

DOI 10.32820/2079-1747-2020-26-65-72

УДК 621.791.042

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОДІВ З ОСНОВНИМ ВИДОМ ПОКРИТТЯ

© **Ізотова К.О.***Українська інженерно-педагогічна академія*

Інформація про автора:

Ізотова Катерина Олександрівна: ORCID 0000-0002-6585-6681; itmzv@uipa.edu.ua; кандидат технічних наук, доцент кафедри машинобудування, транспорту і зварювання; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна

Метою розробки є підвищення продуктивності і зварювально-технологічних властивостей електродів з основним покриттям, за рахунок використання залізного порошку в якості дешевого і ефективного наповнювача при зварюванні плавленням.

Розроблено методику розрахунку показників продуктивності, що дозволяє визначити коефіцієнти наплавлення, розплавлення і інші параметри електродів з залізним порошком в покритті, в залежності від вмісту залізного порошку в покритті і режиму зварювання.

Встановлено, що продуктивність розплавлення електрода в значній мірі залежить від співвідношення основних компонентів в покритті. Було визначено, що наявність в покриттях однойменних компонентів, але взятих в різних співвідношеннях, не визначає однакові зварювально-технологічні властивості електродів.

При наявності в покритті більше 50% залізного порошку різко змінюються його теплофізичні властивості, в зв'язку з чим інакше, ніж в розглянутих вище двох випадках, змінюються характеристики плавлення електродів.

Максимальне значення коефіцієнтів наплавлення і розплавлення отримані при 80% залізного порошку в покритті близько 15 г/Агод.

Розроблено електроди з основним покриттям і залізним порошком на базі мінеральної сировини в Україні, що володіють підвищеними зварювально-технологічними властивостями і коефіцієнтом наплавлення до 15 г/Агод.

Ключові слова: електрод, залізний порошок, зварювання, продуктивність, коефіцієнт наплавлення.

Ізотова Е.А. „Повышение производительности электродов с основным видом покрытия“.

Целью разработки является повышение производительности и сварочно-технологических свойств электродов с основным покрытием, за счет использования железного порошка в качестве дешевого и эффективного наполнителя при сварке плавлением.

Разработана методика расчета показателей производительности, позволяет определить коэффициенты наплавки, расплавления и другие параметры электродов с железным порошком в покрытии, в зависимости от содержания железного порошка в покрытии и режима сварки.

Установлено, что производительность расплавления электрода в значительной степени зависит от соотношения основных компонентов в покрытии. Было определено, что наличие в покрытиях одноименных компонентов, но взятых в разных соотношениях, не определяет одинаковые сварочно-технологические свойства электродов.

При наличии в покрытии более 50 % железного порошка резко изменяются его теплофизические свойства, в связи с чем иначе, чем в рассмотренных выше двух случаях, изменяются характеристики плавления электродов.

Максимальное значение коэффициентов наплавки и расплавления получены при 80 % железного порошка в покрытии порядка 15 г/Ач

Разработаны электроды с основным покрытием и железным порошком на базе минерального сырья Украины, обладающие повышенными сварочно-технологическими свойствами и коэффициентом наплавки до 15 г/Ач.

Ключевые слова: электрод, железный порошок, сварка, производительность, коэффициент наплавки.

Izotova K. "Improving the performance of electrodes with the main type of coating."

The purpose of the development is to increase the productivity and welding-technological properties of electrodes with a basic coating by using iron powder as a cheap and effective filler in fusion welding.

A method for calculating performance indicators has been developed, which makes it possible to determine the coefficients of surfacing, melting and other parameters of electrodes with iron powder in the coating, depending on the content of iron powder in the coating and the welding mode.

It has been found that the productivity of electrode melting largely depends on the ratio of the main components in the coating. It was determined that the presence of the same components in the coatings, but taken in different ratios, does not determine the same welding and technological properties of the electrodes.

In the presence of more than 50% of iron powder in the coating, its thermophysical properties change sharply, and therefore, differently than in the two cases considered above, the melting characteristics of the electrodes change.

The maximum values of the deposition and melting coefficients were obtained at 80% of iron powder in the coating of about 15 g / Ah.

