

Ергономия и химизъм на заваряване при ремонт и възстановяване

Нина Недева, Михаил Дойнов, Зоя Цонева

The use of welding techniques in field conditions requires a special and reliable technique. The electrodes are part of this technique. Field welding is required for shipping industries with a continuous mode as oil, steel, petroleum and others. Although field welding necessary information is to be healthy and quality. Is performed microscopic analysis of welding electrodes with ESAB - OK microscopic picture is presented and the formula for determining the carbon equivalent.

Key words: OK, welding; buffer layer; grinding; CEV.

ВЪВЕДЕНИЕ

Трудовото ежедневие на съвременния човек е немислимо без използване и работа с нови техники и технологии. Човешката дейност може да бъде оптимизирана с помощта на ергономичен подход при проектирането ѝ. Ергономичният подход при проектирането на човешката дейност е важен момент в процеса на проучване на взаимодействието между хора, технологичен процес и околна среда, при който се отчитат човешките възможности и нужди [1].

Добрият ергономичен проект дава сигурност, спокойствие и удовлетворение за полаганите усилия от работника. Ергономичното проектиране на заваръчен технологичен процес повишава ефективността и производителността на труда, подобрява условията на работа на човека и предотвратява неблагоприятните въздействия върху здравето и работоспособността на хората [2].

В техниката се използват различни видове разглобяеми и неразглобяеми съединения. Неразглобяемите съединения се разделят на монолитни (плътни) и немонолитни. Монолитни са съединенията, получени чрез заваряване, спояване и лепене, а немонолитните - съединенията, получени чрез нитоване [4].

Заваряването е технологичен процес на образуване на неразглобяемо монолитно съединение между две части, при което в резултат на протичането на определени физикохимични процеси се осъществява химично взаимодействие на съединяваните части [2].

Всеки ден заварчиците по целия свят срещат инициалите ОК върху заваръчните материали и машини, които използват. ОК са инициалите на Оскар Килберг, основателя на ESAB. Оскар Килберг пръв открива нова техника за заваряване и я развива под формата на обмазаните електроди [5].

В края на 90те години на 19-ти век Оскар Килберг се сблъсква с проблем, за който по онова време няма решение. Нитовите връзки на парните котли често изпускат. Използвало се е просто електро-заваряване, но резултатите от ремонтите, извършени чрез заваряване, които Килберг вижда са лоши, с пукнатини и пори [3].

Новаторът разбира, че методът може да бъде усъвършенстван и получава подкрепа. Той създава експериментална работилница. Методът предизвиква голям интерес в корабостроителниците в Гьотеборг, тъй като имал изключителни преимущества при заваряването и ремонтирането на кораби. Прилагането на новия тип електроди води и до осигуряване на безопасност, здраве и рационален технологичен процес при минимален дискомфорт и неблагоприятно въздействие от отделените вредни вещества. [5].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Общи сведения

Заваръчното производство изисква висока производителност и качество на продукцията, което е постижимо при използване на добър технологичен процес, реализиран в успешно проектирана заваръчна дейност. Това предполага ефективна

технология, качествени материали и консумативи, включени в конкретната дейност. Електродъгвото заваряване може да бъде класифицирано според:

- вида на електрода (нетопим или топим електрод);
- вида на заваръчния ток (постоянен или променлив);
- действието на дъгата (пряка или косвена дъга).

ОК 21.03 е електрод, специално разработен за пробиване, рязане и рубене на конструкционни, неръждаеми и манганови стомани, чугун, както и на всички метали с изключение на чиста мед. Обмазката на електрода формира силна газова струя, която изхвърля разтопения материал.

Не е необходим състен въздух, газ или специална ръкохватка – използва се стандартното оборудване за заваряване. Получените канали са с равномерни и гладки стени, така че заваряването може да започне и без допълнителна обработка. При обработка на неръждаеми и манганови стомани се изисква леко шмиргелене.

