Технологія зварювання високолегованих сталей і сплавів

ЗВАРЮВАННЯ ВИСОКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ І СПЛАВІВ

Високолегованими називають сталі, які містять один або декілька легуючих елементів у кількості 10-50%. Якщо вміст легуючих елементів перевищує 50%, то замість слова сталь вживають слово сплав.

Високолеговані сталі та сплави класифікуються за системою легування, структурою й властивостями. За системою легування сталі поділяють на хромисті, хромонікелеві, хромомарганцеві, хромонікелемарганцеві та ін. Найпоширеніші високолеговані сплави: нікелеві, нікелехромисті, нікелехромовольфрамові й нікелехромокобальтові.

За структурою високолеговані сталі поділяються на мартенситні (09Х16Н4Б, 11Х11Н2В2МФ та ін.), мартенситно-феритні (15Х12ВНМФ, 12Х13 та ін.), феритні (08Х13, 15Х25Т та ін.), аустенітно-мартенситні (07Х16Н6, 08Х17Н5М3), аустенітно-феритні (08Х20Н14С2, 08Х18Г8Н2Т) й аустенітні (03Х17Н14М2, 03Х16Н15М3Б, 12Х18И9, 45Х14Н14В2М та ін). У деяких аустенітних сталях нікель, як дефіцитний метал, частково або повністю замінюють марганцем та азотом (10Х14Г14Н3, 12Х17Г9Н4А й ін.).

За системою зміцнення високолеговані сталі та сплави поділяють на карбідні, які містять 0,2-1,0% вуглецю, боридні (утворюються бориди заліза, хрому, ніобію, молібдену, вуглецю й вольфраму), з інтерметалідним зміцненням (зміцнення дрібнодисперсними частинками).

За властивостями високолеговані сталі й сплави поділяють на корозієстійкі (нержавіючі), жаростійкі (не окислюються при температурах до 1300°С), жароміцні (здатні працювати при температурах вище 1000°С без зниження міцності), стійкі проти спрацювання та ін.

Технологічні особливості зварювання високолегованих сталей пов'язані з їх фізичними властивостями і системою легування. Знижена теплопровідність (до 2 разів при підвищених температурах), збільшений коефіцієнт лінійного розширення (до 1,5 разів) і великий електричний опір (у 5 разів більший ніж у вуглецевих сталях) сприяють великій швидкості плавлення металу, великій глибині проплавлення та коефіцієнту наплавлення. Тому для зварювання високолегованих сталей зменшують величину зварювального струму на 10-20% порівняно з вуглецевими, використовують укорочені електроди з покриттям основного й змішаного типу (фтористо-кальцієві), зменшують виліт електрода та збільшують швидкість подачі дроту при механізованому зварюванні.

Для запобігання виникненню міжкристалічної корозії при зварюванні високолегованих сталей в металі шва створюють двофазну

структуру (аустеніт і ферит) для зменшення зерен, обмежують вміст шкідливих домішок (сірки, фосфору, свинцю, олова, вісмуту), легують титаном, ніобієм, танталом, ванадієм, цирконієм (вони активно взаємодіють із вуглецем і перешкоджають утворенню карбідів хрому).Крім того використовують електродні покриття основного та змішаного типу. Для попередження виникнення тріщин створюють меншу жорсткість виробу, виконують попередній і супровідний підігрів до 250-300°С, обмежують вміст шкідливих домішок, уводять легуючі елементи (молібден, марганець, вольфрам), складають деталі із зазором (1,5-2 мм), зменшують розбризкування металу та об'єм зварної ванни.

Корозієстійкі сталі, які не містять титану, ніобію або леговані ванадієм, при нагріванні вище 500°С втрачають антикорозійні властивості. Одержання антикорозійних властивостей, а також підвищеної пластичності та в'язкості досягають нагріванням металу до 1000-1150°С і швидким охолодженням у воді (гартуванням). Вміст вуглецю в основному металі до 0,02-0,03% повністю виключає міжкристалітну корозію.

Підігрів до 100-300°С обов'язковий для мартенситних сталей, а для аустенітних — використовується рідко. Високолеговані сталі з вмістом вуглецю понад 0,12% зварюються з попереднім підігрівом до 300°С і вище з наступною термічною обробкою. Шви краще виконувати тонкими електродами діаметром 1,6-2,0 мм або електродним дротом діаметром 1,2-2 мм при мінімально можливому зварювальному струмі.

При зварюванні корозієстійких сталей не допускається збудження дуги на основному металі і попадання бризок на основний метал. Складки, заглиблення, щілини, непровари можуть бути джерелом корозії. Кращу корозієстійкість мають гладкі шви з плавним переходом до основного металу. Не рекомендується зачищати шов пневматичним зубилом або іншим способом, при яких утворюються вм'ятини, задирки тощо. Для зменшення вигоряння легуючих елементів зварювання необхідно виконувати короткою дугою без коливальних рухів кінцем електрода.

При зварюванні в аргоні деяких аустенітних сталей на межі сплавлення спостерігається утворення пор. Недопущення появи пор досягають уведенням до аргону 2-5% кисню. Решта вимог такі самі, як і при зварюванні вуглецевих сталей.

Для зварювання високолегованих сталей і сплавів використовують зварювання плавленням усіх видів.

Ручне дугове зварювання покритими електродами виконують при знижених струмах $[I_{зв} = (15+35)d_e]$, на постійному струмі зворотної полярності, нитковими

валиками без коливальних рухів, короткою дугою. Використовують електроди із стрижнем такого ж хімічного складу, як і основний метал, з урахуванням показників зварюваності та експлуатаційних вимог. Наприклад, при зварюванні кислотостійкої хромонікелевої сталі 12Х18Н10Т для запобігання утворенню гарячих тріщин і міжкристалічної корозії використовують електроди типу Э-04Х20Н9 (марка ЦЛ-11) та Э-02Х19Н9Б (марка ОЗЛ-7).

Зварювання в захисних (інертних) газах виконують неплавкими і плавкими електродами. Зварювання плавкими електродами виконують в аргоні, а також у суміші аргону з гелієм. Використовуються також суміші аргону з киснем і вуглекислим газом. В окремих випадках допускається зварювання у вуглекислому газі при відсутності небезпеки міжкристалічної корозії. Зварювання плавким електродом проводять на струмах, які забезпечують струминне перенесення металу. Зварювання в аргоні або гелії характеризується високою якістю зварних швів, стабільністю горіння дуги, добрим захистом зварної ванни від навколишнього середовища.

Аргоно-дугове зварювання вольфрамовим електродом виконують на постійному струмі прямої полярності. При зварюванні сталей з високим вмістом алюмінію використовують змінний струм, який сприяє руйнуванню оксидної плівки (Al_2O_3). Кінець присаджувального дроту постійно повинен знаходитись у струмені захисного газу.

Зварювання під флюсом використовують для з'єднань металів товщиною 3-50 мм. Порівняно із зварюванням вуглецевих сталей, при зварюванні високолегованих у 1,5—2 рази зменшується виліт електродного дроту, використовуються електроди діаметром 2-3 мм на постійному струмі зворотної полярності з використанням безокиснювальних низькокремнистих фтористих флюсів (АНФ-14, К-8 та ін.).

Більшість високолегованих сталей добре зварюються контактним зварюванням. Аустенітні сталі, як правило, зварюються плазмовим зварюванням.