Electrodes with a basic coating and iron powder on the basis of mineral raw materials of Ukraine have been developed, which have increased welding and technological properties and a deposition rate of up to 15 g / Ah.

Keywords: electrode, iron powder, welding, productivity, deposition rate.

Постановка проблеми

В останні роки в Україні і за кордоном широко застосовуються електроди з залізним порошком в покритті, що забезпечують підвищену продуктивність ручного дугового зварювання. Завдяки наявності залізного порошку в покритті і ретельно підібраному складу покриття подібні електроди володіють досить хорошими зварювально-технологічними властивостями [1,2].

Метою даної роботи є розробка нових високопродуктивних електродів з фтористо-кальцієвим покриттям типу Е50А для зварювання відповідальних конструкцій з вуглецевих сталей на постійному і змінному струмі, що забезпечують коефіцієнт наплавлення не менше 14 г/Агод.

Починаючи з 1947 р, приділяється велика увага створенню електродів з залізним порошком в покритті [3,4]. Основою для розробки електродів з підвищеною продуктивністю

служили відомі покриття ОММ-5, ЦМ-7, МР-3, АНО-4, АНО-13 і ін. Слід зазначити, що до високопродуктивних електродів з залізним порошком виявили значний інтерес і за кордоном [6,7].

В літературі [1-5] є дані, згідно з якими наявність більше 50% залізного порошку в покритті різних типів зварювальних електродів є оптимальною кількістю.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

Розробка складу покриття високопродуктивних електродів. Дослідження характеристик розплавлення дослідних електродів. Дослідження впливу хімічного і гранулометричного складу залізного порошку на технологічні характеристики електродів. Вивчення впливу енергетичних параметрів дуги на коефіцієнт наплавлення.

Методологія дослідження

Для виготовлення дослідних партій використовували прес промислового виготовлення. Стрижні електродів виготовляли зі сталевого зварювального дроту марки Св-08А по ГОСТ 2246 діаметром 5 і 6 мм.

Застосовували покриття електродів основного виду, основу якого становить мінерал – мармур CaCO_3 , по ГОСТ 4416. Як розкислювач металу шва застосовували феромарганець марки ФМн 1,0 по ГОСТ 4755 і феросиліцій марки Си-45 по ГОСТ 1415. В якості наповнювача використовували залізний порошок марки ПЖ1 по ГОСТ 9849 (табл.1).

Коефіцієнт ваги покриття електродів становив 147-175% при товщині покриття на сторону 2,7-3,0 мм електродів діаметром 5 мм, і 3,0-3,6 мм - електродів діаметром 6 мм. Автоматичне визначення коефіцієнта маси покриття проводили за допомогою приладу БІА-100.

Наявність залізного порошку в покритті зумовило деякі зміни загальноприйнятої методики визначення характеристик плавлення електродів. Замість одного коефіцієнта розплавлення нами введені два коефіцієнта розплавлення стрижня α_{pc} і коефіцієнт розплавлення електрода α_{pe} . Коефіцієнт розплавлення стрижня визначається як коефіцієнт розплавлення електродів, покриття яких не містить залізного порошку.

Таблиця 1

Склад покриття дослідних електродів, мас. %

Найменування компонентів	Варіанти складу покриття			
	1	2	3	4
Мармур	33,5	22,5	17	7,1
Плавиківий шпат	16,5	11,5	8,5	3,4
Феросиліцій	6,6	6,6	4	4
Рутил	4	5	2	2
Поташ	2	2	2	2
Залізний порошок	35	50	65	80
Феромарганець	2,4	2,4	1,5	1,5

