

ISO

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

1071-1969
ISO/R 1071

RECOMMANDATION ISO R 1071

CODE POUR LA SYMBOLISATION DES ÉLECTRODES ENROBÉES
POUR LE SOUDAGE MANUEL À L'ARC DE LA FONTE

1^{ère} ÉDITION

Mai 1969

REPRODUCTION INTERDITE

Le droit de reproduction des Recommandations ISO et des Normes ISO est la propriété des Comités Membres de l'ISO. En conséquence, dans chaque pays, la reproduction de ces documents ne peut être autorisée que par l'organisation nationale de normalisation de ce pays, membre de l'ISO.

Seules les normes nationales sont valables dans leurs pays respectifs.

Imprimé en Suisse

Ce document est également édité en anglais et en russe. Il peut être obtenu auprès des organisations nationales de normalisation.

HISTORIQUE

La Recommandation ISO/R 1071, *Code pour la symbolisation des électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc de la fonte*, a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 44, *Soudure*, dont le Secrétariat est assuré par l'Association Française de Normalisation (AFNOR).

Les travaux relatifs à cette question aboutirent, en 1966, à l'adoption d'un Projet de Recommandation ISO.

En avril 1967, ce Projet de Recommandation ISO (N° 1163) fut soumis à l'enquête de tous les Comités Membres de l'ISO. Il fut approuvé, sous réserve de quelques modifications d'ordre rédactionnel, par les Comités Membres suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Grèce	Roumanie
Allemagne	Inde	Suède
Belgique	Irlande	Suisse
Canada	Israël	Tchécoslovaquie
Corée. Rép. de	Japon	Thaïlande
Danemark	Norvège	Turquie
Espagne	Pologne	U.R.S.S.
Finlande	Portugal	U.S.A.
France	R.A.U.	Yougoslavie

Deux Comités Membres se déclarèrent opposés à l'approbation du Projet :

Autriche
Royaume-Uni

Le Projet de Recommandation ISO fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en mai 1969, de l'accepter comme RECOMMANDATION ISO.

CODE POUR LA SYMBOLISATION DES ÉLECTRODES ENROBÉES POUR LE SOUDAGE MANUEL À L'ARC DE LA FONTE

1. OBJET

La présente Recommandation ISO définit un code pour la symbolisation des électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc de la fonte. Cette symbolisation tient compte de la composition chimique de l'âme des électrodes et de leur bon usage.

En outre, des descriptions complémentaires sont données pour les divers groupes d'électrodes.

NOTE. – Lorsque l'acheteur exige des propriétés spéciales, il lui est recommandé de consulter le fabricant pour obtenir des renseignements complémentaires.

2. CODE DE SYMBOLISATION

2.1 Plan général du code

Le présent code suit le plan général de symbolisation des métaux d'apport, qui prévoit quatre groupes de symboles, à savoir :

Groupe I : procédé de soudage, forme du métal d'apport, flux, gaz, etc.

Groupe II : composition ou analyse chimique.

Groupe III : propriété du métal déposé.

Groupe IV : particularités du mode opératoire.

2.2 Groupe I

Dans le cas particulier du soudage manuel à l'arc de la fonte, seules les électrodes enrobées ont été prises en considération.

Pour simplifier, seul le symbole E est utilisé. Le numéro de Recommandation ISO qui le précède permet d'identifier le type d'électrodes enrobées symbolisé, c'est-à-dire :

ISO/R ... E ...

2.3 Groupe II

Le groupe II concerne la composition chimique.

En général, le métal déposé est pris comme base de symbolisation des électrodes enrobées mais, en ce qui concerne la fonte, la composition du métal déposé n'est, en général, pas la même que celle du métal de base et aucune spécification relative à une composition chimique particulière du métal déposé n'est requise. La symbolisation a donc été basée sur la composition chimique de l'âme de l'électrode. Le groupe II donne les symboles chimiques des constituants principaux de l'âme. Lorsqu'un nombre, séparé par un tiret des symboles chimiques, est utilisé, ceci signifie que plus d'une composition chimique est possible pour une électrode ayant des constituants principaux indiqués par un symbole.

TABLEAU 1

Symbole	Type d'alliage
FeC-1	Type fonte grise
FeC-2	Type fonte grise, avec âme en acier
Fe	Type acier
NiFe	Type nickel-fer
NiCu-1 } NiCu-2 }	Type nickel-cuivre
Ni	Type nickel
CuAl	Type cuivre-aluminium
CuSn-1 } CuSn-2 }	Type cuivre-étain
Z	Autres types

NOTE. – Des descriptions détaillées et des exemples d'application sont donnés en Annexe. Le Tableau A.1 de l'Annexe donne, à titre indicatif, les compositions chimiques plus détaillées.

