

УДК 621.791

Солтисьяк В. – ст. гр. ПМ-422ск

*Відокремлений структурний підрозділ "Тернопільський фаховий коледж"
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Науковий керівник: Сенчишин Віт.С.

Soltysiak V.

*Separate structural subdivision "Ternopil Professional College" of Ternopil
Ivan Puluja National Technical University*

WAYS OF IMPROVING THE METHODS FOR QUALITY CONTROL OF WELDED JOINTS

Supervisor: Senchyshyn Vit.S.

Ключові слова: зварні з'єднання, контроль якості, цифрова діагностика, дефекти.

Keywords: welded joints, quality control, digital diagnostics, defects.

У сучасному машинобудуванні, будівництві, транспортній галузі, енергетиці та нафтогазовому комплексі зварні з'єднання є однією з основних конструктивних складових відповідальних виробів і споруд. Надійність функціонування металоконструкцій, технологічного обладнання, трубопровідних систем, резервуарів та несівних елементів значною мірою визначається якістю виконання зварних швів.

Формування якості зварного з'єднання є результатом сукупної дії низки технологічних і матеріалознавчих чинників, серед яких визначальне значення мають хімічний склад і структурний стан основного металу, обраний спосіб зварювання, параметри режиму, рівень підготовки кромки, а також дотримання встановленої технологічної послідовності виконання робіт. Відхилення хоча б одного з цих чинників від оптимальних значень може спричинити утворення дефектів різної природи, зокрема непроварів, пористості, шлакових включень, тріщин, підрізів, пропалів, несплавлень і надмірних залишкових деформацій. У зв'язку з цим особливо важливим є вдосконалення методів контролю якості, спрямоване не лише на своєчасне виявлення дефектів, але й на підвищення об'єктивності оцінювання технічного стану зварного з'єднання та попередження формування браку на ранніх стадіях виробничого процесу.

Для оцінювання якості зварних з'єднань у промисловості традиційно застосовують комплекс методів контролю, до якого входять візуально-вимірвальні перевірки, механічні випробування, металографічні дослідження, а також різновиди неруйнівного контролю, зокрема ультразвуковий, радіографічний, магнітопорошковий, капілярний, вихрострумний та інші методи. Кожен із зазначених підходів характеризується власними перевагами, обмеженнями та межами доцільного використання залежно від типу конструкції, матеріалу, умов експлуатації та характеру можливих дефектів. Разом із тим сучасний рівень розвитку зварювального виробництва зумовлює потребу в подальшому вдосконаленні методів контролю з урахуванням зростаючих вимог до точності, швидкості виконання, автоматизації процедур та об'єктивності інтерпретації результатів. Одним із ключових напрямів удосконалення

контролю якості зварних з'єднань є підвищення чутливості та інформативності неруйнівних методів, оскільки традиційні способи не завжди забезпечують надійне виявлення дрібних дефектів і початкових структурних відхилень. У зв'язку з цим дедалі більшого значення набувають високочутливі перетворювачі, цифрова реєстрація сигналів і вдосконалені алгоритми оброблення даних.

Важливу роль відіграють також цифровізація та автоматизація контролю. Використання цифрової радіографії, комп'ютеризованих ультразвукових систем, автоматизованих сканувальних пристроїв і роботизованих комплексів підвищує точність діагностики, зменшує вплив суб'єктивного чинника та забезпечує стабільність результатів, особливо під час контролю відповідальних і великогабаритних конструкцій.

Перспективним напрямом є комплексне поєднання кількох методів контролю в межах єдиної діагностичної системи, що дозволяє більш повно оцінювати стан зварного з'єднання. Додаткові можливості відкриває впровадження інтелектуальних систем аналізу даних, які дають змогу прискорити розпізнавання дефектів, підвищити об'єктивність оцінювання та створити підґрунтя для прогнозування залишкового ресурсу зварних конструкцій.

Важливим напрямом розвитку є вдосконалення контролю безпосередньо під час зварювання. Сучасний підхід до забезпечення якості передбачає не лише виявлення вже сформованих дефектів, а й оперативний моніторинг параметрів процесу з метою їх попередження. Контроль температури, струму, напруги, швидкості зварювання та стабільності формування шва в режимі реального часу дає змогу своєчасно коригувати технологічний режим, що особливо важливо в автоматизованому та роботизованому виробництві. Не менш суттєвими залишаються вдосконалення нормативно-методичної бази та підготовка кваліфікованого персоналу, оскільки ефективність контролю визначається не лише рівнем технічного оснащення, а й правильністю вибору методики та інтерпретації результатів. Окремої уваги потребує контроль зварних з'єднань нових матеріалів і багатокомпонентних конструкцій, для яких традиційні підходи не завжди є достатньо достовірними.

Комплексне впровадження цих рішень сприятиме підвищенню надійності зварних конструкцій, зменшенню ризику аварійних відмов та вдосконаленню системи технічного забезпечення якості у сучасному виробництві.

Список літератури.

1. Биковський О. Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.
2. Kim Y.H., et al. Automated data evaluation in phased-array ultrasonic testing of welds using artificial intelligence. *NDT & E International*. 2024.
3. Zhang J., et al. A review of algorithms for surface defect detection in welds based on machine vision. *Expert Systems with Applications*. 2025.
4. Li G., et al. A dual-robot digital radiographic inspection system for weld quality assessment. *Journal of Imaging*. 2025.