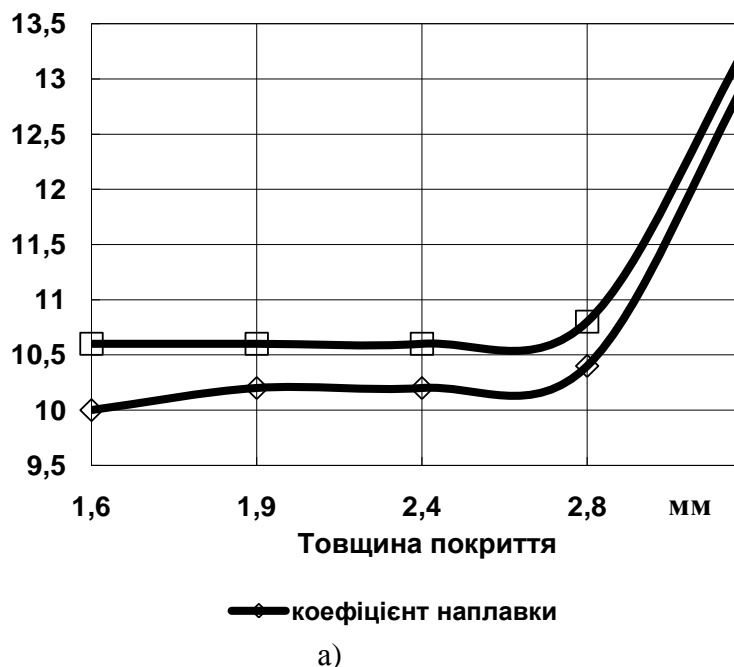
Результати досліджень

При вивченні різних металургійних систем було встановлено, що продуктивність розплавлення електрода в значній мірі залежить від співвідношення основних компонентів в покритті. Було визначено, що наявність в покриттях однойменних компонентів, але взятих в

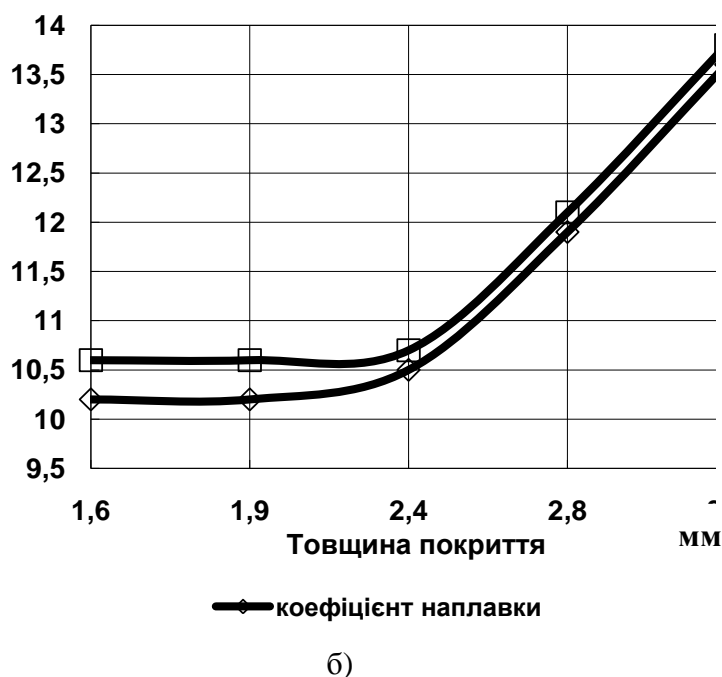
різних співвідношеннях, не визначає однакові зварювально-технологічні властивості електродів (рис. 1, 2).

