

Голові разової спеціалізованої
вченої ради в Національному
університеті «Одеська політехніка»,
завідуючому

кафедрою атомних електростанцій,
доктору технічних наук, професору

Володимиру КРАВЧЕНКО

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора кафедри атомних
електростанцій Національного університету «Одеська політехніка»

Дубковського В'ячеслава Олександровича

на дисертаційну роботу **Сови Катерини Олександрівни «Моделювання
ресурсоспроможності та надійності систем сухого зберігання
відпрацьованого ядерного палива на АЕС»**, подану до захисту в разову
спеціалізовану вчену раду Національного університету «Одеська
політехніка» Міністерства освіти і науки України на здобуття наукового
ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за
спеціальністю 143 Атомна енергетика, із зазначенням наукового рівня
дисертації і наукових публікацій

Предметом дослідження є процеси деградації конструкційних
елементів вентиляваного бетонного контейнера та їх вплив на його
ресурсоспроможність.

Об'єктом вивчення є система сухого зберігання ядерного палива у
спеціалізованих контейнерах, що вичерпало нормативний термін.

Актуальність теми. Кваліфікаційна робота **К. О. Сови** присвячена оцінюванню ресурсоздатності конструкції вентилязованого бетонного контейнера, котра забезпечує плановий термін надійного та безвідмовного зберігання відпрацьованого ядерного палива.

Експлуатація АЕС супроводжується накопиченням відпрацьованого ядерного палива (ВЯП). Воно класифікується як ядерні відходи високої активності. У світі щорічно вивантажується ВЯП з атомних електростанцій (АЕС) більше 10 тис. т важкого металу (ВМ). Окремі держави переробляють відпрацьоване паливо. Сумарні світові потужності для переробки ВМ на рік не перевищують 4800 т.

В Україні щороку вивантажується з реакторів АЕС близько 170 відпрацьованих тепловиділяючих збірок з реакторів (ВТВЗ) ВВЕР–440 і близько 560 ВТВЗ з реакторів типу ВВЕР–1000, що становить взагалі приблизно 265 т важкого металу.

Методика оцінювання ресурсоспроможності та надійності систем зберігання ВЯП в системах сухого сховища ВЯП є важливим завданням в контексті безпеки ядерної енергетики. Від якості та точності таких оцінок залежить спроможність гарантування екологічної, технічної та радіаційної безпеки, що особливо актуально з огляду на збільшення обсягів ядерних відходів і суспільний інтерес до проблем поводження з ними.

Беручи до уваги введення в експлуатацію централізованого сховища для палива трьох останніх українських станцій, дослідження ресурсоздатності системи сухого зберігання видається вкрай актуальним і своєчасним.

Мета праці полягає в оцінюванні надійності й безпеки функціонування систем сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива шляхом створення моделей оцінювання їх ресурсоздатності. Для її досягнення Совою К.О. сформульовано й розв'язано наступні завдання:

1. Аналіз наявних систем сухого зберігання ВЯП в Україні та за кордоном.
2. Дослідження механізму деградації конструкцій контейнерів під впливом експлуатаційних навантажень.
3. Розробка моделей корозійної, радіаційної та втомної деградації.
4. Побудова комплексної моделі надійності елементів систем сухого зберігання.
5. Проведення ймовірнісного моделювання ризиків втрати герметичності.
6. Надання практичних рекомендацій щодо оптимізації експлуатаційних параметрів системи.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірність та новизна.

В результатах теоретичних досліджень, спрямованих на поглиблений розгляд явищ, що супроводжують процес сухого зберігання міститься наукова новизна праці.

Дослідження надійності і безвідмовності елементів і конструкції контейнеру загалом запропоновано та обґрунтовано з застосування ймовірнісних методів.

Розроблено методику проведення та обробки результатів чисельного моделювання процесу зберігання з врахуванням теплового, механічного і радіаційного впливу на конструкцію. В залежності від часу зберігання змодельовано процес зміни стану конструкції.

Положення, які сформульовані у вигляді наукової новизни, являють нове наукове знання, важливе для галузі, з якої представлена і захищається дисертаційна праця, а саме: галузь знань – 14, спеціальності 143 – Атомна енергетика.

Основні положення наукової новизни праці достатньо опубліковані у фахових періодичних публікаціях, у тому числі, які входять до наукометричної бази SCOPUS.

Персональний внесок здобувача в отриманні наукових підсумків полягає у визначенні цілей та завдань дисертації, збиранні інформації та матеріалів з досвіду проведення чисельного моделювання ресурсостійкості контейнера.

