

Винахід відноситься до області суднобудування, авіабудування, енергетичного машинобудування і ряду інших галузей промисловості, там де використовуються сталі підвищеної і високої міцності (бейнітні, мартенситно-бейнітні, мартенсита» сталі) при виготовленні зварних конструкцій.

Відомо, що зварні сполучення означених сталей мають високу міцність, але Досить низькі показники пластичності та в'язкості. В процесі зварювання в з'єднаннях таких сталей {особливо в ЗТВ} виникає можливість утворення таких дефектів як холодні тріщини. Характерною особливістю зварних з'єднань високоміцних сталей є їх понижена стійкість проти крихких руйнувань.

Великий досвід накопичений при виготовленні зварних конструкцій з сталей підвищеної і високої міцності дозволив розробити ряд мір і засобів, що забезпечують попередження, утворення або підвищення стійкості зварних з'єднань проти утворення холодних тріщин. До числа таких засобів, що використовуються більш широко в виробництві, відносяться:

1. Спосіб зварювання з попереднім або супутнім підігрівом кромок зварних виробів [Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением, Под.ред.акад. Б.Е. Патона, М., Машиностроение, 1974, с.533 - 538];

2. Спосіб, при якому зварювання конструкції здійснюється аустенітними електродними дротами без попереднього або супутнього підігріву кромок зварних з'єднань [Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением, Под.ред.акад.Б.Е. Патона, М., Машиностроение, 1974, с.543 - 545].

3. Термічна обробка (яка вибрана у якості прототипу) - відпуск, що здійснюється в термічних печах шляхом нагріву всієї зварної конструкції або окремих її вузлів, або -місцевий відпуск, при якому не вся конструкція, а тільки її зварні з'єднання нагріваються за допомогою спеціальних приладів [Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением, Под.ред.акад.Б.Е Патона, М., Машиностроение, 1974, с.545 - 546];

Відзначені вище способи мають як позитивні так і негативні сторони.

Спосіб зварювання конструкції з попереднім або супутнім підігрівом має своєю метою зменшити швидкість охолодження металу шва і ЗТВ і завдяки цьому понизити рівень мікронапружень, що утворюються в результаті фазових перетворень.

Температура попереднього підігріву залежить від хімічного складу зварної сталі, прийнятої технології її зварювання та складає від 80 до 300 - 350 °С. Для здійснення попереднього підігрівання використовуються різноманітні засоби і типи нагрівачів. Його застосування при зварюванні конструкцій викликає значне їхнє подорожчання, оскільки підвищуються енерго- та трудовитрати, особливо, при виготовленні великогабаритних конструкцій з металу більших товщин.

Використання аустенітного електродного дроту для зварювання конструкцій без попереднього підігрівання не завжди гарантує високу стійкість зварних з'єднань проти утворення холодних тріщин, наприклад, при зварюванні з'єднань високовуглецевих високоміцних сталей. Слід відзначити, що вартість аустенітних електродних дротів в декілька раз вище вартості електродних дротів, що використовуються при зварюванні сталі з попереднім підігрівом.

Відпуск зварних конструкцій в печах може виконуватися тільки в тих випадках, якщо вони своїми розмірами, вагою відповідають технічним даним термічної печі. Відпуск в термічних печах може виконуватися не всієї конструкції, а її окремих вузлів, з наступним зварюванням монтажних швів з допомогою способу зварювання з попереднім підігріванням або способу зварювання аустенітними електродними дротами.

Місцевий відпуск зварних з'єднань конструкцій більших розмірів може здійснюватися за допомогою їх нагрівання газовими пальниками, або спеціальними індукторами, живлення яких здійснюється струмами високої частоти, або струмами промислової частоти.

Термічна обробка - відпуск зварних з'єднань сталей підвищеної і високої міцності використовується з метою зниження рівня мікронапружень в зварних швах та ЗТВ, що утворюються в результаті перетворень аустеніту і що є основною причиною їх низької стійкості проти уповільненого руйнування та проти крихких руйнувань.

Існуючі засоби термічної обробки - відпуск зварних з'єднань відповідальних конструкцій являє собою надто трудомістку та дорогу технологічну операцію і може здійснюватися за наявності термічних печей або спеціальних нагрівачів - газових пальників, індукторів та ін.

Основною задачею винаходу є вдосконалення відомих засобів термообробки зварних з'єднань за рахунок зміни виду і параметрів нагріву, що дозволяє досягнути високої стійкості зварних з'єднань, особливо ЗТВ, проти утворення холодних тріщин і крихких руйнувань за відсутності термічних печей, нагрівачів, зменшити енерго- та трудовитрати і завдяки цьому спростити технологію термічної обробки зварних з'єднань і знизити вартість зварних конструкцій, зменшити терміни їхнього виготовлення.

