

УДК 621.384.6

І.А. Остапенко, Т.В. Ковалінська, В.І. Сахно

Інститут ядерних досліджень НАН України, пр. Науки, 47, 03680, Київ

e-mail: ostiv@ukr.net, interdep@kinr.kiev.ua

ПРОЕКТ УДОСКОНАЛЕНОГО ДОСЛІДНИЦЬКОГО РАДІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ІЯД НАН УКРАЇНИ

Стаття присвячена проблемам створення повноцінного комплексу з двома радіаційними установками для забезпечення можливості проведення, в першу чергу, кваліфікаційних випробувань елементів ядерних енергоустановок. Розглянуто етапи модернізації діючої установки задля забезпечення відповідності нормативним вимогам. А також обґрунтовано необхідність доповнення існуючої бази новим прискорювачем електронів з діапазоном регулювання енергій 30–500 кеВ.

Ключові слова: комплекс, прискорювач, пучок електронів, ресурс, кваліфікаційні випробування.

Вступ

Проблеми безпечної експлуатації ядерних об'єктів є надзвичайно важливими для персоналу та населення. Особливо гостро це питання постає в умовах необхідності продовження надпроектного терміну експлуатації ядерних енергоустановок [1]. Як було показано в попередніх публікаціях [2–4], кваліфікація обладнання є обов'язковим заходом підвищення рівня безпеки експлуатації АЕС. Метою даної роботи є створення технічної бази для потреб експлуатації ядерних енергетичних установок з використанням новітніх технічних досягнень та методичних розробок.

Експериментальна установка

Створена в ІЯД НАН України потужна електрофізична радіаційна установка з промисловим потужним прискорювачем електронів (середньої енергії 4 МеВ та мінімальною енергією 2,5-3 МеВ) успішно експлуатується вже понад 10 років [4]. Схема створеної радіаційної установки представлена на рис. 1.

Дана установка інтенсивно використовується для експериментів з радіаційних технологій в різних галузях науки і техніки, де виконано цілу низку досліджень і практичних розробок у техніці прискорювачів, промислових технологіях

будівельних матеріалів, харчовій галузі, медицині.

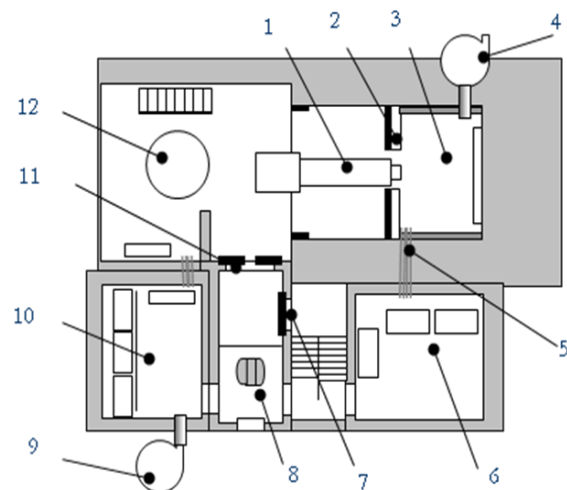


Рис. 1. Схема існуючої радіаційної установки з прискорювачем електронів "Електроніка У-005":

1 - електрофізичне джерело випромінювання; 2 - внутрішні двері реакційної камери; 3 - реакційна камера установки; 4, 9 - приточно-втяжна вентиляція; 5 - проходки сигнальних та силових мереж; 6 - зал підготовки та контролю експериментів; 7 - входні двері в бокс; 8 - лабіринт транспортної лінії; 10 - пульт управління; 11 - дисциплінуючий бар'єр; 12 - резервуар охолодження.

Останнім часом отримано надзвичайно цікаві результати щодо використання цієї установки для сертифікації обладнання АЕС. Такі роботи натепер є актуальним напрямком прогресу атомної енергетики

України. На адаптованій для цього радіаційній установці створено оригінальні методи кваліфікації обладнання АЕС. З 2004 року кваліфікація є обов'язковою для усіх енергогенеруючих компаній України. Адаптація здійснювалась з метою створення технічних умов для кваліфікації в першу чергу кабельних виробів АЕС та іншого електрообладнання [5, 6]. Схема проведення таких кваліфікаційних випробувань елементів обладнання АЕС представлена на рис. 2.