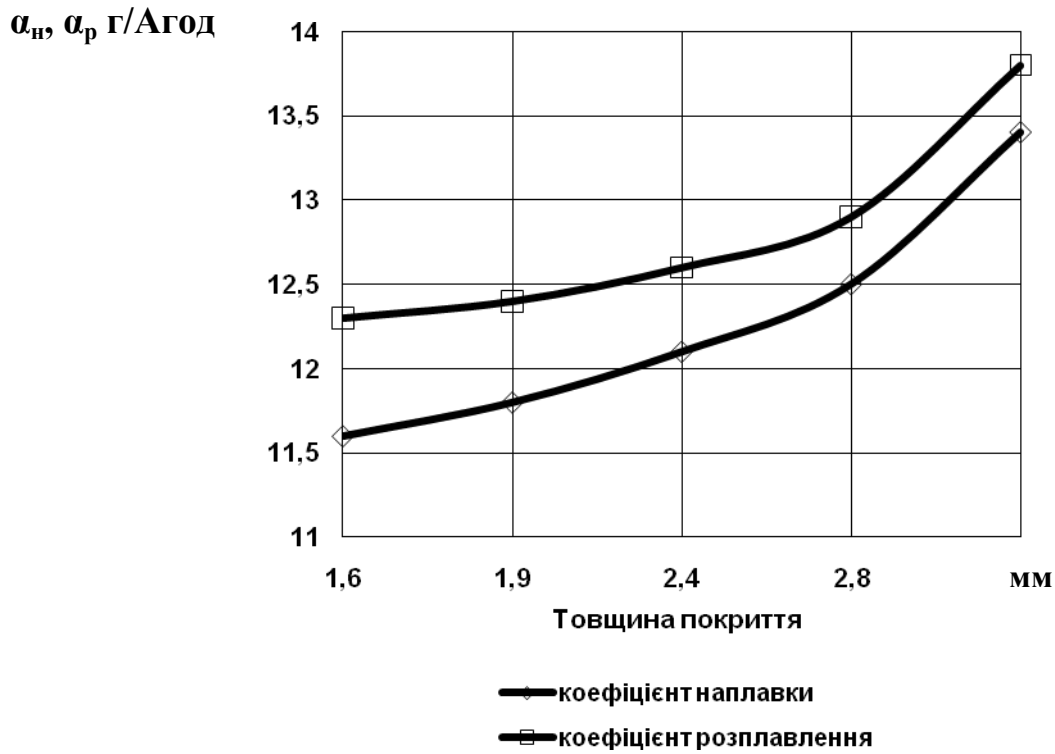
При утриманні 35% залізного порошку в покритті помітне підвищення коефіцієнта наплавлення і розплавлення спостерігається лише при відношенні $G_{з.п.}/G_{ст}$ більше 0,35. Швидкість плавлення і коефіцієнт розплавлення стрижня зменшуються в міру збільшення відношення $G_{з.п.}/G_{ст}$, або товщини покриття. Аналогічні залежності спостерігаються і для варіантів з вмістом залізного порошку відповідно 50; 65 і 80%. Зі збільшенням відношення $G_{ж.п.}/G_{ст}$, або товщини покриття спостерігається з одного боку, закономірне зниження швидкості плавлення електрода і коефіцієнта розплавлення стрижня, а з іншого - підвищення коефіцієнтів наплавлення і розплавлення електрода.

