

## SOUDEGE DES CUPRO-SILICIUMS

### 8.1 SOUDABILITÉ DES CUPRO-SILICIUMS

Pour le soudeur, les cupro-siliciums possèdent trois propriétés précieuses. Il sont d'assez mauvais conducteurs de la chaleur, ce qui dispense de tout préchauffage et permet de souder à de grandes vitesses d'avance. La présence de silicium est un autre avantage, en raison de ses propriétés désoxydantes. Enfin la formation de silice, dont la consistance est visqueuse, à la surface du bain facilite le soudage en position montante ou au plafond. Elle peut, en revanche, exiger, dans certains cas, l'emploi d'un flux.

Ces particularités font des cupro-siliciums les plus faciles à souder de tous les alliages de cuivre.

### 8.2 SOUDAGE DES CUPRO-SILICIUMS AU CHALUMEAU

Jusqu'à 3 mm d'épaisseur, on soude les cupro-siliciums sur bords droits. Au-delà on prépare des chanfreins en V à 70-80°. Comme pour le cuivre, le chalumeau avance de droite à gauche. Pour éliminer l'oxyde réfractaire qui se forme à la surface du bain, on utilise un flux contenant du borax, du chlorure de calcium et du fluorure de calcium.

### 8.3 SOUDAGE A L'ARC DES CUPRO-SILICIUMS

#### 8.3.1 Soudage à l'arc avec électrodes enrobées

Bien que le procédé TIG soit préféré à l'emploi d'électrodes enrobées, ce dernier procédé ne présente aucune difficulté opératoire et peut donner des soudures de bonne qualité. Il est parfois nécessaire d'utiliser un flux complémentaire pour fondre la silice qui se forme à la surface du bain.

La préparation des bords est identique à celle des aciers doux. Entre passes, il est bon de laisser la température tomber jusqu'à 90 à 100 °C. On soude en courant continu et polarité positive avec une intensité moyenne et une vitesse d'avance élevée de façon à déposer des cordons étroits. L'arc est maintenu court.

Un martelage à froid modéré, suivi ou non d'un revenu à 650 °C, améliore sensiblement les caractéristiques mécaniques des soudures.

#### 8.3.2 Soudage à l'arc avec électrode de carbone

Cette méthode permet de réaliser des soudures qui sont laissées brutes de soudage et dont les propriétés mécaniques sont excellentes. Les baguettes d'apport doivent avoir la même composition que le métal de base. Seules de petites quantités de flux sont nécessaires. L'emploi d'un arc court permet d'éviter la formation de porosités. (Voir tableau.)

Epaisseur de métal	Nombre de cordons	Diamètre de l'électrode de carbone	Diamètre de la baguette d'apport	Intensité du courant de soudage	Tension à l'arc
mm		mm	mm	A	V
3	1	7	4,5	150-180	15-20
4,5	1	9	6	180-240	15-20
6	1	7	3	100	15-20
	2	7	4,5	130	20
	3	7	4,5	160	20-25
12	1	7	4,5	150-220	20-25
	2	7	4,5	180-240	20-25
	3	9	6	200-600	25-30
18	1	7	4,5	100-150	25-30
	2	9	4,5	125-175	25-30
	3	12	4,5	150-240	25-35
	4	12	6	175-250	30-40
	5	12	7	200-260	30-40
	6	12	9	220-280	35-45

#### 8.4 SOUDAGE TIG DES CUPRO-SILICIUMS

Les alliages de cuivre et de silicium contenant de 1,5 à 3,25 % de Si et d'épaisseur comprise entre 1 et 15 mm se soudent bien sous argon avec électrode de tungstène. Toutefois, l'opérateur doit être un soudeur exercé.

##### 8.4.1 Préparation des bords

Les pièces à souder doivent être parfaitement décapées et reposer sur un support à l'envers creusé d'une rainure de 0,3 à 0,5 mm afin que l'argon exerce sa protection sur les deux faces du joint.

Les bords peuvent rester droits avec un écartement variable en fonction de l'épaisseur

(voir tableau ci-dessous). Au-delà de 6 mm d'épaisseur, il faut chanfreiner, mais en raison de la faible conductivité thermique du métal, un angle d'ouverture de 60° est suffisant.

Le soudage vertical à 2 opérateurs (montante B ou C) donne des résultats excellents.

#### 8.4.2 Mode opératoire

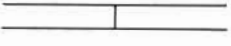
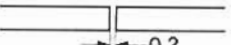


Les cupro-siliciums se soudent sous argon aussi bien que sous hélium. Le courant continu en polarité négative est généralement adopté

### 8.5 SOUDAGE MIG DES CUPRO-SILICIUMS

Les cupro-siliciums se soudent très bien par le procédé MIG. Son usage est recommandé pour assembler les fortes épaisseurs et exécuter des soudures en angle intérieur.

Le fil-électrode est, généralement, de même composition que le métal de base. Sa vitesse de dévidage peut être aussi élevée que celle adoptée pour souder l'acier doux.

### SOUDAGE TIG DES CUPRO-SILICIUMS

Epaisseur	Forme du joint	Ø métal d'apport (mm)	Nbre de passes	Débit d'argon (l/mn)	Courant (A)
1,5		2	1	5	60-80
3		3	1	6	100-130
6		3-4	2-3	6	150-200
12		4	3-4	6	250-300

mais rien ne s'oppose à l'emploi du courant alternatif.

Aucun préchauffage n'est nécessaire et, dans le soudage en plusieurs passes, il est même recommandé de laisser refroidir le cordon précédent en dessous de 90 °C avant de poursuivre le soudage.

L'emploi d'un flux n'est pas envisagé. La vitesse d'avancement doit être modérée surtout au début du cordon afin d'éviter un risque de fissuration.

Un martelage des cordons peut être pratiqué mais, même sans martelage on peut obtenir des résistances à la rupture de 400 N/mm<sup>2</sup>

Le tableau ci-après donne les indications nécessaires au soudage des cupro-siliciums (diamètre de fil 1,6 mm).

### 8.6 SOUDAGE PAR RÉSISTANCE DES CUPRO-SILICIUMS

Ces alliages ont une conductivité électrique analogue à celle de l'acier doux et parfois même inférieure. Ils se soudent par résistance aussi facilement que les aciers et avec les mêmes réglages. La seule précaution est d'éliminer avant de souder, par brossage ou meulage, sur les deux faces, la couche d'oxyde qui recouvre les pièces.

Epaisseur (mm)	Type de joint	Vit. fil (m/mn)	Nbre de passes	Courant (A)	Tension à l'arc (V)
6	bords droits écart.	5,50	1	300	26
6	chanfrein V à 60°	5,50	1	300	26
6	en té	5,50	1 de chaque côté	320	27
10	V à 60° talon 3 mm	5,50	2*	300	26
12	V à 75° talon 5 mm	5,50	2-3*	300-350	27
12	X à 60° talon 1,5 mm	5,50	2*	310	27

\* Eliminer soigneusement entre passes la couche d'oxyde qui a pu se former malgré la protection d'argon.