

L'intensité du courant au soudage à matière ajoutée

Gabriel-Marcel Neniță, Victor Belcin

Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați, Str. Domnească nr.47, Galați
e-mail: gabriel.nenita@ugal.ro

Résumé

La jointure électrique par pression en points des matériaux qui ne permettent pas d'obtenir des points communs peut se réaliser par le brasage. La jointure brasée électriquement par pression en points s'obtient en suivant les mêmes étapes que pour le soudage électrique par pression en points, à la seule différence qu'entre les composantes à joindre on introduit le matériel à ajouter, respectivement l'alliage à braser.

Cet ouvrage se propose de mettre en évidence la manière dans laquelle est influencée la valeur de l'intensité du courant au brasage électrique par pression en points par les valeurs des différents paramètres qui interviennent pendant le parcours du processus.

Mots clés: l'intensité du courant, brasage, points.

L'intensité du courant au brasage

Compte tenu de la chaleur dégagée par l'effet Joule au passage du courant par le circuit de brasage et de la chaleur nécessaire au chauffage des composantes du brasage on peut faire le bilan énergétique du processus de brasage.

Pour un calcul estimatif, on peut considérer que l'intensité du courant de brasage reste constante durant tout le processus, t_i , de sorte que l'expression du bilan énergétique puisse être de la forme suivante :

$$Q = KR_i I_i^2 t_i = \Sigma Q_i \quad (1)$$

Ayant données les valeurs des résistances qui participent au dégagement de chaleur de même que le nécessaire de chaleur pour le chauffage des composantes au processus de brasage, on peut écrire une relation de la forme :

$$I_i = \sqrt{\frac{\Sigma Q_i}{KR_i t}} \quad (2)$$

Le nécessaire de chaleur pour le chauffage en vue du brasage est :

$$\Sigma Q_i = \frac{25\pi s \Delta \Theta}{4} \left[\delta \rho_{m1} \left(c_1 + \frac{\lambda_1}{\Delta \Theta} \right) + \left[2s + \frac{4X_1}{25} (5\sqrt{s} + X_1) \right] \rho_{m2} c_2 + \frac{1}{2} K_{ge} X_2 \rho_{m3} c_3 \right] \quad (3)$$

et la résistance totale parcourue par le courant pour assurer le brasage est :

$$R_t = 2 \left\{ K_{13} F^{-\kappa_{13}} + K_{35} F^{-\kappa_{35}} + \frac{1 + \alpha \Theta_m}{25\pi} \left[2K_1 K_2 \rho_{0b} \left(1 + \sqrt{\frac{i}{\delta}} \right) + \rho_{0a} \frac{\delta}{s} \left(1 + \frac{i^2}{\delta^2} \right) \right] \right\} \quad (4)$$

Avec ces dates, résulte que pour le développement dans de bonne condition du processus de brasage, le courant doit avoir la valeur issue de la relation suivante :

$$I_l = \sqrt{\frac{25\pi s \Delta \Theta \left\{ \frac{\delta}{10^3} \rho_{m1} \left(c_1 + \frac{\lambda_1}{\Delta \Theta} \right) + \left[\frac{2s}{10^3} + \frac{4 \cdot 10^3 X_1}{25\pi} \left(\frac{5\sqrt{s}}{10^3} + X_1 \right) \right] \rho_{m2} c_2 + \frac{1}{2} K_{ge} X_2 \rho_{m3} c_3 \right\}}{8Kt \left\{ K_{13} F^{-\chi_{13}} + K_{35} F^{-\chi_{35}} + \frac{1 + \alpha \Theta_m}{25\pi} \left[2K_1 K_2 \rho_{0b} \left(1 + \sqrt{\frac{i}{\delta}} \right) + \rho_{0a} \frac{\delta}{s} \left(1 + \frac{i^2}{\delta^2} \right) \right] \right\}}} \quad (5)$$

Vu l'expression de l'intensité du courant de brasage il résulte que la dimension de celle-ci est influencée d'une multitude de paramètres dont quelques-uns sont liés au processus même de brasage, d'autres étant liés du matériel de base, ceux-ci ne pouvant pas être modifiées ou bien liés de matière ajoutée sur lesquels on peut intervenir au cas échéant.

