Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 1 (1932)

Artikel: La soudure dans les constructions métalliques: rapport d'introduction

Autor: Godard, T.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-452

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

III 1

LA SOUDURE DANS LES CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

SCHWEISSEN IM STAHLBAU

WELDING IN STEEL STRUCTURAL WORK

RAPPORT D'INTRODUCTION

EINLEITENDES REFERAT

INTRODUCTORY REPORT

T. GODARD,
Ancien Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Pau.

Le rapport de M. Dustin, au Congrès de Liége, sous le titre « Assemblages : rivure et soudure », est un exposé excellent de l'état de la soudure électrique et de ses applications aux charpentes métalliques dans le monde en septembre 1930. Il n'y est question de la rivure que pour établir certaines comparaisons. Nous ne pouvons donc mieux faire que de partir des indications données dans ce rapport et des conclusions tirées par l'auteur pour montrer le chemin parcouru depuis et formuler nos propres propositions de conclusions à soumettre aux délibérations du Congrès de Paris.

Ce rapport étudie successivement :

La soudure prise en elle-même, c'est-à-dire les procédés de soudure à l'arc, l'emploi du courant continu et alternatif, les avantages et les inconvénients des deux genres de courant, les divers types d'électrodes en fil nu ou en fil enrobé, les qualités du métal d'apport avant et après soudure.

Les joints soudés, c'est-à-dire les effets de la soudure sur le métal des pièces assemblées, soit qu'on envisage les modifications d'état physique dues à l'action de la fusion, soit qu'on envisage les déformations, le calcul de la résistance des joints soudés et enfin les moyens de déceler les qualités et les défauts des joints soudés.

Les effets du mode d'assemblage sur les constructions, c'est-à-dire les modifications des profils et des assemblages habituels en construction rivée pour profiter des facilités spéciales dues à la soudure et, incidemment, les modifications qu'il serait souhaitable d'apporter aux profilés du commerce pour tirer tous les avantages de la construction soudée, enfin la question capitale de l'économie à réaliser par l'emploi de la soudure.

Les opinions des constructeurs et des usagers en ce qui concerne la comparaison entre la construction rivée et la construction soudée.

Les conclusions de M. Dustin sont les suivantes :

En ce qui concerne le métal d'apport, on peut actuellement lui donner de façon régulière toutes les qualités qu'on peut raisonnablement en exiger. Les meilleures conditions économiques paraissent être réalisées lorsqu'on adopte pour le métal d'apport des qualités mécaniques aussi voisines que possible des qualités du métal des pièces à assembler.

Le calcul de la résistance de l'assemblage soudé peut se faire avec une très grande exactitude ; il est d'une remarquable simplicité ; les coefficients à introduire dans les formules ayant fait l'objet de vérifications expérimentales nombreuses, l'assemblage soudé peut se calculer avec une entière sécurité.

Dans les cas douteux, il est facile de donner à l'assemblage un surcroît de résistance considérable.

Les méthodes de contrôle de la qualité du joint soudé sont, semble-t-il, au moins équivalentes à celles dont on dispose pour les joints rivés et les études actuellement en cours font espérer que nous disposerons sous peu de méthodes d'auscultation plus parfaites.

Le grand public hésite encore à adopter le nouveau mode d'exécution des charpentes ; un peu partout on y recourt pour transformer ou renforcer des ouvrages existants, mais on hésite encore à l'appliquer aux ouvrages nouveaux. Pour que la construction des charpentes soudées prenne immédiatement un grand développement, il ne manque plus qu'une chose : la consécration de quelques grandes administrations l'ayant adoptée pour des ouvrages importants.

Avant de reprendre une par une les indications fournies par M. Dustin sur les diverses questions intéressant les applications de la soudure électrique aux charpentes, nous ferons une remarque importante.