Поставлена задача досягається тим, що в запропонованому способі термічної обробки, який включає нагрів зварного з'єднання, останній здійснюється за допомогою дугового зварювання неплавким електродом під захистом інертних газів до температури, величина якої визначається структурою дільниці участка перегріву ЗТВ і знаходиться в інтервалі 300 - 550°С.

Крім того, нагрівання зварного з'єднання може виконуватися за допомогою однодугового або багатодугового зварювання неплавким електродом.

Температура нагріву при бейнітній структурі складає 300 - 350.

Температура нагріву при бейнітно-мартенситній структурі складає 350 - 450 °С.

Температура нагріву при мартенситній структурі складає 450 - 550 °С.

В процесі зварювання використовуються механічні коливання електрода і/або коливання, створені поперечним магнітним полем.

При багатошаровому зварюванні металу нагрів здійснюється після зварювання кожного шару металу.

Температура нагріву в ЗТВ може досягати від 300 до 500-550 °С в залежності від структури дільниці перегріву ЗТВ (бейнітної, бейнітно-мартенситної, мартенситної).

Для попередження високої концентрації нагріву середньої частини шва при його термообробці шляхом дуговим зварюванням неплавким електродом, зварювання здійснюються з механічними коливаннями електрода або за допомогою прилади для створення поперечного магнітного поля.

Термічна обробка зварних з'єднань здійснюється способом, що пропонується, як при зварюванні одношарових так і при зварюванні багатошарових швів. При цьому нагрів може здійснюватись після зварювання кожного шару, або після зварювання перших і останніх шарів багатошарових швів. Термічна обробка кожного шару здійснюється головним чином при зварюванні металу великої товщини, хімічний склад якого та режими зварювання, що застосовуються, сприяють утворенню в металі шва і особливо в ЗТВ мартенситної структури з високою твердістю. В таких випадках для отримання більш високої температури зварного з'єднання при його термічній обробці може бути використане не тільки однодугове, але і багаторугове зварювання неплавким електродом під захистом інертних газів.

Передбачуваний спосіб термічної обробки зварних з'єднань, що передбачає тимчасовий нагрів таких сполучень за допомогою дугового зварювання неплавким електродом сприяє різкому зменшенню рівня мікронапружень, викликаних фазовими перетвореннями аустеніту в металі шва та ЗТВ і що є головними причинами утворення холодних тріщин.

У порівнянні з відомими способами термічної обробки зварних конструкцій, а також з іншими способами підвищення стійкості зварних з'єднань проти утворення холодних тріщин пропонується спосіб термічної обробки, що відрізняється простотою, відсутністю термічних печей, нагрівачів, меншими енерго- та трудовитратами і його використання буде сприяти зниженню вартості зварних конструкцій та зменшенню термінів їхнього виготовлення.

Нижче наведена таблиця 1 з результатами досліджень впливу способу термічної обробки зварних з'єднань, який пропонується, на стійкість ЗТВ проти уповільненого руйнування. Зварювання здійснювалось на зразках сталі 30ХГСА товщиною 20мм, у вузьку розробку шириною 12мм, дротом Св-10ХГ2СМА під захистом СО₂, швидкість зварювання 8 та 16м/ч, на автоматі АДДГ-500.

Дослідження стійкості зварних з'єднань проти утворення холодних тріщин після їхньої термічної обробки способом, що пропонується, проводилися по методиці ІЕЗ ім.Є.О. Патона НАН України [Стеренбоген Ю.А., Васильєв Д.В. Автоматическая сварка, №6, 1997, с.8 - 12].

Таблиця 1

№ п/п	Структура ЗТВ та її мікротвердість після зварювання ксмм/мм ²	Режим дугового зварювання неплавким електродом для термічної обробки			Температура нагріву ЗТВ при термообробці, °С	Навантаження при випробуванні на уповільнене руйнування, МПа	Час до руйнування, хв
		I _{св} А	U _{св} В	V _{св} м/ч			
1	Бейнітна, 300 - 320	-	-	-	-	650	30 - 40
2	Бейнітна, 300 - 320	200 - 220	10 - 12	20	230 - 240	650	50 - 60
3	Бейнітна, 300 - 320	290 - 310	10-12	20	320 - 330	650	Не руйнувалися на протязі 20 годин
4	Бейнітно-мартенситна, 420 - 470	-	-	-	-	650	20 - 22
5	Бейнітно-мартенситна, 420 - 470	200 - 220	10-12	10	360 - 370	650	Не руйнувалися на протязі 20 годин
6	Мартенситна, 540 - 560	-	-	-	-	650	5 - 7
7	Мартенситна, 540 - 560	200 - 220	10 - 12	10	360 - 370	650	7 годин 30 хвилин
8	Мартенситна, 540 - 560	290 - 300	10 - 12	10	400 - 420	650	11 годин 30 хвилин
9	Мартенситна, 540 - 560	290 - 300	10 - 12	10	530 - 550*	650	Не руйнувалися на протязі 20 годин

*Обробка здійснювалися в процесі охолодження зварного з'єднання, коли його температура досягне 350°С