УДК 620.179

Р.Б. Ферко , студент гр. ПК-81мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського

АНАЛІЗ МЕТОДІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩ

Анотація. Проведений аналіз найбільш ефективних методів неруйнівного контролю зварних з'єднань великогабаритних об'єктів, визначені їхні переваги і недоліки .

Ключові слова: дефект, контроль, напруженість, ультразвук, гамма – випромінювання, зварне з'єднання.

ВСТУП

Цистерни, резервуари, газгольдери – це великогабаритні об’єкти які збираються частинами (листами металу) та зварюються між собою. Основною проблемою таких об’єктів є їхня експлауатація під дією агресивних середовищ, фізичний та моральний знос. Вирішення цієї проблеми є актуальним тому, що експлуатація таких об’єктів які використали свій плановий ресурс може призвести до великих ризиків відмов і аварій, техногенних катастроф. Одним із єдиних запобіжних заходів є продовження ресурсу існуючих об’єктів для подальшого їх використання, оскільки будувати нові дуже дорого та часозатратно [1-3].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Ціллю даної статті є огляд існуючих методів неруйнівного контролю зварних з'єднань великогабаритних об'єктів, визначення їх переваг та недоліків.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами проведеного аналізу літературних джерел було виділено наступні методи неруйнівного контролю, які використовують для створення систем діагностики зварних з’єднань великогабаритних об’єктів: візуальний і вимірювальний контроль; капілярний контроль; магнітний контроль; радіаційний контроль; ультразвуковий контроль. Розглянемо недоліки і переваги кожного методу.

Візуальний і вимірювальний контроль матеріалів, призначених для виготовлення деталей і елементів зварних вузлів, роблять із метою виявлення поверхневих тріщин, розшарувань, заходів, забоїн, рисок, раковин і інших дефектів. При візуальному контролі необхідно забезпечити достатній кут огляду: поверхню слід оглядати під кутом більше 30 ° (Рис. 1) з відстані, що не перевищує 600 мм [4].

Рис.1 - Схема забезпечення візуального контролю

Переваги: простий і інформативний метод, який не потребує дорогого обладнання і спеціальних навичох, велика швидкість конролю.

Недоліки: Обмеженість контролю тільки видимої частини конструкції, можливість виявлення лише явних «грубих» дефектів.

Капілярний метод контролю призначений для виявлення порушень суцільності в поверхневих шарах зварних з'єднань. У більшості випадків згідно з технічними вимогам виявлення підлягають настільки малі дефекти зварних з'єднань, які помітити при візуальному огляді майже неможливо [4-5]. Методи капілярної дефектоскопії дозволяють виявляти різного роду тріщини, свищі, мікропори і інші дефекти, що виходять на поверхню, за рахунок підвищення контрастності індикаторного малюнка, що утворюється на дефектах на тлі поверхні контрольованого об'єкта Рис. 2.

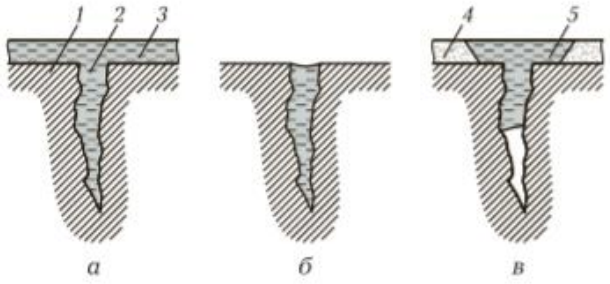

Рис. 2 - Стадії контролю поверхні деталі капілярним методом із застосуванням проявника:

а - порожнину тріщини заповнюється проникаючою рідиною - пенетрантом; б - рідина видаляється з поверхні деталі; в - наноситься проявник, тріщина виявляється; 1 - деталь; 2 - порожнину тріщини; 3 - проникаюча рідина; 4 - проявник; 5 - індикаторний слід тріщини

Переваги: дозволяє провести точну локалізацію дефектів, розширює область візуального контролю, збілюшує спектр огляду поверхневих дефектів, невелика вартість.

