

ТЕМА10 ЕЛЕКТРИЧНИЙ КОНТРОЛЬ

10.1. Загальна характеристика електричного контролю

Електричний контроль включає в себе три методи: **електропотенціальний, електроіскровий і електроємнісний.**

Електропотенціальний метод призначений для вимірювання глибини зовнішніх тріщин в металі, виявлених раніше іншими методами. Він заснований на вимірюванні електричного опору R (мікрооми) локальної досліджуваної ділянки електропровідного об'єкта і порівнянні результату з опором аналогічного еталонного (завідомо бездефектного) елемента такої ж довжини. Проте в таких умовах мова йде про вимірювання дуже малих значень опору, тому використовується струм високої частоти, що характеризується активним проявом так званого **скін-ефекту**, а в якості вимірювального пристрою застосовується вимірювач дуже малих значень електроопору - мікрометр, включений за схемою моста Уїнстона.

Скін-ефект (від англ. skin - шкура) полягає в тому, що електричне поле струму високої частоти (ВЧ) охоплює не всю висоту перерізу провідника, а лише сегментоподібну приповерхневу зону між електродами (рис. 10.1).

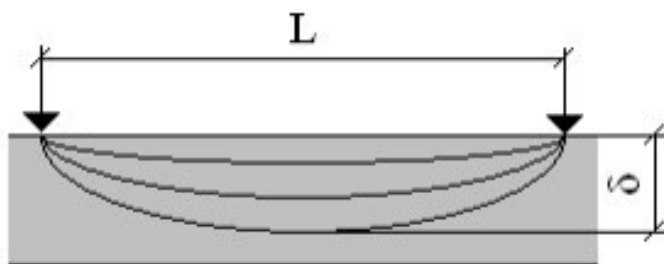


Рис. 10.1. До пояснення поняття «скін-ефект»

При цьому максимальна глибина проникнення струму в матеріал δ , м, залежить від частоти струму:

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_a \sigma}} = \sqrt{\frac{\rho}{\pi f \mu_a}},$$

де ω - кругова частота струму, с^{-1} ; μ_a - абсолютна магнітна проникність матеріалу, Гн/м ; $\sigma = 1/\rho$ - питома електрична провідність матеріалу, $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$; f - лінійна частота струму, Гц .

Принцип дії електропотенціального методу вимірювання глибини тріщини показаний на рис. 10.2.

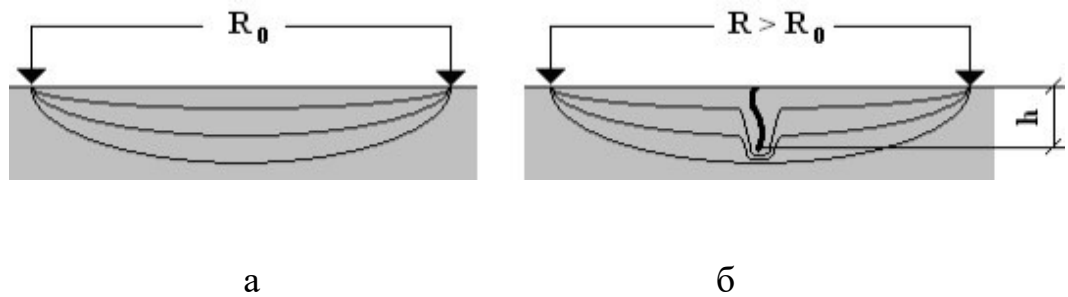


Рис. 10.2. Принцип дії електропотенціального методу вимірювання глибини тріщини

Як видно з рисунка, при незмінній дистанції L між електродами (забезпечується конструкцією датчика) електроопір R_0 бездефектної ділянки (варіант а) менше опору R ділянки з тріщиною (варіант б), так як у другому випадку основна частина струму, що йде поблизу поверхні, змушена обтікати тріщину. Встановлено, що існує досить виражена пропорція між глибиною тріщини h і різницею цих опорів, що і дозволяє застосовувати цей метод. На цьому принципі, наприклад, побудований тріщиномір ПГТ-10.

