

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 4
«Дослідження флюсів для зварювання та наплавлення»
з дисципліни «Матеріали для наплавлення та напилення» для
студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 4 «Дослідження флюсів для зварювання та наплавлення» з дисципліни «Матеріали для наплавлення та напилення» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: М.І. Андрущенко, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 18 с.

Укладачі: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, старш. викл.;

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 1 від 22.08.2017

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 1 від 19.09.2017

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	15
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ.....	16
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	16
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	17
7 ЗМІСТ ЗВІТУ	18
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	18

1 МЕТА РОБОТИ

Провести порівняльний аналіз флюсів для наплавлення. На прикладі двох - трьох їх марок дослідити технологічні властивості наплавленого металу. Освоїти принципи вибору флюсів в залежності від типів основного і електродного матеріалів.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Зварювальний флюс - гранульований порошок з розміром зерен 0,2-4 мм, призначений для подачі в зону горіння дуги при зварюванні. При високій температурі флюс розплавляється і:

- створює газовий і шлаковий захист зварювальної ванни;
- забезпечує стабільність горіння дуги і перенесення електродного металу в зварювальну ванну;
- забезпечує необхідні властивості зварного з'єднання;
- виводить шкідливі домішки в шлакову кірку.

Більшість металів і сплавів при зварюванні взаємодіють з навколишньою атмосферою і агресивним середовищем. Особливо реагує розплавлений метал. Менш схильні до цього метал шва, що закристалізувався і метал в зоні термічного впливу. В результаті взаємодії з навколишнім середовищем відбувається окислення металу, а також розчинення в ньому азоту і водню. Це призводить в більшості випадків до погіршення властивостей металу шва і зварних з'єднань. Тому при зварюванні необхідний захист металу зварювальної ванни від контакту з повітрям. Застосовується шлаковий, газовий і комбінований захист.

Особливість шлакового захисту полягає в можливості металургійної обробки розплавленого металу. Для цього застосовують спеціальні зварювальні флюси, що утворюють при розплавленні шлаки з певними фізико-хімічними властивостями. Такі флюси використовують при автоматичному і механізованому дуговим процесам й електрошлаковому зварюванні та наплавленні.

Шлаки поділяються на дві групи: активні і пасивні. Активні

шлаки поряд із захистом здійснюють і металургійну обробку (розкислення, зв'язування сірки і фосфору, легування). Пасивні шлаки здійснюють в основному захист. Крім того, шлаки повинні забезпечувати добре формування шва, необхідний хімічний склад металу, відсутність пор і тріщин, стійкість процесу зварювання, легке відставання шлакової кірки від поверхні шва. У більшості шлаків, як обов'язкова складова, міститься CaF_2 , також шлаки мають стійкі (пасивні) оксиди: CaO , MgO , Al_2O_3 , активні оксиди: FeO , MnO , SiO_2 . Зменшення в шлаках концентрації активних оксидів і підвищення в них вмісту стійких оксидів призводять до зниження окислювальної здатності системи по відношенню до більшості легуючих елементів у зварювальної ванні.

Флюси можна класифікувати за способом виготовлення, призначенням, хімічним складом, будовою і розміром частинок.

За способом виготовлення флюси діляться на плавлені і неплавлені. Плавлені флюси отримують шляхом сплаву компонентів шихти в електричних або полум'яних печах. При виготовленні неплавлених флюсів частки флюсової шихти скріплюють без їх розплавлення. До числа неплавлених флюсів відносяться керамічні і спечені флюси, а також флюси-суміші. Керамічні флюси створюють із сумішей порошкоподібних матеріалів, що скріплюються за допомогою речовин, які склеюють, головним чином, рідкого скла. Спечені флюси виготовляють шляхом спікання компонентів шихти при підвищених температурах без їх розплавлення. Отримані грудки потім подрібнюють до потрібного розміру. Флюси-суміші виготовляють механічним змішуванням крупинок різних матеріалів або флюсів. Великим недоліком механічних сумішей є схильність до поділу на складові при транспортуванні і в процесі зварювання, внаслідок різниці в щільності, формі й розмірі крупинок. Тому механічні суміші не мають постійних складів і зварювальних властивостей і недостатньо надійно забезпечують отримання стабільної якості зварних швів і наплавленого металу.

