

УДК 621.791.75 (092)



ГЕРУК

Станіслав Миколайович,
канд. техн. наук., доцент,
зав. кафедри технічного сервісу та
інженерної екології Державного
вищого навчального закладу
„Державного агроекологічного
університету”
(м. Житомир)



СУКМАНЮК

Олена Миколаївна,
магістр Державного вищого
навчального закладу „Державного
агроекологічного університету”
(м. Житомир)

ЕВОЛЮЦІЯ РОЗВИТКУ СПОСОБІВ НАПЛАВЛЕННЯ МЕТАЛУ

Розглянуто історію виникнення основних способів наплавлення. Наведені їх переваги і недоліки, а також галузі застосування.

Рассмотрена история возникновения основных способов наплавки. Приведены их преимущества и недостатки, а также области применения.

It was examined the origin of the main melting means. It was brought their advantages and lacks, and also the usage fields.

Постановка проблеми. Наплавлення – це різновидність зварювання, що полягає в нанесенні шару металу на поверхню виробу. Цей процес є невід’ємним елементом сучасної матеріальної культури людської цивілізації, а тому питання його відкриття та розвитку потребує історичного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Як свідчать дослідження, у літературних джерелах недостатньо висвітлені етапи виникнення та розвитку способів наплавлення, тому виникла об’єктивна необхідність більш широкого вивчення даного питання.

Формування цілей статті. Основним завданням даної роботи стала спроба розглянути розвиток способів наплавлення.

Виклад основного матеріалу дослідження.

У глибокій давнині наплавлення коштовних металів було вже добре відоме ювелірам і зброярам: золото і срібло наплавляли для прикрашення обладунків і зброї. За повідомленням Геродота, наварку заліза вперше виконав Главк, уроженець острова Хаос, якому батько царя Креза доручив виготовлення великої посудини для подарунку в храм (VI ст. до н.е.). Прийоми і процеси ковальського зварювання поступово удосконалювалися. Прикладом може служити наварка зношених і пошкоджених виробів як один із видів ковальських робіт, яка застосовувалася довгий час у всіх кузнях. Наварка ковальським способом вуглецевих пластинок кричного заліза на ріжучі кромки серпів і ножів використовувалися ковалями Київської Русі. Такий спосіб наварки існує і в наші дні.

Розвиток сучасних методів наплавлення пов'язаний із появою електричної дуги і газового полум'я. М.Г. Славянов уважав одним із важливих застосувань дугового зварювання „наливание слоя металла на изношенные поверхности или для какой-либо другой цели”. Під його керівництвом проводилося наплавлення різних легованих сталей, чавуна, бронзи та ін., був виконаний ряд складних ремонтних робіт [1].

У 30-і роки минулого століття все більшого поширення набуває ручне дугове наплавлення покритими електродами. Поява електродів із легуючим покриттям дозволило відновлювати зношені чи пошкоджені деталі машин.

Поступово виявлялися і недоліки ручного наплавлення: низька продуктивність, важкі умови праці, непостійна якість наплавленого шару, що залежала від індивідуальної майстерності наплавника. Тому механізація дугового наплавлення була і є важливою умовою його подальшого вдосконалення.

Новий етап у розвитку наплавлення ропочався в кінці 40-х років, коли для виконання різних наплавлювальних робіт стали використовувати зварювання під шаром флюсу [2].

Важливим було створення флюсів із заданими технологічними властивостями, що дозволяло б вести наплавлення безперервно і на протязі тривалого часу, отримувати високу якість наплавленого металу і високу продуктивність [3].

Щоб отримати бажані властивості наплавленого металу – високу зносостійкість, стійкість проти корозії, жаростійкість – необхідно було знайти прийнятний шлях легування. Придатний легований дріт випускався в малих кількостях, а тому лише в окремих випадках удавалося використовувати готовий дріт потрібного складу.

Спроби домішувати до плавненого флюсу розмелені феросплави виявилися невдалими: проходила сепарація при пересипанні, наплавлений шар був досить неоднорідним, виникали тріщини та ін. Більш досконалі результати вдалося отримати, змішавши порошкоподібні шлакоутворюючі, легуючі, розкислюючі та інші компоненти з рідким склом, з наступною грануляцією, сушінням і прожаруванням [3, 4].

Але дослідження показали, що легування через флюс призводить до значної залежності якості складу наплавленого металу від режиму наплавлення: відносна маса шлаку, що припадає на одиницю маси розплавленого дроту, в залежності від режиму може змінюватися від 0,4 до 4,0. Відповідно змінюється і склад наплавленого металу. Тому при легуванні через флюс діапазон допустимих режимів наплавлення дуже вузький, що обмежує можливості його застосування.