α_n, α_r г/Агод

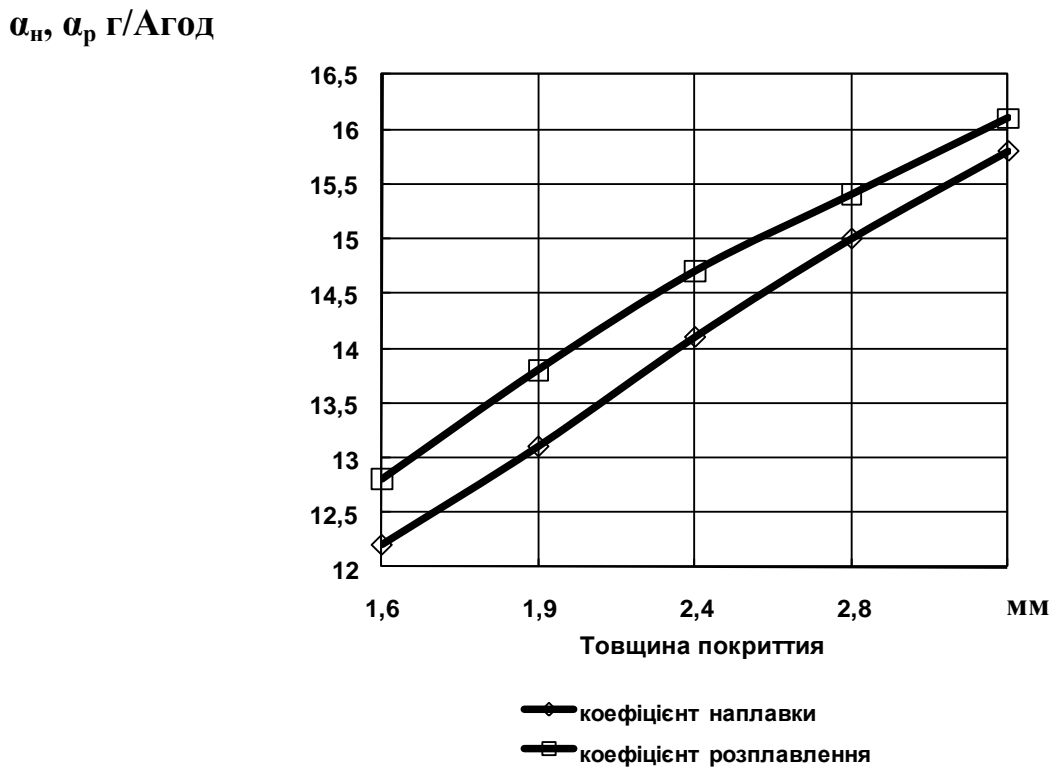


α_n, α_r г/Агод





в)



г)

Рис. 1 – Зміна характеристик плавлення електродів з різною кількістю залізного порошку:
а - 35 %; б - 50 %; в - 65 %; г - 80 %

$V_{пл}$, см/хв

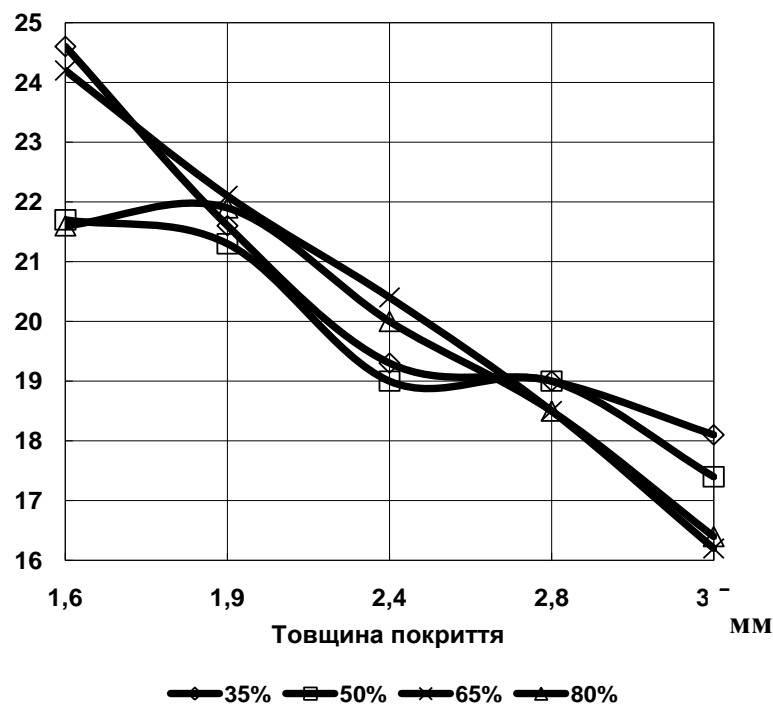


Рис. 2 - Зміна швидкості плавлення електродів з різною кількістю залізного порошку і товщиною покриття

Коефіцієнти плавлення стрижня і розплавлення електрода з покриттям, що містить 65 і 80% залізного порошку, плавно змінюються зі збільшенням товщини покриття; при цьому швидкість плавлення електрода також змінюється без різких коливань.

Можна вважати, що при наявності в покритті більше 50% залізного порошку різко змінюються його теплофізичні властивості, в зв'язку з чим інакше, ніж в розглянутих вище двох випадках, змінюються характеристики плавлення електродів.

Максимальне значення коефіцієнтів наплавлення і розплавлення отримані при 80% залізного порошку в покритті близько 15 г/Агод, але при цьому зварювально-технологічні властивості електродів помітно погіршилися.

Ці досліді показали, що тільки за рахунок введення залізного порошку в покриття можна отримати високопродуктивні електроди з коефіцієнтом наплавлення вище 14-15 г/Ач.

У той же час відомо, що зерновий склад залізного порошку так само робить істотний вплив на характеристики плавлення електродів.

З таблиці 3 видно вплив розміру частинок залізного порошку на характеристики плавлення електродів. Для цього взяли електроди з товщиною покриття на сторону 2,7 мм, щоб зберегти однакову кількість залізного порошку - 50% .

