

SOUDAGE DES BRONZES A L'ÉTAIN

6.1 SOUDAGE DES BRONZES AU CHALUMEAU

Les bronzes, surtout ceux à forte proportion d'étain, se soudent très difficilement au chalumeau. Si l'on adopte un réglage de flamme normal ou réducteur, le métal fondu aura tendance à absorber des gaz comme l'hydrogène ou la vapeur d'eau. Ces gaz ressortent lors de la solidification en provoquant des cavités. En outre, il peut se produire des réactions chimiques entre le phosphore et la vapeur d'eau avec libération d'hydrogène, d'où porosités.

Si, en revanche, on adopte une flamme oxydante, il se forme des oxydes de cuivre et d'étain (de plomb également lorsque ce constituant est présent). Le phosphore est partiellement éliminé. Ces oxydes sont difficiles à éliminer et abaissent sensiblement la résistance mécanique du joint.

Les spécialistes recommandent malgré cela la flamme oxydante. Les très bons opérateurs arrivent à l'aide d'un réglage minutieux de la flamme à des résultats acceptables.

La préparation des joints et les flux sont les mêmes que pour le cuivre et le laiton. Les baguettes d'apport devront contenir un peu plus de phosphore que le métal de base. La source de chaleur doit être appliquée localement et on opérera rapidement tant pour le soudage que pour le refroidissement, afin d'éviter les criques consécutives à la retassure ou au retrait.

Plus la teneur en cuivre d'un bronze est élevée, plus le soudage s'approchera de celui du cuivre désoxydé ; le soudage en sera d'autant plus facile.

6.2 SOUDAGE A L'ARC DES BRONZES

Le soudage des bronzes, surtout si la proportion d'étain dépasse 6 %, est toujours assez délicat car ces alliages se fissurent facilement au cours de l'opération lorsque celle-ci n'est pas conduite selon les règles.

Les métaux d'apport les plus usuels sont les bronzes à 4-6 % d'étain et les bronzes à 7-9 % Sn. Dans les deux cas la teneur en phosphore varie de 0,10 à 0,35 % et le plomb ne doit pas dépasser 0,01 %.

Pour les épaisseurs de 4 à 20 mm, les bords sont chanfreinés en V à 60-70° si l'on soude sous argon et en V à 90° si l'on soude avec électrode enrobée. Un préchauffage (à 200 °C) n'est nécessaire que dans ce dernier cas. A partir de l'épaisseur de 20 mm, on soudera sur chanfrein en X.

On évite de souder les bronzes contenant du zinc et du plomb.

6.2.1 Soudage à l'arc avec électrode enrobée

Les électrodes ont la composition ci-dessus. Elles sont fondues en courant continu et polarité positive. Il est recommandé de déposer des cordons étroits que l'on peut marteler à chaud pour obtenir une structure à grains fins. Si un bon allongement à la rupture est désiré, on pourra faire un recuit à 480°C suivi d'un refroidissement accéléré. L'élimination du laitier entre chaque passe doit être très poussée.

Les courants et tensions à l'arc à adopter sont indiqués ci-après selon le diamètre de l'électrode :

Diamètre (mm)	2,5	3,2	4	5	6,4	10
Courant (A)	60-100	80-160	100-200	120-300	290	400
Tension (V)	20-22	22-26	24-28	24-28	28-30	28-32

Ce procédé présente l'avantage de localiser la chaleur de sorte que l'absorption des gaz et la formation de contraintes internes restent peu importantes.

Les bronzes de fonderie qui sont riches en étain ne se soudent pas facilement. On procède alors par petits dépôts de métal que l'on martèle aussitôt.

dage par court-circuit est toutefois préféré pour souder à la verticale ou au plafond. L'emploi du courant pulsé est également avantageux.

Dès que l'on dépasse 10 mm d'épaisseur, il est bon que le soudeur dispose d'un pistolet refroidi.

Les éléments de réglage sont indiqués sur le tableau ci-après :

Epaisseur (mm)	Forme de joint	Ecartement (mm)	∅ fil (mm)	Tension à l'arc (V)	Courant (A)
1,5	bords droits	1	0,8	25	130-140
3	bords droits	2,5	0,8-1	26	150
6	en V	1,5	1	27	175
12	en V	2,5	1,6	30	320
25	en X	2,5	2,4	34	450

6.2.2 Soudage TIG des bronzes

Le procédé est peu employé si ce n'est pour la réparation des pièces moulées ou pour le rechargement. On utilise, de préférence, les électrodes en tungstène thorié alimentées soit en courant continu et polarité négative, soit en courant alternatif avec courant HF superposé. Le débit d'argon est de 7 à 8 litres par minute.

6.2.3 Soudage MIG des bronzes

C'est le procédé le plus généralement utilisé pour souder les bronzes à l'étain jusqu'à la teneur de 8%. Au-delà et jusqu'à 13%, le soudage MIG est encore possible mais son application devient difficile.

On opère sous argon au débit de 20 litres par minute en courant continu et polarité positive. Le fil-électrode est de l'une des nuances indiquées en 6.2. Le métal est déposé par cordons étroits, sans balancement, par conséquent avec transfert par pulvérisation. Le sou-

6.3 SOUDAGE PAR RÉSISTANCE DES BRONZES

Cette méthode convient bien aux bronzes puisque leur conductivité est faible. La résistance mécanique d'une soudure par points, dépasse couramment 150 N/mm². Notons que le métal peut avoir tendance à coller aux électrodes, si la teneur en phosphore est élevée. Les pointes d'électrodes et les pièces doivent être parfaitement propres.

Les soudures par résistance offrent l'avantage pour les bronzes corroyés de limiter l'action de l'échauffement à une très petite zone autour du point.

Les fils et baguettes en bronze au phosphore peuvent être aboutés par rapprochement avec une densité de courant supérieure d'environ 25% à celle adoptée pour l'acier de même diamètre.