Цих труднощів удалося уникнути в результаті створення нового виду електродних матеріалів – порошкового дроту [5]. Електричним матеріалом у цьому випадку є згорнута з металевої стрічки безперервна труба сталевий, нікелевий, мідний та ін.) заповненої порошком, що містить суміш необхідних матеріалів – металів, феросплавів, газоутворюючих та інших речовин. Порошковий дріт діаметром від 2,0 до 6,0 мм виготовлявся шляхом волочіння м'якої стрічки з одночасним заповненням сумішшю порошків.

Розробка методів легування мала практичне втілення для отримання легованого наплавленого металу різного складу як відновлювального наплавлення, так і для наплавлення зносостійкого шару. Коли потрібно було наплавити антикорозійний шар, використовували електродний дріт із високолегованої сталі.

Поява наплавлення під шаром флюсу, що відрізнялося високою продуктивністю і надійністю, сприяла широкому впровадженню наплавлення в машинобудуванні. В якості електрода почали використовувати стрічку малої товщини і великої ширини. На внутрішній поверхні хімічних, нафтохімічних і енергетичних реакторів за допомогою електродної стрічки наплавляли шар нержавіючої сталі досить надійно і продуктивно.

Автоматичне наплавлення під шаром флюсу стає ефективним технологічним процесом виготовлення біметалічних деталей. За допомогою наплавлення можна одночасно збільшити розміри і працездатність наплавлених деталей. Це знайшло застосування в металургійній промисловості для підвищення стійкості прокатних валиків, роликів рольгангів і багатьох інших деталей [6, 7]. Для наплавлення деталей сільськогосподарських машин застосовується розроблена в Інституті електрозварювання ім. Є. Патона технологія з використанням легованого дроту малого діаметра. Широкий спектр робіт, які виконувалися в інституті в галузі наплавлення, привели до розв'язання проблеми легування наплавленого металу з метою одержання металу зі спеціальними властивостями. Цього було також досягнуто завдяки застосуванню порошкових електродів.

Автоматичне наплавлення під шаром флюсу як один із способів відновлення деталей мав ряд переваг: високу продуктивність і стабільність процесу; добра якість наплавленого шару (однорідність, щільність, рівномірність); добру адгезію основного шару з основним металом; можливість отримання шарів значної товщини (до 8 мм і більше); добрі можливості отримання наплавленого шару з заданим хімічним складом і властивостями.

Досвід промислового застосування показав, що далеко не всі задачі можна вирішувати за допомогою наплавлення під шаром флюсу.

Іноді серйозні ускладнення створює необхідність подавати флюс і безперервно видаляти шлакову кірку. В інших випадках важко управляти рухом невидимої дуги і наплавляти деталі складної форми.

Нові технологічні можливості і нові галузі застосування відкрило наплавлення самозахисним дротом. Перші самозахисні наплавлювальні дроти з'явилися на початку 60-х років [5] і зразу ж отримали визнання ремонтників. Відновлення наплавленням деталей дробильно-розмеленого і гірничого обладнання дозволило значно збільшити продуктивність праці.

Процес вібродугового наплавлення відрізняється від розглянутих вище способів тим, що при цьому способі наплавлення кінець електроду здійснює коливальні рухи в площині, перпендикулярній площині наплавлення поверхні, а також і тим, що наплавлений шар охолоджується.

Відновлення зношених деталей вібродуговим наплавленням має ряд переваг перед іншими способами відновлення, низька напруга, при якій іде процес, і її переривчастий характер дозволяють вести наплавлення при малій глибині нагрівання деталі, що практично не спричинює її деформацію. Цьому сприяє інтенсивне охолодження. Поєднуючи процес наплавлення і загартування, можна отримати наплавлені шари малої товщини – від 0,5 до 2,5 мм. Все це робить даний спосіб наплавки особливо зручним при відновленні деталей малих діаметрів.

Однак поява внутрішньої напруги в наплавленому шарі та можливість утворення мікротріщин, внаслідок інтенсивного охолодження приводять до зниження міцності деталі, що обмежує галузь застосування вібродугового наплавлення для деталей, які працюють у важких умовах і ударних навантаженнях.

Електрошлакове наплавлення було вперше здійснене в кінці 50-х років [5]. Цей спосіб є високопродуктивним процесом. Наплавлений шар виходить рівним, доброї якості і будь-якого бажаного хімічного складу. До недоліків

способу потрібно віднести складність його використання і дороге обладнання. Цей спосіб застосовується тільки на спеціалізованих підприємствах, в основному для наплавлення шарів великої товщини на великогабаритні деталі (опорні котки тракторів та ін.).

