

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОДІВ З ВАНАДІЄМ У ПОКРИТТІ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУНУ

1. Постановка проблеми

В області робіт зв'язаних зі зварюванням чавуну проведені численні дослідження, розроблені високоефективні способи ручного й механізованого зварювання, наплавлення чавуну й зварювальних матеріалів поліпшених марок [1, 2].

2. Аналіз останніх досліджень

Сталеві електроди ЦЧ-4 на дроті Св-08 зі спеціальним покриттям випускають діаметром 3; 4; 5; 6 мм. Уведений до складу покриття ванадій взаємодіє з вуглецем розплавленого чавуну й легує металеву основу. Карбіди ванадію присутні в чавуні у вигляді дисперсних включень [1].

При зварюванні електродами ЦЧ-4 сірого чавуну із пластинчастим графітом у перехідній зоні спостерігається переважно крапковий графіт. Мікроструктура перехідної зони при цьому наступна: на границі з наплавленим металом – ледебурит глибиною 0,06-0,24 мм; голчастий маргенсит + залишковий аустеніт + тростит + графіт глибиною 0,6-1 мм; сорбітоподібний перліт глибиною до 1,4 мм. Зварне з'єднання щільне, але відрізняється незадовільною оброблюваністю [1].

3. Постановка завдання досліджень

Метою даної роботи з'явилося створення електродів для холодного зварювання чавуну на стрижнях із дроту Св-08А и покриттям, що містить карбідоутворюючий елемент – ванадій, що відрізняються від електродів марки ЦЧ-4 поліпшеними зварювально-технологічними властивостями й високою якістю наплавленого металу за рахунок зміни шлакової і легуючої системи покриття.

Для досліджень використалися сталеві електроди для ручного дугового зварювання, що виготовляють способом обпресування. Стрижні електродів виготовляли зі сталевого зварювального дроту марки Св-08А за ГОСТ 2246-70 діаметром 3 і 4 мм.

Застосовувалося покриття електродів основного виду. У якості раскислювача металу шва використовували феросиліцій марки ФС45 за ГОСТ 1415-93. Як лігатуру РЗМ використали лігатуру магній-ітрій по ТУ 48-05-46-71, у вигляді порошку. У якості карбідоутворюючого компонента застосовували ферованадій за ГОСТ 4760 марки Вд-2

Коефіцієнт ваги покриття електродів становив 0,45...0,47 при товщині покриття на сторону 0,8 мм електродів діаметром 3 мм, і 1 мм – електродів діаметром 4 мм. Виготовляли 5 варіантів електродів з лігатурою РЗМ. Для порівняння виготовляли електроди ЦЧ-4.

Зварювання й наплавлення зразків для випробування твердості й хімічного складу металу шва й наплавленого металу, а також зварювально-технологічних властивостей електродів, проводили відповідно до вимог ГОСТ 9466-75.

Для зварних зразків використали пластини із чавуну марки СЧ 21 за ГОСТ 1412 товщиною 30 мм. Твердість металу шва й наплавленого металу вимірювали на приладі ТК-2 (по шкалі С), мікротвердість заміряли на приладі ПМТ-3.

Проби для хімічного аналізу наплавленого металу відбирали із трьох верхніх шарів восьмишарового наплавлення відповідно до ГОСТ 7122-81.

Загальний характер мікроструктури зварних швів оцінювали за допомогою оптичного мікроскопа МІМ-8М на поперечних мікрошліфах розміром 15x25x30 мм, протравлених в 5 %-вому спиртовому розчині азотної кислоти.

З метою усунення зазначених недоліків до складу покриття електродів ЦЧ-4, що містить мармур, плавиковий шпат, феросиліцій, ферованадій і слюду додатково ввели польовий шпат, лігатуру рідкоземельних металів (РЗМ), калій хромовоокислий і соду [3].

