

250000 pieds carrés, soit 23000 m², ce qui correspond à une évaporation quotidienne de 200 tonnes d'eau extraite des panneaux.

Le séchoir à rouleaux a supprimé toute manutention dans la fabrication des panneaux. A l'extrémité du convoyeur où s'achève la prise du plâtre, les panneaux sont saisis par un transbordeur qui les amène en face d'un élévateur spécial, sur lequel ils sont entraînés par courroies transporteuses et, à l'autre extrémité, introduits dans la section d'alimentation du séchoir.

La figure 6 représente l'extrémité de la table de convoyage de la bande, avec la lame de tronçonnage, la table transbordeuse et l'élévateur-chargeur. Cet appareil est constitué essentiellement d'un grand cadre métallique, placé près de l'entrée du séchoir, et

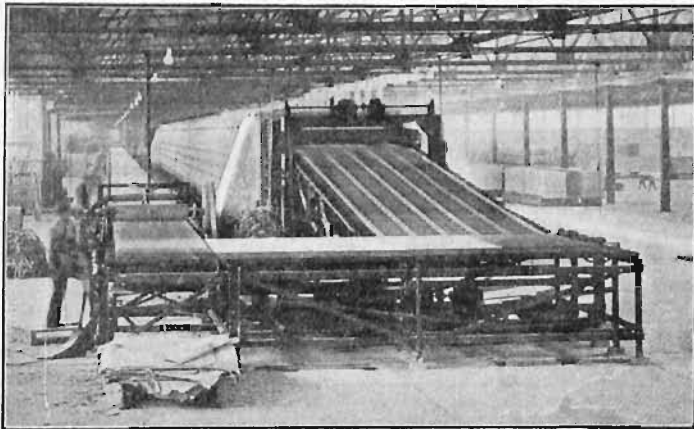


FIG. 6. — Vue en bout du séchoir, côté entrée des panneaux, montrant l'appareil de chargement automatique à droite, la table transbordeuse (au premier plan), la tronçonneuse et, au fond à gauche, la courroie convoyeuse.

d'une longue table oscillante portant les courroies convoyeuses, dont le pied s'articule sur un axe de tourbillonnement fixé contre la table transbordeuse et dont l'extrémité libre, équilibrée par un contrepoids, peut être amenée en face d'un étage quelconque du séchoir. La table de l'élévateur est déplacée automatiquement au moyen d'un moteur électrique placé en haut du portique, contrôlé par interrupteurs spéciaux avec boutons d'arrêt correspondant à chacun des étages du séchoir.

A la sortie du séchoir, les panneaux s'écoulent sur des convoyeurs à rouleaux à l'air libre, en prolongement de chaque étage de l'appareil; ces rouleaux sont installés avec une pente suffisante pour permettre aux produits de descendre naturellement par gravité. Ils s'y refroidissent et peuvent ensuite être manipulés et chargés sur chariots pour être conduits aux magasins.

ANTONI,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

NOUVELLES PRESCRIPTIONS POLONAISES

concernant les constructions métalliques soudées.

La Pologne a été le premier Etat qui, dès 1928, a publié des prescriptions concernant les constructions soudées⁽¹⁾. En 1930, à l'occasion de la construction d'une maison à charpente soudée, à Katowice, j'ai élaboré, pour le Palatinat de Silésie, de nouvelles prescriptions détaillées qui y ont été approuvées. Enfin, en 1931, en collaboration avec le docteur Sznerr et l'ingénieur Dobrowolski, j'ai dressé le projet des prescriptions qui ont servi pour les constructions soudées exécutées en Pologne.

Sur la base de ce projet, le Ministère des Affaires intérieures a publié récemment de nouvelles prescriptions, qui diffèrent notablement des prescriptions de 1928, ainsi que des prescrip-

tions allemandes. On peut affirmer que la comparaison avec ces dernières est à l'avantage des nouvelles prescriptions polonaises.

