

РЕЦЕНЗІЯ

на навчальний посібник
«Методи автоматизованого вихрострумowego
неруйнівного контролю стану обладнання ЯЕУ»,
автори: Р.В. Єрмоленко, І.М. Каденко, Н.В. Сахно, С.В. Співак

З огляду на амбітні плани України щодо розвитку ядерної енергетики з урахуванням експлуатації радянських реакторів типу ВВЕР, а також плани будівництва реакторів нового покоління, розроблених за сучасними міжнародними технологіями, дуже важливим є узагальнення досвіду експлуатації реакторів ВВЕР з метою його використання для ефективного впровадження нових ядерних технологій західного дизайну.

Автори даного навчального посібника мають багаторічний досвід роботи в ядерній галузі, що є безпосередньо пов'язаним з розвитком методів неруйнівного контролю обладнання ядерних енергетичних установок. Зокрема, доц. Єрмоленко Р.В. свого часу мав третій, найвищий професійний рівень вихрострумowego контролю відповідно до вимог як Органу сертифікації персоналу (ОСП) в Україні, так і Американського товариства інженерів-механіків (American Society of Mechanical Engineers (ASME), а зав. лаб. Сахно Н.В. захистила дисертацію, що була присвяченою саме вихрострумowego контролю теплообмінних труб парогенераторів та оцінці їх структурної цілісності. Саме тому викладення досвіду роботи з вихрострумовим контролем у навчальному посібнику з метою донесення надзвичайно важливих знань до студентів є дуже нагальною задачею. Представлений навчальний посібник «Методи автоматизованого вихрострумowego неруйнівного контролю стану обладнання ЯЕУ» розроблено з метою ознайомлення читача з основами та проблемами неруйнівного контролю обладнання та трубопроводів АЕС, а також поглибленого розгляду найбільш важливих аспектів саме вихрострумowego методу контролю.

У книзі комплексно розглядається питання автоматизації неруйнівного контролю обладнання атомних електростанцій. Дане видання становить собою вагомий внесок у розвиток прикладної діагностики технічних систем, поєднуючи теоретичні засади, практичні підходи та приклади реалізації сучасних методів неруйнівного контролю (НК) у критично важливій галузі енергетики.

Книга відзначається глибоким аналізом сучасних методів НК, таких як ультразвуковий, вихрострумовий, візуальний контроль, а також новітніх

технологій автоматизації контролю та обробки даних. Автори системно представили технічні та програмні рішення, що використовуються для виявлення дефектів обладнання АЕС, забезпечення його надійності й безпеки експлуатації.

Навчальний посібник структуровано на розділи, що покликані спочатку ознайомити читача з основами вихрострумowego неруйнівного контролю. Даний метод базується на застосуванні електромагнітних методів, що дозволяють сформувати в матеріалі об'єкту контролю електромагнітне поле необхідної конфігурації з метою детектування особливостей на кшталт несучільностей: тріщин, корозійних розтріскувань тощо. Надано також математичну модель вихрострумowego контролю теплообмінних труб парогенераторів АЕС. Це, зокрема, вимагає від читача згадати і поглибити знання, що були наданими в курсах загальної і теоретичної фізики.

На підставі опанування теоретичних основ зроблено гарний перехід до застосування цього методу неруйнівного контролю для убезпечення обладнання АЕС. Зокрема, детально розглянуто контроль теплообмінних труб парогенераторів АЕС, засоби для його проведення, зокрема, всі наявні на світових ринках вихрострумові перетворювачі, та особливості застосування останніх.

Особливу увагу приділено обґрунтуванню критерію визначення дефектних теплообмінних труб парогенератора АЕС. На основі цього критерію приймається рішення про виведення труб з експлуатації. Це важливо, оскільки присутність труби з дефектом, який може призвести до протікання під час кампанії, несе ризик аварійного зупинення енергоблока через витік теплоносія з першого контуру в другий. Водночас передчасне виведення з експлуатації труби, яка все ще може надійно працювати без втрати цілісності, зменшує загальну кількість активних теплообмінних труб у парогенераторі, що може негативно вплинути на ефективність його роботи. Останній факт є надзвичайно важливим для України, бо надлишкове, з перестрашуванням, виведення теплообмінних труб з експлуатації може призвести до необхідності передчасного зупинення енергоблоку та виведення його генеруючої потужності з енергомережі України.

Окремо треба відмітити, що помилкові рішення людини-оператора щодо виведення теплообмінних труб з експлуатації, що ще могли б експлуатуватися і надалі, і навпаки, не виведення з експлуатації труб, що можуть втратити свою цілісність і почати протікати при роботі реактора на потужності, мають дуже велику ціну. Зокрема, щоб уникнути дороговартісних зупинень енергоблоків внаслідок неправильно прийнятих рішень, необхідно думати про розвиток нових

підходів до аналізу отриманих експериментальних даних, що є основою для прийняття таких важливих рішень.

Саме тому останній розділ посібника присвячено опису можливостей застосування технологій машинного навчання при проведенні неруйнівного контролю. Розглянуто застосування згорткових нейронних мереж для обробки візуальної інформації, залишкових нейронних архітектур — для детального аналізу зображень, а також рекурентних мереж — для обробки послідовних сигналів. Такі підходи дозволяють суттєво знизити вплив людського фактора при інтерпретації результатів контролю. Водночас вже існують переконливі докази високої ефективності цих методів у виявленні дефектів та оцінюванні їх характеристик. Проте важливо мати глибоке розуміння обмежень і особливостей застосування подібних рішень. У посібнику також акцентовано увагу на потенційних недоліках, зокрема: високій чутливості алгоритмів до якості вхідних даних і потребі у значних обсягах розмічених тренувальних наборів, що часто є складним через обмежену кількість реальних прикладів дефектів і труднощі їх точної ідентифікації.

Важливою особливістю є наявність у кінці кожного розділу контрольних запитань, які дозволяють читачеві самостійно оцінити рівень засвоєння вивченого матеріалу. Даний навчальний посібник є важливою складовою в тримання гарних професійних знань як для студентів, так і фахівців вихрострумового неруйнівного контролю при його застосуванні для контролю обладнання та трубопроводів АЕС.

Текст посібника написано технічно грамотною мовою з дотриманням стилістичних вимог до науково-технічних видань. Автори уникають надмірної термінологічної складності, пояснюючі ключові терміни та підходи доступно та зрозуміло, у той же час, зберігається високий науковий рівень, що дозволяє використовувати його як фаховий навчальний посібник і довідник.

«Методи автоматизованого вихрострумового неруйнівного контролю стану обладнання ЯЕУ» – це гарно підготовлений навчальний посібник, що дозволяє донести до читача нову інформацію та трансформувати її у нові знання для застосування вихрострумового методу контролю, в т.ч. із застосуванням сучасних технологій машинного навчання.

Тож можна сподіватися, що використання даного посібника у навчальному процесі допоможе розібратися в особливостях застосування вихрострумового методу контролю для підвищення безпеки експлуатації обладнання ядерно-енергетичних установок.

Навчальний посібник «Методи автоматизованого вихрострумового неруйнівного контролю стану обладнання ЯЕУ» є високоякісним науково технічним виданням, що поєднує фундаментальні знання та практичний досвід. Тому, однозначно, рекомендується до друку та впровадження в навчальний процес.



к.т.н., провідний інженер
відділу НТФРтаІПЦ
служби ПБтаП
філії «ВП НТЦ»
АТ «НАЕК «Енергоатом»
Піонтковський Юрій Федорович