2.4 Groupe III

Le groupe III indique d'ordinaire les caractéristiques mécaniques. Dans le cas d'électrodes enrobées pour le soudage de la fonte, chaque type possède ses caractéristiques mécaniques particulières telles qu'elles sont indiquées dans l'Annexe. Entre les différentes marques des divers types, il n'y a pas beaucoup de différences en ce qui concerne les caractéristiques mécaniques, et, par conséquent, pour des raisons de simplification, on n'emploie pas de symbole pour le troisième groupe. Un tiret indique l'absence de symbole.

2.5 Groupe IV

Le groupe IV comprend trois symboles.

2.5.1 *Le premier symbole* définit le type d'enrobage, comme suit :

- B = basique
- G = graphite
- S = salin
- V = autres types

Ces symboles ont la signification suivante :

- B. Les électrodes du type basique ont généralement un enrobage épais contenant des quantités considérables de carbonate de calcium et d'autres carbonates basique et du spath-fluor, leur conférant, du point de vue métallurgique, un caractère basique. Elles donnent un laitier compact et peu abondant qui offre souvent un aspect typique, brun noir et brillant. Il se détache facilement et, comme il remonte très rapidement en surface, les inclusions ne sont pas à craindre avec ce type d'électrode.

Ces électrodes ont un arc modérément pénétrant, qui convient pour le soudage en toute position. On préfère généralement le courant continu et une polarité positive, mais il y existe des électrodes de ce type qui peuvent être utilisées en courant alternatif si on dispose d'une tension à vide relativement élevée.

- G. Ce symbole indique que le graphite constitue une partie importante de la composition de ce type d'enrobage. Une certaine teneur en carbonates et en ferro-alliages est souvent présente. Le laitier est noir, d'aspect floconneux et facile à enlever.
- S. Ce type d'enrobage est utilisé presque exclusivement pour des électrodes des types non ferreux et du type alliages légers. Le terme "salin" se réfère aux matières premières constituant la partie principale de l'enrobage, telles que chlorures et fluorures des métaux alcalins et alcalino-terreux, composés boraciques, titanates, carbonates, etc.

Une certaine teneur en ferro-alliages peut être souvent présente, notamment dans le cas d'électrodes de type non-ferreux (électrode de cuivre et de bronze). En général, les enrobages sont du type extrudé, mais le trempage est également largement utilisé. Généralement, les électrodes sont emballées dans des emballages scellés pour empêcher que l'enrobage n'absorbe de l'humidité.

Un nouveau séchage avant soudage est recommandé.

- V. Le symbole V est utilisé pour désigner des enrobages autres que l'un de ceux spécifiés pour les symboles B, G ou S.

2.5.2 *Le deuxième symbole* indique les positions de soudage dans lesquelles le soudage est possible.

TABLEAU 2

Symboles	Positions de soudage fondamentales
1	— toutes positions
2	— toutes positions sauf la position verticale par la méthode de soudage en descendant
3	— bout à bout à plat, en angle en gouttière, en angle à plat
4	— bout à bout à plat, en angle en gouttière

NOTE. — Lorsqu'une électrode peut être utilisée dans d'autres positions fondamentales de soudage que celles correspondant à un symbole, mais ne permet pas le soudage dans toutes les positions fondamentales correspondant au symbole d'indice immédiatement inférieur, il n'en est pas tenu compte dans la symbolisation de cette électrode.

2.5.3 *Le troisième symbole* concerne les caractéristiques d'alimentation électrique requises pour assurer des conditions de travail exemptes d'incidents tels qu'instabilité ou coupures d'arc.

La tension à vide nécessaire à l'amorçage de l'arc varie selon le diamètre de l'électrode. Il est donc nécessaire de préciser un diamètre de référence pour la symbolisation.

Le Tableau 3, ci-dessous, est applicable aux électrodes de diamètre égal ou supérieur à 2,5 mm. La fréquence présumée du courant alternatif est de 50 ou 60 Hz. La tension à vide nécessaire lorsque les électrodes sont utilisées en courant continu dépend essentiellement des caractéristiques dynamiques des appareils de soudage.

TABLEAU 3

Symbole	Courant continu Polarité recommandée**	Courant alternatif Tension à vide nominale (V)
0*	+	
1	+ ou -	50
2	-	50
3	+	50
4	+ ou -	70
5	-	70
6	+	70
7	+ ou -	90
8	-	90
9	+	90

* Symbole réservé aux électrodes utilisées exclusivement en courant continu.

** Polarité positive +
Polarité négative -

2.6 Caractéristiques auxquelles aucun symbole n'a été attribué

Lorsqu'il n'y existe aucun symbole pour une caractéristique particulière d'une électrode, la lettre X est insérée à la place du symbole.