Ces prescriptions sont plus rigoureuses que celles en vigueur jusqu'à présent et que les prescriptions allemandes, en ce qui concerne les exigences imposées aux exécutants, mais, en même temps, elles sont plus libérales vis-à-vis des constructeurs. Par cela même, elles donnent plus de latitude en assurant une meilleure garantie de solidité et de sécurité des constructions. Nous y trouvons, par exemple, l'indication de la contrainte maximum admissible, tant à la traction, à la compression et au pliage qu'au cisaillement, pour les soudures à partir de 12 × 12 mm, c'est-à-dire pour celles qui se rencontrent le plus souvent dans la construction. Mentionnons aussi le classement des contraintes admissibles au cisaillement, en fonction de l'épaisseur de la soudure: pour les épaisseurs inférieures, les contraintes admissibles sont beaucoup plus élevées, non seulement que dans le règlement allemand, mais aussi que dans les règlements américains et belges. Ceci crée certaines difficultés, d'ailleurs sans importance, dans le calcul, mais permet de profiter convenablement des avantages de la soudure, sans nuire à la sécurité.

Ces prescriptions sont aussi beaucoup plus élastiques que les autres (par exemple, les allemandes), parce qu'elles permettent l'emploi des électrodes si l'on obtient des résistances même inférieures (jusqu'à 15 %) à celles admises comme base; bien entendu, les tensions admissibles sont alors réduites dans la même proportion. Leur élasticité, au voisinage de la limite supérieure, est encore plus importante, car, dans le cas où l'on réalise des tensions supérieures, on peut augmenter les contraintes admissibles: c'est une prime évidente à l'emploi de bons soudeurs et de bonnes électrodes. Par contre, les prescriptions allemandes sont rigides, ce qui a été critiqué maintes fois.

Néanmoins, pour assurer un contrôle strict des travaux, les prescriptions polonaises imposent un « journal de soudage » où seront inscrites toutes les données nécessaires concernant l'exécution des soudures particulières, tant à l'atelier qu'au chantier, ainsi qu'un contrôle stable et périodique du soudeur. En vue de faciliter ce contrôle, les essais à exécuter par les soudeurs sur le chantier sont basés sur le même principe que les essais des électrodes. On n'exécute, dans ce cas, que des échantillons de soudures cisailées frontales, au lieu de soudures latérales, ce qui réduit presque de moitié la peine nécessaire pour exécuter l'essai. En ce qui concerne, enfin, le choix de la méthode de soudure, contrairement aux prescriptions jusqu'à présent obligatoires, toutes les méthodes sont autorisées; il faut appliquer pourtant la méthode reconnue la plus avantageuse, eu égard aux tensions et déformations thermiques.

Tensions admissibles. — Les contraintes admissibles à la compression, à la traction et au pliage ont été fixées au même taux (1000 kg/cm²), tandis qu'en Allemagne on admet 720 kg/cm² à la traction et 900 kg/cm² à la compression. Le mode de calcul des soudures soumises au pliage, employé en Allemagne, est très compliqué et occasionne souvent des difficultés considérables.

Il convient d'examiner de façon plus approfondie la contrainte admissible au cisaillement. Sans aucun doute, les soudures cisailées plus minces sont relativement plus résistantes que les soudures plus épaisses. Les raisons en sont les suivantes. Les soudures minces sont exécutées en rechargeant une seule fois avec l'électrode, tandis que les soudures plus épaisses doivent être recouvertes plusieurs fois, selon l'épaisseur et le diamètre de l'électrode. Malgré le décapage de la couche de soudure avant recharge, la cohésion de ces couches n'est généralement pas parfaite, aussi les contraintes intérieures dans la soudure augmentent-elles quand l'épaisseur croît. Enfin, la raison principale est que l'épaisseur de la fusion de la soudure est de 1 à 2 mm, à peu près égale pour toutes les épaisseurs de soudures: ce qui indique que les soudures plus minces sont relativement mieux fondues que les soudures plus épaisses, et, de ce fait, elles se présentent comme plus sûres.

Ceci avait déjà été pris en considération dans les prescriptions polonaises de 1928, qui avaient introduit l'augmentation des contraintes admissibles par unité de la surface cisailée. Les prescriptions allemandes et américaines ont adopté un autre système: par simplification, elles ont accepté des contraintes admissibles uniformes, indépendamment de l'épaisseur de la

(1) Voir l'article de ROSENBERG (*Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1930, n° 38) et le *Journal of the American Welding Society* (1^{er} fascicule de 1933).

soudure; toutefois, cette règle, commode pour les calculs, n'est pas conforme à la réalité.