Съкращаването на броя технологични операции при подготовката на детайлите за заваряване, осигурява намаляване на трудовото натоварване. По този начин се поддържа добра концентрация и работоспособност на заварчика и повишаване на ефективността и качеството на последващите заваръчни процедури:

Класификация, сертификация: Типичен химичен състав на метала на заваръчния шев (%):

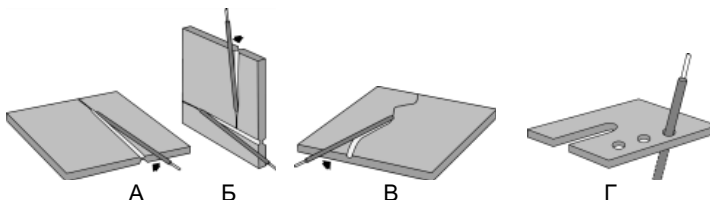
- C 0,08
- Si 0,50
- Mn 1,35

Приложение

ОК 21.03 се използва, когато се налага рубене преди заваряване в полеви условия и когато не е практично използването на апаратура за рубене с въгленови електроди. Превъзходен е за подготовка при ремонти на чугун, тъй като изсушава и изгаря примесите и графита на повърхността и по този начин намалява риска от появяване на пукнатини и пори по време на заваряване. Друго подходящо приложение е рубенето на манганови стомани.

Процедура

Използва се предимно постоянен ток при права полярност или променлив ток. Постоянен ток при обратна полярност се препоръчва при пробиване и рязане. Дъгата се запалва, като електрода се държи перпендикулярно на детайла, след което електрода трябва да бъде наклонен и придвижван в подходящата посока, под ъгъл 5-10°, спрямо детайла. Електродът се държи в контакт с детайла и се движи като при рязане с трион. Ако е необходима по-голяма дълбочина, процедурата се повтаря до нейното достигане. Пробиването на отвори е много лесно. Електродът се държи вертикално, запалва се дъгата и електродът се натиска надолу, докато премине през материала. За разширяване на отвора се правят режещи движения с електрода (фиг. 1).



Фиг. 1. Графично изображение на процеса: А- хоризонтално; Б- в две посоки; В- вълнообразно; Г- пробиване на отвори.

Подгръването, както и температурата при изпълнение на междинните слоеве са много важни за предпазване на метала на шевове от пукнатини.

Подгръването намалява:

- риска от водородни пукнатини.
- напреженията от свиване.
- твърдостта в зоната на термично влияние (ЗТВ).

Необходимостта от предварително подгръване се увеличава в зависимост от следните фактори:

- съдържание на въглерод в основния материал.
- съдържание на легиращи елементи в основния материал.
- размер на детайла.
- първоначална температура на детайла.
- скорост на заваряване.
- диаметър на заваръчния електрод.

Определяне температурата на подгръване

За да се определи правилната температура на подгръване, трябва да бъде известен химическия състав на основния материал, тъй като температурата на подгръване зависи от два основни фактора:

- съдържанието на въглерод в основния материал.
- съдържанието на легиращи елементи в основния материал.

По принцип, колкото по-голямо е съдържанието на въглерод в основния материал, толкова по-висока трябва да бъде температурата на подгръване. Това е в сила и за съдържанието на легиращи елементи, но в по-малка степен. Един от начините да се определи температурата на подгръване е да се изчисли въглеродният еквивалент, Seq , на база химическия състав на основния материал:

$$Seq = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Ni + \%Cu)/15$$

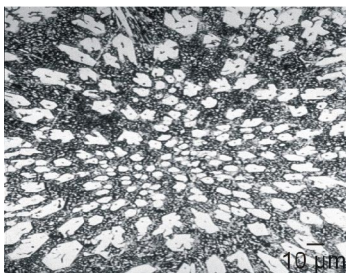
Колкото по-висок е въглеродният еквивалент, толкова по-висока е необходимата температура на подгръване. Друг основен фактор за определяне на температурата на подгръване е дебелината и размерът на детайла. Температурата на подгръване се увеличава при по-голяма дебелина и размери на детайла. Когато се определи температурата на подгръване, от голямо значение е тя да бъде достигната и поддържана по време на заваряването. По време на подгръването е важно времето на разпространение на топлината, за да може целият детайл да бъде нагрят до една и съща температура. Обикновено заварените детайли, които са били подгръвани, трябва да се охладят бавно.

При заваряване неизбежно се получава смесване на основния и на добавъчния метал. За постигане на оптимални резултати при наваряване се цели смесването да бъде минимално. По-меките материали за наваряване показват увеличение на твърдостта, когато се смесят с по-високо легиран основен метал. Това се дължи на проникването на въглерод и легиращи елементи от основния материал. Често основният материал е нелегирана или нисколегирана стомана и за достигане на необходимата твърдост се налага нанасяне на няколко слоя. Обикновено два или три слоя са достатъчни. Тъй като степента на смесване зависи от процедурата на заваряване, тя трябва да бъде изпълнена така, че да се получи минимално смесване.

