

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННО-ОПТИЧНИХ ДЕФЕКТОСКОПІВ У НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ

Анотація. У роботі розглянуті сучасні електронно-оптичні дефектоскопи, їх параметри, сфери та перспективи застосування. Стаття містить аналіз можливостей дефектоскопа, також визначені його основні переваги та недоліки. Наведено приклади використання електронно-оптичних дефектоскопів у сучасному світі.

Ключові слова: дефектоскопія, неруйнівний контроль, електронно-оптичний дефектоскоп, дефект.

ВСТУП

Сучасний стан технологічного розвитку дозволяє створити багато різних унікальних приладів, що можуть підвищити достовірність діагностики, спростити чи прискорити контроль якості предметів, механізмів та виробів. Інколи це потрібно виконувати навіть тоді, коли виріб вже знаходиться в експлуатації. Прилад, який дозволяє проводити таку діагностику без руйнування об'єкту контролю, називається дефектоскопом. Таким приладом проводиться перевірка якості з'єднань (особливо важливо це, наприклад, для зварювання трубопроводів високого тиску), стан конструкції в будівництві (металевої, залізобетонної), ступінь зносу механізму, наявність пошкодження деталей. Практично в усіх галузях промисловості, де важливо контролювати стан і відповідність нормам параметрів твердих елементів конструкцій, застосовують різні типи дефектоскопів.

ПОНЯТТЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ДЕФЕКТОСКОПІВ

У людини, що ніколи не мала справи з неруйнівним контролем, може виникнути питання: що ж таке дефектоскоп? Відповідь на це питання криється в самій назві приладу. Поділимо її на дві частини: «дефект» та «скоп». «Дефект» – це якась тріщина, вм'ятина, якийсь недолік матеріалу чи предмету, за яким ведеться спостереження, а «скоп» – в перекладі з давньогрецької означає спостерігати або знайти. Тобто під дефектоскопією мається на увазі пошук в тому чи іншому предметі, матеріалі, деталі або конструкції виробу якихось недоліків або відхилень від норми.

Якщо говорити технічною мовою, дефектоскоп – це прилад неруйнівного контролю для виявлення та оцінки внутрішніх і поверхневих дефектів матеріалів та виробів. Існує дуже багато видів дефектоскопів в залежності від використовуюваного методу дефектоскопії [1]. Загалом ці прилади можна класифікувати наступним чином: ультразвукові [2], вихрострумові [3-5], магнітні [6] та електронно-оптичні. Дефектоскопи широко використовуються в таких галузях, як машинобудування, будівництво, енергетика, транспортна сфера, нафтогазова і хімічна промисловості, тощо. Науково-дослідні центри застосовують дефектоскопи для контролю та вивчення властивостей, особливостей твердих тіл. Основні відмінності між різними типами дефектоскопів полягають в принципі їх роботи та застосуванні. Багато дефектоскопів мають вузькоспеціалізоване призначення та використовуються

тільки в спеціальних сферах промисловості. Електронно-оптичний дефектоскоп (ЕОД) відноситься саме до таких приладів.

ПРИНЦИП РОБОТИ ЕОД

Розглянемо принцип роботи ЕОД, загальна схема якого наведена на рис. 1. Оптичні зображення ізоляції, коронні (КР) та поверхнево-часткові розряди (ПЧР) проходячи через світлофільтр з пропускну здатністю в короткохвильовій частині оптичного спектра, формуються вхідним об'єктивом на фотокатоді електронно-оптичного підсилювача (ЕОП) світла з мікроканальною пластиною. Основним призначенням ЕОП в системі дефектоскопу є підсилення оптичних сигналів більш ніж в 10000 разів. Після чого з'являється можливість їх спостереження на екрані через окуляр або запису отриманого зображення на будь-який з пристроїв реєстрації.