Електроіскровий і електроємнісний методи широко використовуються в машинобудуванні, суднобудуванні, авіаційній і космічній промисловості і призначені для вимірювання товщини ізолюючих покриттів провідників в електричних системах. Крім того, **електроіскровий** метод дозволяє виявляти місця наскрізного пробію ізоляції. При цьому основним елементом апаратури є вимірювач дуже великих значень електроопору - мегаомметр, один полюс якого підключається до досліджуваного провідника, а другий - до електрода, яким сканують поверхню ізоляції. У місцях, де її товщина зменшується, спостерігається пропорційне цьому зменшення опору, а там, де є наскрізний пробій, виникає вольтова дуга (іскра), оскільки прилад використовує струм великої сили. У цьому випадку покази приладу пульсують (рис. 10.3).

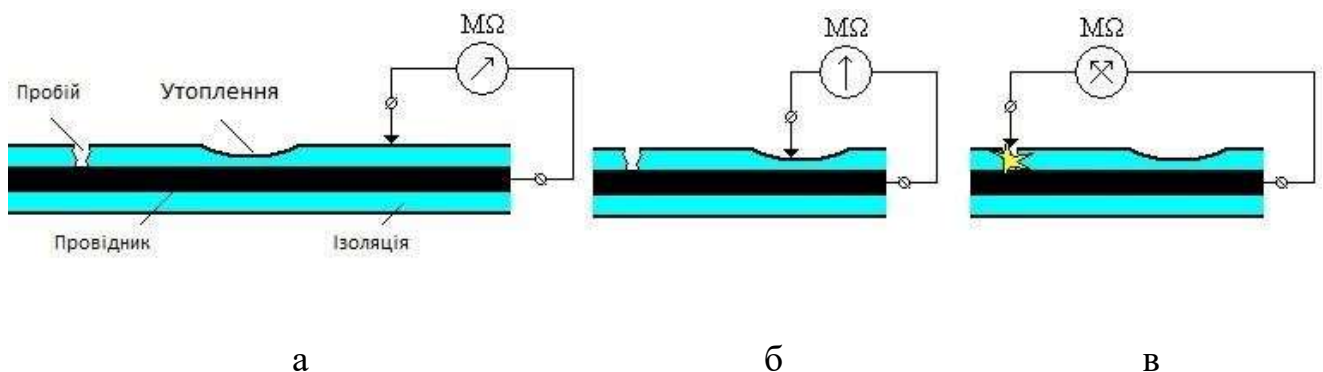


Рис. 10.3. Реакція електроіскрового приладу на стан ізоляції: а - на бездефектній ділянці; б - в зоні утончення ізоляції; в - на пробії

При електроємнісному методі основним елементом апаратури є вимірювач ємності - мікрофарадометр, один полюс якого підключається до досліджуваного провідника, а другий - до спеціальної металевої пластини, якою сканують поверхню ізоляції (рис. 10.4).

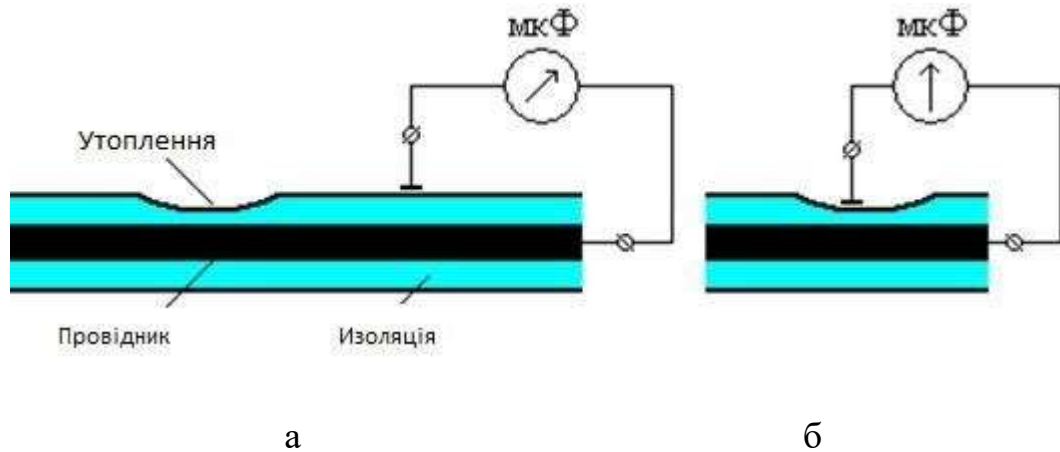


Рис. 10.4. Реакція електроємнісного приладу на стан ізоляції: а - на бездефектній ділянці; б - в зоні утончення ізоляції

