину буде однаковим на всіх етапах наступного поводження з ними.

В якості критерію еквівалентності обраний сумарний еквівалент активності радіонуклідів - сума добутків активності радіонуклідів на коефіцієнти впливу рівні дозовим коефіцієнтам радіонуклідів для перорального надходження.

Перелік значимих радіонуклідів, критерій еквівалентності та алгоритм формування партії осклованих ВАВ від переробки ВЯП ВВЕР-440, що має повертатися в Україну використані у чинному стандарті Мінпаливенерго і відповідно залишаються актуальними.

У третьому розділі наведені результати автора за напрямком «Радіоактивні відходи від зняття з експлуатації енергоблоків з реакторами типу ВВЕР».

Оцінка обсягів радіоактивних відходів, що утворюються під час зняття з експлуатації енергоблоку, була виконана для двох варіантів зняття з експлуатації енергоблоків діючих АЕС: невідкладний демонтаж та відкладений демонтаж. При прогнозах передбачалось, що РРВ та НАВ від зняття з експлуатації будуть перероблятися для зменшення об'ємів.

Оцінки обсягів радіоактивних відходів від зняття з експлуатації енергоблоків ВВЕР -440 та ВВЕР-1000 використані у Концепції зняття з експлуатації яка є чинною. Тому ці оцінки залишаються актуальними.

У четвертому розділі наведені результати автора за напрямком «Планування та контроль утворення експлуатаційних РАВ діючих АЕС». Була обґрунтована потреба та визначений підхід, щодо удосконалення контролю утворення експлуатаційних РАВ та планування поводження з РАВ на АЕС та у ДП «НАЕК «Енергоатом», основними напрямками якого було стандартизація та удосконалення звітності АЕС по поводженню з РАВ, впровадження регулярного аналізу динаміки утворення та накопичення РАВ, прогнозування накопичення РАВ та аналізу достатності наявних сховищ, визначення та розповсюдження найкращого досвіду щодо мінімізації утворення РАВ.

Практична цінність роботи

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню системи контролю та прогнозування утворення радіоактивних відходів діючих АЕС України. В результаті виконання роботи обґрунтовано перелік значимих при визначенні еквівалентності радіонуклідів, визначений критерій еквівалентності та розроблений алгоритм формування партії осклованих ВАР для повернення в Україну, Проведено оцінку кількості та вартість захоронення радіоактивних відходів від зняття з експлуатації реакторів ВВЕР-440 і ВВЕР-1000, та проведено удосконалення алгоритму встановлення контрольних рівнів утворення радіоактивних відходів на АЕС.

Усі отримані в роботі результати було використано при розробці нормативно-технічної документації Міністерства палива і енергетики України, стандартів підприємства і програм що до поводження з радіоактивними відходами НАЕК “Енергоатом”.

Перелік документів, в яких використано результати роботи наведено в Додатку А дисертації. З них два ГНД, три програми чотири стандарти підприємства.

Повнота наведених основних наукових положень, висновків, рекомендацій в надрукованих роботах

Результати роботи викладено в десяти спеціалізованих наукових виданнях, які рекомендовані атестаційною комісією МОН України, доповідалися на багатьох наукових конференціях і симпозіумах, та відображені в дванадцяти нормативних документах, стандартах підприємства та галузевих програмах.

Автореферат написано українською мовою повністю відповідає роботі і включає всю необхідну для оцінки роботи інформацію. Містить всі основні положення висновки і рекомендації, що наведено в дисертації.

Оформлення автореферату і його об’єм відповідають вимогам атестаційної комісії МОН України.

Зауваження по роботі

До недоліків дисертаційної роботи можна віднести наступне:

1. Перший розділ присвячений детальному огляду технологій поводження з радіоактивними відходами на діючих АЕС. З опису видно недоліки існуючих технологій і питань які потребують дослідження, але автором не зроблено висновку, що до майбутніх досліджень в дисертації.
2. Другий розділ починається з виведення мети дослідження, хоча для

цього існує перший розділ. Аналогічне зауваження і до інших розділів роботи. Тому в тексті роботи з'являються повтори, яких можливо було уникнути.

3. В другому розділі наведено інженерну методику оцінки отримання активностей актиноїдів і продуктів поділу для відпрацьованого ядерного палива ВВЕР-440, яке відправляється на переробку на завод “ПО” Маяк”, при цьому значення коефіцієнтів a, b, c , активності, відносні відхилення тощо наведено для палива, початкового збагачення від 1,6% до 3,6% по ^{235}U . Не зрозуміло, чи ці величини визначено і для палива початкового збагачення від 4% до 4,4% .

4. Методика, яка наведена в другому розділі показує сумарну питому активність осклованих ВАВ і надає критерій еквівалентності для партії Українських ВТВЗ, що були направлені на переробку та осклування. Але методика не розглядає зовсім питання енерговиділення від осклованих ВАВ, які повертаються.

5. В таблицях третього розділу наведено вартість робіт в гривнях (інколи і в доларах США), з приміткою на 2002 рік. Такі дані лише спантеличують. Методика повинна надавати дані у відносних одиницях, наприклад в одиницях вартості електроенергії на 1Мвт/год.

6. В четвертому розділі автор стверджує що метою є удосконалення алгоритмів і методів. Але, відсутні, при цьому, посилання на документи, в яких вже сформовано ці алгоритми і методи які потребують удосконалення.

Висновки опонента

Дисертаційна робота Русінко Павла Михайловича “Контроль та прогнозування утворення радіоактивних відходів діючих АЕС України” є оригінальною цілісною науково-методичною працею, яка виконана на належному прикладному рівні. Наукові положення сформульовані автором самостійно і відображають особистий внесок дисертанта у розвиток галузі – атомної енергетики.

За актуальністю обраної теми, обсягом і змістом виконаних досліджень, ступенем обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірністю і новизною, а також повнотою їх викладення в опублікованих працях, дисертаційна робота Русінко Павла Михайловича “Контроль та прогнозування утворення радіоактивних відходів діючих АЕС України” повністю відповідає вимогам п.п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 15 липня 2020 року №607, до кандидатських дисертацій.

Приведені у роботі практичні результати у сукупності вирішують важливу для ядерних установок науково-прикладну задачу поводження з радіоактивними відходами, що виникають внаслідок експлуатації та зняття з експлуатації АЕС з

енергоблоками ВВЕР, а її автор, Русінко Павло Михайлович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.14 – теплові та ядерні енергоустановки.

Офіційний опонент,
кандидат технічних наук,

Зав. лабораторії моделювання



В.В. Гальченко

Підпис Гальченко В.В. засвідчую:

Директор



А.І. Ніколаєвський