Sur la base de maints essais exécutés pour le Ministère des Travaux publics polonais, on a déterminé la contrainte admissible tout autrement que suivant les prescriptions des pays précités, et notamment, on a établi les normes pour les épaisseurs particulières en indiquant comme contrainte admissible pour le matériel de construction : $k = 1200 \text{ kg/cm}^2$. Les normes pour les contraintes admissibles pour les autres valeurs de k sont multipliées par le coefficient $\frac{k}{1200}$. Cette formule donne donc une

indication des contraintes admissibles dans la soudure pour les différents genres de constructions. S'il s'agit des constructions civiles, cela peut donner comme contrainte de base 1400 ou 1600 kg/cm^2 . Ces prescriptions, à vrai dire, ne concernent pas les ponts, mais elles peuvent leur être appliquées très facilement.

Les différences entre les tensions admissibles d'après les prescriptions polonaises et allemandes sont considérables. Pour la soudure de $12 \times 12 \text{ mm}$, les valeurs prescrites s'équivalent à peu près. Pour les soudures plus minces, les contraintes admissibles en Pologne sont supérieures aux valeurs allemandes, parfois même de plus de 40 % (pour la soudure de $5 \times 5 \text{ mm}$); par contre, pour les soudures plus épaisses, il y a une différence en moins allant jusqu'à 17,5 % pour la soudure de $20 \times 20 \text{ mm}$.

En conséquence, il faut avoir soin d'employer des soudures minces, car elles procurent une grande économie, pour plusieurs raisons : d'abord, parce qu'elles exigent une quantité moindre d'électrodes et de courant, puis à cause d'une contrainte admissible plus grande dans les soudures minces que dans les soudures épaisses.

Prenons, par exemple, deux soudures de même résistance : $5 \times 5 \text{ mm}$ et $10 \times 10 \text{ mm}$. Selon les prescriptions allemandes, la soudure $10 \times 10 \text{ mm}$ sera deux fois plus courte, donc on y utilisera deux fois plus de matière.

Or, la soudure allemande de $5 \times 5 \text{ mm}$ exige environ 40 % de matière en plus que la soudure polonaise, et cependant, entre le poids de matière dans les soudures de $10 \times 10 \text{ mm}$, d'après les prescriptions polonaises et allemandes, la différence n'est pas si grande (moins de 10 %).

Le paragraphe permettant une augmentation encore plus grande des contraintes admissibles au cisaillement, si les essais exécutés conformément à ce paragraphe donnent de bons résultats, a une grande importance. Il est important aussi par rapport aux soudures de plancher qui, normalement, sont permises, mais avec une contrainte admissible diminuée de 25 %. Les ateliers de soudure les plus importants ont parfois des soudeurs spécialistes pour ce genre de soudures : d'après ce paragraphe, on pourra y augmenter aussi les tensions admissibles.

Essais des électrodes. — Les prescriptions polonaises exigent des essais à la traction, au cisaillement et au pliage, dans un double but : pour vérifier la qualité des électrodes à admettre dans les soudures, puis pour contrôler le soudeur.

Ces essais des électrodes diffèrent de ceux effectués jusqu'à présent. On a abandonné comme trop coûteux l'essai direct du matériel de soudure à l'allongement, et on a allégé les essais au pliage. Les essais à la traction ressemblent à ceux effectués jusqu'à présent; on y a cependant introduit deux modifications essentielles : les échantillons seront prélevés sur une seule tôle ayant comme dimensions $150 \times 150 \times 10$ à 12 mm , et après l'exécution de la soudure, on devra prélever dans la tôle les trois échantillons nécessaires.

La deuxième modification est l'augmentation de la résistance à la traction, stipulée de 3700 kg/cm^2 , ce qui dépasse les prescriptions polonaises stipulant jusqu'à présent 2960 kg/cm^2 , et les allemandes stipulant 3000 kg/cm^2 : ceci est justifié par l'amélioration des électrodes et des méthodes de soudure.

