

1. ЗВАРЮВАННЯ НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

Низьколегованими називають сталі, які містять до 3% легуючих елементів. Вони поділяються на низьковуглецеві, теплостійкі, середньо- і високовуглецеві. Властивості низьколегованих сталей регулюють за рахунок зміни вмісту вуглецю і легуючих елементів. При збільшенні вмісту вуглецю зварюваність сталі погіршується через ймовірність утворення гарячих і холодних тріщин та збільшення об'єму, що призводить до підвищення внутрішніх напружень. Тому у зварних конструкціях в основному використовують низьковуглецеві низьколеговані сталі підвищеної міцності, які містять до 0,25% вуглецю. Вони мають достатню міцність і відносно добру зварюваність. Основні легуючі елементи низьколегованих сталей — марганець, кремній, хром, молібден, нікель, мідь. Для зменшення зерен у біляшовній зоні сталей, які використовують у зварних конструкціях, їх додатково розкислюють алюмінієм або титаном.

Низьколеговані сталі постачають у гарячекатаному стані або після нормалізації. Вони відрізняються за експлуатаційними властивостями і за чутливістю до процесу зварювання.

Легування сталі марганцем, кремнієм та іншими елементами сприяє утворенню в зварних з'єднаннях гартованих структур. Тому режими зварювання більш обмежені, ніж при зварюванні низьковуглецевих сталей. Забезпечення однакової міцності металу шва і основного металу досягається за рахунок легування його елементами, які переходять з основного металу. Інколи для зменшення крихкості металу шва його додатково легують через зварювальний дріт. Стійкість металу проти кристалізаційних тріщин підвищують шляхом зменшення в металі шва вмісту вуглецю, сірки, фосфору та інших елементів за рахунок використання зварювального дроту з меншим вмістом указаних елементів і вибору оптимальної технології зварювання. Ручне дугове зварювання низьколегованих сталей виконують електродами з фтористо-кальцієвим покриттям типу Э42А, Э46А, Э50А марок АНО-1, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, СМ-11, ДСК-50 та ін. При зварюванні у вуглекислому газі в основному застосовують електродний дріт Св-08Г2С. Для покращення зовнішнього вигляду шва, підвищення пластичності та продуктивності зварювання використовують порошкові дроти марок ПП-АН8, ПП-АН10 та ін.

Низьколеговані низьковуглецеві сталі 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД при зварюванні не гартуються і не схильні до перегрівання. Тому їх зварюють у будь-якому тепловому режимі, аналогічному режиму зварювання низьковуглецевої сталі.

Сталі з вищим вмістом вуглецю типу 15ХСНД, 14ХГС, 15Г2Ф при зварюванні

можуть утворювати гартовані структури й перегріватися, їх зварюють при знижених значеннях струму електродами меншого діаметра порівняно із зварюванням низьковуглецевої сталі. Якщо температура навколишнього середовища нижча -10°C , то потрібний попередній підігрів сталей до $120-150^{\circ}\text{C}$.

При температурі нижче мінус 25°C зварювання загартованих сталей забороняється.

Низьколеговані середньовуглецеві сталі типу 20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГСА, 35ХГСА мають вищу здатність до гартування. Тому їх перед зварюванням попередньо підігрівають до $200-300^{\circ}\text{C}$ і застосовують високий відпуск при $650-680^{\circ}\text{C}$ з витримкою протягом 1 год на кожні 25 мм товщини зварюваного металу.

При збільшенні вмісту вуглецю і легуючих елементів у низьколегованих сталях такого типу температуру попереднього підігріву збільшують, а відпал або високий відпуск обов'язкові.

2. ЗВАРЮВАННЯ ЛЕГОВАНИХ ТЕПЛОСТІЙКИХ СТАЛЕЙ

Низьколеговані теплостійкі сталі характеризуються достатньою жароміцністю, жаростійкістю, запасом пластичності й стабільністю структури при температурах до 600°C . Підвищена міцність сталей при високих температурах досягається за рахунок зміцнення легуючими елементами: хромом, молібденом, ванадієм, вольфрамом, ніобієм. Вміст вуглецю в теплостійких сталях в основному не перевищує 0,08-0,12%.

До теплостійких відносяться сталі марок 12МХ, 2Х1М1Ф, 20Х1М1Ф1ТР, 25Х1МФ, 20Х3МВФ, 15Х5М, 15Х5ВФ та ін. Ці сталі постачаються споживачам у стані після термічної обробки (гартування плюс високий відпуск і відпал).

Ручне дугове зварювання теплостійких сталей передбачає використання дев'яти типів електродів: Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10Х3М1БФ, Э-10Х5МФ. Технологія зварювання передбачає попередній і супровідний місцевий або загальний підігрів виробу до температури $200-450^{\circ}\text{C}$ для забезпечення однорідності металу шва з основним металом і термічну обробку — високий відпуск при температурі $650-750^{\circ}\text{C}$ для одержання однакової мікроструктури в усьому зварному виробі.

Зварювання теплостійких сталей покритими електродами виконують на тих же режимах, що й зварювання низьколегованих сталей. При зварюванні необхідно повністю проварити корінь шва, для чого перший шар виконують електродом діаметром 2—3 мм на постійному струмі зворотної полярності. Техніка зварювання аналогічна техніці зварювання низьковуглецевих сталей. Багатошарове зварювання виконують каскадним способом без охолодження кожного виконаного

шару шва.

У монтажних умовах підігрів і термообробка зварних виробів проводиться індукційним струмом промислової або підвищеної частоти. Час витримки при відпуску беруть із розрахунку 4-5хв/мм товщини стінки деталі, а охолодження до температури попереднього підігріву (200-450°C) має бути повільним.

Для зварювання теплостійких сталей у монтажних умовах при неможливості підігріву й термічної обробки використовують електроди АН-ЖР-2 (нікелеві), які придатні для зварювання у всіх просторових положеннях.

3. ЗВАРЮВАННЯ СЕРЕДНЬОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

До середньолегованих сталей відносяться сталі, які леговані одним або декількома елементами при їх вмісті 3-10%. Головною характеристикою цих сталей є механічні властивості: висока міцність, пластичність, в'язкість. Тому їх використовують в умовах ударних і знакозмінних навантажень, при низьких і високих температурах, в агресивних середовищах. При одержанні зварних з'єднань із необхідними властивостями виникають специфічні труднощі. Перш за все, при зварюванні сталей з підвищеним вмістом вуглецю та легуючих елементів, можливе виникнення гарячих і холодних тріщин у металі зварного з'єднання, а також нерівноцінні механічні властивості металу шва й основного металу. Для подолання цих труднощів використовують сталі з необхідними механічними властивостями та низьким вмістом вуглецю й легуючих елементів, змінюють режими зварювання, використовують попередній та супровідний підігрів зварюваних кромок, підбирають електродні дроти з меншою температурою плавлення, виконують термообробку після зварювання для зменшення водню в основному металі й металі шва, проковують зварні з'єднання.

Ручне дугове зварювання середньолегованих сталей виконують низьководневими електродами з фтористо-кальцієвим покриттям на постійному струмі зворотної полярності. При зварюванні швів великого перерізу застосовують каскадний і блочний способи. Електродні матеріали підбирають таким чином, щоб їх хімічний склад максимально відповідав хімічному складу основного металу.