

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ КОМПАНІЇ CRC

Р. Т. Мартинюк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу:
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;
тел. 0342-72-71-38, e-mail: snp@nupg.edu.ua.*

В даний час зварювання є однією з найпоширеніших технологій для з'єднання металевих деталей у багатьох галузях сучасної промисловості. Її широке застосування обумовлено цілою низкою переваг, таких як зниження ваги конструкцій, скорочення термінів виготовлення виробів складної форми, великі можливості для механізації та автоматизації процесу.

Автоматизація процесу зварювання – перспективний напрямок зварювального виробництва. Автоматичне зварювання, на сьогоднішній день має найкраще поєднання таких показників, як: якість готових зварних з'єднань, продуктивність процесу зварювання, а також економічна ефективність застосування.

Крім цього безперечною перевагою застосування технології автоматичного зварювання в захисних газах при спорудженні магістральних трубопроводів є повна автоматизація зварювального процесу, яка забезпечує високу продуктивність для широкого діапазону типорозмірів труб, що зварюються в поєднанні з високими механічними властивостями зварювальних з'єднань. Впровадження автоматичного способу зварювання мінімізує кількість наплавленого металу, що крім економії зварювальних матеріалів, скорочує час виготовлення зварювальних матеріалів.

Застосування нової технології зводить до мінімуму вплив людського фактору на процес зварювання, а також полегшує навчання зварників, що в кінцевому підсумку збільшує механічні властивості зварних з'єднань і забезпечує стабільність їх отримання.

Ключові слова: *автоматичне зварювання, магістральний трубопровід, зварна головка, оператор-зварник, кромка труби, внутрішній центратор, механічна обробка.*

Актуальність теми

В останній час у зв'язку з помітним збільшенням вартості добутку і транспортування нафтогазових продуктів на перший план виходить завдання зменшення собівартості і скорочення термінів будівництва та ремонту трубопроводів. Відомо, що на зварювально-монтажні

роботи приходить основна частина всього будівельного періоду. Тому, при спорудженні та ремонті магістральних трубопроводів гостро стоїть проблема виконання зварювальних робіт з високою продуктивністю і стабільністю.

Компанія CRC першою в світі впровадила комплекс автоматичного зварювання, завдяки якому почався принципово новий етап в технології зварювання трубопроводів. Після впровадження першого комплексу з допомогою системи автоматичного зварювання CRC (рис.1) зварено тисячі кілометрів трубопроводів, діаметром від 120 до 1420 мм з товщиною стінки від 6 до 50 мм.



Рис.1. Система автоматичного зварювання CRC

Система автоматичного зварювання CRC застосовують в різних кліматичних умовах. Це єдина система зварювання в захисних газах, що застосовувалася при температурах нижче -40°C . Системи працювали в субтропічному кліматі Мексики і Венесуели, в пустинях Техасу, Ірану і Саудівської Аравії, при спорудженні трубопроводів в Мексиканській затоці, Північному морі і Індійському океані [1]. Системи автоматичного зварювання CRC займають лідерство в світі і мають наступні основні переваги: стабільна висока якість зварювання; високий коефіцієнт наплавлення; зменшується об'єм наплавленого металу; якісні і стабільні показники механічних властивостей зварного з'єднання; стійка якість зварювання навіть при незначних помилках оператора-зварника; унікальні можливості по оптимізації комплекта обладнання для кожного проекту з врахуванням техніко-економічних показників; зменшення фізичного навантаження на оператора; зменшення об'ємів обладнання і кількості працюючого персоналу.

Технологічний процес зварювання установкою CRC складається з наступних елементів:

1 Обробка кромки труб механічним шляхом з метою формування нової розділки кромки.

2 Зварювання кореня шва з застосуванням однієї із технологій:

- із середини, з допомогою внутрішньої зварювальної станції;
- із зовні, з застосуванням внутрішнього центратора з мідним підкладним кільцем;
- із зовні, з використанням стандартного внутрішнього центратора.

3 Виконання гарячого, заповнюючого і облицювального швів здійснюється зварювальними головками, які встановлюють ззовні труби на направляючому посту.

Відомо, що дуже важливим фактором, визначаючим стабільну якість зварних стиків, виконаних автоматичним зварюванням, є якість підготовки кромки труб. В більшості систем автоматичного зварювання CRC це досягається шляхом механічного приготування кромки труб з допомогою установок для розділки кромки. Спеціальна розділка кромки дозволяє різко підвищити якість зварювання, збільшити продуктивність і зменшити об'єм наплавленого металу.