На рис. 3 в вигляді діаграми зображені характеристики плавлення електродів за даними таблиці 2. Коефіцієнт наплавлення електродів, в покриття яких введено залісний порошок з розміром частинок менше 0,056мм, становить близько 11 г/Агод.

Зі збільшенням розміру часток залізного порошку помітно зростають швидкість плавлення, а також підвищуються коефіцієнти наплавлення і розплавлення електрода.

Введення залізного порошку з розмірами частинок 0,45-0,63 мм дозволило підвищити коефіцієнт наплавлення до 17 г/Ач.

Порівнюючи дослід 1 з дослідом 4 (див. таблицю 2.) в яких використаний дрібний і великий залізний порошок відповідно можна помітити, що значення показників плавлення електродів зросли більш ніж в 1,5 рази.

Описаний дослід показав ще один шлях підвищення продуктивності розплавлення при розробці нових електродів.

Таблиця 2

Характеристики плавлення електродів з 50% залізного порошку різного зернового складу

№ Дослід	Розмір часток залізного порошку	Коеф. маси покриття в %	$G_{з.п.}/G_{ст}$	Коефіцієнти				Швидк. плавлен. електр. в см/хв.
				розпл. стриж. в г/Агод	наплав. в г/Агод	розплав електр. в г/Агод	втрат в %	
1	< 0,056	102	0,47	7,8	10,6	11,5	8,6	18,9
2	0,14-0,22	102	0,47	8,3	11,4	12,6	9,3	20,3
3	0,35-0,45	107	0,48	9,7	13,7	14,8	8,1	23,5
4	0,45-0,63	101	0,47	12,0	17,1	18,2	6,0	31,8

$\alpha_n, \alpha_p, \text{ г/Агод}$

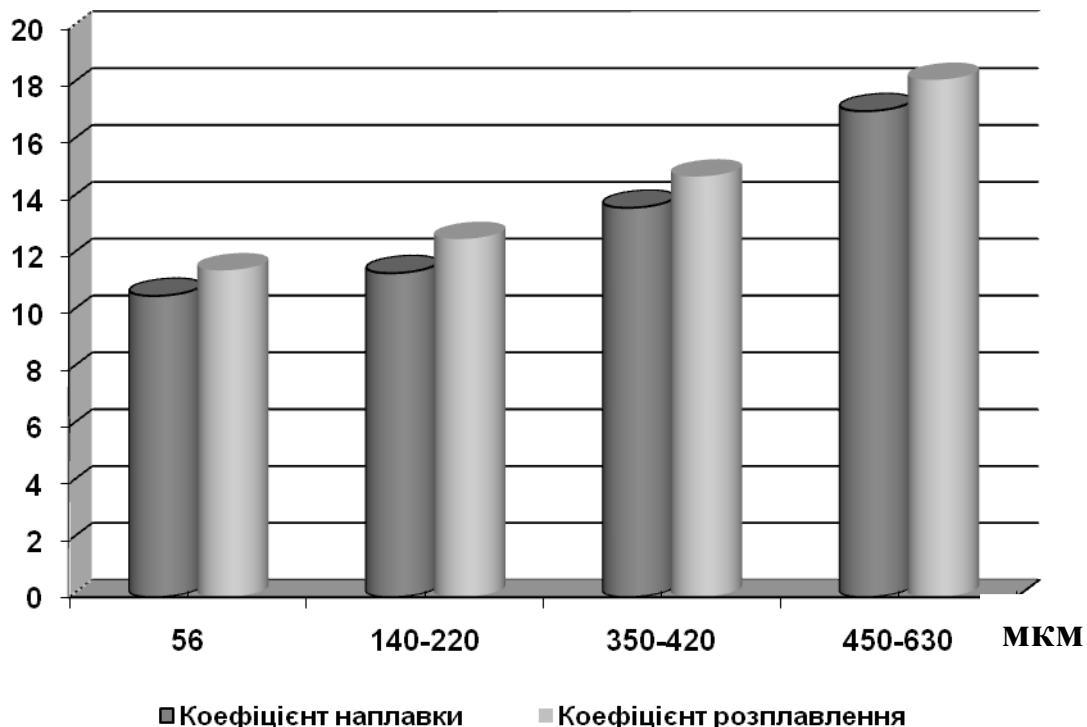


Рис.3 – Залежність характеристик плавлення електродів від розміру часток залізного порошку

Можна вважати, що теплофізичні властивості покриття залежать не тільки від складу або матеріалів його складових, а й від розміру часток цих матеріалів. Очевидно, чим менше розмір часток порошків, з яких складається покриття, а отже чим більше їх поверхня, тим інтенсивніше відбувається відвід тепла від стрижня і тим повільніше плавиться електрод.