Застосування феросиліція, ферованадія й лігатури РЗМ у складі покриття зменшує ширину мартенситного прошарку по лінії сплавлення й дозволяє стабільно одержувати необхідну твердість наплавленого металу НВ 180-200, що виключає утворення тріщин у перехідній зоні й наплавленому металі. При цьому забезпечується висока якість наплавленого металу й можливість механічної обробки зварного з'єднання.

Малі добавки РЗМ у високовуглецевому сплаві роблять рафінуючий вплив, за рахунок утворення додаткових центрів кристалізації графіту, що у свою чергу, знижує ймовірність утворення гартівних структур у зоні сплавлення, зменшує ширину мартенситного прошарку, виключає утворення тріщин у наплавленому металі й перехідній зоні [4].

Крім того, введення РЗМ, що володіють більшою спорідненістю до кисню і сірки, сприяють очищенню границь зерен феритної матриці за рахунок утворення оксидів і окисульфідів РЗМ і, як наслідок, підвищує стійкість наплавленого металу й перехідної зони проти утворення тріщин і пор.

4. Результати досліджень

При мікро-і макродослідженні шліфів зварних з'єднань дослідних електродів встановлено, що метал у зоні сплавлення основного й наплавленого металу щільний (рис. 1).

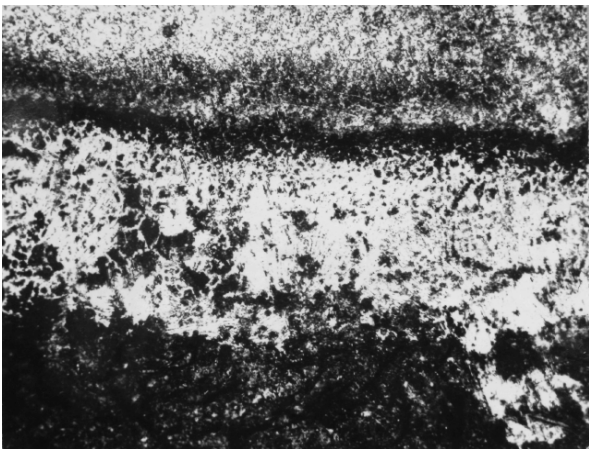


Рис. 1 – Мікроструктура зони сплавлення;
x 100

Мікроструктура наплавленого металу являє собою витягнуті зерна зі стовпчастою орієнтацією (рис. 2). Твердість наплавленого металу змінюється по висоті від 20-21 HRC₃ (у перекладі на НВ 217) у верхніх шарах до 30-31 HRC₃ (у перекладі на НВ 269-277) поблизу зони сплавлення.

Основний метал зразка складається із сорбітоподібного перліту, невеликої кількості ферита й пластинчастого графіту. Твердість основного металу зразка дорівнює 95-97 HR_B (у перекладі на НВ = 201-217).

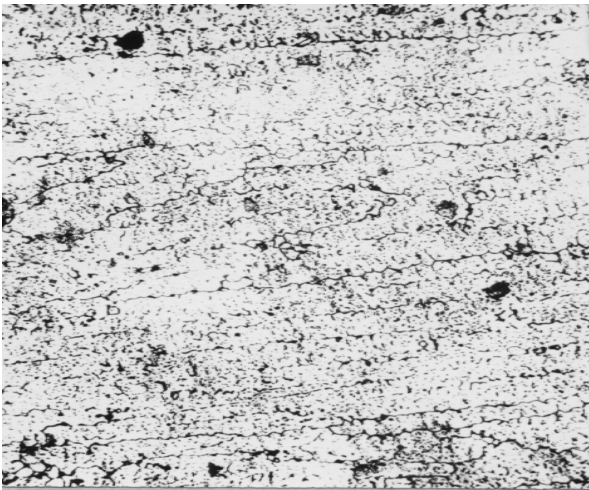


Рис. 2 – Мікроструктура наплавленого металу; $\times 100$

на НВ = 491); зона з більшою кількістю цементиту, ледебуриду, твердість окремих включень дорівнює $H_{\mu} = 840-860$ (у перекладі на НВ = 672-681). Глибина цементиту-ледебуриду дорівнює 0,5 мм.

