

В. Позняков, член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, завідувач відділу зварювання легованих сталей Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Технології зварювання для виготовлення і ремонту металевих конструкцій із високоміцних сталей (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України) // Вісник НАН України. – 2017. – № 1. – С. 64–65.

У доповіді розглянуто результати наукових досліджень з вивчення впливу характерних для дугового зварювання термічних циклів на формування структури, а також на механічні властивості та опір втомі й крихкому руйнуванню зварних з'єднань із високоміцних конструкційних сталей з границею плинності 350–800 МПа. Наведено приклади практичного використання розроблених за результатами цих досліджень технологій зварювання, які застосовуються при виготовленні і ремонті машин, механізмів та інженерних споруд тривалого терміну експлуатації.

Однією з головних проблем сучасного технічного розвитку є необхідність підвищення техніко-економічних показників машин, механізмів та інженерних споруд завдяки зниженню їх питомої металомісткості, збільшенню експлуатаційної надійності та довговічності. У її вирішенні важливу роль відіграє широке застосування в будівництві і машинобудуванні зварних металевих конструкцій з *високоміцних сталей*, до яких, за міжнародною класифікацією, належать сталі, що мають границю плинності 350 МПа і більше.

За призначенням розглянуті в доповіді високоміцні сталі можливо умовно поділити на дві групи: *низьколеговані конструкційні сталі* з границею плинності ($\sigma_{0,2} = 350\text{--}490$ МПа) та *леговані конструкційні сталі* з $\sigma_{0,2} = 590\text{--}800$ МПа.

Низьколеговані конструкційні сталі та сфери їх застосування

До низьколегованих високоміцних конструкційних сталей належать сталі класу міцності С355–С490. Зазвичай такі сталі леговані марганцем, містять обмежену, до 0,5 % концентрацію кремнію та до 0,15 % вуглецю. Інколи до їх складу вводять невелику кількість нікелю та хрому. Низьколеговані високоміцні сталі використовують переважно в мостобудуванні, при виробництві резервуарів для зберігання і переробки газу та нафти, у крано-, вагонобудуванні, при виготовленні будівельних конструкцій тощо.

До недавнього часу при виготовленні зазначених виробів широко застосовували низьколеговані сталі, які мають границю плинності 350–390 МПа. До таких сталей належать сталі марок 09Г2С, 17Г1С, 10ХСНД і 15ХСНД, які були розроблені ще за часів СРСР та виготовлялися відповідно до чинних на той час стандартів.

Однак інтенсивна інтеграція вітчизняної промисловості у світову економіку зумовила необхідність перегляду стандартів щодо оцінки якості сталей. У зв'язку з цим виникла потреба в модернізації і в створенні нових сталей, що дають змогу задовольнити постійно зростаючі вимоги виробництва. Як результат, останніми роками було розроблено та освоєно вітчизняними металургійними комбінатами виробництво нових високоміцних сталей класу міцності С440–С490. Яскравими представниками таких сталей є мікролеговані сталі марок 06Г2Б та 10Г2ФБ ¹. Виготовляють їх за вітчизняними та міжнародними стандартами, а їхні механічні властивості повністю відповідають європейським нормам.

Як правило, сучасні низьколеговані сталі містять також марганець і кремній. Проте на відміну від зазначених вище сталей вони додатково мікролеговані окремо або в поєднанні ванадієм, алюмінієм, ніобієм чи церієм. Ця оптимізація технології виробництва сталей (контрольований прокат, прискорене охолодження, термічна обробка) сприяє формуванню в металі дрібнозернистої феритно-перлітної або феритно-бейнітної структури. Внаслідок цього сталі не лише набувають високої міцності, а й мають хорошу пластичність та ударну в'язкість, як за додатних, так і за низьких температур.

Леговані конструкційні сталі та сфери їх застосування

До легованих високоміцних конструкційних сталей належать сталі класу міцності С590–С800. Такі сталі широко використовують у машинобудуванні при виготовленні особливо навантажених вузлів самоскидів великої вантажності, балок-рукоятей та ковшів потужних кар'єрних екскаваторів, поворотних платформ і стріл кранів та автобетононасосів.

На відміну від високоміцних низьколегованих конструкційних сталей, такі сталі додатково легують хромом, нікелем та молібденом. Завдяки цьому та внаслідок термічної обробки (гартування + високий відпуск) у металі легованих сталей формується бейнітна або бейнітно-мартенситна структура і вони набувають не лише високих показників міцності (границя плинності таких сталей перебуває в межах 590–800 МПа), а й добру здатність опиратися крихкому руйнуванню за низьких температур ². Головною негативною рисою таких сталей є те, що при їх зварюванні в з'єднаннях можуть утворюватися холодні тріщини ³. Щоб уникнути цього, зазвичай для зварювання високоміцних легованих сталей використовують низьководневі зварювальні матеріали, а з'єднання перед зварюванням підігрівають до певної температури.

¹ Позняков В. Д., Жданов С. Л., Максименко А. А. и др. Свариваемость экономнолегированных сталей 06ГБД и 06Г2Б. Автоматическая сварка. 2013. № 4. С. 9–16.

² Мусяченко В. Ф. Свариваемость и технология сварки высокопрочных сталей. К.: Наук. думка, 1983.

³ Макаров Э. Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей. М.: Машиностроение, 1981.

Допустиму кількість водню в наплавленому металі та раціональну температуру попереднього підігріву зварних з'єднань встановлюють за результатами випробувань спеціальних зразків та технологічних проб ⁴.

Повний текст ([PDF](#))

⁴ Там само.