Залежно від призначення і переважного застосування розрізняють флюси для електродугового і для електрошлакового зварювання, а також для механізованого зварювання і наплавлення вуглецевих і легованих сталей, кольорових металів і сплавів. Такий поділ певною мірою умовний, оскільки флюси, які, переважно, застосовуються для зварювання і наплавлення металів або сплавів

однієї групи, можуть бути з успіхом використані для зварювання і наплавлення металів іншої групи. Разом з тим флюси, призначені для зварювання одних кольорових металів або одних марок легованих сталей, можуть виявитися непридатними для зварювання інших кольорових металів або інших марок легованих сталей.

Розрізняють флюси загального призначення і спеціальні. Флюси загального призначення призначені для механізованого дугового зварювання та наплавлення вуглецевих і низьколегованих сталей низьковуглецевим і легованим зварювальним дротом, спеціальні флюси - для окремих видів зварювання, наприклад, електрошлакового або зварювання високолегованих сталей.

Залежно від хімічного складу флюси бувають оксидні, солеоксидні і сольові.

Оксидні флюси складаються з оксидів металів і можуть містити до 10 % фторидних з'єднань. Вони призначені для зварювання низьколегованих сталей. Оксидні флюси за вмістом SiO_2 підрозділяються на безкремністі (вміст SiO_2 менше 5 %), низькокремністі (6-35 % SiO_2), висококремністі (SiO_2 більше 35 %), а за вмістом марганцю - на безмарганцеві (вміст марганцю менше 1 %), низькомарганцеві (марганцю менше 10 %), середньомарганцеві (10-30 % марганцю) і високомарганцеві (марганцю більше 30 %).

Солеоксидні (змішані) флюси в порівнянні з оксидними флюсами містять менше оксидів і більшу кількість солей. Кількість SiO_2 в них знижена до 15-30%, MnO до 1-9%, CaF_2 збільшено до 12-30%. Солеоксидні флюси використовуються для зварювання легованих сталей.

Сольові флюси не містять оксидів і складаються з хлоридів і фторидів NaF , CaF_2 , BaCl_2 та ін. Застосовуються для зварювання активних металів, а також для електрошлакової переплавки.

За будовою зерен (часток) зварювальний флюс може бути склоподібним або пемзовідним.

Хімічна активність флюсу - одна з важливих характеристик зварювального флюсу, що визначається за сумарною окислювальною здатністю. Показником активності флюсу служить відносна величина $A_{\text{ф}}$ зі значенням від 0 до 1. В залежності від хімічної активності флюси поділяються на чотири види:

— високоактивні флюси ($A_{\text{ф}} > 0,6$);

- активні флюси ($A_{\text{ф}}$ від 0,3 до 0,6);
- малоактивні флюси ($A_{\text{ф}}$ від 0,1 до 0,3);
- пасивні флюси ($A_{\text{ф}} < 0,1$).

Зварювальні флюси для низьковуглецевих сталей.

Найбільш поширеними вітчизняними флюсами для зварювання низьковуглецевих сталей є наступні:

— висококремністі, високомарганцеві флюси - склоподібні АН-348, АНЦ-1, ОСЦ-45, ФЦ-3, ФЦ-6, ФЦ-9 і пемзовідний АН-60; хімічна активність $A_{\text{ф}}$ від 0,75 до 0,9;

— висококремністі середномарганцеві флюси - склоподібні АН-1, АН-65, ФЦ-7; хімічна активність $A_{\text{ф}}$ від 0,75 до 0,9;

— висококремнистий низькомарганцевий флюс ФВТ-4 (склоподібний); хімічна активність $A_{\text{ф}} = 0,6$;

Для зварювання низьковуглецевих сталей застосовують переважно висококремністі марганцевісті флюси в поєднанні з низько-вуглецевим зварювальним дротом.

