

©Калін М.А.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЧАВУННОГО ПОРОШКУ В ЯКОСТІ РОЗКИСЛЮВАЧА В ЕЛЕКТРОДАХ З КИСЛИМ ПОКРИТТЯМ**

### **1. Постановка проблеми**

У теперішній час розширився обсяг досліджень по пошуку дешевої регіональної сировини, придатної для виробництва зварювальних електродів. Це викликано гострим дефіцитом ряду шихтових матеріалів, а також труднощами з поставками багатьох видів сировини із країн СНД [1].

### **2. Аналіз останніх досліджень**

Актуальним є пошук заміників слюди мусковіт, мармуру й магнезиту при виробництві електродів з кислим покриттям, зокрема ільменітових, а також удосконалення системи розкислення з метою підвищення якості металу шва.

Недоліком електродів з кислим покриттям є велика кількість шлаків, що утворюються в процесі зварювання, що утрудняє зварювання таврових і кутових з'єднань, погана віддільність шлаків при зварюванні таврових з'єднань і стабільність повторного запалювання дуги, а також недостатні механічні властивості наплавленого металу.

### **3. Постановка завдання досліджень**

Метою даної роботи стало створення електрода з ільменітовим видом покриття, що має підвищені зварювально-технологічні властивості, високу продуктивність і якість зварних швів.

#### 4. Результати досліджень

Поставлене завдання вирішувалося шляхом зміни шлакової і газової системи захисту металу шва, а також зміною розкислювальної системи покриття електродів за рахунок використання в якості додаткового розкислювача вуглецю, що міститься у чавунному порошку.

Як замітник слюди мусковіт становлять інтерес природні мінерали – цеоліти, поклади яких на Україні (близько 1 млрд. т), зосереджені в Закарпатській області. Типова оксидна формула цеоліту  $(\text{Na}_2 \cdot \text{K}_2 \cdot \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{Si}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

Використання цеоліту в покритті забезпечує ефект комплексної дії алюмосилікатів кальцію, калію й натрію, що сприяє підвищенню зварювально-технологічних властивостей електродів.

У процесі нагрівання цеоліту в інтервалі температур 200-1100°C відбувається виділення кристалізаційної води, що дозволяє загальмувати процес відновлення кремнію й знизити схильність швів до водневої пористості.

Продукти, що утворюються у процесі плавлення цеоліту збільшують в'язкість шлаків. Оксид кремнію в цеоліті збільшує напругу зварювальної дуги, інтенсифікуючи процес плавлення електрода. Цеоліт змінює коефіцієнт термічного розширення шлаків, сприяючи його розтріскуванню й самовільному відділенню. Вміст у цеоліті рідкоземельних металів і оксидів лужних металів знижує потенціал іонізації дуги, стабілізує її горіння на змінному струмі, підвищує пластичні властивості металу шва. Наявність у цеоліті карбонату кальцію (приблизно 10%), поліпшує газовий захист зварювальної ванни за рахунок виділення  $\text{CO}_2$ .

Становить інтерес використання, як замітник мармуру й магнезиту в електродних покриттях мінералу мергелю, що представляє собою глинисто-карбонатну породу, що містить 50-70 % карбонатних мінералів (кальциту, доломіту) і 25-50 % глинистих мінералів. Використання мергелю дозволяє комплексно вводити карбонати й алюмосилікати, що забезпечує підвищення зварювально-технологічних властивостей електродів. У процесі нагрівання

мергелю в зоні зварювальної дуги відбувається східчаста дисоціація при температурах приблизно 500°C і 900°C із виділенням вуглекислого газу, який поліпшує газовий захист розплавленого металу, що сприяє підвищенню механічних характеристик металу шва. Основні оксиди, що утворюються, CaO й MgO сприяють зменшенню вмісту сірки в розплавленому металі, поліпшують віддільність шлакової кірки.