Установка для обробки кромки складається із двох основних частин – зажимної секції в виді центратора (рис. 2, а) і власне ріжучої секції (рис. 2, б).

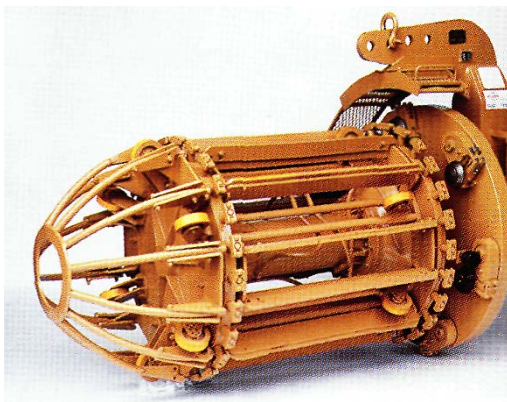
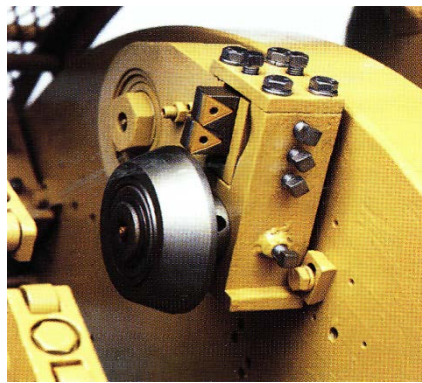
*а**б*

Рис. 2. Центратор установки для обробки кромки (а) та ріжуча секція з мідними підкладками (б)

Зажимна секція має два набори кулачків з гідравлічним приводом, які забезпечують надійну фіксацію установки в трубі. Кулачки дозволяють зменшити овальність труб і забезпечити перпендикулярність ріжучого інструмента осі труби.

Кожна установка має свій гідравлічний привід (станок). В польових умовах станки, як правило, підвищують на стрілі трубоукладників.

Операція обробки кромок займає від 2 до 5 хвилин – в залежності від товщини стінки труби і уміння оператора.

На другому етапі ведуться роботи по зварюванні кореня шва з застосуванням наступних технологій.

Зварювання кореня шва зсередини ведеться з використанням внутрішнього центратора. Затискач центратора складається із трьох центруючих елементів і двох наборів кулачків. Зварювальні головки розташовані по периметру шва між двома рядами кулачків таким чином, щоб в розтисненому стані центруючі елементи знаходилися строго в площині зварювальних головок.

В процесі збирання, розсуваючи всі центруючі елементи і притискаючи їх до кромки труб, внутрішній центратор точно встановлюється відносно торця труби. Потім перший ряд кулачків розсувається і фіксує установку в трубі. Центруючі елементи повертаються в початкове положення і на збирання подається наступна секція труби. Кромки обох труб стикуються по всьому периметру, розсувається другий ряд кулачків, завершуючи збирання стика.

Далі починають зварювання кореня шва. Зварювальна секція машини складається з 4, 6, або 8 зварювальних головок, які змонтовані по периметру на кільці. Приводиться кільце в рух двигуном потужністю 24 В.

В склад кожної зварювальної головки входить механізм подачі зварювального дроту, що встановлений на головці, а також зварювальний наконечник і керамічний корпус для подачі захисного газу. Крім того, два екрани захищають оператора від зварювальних бризків, які можуть викликати блокування подачі газу і пошкодження механічних частин машини. Захисним газом є суміш із 75% аргону і 25% вуглекислого газу.

Внутрішній центратор приводиться в дію управляючим блоком, розташованим на кінці висувної штанги, яка протягується через секцію труби. По тій же висувній штанзі здійснюється подача необхідної для зварювання електричної енергії і стиснутого повітря. Живлення приводів подачі дроту і обертання головок здійснюється від акумуляторів, встановлених на станції. Також на станції розташовані балони з захисним газом, які постійно підключені до зовнішніх балонів, встановлених на зварювальному тракторі.

Після завершення зварювання кореня шва оператор висувної штанги повертає кулачки в попереднє положення. Внутрішній центратор переміщається всередині труби і автоматично встановлюється біля відкритого кінця труби. Переміщення здійснюється з допомогою пневматичного приводу або електричного двигуна.

При цьому методі зварювання кореня шва рекомендується застосовувати розділку кромки, завдяки якій збільшуються швидкість і якість зварювання. Відсутність відкритого зазору зменшує об'єм на-

плавленого металу, скорочує час збирання стика і фактично виключає пропалювання. Система також стійка до дефектів збирання і допускає наявність значного зміщення при збиранні стика, гарантуючи при цьому наскрізне проплавлення в корені шва.