L'influence du temps de brasage sur l'intensité du courant de brasage

Le temps de brasage est en fait l'un des principaux paramètres technologiques du processus de brasage, son choix ayant une grande importance en ce qui concerne la productivité.

Il est attendu l'agrandissement de la durée de maintenance du courant avec l'épaisseur des composantes, mais ce phénomène a une influence aussi sur la grandeur de l'intensité du courant au cas où l'épaisseur reste constante, en déterminant la caractéristique du régime de travail : dur ou doux.

En considérant le processus de brasage où la force de poussée reste constante à la valeur de 2500N, le brasage peut se réaliser entre des composantes d'acier doux de différentes épaisseurs, en utilisant comme matériel supplémentaire le cuivre d'épaisseur initiale $\delta = 0,5 \text{ mm}$, remplissant une écart de $i = 0,2 \text{ mm}$.

La variation de l'intensité du courant fonction de la durée du travail, dans les conditions ci-dessus, a l'aspect présenté dans la figure 1.

On voit la baisse de plus en plus accentuée de l'intensité du courant nécessaire au brasage des composantes d'une telle épaisseur en même temps que l'agrandissement de plus en plus fort de la durée du temps de travail imposé.

Du diagramme, résulte aussi que le brasage par régimes durs nécessite des courants ayant de intensité qui dépassent 10 kA même pour des épaisseurs de 0,5 mm. Pour des variations très petites, d'ordre des dizaines de secondes on enregistre des variations de milliers d'ampères pour l'intensité du courant de brasage ce qui impose des instruments très précis pour régler ces paramètres.

Le brasage en régime doux nécessite des courants assez grands mais une croissance considérable du temps de brasage conduit à la baisse relativement réduite de l'intensité du courant de brasage. D'ici, une relative légèreté à établir les paramètres du travail dans le brasage des composantes d'une épaisseur quelconque.

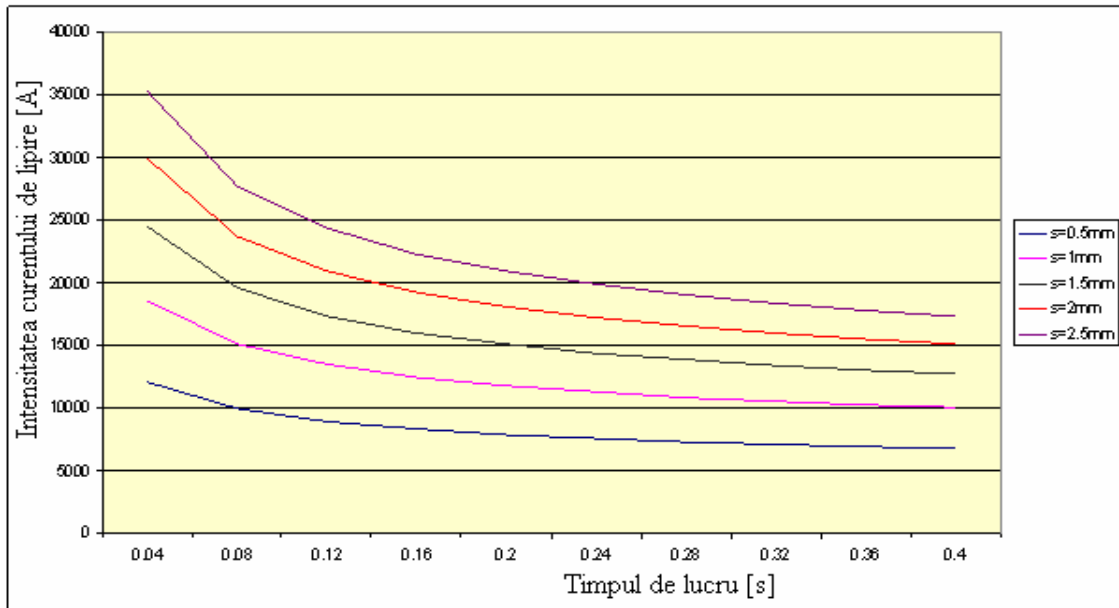


Fig.1. La variation de l'intensité du courant fonction du temps imposé au brasage, pour $F=2500N$

L'influence de l'épaisseur des plaques sur l'intensité du courant de brasage

Au cas où l'on fait le brasage des éléments en acier doux d'épaisseurs différentes en utilisant le même matériel d'appui et les mêmes conditions d'espace interstitiel, dans un temps de brasage préétabli, en gardant la force de poussée à la valeur de 2500 N on obtient la variation de l'intensité du courant présentée dans la figure 2.