Провідник і пластина, розділені ізоляцією, в сукупності створюють конденсатор великої ємності. У місцях, де є зменшення товщини ізоляції, спостерігається пропорційне цьому зменшення ємності.

ТЕМА11 РАДІОХВИЛЬОВИЙ КОНТРОЛЬ

11.1. Загальна характеристика радіохвильового контролю

Радіохвильовий контроль застосовується головним чином в будівництві для пошуку і дослідження металевих включень в неметалевих матеріалах (наприклад, арматура в залізобетоні або трасування прихованої електропроводки в стіні будівлі, якщо її схема загублена). Цей вид контролю може бути реалізований двома методами: **наскрізним (радіотіньовим)** і **радіолокаційним**.

Радіохвильовий контроль заснований на тому, що всі метали є перешкодою для радіохвиль, відбиваючи або поглинаючи їх (поглинання радіохвиль відбувається шляхом їх перетворення в електричний струм в металі, якщо цей метал надійно заземлений).

Наскрізний (радіотіньовий) метод відноситься до класу методів проходження. Він полягає в тому, що крізь досліджуваний об'єкт пропускають потік радіохвиль (рис. 11.1, а). Якщо на шляху потоку в об'єкті є металеве включення, воно відтіняє частину хвильового потоку і амплітуда A сигналу на прийомі падає щодо значення A_0 , отриманого на вільній ділянці, що і є ознакою присутності металевого включення (рис. 11.1, б).

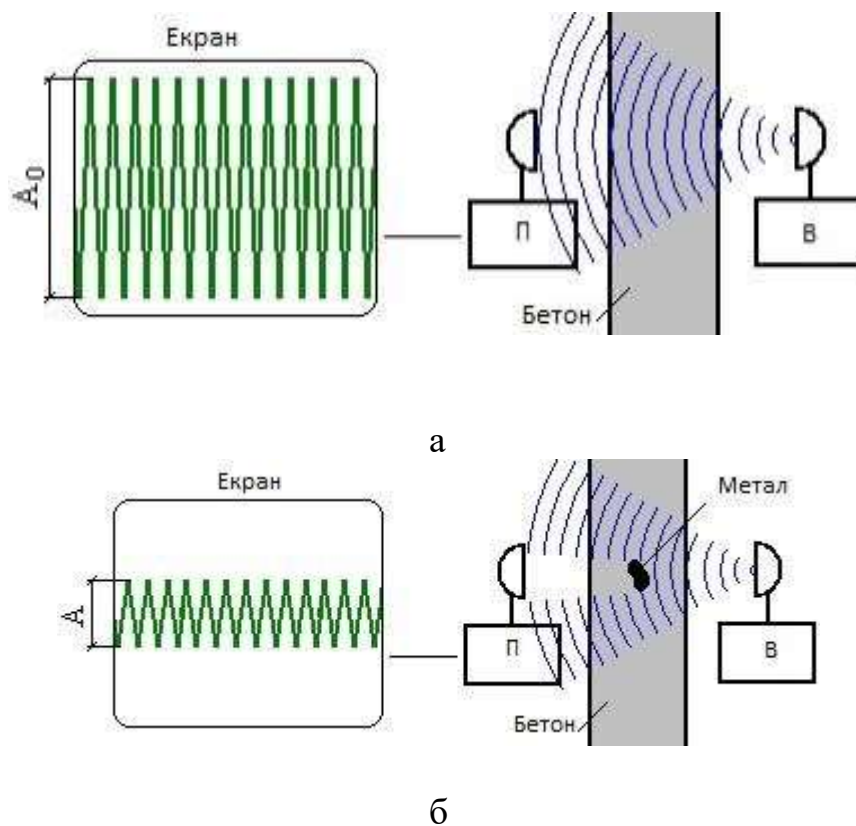


Рис. 11.1. Принцип наскрізного радіохвильового методу: а - на ділянці об'єкта без металевих включень; б - на ділянці з металевим включенням

