

VI^e Congrès de l'Association Internationale pour l'Essai des Matériaux

RÉSUMÉ DES RAPPORTS PRÉSENTÉS

SUR LES

SOUDURES DU FER ET DE L'ACIER

PAR

JOSEPH LIBERT,

Inspecteur Général des Mines, à Liège

ET

ALEXANDRE DELMER,

Ingénieur des Mines, à Bruxelles

Rendant compte, dans une livraison précédente des *Annales des Mines de Belgique*, de deux congrès d'Associations pour la surveillance des appareils à vapeur, nous en avons résumé les communications intéressant la sécurité (1).

La question si importante des *soudures* et spécialement des soudures autogènes y a été notamment traitée.

Le VI^me Congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux s'est réuni du 3 au 7 septembre dernier à New-York. Différents rapports y ont été présentés sur les soudures de fer et d'acier et sur les résultats d'essais de ces soudures. Le résumé que nous en donnons peut être considéré comme la suite du précédent article et intéressera, nous l'espérons, les constructeurs et industriels de notre pays.

M. MAX BERMAN, de Budapest, a fait une communication sur la soudure des diverses sortes d'acier. Nous ne pouvons que résumer très succinctement la théorie qu'il donne au sujet de la soudure.

(1) *Annales des Mines de Belgique*, année 1912, t. XVII, 2^e liv., p. 525.

La soudure n'est pas un collage, une simple adhérence de deux parties d'un même métal; c'est une cohésion complète. Pour la réaliser entièrement, il faut que le contact métallique soit parfait, ce qui suppose l'élimination des corps étrangers, tels que l'oxyde de fer ou les scories, et qu'ensuite une pression opère le rapprochement des lèvres à souder de manière que les particules métalliques entrent dans le champ de leur force attractive.

Le principal obstacle à la réalisation d'une bonne soudure est la couche d'oxyde qui se forme sur la surface des pièces à réunir.

Avec le fer puddlé, l'oxyde se dissout dans les scories fluides du métal et est éliminé par le martelage.

Dans les aciers, l'action des différents corps étrangers, du carbone, du manganèse, du silicium et du phosphore est prépondérante.

Une des propriétés du carbone, dans les aciers chauffés, est d'absorber de l'oxygène. Lorsque la teneur en carbone est élevée et que la température est haute, l'oxydation est rapide. La température de soudage des aciers carburés doit être aussi basse que possible.

Le manganèse de l'acier est le principal agent d'absorption de l'oxyde de fer. Son rôle est donc très utile. Le manganèse réduit l'oxyde de fer et cette action est d'autant plus énergique que la température est plus élevée. Le bioxyde de manganèse formé est ensuite réduit à son tour par le silicium et le phosphore. Cette réaction se manifeste par une élévation de température pendant le soudage. Les aciers ne renfermant que peu de manganèse sont peu soudables.

Le silicium exerce également une influence favorable, car il renforce l'action du manganèse en réduisant le peroxyde de ce métal.

Enfin, une faible teneur en phosphore est utile; ce dernier élément soutient la température pendant le soudage et agit à peu près de la même façon que le silicium.

La composition du métal exerce donc sur le soudage une influence manifeste, mais cette composition, et notamment la teneur en carbone, est altérée par l'opération même du soudage. L'essai aux étincelles montre que la teneur en carbone, au point de soudure, est parfois augmentée. Il peut donc se produire, dans le feu de forge, une cémentation nuisible au soudage.

Pour réaliser la cohésion complète des deux surfaces, dont on a éliminé la couche d'oxydation, il faut opérer une pression dont l'importance dépend de la plasticité de l'acier à la température du soudage et de la masse des pièces à réunir, à l'endroit de la soudure.

Il est possible, d'après M. Bermann, d'obtenir une cohésion à peu

près parfaite lorsqu'on peut opérer dans certaines conditions. La soudure doit être amorcée dans le feu de forge même. Les barres ainsi soudées, soumises à des torsions et à des flexions alternatives, cèdent, non pas le long des surfaces de suture, comme il arrive toujours pour les soudures ordinaires, mais normalement à l'axe de la barre.

La seconde communication de M. Bermann est relative à la *soudure autogène des diverses espèces d'acier et de fer*.

Dans la soudure autogène, le métal est liquéfié le long des surfaces à réunir et le vide, entre ces surfaces, est rempli par du métal en fusion. L'élévation de température est obtenue par un chalumeau alimenté par un mélange d'oxygène sous pression et d'un gaz combustible: hydrogène, acétylène, gaz d'éclairage, benzine.