Les essais au pliage sont aussi modifiés. La cause en est dans le fait connu que le pliage des échantillons sur un mandrin d'un diamètre déterminé ne donne pas une caractéristique complète de la soudure. C'est pour cela qu'on a admis aussi les échantillons pliés, d'après l'exemple de l'Amérique, et la mesure de l'angle de pliage. Les essais au cisaillement des soudures latérales (ces

essais, introduits pour la première fois dans les prescriptions de 1928, ont été admis par l'Allemagne, avec des modifications), ont été modifiés dans une mesure insignifiante; on a introduit les essais au cisaillement des soudures frontales, en vue de faciliter le contrôle sur le chantier.

Les prescriptions polonaises introduisent cette innovation que le Ministère des Affaires intérieures peut reconnaître les électrodes examinées par lui comme valables pour l'emploi, sans avoir recours chaque fois à un examen nouveau; ceci permet le choix de meilleures électrodes sur le chantier.

On a introduit les essais au cisaillement des soudures frontales. Ce serait superflu, s'il s'agissait d'un examen parallèle des électrodes avec essai au cisaillement des soudures latérales. Ils offrent cependant une grande commodité pour le contrôle de l'exécution du soudage sur le chantier, parce qu'ils exigent des machines moins grandes : par exemple, pour les soudures de $16 \times 16 \text{ mm}$, on n'a besoin que d'une force de 27 tonnes, au lieu de 50 tonnes.

Le libéralisme des prescriptions se manifeste aussi dans l'alinéa qui permet l'exécution de la construction, même si les résultats des essais sont inférieurs de 15 % à ceux exigés normalement, moyennant une réduction convenable des contraintes admissibles. De ce fait, les prescriptions rendent possible l'introduction de nouvelles firmes et la propagande en faveur du soudage, en donnant en même temps des privilèges aux firmes plus expérimentées.

Contrôle des soudeurs et « journal de soudage ». — D'après les méthodes actuelles, on peut contrôler chaque soudure mieux qu'on ne saurait le faire pour beaucoup d'autres matériaux de construction. Dans la pratique, ces méthodes sont superflues, embarrassantes et coûteuses. Aussi, les prescriptions les laissent de côté et exigent un contrôle général de chaque soudeur, qui doit avoir lieu périodiquement deux fois par an, et aussi pendant son passage d'un travail à un autre, si le chef des travaux le demande. Le soudeur doit alors exécuter les essais à la traction, au pliage et au cisaillement des soudures frontales.

Pour faciliter ce contrôle et permettre de reconnaître quel soudeur est responsable de telle ou telle soudure, les prescriptions ont introduit le « journal de soudage », qui peut être double : journal à l'atelier et journal au chantier.

Le premier peut être tenu pour une construction déterminée, ou s'appliquer à tous les travaux de soudure exécutés par l'atelier intéressé. Dans le second cas, qui s'applique plutôt aux ateliers chargés de petits travaux, il est recommandable, si l'atelier se trouve chargé exceptionnellement d'un travail important, d'établir pour lui un journal particulier, qu'on pourra présenter à la requête des autorités, au lieu de faire des extraits du journal général.

Le journal de soudage à l'atelier est déjà usuel dans les firmes les plus importantes, mais il n'est pas toujours tenu d'une façon systématique; désormais, l'obligation de le tenir facilitera grandement le contrôle du soudage, et forcera à faire un travail plus soigné.

Le journal de soudage au chantier a le même but : trop souvent, sur le chantier, où forcément le travail est moins bon qu'à l'atelier, on négligeait, faute de temps, d'inscrire les constatations faites. Au chantier doit se trouver constamment un projet général de soudure, avec les calculs de résistance correspondants. Il n'est cependant pas exigé que les plans de détail soient établis d'avance : parfois, pour gagner du temps, on exécute directement des constructions soudées de moindre importance, sans plans de détail. Le journal de soudage donne ici une garantie de contrôle convenable.

Ce court résumé permet de s'orienter à travers les règles des nouvelles prescriptions polonaises. On voit qu'elles sont rigoureuses, mais en même temps souples et libérales. Elles exigent un contrôle strict, sans gêner le développement des constructions métalliques soudées : au contraire, elles favorisent largement ce mode de travail, et laissent le champ libre aux perfectionnements du matériel, des méthodes et des constructions elles-mêmes.

Stefan BRYLA,

Docteur-ingénieur,

professeur à l'École polytechnique de Lwow (Pologne).