

## КОМПЛЕКС І ТЕХНОЛОГІЯ КОНТАКТНОГО СТИКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ОПЛАВЛЕННЯМ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРА В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Перші роботи в області контактного зварювання труб були виконані в ІЕЗ ще в 1950-ті роки. Було показано, що при зварюванні деталей з розвиненим перерізом, зокрема, труб, найбільш доцільно здійснювати процес нагрівання методом безперервного оплавлення на відміну від нагрівання опором з періодичними замиканнями контактуючих деталей. При безперервному оплавленні гарантується стабільне і рівномірне по перерізу труб нагрівання, процес легко піддається автоматизації й відрізняється більш високими енергетичними показниками. Дослідженнями встановлено, що для забезпечення стійкого процесу оплавлення труб необхідно значне зменшення внутрішнього електричного опору зварювальних машин. Це завдання на протязі багатьох років не вдавалось вирішити провідним світовим компаніям-виробникам зварювального устаткування.

Видатним внеском у розвиток зварювання було створення вперше у світі контурних трансформаторів (В.К. Лебедев і Н.Г. Остапенко). Осердя трансформатора охоплює стикове з'єднання по контуру, а первинні й вторинні витки рівномірно розподілені по всьому периметру осердя. Вторинний виток може бути суцільним або складатися з декількох окремих елементів. Ці особливості нового принципу підведення енергії при контактному зварюванні дозволили вирішити в комплексі технологічні й електротехнічні проблеми, у тому числі, зниження потужності й забезпечення надійності роботи складних електросхем, механічних і гідравлічних приводів.

Реалізація цих розробок ІЕЗ ім. Є.О. Патона призвела до створення устаткування з принципово новими зварювальними трансформаторами – кільцевого й контурного типів. Однак розробка технології й устаткування для контактного зварювання надпотужних трубопроводів (1020...1420 мм) вимагала вирішення багатьох складних наукових і технічних проблем. Відомо, що зі збільшенням площі поперечного перерізу труб суттєво важче забезпечити відсутність дефектів і стабільну якість зварних з'єднань. Не менш складними проблемами виявились розробка шляхів зниження потужності й маси зварювальних машин, забезпечення надійного функціонування у польових умовах всіх вузлів, що містять складне електричне і гідравлічне обладнання, системи керування процесом, особливо у суворих кліматичних умовах. Рішення цих проблем вимагало принципово нових розробок у

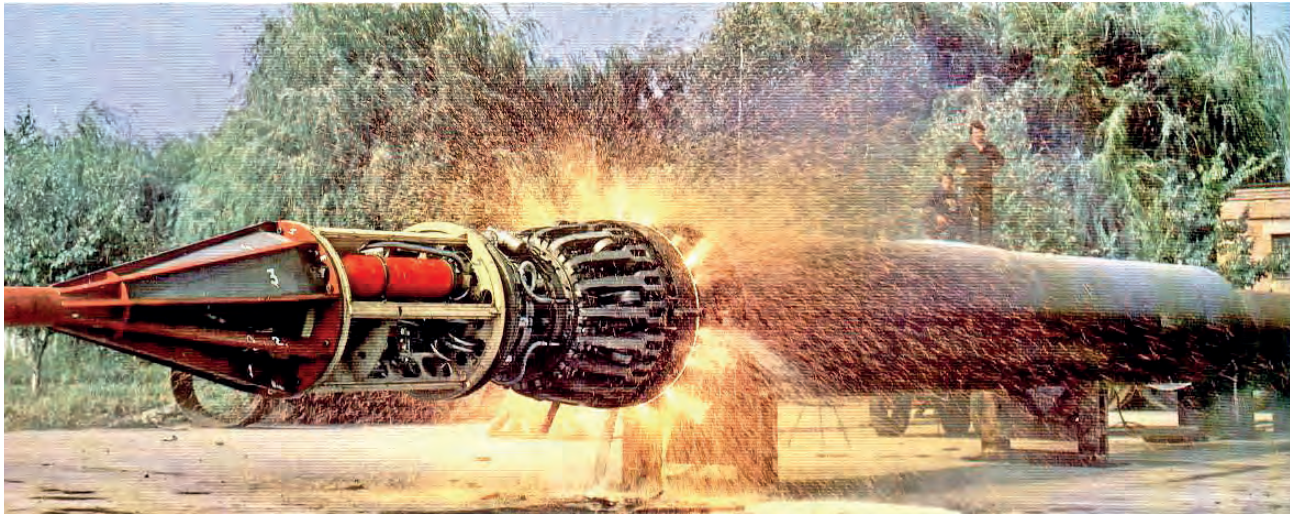
сферах технології зварювання і конструювання основних вузлів зварювальних машин, які не мали аналогів у вітчизняній і закордонній практиці.

В основу нової концепції була покладена ідея створення внутрішньотрубного виконання корпусу зварювальної машини, включаючи електроустаткування, гідропривід і системи керування, а також використання кільцевого трансформатора спеціальної конструкції, що забезпечувало роботу в суворих кліматичних умовах. Машина комплектувалась автономним приводом переміщення усередині труби. Весь комплекс, що включає крім внутрітрубної машини пересувну електростанцію, одержав назву «Север-1».