Фактори, които оказват влияние върху смесването:

- Скорост на заваряване - Ниска скорост – силно смесване Висока скорост – слабо смесване.
- Полярност на тока - Постоянен ток, права полярност – слабо Смесване Променив ток – средно смесване Постоянен ток, обратна полярност – силно смесване.
- Количество топлина Малко – слабо смесване Голямо – силно смесване

- Техника на заваряване - Без вълнообразни движения – слабо смесване С движения – силно смесване.
- Положение на заваряване - Вертикално нагоре – силно смесване
Хоризонтално, вертикално надолу – слабо смесване.
- Брой слоеве - С всеки следващ слой смесването намалява.
- Тип на наварения метал - По-високо легиран наварен метал – по-слабо чувствителен към смесване с основния материал.
- Излаз на електродния тел - Голям излаз на тела – по-слабо смесване.



Фиг. 2. Микроструктура на наварен метал: хромови карбиди

Буферни слоеве

Буферните слоеве се нанасят между основния материал и метала, с който всъщност се наварява, с цел:

- осигуряване на добра връзка с основния материал.
- избягване на дължащите се на водород пукнатини непосредствено под шева, дори при подгрятите детайли.
- намаляване на последствията от възникналите напрежения.
- намаляване на ефекта от смесването на основния с добавъчния материал.
- избягване на спукването в следващите по-твърди слоеве.
- избягване на проникването на пукнатини от наварения слой в дълбочина в основния материал. При наваряването е широко разпространено използването на пластични буферни слоеве от аустенитен материал.

Изборът на материал за буферния слой зависи от типа на основния материал и типа наваряване.

Когато върху мек материал, като например строителна стомана, се навари слой от твърд материал, при условия на високо натоварване се появява тенденция към потъване на наварения слой (Фиг. 3А). В резултат на това навареният материал може да се напука и отчупи. За да се предотврати това, е необходимо преди наваряването с твърда сплав, да се нанесе слой от жилав и як материал (Фиг. 3Б).

Когато се наварява с крехки сплави, като тези съдържащи хромови карбиди или сплави на кобалтова основа, се препоръчва първо да се нанесат един два слоя от аустенитен материал. Това предизвиква напрежения на свиване в следващите слоеве и по този начин намалява риска от пукнатини в твърдия наварен метал. Кристалите са с размери от 1 до 20 μm , като големината им нараства с достигане периферията на заваръчния шев (фиг. 2)

Често в твърдите наварени слоеве има пукнатини, получени при освобождаване на напреженията. Те най-често не са вредни за наваряването, но съществува опасност при силен удар или огъване пукнатините да се разпространят в дълбочина на основния материал (Фиг. 3В). Тази тенденция е най-силно изразена в случаите,

когато основния материал е стомана с висока якост. Използването на жилав и як буферен слой предотвратява разпространението на пукнатините (Фиг. 3Г).



Фиг. 3. Наваряване буферен слой

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описана е техника на електрозаваряване, като са разгледани отделни етапи и условия. Определени са важни фактори, влияещи върху процеса на електрозаваряване. Дадена е формулата за изчисляване на въглеродният еквивалент според химичния състав и е заснета микроструктурата на навареният метал.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Караманска, Д., (2004), Ергономично проектиране и европейски стандарти за работни системи, Сб. Научна конференция, УНСС-София, октомври 2004, с. 243-248.
- [2] Момов, А., (2006) Ергономия и ергономично проектиране (част I и II), София, с. 122-125.
- [3] БДС EN 614-2:2003, (2005). Безопасност на машините. Ергономични принципи за проектиране; Част 2: Взаимодействия при проектирането на машини и работните задачи.
- [4] <http://www.vtp-tuv.com/units/ttz.html>
- [5] <http://products.esab.com/Templates/T129.asp?id=177919>

За контакти:

Ас. Инж. Нина Недева, Катедра "Промислен дизайн", Технически Университет Варна, тел.: 052 383 300 , Е - mail: ninanedeva@hotmail.com

Д-р инж. Михаил Дойнов, ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас АД, тел. +359885 603 445, Е - mail: misho50078@abv.bg

Ас. Инж. Зоя Цонева, Катедра "Промислен дизайн", Технически Университет Варна, тел.: 052 383 300 , Е - mail: zoya_tsoneva@abv.bg

Докладът е рецензиран.