

DOI 10.32820/2079-1747-2018-22-93-98

УДК 621.791

РОЗРОБКА ФЛЮСУ ДЛЯ ГАЗОВОГО ЗВАРЮВАННЯ АЛЮМІНІЮ©**Ізотова. К.О., Тищенко А.А.***Украинская инженерно-педагогическая академия***Інформація про авторів:**

Ізотова Катерина Олександрівна: ORCID 0000-0002-6585-6681, ajax1985@rambler.ru, кандидат технічних наук, доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні і зварювального виробництва, Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Тищенко Артем Андрійович: ORCID: 0000-0002-8361-7596; visockiy23@mail.ru, студент факультету Комп'ютерних і інтегрованих технологій в виробництві та освіті; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Метою розробки є створення флюсу для газового зварювання алюмінію, що забезпечує підвищення якості і пластичності металу шва і стабільне змочування поверхні присадкового прутка і зварювальної ванни розплавленим флюсом за рахунок зміни його газошлакової системи.

Для оптимізації газошлакової системи флюсу в його склад, що містить фтористий калій, хлористий літій, фтористий алюміній, додатково вводять фтористий ітрій 0,5-5 %. Істотність відмін складу флюсу полягає в невідомості використання у ньому фтористого ітрію в якості розкислювача і наповнювача флюсу.

Флюси виготовлялися шляхом механічного змішування порошків фторидів і хлоридів у кульовому млині протягом 0,5-1 години до одержання однорідного по кольору складу. Перевірку зварювально-технологічних властивостей дослідних складів флюсів проводили при газовому (ацетиленокисневому) зварюванні пластин алюмінію марки А5 товщиною 5 мм.

В результаті досліджень зварних швів виявлено що змочуваність зварювальної ванни рідким металом гарна. Шлаки легкоплавкі й не утруднюють ведення процесу зварювання розробок великого обсягу. Дефектів зварених швів немає.

Впровадження запропонованого складу флюсу для газового зварювання алюмінію дозволить підвищити продуктивність праці зварювальників і якість виготовлення продукції зварювального виробництва за рахунок підвищення якості і пластичності металу шва і стабільності змочування поверхні присадкового прутка і зварювальної ванни розплавленим флюсом.

Ключові слова: алюміній, флюс, зварювання, змочування, шов.

Ізотова Е.А., Тищенко А.А. «Разработка флюса для газовой сварки алюминия».

Целью разработки является создание флюса для газовой сварки алюминия, обеспечивая повышение качества и пластичности металла шва и стабильное смачивание поверхности присадочной прутка и сварочной ванны расплавленным флюсом за счет изменения его газошлаковой системы.

Для оптимизации газошлаковой системы флюса в его состав, содержащий фтористый калий, хлористый литий, фтористый алюминий, дополнительно вводят фтористый итрий

0,5-5%. Существенность различий состава флюса заключается в неизвестности использования в нем фтористого иттрия в качестве раскислителя и наполнителя флюса.

Флюсы изготавливались путем механического смешивания порошков фторидов и хлоридов в шаровой мельнице в течение 0,5-1 часа до получения однородного по цвету состава. Проверку сварочно-технологических свойств исследуемых составов флюсов проводили при газовой (ацетилено-кислородной) сварке пластин алюминия марки А5 толщиной 5 мм.

В результате исследований сварных швов установлено что смачиваемость сварочной ванны жидким металлом хорошая. Шлаки легкоплавкие и не утруждают ведения процесса сварки разделок большого объема. Дефектов сварных швов нет.

Внедрение предложенного состава флюса для газовой сварки алюминия позволит повысить производительность труда сварщиков и качество изготовления продукции сварочного производства за счет повышения качества и пластичности металла шва и стабильности смачивания поверхности присадочного прутка и сварочной ванны расплавленным флюсом.

Ключевые слова: алюминий, флюс, сварка, смачивание, шов.

Izotova E., Tischenko A. «Development of flux for gas welding of aluminum».

The aim of the development is to create a flux for aluminum gas welding, providing an improvement in the quality and ductility of the weld metal and the stable wetting of the surface of the filler rod and weld pool by the molten flux by changing its gas-slag system.

To optimize the gas-slag flux system in its composition containing potassium fluoride, lithium chloride, aluminum fluoride, additionally introduce yttrium fluoride 0,5-5%. The essential difference in the composition of the flux lies in the uncertainty of the use in it of yttrium fluoride as a deoxidizer and flux filler.

Fluxes were made by mechanically mixing fluoride powders and chlorides in a ball mill for 0,5-1 hour until a uniform color was obtained. Inspection of welding-technological properties of the investigated flux compositions was carried out with gas (acetylene-oxygen) welding of aluminum plates of А5 grade with a thickness of 5 mm.

As a result of investigations of welded seams, it is established that the wettability of the weld pool by liquid metal is good. Slags are fusible and do not bother to conduct the welding process of large volume cuts. There are no defects in welds.

The introduction of the proposed flux composition for gas welding of aluminum will improve the productivity of welders and the quality of manufacturing of welding products by improving the quality and plasticity of weld metal and the stability of wetting the surface of the filler rod and the weld pool with molten flux.