3. EXEMPLE D'APPLICATION DU CODE

Une électrode pour le soudage manuel à l'arc de la fonte a les caractéristiques suivantes :

Ame : nickel-fer (proportions relatives des constituants 55 % et 45 % environ).

Enrobage à forte teneur en graphite, éléments stabilisateurs d'arc et fondants.

Soudage en position à plat seulement.

En courant continu, électrode positive de préférence; en cas de soudage en courant alternatif, la tension à vide sera d'au moins 75 V.

Cette électrode sera symbolisée comme suit :

ISO/R 1071 E/NiFe/ - /G49

ANNEXE

DESCRIPTIONS ET EXEMPLES D'APPLICATION DES ÉLECTRODES

FeC-1 – Ame en fonte

Description : Cette électrode est constituée par une âme en fonte ordinaire sur laquelle un enrobage épais a été appliqué pour la rendre apte au soudage à l'arc. Le métal fondu est très fluide et s'écoule facilement, recouvert par un laitier peu abondant. Ce laitier peut être facilement éliminé. La soudure est usinable, elle a une dureté Brinell d'environ 170 à 220. Les pièces de fonte à souder doivent être d'abord chanfreinées selon un angle de 60 à 90°. Le chanfrein en V comporte un talon afin d'éviter des difficultés d'alignement et de limiter les risques d'effondrement.

Il est recommandé de préchauffer les pièces de 250 à 760 °C suivant leurs dimensions et le degré d'usinabilité désiré. Les passes suivantes doivent être effectuées sans délai pour éviter le refroidissement.

Exemple d'application : Fabrication et réparation de pièces en fonte grise.

FeC-2 – Ame en acier

Description : Cette électrode comporte une âme en acier, mais le métal déposé est allié avec du carbone et du silicium provenant de l'enrobage. En général, la teneur en carbone du dépôt est plus faible et la teneur en silicium est plus forte que dans le cas d'un dépôt fait avec une électrode du type FeC-1, de sorte que le métal de la soudure a une forte tendance à se solidifier selon une structure semblable à celle de la fonte grise. Il importe de suivre les instructions des fabricants, parce qu'il existe une limite supérieure de la vitesse de solidification qu'il convient de ne pas dépasser. Le métal fondu est moins fluide et le métal de la soudure est plus résistant que celui qui est obtenu avec les électrodes du type FeC-1. Les problèmes relatifs aux contraintes de soudage et à leur limitation sont les mêmes que pour d'autres méthodes de soudage de la fonte. Le métal déposé est usinable.

Exemple d'application : Fabrication et réparation de pièces en fonte grise.

Fe – Ame en acier

Description : Cette électrode enrobée, utilisable en toutes positions, ressemble beaucoup aux électrodes du type ISO/R 635-E 5xxB1x. Le métal déposé par cette électrode n'est pas facilement usinable. La formation d'une zone fondue et dure et le risque de fissurations par suite du retrait différent de l'acier et de la fonte, rendent généralement souhaitable l'emploi de goujons pour accrocher la soudure au métal de base au-dessous de la zone de fusion.

Il est parfois nécessaire de préchauffer afin d'éviter des contraintes excessives dans d'autres parties des pièces de fonte.

Ces électrodes sont généralement utilisées avec de faibles intensités de courant, pour réduire au minimum l'effet de dilution et la fissuration du métal de base. Il est recommandé d'effectuer des passes courtes et de les marteler légèrement.

Exemple d'application : Les propriétés mécaniques du métal déposé n'étant pas très bonnes, ces électrodes sont surtout utilisées pour la réparation de fissures ou de piqûres et quelquefois aussi pour la réparation de pièces en fonte ne demandant pas d'usinage.

Ni, NiFe, NiCu – Electrodes à base de nickel

Description : Les soudures effectuées avec ces électrodes peuvent généralement être usinées. La dureté du métal déposé dépend, en grande partie, de l'importance de la dilution du métal de base. Une forte dilution peut donner lieu à une dureté de 350 Brinell. Des passes modérément épaisses, effectuées en réduisant la dilution par usage d'un courant de faible intensité et en dirigeant l'arc vers le métal déposé, ou des passes superposées, permettent d'obtenir des duretés de l'ordre de 175 à 200 Brinell. Ces électrodes ont un arc doux et stable avec transfert de métal globulaire. La pénétration est faible. Le métal déposé mouille bien la fonte, ce qui assure une bonne liaison. Le laitier à l'état liquide est fluide et peu abondant. Le laitier solidifié est généralement facile à enlever. La couleur du dépôt correspond bien à celle de la fonte. Cependant, la couleur des dépôts obtenus avec les électrodes des types NiFe et NiCu diffère moins de celle de la fonte que la couleur des dépôts obtenus avec les électrodes du type Ni. Le choix entre ces électrodes est à faire en tenant compte de la couleur des dépôts et des caractéristiques mécaniques, mais les différences sont faibles.