Розробка швидкодіючих регуляторів, що автоматично змінюють швидкість зближення труб у процесі нагрівання залежно від зміни зварювального струму, дозволила значно розширити області стійкого оплавлення й забезпечити можливість одержання його на трубах діаметром до 2 м при відносно низькій напрузі. Як показали виконані дослідження, для одержання стабільної якості зварних з'єднань, крім підтримки стійкого процесу оплавлення, необхідно забезпечити стабільність багатьох інших параметрів, що визначають режим зварювання. Це завдання було вирішено шляхом їх програмування, що передбачає зміну кожного параметра в процесі зварювання по наперед заданому для кожного типорозміру труб закону. Запропоновані способи програмування й пристрої для їх реалізації дозволили автоматично виконувати задані програми з урахуванням зміни реальних умов експлуатації, якості підготовки труб перед зварюванням, температури навколишнього середовища.

Покладені в основу нової технології контактного зварювання труб принципи регулювання й програмування процесу оплавлення дозволяють з великою вірогідністю прогнозувати якість зварних з'єднань шляхом реєстрації основних параметрів зварювання й порівняння їх із заданими еталонними значеннями. Накопичений у виробничих умовах досвід операційного контролю при зварюванні великої кількості труб різних діаметрів свідчить про високу його ефективність.

На базі виконаних розробок створена гама машин для КСЗО, що забезпечують зварювання в польових і стаціонарних умовах магістральних трубопроводів діаметром 114...1420 мм із товщиною стінки до 25 мм.



Установка K700 під час зварювання

Трубозварювальні комплекси «Север-1», які складаються зі зварювальної машини K700, пристрою для зачищення кінців труб і зняття грата, а також пересувної електростанції потужністю 630...800 кВА, успішно впроваджені в різних кліматичних зонах, у тому числі в умовах Крайньої Півночі. Застосування 1 комплексу замість ручного зварювання дозволяє вивільнити 35 кваліфікованих зварників. Перший комплекс «Север-1» випробували на газопроводі діаметром 1420 мм «Оренбург – Державний кордон». У 1977–1979 рр. такі комплекси почали працювати на північних трубопроводах.

На базі виконаних розробок створена гама машин для КСЗО, що забезпечила можливість зварювання в польових і стаціонарних умовах магістральних трубопроводів діаметром 114...1420 мм із товщиною стінки до 25 мм. Із застосуванням розроблених технологій та устаткування для КСЗО зварено десятки тисяч кілометрів газо- та нафтопроводів, у тому числі в суворих умовах Крайньої Півночі Росії, пустель Іраку і Туркменії.

У 1970-х роках інтенсивне освоєння газових і нафтових родовищ в північно-східних регіонах СРСР обумовило необхідність спорудження мережі магістральних трубопроводів великого діаметра для транспортування вуглеводної сировини до України і країн Європи. Вирішення даної проблеми з використанням існуючих технологій зварювання плавленням вимагало залучення величезної кількості кваліфікованих зварників, операторів неруйнівного контролю якості з'єднань, допоміжного персоналу і пов'язаного з цим розв'язання багатьох соціальних проблем. В суворих кліматичних умовах північних регіонів СРСР дуже гострою була проблема забезпечення якості зварних стиків надпотужних трубопроводів діаметром 720...1420 мм.

Впровадження розробленого в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона унікального устат-

кування для контактного стикового зварювання оплавленням магістральних трубопроводів діаметром до 1420 мм зробило значний внесок у вирішення проблеми транспортування нафти і газу до України, європейських регіонів СРСР і країн Європи, і сприяло, зокрема, суттєвому покращенню енергозабезпечення промисловості та соціальної сфери.

Розроблені технологічні основи КСЗО надпотужних трубопроводів і конструктивні рішення зварювального устаткування були використані при створенні унікальних комплексів для зварювання корпусів ракетної техніки на Південному машинобудівному заводі (м. Дніпро). Варто відзначити, що провідні світові компанії по виробництву ракетної техніки використовували технології виробництва корпусів ракет із цільної заготовки високоміцного алюмінієвого сплаву шляхом її токарної обробки. Тривалість цієї операції вимірювалась декількома місяцями, тобто на декілька порядків перевищувала часові характеристики розробленої в ІЕЗ технології виробництва зварних елементів корпусів ракет.

Ліцензію на устаткування і технологію зварювання трубопроводів великого діаметра придбала компанія McDermott (США), що забезпечило значні валютні надходження до державного бюджету.

У ХХІ ст. продовжуються дослідження і удосконалення інноваційних технологій КСЗО високоміцних трубних сталей нового покоління. За результатами цих робіт вдосконалено технологію КСЗО сучасних мікролегованих трубних сталей класу міцності X70...X90, розроблено алгоритми якості зварних з'єднань в залежності від наявної структурної неоднорідності металу труб, системи легування, вмісту мікролегуючих домішок тугоплавких елементів, розроблено і реалізовано системи прецизійного керування процесом зварювання за величиною енерговкладення.

С.В. Зяхор