Зварювання кореня шва з використанням внутрішнього центратора (рис. 3).

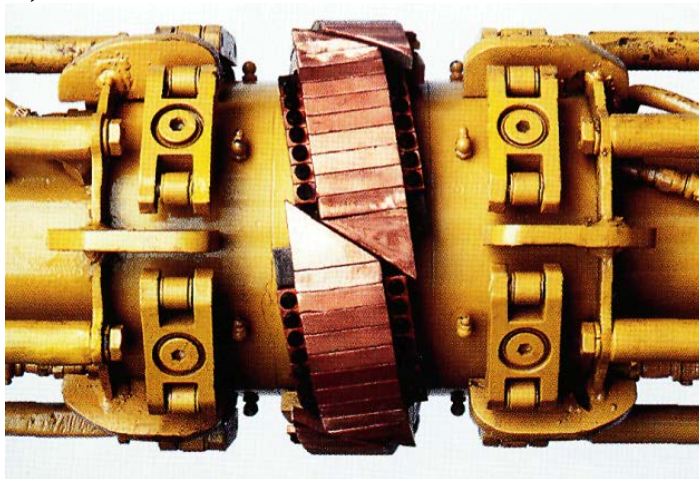


Рис. 3. Схема центратора

При цьому зварюванні використовується швидкодіюча адаптивна схема управління зварювальним струмом. Час реакції системи на зміни, що проходять в зварювальній ванні, складають мікросекунди. Тим самим, параметри дуги при переносі кожної каплі металу зі зварювального електрода в зварювальну ванну оптимізовані в кожен момент часу.

Управління переносом металу в зварювальну ванну в атмосфері захисних газів забезпечує гарантоване проплавлення, хороший зворотний валик, високу продуктивність наплавлення, мінімальне розбризкування, відсутність зварювальних деформацій за рахунок глибокого управління кількістю тепла, що вводиться в зварювальну ванну. Таким чином, використання зварювання за цією технологією, дозволяє зварювати стик з фіксованим, в тому числі і сліпим зазором за допомогою зовнішньої автоматичної системи.

Після механічної обробки кромки труб і зварювання кореня шва приступають до виконання гарячого, заповнюючого і облицювального швів. Зварювання здійснюється за допомогою механізованих зовнішніх зварювальних апаратів. Вони переміщуються по направляючому паску, який охоплює трубу по колу. Точність встановлення паска контролюється спеціальним шаблоном.

Кожен зварювальний апарат включає в себе компоненти: візок для переміщення апарату по направляючому паску, пульт управління та зварювальну секцію. Візок складається із шарнірної основи, яка ре-

гулюється під діаметр труби, двигуна з редуктором і ексцентрикового затисного механізму для встановлення апарату на паску.

Зварювальні апарати звичайно використовуються парами. Кожен апарат виконує зварювання половини шва зверху вниз – в напрямках за і проти годинникової стрілки відповідно. Правий апарат починає гарячий прохід зверху вниз після того, як на цій половині стика завершено виконання кореня шва. Лівий апарат починає гарячий прохід зверху після того, як корінь шва на його стороні виконаний наполовину. Це забезпечує швидке завершення гарячого проходу після виконання кореня шва.

Апарати для зварювання заповнюючих і облицювального швів стартують одночасно. Звичайно перший заповнюючий шар ліва головка виконує із zenіту труби до її низу за один прохід. В той же час права головка починає зварювання з середини труби і виконує її до низу, після чого оператор переводить зварювальну головку доверху і закінчує зварювання. Стартові позиції змінюються по чергово для кожного шару для запобігання перекриття стартових та кінцевих точок зварювання у вертикальному положенні.

Зварювальна головка, типу П600 сконструйована на основі використання досягнень передової мікропроцесорної технології (рис. 4).

