

Principaux procédés utilisés en soudure:

Soudure par fusion réalisée:

Soit au chalumeau oxy-acétylénique

Soit à l'arc électrique

Soudure par pression réalisée:

par points ou par rapprochement, dont le principe s'appuie sur la loi de joule. Les pièces sont mises en contact et l'on fait circuler ~~entre~~ elles un courant intense de faible tension. Les pièces s'échauffent puisqu'elles offrent une résistance au passage du courant et il suffit de réaliser sur les pièces une pression qui réalise le soudage.

SOUDURE AUTOGENE

Opération de "FUSION" localisée de 2 pièces de même nature de métal en vue d'assurer leur liaison grâce à un métal d'apport de composition identique ou très voisine. Ce métal est apporté à l'état liquide à l'aide:

- d'une électrode enrobée + Arc électrique
- du chalumeau oxy-acétylénique.

SOUDURE HETEROGENE

Consiste à unir 2 pièces de nature semblable ou différente sans en porter les bords à fusion, avec du métal d'apport différent du métal de base. Dans ce type de soudure distinguer la soudure forte et tendre

Soudure forte, exemple le "soudo-BRASAGE" ou le métal d'apport ~~généralement~~ alliage cuivre-zinc ayant un point de fusion plus bas que les pièces à unir. Convient pour les pièces en fonte.

Soudure tendre, exemple le "BRASAGE" ou le métal d'apport est très fluide et à l'état liquide "L'ETAIN" alliage étain-plomb. La température de fusion est inférieure à celle des alliages de soudo-brasure. Convient pour les travaux de plomberie et ferblanterie.

Principe de l'arc électrique

Si nous disposons d'un générateur de courant électrique (alternatif ou continu) et que nous relions l'une des bornes à une pièce métallique et l'autre à une tige métallique, nous constatons plusieurs phénomènes.

1° Si l'extrémité de la tige métallique est à une distance assez grande de la pièce : Aucun courant ne passera et le volt-mètre indiquera une tension élevée.

Le poste marche alors "à vide" (50 à 100 Volts).

Aucun phénomène ne se passe.

2° Si l'extrémité est en contact avec la pièce (court-circuit), l'ampèremètre A indique un très fort courant et le voltmètre une tension nulle.

3° Si on relève de quelques millimètres l'extrémité de la tige, on constate que le courant passe quand même, mais il est moins important. De plus, le voltmètre indique une tension moins importante (20-40 Volts). Le passage du courant entre la plaque et le fil s'appelle un "arc électrique".

Si la densité de courant est assez importante, sous l'effet de la chaleur (6 000° environ); la tige métallique fond et tombe en gouttelettes sur la plaque qui, elle aussi, est portée à fusion localement sous l'effet de la chaleur de l'arc.

Si on coupe le courant (en relevant la tige métallique), on constate que le métal fondu de la tige métallique est retrouvé sous forme de dépôt sur la plaque, et de plus, est intimement lié au métal de cette plaque, puisque métal en fusion de la tige et de la plaque se sont mêlés avant le refroidissement. On a ainsi réalisé une SOUDURE.

Le transfert du métal de la tige se fait sous forme de gouttelettes (10 à 20 par seconde).

La tige métallique est l'électrode. Le générateur de courant est le poste de soudage.

La plaque est la pièce à souder.

Le câble qui unit la pièce à souder et le générateur de courant est le "câble masse".

Celui qui unit le générateur à l'électrode (qui est tenu dans une pince porte-électrode) est le "câble soudage".

Il va sans dire qu'un tel générateur de courant doit avoir des caractéristiques particulières, puisque l'électrode a besoin, pour

pouvoir s'amorcer, d'une tension nettement supérieure (50 à 100 Volts à la tension de l'arc (20-40 Volts).

(voir schéma)

Principaux termes de soudage

1° Automatique Manuelle

Soudure qui s'exécute en laissant porter l'extrémité de l'électrode sur les parois du joint. Electrode qui permet cette soudure.

2° Chanfrein :

Dégagement d'ouverture variable pratiqué sur les faces en présence des pièces à souder.

3° Cordon :

Dépôt de métal obtenu en fondant une électrode se déplaçant sur une pièce.

4° Cratère :

Zone de fusion se produisant au point d'impact de l'arc électrique.

5° Déformations :

Variations du profil des pièces dues à l'effet thermique du soudage.

6° Descente (soudure) :

Soudure verticale exécutée en allant du haut vers le bas

7° Electrode:

Baguette métallique avec ou sans enrobage dont la fusion assure la liaison par soudure des pièces en présence

8° Enrobage :

Gaine de produits qui entoure l'âme métallique de l'électrode.

9° Facteur de Marche:

Rapport du temps de fusion d'électrodes par rapport au temps total de travail pour une machine à souder, pour un cycle de 5 minutes.

Exemple: un facteur de marche 60% multihoraire signifie 3 minutes de marche et 2 minutes d'arrêt pour un cycle de 5 minutes;

10° Haut Rendement (électrode a):

Electrodes spéciales à enrobage à poudre de fer dont le rendement (rapport du poids de l'âme au poids de métal déposé) dépasse 100%.