При зварюванні низьколегованих сталей використовуються зварювальні флюси з більш низькою хімічною активністю ($A_{\text{ф}}$ від 0,3 до 0,6), ніж при зварюванні низьковуглецевих сталей. У них міститься менша кількість оксидів SiO_2 і MnO і більша CaF_2 і CaO . За рахунок меншої чого знижується окислення легуючих елементів в сталі і поліпшується пластичність шва, однак погіршується формування шва, підвищується ймовірність пороутворення.

Найбільш поширені вітчизняні флюси для зварювання низьколегованих сталей:

- низькокремністі низькомарганцеві флюси ФЦ-11, ФЦ-15, ФЦ-16, ФЦ-22, ФВТ-1, АН-43;
- низькокремністі середномарганцеві флюси АН-42, АН-47.

При зварюванні середньо- і високолегованих сталей, зазвичай, використовуються малоактивні зварювальні флюси ($A_{\text{ф}}$ від 0,1 до 0,3). У них міститься ще менша кількість SiO_2 , практично відсутня MnO , вміст CaO - від 8 до 20 %, CaF_2 - від 20 до 60 % (для більш легованих сталей вміст CaF_2 у флюсі підвищується).

Відомі вітчизняні флюси для зварювання середньо- і високолегованих сталей:

- малоактивні флюси АН-15, АН-17, АН-18, АН-20, АН-45, АВ-5, ФЦ-17, ФЦ-19, НФ-18, ОФ-6;

– активний зварювальний флюс АН-26 ($A_{\phi} \approx 0,5$).

Для зварювання високолегованих сталей з великим вмістом таких елементів, як С, Мо, Ті, АІ та інших, застосовують безкремністі флюси на основі CaF_2 , NaF і інші.

Зварювальні флюси для активних металів.

Для зварювання активних металів, наприклад, титану, застосовуються у повному обсязі сольові флюси. У них не додаються оксиди, оскільки це призводить до забруднення швів киснем і різкого зниження їх пластичності. Флюси виробляють на основі фторидів і хлоридів лужних і лужноземельних металів, наприклад, з таким складом: 85-95 % CaF_2 , 0-19 % BaCl , 1-6 % NaCl , 0-4 % CaCl .

Для алюмінію на основі хлористих (NaCl , KCl , LiCl) солей з добавками фторидів (NaF , KF , LiF та ін.), для магнієвих сплавів - на основі фтористих з'єднань (KF , NaF , BaF_2 та ін.). Для зварювання міді і мідних сплавів застосовують флюси, що утворюють шлакові системи, основу яких складають борати: бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ і борна кислота H_3BO_3 . В інші шлакові системи ці сполуки вводять у вигляді добавок.

Одним з важливих показників оцінки зварювально-технологічних властивостей флюсу і механічних характеристик металу зварного шва є індекс основності флюсу B (basisity index). Визначення B засновано на тому, що кислі оксиди (SiO_2 ; TiO_2) сприяють зниженню міжфазного натягу і інтенсифікації реакцій на межі поділу метал-шлак, в результаті яких з шлаку в розплавлений метал переходять кисень, кремній і марганець. Найчастіше цей перехід здійснюється у вигляді оксидів, тобто в металі шва зростає вміст неметалевих включень типу силікатів марганцю. Основні оксиди (CaO , MnO та ін.) пригнічують цей перехід за рахунок збільшення міжфазного натягу на межі метал-шлак.