Key words: aluminum, flux, welding, wetting, seam.

1. Постановка проблеми

Розробка відноситься до області зварювання, зокрема до складу флюсів, які використовуються для газового зварювання алюмінію і його сплавів. Недоліком аналогічних флюсів, у

тому числі і прототипа, є низька змочуваність розплавленим флюсом поверхні присадкового прутка і зварювальної ванни. Під дією струменя газів, що виходять із пальника, флюс роздувається й частково безповоротно видаляється із зони зварювання, що не забезпечує необхідну якість і пластичність металу шва.

2. Аналіз останніх досліджень

У зварювальному виробництві відомі склади флюсів для зварювання алюмінію по авторським свідоцтвам [1, 2], які вміщують фтористий калій, хлористий калій, фтористий алюміній, хлористий натрій, хлористий літій, та інші компоненти.

Найбільш близьким по складу компонентів до флюсу, що розробляється і взятий в якості прототипу є флюс [3], який вміщує наступні компоненти, в мас. %:

Фтористий калій	35 - 50
Хлористий літій	5 - 15
Цирконат рідкоземельних металів	0,5 - 5
Фтористий алюміній	решта

При газовому зварюванні чавуну застосовують переважно фторидно-хлоридні флюси. Фториди і хлориди лужних металів частково розчиняють оксид алюмінію Al_2O_3 на поверхні деталей що зварюються, завдяки чому проходить розкислення металу.

Основними причинами, по яким в аналогах і прототипі неможливо отримати технічний результат, що досягається корисною моделлю, є недосконала газошлакова система флюсу, що не дозволяє отримати якісний і пластичний метал шва і стабільне змочування поверхні присадкового прутка і зварювальної ванни розплавленим флюсом.

Технічним завданням розробки є створення флюсу для газового зварювання алюмінію, що забезпечує підвищення якості і пластичності металу шва і стабільне змочування поверхні присадкового прутка і зварювальної ванни розплавленим флюсом за рахунок зміни його газошлакової системи.

3. Експериментальна частина

Вирішення поставленого завдання досягається тим, що для оптимізації газошлакової системи флюсу в його склад, що містить фтористий калій, хлористий літій, фтористий алюміній, додатково вводять фтористий ітрій при наступному співвідношенні компонентів флюсу, в мас. %:

Фтористий калій	35 - 50
Хлористий літій	5 - 15
Фтористий ітрій	0,5 - 5
Фтористий алюміній	решта

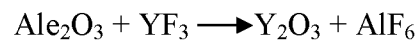
Новим, у порівнянні з прототипом, є введення до складу флюсу фтористого ітрію 0,5-5 %. Істотність відмін складу флюсу, що заявляється полягає в невідомості використання у ньому фтористого ітрію в якості розкислювача і наповнювача флюсу.

У якості нового фтористого компоненту до складу флюсу вводиться 0,5-5% фтористого ітрію, що являє собою сіль металу ітрію і плавикової кислоти з формулою YF_3 , кристали без кольору, не розчинні у воді. Температура плавлення YF_3 складає $1387^\circ C$.

Фтористий ітрій у складі флюсу для газового зварювання алюмінію дає новий технологічний ефект комплексного введення Y і F у сполученні з фтористим калієм, хлористий літієм і фтористим алюмінієм.

Дія фтористого ітрію при газовому зварюванні алюмінію зводиться до наступного: при нагріванні алюмінію на крайках деталей, що зварюються, а також у зварювальній ванні утворюються оксиди алюмінію Al_2O_3 .

У результаті дисоціації фтористого ітрію у зварювальній ванні можливий плин наступної реакції:



Таким чином, фтористий ітрій взаємодіє з оксидом алюмінію шляхом розчинення або зв'язування його у легкоплавке з'єднання з малою щільністю, що полегшує процес змочування розплавленим флюсом поверхні присадкового прутка і зварювальної ванни.

Ітрій може частково відновлюватись з оксиду у зварювальній ванні і переходити у метал шва, виконуючи функцію модифікування і мікролегування алюмінію, що підвищує його пластичність і зменшує схильність до тріщеноутворення.

При вмісті у флюсі фтористого ітрію у кількості менше 0,5 мас.% не забезпечується достатнє розкислення і мікролегування зварювальної ванни, а також змочування поверхні алюмінію й утворення легкоплавких шлаків.

При вмісті у флюсі фтористого ітрію у кількості більше 5 мас.% значно підвищується окисний потенціал флюсу, що призводить до надмірного окислення поверхні рідкого металу, зашлаковкам і втратам флюсу на угар.

Запропоноване кількісне співвідношення всіх компонентів флюсу являється оптимальним і забезпечує підвищення якості і пластичності металу шва і стабільне змочування поверхні присадкового прутка і зварювальної ванни розплавленим флюсом.

Флюси виготовлялися шляхом механічного змішування порошків фторидів і хлоридів у кульовому млині протягом 0,5-1 години до одержання однорідного по кольору складу.

