

УДК 620.179

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ БЕЗКОНТАКТНОГО АКУСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

О.М. Карнаш, Т.Т. Котурбаш, М.О. Карнаш, І.В. Рибіцький, Я.І Коман.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, тел. (03422) 4-24-30

Проаналізовані недоліки візуально-оптичного контролю зварних з'єднань, труднощі його автоматизації, що суттєво знижує продуктивність контролю зварних з'єднань та створює передумови виникнення суб'єктивних похибок. Запропоновано метод безконтактного ультразвукового контролю геометричних параметрів зварних з'єднань та експериментальна установка, що його реалізує, яка дозволяє підвищити достовірність приймального та операційного контролю металевих виробів із зварними швами.

Ключові слова: зварне з'єднання, візуально-оптичний контроль, безконтактний ультразвуковий контроль, металоконструкція, експериментальна установка, шаблон зварника.

Проанализированные недостатки визуально-оптического контроля сварных соединений, трудности его автоматизации, что существенно снижает продуктивность контроля и создает пред условия для возникновения субъективных погрешностей. Предложено метод бесконтактного ультразвукового контроля геометрических параметров сварных соединений и экспериментальная установка, которая позволяет повысить достоверность приемно-сдаточного и операционного контроля металлоконструкций со сварными соединениями.

Ключевые слова: сварное соединение, визуально-оптический контроль, бесконтактный ультразвуковой контроль, металлоконструкция, экспериментальная установка, шаблон сварщика.

Analyzed disadvantages of visual inspection method, and also impossibility of its automation, decrease efficiency of the inspection and build up initial conditions for origin of a subjective error. Proposed method of air-couple ultrasonic inspection of geometrical parameters of joint welds and experimental setup allowed improve veracity of acceptance and operational inspection of metallic structures with join weld.

Keyword: joint weld, visual inspection, air-coupled ultrasonic inspection, metallic structure, experimental setup, welder stencil.

Навіть добре налагоджена технологія зварювання не забезпечує стовідсоткової відсутності дефектів зварних з'єднань, що приводять до зниження надійності та довговічності виробів [1].

При контролі зварних з'єднань вимірюють конструктивні елементи зварних з'єднань (ширина з'єднання, висота валика посилення і проплаву, плавність переходу від посилення до металу) та здійснюють огляд поверхні зварного з'єднання на предмет наявності поверхневих дефектів (поверхневі пори, тріщини, надрізи, напливи, пропали, свищі, підрізи, тощо) [2,3]. Для цього використовують вимірювальні інструменти, шаблони зварника та оптичні збільшувачі пристрої (у відповідності з технічними вимогами на зварне з'єднання) [4]. Контроль підготовки деталей до зварювання передбачає перевірку торцевих кромок зварюваних деталей (форми і геометричних

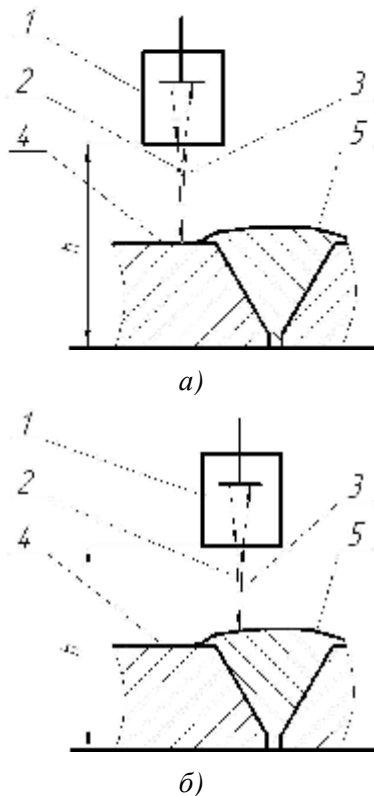
параметрів оброблення) [1]. Геометричні параметри кромок нормовані відповідними державними та галузевими стандартами і відхилення від встановлених значень зазвичай призводить до утворення зварювальних дефектів.

Недоліки візуально-оптичного методу контролю, а також неможливість проведення вимірювання по всій довжині зварного з'єднання та автоматизації при такому методі контролю значно знижують продуктивність контролю зварних з'єднань металоконструкцій. Значним недоліком є також те, що контроль проводять тільки у декількох точках зварного з'єднання, а не по всій довжині зварюваних деталей і усереднюють результати вимірювання. Вказані фактори знижують достовірність результатів контролю і зумовлюють ймовірність виникнення суб'єктивної похибки.