Основність флюсу відповідно до рекомендацій МІЗ розраховують за формулою:

$$B = \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaF}_2 + 0,5 (\text{MnO} + \text{FeO}) + 0,5(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2) + \text{SiO}_2$$

Кислі флюси ($B < 1,0$) за рахунок низького значення міжфазного натягу на межі метал-шлак забезпечують хороші зварювально-технологічні властивості при зварюванні як однопрохідних, так і

багатопродічних швів. Однак кремніє - і марганцевідновні процеси, характерні для цих флюсів, знижують рівень механічних властивостей металу зварних швів. Основні флюси ($B > 1,5$) пригнічують перехід кисню, кремнію і марганцю в наплавлений метал, але через високий рівень міжфазного натягу на межі метал-шлак мають гірші, в порівнянні з кислими флюсами, зварювально-технологічні властивості. Нейтральні флюси ($1,0 < B < 1,5$) в залежності від хімічного складу мають поєднання властивостей, характерних для кислих і основних флюсів.

Кислі флюси використовують, як правило, для зварювання невідповідальних конструкцій, що виготовляються з вуглецевих сталей, основні флюси використовують при зварюванні відповідальних конструкцій, сталей із спеціальними властивостями.

Відповідно до EN 760 (європейська класифікація) зварювальні флюси класифікують за хімічним складом табл. 2.1

Таблиця 2.1

Символ	Основні компоненти	Тип флюсу	Індекс основності
MS	$MnO + SiO_2 > 60\%$; $CaO < 15\%$; $ZrO_2 < 5\%$	Марганець силікатний	$< 0,8$
CS	$CaO + MgO + SiO_2 > 60\%$; $CaO > 15\%$	Кальцій силікатний	07...1,2
AR	$Al_2O_3 + TiO_2 > 45\%$;	Алюмінатно- рутиловий	0,7...1,4
AB	$Al_2O_3 + CaO + MgO + CaF_2 > 55\%$; $Al_2O_3 > 20\%$; CaF_2 (загальний вміст фтору) $< 20\%$;	Алюмінатно- основний	1,0...2,0
FB	$CaO + MgO + MnO + CaF_2 > 50\%$; $SiO_2 < 20\%$; CaF_2 (загальний вміст фтору) $> 15\%$;	Флюоритно- основний	$> 2,0$
W	Флюси, склад яких не потрапляє ні під один із зазначених типів	Інші	

Класифікація поєднань дріт-флюс і наплавлений метал шва.

При виготовленні конструкцій з вуглецевих сталей до зварних з'єднань пред'являються вимоги рівномірності шва з основним металом і відсутність дефектів. Виконання цих вимог забезпечується в

разі застосування флюсів загального призначення, призначених для зварювання вуглецевих і деяких низьколегованих сталей. В останні роки інтенсивно ведеться розробка флюсів для зварювання низьколегованих сталей підвищеної та високої міцності. Це обумовлено тим, що багато конструкцій в даний час виконуються не з вуглецевих сталей, а з низьколегованих. Роботи зі створення флюсів для зварювання середньо- і високолегованих сталей проводяться поки в невеликому обсязі, так як масштаби застосування зазначених сталей ще порівняно невеликі.

За прийнятою в зварювальній техніці класифікації, леговані сталі поділяють на низько-, середньо-і високолеговані. Якщо вміст кожного з легуючих елементів не перевищує 2 %, а сумарна їх вміст – 5 %, то сталь називається низьколегованою. При вмісті кожного з легуючих елементів в межах від 2 до 5 % і сумарному їх вмісті не більше 10 %, сталь називається середньолегованою. Високолегованою називається сталь, в якій вміст одного з легуючих елементів складає не менше 5 %, а сума легуючих елементів - не менше 10 %.

У загальному випадку для зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей з тимчасовим опором $\sigma_b < 450$ МПа доцільно використовувати флюси типу MS, CS або AR, які забезпечують високу продуктивність процесу і відмінне формування металу швів. При зварюванні низьколегованих сталей підвищеної міцності ($\sigma_b > 450$ МПа), до металу швів і зварних з'єднань яких висувають вимоги щодо забезпечення холодостійкості при температурах нижче мінус 20° С, необхідно використовувати нейтральні або слабоосновні флюси ($1,0 < B < 2,0$) типу CS, AR, AB. Для сталей більш високої міцності, при зварюванні яких можуть виникнути проблеми з розвитком холодних тріщин, слід використовувати високоосновні флюси типу AB або FB.