Серед **достоїнств** наскрізного методу можна відзначити наступні:

- може бути реалізований в безперервному режимі випромінювання радіохвиль, що істотно спрощує радіоапаратуру;

- не критичний до заземлення досліджуваних металевих включень.

Недоліки наскрізного методу:

- вимагає двостороннього доступу до об'єкта з максимально співвісним розташуванням антен випромінювача і приймача;

- не дає можливості визначити глибину залягання металевих включень.

Радіолокаційний метод відноситься до класу методів відбивання. Він полягає в тому, що в досліджуваній об'єкт запускають імпульси радіохвиль (рис. 1 1 .2). Якщо на шляху потоку в об'єкті є незаземлене металеве включення, воно відбиває частину хвильового потоку, і сумісна по випромінюванню і прийому антена приладу приймає радіоехо від металевих включень.

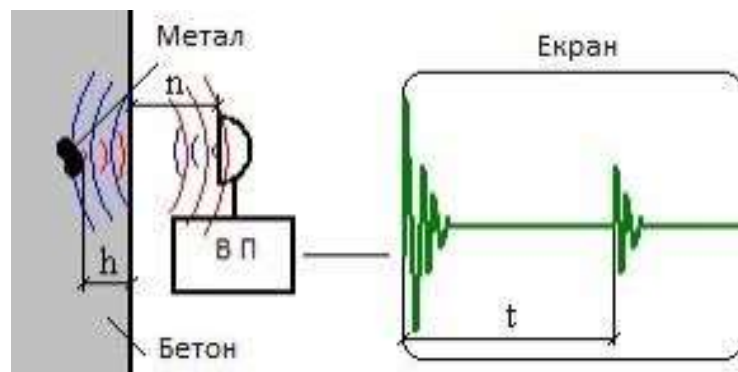


Рис. 11.2. Принцип радіолокаційного методу

Переваги радіолокаційного методу:

- не вимагає двостороннього доступу до об'єкта;

- дозволяє автоматично визначити глибину залягання металевих включень:

$$h = 0,5C \cdot t - n,$$

де C - швидкість поширення радіохвиль (швидкість світла); t - час між послідовним імпульсом і прийомом його відбиття (вимірюється в наносекундах); n - фіксована величина зазору між поверхнею об'єкта та антеною.

Недоліком радіолокаційного методу є те, що заземлені металеві включення дають слабе відбивання радіохвиль.

ТЕМА12 ТЕПЛОВИЙ КОНТРОЛЬ

12.1. Загальна характеристика теплового контролю

Тепловий вид неруйнівного контролю включає в себе методи інфрачервоної дефектоскопії та пірометрії.

Інфрачервона дефектоскопія знайшла застосування в цивільній промисловості лише наприкінці 1970-х рр. Метод заснований на тому, що в місцях дефектів металу підігрітого об'єкта або в зонах стоншування стінок трубопроводу з підігрітим середовищем тепло передається від внутрішньої до зовнішньої поверхні стінки дещо більшою мірою, ніж в оточуючих бездефектних зонах. Тепловізор перетворює картину теплового розподілу на поверхні об'єкту в відеозображення. Чутливість сучасних тепловізорів обчислюється десятими частками градуса.

Зовнішній вигляд деяких тепловідеокамер показаний на рис. 12.1. Всі прилади забезпечені лазерним покажчиком контрольованої зони.



Рис. 12.1. Сучасні моделі тепловізорів:
а - «SAT S-160»; б - «SAT S-280»; в - «SAT HY-6800»; г - «SAT G-90».