Toutes les questions intéressant la soudure, soit au chalumeau, soit à l'arc électrique, et ses applications, sont étudiées très près dans la plupart des pays du monde entier par des organismes plus ou moins centralisés et, très souvent, puissants et bien outillés. Il n'y a peut-être pas un ordre de questions, dans le domaine de la science appliquée, qui fasse l'objet d'études aussi passionnées et aussi suivies. C'est ainsi qu'en France, en particulier, il existe un organe de liaison entre les diverses firmes s'occupant de la soudure et des industries qui s'y rattachent, c'est l'office central de l'acétylène et de la soudure autogène, organisme de premier ordre, tant par l'importance de ses services, que par la valeur des ingénieurs qui y sont employés. D'autre part, tous les ingénieurs s'occupant de la soudure ont organisé une puissante Société patronnée par les plus hautes autorités scientifiques. Ces organismes possèdent à Paris un laboratoire parfaitement outillé permettant d'entreprendre toutes les recherches possibles sur la soudure et ses applications. Une école de soudure forme des ingénieurs spécialistes et des cours de soudure fonctionnent à l'usage des ingénieurs non spécialistes et des soudeurs professionnels. Un Institut de soudure autogène centralise tout ce qui concerne l'enseignement de la soudure. Dans nombre d'autres pays, notamment en Norvège, en Suède, en Suisse, en Belgique, en Allemagne, en Angleterre et aux États-Unis, des organisations plus ou moins similaires existent ou sont en voie de formation. En outre, il existe

un organisme international centralisant toutes les questions intéressant la soudure autogène ; cet organisme auquel vingt-deux pays ont adhéré a son siège à Paris : c'est la Commission Permanente Internationale de l'Acétylène et de la Soudure Autogène. Cette commission se réunit assez fréquemment et organise des congrès internationaux tous les trois ans.

Dans ces conditions, il nous paraît absolument superflu de s'appesantir sur des questions telles que la nature du courant à utiliser, la nature des électrodes à fil nu ou enrobé, le calcul des soudures, les essais de toutes natures : ce sont là des questions d'ordre général qui toutes se rattachent à une question d'un intérêt vital pour la soudure, c'est celle de l'économie. Elles ont d'ailleurs été résolues à l'heure actuelle. La forme du courant est indifférente pour tous les travaux, sauf ceux exécutés au-dessus de la tête des soudeurs pour lesquels on préfère encore le courant continu. L'électrode nue a fait place d'une façon à peu près générale à l'électrode enrobée. Son emploi est dû aux travaux de savants éminents au premier rang desquels il faut citer, parmi les disparus, Oscar Kjellberg, l'ingénieur suédois, inventeur de l'électrode enrobée, et André Le Chatelier, l'ingénieur français créateur de la technique de la soudure oxyacétylénique, qui a fait connaître les travaux de Kjellberg. André Le Chatelier est l'inventeur du premier chalumeau découpeur à jet concentrique qui rend toujours les plus grands services pour le découpage des profilés destinés à la fabrication des charpentes.

Pour le constructeur, il suffit de savoir qu'il peut exiger de la soudure comme qualités physiques, chimiques et mécaniques, l'équivalent des pièces à souder ; il lui suffit de savoir que des méthodes de calculs sûres, aussi sûres en tous cas que celles employées pour la rivure, peuvent être appliquées à cette soudure. C'est ce qui ressort des travaux et des recherches dont les résultats ont été publiés récemment et, notamment en France, par M. Goelzer.

Ces préliminaires une fois admis, nous allons examiner la situation de la soudure appliquée aux charpentes métalliques.

A. La soudure prise en elle-même :
   1° Les procédés de soudure ;
   2° La nature du métal d'apport.

B. Les joints soudés :
   1° Effet de la soudure sur les pièces assemblées ;
   2° Préparation et calcul du joint soudé ;
   3° Auscultation des joints exécutés.

C. L'ensemble de la construction soudée :
   1° Les changements déterminés dans la forme et les dimensions ;
   2° Les économies possibles.

A. La soudure prise en elle-même.

1° Les procédés de soudure.

La situation n'a guère changé par rapport à celle de septembre 1930. C'est toujours le procédé de soudure à l'arc qui est pratiquement le seul employé.

On peut employer indifféremment le courant continu comme le courant alter-

natif ; ce dernier est de beaucoup le plus économique ; la différence de prix d'établissement d'un poste de soudure à courant continu par rapport à un poste à courant alternatif rendant les mêmes services est considérable.

