

МАШИНОБУДУВАННЯ І ТРАНСПОРТ

УДК 621.791.85.011:546.56:669

В. В. Чигарьов, д. т. н., проф.;

П. А. Гавриш, к. т. н.;

І. В. Серов, асп.

ВИЗНАЧЕННЯ ЧИННИКА, ЩО СПРИЯЄ УТВОРЕННЮ ТРИЩИН В ПРОЦЕСІ ЗВАРЮВАННЯ ФУРМ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

Подано експериментальні дані допустимої концентрації заліза в залізо-мідному сплаві зварного шва, що з'єднує деталі доменної фурми.

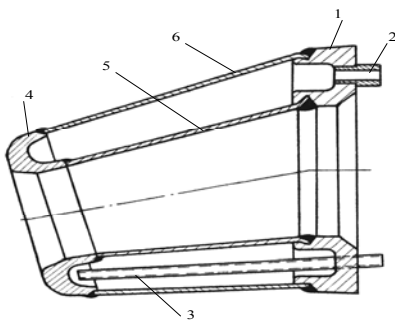


Рис. 1. Повітряна фурма доменної печі:
1 — сталевий фланець; 2 — трубка, що відводить охолоджувач; 3 — трубка, що підводить охолоджувач до рильної частини;
4 — сталева рильна частина;
5 — мідний внутрішній конус;
6 — мідний зовнішній конус

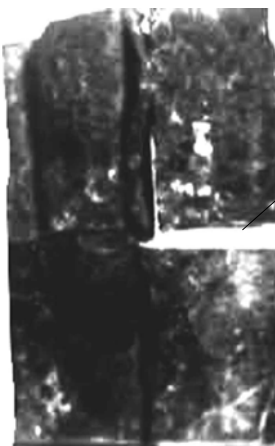


Рис. 2. Характер руйнування фурми через низьку якість зварного шва (використовували мідь марки М0 [2] із залізом (використовували низьковуглецеву сталь марки НЖ) з різними

Вступ

Один з пристроїв доменної печі, який працює у важких умовах — це повітряна фурма. Повітряна фурма доменної печі є соплом з водоохолоджуваною сорочкою. Фурма призначена для подачі гарячого повітря у доменну піч. Фурма працює у досить важких умовах: з одного боку вона, контактує з рідким металом або шлаком, з іншого — охолоджується водою, сприймає і передає великі теплові потоки та зазнає частих теплових змін (рис. 1).

На експлуатаційну стійкість фурм істотний вплив має якість зварних з'єднань сталевих і мідних деталей фурми (рис. 2.). Метою статті є визначення чинників, що впливають на якість зварювання фурм.

Постановка задачі та її розв'язання

Згідно з діаграмою стану бінарної системи залізо—мідь, залізо з міддю сплавується у будь-яких співвідношеннях [1]; при цьому максимальна розчинність міді у δ -залізі дорівнює 6,5 %, у γ -залізі 8 %, у α -залізі 1,4 % при температурі 850 °С.

Для визначення головного чинника, що впливає на якість зварювання доменних фурм були проведені експериментальні дослідження впливу хімічного складу металу зварного шва на його фізико-механічні показники. Електрошлаковим переплавом було одержано низку сплавів міді

Таблиця 1

Фізико-механічні показники металу зварного шва

| Вміст заліза у сплаві Fe, мас % | Межа міцності при розтягванні σ_B , МПа | Відносне подовження δ , % |
|---------------------------------|--|----------------------------------|
| 0,1 | 204 | 42,6 |
| 0,2 | 206 | 42,1 |
| 1,0 | 213 | 34,8 |
| 5,6 | 287 | 24,4 |
| 10,5 | 328 | 23,1 |
| 22,4 | 361 | 22,3 |
| 42,1 | 481 | 21,1 |
| 52,4 | 432 | 16,6 |