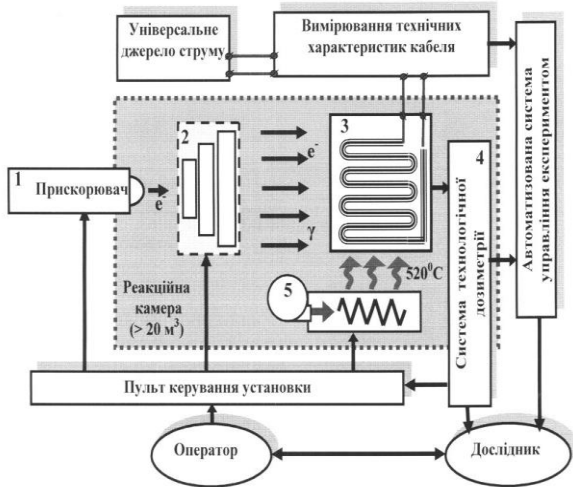


Рис. 2. Схема проведення кваліфікаційних випробувань кабельних елементів ядерних енергоустановок на існуючій радіаційній установці.

На підставі існуючих нормативних документів, що регламентують процес кваліфікації обладнання АЕС, було розроблено етапи модернізації установок та її вузлів з метою забезпечення відповідності всім вимогам. Порівняння нормативних вимог та параметрів установки, що були отримані в результаті модернізації, наведено в таблиці 1 [7]. У результаті модернізації було збільшено потужність пучка та час безперервної роботи установки, забезпечено можливість вимірювання великої кількості технічних параметрів піддослідного обладнання.

На цій базі було здійснено цикл випробувань можливостей установки, як спеціалізованого радіаційного стенду для досліджень функціональних характеристик нових типів дезактивуючого покриття для контейментів на АЕС та обладнання, нової

кабельної продукції українських розробників для вітчизняної атомної енергетики.

На різних національних науково-практичних конференціях вже обговорювалися методики таких кваліфікаційних випробувань та можливості їх удосконалення і поширення на інші прискорювачі електронів, з тих що є в Україні.

Таблиця 1

Порівняння нормативних вимог до технологічних радіаційних установок та параметри установки ІЯД

Умови випробувань	Нормативні Вимоги	Параметри установки
об'єм реакційної камери	близько 10 м ³	понад 20 м ³
потужність радіаційної дози	до 1·10 ³ Гр/год.	від 0,1 Гр/год. до 14,4·10 ⁶ Гр/год.
параметри радіаційних полів	Змішані 4 МеВ (β-, γ- та нейтронна компоненти)	4 МеВ (β- та γ- компоненти) відповідають вимогам стандарту IEEE 323-2003
величина фронтального перерізу опромінюваного простору	до 1 м ²	до 80 × 80×120 см ³
контроль процесів опромінювання	до 8 %	Безперервний багатопараметровий
дозиметрія опромінення	до 8 %	електронна система радіаційних вимірювань: точність 5%
час опромінення	від 100 до 1000 годин	до 1000 годин безперервної роботи
нестабільність опромінювання	до 8 %	дрейф параметрів: до 5 %

Було встановлено перелік найбільш придатних вітчизняних прискорювачів та перспективні завдання кваліфікації, які можна здійснювати за нашими методиками.

У результаті тривалих досліджень та удосконалення методик кваліфікації електротехнічного обладнання АЕС виникла необхідність розширення можливостей радіаційної установки ІЯД [8]. Виявилось, що доцільно зробити розширення спектру іонізуючого випромінювання в сторону низькочастотних (низькоенергетичних) випромінювань. На існуючому потужному промисловому прискорювачі неможливо традиційним шляхом забезпечити неперервність спектра гальмівного гамма-випромінювання в його низькоенергетичній області. А саме цей діапазон виявився надзвичайно потрібним [9] для надійної кваліфікації електрообладнання.