Отримання якісних швів на вуглецевих і деяких низьколегованих конструкційних сталях забезпечується шляхом використання наступних поєднань флюсів і зварювальних дротів: плавлений висококремнистий марганцевий флюс і низьковуглецевий або марганцевистий зварювальний дріт, плавлений висококремнистий безмарганцевий флюс і марганцевистий зварювальний дріт, керамічний флюс і низьковуглецевий або марганцевистий дріт.

При використанні плавленого висококремнистого марганцевого флюсу і низьковуглецевого або марганцевистого зварювального дроту

або плавленого висококремнистого безмарганцевого флюсу і марганцевистого зварювального дроту останній повинен бути з киплячою або напівспокійної сталі. Заспокоєння металу зварювальної ванни і попередження пористості при зварюванні киплячої сталі здійснюється в результаті введення деякої кількості кремнію з флюсу в зону зварювання. Легування металу шва марганцем з метою підвищення його стійкості проти утворення кристалізаційних тріщин проводиться через флюс (перше і третє поєднання) або через дріт (друге і третє поєднання).

Зварювальні властивості висококремнистих марганцевих флюсів дещо краще, ніж властивості висококремнистих безмарганцевих. Позитивною характеристикою висококремнистих марганцевих флюсів є висока стійкість зварних швів проти утворення кристалізаційних тріщин. Це обумовлюється малим переходом сірки з флюсів даного типу в метал шва і порівняно сильним вигоранням вуглецю з металу зварювальної ванни. Крім того, на якість шва позитивно впливає нижчий в порівнянні з марганцевистим дротом вміст вуглецю в низьковуглецевої дроту, використовуваної в поєднанні з висококремністими марганцевими флюсами. При зварюванні під ними пористість зварних швів менше, ніж при зварюванні під висококремністими безмарганцевими флюсами.

Перевагою висококремнистих безмарганцевих флюсів є краще відділення шлакової кірки з поверхні шва, що забезпечується в результаті меншої окисної дії флюсу на метал шва, що твердне, внаслідок чого утворення окисної плівки на поверхні шва відбувається повільніше і зчеплення шлаку з цією поверхнею затруднюється. У швах, зварених під цими флюсами, міститься менше фосфору, тому що в шихті для їх виплавки немає марганцевої руди. З точки зору виділення шкідливих газів перше і друге поєднання рівноцінні. Перше поєднання гірше щодо виділення в атмосферу сполук марганцю.

Флюси для зварювання низьколегованих сталей повинні не тільки відповідати перерахованим вище загальним вимогам, але і сприяти отриманню металу шва підвищеної міцності з високою ударною в'язкістю при низьких температурах. Якщо міцність і хімічний склад металу шва визначаються хімічними складами зварювального дроту і основного металу, то його ударна в'язкість в значній мірі залежить від флюсу. Висока ударна в'язкість металу шва забезпечується при його дрібнокристалічній структурі, низькому

вмісті неминучих шкідливих домішок і неметалевих включень. Для виконання цих вимог у флюсі, зазвичай, знижують вміст SiO_2 . Тому при зварюванні низьколегованих сталей переважно застосовуються низькокремністі флюси. Додатковою вимогою є можливо нижчий вміст водню в металі шва. Подрібненню структури металу шва сприяє також зменшення погонної енергії зварювання. Однак при цьому зменшується ефективність процесу зварювання внаслідок збільшення кількості проходів.