Глинистий мінерал, що міститься в мергелі, системи  $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O}$  поліпшує пластичність обмазувальної маси, віддільність шлаків, формування металу шва, а також підвищує стабільність горіння дуги.

Для удосконалення газошлакової системи покриття в його склад, що містить ільменитовий концентрат, тальк, феромарганець і глину ввели цеоліт, мергель, деревне борошно й чавунний порошок [2].

На підставі розрахунку по формулі [3]

$$(\% \text{Ч.П.})_{\max} = \frac{0,12 - 0,137 \frac{(\% \text{FeMn})}{(\% \text{Ильм.})}}{0,006}$$

визначено, що при вмісті в покритті електродів 15-18% FeMn і 40-50% ільменітового концентрату (як найбільш часто використовуваних кількостей в ільменітових електродах), оптимальним, з погляду забезпечення в наплавленому металі 0,06-0,12 % [C], буде вміст у покритті електродів 7-12% чавунного порошку.

Для оптимізації зварювально-технологічних властивостей і механічних характеристик наплавленого металу випробовували електроди діаметром 4мм на дроті Св08А с різним вмістом використовуваних компонентів. Як чавунний порошок використали розмелену стружку сірого чавуну марки СЧ18. Зварювання робили відповідно до вимог ГОСТ 9466-75. Розробленим електродам привласнена марка ІНСО-6.

Електроди ІНСО-6 з ільменітовим покриттям характеризуються мілкокапельним переносом розплавленого металу, стійким горінням і повторним запалюванням зварювальної дуги. Вони допускають зварювання на

постійному й змінному струмі. При цьому забезпечується відмінне формування швів із плавним переходом до основного металу, малі втрати металу на розбризування, легка віддільність шлакової кірки, мала схильність металу шва до утворення підрізів і кристалізаційних тріщин. Ільменітові електроди із чавунним порошком, призначені для зварювання у всіх просторових положеннях, дозволяють робити зварювання й прихватку короткими швами, переважно в монтажних і польових умовах.

Нові електроди можна застосовувати поряд з рутиловими марок АНО-4, МР-3, ОЗС-4 і ін. для зварювання відповідальних конструкцій з низьковуглецевих сталей. По продуктивності розроблені електроди рівноцінні рутиловим, (табл.1).

**Таблиця 1** – Вимірники розплавлення дослідних електродів ІНСО-6 у порівнянні з рутиловими

Марка електрода	Діаметр електродів, мм	Припустима сила струму, А	Коефіцієнт наплавлення, г/Агод	Продуктивність, наплавлення, г/хв	Коефіцієнт набризкування, %
ІНСО-6	4	210	8,0 - 8,3	26 - 27	3 - 5
ІНСО-6	5	270	8,0 - 8,3	36 - 37	3 - 5
АНО-4	4	200	8,0 - 8,5	26 - 28	4 - 6
АНО-4	5	270	8,0 - 8,5	36 - 38	4 - 6
МР-3	4	190	7,9 - 8,2	22 - 25	4 - 7
МР-3	5	260	7,9 - 8,3	32 - 36	4 - 7
АНО-6	4	210	8,3 - 8,8	27 - 30	3 - 7
АНО-6	5	270	8,3 - 8,8	40 - 42	4 - 7

Типові механічні властивості металу шва, виконаного електродами ІНСО-6, представлені в табл. 2.

Завдяки меншому вмісту феромарганцю й кремнезему в покритті електроди ІНСО-6 характеризуються більше сприятливими санітарно-гігієнічними характеристиками в порівнянні з ільменітовими електродами АНО-6 і перебувають практично на одному рівні з рутиловими (табл. 3).

Виділення невеликої кількості CO<sub>2</sub> обумовлено процесом обезуглероживання чавунного порошку при плавленні покриття електрода.