Недоліки: велика тривалість і трудомісткість контролю, неможливість автоматизувати контроль, інструменти контролю (індикаторні рідини) мають обмежений термін придатності.

Магнітний контроль. Магнітний вид неруйнівного контролю в основному застосовується при контролі феромагнітних виробів (металевий матеріал в твердому стані, здатний намагнічуватися під дією зовнішнього магнітного поля і частково зберігати намагніченість після видалення зовнішнього поля). У резервуарних конструкціях, виготовлених зі сталевих листових матеріалів, широкого поширення набули такі методи магнітного виду контролю: магнітопорошковий, магнітографічний і ферозондовий контроль [5].

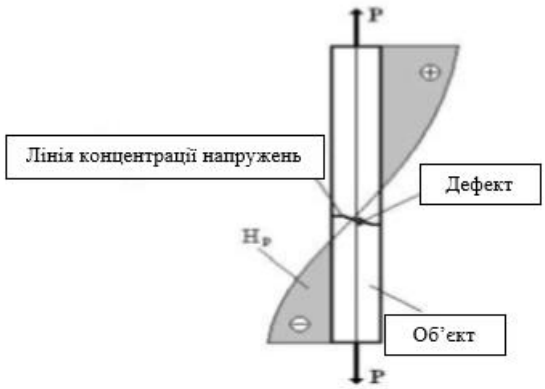

Рис.3 - Зміні знака магнітного поля при залишковій напруженості Hp в зоні концентрації напружень

Відомо, що в ділянках сталевого об'єкта контролю, які зазнали високих механічних напруг, залишкова напруженість магнітного поля металу Hp змінює свій знак інверсії (Рис. 3), наприклад, зі знака мінус на плюс або протилежний, або стає на нуль.

Переваги: висока чутливість до тонких тріщин і дрібних дефектів.

Недоліки: неможливість виявлення дефектів на великій глибині.

Радіаційний. Виявлення внутрішніх дефектів засноване на здатності рентгенівських променів і гамма-випромінювання проникати через різні матеріали і поглинатися в них по-різному в залежності від товщини і виду матеріалу, а також енергії випромінювання. Для виявлення внутрішніх дефектів в зварних швах по одну сторону контрольованого зварного з'єднання (Рис.4, а) встановлюють джерело випромінювання - рентгенівську трубку або радіоактивний ізотоп, а по іншу - детектор , реєструючий випромінювання, що пройшло через дефект. Випромінювання від джерела, проходячи через зварене з'єднання, на дефектній і бездефектній його ділянках буде поглинатися по-різному і надходити в детектор з неоднаковою інтенсивністю.

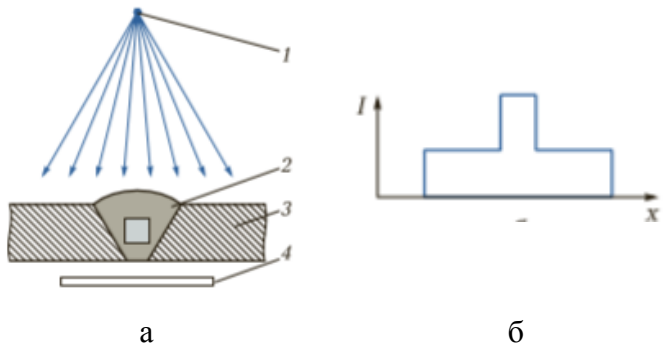

Рис. 4 - Схема просвічування зварного з'єднання (а) і розподіл інтенсивності випромінювання I, що пройшов через нього (б):
1 — джерело випромінювання; 2 — дефект; 3 — зварне з'єднання; 4 — детектор

Переваги: один з найточніших методів, дозволяє виявляти приховані дефекти, розміри і точне месце розташування.