Метою досліджень було підвищення

достовірності приймального та операційного контролю зварних з'єднань металоконструкцій шляхом забезпечення вимірювання необхідних геометричних параметрів по всій довжині зварного з'єднання та кромek деталей.

Для вирішення поставленої задачі було запропоновано використати безконтактний ультразвуковий метод контролю, який полягає в неперервному однобічному скануванні деталей та зварного з'єднання і реєстрації відбитих від поверхні ультразвукових коливань. Для сканування використовують розроблений безконтактний ультразвуковий перетворювач (ПЕП) [5], який розташовують на певній фіксованій відстані h від вибраної бази та реєструють час проходження ультразвукових коливань від перетворювача до об'єкта контролю і в зворотному напрямку (рис. 1).



а) – положення ПЕП над ділянкою з відсутнім зварним швом; б) – положення ПЕП над ділянкою з зварним швом;

1 – безконтактний ультразвуковий перетворювач; 2 – генерований сигнал; 3 – відбитий від поверхні сигнал; 4 – поверхня об'єкта контролю; 5 – зварне з'єднання

Рисунок 1 – Принцип безконтактного ультразвукового контролю геометричних розмірів зварних з'єднань

ПЕП переміщують в площині, паралельній до поверхні об'єкта контролю. При локальній впадині відносно бази на поверхні об'єкта контролю отримують більший час проходження ультразвукового імпульсу до поверхні і в зворотному напрямку, при локальному підйомі на поверхні об'єкта контролю час проходження ультразвукового імпульсу є відповідно меншим. Таким чином отримують набір даних, які характеризують відхилення геометрії поверхні об'єкта контролю. Сканування проводять з роздільною здатністю, що відповідає технічним вимогам контролю, або з максимальною роздільною здатністю, яку може забезпечити безконтактний ультразвуковий перетворювач. Для підвищення роздільної здатності може використовуватись фокусуючий перетворювач або фокусуюча призма для безконтактного ультразвукового перетворювача. За необхідності, при зміні параметрів навколишнього середовища (температура, вологість), що можуть вплинути на швидкість поширення ультразвуку в повітрі, перетворювач періодично або по закінченню контролю повертають в вихідне положення для підтвердження результатів заміру. Отриманий набір даних є двохвимірним масивом значень, які характеризують поверхню об'єкта контролю. Отримана просторова модель відображає в цифровому вигляді усі впадини і підйоми на поверхні контрольованих деталей та зварного з'єднання. Для проведення вимірювань геометричних розмірів зварного з'єднання використовують оцифровані шаблони зварювальника, які можна порівняти з профілем отриманої моделі. В результаті отримують масив відхилень профілю зварного з'єднання від шаблону. При перевищенні відхилення профілю поверхні об'єкта контролю в певній точці від встановленого граничного значення сигналізується про дефект зварювання.

Для проведення апробації результатів теоретичних досліджень запропонованого методу було розроблено експериментальну установку (рис. 2), яка складається з ультразвукового дефектоскопа DIO 570, безконтактного п'єзоелектричного перетворювача спеціальної конструкції, автоматизованого координатного сканера та переносного персонального комп'ютера. Сканер керується за допомогою розробленого програмного забезпечення і дозволяє проводити автоматизоване сканування поверхні з наперед заданим кроком. П'єзоелектричний перетворювач кріпиться до рухомої головки сканера на фіксованій віддалі від вибраної бази (поверхні стола). Частота збудження

п'єзоелектричного перетворювача становить 1 МГц.



1 – портативний персональний комп'ютер;
2 – ультразвуковий дефектоскоп DIO 570;
3 – безконтактний п'єзоелектричний перетворювач; 4 – координатний автоматизований сканер; 5 – зразок

Рисунок 2 – Експериментальна установка для контролю профілю зварного з'єднання

В якості опорної бази при дослідженні було вибрано поверхню стола, на якому розміщувався зразок. Вимірювався час поширення та відбиття ультразвуку від поверхні стола при відомій відстані від ПЕП. Потім на поверхні стола розміщували зразок. Проводились автоматичне сканування в площині xu з кроком 1 мм та вимірювався час поширення та відбиття ультразвуку від поверхні зразка (рис. 3).



Рисунок 3 – Безконтактний ультразвуковий перетворювач та досліджуваний зразок

Після проведення вимірювання було отримано масив з 1472 значень (32 x 46). Результати вимірювання передавались на переносний персональний комп'ютер. Отримані дані оброблялись в середовищі Matlab [6]. Після

інтерполяції даних було побудовано тривимірну модель поверхні досліджуваного зразка (рис. 4).