концентраціями заліза табл. 1. Після прокатування злитків та виготовлення смуг металу для дослідів розмірами $3 \times 40 \times 200$ мм, та $1,5 \times 40 \times 200$ мм дослідні зразки зварювали стиковим швом аргонодуговим зварюванням з постійним струмом прямої полярності. Режими зварювання наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Режим зварювання

| Товщина металу, мм | Відстань між кромками, мм | Діаметр вольфрамового електроду, мм | Напруга дуги, В | Зварювальний струм, А |
|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1,5 | 0,5 | 3,0 | 12 | 120 |
| 3,0 | 0,7 | 4,0 | 14 | 190 |

Проведені досліді свідчать про те, що в процесі зварювання міді зі сплавами, які містять до 1 % заліза значної зміни показників зварного шва не відбувається. Мікроструктурний аналіз показав, що у зв'язку з великими швидкостями охолодження в процесі зварювання у перехідному шарі утворюється перенасичений твердий розчин міді з залізом. Навіть для концентрації до 2 % заліза у перехідному шарі структурно-вільного заліза не має.

Тільки починаючи з концентрації заліза 5 % різко підвищується міцність зварних швів, це обумовлено двофазною структурою міді з дрібними зернами, між якими розташовані частинки сплаву на залізній основі. Границя сплавлення міді та заліза чітко означена з включенням фаз різних розмірів, збагачених залізом.

Якщо концентрація заліза у сплаві від 10...40 %, то основа мікроструктури сплаву містить дендрити заліза, між якими розташовано частинки сплаву міді. У разі концентрації заліза більше ніж 42 % міцність та пластичність зварного шва падають, що обумовлено мікротріщинами, які виникають під час кристалізації шва. Зварний шов характеризується суттєво виявленою дисперсною структурою. Дослідження таких зразків на розрив показує що вони є крихкими. При зварюванні таких сплавів утворюються тріщини. Поява тріщин пояснюється розклинювальною дією рідкої міді, яка проникає у мікрощілини на границях зерен з одночасною дією термічних навантажень розтягу. Для зменшення ризику виникнення таких дефектів рекомендується проводити зварювання з мінімальною погонною енергією, проводити зварювання зі сталями з меншою концентрацією вуглецю. Бажано проводити розкислення марганцем та кремнієм [3]. Зварювання під флюсами, або порошковими електродами зменшується ризик виникнення тріщин [4].

Хімічний склад металу зварного шва впливає на появу тріщин в процесі зварювання. Це пов'язано з різномірністю структури металів міді та заліза, різною теплоємністю, різними фізико-хімічними якостями. Висока якість зварного шва напряму залежить від співвідношення міді та заліза у зварному шві.

Висновки

1. Один з головних чинників, який визначає якість зварних швів доменних фурм — це хімічний склад зварюваних металів.
2. Якщо зварюються сталь з міддю, то для отримання оптимальних фізико-механічних показників матеріалу зварного шва концентрація заліза у ньому має бути в межах 5—11 %.
3. З метою підвищення якості зварних швів доцільно зварювати мідь зі сталлю під флюсом, або порошковими електродами.
4. Для визначення оптимального діапазону концентрації залізі та міді у сплаві бажано провести термодинамічний аналіз їх взаємодії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сварка разнородных металлов и сплавов / В. Р. Рябов, Д. М. Рабкин, Р. С. Курочко, Л. Г. Стрижевская. — М.: Машиностроение, 1984. — 239 с.
2. Техническая медь ГОСТ 859-2001.
3. Михайлов Г. Г., Поволоцкий Д. Т. Термодинамика раскисления стали. — М.: Металлургия, 1993. — 144 с.
4. Флюс для сварки меди: А. с. 1606296 СССР, МКИ В23 К 35/362 / П. А. Гавриш, А. В. Грановский, В. Т. Катренко и В. Д. Кассов, (СССР). — № 4436292/31—27; Заявл. 06.06.88; Оpubл. 15.11.90; Бюл. № 42.

Рекомендована кафедрою технології та автоматизації машинобудування

Надійшла до редакції 10.03.05
Рекомендована до друку 4.06.05

Гавриш Павло Анатолійович — науковий співробітник.

Кафедра зварювального виробництва, Донбаська державна машинобудівна академія;

Чигарьов Валерій Васильович — завідувач кафедри, *Серов Ігор Васильович* — аспірант.

Кафедра металургії і технології зварювального виробництва, Приазовський державний технічний університет.