На сучасному етапі дистанційність інфрачервоного методу дефектоскопії характеризується задовільною достовірністю контролю об'єкта, нагрітого щодо навколишнього середовища на 50 °С, з відстані до 50 м. Результати контролю в режимі реального часу записуються на магнітний або лазерний носій. Розподіл температури тепловипромінювання, яке сприймається, за шкалою Цельсія характеризується тонами і відтінками кольорового зображення на тепловідеокадрі.

На рис. 12.2 показаний процес обстеження тепловізором агрегату (електродвигуна), а на рис. 12.3 наведені деякі приклади термограмм - підсумкових документів інфрачервоної дефектоскопії об'єктів. З останнього прикладу видно, наскільки показові результати тепловідеозйомки навіть при контрасті температур між об'єктом і зовнішнім середовищем лише в 5 °С.

Інфрачервона дефектоскопія все більш широко застосовується при діагностиці котлоагрегатів, паропроводів, теплотрас, промислових витяжних

труб, об'єктів металургійного виробництва. Перевагами методу є дистанційність і можливість контролю об'єкта в процесі його експлуатації. Недолік - висока вартість апаратури.



Рис. 12.2. Процес обстеження тепловізором працюючого агрегату

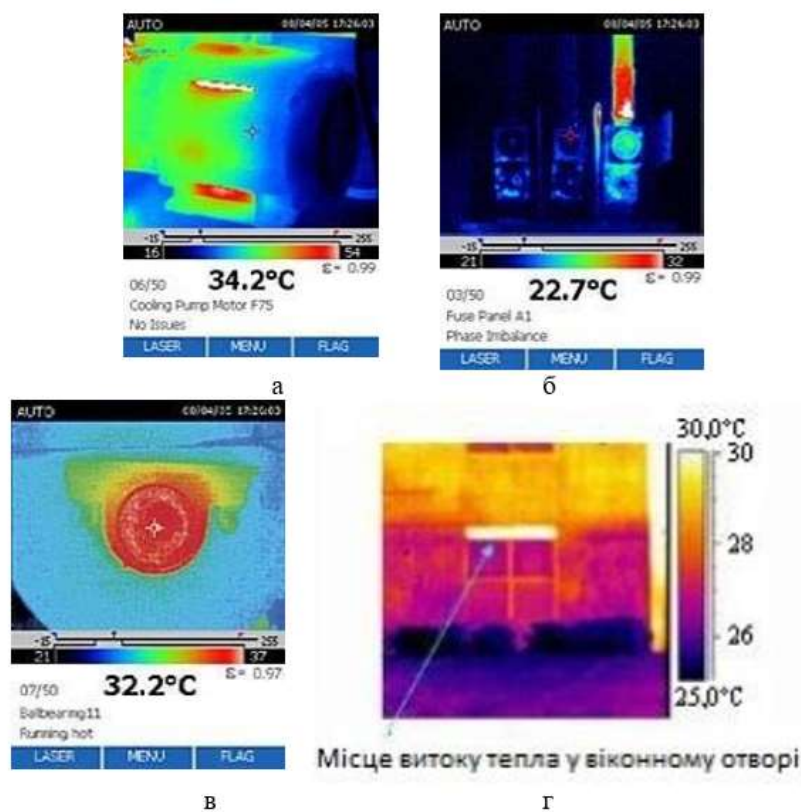


Рис. 12.3. Приклади термограмм:

а - перегрів електродвигуна може вказувати на занижені номінальні характеристики, недостатнє охолодження або проблеми з електроживленням;

б - різниця температур між електродклемами - на несиметричність навантаження, наявність гармонік, несправність компонентів, роз'ємів або проводів; в - висока температура шарикопідшипників є ранньою ознакою швидкої відмови обладнання; г - виявлено місце витoku тепла з житлової квартири

Пірометрія - дистанційне вимірювання температури об'єкта - застосовується в ливарному виробництві для оцінки температури розплавів і в теплоенергетиці. Виконується більш простими приладами - пірометрами (рис. 12.4).



а



б



в

Рис. 12.4. Пірометр марки «Кельвін»:

а - зовнішній вигляд; б, в - вимірювання температури паропроводів

Переваги апаратних засобів пірометрії полягають у виведенні оператора із зони дії підвищеної температури