При цьому різниця в коефіцієнті розплавлення в залежності від розміру часток може досягати 8-10%. На жаль, на практиці важко використовувати встановлену залежність, оскільки неможливо отримати тільки великий порошок, без втрат дрібного. Крім того, виникли б труднощі технологічного порядку в зв'язку з погіршенням опресування обмазувальної маси.

Висновки

1. Розв'язано задачу підвищення продуктивності і зварювально-технологічних властивостей електродів з основним покриттям, шляхом додавання до складу покриття залізного порошку.

2. Практична цінність полягає в можливості підвищення продуктивності зварювання і зварювально-технологічних властивостей основних електродів, без використання дорогих компонентів.

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 Междунар. конф. по сварочным материалам стран СНГ (Краснодар, 22-26 июня 1998 г.). – М., 1998. – С. 15–20.
2. Влияние степени окисленности на особенности структуры и механические свойства металла шва, выполненного электродами с рутиловым и ильменитовым покрытиями / И. К. Походня, Г. Е. Коляда, И. Р. Явдошин, Л. И. Маркашева, В. Г. Свецинский // Автоматическая сварка. – 1982. – № 2. – С. 10–14.
3. Сидлин З. А. Современные ильменитовые электроды / З. А. Сидлин. – М. : Ротекс, 2002. – 30 с.
4. Явдошин И. Р. Новые электроды ИЭС им. Е.О. Патона для сварки конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей / И. Р. Явдошин // Сборник докладов 1-ой Междунар. конф. по сварочным материалам стран СНГ (Краснодар, 22-26 июня 1998 г.). – М., 1998. – С. 135–137.
5. Welding —Recommendations for welding of metallic materials. Part 2 : Arc welding of ferritic steels : The European Standard EN 1011-2:2001, with the incorporation of amendment A1:2003 has the status of a British Standard. – Access mode : <http://energoms.ru/images/EN-1011-2.pdf>.
6. TWI : Веб-страница. – Режим доступа : <http://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/welding-consumables-part-1-082/>

Referenses

1. Ignatchenko, VP & Bugaj, AI 1998, 'Sostojanie i tendencii razvitija proizvodstva svarocnyh materialov v stranah SNG', *Sbornik dokladov 1-oj Mezhdunarodnoj konferencii po svarocnym materialam stran SNG*, Moskva, pp. 15-20.
2. Pohodnja, IK, Koljada, GE, Javdosshin, IR, Markasheva, LI & Svecinskij, VG 1982, 'Vlijanie stepeni okislenosti na osobennosti struktury i mehanicheskie svojstva metalla shva, vypolnennogo jelektrodami s rutilovym i ilmenitovym pokrytijami', *Avtomaticheskaja svarka*, no. 2, pp. 10-14.
3. Sidlin, ZA 2002, *Sovremennye ilmenitovye jelektrody*, Roteks, Moskva.
4. Javdosshin, IR 1998, 'Novye jelektrody IJeS imeni E.O. Patona dlja svarki konstrukcij iz nizkouglerodistyh i nizkolegированных stalej', *Sbornik dokladov 1-oj Mezhdunarodnoj konferencii po svarocnym materialam stran SNG*, Moskva, pp. 135-137.
5. Welding —Recommendations for welding of metallic materials. Part 2 Arc welding of ferritic steels : The European Standard EN 1011-2:2001, with the incorporation of amendment A1:2003 has the status of a British Standard 2004, viewed 03.06.20, <<http://energoms.ru/images/EN-1011-2.pdf>>.
6. TWI n.d., viewed 03.06.20, <<http://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/welding-consumables-part-1-082/>>.

Стаття надійшла до редакції 01 грудня 2020 року