Плазмове наплавлення отримало розвиток у 60-х роках, коли були розроблені надійні пальники-плазмотрони. Між вольфрамовим електродом і внутрішнім соплом збуджується дуга, яка служить для нагрівання присадочного порошку, що надходить разом із транспортуючим газом. Дуга прямої дії між електродом і виробом оплавляє поверхню виробу. Через зовнішнє сопло іде потік захисного газу. Нагрівання зерен порошку проходить по-різному, в залежності від їхнього розміру і початкової швидкості. Наплавлення з нерухомою присадкою у вигляді металевого кільця виявилось зручним і успішно використовується для збільшення зносостійкості клапанів двигунів внутрішнього згорання і подібних їм виробів [6]. Цей спосіб дуже важливий для наплавлення жаростійких сплавів на основі нікелю і кобальту. Успішно використовується наплавлення кольорових металів із присадним дротом [7]. Недоліки даного способу – відносно велика вартість обладнання, потреба в плазмоутворюючому газі, низька продуктивність і великий термічний вплив на деталь.

Індукційне наплавлення знаходить застосування в масовому виробництві деяких виробів. Розплавлення порошоків шихти, нанесеної на поверхню тонкостінного виробу, дозволяє створити біметалічне лезо, що використовується для лемешів плугів, лап культиваторів та інших деталей сільськогосподарських машин [5]. При індукційному наплавленні з твердим присадним матеріалом на поверхню виробу наносять гранульований наплавлений сплав, змішаний із флюсом. Нагрів здійснюють за допомогою індуктора, підключеного до лампового генератора СВЧ. Індукційне наплавлення застосовується також при виготовленні випускних клапанів легкових автомобілів, шарошок бурового долота та інших виробів.

Наварка тиском – прямий нащадок стародавнього ковальського зварювання. Широко застосовується у виробництві біметалевого листа так званий пакетний спосіб. Так плакують конструкційну сталь нержавіючою, низьковуглецеву – інструментальною та ін.

У 70-х роках отримав практичне застосування процес плакування вибухом: наварка пластичних металів, стійких проти корозії, на поверхню сталених виробів і заготовок, на відміну від усіх розглянутих процесів плакування засноване на зварюванні тиском. Тут відсутнє змішування матеріалу деталі розплавленим металом, і властивості нанесеного металу визначаються термомеханічною і термічною обробкою, яку він проходить у процесі виготовлення виробу.

У кінці 70-х років розвиток атомної енергетики, нових технологічних процесів у нафтовій і хімічній промисловості, ріст потужної якісної кольорової металургії дозволив передбачити швидкий розвиток нових високопродуктивних процесів наплавлення і плакування, створення досконалих матеріалів і обладнання для цієї цілі.

Глибокі дослідження фізико-металургійних процесів наплавлення, теоретичних і технологічних основ сучасних його методів, які проводяться в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона, створювали базу для подальших удосконалень зварювальної техніки в галузі наплавлення.

В останньому десятилітті виробники наплавлювального і зварювального обладнання інтенсивно впроваджують у виробництво нові електронні технології на основі сигнальних процесорів і мікропроцесорів, що володіють функціями запам'ятовування параметрів наплавлення і зварювання, виводу їх на індикатор цифровий або символічної інформації, точної обробки часових інтервалів від часток секунди до декількох годин, обробки вхідних сигналів датчиків температури, тиску, розміщення у просторі.

Загальною особливістю сучасного етапу розвитку є розробка наплавлювального і зварювального обладнання із застосуванням комп'ютерної техніки.

Висновок. Проведений аналіз дав змогу зробити висновок про те, що наплавлення в напрямі розвитку, без сумнівів, буде продовжуватися.

Список використаної літератури

1. *Славянов Н. Г.* Электрическая отливка металлов / Славянов Н. Г. – М. : Машгиз, 1945. – 94 с.
2. *Автоматическая* сварка под флюсом / под ред. Е. О. Патона, В. В. Шеверницкого, Б. И. Медовара. – К. ; М. : Машгиз, 1948. – 344 с.
3. *Низкокремнистые* флюсы для автоматической сварки и наплавки / Фруммин И. И., Рябкин Д. М., Подгаецкий В. В. и др. // Автоматическая сварка. – 1956. – № 1. – С. 3–20.
4. *Сварка в СССР* : в 2-х т. / [редкол. : В. А. Винокуров (отв. ред) и др.]. – М. : Наука, 1981.
5. Фруммин И. И. Легирование наплавленного металла при сварке под флюсом // Автоматическая сварка. – 1952. – №1. – С. 3–19.
6. *Походня И. К.* Электрошлаковая наплавка изнашивающихся деталей / Походня И. К. – К. : НТО Машпром, 1957. – 23 с.
7. *Гоголицын М.* Плазменная наплавка / Гоголицын М., Фруммин И. // Автоматическая сварка. – 1965. – №3. – С. 23–27.