Les électrodes enrobées présentent à l'heure actuelle une supériorité si marquée sur les électrodes en fil nu, qu'elles sont à peu près exclusivement employées dans tous les pays et notamment en France. En Amérique, où l'électrode nue a semblé avoir pendant longtemps la priorité sur l'électrode enrobée, on revient à une conception plus scientifique de la soudure. De grandes firmes, telles que la General Electric Co, la Société Babcox et Wilcox, la A. O. Smith Corporation, ont obtenu dans cette voie des résultats fort intéressants. En Allemagne l'emploi du fil nu tend à diminuer de plus en plus.

La grande supériorité de l'électrode enrodée sur l'électrode en fil nu provient surtout de ce que la première élimine complètement les oxydes dans les soudures, ce danger si redouté et qui a rendu les premières soudures à l'arc presque impossibles. D'autre part, certains éléments d'une électrode à fil nu, tels que le carbone, le manganèse et le silicium, brûlent et disparaissent, modifiant ainsi assez profondément la nature du métal.

Cependant, moyennant quelques précautions, il paraît actuellement possible d'obtenir, avec des électrodes en fil nu, des soudures, sinon parfaites, du moins suffisantes pour la pratique ordinaire. D'ailleurs l'extension aux charpentes de procédés de soudure nouveaux permettra peut-être, avec du fil nu, de réaliser d'excellentes soudures dans l'avenir.

Deux semblables méthodes de soudure à l'arc sont expérimentées depuis plusieurs années en Amérique.

La première de ces méthodes a été découverte et développée par le Dr Irving Langmuir, déjà célèbre par des travaux qui ont conduit à la lampe à incandescence moderne.

La deuxième de ces méthodes a été expérimentée par un ingénieur spécialisé dans les questions de soudure, M. P. Alexander.

Dans les deux procédés, l'air est exclu par un bain d'hydrogène ou d'un autre gaz de l'endroit où se fait la soudure : la formation d'oxydes ou d'azotures est ainsi empêchée et le métal fondu est aussi tenace et ductile que le métal originel.

La méthode du Dr Langmuir consiste à diriger un courant d'hydrogène sur un arc jaillissant entre deux électrodes de tungstène. La température énorme de l'arc dissocie les molécules d'hydrogène dont les atomes sont libérés. Cette flamme d'hydrogène atomique est soufflée sur la pièce à souder dont le contact détermine la recombinaison des atomes avec production d'une température du même ordre de grandeur que celle de l'arc. L'hydrogène atomique très avide d'oxygène réduit tous les oxydes qui pourraient s'être formés sur la surface du métal. Des alliages contenant du chrome, de l'aluminium, du silicium ou du manganèse peuvent ainsi être soudés sans précautions spéciales.

Le procédé de M. Alexander est basé au contraire sur l'utilisation des propriétés physiques et chimiques de l'hydrogène moléculaire ou des mélanges gazeux d'hydrogène et d'autres gaz. Dans ce procédé, l'arc est maintenu comme à l'ordinaire entre le fil métallique employé comme électrode et la

pièce à souder formant l'autre électrode. Le courant de gaz est fourni autour de l'arc et empêche l'action de l'air dans les environs de celui-ci.

Ces deux procédés sont bien différents puisque dans le premier c'est une flamme d'hydrogène atomique qui produit la fusion, tandis que dans le second, la fusion est produite par l'arc, l'hydrogène agissant simplement comme réducteur. Ils ont été et continuent à être l'objet d'expériences nombreuses en Amérique dans le laboratoire de la General Electric Co. et dans d'autres pays; on a rendu la soudure automatique dans les deux procédés. Cependant le procédé LANGMUIR qui a reçu en France d'importants perfectionnements semble devoir l'emporter définitivement sur le procédé ALEXANDER.

Nous n'insisterons pas davantage, d'abord parce que, comme nous l'avons fait remarquer, il s'agit là de questions d'ordre général du ressort des ingénieurs soudeurs, et d'autre part, que ces procédés à notre connaissance ne sont pas encore entrés dans la pratique courante et font actuellement l'objet d'études de mise au point, alors que l'utilisation d'électrodes enrobées est entrée partout dans la pratique courante.