4. Результати досліджень

Були виготовлені флюси для газового зварювання алюмінію різного складу (див. табл. 1). Перевірку зварювально-технологічних властивостей дослідних складів флюсів проводили при газовому (ацетилено-кисневому) зварюванні пластин алюмінію марки А5 товщиною 5 мм.

Результати випробування зварювально-технологічних властивостей і якості наплавленого металу при газовому зварюванні алюмінію із застосуванням прутків марки А5 і дослідних флюсів у порівнянні із прототипом наведені в таблиці 2.

Таблиця 1 – Склад дослідних флюсів для зварювання алюмінію

Компоненти флюсу	Склади флюсів, мас. %					
	Прототип	1	2	3	4	5
Фтористий калій	45	34	35	45	50	51
Хлористий літій	10	4	5	10	15	16
Цирконат рідкоземельних металів	3	-	-	-	-	-
Фтористий ітрій	-	0,4	0,5	3	5	6
Фтористий алюміній	решта	решта	решта	решта	решта	решта

Таблиця 2 - Результати випробування зварювально-технологічних властивостей флюсів

Варіант флюсу	Зварювально-технологічні властивості	Механічні властивості металу шва	
		Межа міцності, МПа	Відносне подовження, %
Прототип	Недостатня змочуваність рідким металом поверхні основного металу. Поганий захист зварювальної ванни, великі втрати на здування, недостатня флюсоуюча здатність, підвищена тугоплавкість шлаків.	59	20
1	Змочуваність задовільна. Підвищилася легкоплавкість шлаків. Спостерігаються одиничні зашлаковки в металі шва.	58	20,5
2	Змочуваність зварювальної ванни рідким металом задовільна. Утворюються легкоплавкі шлаки. Зашлаковок і несплавлень немає.	60	21
3	Змочуваність зварювальної ванни рідким металом гарна. Шлаки легкоплавкі й не утруднюють ведення процесу зварювання. Дефектів зварених швів немає.	60	25
4	Гарне змочування рідким металом поверхні основного металу й утворення легкоплавких шлаків. Пор і зашлаковок у наплавленому металі немає.	60	28
5	Змочуваність зварювальної ванни гарна. Спостерігається кипіння рідкого металу, утворюються пори в наплавленому металі. Шлаки занадто рідкотекучі і погано вкривають метал шва.	65	23

На підставі проведених випробувань зварювально-технологічних властивостей дослідних флюсів визначено, що оптимальним складом, що забезпечує високу якість і пластичність металу шва й гарні зварювально-технологічні властивості є флюси варіантів 1, 2 і 3.

При вмісті компонентів менше пропонованого мінімального співвідношення змочуваність задовільна, підвищилася легкоплавкість шлаків, спостерігаються одиничні зашлаковки в металі шва, недостатня міцність і пластичність металу шва.

При вмісті компонентів більше пропонованого співвідношення, спостерігається кипіння рідкого металу, утворюються пори в наплавленому металі, шлаки занадто рідкотекучі і погано вкривають метал шва, міцність металу шва висока при недостатній пластичності.

Впровадження запропонованого складу флюсу для газового зварювання алюмінію дозволить підвищити продуктивність праці зварювальників і якість виготовлення продукції зварювального виробництва за рахунок підвищення якості і пластичності металу шва і стабільності змочування поверхні присадкового прутка і зварювальної ванни розплавленим флюсом.

Висновки

Впровадження розробленого складу флюсу для газового зварювання алюмінію дозволить підвищити продуктивність праці зварювальників і якість виготовлення продукції зварювального виробництва.

Список використаних джерел:

1. А.с. 527264 СССР, МПК В 23К 9/12. Устройство для подачи электродной проволоки в зону сварки / Ю. Г. Грибков, М. В. Кузнецов, Г. Г. Волков, Е. П. Картошкин, Ю. Н. Мешков. – № 2127450/27 ; заявл. 24.04.1975 ; опубл. 05.09.1976, Бюл. № 33. – 3с.
2. А.с. 729018 СССР, МПК В 23К 35/362. Флюс для сварки алюминия и его сплавов / А. Д. Корнеев, В. Я. Зусин, О. М. Пенков, Н. К. Андрушкевич. – № 2679588/25-27 ; заявл. 31.10.1978 ; опубл. 25.04.1980, Бюл. № 15. – 3 с.
3. А.с. 961908 СССР, МПК В 23К 35/362. Флюс для сварки алюминия и его сплавов / Д. Ю. Кривень, Н. А. Калин. – № 3281076/25-27 ; заявл. 27.04.1981 ; опубл. 30.09.1982, Бюл. № 36. – 3 с.

References

1. Gribkov, JuG, Kuznecov, MV, Volkov, GG, Kartoshkin, EP & Meshkov, JuN 1976, *Ustrojstvo dlja podachi jelektronoj provoloki v zonu svarki*, USSR Patent 527264.
2. Korneev, AD, Zusin, VJa, Penkov, OM & Andrushkevich, NK 1980, *Fljus dlja svarki aljuminija i ego splavov*, USSR Patent 729018.
3. Kriven, DJu & Kalin, NA 1982, *Fljus dlja svarki aljuminija i ego splavov*, USSR Patent 961908.

Стаття надійшла до редакції 16 листопада 2018 р.