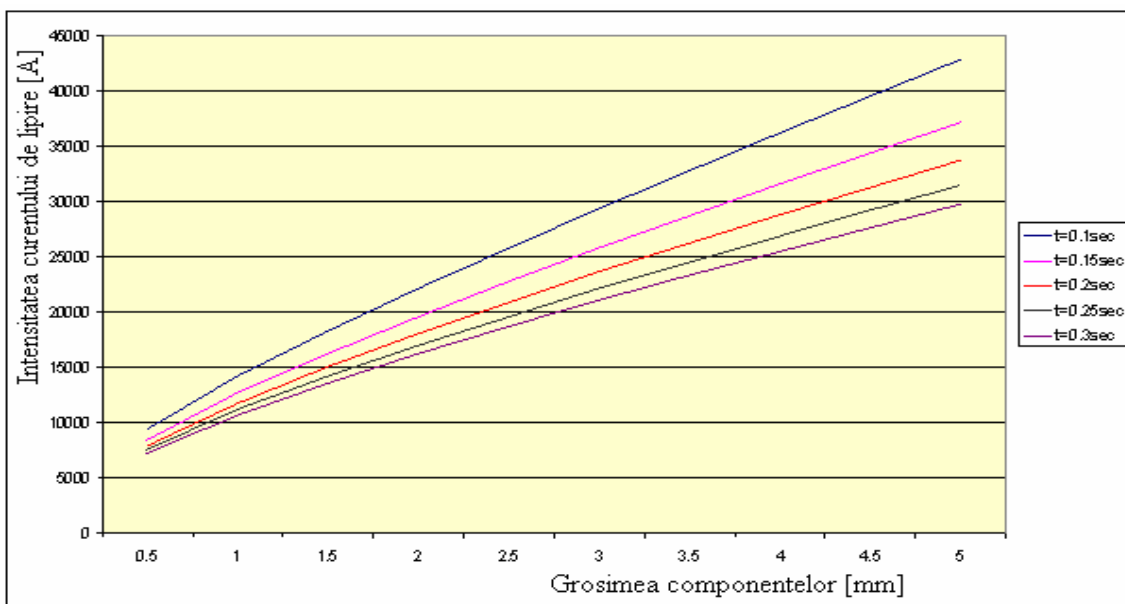


Fig. 2. La variation de l'intensité du courant fonction d'épaisseur de composants, pour $F=2500N$

On constate que, vu le développement du processus de brasage dans un temps de travail limité, il résulte une croissance de l'intensité du courant avec la croissance de l'épaisseur.

On peut voir aussi que la croissance de l'intensité du courant de brasage vis-à-vis de la croissance des dimensions des composantes à la braser est beaucoup plus atténuée par rapport à la croissance du temps de travail.

L'intervalle des valeurs dans lesquels s'encadre l'intensité du courant de brasage est d'autant plus grand que l'épaisseur des composantes est plus grande elle aussi.

Le choix de l'intensité du courant de brasage

Pour réaliser le brasage des deux composantes de matériaux ayant des caractéristiques physiques et des dimensions connues, tout en utilisant une alliage de brasage de caractéristiques et dimensions connues, au travail on peut actionner seulement sur les paramètres :

- Force de poussée ;
- Temps de travail ;
- L'intensité du courant de brasage ;
- L'épaisseur du brasage en alliage.

De la relation 5, on voit clairement ce qu'une fois établies les valeurs de la force de poussée et celle du temps de travail, on peut déterminer par calcul la valeur nécessaire à l'intensité du courant de brasage.

D'habitude, on peut considérer la force de poussée constante, le matériel à ajouter le même, il reste à établir le type du régime de brasage (dur ou doux) et aussi la valeur de l'intensité du courant de brasage.