2° La nature du métal d'apport.

Il semble que les meilleures conditions économiques se trouvent réalisées dans le métal d'apport à une composition aussi voisine que possible de celle des pièces à souder.

Quand il s'agit de l'acier doux utilisé jusqu'à ces dernières années et d'une composition plus ou moins analogue à celle du métal défini par le cahier des charges général des travaux des Ponts et Chaussées en France (rupture 42 kgs, coefficient d'élasticité 24 kgs, allongement 25 %), la soudure s'opère donc sans aucune difficulté, sans modification du métal des pièces au voisinage de la soudure et sans différence bien sensible entre la nature physique du métal de la soudure par rapport au métal des pièces; la seule différence est celle de l'acier coulé par rapport à l'acier laminé.

Mais l'industrie de la charpente utilise de plus en plus des aciers alliages répondant aux besoins les plus variés, résistance plus considérable aux actions mécaniques, résistance à la rouille, etc. Comment ces aciers alliages se comportent-ils vis-à-vis de la soudure? La question n'est pas complètement élucidée mais paraît bien près de l'être et, comme on peut le prévoir, dans le même sens que pour l'acier doux.

B. Les joints soudés.

1° Effets de la soudure sur les pièces assemblées.

Nous avons vu plus haut ce qu'il fallait penser des modifications chimiques et métallographiques produites dans les pièces soudées par élévation de température au moment de la soudure.

Cette action thermique est-elle capable d'introduire des déformations permanentes appréciables dans les charpentes? Il ne semble pas que ce soit le cas en construction courante, d'après les nombreux exemples de charpentes soudées, parfois fort compliqués, actuellement en service. Cependant quelques constructeurs ont eu certains ennuis. Quand il faut faire de longues soudures

sur de gros profils, il semble qu'il y ait lieu de faire une étude sérieuse de chaque cas. C'est ainsi qu'en construction navale, quand de longues soudures réunissent entre elles, ou à des profilés, de grandes et fortes tôles, on ne peut éviter des déformations notables et il y a lieu d'en tenir compte.

Il semble qu'il y ait de ce chef une technique à mettre sur pied concernant les précautions à prendre dans certains cas en charpente soudée pour éviter ces déformations ou en corriger les effets.

2° Préparation et calcul du joint soudé.

La forme des soudures en charpentes métalliques dépend de deux éléments : la nature des joints soudés et la préparation des portions de tôles élémentaires qui constituent le joint. On arrive ainsi à un nombre important de formes de soudure qui ont été classées dans les normes établis par différents pays, l'Allemagne, les États-Unis, la France.

Au point de vue du calcul, il est plus intéressant d'adopter une classification simple, basée sur trois grandes classes de joints : les joints par aboutement, par recouvrement et les joints d'angle.

Pour les joints bout à bout, la forme des soudures dépend d'abord de l'épaisseur des tôles et ensuite de la méthode de soudure employée.

Pour les deux dernières catégories de joints, la section droite de la soudure prend toujours une forme générale triangulaire.

Nous ne partageons pas entièrement l'optimisme de M. Dustin sur la facilité du calcul de l'assemblage soudé et sur la sécurité que donne ce calcul. Il est en effet nécessaire de tenir compte d'un facteur de sécurité qui peut varier suivant la qualité de la main-d'œuvre et des matériaux employés. Il est bien évident par exemple qu'une soudure exécutée actuellement avec des électrodes nues ne donnera pas les mêmes résultats qu'une soudure faite avec des électrodes convenablement enrobées. Sous cette réserve, voici ce que l'on peut dire au sujet du calcul des soudures.

Le principe directeur du calcul des soudures est la continuité qui se trouve réalisée par l'intermédiaire du cordon de soudure entre les pièces à assembler. Ceci posé, en supposant la matière homogène et en appliquant la théorie générale de l'élasticité, moyennant quelques hypothèses simples sur les points d'application et la répartition des forces extérieures, on arrive à des formules dont l'expérience a confirmé la valeur et qui peuvent inspirer au moins autant de confiance que les formules similaires relatives à la rivure.