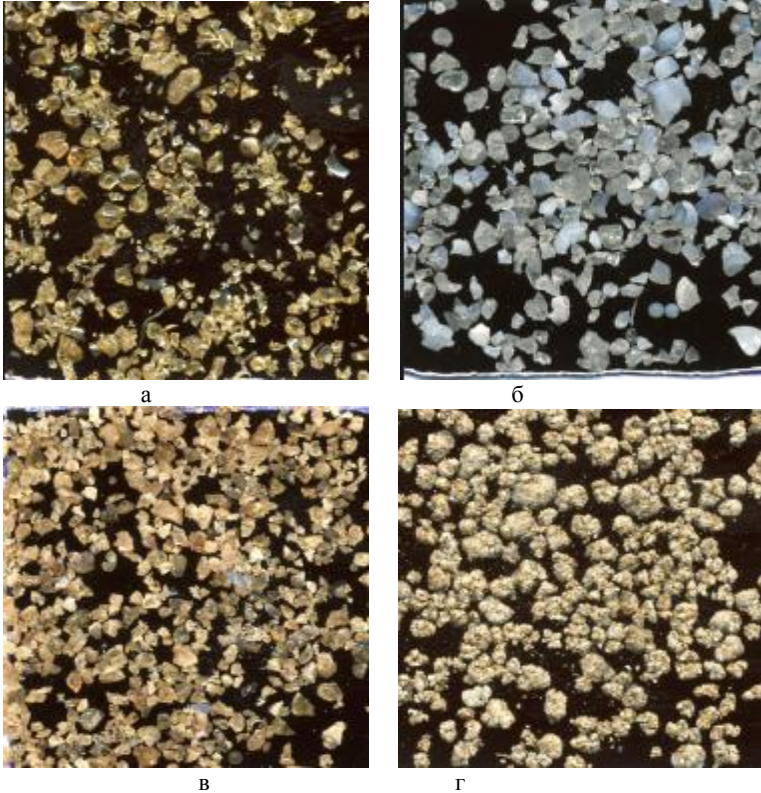
Враховуючи небезпеку утворення кристалізаційних тріщин, необхідна міцність металу шва при зварюванні низьколегованих високоміцних сталей досягається шляхом легування його марганцем, хромом, нікелем, молібденом і ванадієм, а не за рахунок підвищення вмісту вуглецю.

У процесі зварювання сучасних низьколегованих сталей підвищеної міцності допускається лише обмежене підведення тепла для виключення пошкодження структури основного металу в пришовній зоні. Ця вимога забезпечується шляхом накладення багатошарових швів при зварюванні металу середньої і великої товщини. У зв'язку з цим флюси, призначені для зварювання таких сталей, повинні забезпечувати легке відділення шлакової кірки, високі якість формування шва і його механічні властивості. В результаті підвищення механічних властивостей металу шва шляхом застосування відповідного поєднання флюсу і дроту виключається необхідність накладення неекономічних тонких швів при багатопрхідному зварюванні товстого металу. При цьому зменшується можливість забруднення шва шлаковими включеннями, що утворюються з не видалених після зварювання шлаку.

Хоча до властивостей флюсів для зварювання середньолегованих сталей пред'являються такі ж вимоги, як і до властивостей флюсів для зварювання низьколегованих сталей, проте є ряд металургійних особливостей, що обумовлюють необхідність застосування спеціальних флюсів при зварюванні середньолегованих сталей. До цих особливостей, перш за все відноситься більш висока ступінь легування металу, що викликає його велику чутливість до вмісту неметалічних включень і водню. Тому небезпека утворення тріщин при зварюванні середньолегованих сталей вище, ніж при зварюванні низьколегованих. У процесі зварювання середньолегованих сталей важче забезпечити рівноміцність металу

шва з основним металом, тому що внаслідок небезпеки розвитку кристалізаційних тріщин вміст вуглецю в шві жорстко обмежується. Тому потрібні введення в шов зі зварювальним дротом додаткових кількостей легуючих елементів і зниження їх окислення в процесі зварювання. Низька окислювальна здатність флюсу необхідна і для забезпечення легкої віддільності шлаку зі швів, що містять ванадій, ніобій або хром.

Незважаючи на велику кількість флюсів, що використовуються при зварюванні і наплавленні різних металів, загальний стандарт на них не розроблений. ГОСТ 9087-81 регламентує вимоги для 21 марки плавлених флюсів для зварювання сталей. На рис 2.1 представлений зовнішній вид зерен деяких флюсів.



