

РЕЦЕНЗІЯ

на навчальний посібник

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

Забезпечення надійної та безпечної експлуатації ядерних енергоблоків завжди було та залишається важливою складовою атомної енергетики. На сьогоднішній день, особливо, приймаючи до уваги, що більшість об'єктів теплової енергетики є зруйнованими країною-агресором, джерелом більше 50% всієї енергії, що виробляється на Україні, є АЕС. Наразі в Україні в експлуатації знаходиться 9 ядерних енергоблоків, більшість з яких вже відпрацювали свій проектний технологічний ресурс та пройшли процедуру перепризначення термінів експлуатації, тому задача підвищення безпеки експлуатації як АЕС в цілому, так і окремих її елементів, є дуже нагальною. Для забезпечення умов нормальної експлуатації кожна система чи елемент АЕС мають бути надійно проконтрольованими при проведенні експлуатаційного контролю під час планово-попереджувального ремонту. Враховуючи, що парогенератор та корпус реактору є одними із найбільш важливих елементів АЕС, а стінка теплообмінної труби парогенератора є фізичним бар'єром між першим та другим контурами АЕС, задача убезпечення експлуатації парогенераторів, в цілому, та теплообмінних труб, зокрема, а також їх з'єднання з колектором, є надзвичайно актуальним завданням.

Навчальний посібник «Методи автоматизованого вихрострумового неруйнівного контролю стану обладнання ЯЕУ» розроблено як для початкового ознайомлення з принципами неруйнівного контролю, так і для більш поглибленого вивчення використання вихрострумового контролю з метою підвищення рівня безпеки експлуатації обладнання ЯЕУ.

Навчальний посібник структуровано на розділи, що знайомлять читача, на початку, з основами вихрострумового неруйнівного контролю і поступово формують розуміння детального застосування вказаного методу в атомній енергетиці. Наведена структура дозволяє читачу не лише зрозуміти, але й легко засвоїти викладений у навчальному посібнику матеріал.

Посібник розпочинається з огляду основних шести методів неруйнівного контролю, їх класифікації та основних стандартів та норм при застосуванні неруйнівного контролю у атомній енергетиці. Далі детально представлено

фізичні основи автоматизованого вихрострумового неруйнівного контролю та методи застосування цього методу неруйнівного контролю для забезпечення обладнання АЕС. Детально розглянуто метод контролю теплообмінних труб парогенераторів АЕС, засоби для його проведення та особливості застосування останніх. Надано також розроблену математичну модель вихрострумового контролю теплообмінних труб парогенераторів в АЕС.

У навчальному посібнику розглянуто всі системи неруйнівного контролю теплообмінних труб парогенераторів АЕС, що наразі експлуатуються на різних АЕС України.

Особливу увагу присвячено критерію виведення теплообмінних труб парогенераторів АЕС з експлуатації, беручи до уваги, що наявність труби з детектованим дефектом, що може дати течію під час кампанії, може призвести до зупинки блоку через витікання теплоносія з першого контуру до другого та подальшого простою задля виконання ремонту. В той же час, виведення теплообмінної труби з дефектом, що ще може експлуатуватися без втрати трубою суцільності, зменшую кількість теплообмінних труб, що експлуатуються, на парогенераторі, а, отже, зменшує технологічний ресурс самого парогенератора що, з часом, може призвести до необхідності заміни всього парогенератора – дуже коштовної процедури.

Окремим розділом представлено основи, принципи та процедуру проведення атестації систем автоматизованого неруйнівного контролю, що експлуатуються на АЕС України.

Останній розділ посібника зосереджено на застосуванні технологій машинного навчання у виконанні неруйнівного контролю, висвітлюючи використання згорткових нейронних мереж для обробки даних, залишкових нейронних мереж для аналізу зображення, рекурентних нейронних мереж для обробки послідовних даних. Зазначено, що використання різних типів нейронних мереж дозволяє автоматизувати процес аналізу ультразвукового, візуального та вихрострумового контролю, що значно зменшує вплив людського фактору. Є свідчення високої ефективності таких підходів у виявленні дефектів та визначенні їх параметрів. Також вказано на деякі недоліки такого застосування, а саме: чутливість алгоритмів до якості вхідних даних та потреба у великих обсягах розмічених даних для навчання моделей, що не завжди є можливим через обмежений обсяг наявних реальних дефектів та складність їх точної ідентифікації. Також наведено перспективні напрями розвитку застосування цих технологій.

Відмітимо, що кожен розділ закінчується переліком контрольних питань, що дає змогу читачеві самостійно проконтролювати якість та рівень засвоєння ним нового матеріалу.

Даний навчальний посібник є важливим підґрунтям як для студентів, так і фахівців вихрострумowego неруйнівного контролю при його застосуванні для обладнання АЕС. Зокрема, даний посібник становить необхідну частину навчально-методичного забезпечення підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-науковою програмою «Ядерна енергетика» і може використовуватися при викладанні таких дисциплін як «Використання методів машинного навчання для аналізу даних в ядерній енергетиці», «Методи контролю стану ядерних реакторів», «Надійність обладнання реакторних установок».

«Методи автоматизованого вихрострумowego неруйнівного контролю стану обладнання ЯЕУ» - це ретельно підготовлений навчальний посібник, який охоплює як основи та базис неруйнівного контролю, так і деталі подальшого розвитку та застосування вихрострумowego контролю для обладнання ЯЕУ, включно із залученням сучасних технологій - машинного навчання. Посібник буде впроваджено в навчальний процес. Незалежно мети його використання - для академічного застосування чи як професійний довідник - цей посібник є цінним ресурсом, що допоможе розібратися в тонкощах застосування вихрострумowego контролю для підвищення безпеки експлуатації обладнання установок самого перспективного типу генерації енергії - АЕС.

Навчальний посібник «Методи автоматизованого вихрострумowego неруйнівного контролю стану обладнання ЯЕУ» рекомендуються до друку та впровадження в навчальний процес.

Заступник декана механіко-математичного
факультету

Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

канд. фіз.-мат. наук, доцент



Олександр ХАРИТОНОВ