Dans le cas des joints bout à bout, la soudure ne modifie pas le contour extérieur du joint et son métal joue exactement le même rôle que celui des pièces voisines. Il n'y a donc pas à proprement parler de question de calcul dans ce cas.

Pour les joints à recouvrement et les joints d'angle, on est amené à établir des formules différentes suivant l'orientation de la soudure par rapport aux efforts à transmettre dans les deux cas extrêmes suivants :

1° Soudure perpendiculaire à la direction des efforts à transmettre. Ce genre de soudure est appelée transversale ou frontale.

2° Soudure orientée dans le sens des efforts à transmettre ; cette soudure est dite longitudinale.

Les soudures frontales des joints à recouvrement ou des joints d'angle sont soumises à une déformation assez complexe qui se rapproche dans l'ensemble d'une traction ou d'une compression.

Les soudures longitudinales de ces mêmes joints travaillent au contraire dans l'ensemble au cisaillement.

3° Auscultation des joints soudés.

Nous touchons ici un des points les plus délicats de la question de la soudure. Les deux défauts à redouter dans une soudure sont la mauvaise qualité du cordon de soudure et l'insuffisance de pénétration du métal de ce cordon dans le métal des pièces à souder.

La mauvaise qualité du cordon de soudure est une mauvaise qualité non pas originelle (car il suffit d'opérer des essais sur les électrodes avant emploi pour se mettre à l'abri d'un défaut de ce genre), mais acquise au cours de l'opération. Nous avons vu que le métal des électrodes en fil nu peut s'altérer par élimination d'un certain nombre de ses constituants, il peut s'y développer des soufflures, des piqûres, il peut surtout y rester des oxydes. Nous avons vu par contre qu'avec des électrodes convenablement enrobées un pareil danger n'est pas à redouter.

D'ailleurs, même avec la présence de piqûres, de soufflures, oxydes, l'expérience montre que dans les conditions ordinaires de la pratique, la diminution de résistance est peu importante, de l'ordre de quelques centièmes.

Le vrai danger, comme le faisait remarquer M. Dustin, c'est le défaut de pénétration qui peut faire tomber presque à rien la résistance du joint. C'est là la cause principale de la répugnance montrée par nombre d'ingénieurs vis-à-vis de la soudure, car malheureusement, comme nous allons le voir, on ne dispose pas encore de moyens sûrs et à la portée de tous les usagers pour vérifier la qualité d'une soudure.

Le moyen d'investigation le plus remarquable qui ait été mis au point jusqu'ici est la méthode magnétographique due à un ingénieur français, M. Roux.

Mais l'emploi du spectre magnétique, excellent pour les soudures par aboutement, n'est pas applicable aux autres. Cette méthode a du reste été perfectionnée et on possède des instruments qui, par simple lecture d'un cadran, donnent les mêmes indications que l'inspection d'un spectre magnétique.

L'emploi des rayons X ne se conçoit guère en dehors du laboratoire. Cependant les Américains en ont développé l'emploi à l'atelier pour les chaudières. Les charpentes seront peut-être soumises au même examen dans un délai relativement court.

En fait, la vue d'un cordon de soudure suffit à un soudeur exercé pour apprécier la qualité de la soudure, mais, outre qu'on ne peut guère exiger de tous les surveillants d'être des soudeurs exercés, la vue ne suffit pas, quand, comme c'est le cas pour les tôles épaisses, il faut utiliser plusieurs cordons superposés, un cordon irréprochable pouvant recouvrir un cordon collé.

Il existe bien une méthode dont l'expérience a démontré la valeur, et applicable à tous les genres de soudures ; l'expérience démontre en effet que le collage provient toujours de l'irrégularité du courant de soudure, de sorte que l'observation de l'ampèremètre suffit pour donner tous apaisements sur la

qualité de la soudure exécutée au moyen d'un courant donné, étant entendu que les caractéristiques du courant à employer, fonctions des dimensions de l'électrode, sont données par l'ingénieur soudeur qui a la charge de l'opération. Théoriquement, il suffirait donc de lire les indications d'un ampèremètre enregistreur pour être fixé sur la qualité de la soudure correspondante.