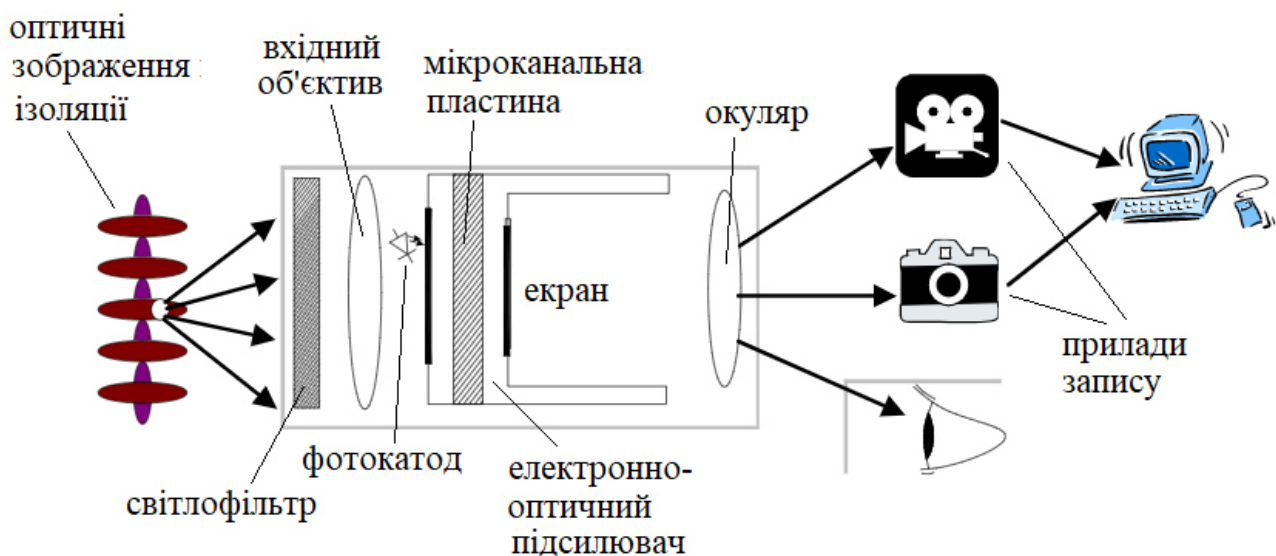


Рис 1. Блок-схема електронно-оптичного дефектоскопа

Також можна встановити спеціальний фільтр перед вхідним об'єктивом для того, щоб можна було оцінювати ступінь забрудненості ізоляції. Зображення ізолятору лінії електропередач, що отримане за допомогою ЕОД, наведено на рис. 2.