Compte tenu de la variation de l'intensité du courant de brasage par rapport au temps de travail, voir la figure 1, il nous résulte l'importance du choix de la valeur de l'intensité du courant de brasage de sorte qu'on obtienne de bons résultats avec un minimum de consommation d'énergie.

C'est ainsi qu'en observant le mode de variation de l'intensité du courant de brasage en fonction du paramètre fixe comme grandeur qui est l'épaisseur des composantes à braser, on peut choisir un temps de travail convenable qui puisse permettre la réalisation du brasage avec un courant d'intensité acceptable qui peut être assurée par l'outillage existant.

On voit bien ce que le brasage des deux composantes d'une épaisseur donnée peut être réalisée en régime dur de même qu'au régime doux, en précisant qu'à mesure de la croissance de l'épaisseur, la différence entre les intensités nécessaires au processus dans les deux variantes connaît une croissance significative.

L'estimation de la valeur de l'intensité du courant de brasage

L'expression 5 permet de déterminer par calcul la valeur de l'intensité du courant de brasage fonction des caractéristiques physiques et dimensionnelles de matériaux qui entre dans le processus, composantes à braser de même que brasage en alliage.

De par les figures présentées on voit clairement ce que la valeur de l'intensité du courant de brasage baisse avec la croissance du temps de travail et s'agrandit avec la croissance de l'épaisseur des composantes à braser.

Dans les conditions où ils s'agit d'un compte donné matériel de base - brasage en alliage, en cas acier doux - cuivre, tout en considérant l'épaisseur initiale et finale de brasage en alliage indépendantes à celles des composantes à braser, il est utile de déterminer rapidement la valeur de l'intensité du courant de brasage fonction des caractéristiques dimensionnelles du matériel de base et aussi de la durée du processus de brasage.

Au cas du soudage électrique par points, quelques auteurs [1] recommandent pour déterminer de l'intensité du courant pour soudage par points des étoiles en acier doux, une relation empirique de la forme :

$$I_s = 6500s \quad [A] \quad (6)$$

qui prend pas en compte l'influence du temps de soudage.

Pour un calcul estimatif de l'intensité du courant de brasage, qui devra tenir compte de l'influence de l'épaisseur des composants et aussi de celle du temps de travail on propose la relation 7.

$$I = 5100 \cdot (1 + s) \cdot \left(1 + \frac{10}{t^2}\right) \quad [A] \quad (7)$$

dans laquelle:

s – est l'épaisseur des composants à braser, en mm ;

t – le temps de travail, en 1 / 50 s.

Dans la figure 3 on présente par comparaison les courbes de variation de l'intensité du courant de brasage avec l'épaisseur de composants à braser, déterminées à l'aide des deux relation.