Запропоновано, як оптимальний шлях розвитку експериментальної бази ІЯД НАНУ, доповнити існуюче джерело електронів 4 МеВ додатковим електрофізичним джерелом на основі прискорювача електронів прямої дії з енергією не вище 500 кеВ та можливістю регулювання енергії та інтенсивності. Здійснені попередні оцінки вказують на необхідність отримати пучок таких електронів потужністю не менше 20 кВт.

Таке розширення енергетичного діапазону іонізуючих випромінювань на експериментальній базі ІЯД водночас є перспективною науково-практичною задачею. Її вирішення надасть нові знання з техніки прискорювачів цього типу та досвід їх реалізації, дозволить суттєво збільшити обсяги прикладних досліджень і технологічних розробок. Отримані результати є важливими і можуть забезпечити пріоритет ІЯД в області прикладних ядерних досліджень та радіаційних технологій. Реалізація даного проекту надасть нові високопрофесійні робочі місця, дозволить активізувати в ІЯД дослідження і розробки нових матеріалів, створювати нові технології утилізації полімерних матеріалів та виробів, розробляти ефективні методи промислової стерилізації широкою

гами нових сучасних полімерних пакувальних виробів, сприяти прогресу технології напівпровідників, розробляти ефективні методи карантинної обробки сільськогосподарської продукції і імпортованих харчів, створювати нові матеріали для ядерної енергетики. Більшість таких процесів була попередньо досліджена на існуючій техніці.

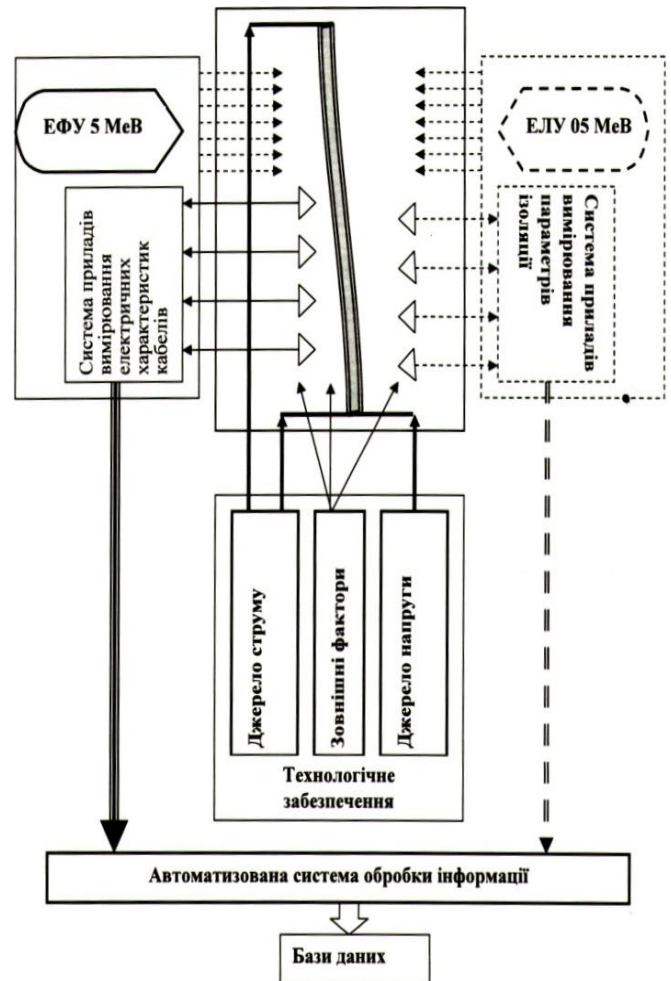


Рис. 3. Проект удосконаленого радіаційного стенду в Інституті ядерних досліджень НАН України.