En réalité la question n'est pas aussi simple. Les appareils enregistreurs ne paraissent guère utilisables sur tous les chantiers d'une part, et d'autre part, l'expérience des usines électriques en service montre que les indications fournies par les appareils de ce genre ne sont pas toujours sûres, en raison des défectuosités qui peuvent survenir, des arrêts intempestifs, etc.

Pour les longs cordons de soudure et même pour les soudures circulaires étendues, en un mot pour toutes les soudures d'atelier, le problème est résolu automatiquement par l'emploi de la machine à souder très utilisée en Amérique et dont il existe plusieurs modèles très ingénieux et d'un fonctionnement sûr. Dans ces appareils, la longueur de l'arc et son voltage restent rigoureusement constants une fois réglés. La soudure s'exécute donc dans des conditions parfaites. Malheureusement de tels appareils n'existent pas encore pour tous les travaux de chantier. Il n'y a pas en un mot l'équivalent de la riveuse hydraulique ou pneumatique mobile, si pratique pour la construction des charpentes. Il y a d'ailleurs des essais en cours à ce point de vue et il est probable que si la construction soudée se développe, de pareils engins seront vite lancés dans la pratique.

Il serait donc en définitive à souhaiter qu'on découvrît et mît au point le plus tôt possible des appareils vraiment simples et pratiques pour ausculter toutes les soudures exécutées sur chantier.

C. L'ensemble de la construction soudée.

1° Effets du mode d'assemblage sur les constructions.

L'influence du nouveau mode d'assemblage sur la disposition générale des constructions soudées exécutées jusqu'alors est faible. A part la diminution du nombre et de l'importance des goussets, on suit généralement les habitudes acquises en construction rivée. Ce n'est que peu à peu, et par la pratique, que le dessinateur de charpente arrive à se libérer des habitudes anciennes et à constituer ses charpentes à l'aide des profils et des assemblages caractéristiques de la construction soudée. L'assemblage par recouvrement fait place progressivement à des assemblages où les profils, se rencontrant sous des angles quelconques, s'assemblent l'un sur l'autre par pénétration. La cornière, indispensable pour constituer les poutres en construction rivée, disparaît pour faire place au simple cordon de soudure continu ou discontinu.

Pour le moment, on ne paraît pas encore avoir utilisé les sections tubulaires, si avantageuses au point de vue de la résistance pour les pièces comprimées. Cependant M. Goelzer en a indiqué l'emploi dans l'étude très complète que nous avons déjà citée et qui constitue un véritable traité de construction soudée.

En somme, et comme on l'a toujours vu quand un procédé nouveau a remplacé un procédé ancien, on a commencé par utiliser les formes anciennes qui

peu à peu ont fait place à de nouvelles formes caractéristiques. On comprend donc que, jusqu'à nouvel ordre, la construction soudée utilise les profilés caractéristiques de la construction rivée, indépendamment même de la répugnance bien naturelle des aciéries à laminer des profilés nouveaux, d'ailleurs non encore étudiés à notre connaissance et d'un débit très limité.

La recherche de l'utilisation des profilés actuels de la construction rivée, dans les conditions les meilleures au point de vue économique, est d'ailleurs poussée très loin. C'est ainsi qu'on peut signaler l'emploi fait en Allemagne de fers à simple T comme membrures de poutres à double T, aux lieu et place des plats généralement utilisés. En utilisant des plats, les attaches à l'âme, constituées par de simples cordons de soudure, sont soumises à des efforts tranchants longitudinaux très élevés. On sait qu'il en est de même pour la rivure d'attache des membrures à l'âme en construction rivée. La construction de poutres à double T à l'aide de deux fers à simple T soudés à un plat pour terminer l'âme de la poutre, permet une économie sensible dans les cordons de soudure.

On comprend aussi que pendant longtemps encore probablement on cherchera à utiliser des constructions mixtes rivées et soudées, des éléments, rivés par exemple, étant soudés entre eux, ou même inversement.

2° Économie que l'on peut retirer de la soudure.

15 à 20 % en poids à coup sûr, les Américains parlent même de 20 à 25 %. Ces économies résultent de la suppression des trous et des têtes de rivets, des goussets et des couvre-joints. Elles résultent également de la suppression des difficultés et dépense de traçage, ajustage, perçage de trous, poinçonnage et alésage, propres à la construction rivée.