Аналіз патентної й науково-технічної літератури, проведення у співавторстві розрахункових обґрунтувань процесів деградації елементів конструкції від часу зберігання, розробка методики застосування ймовірнісних залежностей та аналіз здобутих результатів підтверджують кваліфікаційний рівень здобувача, як дослідника.

Повнота викладення наукових результатів в опублікованих працях і оприлюднення результатів.

Результати дисертаційної праці К.О. Сиви оприлюднені в **8 наукових роботах**, з яких: **2 статті** у наукових виданнях, що входять до наукометричних баз SCOPUS або Web of Science; **2 статті** у фахових наукових виданнях України; **4 публікації у матеріалах конференцій**, з яких **одна – міжнародна** (XXXIV Міжнародна конференція «Проблеми екології та експлуатації об'єктів енергетики»). Основні здобутки дисертаційної праці викладені на Науково-практичній зустрічі на Чорнобильський АЕС (2019 р.).

Представлена дисертаційна робота викладена коректною українською мовою, із застосуванням класичної та сучасної науково-технічної термінології, властивої для атомної і енергетики в цілому.

Робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

Значущість праці для науки й практики

1. Розроблена математична модель оцінки ресурсу та надійності контейнерів з урахуванням комплексного впливу зовнішніх навантажень дає змогу здійснювати обґрунтоване передбачення тривалості їх безпечної експлуатації, що може бути застосовано для планування термінів зберігання ВЯП та оптимізації регламентних перевірок.

2. Матеріали дисертації можуть бути використані як підґрунтя для наступних наукових досліджень у царині підвищення ресурсної спроможності та безпеки інфраструктури поводження з відпрацьованим ядерним паливом, а також у розробці нормативних документів у галузі ядерної енергетики.

3. Результати дисертаційного дослідження можуть бути застосовані при проектуванні, модернізації та експлуатації систем сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) на атомних електростанціях України.

4. Запропоновані рекомендації стосовно вибору конструкційних матеріалів контейнерів, а також систем пасивного охолодження та радіаційного захисту сприяють підвищенню довговічності й безпеки функціонування таких систем.

Недоліки та застереження до дисертаційної праці

- підвищення надійності та безпеки експлуатації систем сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива шляхом створення математичних моделей оцінювання, не роз'яснено, яким чином досягається підвищення надійності шляхом створення моделі оцінювання;

- В якості базового об'єкта обрана Запорізька АЕС , на якій протягом 22 років експлуатується сховище ВЯП; скоріш за все, об'єктом дослідження є контейнери, що застосовуються на ЗАЕС;

- застосовано методи математичного та фізико-хімічного моделювання; в тексті відсутні результати фізико-хімічного моделювання;

- недостатньо уваги приділено експлуатації металевих контейнерів систем сухого зберігання ВЯП (розділ 2);

- не вказані джерела показників інтенсивності відмов $\lambda(t)$ (розділ 3);

- не сформульовано алгоритм прогнозування ресурсоспроможності сховища сухого зберігання ВЯП в контейнерах по результатам досліджень (розділ 4).

Наявні зауваження не зменшують актуальність праці, не виключають наукову та практичну значущість отриманих результатів і можуть бути враховані в подальшій науковій діяльності здобувача.

Висновок щодо дисертаційної праці

Вважаю, що дисертаційна праця **К. О. Сови** вирішує нагальну проблему поліпшення надійності тривалого зберігання відпрацьованого ядерного палива та є методичним підґрунтям для оцінювання ресурсоздатності споруд тривалого зберігання відпрацьованого ядерного палива.

Науковий рівень дисертаційної роботи **Сови Катерини Олександрівни** «**Моделювання ресурсоспроможності та надійності систем сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива на АЕС**» та наукових публікацій здобувача відповідають вимогам чинного законодавства України, що передбачені п.п. 5, 6, 7, 8 та 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради

закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», згідно з постановою КМ України № 44 від 12.01.2022, із змінами, внесеними відповідно до постанови КМ України № 341 від 21.03.2022, Постановою КМ України № 502 від 19.05.2023 року, та Постановою КМ України № 507 від 03.05.2024 року оскільки наведені в ній науково обґрунтовані результати у сукупності вирішують актуальну наукову та практичну задачу – підвищення ефективності експлуатації ядерної енергетики України.

Здобувач **Сова Катерина Олександрівна** заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 143 «Атомна енергетика».

Офіційний рецензент:

доктор технічних наук,
професор кафедри атомних електростанцій
Національного університету
«Одеська політехніка»

Вячеслав ДУБКОВСЬКИЙ