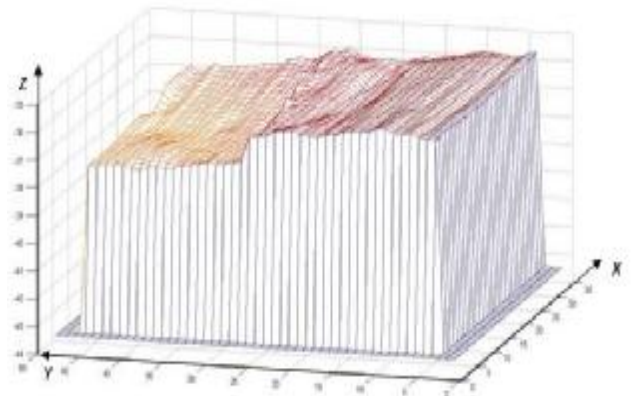


Рисунок 4 – 3-ох просторова модель частини досліджуваного зразка

На рис. 5 наведено профіль досліджуваного зразка і шаблон зварного з'єднання згідно технічних вимог. Як видно з рис. 5 профіль поверхні зразка суттєво не співпадає з шаблоном. При перевищенні відхилення ΔH певного граничного значення сигналізується про дефект. В даному випадку таким дефектом є значне неспівпадіння кромки зварюваних деталей.

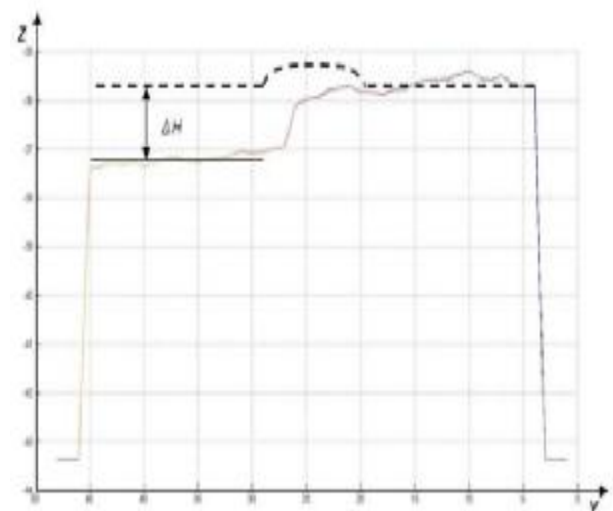


Рисунок 5 – Профіль зразка з шаблоном зварного з'єднання згідно технічних вимог

На основі отриманих результатів можна стверджувати, що даним методом можна діагностувати поверхневі дефекти зварного з'єднання (кратери, подрізи, зміщення зварних кромки, поверхневі тріщини), визначати геометричні параметри зварного з'єднання

(ширину, висоту, плавність переходу) та геометричні параметри оброблення кромки перед зварюванням (кут скосу, притуплення, радіус заокруглення). Для цього створюють відповідні моделі граничних допустимих меж для профілів дефектів (або необхідних геометричних розмірів) відповідно до нормативно-технічної документації на зварне з'єднання в електронному вигляді і «пропускають» через просторову модель по всій довжині, зварного з'єднання.

ВИСНОВКИ

Запропоновано новий метод контролю геометричних параметрів та поверхневих дефектів зварних з'єднань, який передбачає використання безконтактного акустичного перетворювача і дозволяє проводити контроль на великій швидкості процесу контролю, а також шляхи підвищення достовірності результатів контролю з метою забезпечення належної достовірності контролю по всій довжині зварного з'єднання.

1. Алешин Н.П. *Контроль качества сварочных работ* / Н.П. Алешин, В.Г. Щербинский. – М.: Высшая школа, 1986. – 208с.
2. *Соединения сварные. Методы контроля качества: ГОСТ 3242.*
3. Яворський А.В. *Контроль якості зварювання: Конспект лекцій* / А.В. Яворський, В.Д. Миндюк. – Івано-Франківськ: Факел. – 2006. – 114с.
4. *Инструкция по визуальному и измерительному контролю.* РД 34.10.130-96. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2001. – 120с.
5. Рибіцький І.В. *Математична модель узгоджуючого шару п'єзоперетворювача та розрахунок втрат енергії акустичних коливань при безконтактному способі вимірювання товщини* / І. В. Рибіцький // *Методи та прилади контролю якості.* – 2007. – № 18. – с. 40-45.
6. *Matlab. 3-d visualization. Online user guide.* – www.mathworks.com. – 2009.

Поступила в редакцію 06.05.2010 р.

Рекомендував до друку докт. техн. наук,
проф. Костишин В.С.