

SOUDEGE DES LAITONS ET DES MAILLECHORTS

5.1 SOUDABILITÉ DES LAITONS

Les laitons forment une classe d'alliages Cu-Zn très étendue. La proportion de Zn varie, en effet, de 5 à 45 % et des additions de plomb (1 à 3 %), d'aluminium (2 %) d'étain (1 %) ou de manganèse peuvent figurer dans la composition. Cette diversité se traduit par des comportements très différents en soudage. C'est ainsi que la présence de plomb compromet sérieusement la soudabilité.

La conductivité thermique qui conditionne la température de préchauffage et dont les paramètres de soudage dépendent pour une grande part, varie avec la proportion de zinc mais de façon irrégulière. De 20 à 36 % de zinc (phase alpha) la conductivité diminue à mesure que la proportion de zinc augmente. Les caractéristiques mécaniques, y compris la dureté et la ductilité augmentent régulièrement. Lorsque l'on est en présence de laiton à phases α et β , c'est-à-dire ayant des proportions de zinc de 36 à 45 %, la ductilité à froid diminue, mais elle augmente à chaud.

5.2 SOUDAGE DES LAITONS AU CHALUMEAU

5.2.1 Préparation des joints

La préparation des joints sur laiton est la même que sur cuivre. Jusqu'à 3 mm d'épaisseur on soude sur bords droits tandis qu'au-dessus de 3 mm, on soude sur chanfrein à 80°. Le chanfrein en X ne s'emploie qu'au-dessus de 20 mm.

Les bords ayant été soigneusement grattés, on effectue un pointage, les points étant espacés de 30 fois l'épaisseur. Un planage à froid pour un alliage premier titre (33 % Zn) ou à chaud pour un alliage deuxième titre (40 % Zn) est recommandé après pointage.

Si les pièces à souder sont en laiton écroui, il y a avantage à libérer les tensions par un recuit à 260 °C pendant 30 minutes à 1 heure.

5.2.2 Métal d'apport et flux

Pour souder les laitons riches en cuivre (80 % ou plus) il est courant d'utiliser des baguettes de cupro-silicium afin de diminuer la volatilisation du zinc. Pour les autres laitons, on emploie des baguettes de composition voisine de celle du métal de base mais avec une teneur en zinc légèrement plus élevée (de 2 à 3 %) afin de compenser les pertes en zinc en cours de soudage. Une addition de Si est également recommandée (1,5 % le plus souvent).

Le flux employé est du type borax-acide borique dosé de façon que sa température de fusion soit inférieure de 50 °C au moins à celle du métal de base.

5.2.3 Réglage de la flamme

Le soudage du laiton nécessite une flamme oxydante mais sans exagération, dans laquelle la proportion oxygène/acétylène dépend de la teneur en zinc du laiton et peut atteindre au maximum 2/1.

Ce réglage étant important, il est conseillé de faire un essai préalable sur un petit échantillon que l'on fait fondre avec une flamme réglée d'abord normale. Cette fusion s'accompagne d'un dégagement de vapeurs blanches d'oxyde de zinc. On réduit progressivement le débit d'acétylène jusqu'à ce que les vapeurs blanches disparaissent (ou presque). On pourra vérifier alors que le métal déposé ne présente plus de traces de porosités.

On peut également se guider sur la longueur du dard de la flamme qui doit être plus court que celui d'une flamme normale jusqu'à n'en être plus que la moitié pour souder le laiton à 40 % de Zn.

Si la durée du soudage doit se prolonger, l'opérateur devra porter un masque. Une aspiration des fumées pourra être prévue.

5.2.4 Mode opératoire

Le préchauffage et les chaudes intermédiaires sont souvent utiles si l'on a à souder de fortes épaisseurs ou des laitons riches en cuivre. Un bon positionnement est recommandé, comme pour le cuivre. Si l'écartement est important, une latte support rainurée sera prévue.

On soude à gauche de préférence, sans arrêt et sans retirer l'extrémité de la baguette d'apport de la flamme. Après soudage, le laitier est éliminé par brossage et lavage à l'eau chaude.

Le cordon peut alors être martelé à froid (ou à chaud pour les laitons deuxième titre) et soumis au traitement de revenu. On peut obtenir ainsi des soudures présentant une résistance à la traction de 350 N/mm² pour un allongement de 40 à 50 %.

Si le laiton utilisé contient des éléments d'alliages tels que l'aluminium ou le nickel, l'emploi d'un flux spécial s'impose afin d'éviter la formation d'un film d'oxyde réfractaire. L'étain, le manganèse et le silicium, au contraire, sont sans action notable en cours de soudage.

5.3 SOUDAGE DES LAITONS A L'ARC ÉLECTRIQUE AVEC ÉLECTRODE ENROBÉE

Le procédé est relativement peu employé car, en raison de la température élevée de l'arc, les pertes de zinc par volatilisation sont à peu près inévitables. Le soudage au chalumeau (voir 5.2) ou le soudage sous argon avec électrode de tungstène (voir plus loin 5.4) sont généralement préférés.

Si la proportion de zinc ne dépasse pas 20 % on se servira d'électrode en bronze au phosphore ou en cupro-silicium. Il est recommandé de souder à plat et de prévoir un support à l'envers, subsistant ou non. Si le support est du type non subsistant, il sera, de préférence en graphite et creusé d'une large rainure. Un préchauffage et des chauffages entre passes atteignant 260 °C sont recommandés si l'électrode utilisée est du type Cu-Si et une température moindre si l'électrode est en bronze au phosphore.