Pour obtenir une soudure parfaite, il faut réaliser une grande cohésion entre les surfaces des pièces à joindre et le métal d'apport constituant le remplissage; il faut en outre que l'ensemble des pièces jointes présente, à l'endroit de la soudure, une grande homogénéité de composition et de structure.

Peur que le contact soit bon, il faut qu'il se fasse au moment où les surfaces sont encore en fusion; une solidification prématurée, se produisant avant l'intervention de l'acier liquide de soudure, empêche la cohésion, car une couche d'oxyde s'interpose et empêche une bonne liaison.

L'oxydation du métal nuisible à l'efficacité de la soudure peut également provenir d'une flamme trop oxydante du chalumeau. Comme dans la soudure à la forge, les éléments réducteurs contenus dans l'acier exercent une influence sur la formation de l'oxyde.

Pour réaliser la seconde condition d'une bonne soudure, c'est-à-dire l'homogénéité au point de suture, il faut que l'acier employé à la soudure soit de nature identique à l'acier des pièces à réunir.

La flamme du chalumeau, à l'acétylène ou autre gaz d'éclairage, peut altérer notablement le métal par son action réductrice. Dans un cas déterminé d'une tôle, l'acier qui n'avait qu'une teneur de 0.07 % de carbone avait absorbé, sous l'action de la flamme à l'acétylène, dans la région soudée une grande quantité de carbone, au point d'en accuser une teneur de 1.5 %. La flamme doit être légèrement oxydante pour que cet inconvénient ne se fasse pas sentir.

Le brusque refroidissement de la soudure donne au métal une

texture cristalline et cassante à laquelle on obvie par un travail mécanique ou un recuit.

Une grande habileté de l'ouvrier et la vérification de l'homogénéité de la pièce près de la soudure au moyen de l'essai aux étincelles sont des garanties d'une certaine valeur de la réussite de l'opération.

M. CH. FRÉMONT, de Paris, donne les résultats d'une *nouvelle méthode d'essai des soudures*.

Les soudures à la forge inspirent à beaucoup de constructeurs une grande confiance. Certains d'entr'eux estiment même qu'une section soudée offre la même résistance qu'une section normale et cette opinion s'est accréditée parce que parfois les pièces soudées se sont rompues ailleurs qu'à l'endroit de la soudure.

En réalité, les expériences de M. Frémont démontrent que les pièces soudées sont fortement déformées.

Les essais n'ont été effectués que sur des soudures exécutées avec soin, par des forgerons habiles. Le procédé d'essai de résistance était le choc sur éprouvettes prismatiques, non entaillées, et l'effort de flexion était exécuté à cheval sur la soudure.

Ces éprouvettes, essayées au choc, ont *toutes et toujours* donné une résistance *vive* très inférieure à celle du métal naturel.

Dans la plus grande partie des essais, les éprouvettes se sont rompues par décollement de la soudure avec une résistance vive insignifiante, inférieure à un kilogrammètre par exemple.

Parmi les meilleurs résultats, les éprouvettes d'acier sur acier se sont rompues avec une déformation sensible et une dépense de travail de 15 à 16 kilogrammètres, soit trois fois moins de résistance vive que le métal naturel qui s'est plié sans se rompre ou même se fissurer.

La résistance statique obtenue dans les essais de soudure par amorces à la forge, n'est égale à la résistance statique du métal que lorsque la surface soudée est assez grande pour compenser la moindre résistance élémentaire par unité de surface, tout comme dans une brasure.

L'expérimentateur émet ensuite la conclusion :

« En résumé, les soudures à la forge, même lorsqu'elles sont parfaitement réussies (ce que rien n'indique en pratique), sont toujours d'une résistance vive très inférieure à celle du métal; il n'y a

en réalité qu'un collage plus ou moins parfait et c'est ce qui explique les nombreuses ruptures en service de pièces soudées; la soudure d'une pièce ne doit donc être tolérée que lorsque la rupture accidentelle de cette pièce n'intéresse pas la sécurité. »

Les soudures autogènes sont encore moins résistantes que les soudures à la forge, non seulement parce qu'elles ont une moindre surface de collage, mais encore parce qu'elles ont dans le métal d'apport des discontinuités et qu'elles ne sont pas corroyées.

Ces conclusions confirment donc celles émises dans la communication de M. DESUZEUR au Congrès des Ingénieurs en chef des Associations françaises des propriétaires des appareils à vapeur tenu à Bruxelles en 1910.

Octobre 1912.