Недоліки: дуже дорогий і складний у виконанні, небезпечний для здоров'я людини[5].

Ультразвукова дефектоскопія заснована на властивості ультразвукових хвиль направлено поширюватися в середовищах і відбиватися від їх меж або порушень суцільності (дефектів), що володіють іншим акустичним тиском. У практиці контролю якості зварних з'єднань використовують в основному ехо-імпульсний метод (або метод ехо-локації), який полягає в «прозвучуванні» зварного з'єднання короткими імпульсами ультразвуку і реєстрації ехосигналів, відбитих відповідно від нижньої поверхні деталі і дефекту до приймача (Рис. 5). Ознакою наявності дефекту в зварному з'єднанні служить поява луна-сигналу на екрані дефектоскопа [6].

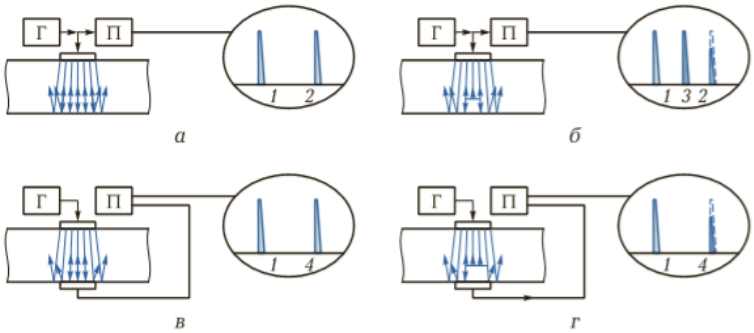

Рис.5 - Схеми проходження коротких ультразвукових імпульсів при ехо-імпульсному (а, б) і тіньовому (в, г) методі контролю зварних з'єднань:
а, в - при відсутності дефекту; б, г - при наявності дефекту; 1 - короткий імпульс ультразвуку; 2, 3 - луна-сигнали; 4 - сигнал зі зменшеною амплітудою; Г - генератор зондирующих імпульсів; П – приймач

Цей метод широко поширений в промисловості для виявлення таких дефектів, як тріщини, непровари, шлакові та інші включення в зварних швах товщиною 1 ... 2800 мм.

Переваги: висока чутливість методу, мобільність апаратури, оперативність в отриманні результатів, низька вартість контролю і відсутність радіаційної небезпеки, найуніверсальніший метод

Недоліки: наявність мертвої зони контролю, затухання у великозернистих структурах, необхідність зачищення поверхні.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу літератури виявлено, що найбільш придатний,універсальний і безпечний для персоналу метод, який слід застосовувати при діагностиці уторних і стикових з'єднань резервуарів це ультразвуковий метод контролю. Ультразвуковий метод є більш ефективний і раціональний для контролю зварних з'єднань в резервуарах великого обсягу в порівнянні з існуючими методами і не передбачає ні спорожнення резервуара, ні порушення фундаменту і основи резервуара, дозволяючи виявляти дефекти на ранній стадії розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений / Н.П. Алешин // Учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 2006. – 368 с.

[2] ГОСТ 31385-2008. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. – М: Стандартинформ, 2010. – 56 с.

[3] Андреев Я. М. Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров севера путем повышения выявляемости плоскостных дефектов : дис. канд. техн. наук : 01.02.06. / Андреев Яков Михайлович – Якутск, 2017. – 119 с.

[4] Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений : Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. — 5-е изд., стер. — М.: Академия, 2016. — 208 с. — ISBN 978-5-4468-2824-1.

[5] ДСТУ EN ISO 17635:2015 Неруйнівний контроль зварних з’єднань.

[6] Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю [Електронний ресурс]: підручник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп’ютерноінтегровані технології та системи неруйнівного контролю і діагностики» спеціальності «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / Р. М. Галаган; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263 с.

Науковий керівник - к.т.н., ст. викладач Богдан Г.А.