Le soudage des laitons comportant des proportions de zinc supérieures à 20 % s'effectue de façon analogue, toutefois l'électrode pourra être en cupro-aluminium ou en cupro-silicium. Le préchauffage sera un peu plus poussé et pourra atteindre 360 °C. Si l'électrode est en Cu-Al, le soudeur évitera de chauffer trop les bords du joint avec son arc car le laiton fond à une température plus basse que l'électrode.

Les électrodes sont fondues en courant continu et polarité positive.

5.4 SOUDAGE TIG DES LAITONS

De tous les procédés de soudage des laitons, le soudage TIG est celui qui donne les meilleurs résultats surtout pour les petites et moyennes épaisseurs. Il peut même être utilisé pour réparer des pièces.

Dans le soudage des alliages riches en cuivre (80 % et au-dessus) on se sert de baguettes d'apport en cupro-silicium ou en bronze à l'étain, les petites épaisseurs pouvant toute-

fois être soudées sans apport. L'arc est amorcé et maintenu sur la baguette, les bords des pièces n'étant chauffées que par le contact du métal fondu afin de limiter les pertes en zinc. Les chanfreins doivent être assez ouverts (jusqu'à 90°) pour que le maniement de la torche reste facile. On emploie le courant alternatif aussi bien que le courant continu.

Le préchauffage (100 à 300 °C) n'est utile que pour les fortes épaisseurs, son rôle étant surtout de permettre une économie de courant.

Les laitons à plus forte proportion de zinc se soudent selon la même technique mais avec des baguettes d'apport en cupro-silicium ou, pour les teneurs en zinc les plus élevées, en cupro-aluminium. Celui-ci présente toutefois l'inconvénient de dégager plus de fumées. On a avantage à souder les fortes épaisseurs en position montante à deux opérateurs.

Le laiton à l'aluminium, employé principalement en construction navale, se soude parfois au moyen d'un fil de cupro-nickel (Ni 30 %) comportant une addition de fer.

Le gaz de protection le plus employé est l'argon, mais un mélange argon-hélium peut avoir son intérêt en donnant un arc plus chaud.

5.5 SOUDAGE MIG DES LAITONS

Les épaisseurs moyennes ou fortes de laiton (supérieures à 6 ou 8 mm) peuvent être soudées selon le procédé MIG. Il est moins facile, toutefois, qu'avec le procédé TIG, d'éviter les pertes de zinc et les fumées blanches qu'elles provoquent.

Comme métal d'apport, on utilise dans le cas des laitons riches en cuivre, des fils-électrodes en cupro-silicium ou en bronze à l'étain ces derniers ayant l'avantage de déposer un métal de même couleur que le métal de base. Les laitons à plus forte teneur en zinc (plus de 20 %) se soudent également avec des fils de cupro-silicium ou parfois avec des fils de cupro-aluminium. Le préchauffage n'est pas indispensable ; on le pratique surtout pour diminuer le dégagement de fumées de zinc.

5.6 SOUDAGE DES LAITONS ET DES MAILLECHORTS PAR RÉSTANCE

5.6.1 Soudage en bout

Les laitons ne se soudent pas en bout par étincelage, en raison de la volatilisation du zinc dans la zone de soudure. Par contre et au prix de certaines précautions, le soudage en bout par rapprochement des fils de laiton peut donner de bons résultats.

5.6.2 Soudage par points

Pour ce genre de soudage, l'énergie dépensée pour chaque point doit être dosée avec précision. Aussi recommande-t-on l'emploi de machines à ignitrons.

Les alliages contenant plus de 80 % de cuivre sont difficiles à souder par points à cause de leur conductivité élevée. Les autres laitons à plus basses teneurs en cuivre peuvent être soudés par points. Le tableau IV donne quelques renseignements utiles sur l'ordre de grandeur des différents paramètres intervenant dans le soudage par points de laitons 60/40 sans plomb.

Tableau IV

**CONDITIONS TYPES POUR SOUDAGE
PAR POINTS DE TOLES DE LAITON 60/40
EXEMPT DE PLOMB SUR MACHINE
A AIR COMPRIMÉ DE 75 kVA**

| Epaisseur | Pression de soudage | Temps de soudage | Intensité du courant (environ) |
|-----------|---------------------|------------------|--------------------------------|
| mm | daN | s | A |
| 0,4 | 90 | 0,1 | 10 000 |
| 0,8 | 140 | 0,1 | 15 000 |
| 1,2 | 160 | 0,2 | 15 000 |
| 1,6 | 180 | 0,3 | 17 500 |
| 2 | 205 | 0,4 | 17 500 |

(Ces résultats ont été obtenus avec des électrodes écrouies à haute conductivité avec pointes d'un rayon de 50 mm.)

Les pointes d'électrodes doivent être maintenues en excellent état. Un simple limage ne

suffit pas et on ne peut effectuer qu'un nombre restreint de points sans rectifier les pointes. On arrive à atteindre des résistances à l'arrachement de 200 N/mm². Si la soudure est saine, la rupture se produira toujours en dehors du point.

5.6.3 Soudage des maillechorts

Ces alliages ont une conductivité électrique faible de sorte que leur soudage par résistance est facile. Il est recommandé de souder dans des temps très courts avec une puissance supérieure de 25 à 50 % à celle utilisée pour un acier doux de même épaisseur et une force aux électrodes modérée. Les machines les mieux adaptées sont celles qui sont munies d'interrupteurs synchrones et dont la tête de soudage présente une faible inertie.

5.7 SOUDAGE DES LAITONS PAR PROCÉDÉS SPÉCIAUX

Comme le cuivre, le laiton et le maillechort se soudent bien par **ultrasons**. Cette technique n'a pas reçu beaucoup d'applications sauf dans l'industrie horlogère et dans celle des relais électriques.

Les laitons et maillechorts se soudent également bien par **friction** et dans des temps très courts.

Les autres procédés n'ont pas encore dépassé le stade des essais.