Toutefois, l'économie réelle n'est pas encore en rapport avec l'économie de poids, parfois même la construction soudée, quoique sensiblement plus légère, est plus chère que la construction rivée correspondante. Mais c'est là une véritable anomalie qui disparaîtra forcément dès que la construction soudée prendra un peu d'importance, amenant ainsi la formation de constructeurs soudeurs et d'équipes de pose exercés, comme ceux que l'on trouve en construction rivée.

Résumé.

Le rapport est un exposé des conditions actuelles d'emploi de la soudure dans les constructions métalliques.

L'auteur met en lumière ce fait que l'industrie possède actuellement, par la soudure électrique avec électrodes enrobées, un moyen d'obtenir des liaisons des pièces de charpente en acier doux offrant toutes les qualités désirables avec une sécurité complète.

Pour les charpentes en aciers spéciaux, la situation n'est pas encore aussi nette, mais les essais en cours permettent de compter sur des résultats analogues dans un très prochain avenir.

De nouveaux procédés de soudure à l'étude et paraissant appeler à un grand

avenir permettront peut-être bientôt, et dans les mêmes conditions de sécurité, l'emploi d'électrodes non enrobées.

La soudure à l'arc peut entraîner dans les charpentes importantes avec des tôles épaisses des déformations assez importantes ; pour ces charpentes, la technique des dispositions à prendre pour corriger ces effets, a besoin d'être étudiée et fixée.

Le calcul des joints soudés s'opère dans tous les pays par des méthodes analogues et en utilisant quelques hypothèses simples et plausibles. L'expérience a montré que les formules ainsi établies pouvaient s'employer en toute confiance.

L'industrie possède des moyens suffisants de contrôler l'exécution des cordons simples de soudure. Par contre, pour les cordons superposés, il n'existe pas encore de procédé pratique d'auscultation.

L'emploi des machines à souder donne les meilleurs résultats et leur emploi doit être étendu le plus possible.

La soudure permet une économie de poids considérable et incontestable. Actuellement l'économie argent ne paraît pas douteuse.

Zusammenfassung.

Der Bericht beleuchtet den heutigen Stand des Schweissens im Stahlbau.

Die Industrie besitzt im Schweissen mit umhüllten Elektroden ein Mittel, um an Stahlkonstruktionen Verbindungen von grosser Güte und Sicherheit herzustellen. Bei den hochwertigen Stählen sind die Vernältnisse noch nicht vollständig geklärt, doch lassen die bisherigen Versuche ein günstiges Ergebnis erwarten.

Die Lichtbogenschweissung ruft Schrumpfspannungen und Verbiegungen hervor, die durch geeignete Massnahmen unschädlich zu machen sind.

Die Berechnung der Schweissverbindungen wird in allen Ländern auf Grund vereinfachender Annahmen durchgeführt. Die Erfahrung zeigt, dass diesen Formeln Vertrauen entgegen gebracht werden kann.

Die Industrie besitzt heute Mittel, um die Ausführung einfacher Schweissnähte zu überwachen.

Die besten Ergebnisse werden bei Verwendung von Schweissmaschinen erzielt. Ihre Verwendung soll so weit wie möglich gefördert werden.

Die Anwendung des Schweissens im Stahlbau bringt Gewichtsersparnis und Wirtschaftlichkeit.

Summary.

The report shows the present position of welding in steel constructional work.

In welding with covered electrodes, the industry possesses a mean of making joints of high quality and security in steel work. In high-grade steels, the conditions are not yet quite clear, but the tests hitherto made justify expectation of good results.

Arch welding causes shrinkage stresses and suitable measures must be taken to prevent this being dangerous.

In all countries, the calculation of welded joints is based on simplified assumptions. Experience shows that these formulae may be relied on.

Means are available to-day for supervising the making of simple welded joints.

The best results are obtained by using welding machines; their adoption should be encouraged as much as possible.

The use of welding in steel structures lead to saving in weight and to economy.

Leere Seite
Blank page
Page vide