а - АН-348АМ, б - АН-20С, в - АН-60, г – керамічний (Китай)
Рисунок 2.1 - Зовнішній вид зерен деяких флюсів

Найбільш поширеними є флюси марок: АН-348А, АН-348АМ, АН-20С, АН-26С, АН-26П, АН-60, АН-43, АН-47, АНФ-6-1, АНФ-29, АНФ-32, АНФ-35, АН-295, ОСЦ-45М.

Приклади призначення деяких флюсів:

АНФ-6-1 - для електрошлакових технологій, а також для виплавки сталей і сплавів в електропечах.

АНФ-1 - для електрошлакової переплавки високолегованих сталей і сплавів; можлива виплавка флюсу з SiO_2 1,0 % і С 0,03 %

АН-295 - для електрошлакової переплавки конструкційних сталей і сплавів.

АНФ-29, АНФ-32, АНФ-35 - для електрошлакової переплавки сталей і сплавів, легованих А1 і Ті в рухомих кристалізаторах.

АН-60, ОСЦ-45м, ОСЦ-45п (пемзовидний) - для механізованого зварювання і наплавлення вуглецевих і низьковуглецевих сталей, вуглецевим і низьковуглецевим дротом.

АН-20с, АН-20п - для дугового зварювання та плавки високовуглецевих сталей відповідним дротом.

АН-26С, АН-26П - для автоматичного і напівавтоматичного зварювання нержавіючих корозійностійких і жароміцних сталей відповідним зварювальним дротом.

АН-43- для дугового зварювання та наплавлення вуглецевих низьколегованих і середньолегованих сталей підвищеної та високої міцності відповідним зварювальним дротом.

АН-47- для дугового зварювання низьколегованих сталей підвищеної міцності типу 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД, а також інших марок низьколегованих і нелегованих вуглецевих сталей низьколегованими зварювальними дротами марок Св-08ГА, Св-08Г2С, Св-08МХ, Св-08ХМ, Св-08НМ та іншими.

АН-8 - для електрошлакового зварювання виробів з вуглецевих і низьколегованих сталей зварювальним дротом марок Св-10Г2, Св-12ГС, Св-08ГСМТ.

АН-67Б - для механізованого зварювання з підвищеною швидкістю вуглецевих і низьковуглецевих сталей.

АН-348А, АН-348АМ- для автоматичного і напівавтоматичного зварювання і наплавлення вуглецевих нелегованих і низьколегованих сталей вуглецевим і низьколегованим зварювальним дротом марок Св-08, Св-08ГА.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

3.1 В чому полягає роль флюсу в зварювальних процесах?

3.2 В чому полягає особливість шлакового захисту?

3.3 На які групи поділяються шлаки і в чому полягає особливість кожної із груп?

3.4 Як діляться оксиди, які входять у шлаки за рівнем пасивності? Приклади тих чи інших оксидів.

3.5 Яке хімічне з'єднання є обов'язковою складовою у більшості шлаків?

3.6 Як діляться флюси за хімічною активністю?

3.7 На які групи поділяються флюси для зварювання низьковуглецевих сталей? Приклади представників груп.

3.8 В чому полягає особливість флюсів, які використовуються для зварювання низьковуглецевих низьколегованих сталей по відношенню до флюсів, призначених для зварювання нелегованих сталей і чим вона обумовлена? Приклади таких флюсів.

3.9 Які флюси за показником A_{ϕ} використовуються при зварюванні середньо- і високолегованих сталей? Особливості хімічного складу таких флюсів.

3.10 Які флюси використовуються для зварювання, наплавлення активних металів (титану та інш.)? В чому їх особливість?

3.11 В чому полягає особливість флюсів, які використовуються для зварювання міді і мідних сплавів?

3.12 В чому полягає особливість флюсів, які використовуються для зварювання алюмінію?

3.13 Що представляє собою індекс основності флюсу B (basicity index)? В чому полягає його визначення і на чому воно засновано?