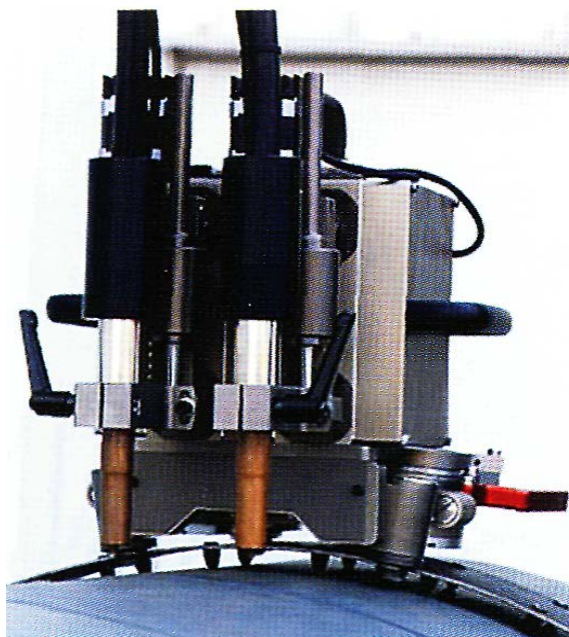


Рис. 4. Зварювальна головка П-600

Дана зварювальна головка переважає всі інші за ефективністю і продуктивністю, бо використовується дві дуги, що забезпечує більш високу продуктивність наплавлення за один прохід і значно збільшує швидкість зварювання. Ця головка має мікропроцесорне управління і

програмне забезпечення. Програмування всіх параметрів виконується зі спеціального дисплея. Комп'ютер, який управляє зварювальною головою, а також дисплей, розташовані на окремій консолі всередині зварювальної палатки. Параметри зварювання захищені паролем і регулюються тільки в певних границях. Для зменшення ваги зварювальної головки, дві котушки зі зварювальним дротом розташовані за межею зварювальних головок поруч з управляючим комп'ютером.

Автоматичні зварювальні головки мають вмонтовану систему водного охолодження, а в якості джерела струму використовуються два імпульсні інвентори. Зварювальні пальники можуть управлятися окремо, або обидві одночасно: любий пальник може виступати як ведучий або ведений з метою оптимізації управління і підвищення якості зварювання. Головки П600 також оснащені автоматичною системою контролю осі шва, завдяки якій суворо дотримується як положення кожного пальника по центру розділки кромки, так і виліт електроду в автоматичному режимі без участі оператора. Єдиним завданням оператора в ході зварювання залишається регулювання амплітуди коливань. Переваги в продуктивності головок з двома пальниками полягають в тому, що вони забезпечують ступінь наплавлення, ніж головки з однією дугою. Перший пальник виконує шов звичайної для заповнюючого проходу товщини, а другий прохід заповнює шов на 60 % від звичайної товщини.

Головка П600 може бути рекомендована як найбільш ефективний на сьогоднішній день в світі агрегат для зварювання морських трубопроводів на трубоукладальних баржах, а також в тих випадках, де продуктивність зварювання має вирішальне значення.

Висновок. В даний час широке застосування знаходять технології автоматичного зварювання неповоротних стиків трубопроводів у суміші захисних газів. При застосуванні автоматичного зварювання в середовищі вуглекислого газу досягається нормальне формування зварного з'єднання з співвідношення сил, що діють на зварювальну ванну. Варіюючи параметрами імпульсів та змінюючи кут нахилу можна отримати стабільність наплавленого металу у зварювальній ванні.

Література

1. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів. К.: КВІЦ, 2012. 896 с.
2. ДСТУ 14771-76 Дугове зварювання в захисних газах. З'єднання зварні основні типи, конструктивні елементи і розміри.
3. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2004. 225 с.
4. Барановський В.М., Сенчишин В.С. Конспект лекцій з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій». Вид. Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2015. 66 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії 23.04.2025 р.

THE LATEST TECHNOLOGIES OF AUTOMATIC WELDING OF THE COMPANY CRC

R. T. Martyniuk

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;
76019, Ivano-Frankivsk, Karpatska St., 15;
tel. 0342-72-71-38, e-mail:snp@nunq.edu.ua.*

Currently, welding is one of the most common technologies for joining metal parts in many branches of modern industry. Its wide application is due to a number of advantages, such as reducing the weight of structures, reducing the time for manufacturing products of complex shape, great opportunities for mechanization and automation of the process.

Automation of the welding process is a promising direction of welding production. Automatic welding, today, has the best combination of such indicators as: the quality of finished welded joints, the productivity of the welding process, as well as the economic efficiency of application.

In addition, the undoubted advantage of using automatic welding technology in shielding gases in the construction of main pipelines is the full automation of the welding process, which provides high productivity for a wide range of pipe sizes being welded in combination with high mechanical properties of welded joints. The introduction of an automatic welding method minimizes the amount of deposited metal, which, in addition to saving welding materials, reduces the time for manufacturing welding materials.

The use of new technology minimizes the impact of the human factor on the welding process, and also facilitates the training of welders, which ultimately increases the mechanical properties of welded joints and ensures the stability of their production.

Keywords: *automatic welding, main pipeline, welding head, welder operator, pipe edge, internal centralizer, machining.*