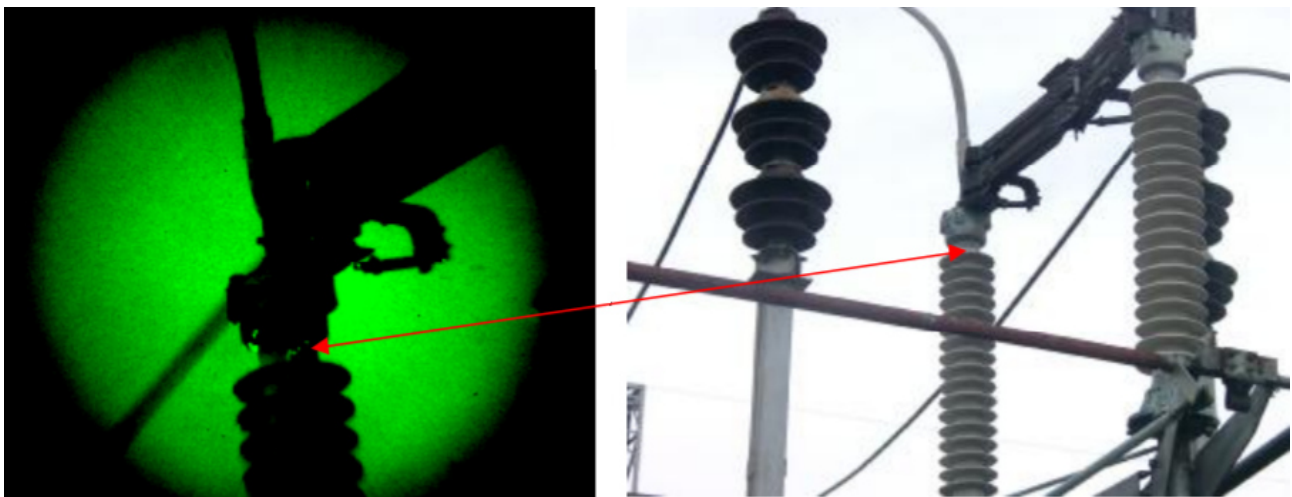


Рис.2 Визначення дефектів на електростанції за допомогою електронно-оптичного дефектоскопа (стрілками вказані місця дефектів)

У випадках, коли обладнання, що підлягає діагностуванню, знаходиться під високою напругою, контроль можна провести тільки дистанційно, чому сприяє високий коефіцієнт підсилення яскравості світла в ЕОД.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ЕОД

Кожний ЕОД є унікальним та має виняткові особливості, але, все ж таки, існує ряд загальних властивостей, що притаманні цьому типу дефектоскопів. Однією з головних особливостей є те, що на значній відстані від об'єкту контролю, такий прилад дозволяє фіксувати більш детальні зображення фізичного стану контрольованого об'єкта і знаходити дефекти та недоліки в тих місцях, де неможливо їх побачити звичайним неозброєним оком.

У порівнянні з іншими класами дефектоскопів до основних переваг ЕОД можна віднести: мінімальні витрати часу для проведення діагностики; можливість дистанційного використання; універсальну та ефективну систему візуалізації результатів контролю; можливість проведення оцінки поверхневої провідності на ізоляції; ефективне виявлення мікротріщин, внутрішніх дефектів та інших недоліків.

Недоліків у ЕОД всього декілька: вузька спрямованість і сфера застосування та відносно висока вартість приладу.

СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕОД

Основні сфери використання сучасних ЕОД сконцентровані в енергетиці. Прилад застосовують для аналізу роботи та виявлення недоліків елементів, що знаходяться під високою напругою. Пристрій здатний вловити найменші зміни КР і ПЧР, що дає можливість оцінити роботу обладнання без його зупинки та дистанційно на відміну від використання інших методів неруйнівного контролю [7]. Одними із найпопулярніших ЕОД на сьогодні є «Філін-6», «Філін-6М», «CoroCam8» і «DayCor 11», зовнішній вигляд деяких з них наведений на рис. 3. Моделі відрізняються комплектацією, засобом візуалізації та реєстрації зображення, набором додаткових функцій, діапазоном робочих відстаней, але мають однаковий принцип роботи.