11° Laitier:

Residu ou scorie de la fusion de l'enrobage de l'électrode recouvrant le cordon après dépôt. Il doit s'éliminer facilement.

- 12° Passe:
Un des cordons constituant une soudure.
- 13° Pointage:
Opération avant soudage qui consiste à souder les pièces sur quelques millimètres de place en place afin de les brider.
- 14° Résilience:
Résistance au choc du métal.
- 15° Retrait:
Contraction progressive d'une soudure et de ses abords pendant le refroidissement.
- 16° Soudabilité:
Propriété de certains métaux d'être assemblés par fusion.
- 17° Soudure en Position:
Soudure exécutée verticalement, au plafond ou en corniche.
- 18° Talon:
Partie inférieure du chanfrein généralement moulée pour faciliter la pénétration de la première passe.
- 19° Tension à Vide:
Tension relevée aux bornes "soudure" quand l'arc n'est pas allumé.
- 20° Tension D'Arc:
Tension relevée aux bornes "soudure" pendant la soudure.
- 21° Trempe:
Traitement thermique qui entraîne une modification structurale des aciers, s'accompagnant d'un durcissement, phénomène dû généralement à une trop grande vitesse de refroidissement.

Conditions nécessaires au fonctionnement
d'une électrode enrobée

Nature du courant de soudage

Hormis les qualités propres de l'électrode ces conditions sont directement liées à la source d'énergie, c'est-à-dire au courant de soudage;

En effet pour que le soudage soit possible il est indispensable de porter à fusion à la fois:

- le métal de base,
- l'extrémité de l'électrode,

ceci grâce à l'énergie calorifique apportée par l'arc électrique.

L'établissement et le maintien de cet arc électrique sont dans le cas des électrodes enrobées directement liés aux facteurs suivants:

- A la nature du courant de soudage: alternatif ou continu.

- A la tension à vide du générateur de courant (notamment en courant alternatif)
- A l'intensité du courant débité par le générateur pendant l'opération de soudage.
- A la tension d'amorçage propre à l'électrode (notamment en courant alternatif.)
- A la polarité de l'électrode en courant continu.

La tension à vide du générateur (U_0)

est la tension en volts mesurée au secondaire lorsque le poste ne débite aucun courant; elle permet l'amorçage et la stabilité de l'arc électrique.

En courant alternatif notamment cette valeur est importante, elle doit toujours être supérieure à la tension d'amorçage de l'électrode.

La tension d'amorçage de l'électrode (U_a)

Cette valeur doit toujours être inférieure à la tension à vide du poste sinon il y a impossibilité d'amorçage.

Cette notion est surtout importante pour le soudage en courant alternatif puisqu'en courant continu la tension d'amorçage a toujours une valeur plus faible.

Elle peut varier en courant alternatif depuis 40 V pour certaines électrodes rutilées, jusqu'à 85 V pour certaines électrodes basiques e

En règle générale on peut retenir:

- Pour les électrodes rutilées des tensions d'amorçage inférieure à 55 V
- Pour les électrodes basiques des tensions d'amorçage comprises entre 65 et 75V .

Intensité de soudage

C'est l'intensité du courant mesurée en ampères, qui passe dans l'arc électrique pendant son fonctionnement et qui assure l'apport de chaleur nécessaire à la fusion du métal.

Les électrodes en soudage à l'arc

Qualités demandées à une soudure:

- Métal d'apport le plus rapproché possible du métal de base au point de vue caractéristiques mécaniques, et chimique.
- Possibilité de passage sur un courant électrique donné.
- Pureté de métal déposé. Absence de défauts
- Facilité opératoire, possibilité de souder en position.

— Rendement, vitesse de fusion économie.

Une électrode de soudure à l'arc est un fil métallique cylindrique de longueur et de diamètre définis enrobé concentriquement d'une matière complexe appelée enrobage.

L'âme est la partie métallique intérieure, conductrice du courant électrique, en fil d'acier doux pour le soudage des aciers au carbone.

L'enrobage est composé d'un liant (silice broyée, rutile ou oxyde de titane, chaux craie) et de nombreux éléments d'addition (oxydes, poudres métalliques). L'enrobage donne à l'électrode sa personnalité et joue notamment sur :

- la facilité opératoire
- les caractéristiques mécaniques du métal déposé
- la présentation des soudures

Le rôle de l'enrobage est triple :

a) Rôle électrique

Il permet l'amorçage et le maintien de l'arc (indispensable en courant alternatif). De limiter ainsi la tension à vide à 50-100 Volts

b) Rôle métallurgique

Sa fusion protège le métal d'une oxydation néfaste par l'air.

Il incorpore ensuite au métal fondu des éléments volatilisés sous l'effet de la haute température améliorant ainsi les caractéristiques mécaniques du métal déposé.

c) Rôle mécanique

L'enrobage fond par rapport à l'âme avec un certain retard ce qui produit un effet directionnel de l'arc

On voit ainsi que l'électrode enrobée joue un rôle aussi grand que celui de l'opérateur, puisque c'est d'elle que dépend surtout la forme de la soudure et la qualité du métal déposé.