Таким чином, для повноцінних досліджень необхідно втілити в життя проєкт створення в ІЯД НАН України сучасного комплексу технологічних досліджень з іонізуючими випромінюваннями 30-5000 кеВ, блок-схема якого наведена на рис. 3.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комплексна програма робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій, затверджена Розпорядженням КМУ від 29 квітня 2004 року № 263-р.
2. ПМ-Д.0.03.476-09 «Программа работ по квалификации оборудования энергоблоков АЭС ГП НАЭК «Энергоатом».
3. Остапенко И.А., Горанчук Д.В., Косяк Д.Н. Методы оценки состояния квалификации АЭС Украины // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 3/8 (57), С. 8-11.
4. Сахно В.И., Вишневський І.М., Зелінський А.Г., Сахно А.В., Томчай С.П. Радиационная установка с ускорителем электронов ИЯИ НАН Украины // Атомная энергия. - 2003. - Т.94. - Вып. 2. - С. 163-166.
5. Сахно В.І., Вишневський І.М., Сахно О.В., Томчай С.П., Хрін Т.В., Зелінський А.Г. Установка для радіаційних випробувань обладнання АЕС // International conference "Current Problem in Nuclei Physics and Atomic Energy". Book of abstracts. (Kyiv, May 29-June 3). - 2006. – P. 188.
6. Сахно В.І., Вишневський І.М., Сахно О.В., Зелінський А.Г., Томчай С.П., Хрін Т.В., Халова Н.В. Спеціалізований стенд для функціональних випробувань кабельних виробів АЕС // Ядерна фізика та енергетика. - 2007. - №1(19). - С. 140-144.
7. Сахно О.В. Дослідження і розробка методів і технічних засобів радіаційних випробувань обладнання АЕС на електрофізичних установках / Автореферат канд. дисертації. – Київ. – 2008. – С. 15.
8. Ковалінська Т.В., Остапенко І.А., Сахно В.І., Вишневський І.М. Перспективи розвитку експериментальної бази радіаційних досліджень ІЯД НУН України // XX-а щорічна наукова конференція Інституту ядерних досліджень НАН України – 28 січня-01 лютого 2013 р.: Тези доповіді. – Київ. – 2013. – С. 102-103.
9. Ковалінська Т.В., Остапенко І.А., Сахно В.І., Желтоножський В.О. Актуальність дослідження впливу іонізуючих випромінювань та заряджених частинок низьких енергій на функціональні характеристики обладнання для ядерної енергетики // XX-а щорічна наукова конференція Інституту ядерних досліджень НАН України – 28 січня-01 лютого 2013 р.: Тези доповіді. – Київ. – 2013. – С. 102.

Стаття надійшла до редакції 10.05.2013

I.A. Ostapenko, T.V. Kovalinska, V.I. Sakhno
Institute for Nuclear Research, Ukr. Nat. Acad. Sci.
Pr. Nauky, 47, 03680, Kyiv

IMPROVED RADIATION RESEARCH COMPLEX PROJECT OF KINR NAS OF UKRAINE

Article is devoted to creating a full set of two radiation units that, first of all, allow to carrying the qualification tests for elements of nuclear power plants. There are considered the stages of upgrading existing installations to ensure regulatory compliance. And also there is confirmed the necessity of supplement existing database with the new electron accelerator control range of energies 30-500 keV.

Keywords: accelerator, electrons' beam, resource, qualification tests.

И.А. Остапенко, Т.В. Ковалинская, В.И. Сахно

Институт ядерных исследований НАН Украины

пр. Науки, 47, 03680, Киев

ПРОЕКТ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РАДИАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ИЯИ НАН УКРАИНЫ

Статья посвящена проблемам создания полноценного комплекса с двумя радиационными установками для обеспечения возможности проведения, в первую очередь, квалификационных испытаний элементов ядерных энергоустановок. Рассмотрены этапы модернизации действующей установки для обеспечения соответствия нормативным требованиям. А также обоснована необходимость дополнения существующей базы новым ускорителем электронов с диапазоном регулирования энергий 30-500 кэВ.

Ключевые слова: ускоритель, пучок электронов, ресурс, квалификационные испытания.