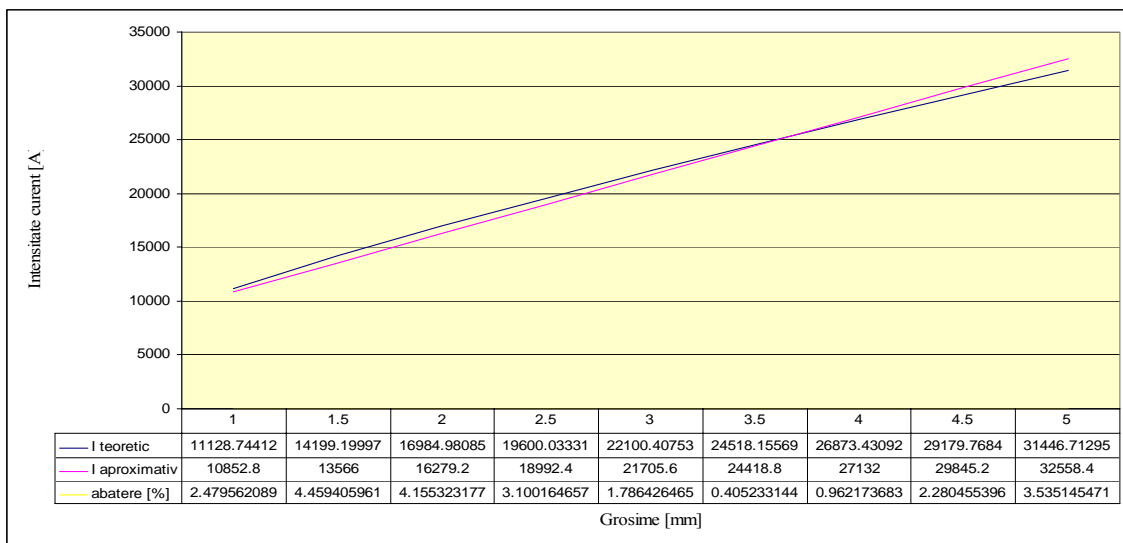


Fig. 3. L'intensité du courant de brasage déterminée en deux variantes, pour $t = 0.25s$

On voit que l'utilisation de la relation empirique 7, assez simple pour permettre un calcul rapide, on obtient des valeurs de l'intensité du courant de brasage proches à celles obtenues par le calcul à l'aide de la relation établie en théorie et dont la complexité est évidente.

On constate un rapprochement significatif des valeurs de l'intensité du courant de brasage déterminées par les relations 5 et 7 pour de différentes durées du processus de brasage.

L'importance de la relation établie de manière empirique est d'autant plus évidente d'autant plus que celle-ci implique des dates élémentaires pour déterminer la croissance de la valeur de l'intensité du courant de brasage. En plus, le temps de travail est l'un des paramètres du régime de brasage qui est établi fonction de la productivité imposée au processus de brasage.

Conclusions

A partir des relations établies et des diagrammes présentés on peut conclure :

- ✓ La croissance de la force de poussée des électrodes détermine une croissance de l'intensité du courant de brasage ;
- ✓ Les régimes doux de brasage peuvent être réalisés avec des outillages qui débitent des courants dans une échelle restreinte de valeurs ;
- ✓ La plus grande influence sur la grandeur de l'intensité du courant de brasage est celle de l'épaisseur des composantes à braser ;
- ✓ L'intensité du courant de brasage est d'autant plus grande que le rapport entre l'épaisseur de la pilule d'alliage de brasage et la grandeur de l'interstice entre ces composantes à braser est plus grande.
- ✓ L'intensité du courant de brasage peut être estimée comme grandeur, à l'aide d'une relation empirique de forme simple, qui prend en considération l'épaisseur des composantes à braser et aussi le temps de travail.

Bibliographie

1. Georgescu, V. - *Tehnologii de sudare prin presiune*, Universitatea din Galați, 1984, pp. 105-208, 258-260.
2. Neniță, G.M., Belcin, V. - Căldura degajată la lipirea prin presiune în puncte, *Lucrările Conferinței ASR-Sudura 2004*, Constanța, Editura SUDURA Timișoara, pp. 286-290.
3. Neniță, G.M., Belcin, V. - Estimarea rezistenței la lipirea capilară prin rezistență, *Lucrările Conferinței Internaționale a ASR*, 28-30 septembrie 2005, Galați, pp. 357-364.
4. Neniță, G.M., Belcin, V. - Le courant au brasage capillaire par resistance avec chauffage direct, *The annals of „Dunărea de Jos” University of Galați, Fascicle XII Welding equipment and Technology*, ISSN 1221-4639, 2005, pp. 45-51
5. Neniță, G.M. - Parameters influences on current intensity in soldering applications, *The annals of “Dunărea de Jos” University of Galați, Fascicle XII, Welding equipment and technology*, Year XX, 2009, pp. 85-90.
6. Sitte, G. - Lipirea electrică prin presiune în puncte, *Sudura*, nr.1, 2003, pp. 18-21.

Intensitatea curentului la sudarea în puncte cu material de adaos

Rezumat

Îmbinarea electrică prin presiune în puncte a materialelor care nu permit obținerea de puncte comune se poate realiza prin lipire. Îmbinarea lipită electric prin presiune în puncte se obține urmând aceleași etape ca la sudarea electrică prin presiune în puncte, cu deosebirea că între componentele de îmbinat se introduce materialul de adaos, respectiv aliajul de lipire.

Lucrarea își propune să evidențieze modul cum este influențată valoarea intensității curentului la lipirea electrică prin presiune în puncte de mărimile diferiților parametri care intervin în desfășurarea procesului.