(voir schémas)

— On distingue 2 types principaux d'enrobages

- Les enrobages rutilés
- Les enrobages basiques

Classification et caractéristiques des électrodes

1°/ D'après les caractéristiques mécaniques du métal qu'elles déposent.

Code de symbolisation

Essais mécaniques

Lettre

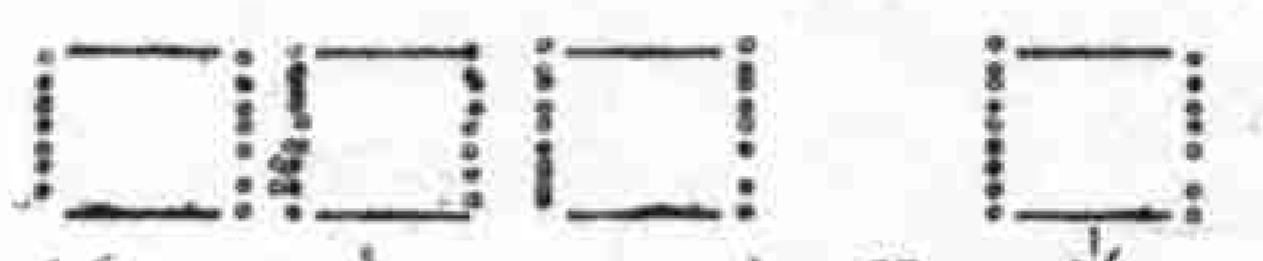
Chiffres

Chiffres

Symbole général relatif aux électrodes enrobées

E

Résistance à la traction



Allongement

Nature enrobage

Résilience

Position de Soudage

Courant de Soudage

Essais mécaniques
: : : : : : : : : : :

Symboles	Résistance traction	Allongement	Résilience
I	41 Kgf mm ²	14 %	5 Kg / cm ²
2	44	18	7
3	48	22	9
4	52	26	11
5	56	30	13
6	60		

.../...

LETTRE
: : : : : :

R.	Rutile	A.	Acide
B.	Basique	O.	Oxydant
C.	Cellulosique	V.	autres enrobages

Positions de soudage

:./;: : : : : : : : :

- I. : Toutes positions y compris verticale descendante
- 2 : Toutes positions sauf verticale descendante
- 3 : A plat, en gouttière(ou angle positionné), angle à plat
- 4 : A plat, en gouttière

Courant de soudage

: : : : : : : : :

Courant continu

Courant alternatif
tension à vide

	Courant continu	Courant alternatif tension à vide
0	+	Pas de passage
I	non spécifiée	50
2		50
3	+	50
4	non spécifiée	70
5	-	70
6	+	70
7	non spécifiée	90
8	-	90
9	+	90

2°/ D'après le type d'enrobage

RUTILE

BASIQUE

Avantages	<p>Emploi facile en toutes positions</p> <p>En alternatif tension d'amorçage inférieure à 50V.</p> <p>Utilisée pour travaux courants.</p>	<p>Joint de très bonne qualité mécanique à résistance élevée.</p> <p>Soudage, rechargement d'aciers spéciaux.</p>
Inconvénients	<p>Emploi déconseillé pour assembler des pièces soumises à un service sévère</p>	<p>Enrobage hygroscopique</p> <p>En courant alternatif tension d'amorçage égale au moins à 75V.</p>

Normalisation des dimensions

Diamètre de l'âme	1,6	2	2,5	3,16	4	5	6,3
Longueur totale	225	350 à 450					

Choix de l'électrode et de son diamètre

En principe choisir une électrode dont les propriétés du métal quelle dépose sont voisines des propriétés du métal de base. Chercher à obtenir des points homogènes; le métal déposé par soudure doit être de qualité au moins égale au métal de base.

L'électrode sera choisie en fonction des facteurs suivants

- Nature du métal de base
- Nature et possibilité du courant de soudage disponible
- Destination de l'ensemble soudé, détermination des efforts qu'il aura à subir
- Présentation des soudures.

Choix du diamètre

Il conditionne en partie la réussite du soudage, et joue fortement sur/

- la facilité opératoire (voir tableau)
- le prix de revient de la construction

(Voir tableau)

Tension nécessaire et réglage de l'intensité

La tension nécessaire pour obtenir un arc satisfaisant à l'amorçage est de 45 à 100 Volts selon la nature du courant, le type d'électrode. C'est-à-dire pendant que l'arc est maintenu de 18 à 30 Volts environ. Mais cette tension dépend des caractéristiques de l'appareil.

L'intensité varie en fonction du type de l'électrode et surtout de son diamètre; généralement elle est indiquée par le fabricant .

A titre très général on peut dire que la densité de courant par mm de diamètre de l'électrode est d'environ de 35 à 40 Ampères.

L'intensité étant le facteur qui détermine l'apport calorifique son réglage dépendra des points suivants:

- Avant tout du diamètre de l'électrode
- De l'épaisseur des tôles
- De la position de soudage

Pour le soudage en verticale montante diminuer l'intensité de 10 à 20% .

Pour le soudage en verticale descendante on augmentera l'intensité d'environ 20% .

(voir tableau)