Ni : On peut obtenir de bonnes soudures sur des pièces de fonte de petite et moyenne dimension et si les contraintes de soudage engendrées ne sont pas excessives ou lorsque la teneur en phosphore de la fonte n'est pas trop élevée.

NiFe : Les pièces de fonte ayant une teneur en phosphore supérieure à la normale (environ 0,20 %) sont plus faciles à souder au moyen de ces électrodes. Etant donné la résistance à la traction plus élevée et la ductilité de l'alliage nickel-fer déposé, des soudures satisfaisantes peuvent être obtenues sur des pièces épaisses ou fortement sollicitées. Ces mêmes caractéristiques permettent également de souder de façon satisfaisante des fontes à forte résistance et des fontes mécaniques.

NiCu : Ces électrodes sont utilisées dans plusieurs cas similaires à ceux pour lesquels les électrodes Ni et NiFe sont employées. On peut les trouver plus avantageuses en ce qui concerne la coloration, un dégagement de chaleur un peu plus faible et une moindre sensibilité aux impuretés de la fonte, mais pour ce qui est de la ductilité et de la résistance à la fissuration, ces électrodes sont généralement un peu inférieures aux autres électrodes à base de nickel. Il est difficile d'obtenir des soudures à passes multiples exemptes de fissures.

Exemples d'application : Assemblage ou réparation de pièces en fonte grise de petite et moyenne dimension, soudage de la fonte à d'autres métaux ferreux et non-ferreux.

Soudage de fontes à graphite sphéroïdal.

CuSn – Electrodes du type cuivre-étain

Description : Ce groupe concerne les électrodes déposant des bronzes à l'étain. Le métal fondu possède des propriétés mécaniques relativement bonnes avec un allongement d'environ 25 % et une dureté Brinell de 70 à 140. Le métal déposé conserve sa ténacité aux températures au-dessous de zéro et n'est pas magnétique. Il n'est pas résistant au fluage. La température de fusion du métal est de 900 à 1050 °C. L'apport de chaleur plus faible réduit le risque de fissuration dans la zone de fusion, parce qu'il se forme moins de fonte blanche, dure et fragile dans cette zone critique.

L'utilisation d'électrodes de ce type pour le soudage de la fonte grise ne peut être recommandé que jusqu'à un certain point. Bien que la dureté du métal déposé à l'état pur soit au-dessous de 140 Brinell, l'usinage des soudures sur fonte peut être rendu difficile par la présence de particules de fer isolées dans le métal fondu.

Les électrodes CuSn-1, CuSn-2 ne diffèrent que par leur teneur en étain. La plus forte teneur en étain du type CuSn-2 a pour effet de donner au métal déposé une plus grande dureté, une plus grande résistance à la traction et une plus grande limite élastique.

Pour le soudage avec ces électrodes, il est conseillé de prévoir de larges chanfreins, de nettoyer soigneusement les bords à assembler pour les débarrasser de toutes traces d'humidité, de graisse, d'huiles et de crasse, de réchauffer les pièces à une température comprise entre 150 et 200 °C, d'utiliser l'intensité de courant la plus faible compatible avec une bonne fusion, de souder à grande vitesse sans balancement, pour réduire au minimum la dilution du métal de base.

Après soudage, la pièce doit être refroidie lentement, afin d'obtenir les meilleures propriétés du métal fondu. Une grande partie des contraintes de retrait se développe au cours du refroidissement, avant que le métal de la soudure n'atteigne 300 °C. Le dépôt d'alliage à base de cuivre ayant de bonnes caractéristiques plastiques, il en résulte de plus faibles contraintes résiduelles et les risques de fissuration sont considérablement réduits.

Le métal fondu a la couleur du bronze.

Exemples d'application : Assemblage et réparation de pièces en fonte grise, lorsqu'il y a un grand danger de contraintes et de fissuration due à la chaleur. Rechargement de surfaces portantes et de surface devant résister à la corrosion.

CuAl - Electrodes cuivre-aluminium

Description : En général, on peut faire au sujet des électrodes CuAl les mêmes remarques qu'au sujet des électrodes CuSn. La résistance à la traction et la limite d'élasticité du métal déposé sont presque le double de celles des dépôts au cuivre-étain, et sa ductilité est relativement élevée. Le métal déposé garde également sa ténacité à des températures au-dessous de zéro mais, à la différence du type précédent, les soudures résistent au fluage jusqu'à une température de 250 °C. Le métal déposé est amagnétique.

La soudure a une coloration jaune-or.

Exemples d'application : Ils sont les mêmes que celles des types CuSn mais ces électrodes conviennent mieux pour l'assemblage de pièces en fonte à haute résistance ainsi que pour le rechargement de surfaces devant résister à l'usure.