Пошаровий хімічний аналіз по глибині із кроком в 1 мм від верху наплавлення до основного металу показав, що зміст вуглецю в них різко знижується, а кількість ванадію збільшується, досягаючи максимального значення 9 %. Починаючи з висоти наплавлення 8 мм (практично це другий прохід електродом діаметром 4 мм) така кількість ванадію вже не потрібна для зв'язування надлишкового вуглецю в міцний карбід V_4C_3 .

Розроблені електроди рекомендується використовувати для облицювання крайок оброблення або поверхні дефекту, а інша кількість металу наплавляти електродами, призначеними для зварювання вуглецевих конструкційних сталей.

Результати випробування показую гарні зварювально-технологічні властивості електродів при холодному зварюванні чавуну.

Висновки

1. Розроблено електроди для холодного зварювання чавуну на дроті Св-08А с карбидообразующим покрытием, що містить нову систему легування V-Si-P3M.
2. Твердість наплавленого металу змінюється по висоті від НВ 217 у верхніх шарах до НВ 269-277 - поблизу зони сплавки. У зоні термовпливу відзначається підвищення твердості до НВ 269-352. Глибина зони цементиту-ледебуриду дорівнює 0,5 мм.

Список використаних джерел:

1. Иванов Б. Г. Сварка и резка чугуна / Б. Г. Иванов, Ю. И. Журавицкий, В. И. Левченков. – М. : Машиностроение, 1977. – 206 с.
2. Левченков В. И. Состояние и перспективы развития сварки чугуна (обзор) / В. И. Левченков // Сварочное производство. – 1988. – № 2. – С. 2–4.

3. Пат. 1799317 СССР, МПК В 23 К 35/365. Состав электродного покрытия для холодной сварки чугуна / Н. Г. Ефименко, Н. А. Калинин, В. П. Удовенко, Л. Н. Балан, М. В. Орлов ; Укр. инж.-пед. акад. – опубл. 28.02.93; Бюл. № 8.

4. Влияние способа высокопрочного чугуна на коэффициент перехода модификаторов в форму графита в наплавленном металле / Н. Г. Ефименко, Н. А. Калинин, С. В. Кафтанов, С. В. Тюрин // Сварочное производство. – 1982. – № 1. – С. 22–23.

Калин М.А. «Розробка електродів з ванадієм в покритті для холодного зварювання чавуну».

Розроблені електроди для холодного зварювання чавуну на дроті Св-08А з карбідоутворюючим покриттям, що містить нову систему легування V-Si-P3M, а як шлакоутворюючі і стабілізуючі елементи введені польовий шпат, калій хромовокислий і слюда.

Ключові слова: Електрод, ванадій, карбіди, чавун, зварювання.

Калин Н.А. «Разработка электродов с ванадием в покрытии для холодной сварки чугуна».

Разработаны электроды для холодной сварки чугуна на проволоке Св-08А с карбидообразующим покрытием, содержащим новую систему легирования V-Si-P3M, а в качестве шлакообразующих и стабилизирующих элементов введены полевой шпат, калий хромовокислый и слюда.

Ключевые слова: Электрод, ванадий, карбид, чугун, сварка.

Kalin N.A. “Development of electrodes with vanadium in coverage for the cold welding of cast-iron”.

Electrodes for the cold welding of cast-iron on the Sv-08A wire with carbide-forming coverage containing a new system of the V-Si-P3M alloying are developed, and as slag-forming and stabilizing elements entered feldspar, potassium of potassium chromate and mica.

Key words: Electrodes, vanadium, carbide, cast-iron, welding.

Стаття надійшла до редакції 20 вересня 2012 р.