**Таблиця 2** – Типові механічні властивості металу швів

Марка електрода	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\psi$ , %
ІНСО-6	374 - 382	466 - 485	25,5 - 28,3
АНО-4	375 - 380	467 - 486	25,7 - 28,5
АНО-6	330 - 360	440 - 470	27,0 - 30,0

**Таблиця 3** – Виділення шкідливих речовин при зварюванні

Марка електрода	Аерозоль, г/кг		Гази, г/кг	Кількість повітря для розчинення до ГДК, тис. м <sup>3</sup> /кг
	Загальна запиленість	Mn (Mn + Mn <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub>	
ІНСО-6	5,90 - 9,40	0,60 - 1,90	0,38	2,5 - 6,2
АНО-4	1,0 - 9,34	0,54 - 1,87	-	2,0 - 6,2
МР-3	0,4 - 14,7	0,59 - 1,90	-	2,0 - 6,2
АНО-6	9,2 - 16,8	1,60 - 2,38	-	5,7 - 8,0

По властивостях металу шва електроди ІНСО-6 перебувають на рівні вимог, пропорованих до електродів типу Э46 за ГОСТ 9467. Ударна в'язкість металу шва вище, ніж у електродів АНО-6.

Хімічний склад наплавленого металу відповідає напівспокійній сталі: 0,06 - 0,1 % С; 0,6 - 0,8 % Mn; 0,08 - 0,18 % Si; Р и S не більше 0,035 % кожного.

## **Висновки**

1. Розроблені ільменитові електроди марки ІНСО-6 з використанням у якості додаткового розкислювача чавунного порошку й нової мінеральної сировини України.

2. Електроди мають підвищену якість металу шва й поліпшені зварювально-технологічні властивості. Механічні властивості металу шва відповідають типу Э-46 за ГОСТ 9467-75.

### **Список використаних джерел:**

1. Игнатченко В. П. Состояние и тенденции развития производства сварочных материалов в странах СНГ / В. П. Игнатченко, А. И. Бугай // Сборник докладов 1-ой Международной конференции по сварочным материалам стран СНГ, Краснодар, 22-26 июня 1998 г. – М., 1998. – С. 15–20.

2. Патент на винахід UA 50758 Україна, МКИ В 23К35/365 Склад електродного покриття / М. Г. Єфіменко, М. А. Калін. – № 98094955; Заявлено 25.12.98; Опубл. 15.11.02, Бюл. № 11.

3. Ефименко Н. Г. Расчет оптимального содержания углерода и марганца в электродных покрытиях ильменитового вида / Н. Г. Ефименко, Н. А. Калин // Автоматическая сварка. – 2001. – № 11. – С. 43–46.

***Калін М.А.*** «Застосування чавунного порошку в якості розкислювача в електродах з кислим покриттям».

У статті наведені результати розробки зварювальних електродів ільменітового виду з використанням нової мінеральної сировини України й застосування в якості додаткового розкислювача чавунного порошку. Електроди мають підвищені зварювально-технологічні властивості й механічні характеристики металу шва на рівні рутилових електродів.

***Ключові слова:*** розкислювач, чавунний порошок, електрод, зварювання.

***Калин Н.А.*** «Применение чугунного порошка в качестве раскислителя в электродах с кислым покрытием».

В статье приведены результаты разработки сварочных электродов ильменитового вида с использованием нового минерального сырья Украины и применения в качестве дополнительного раскислителя чугунного порошка. Электроды имеют повышенные сварочно-технологические свойства и механические характеристики металла шва на уровне рутиловых электродов.

***Ключевые слова:*** раскислитель, чугунный порошок, электрод, сварка.

**Kalin N.A.** “Application of cast-iron powder as a deoxidant in electrodes with sour coverage”.

In the article results over of development of welding electrodes of ilmenit kind are brought with the use of new mineral raw material of Ukraine and application as an additional deoxidant of cast-iron powder. Electrodes are enhanceable welding-technological characteristics and mechanical descriptions of metal of guy-sutures at the level of rutile electrodes.

**Key words:** deoxidizer, cast-iron powder, electrode, welding.

Стаття надійшла до редакції 11 вересня 2012 р.