3.14 Як розраховують основність флюсу відповідно до рекомендацій міжнародного інституту зварювання?

3.15 Як класифікують флюси за хімічним складом відповідно до EN 760 (європейська класифікація)?

3.16 Якого типу флюси, відповідно європейської класифікації у загальному випадку, доцільно використовувати для зварювання

вуглецевих і низьколегованих сталей з тимчасовим опором $\sigma_b < 450$ МПа і при зварюванні низьколегованих сталей підвищеної міцності ($\sigma_b > 450$ МПа) та для сталей більш високої міцності, при зварюванні яких можуть виникнути проблеми з розвитком холодних тріщин?

3.17 В чому полягає перевага і недоліки висококремністих безмарганцевих флюсів перед висококремністими марганцевими?

3.18 Яка із характеристик флюсів призначених для електрошлакового зварювання, наплавлення є обов'язковою і чому? Приклади таких флюсів.

3.19 Виберіть флюс для наплавлення, або зварювання деталей із сталі заданої марки (дивись пункт 1 шостого розділу).

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Флюси двох - трьох марок.
2. Дріт Св-08А діаметром 3мм.
3. Ваги.
4. Секундомір.
5. Установка для наплавлення А-1416.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Верстати і прилади, які використовуються при виконанні даної роботи підключаються до мережі змінного струму напругою 380 і 220 В. Тому існує небезпека ураження електричним струмом, а також травмування зразком при його поліруванні або шліфуванні. Для попередження нещасних випадків, а також пошкодження приладів і обладнання, необхідно виконувати певні вимоги безпеки:

1. Приступати до роботи після прослуховування інструктажу з техніки безпеки у керівника роботи і засвоєння матеріалу даних методичних вказівок.

2. Включати прилади тільки за вказівкою викладача або

лаборанта.

3. Виконувати тільки роботу, передбачену завданням.
4. Переконатися в надійності заземлення верстата, електроізоляції кабелю і проводів.
5. Виявляти особливу уважність і акуратність при роботі.
6. Не торкатися рухомих і струмоведучих частин обладнання.
7. Працювати на верстаті із застебнутими манжетами рукавів.
8. Повідомляти викладачеві або лаборанту про виниклі несправності обладнання, не намагатися усунути їх самостійно.
9. Виконувати роботу при наявності в лабораторії не менше двох осіб.
10. Після закінчення роботи вимкнути обладнання і привести в порядок робоче місце.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. На початку занять студенти, поділившись на підгрупи по дві особи, за завданням викладача вибирають флюс для наплавлення, або зварювання. Наприклад, вибрати флюс для наплавлення валу діаметром 150 мм зі сталі 40ХН. Привести основні його характеристики і обґрунтувати вибір. Крім того студенти коротко відповідають на два - три питання із наведених в розділі 3.

2. Далі, отримавши заготовки для наплавлення, зважують їх. Теоретично (розрахунково, або за довідниками) вибирають параметри режиму наплавлення. Зіставляють його з режимом, запропонованим співробітником, який проводить заняття.

3. Проводять наплавлення одного чи двох валиків з одним із флюсів. При цьому визначають час наплавлення. На якісному рівні оцінюють наплавлення і віддільність шлакової кірки.

4. Зважують наплавлену заготовку.

5. Таким же чином, на тих же режимах проводиться наплавлення під іншою маркою флюсу.

6. За отриманими даними розраховують коефіцієнт наплавлення під різними флюсами. Порівнюють якість віддільності

шлакової кірки. Оцінюються геометричні параметри наплавленого валика

7 Складають звіт.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Найменування і мета роботи.
2. Основні загальні відомості відносно флюсів.
3. Характеристики матеріалів заготовок, на які наплавляли і дротів та флюсів, використаних при проведенні роботи.
4. Параметри режиму наплавлення.
5. Порівняльний аналіз флюсів за отриманими показниками.
6. Висновки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Багрянский К.В. Электродуговая сварка и наплавка под керамическими флюсами. – К.: Техніка, 1976. - 184 с.