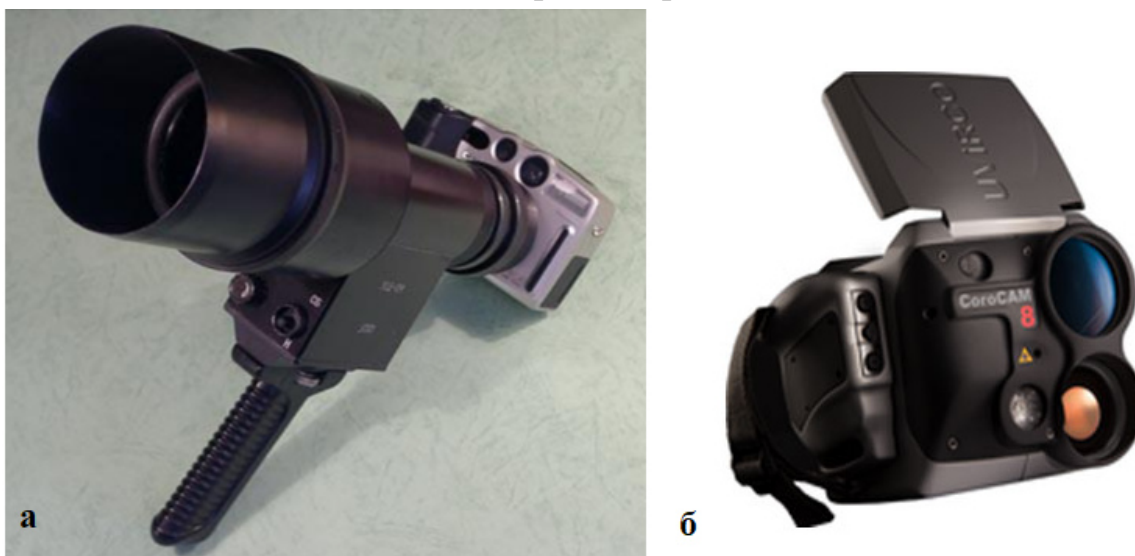


Рис. 3 Електронно-оптичні дефектоскопи «Філін-6М» (а) та «CoroCam8» (б)

ВИСНОВКИ

Електронно-оптичний дефектоскоп – прилад, що дуже затребуваний та незамінний в сфері сучасної енергетики. За допомогою цього пристрою є можливість визначення дефектів та недоліків об'єктів контролю дистанційно, що вкрай важливо у випадках, коли досліджувані об'єкти знаходяться під високою напругою та у важкому доступі. Своєчасне проведення дефектоскопічного контролю є необхідним, тому що будь-які недосконалості і недоліки обладнання обумовлюють зміну фізичних властивостей матеріалів та можуть послужити причиною руйнування виробу або конструкції, що, в свою чергу, може привести до безлічі людських жертв. Методики неруйнівного контролю та дефектоскопії в енергетиці з кожним роком вдосконалюються. На сьогоднішній день електронно-оптичний контроль забезпечує високу продуктивність, швидкодію та безпеку процедури проведення технічної діагностики з прийнятним ступенем достовірності отримуваних результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Неразрушающий контроль и диагностика – виды дефектоскопов и их применение. – Режим доступа: <http://strmnt.com/dom/tech/tool/vidy-defektoskopov-primenenie.html>. – 09.04.2020.
- [2] Галаган Р. М. Ультразвуковий контроль відкритої мікроскопічної пористості фарфорових ізоляторів [Електронний ресурс] / Р. М. Галаган, В. С. Єременко // Київ: НТУУ «КПІ». – 2016. – Режим доступа: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15331>.
- [3] Баженов В. Г. Ортогональний амплітудно-фазовий метод вимірювання при проектуванні вихрострумових дефектоскопів на базі мікроконтролерів / В. Г. Баженов, К. А. Гльойнік, С. В. Ходневич // Вісник національного технічного університету ХПІ, серія «Механікотехнологічні системи та комплекси». – том 44. – 2017. – С. 60-64.
- [4] Куц Ю. В. Імпульсний вихрострумовий контроль об'єктів циліндричної форми / Ю.В. Куц, Ю.Ю. Лисенко // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. – вип. 45. – 2013. – С. 69-75.
- [5] Bazhenov V. Increasing of operation speed of digital eddy current defectoscopes based on frequency synthesizer / V. Bazhenov, A. Protasov, K. Gloinik // MRRS 2017 – Proceedings of the 2017 IEEE Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium. – 8075051. – pp. 155-158.
- [6] Bazhenov, V. H. Design features of eddy current flaw detectors on the microcontrollers / V. H. Bazhenov, K. A. Hloinik // Scientific proceedings NDT days 2016 XXXI International Conference «Defectosopia 16». – Sozopol, Bulgaria. – june 6-10, 2016.
- [7] Галаган Р.М. Ультразвукова система діагностики технічного стану порцелянових ізоляторів / Р.М. Галаган, В.С. Єременко // Вісник Національного Технічного Університету України «КПІ». Серія приладобудування. – Київ. – № 42. – 2011. – С. 62-70.

Наук. керівник – к.т.н. Муравйов О.В.