

Les recherches montrent ce qu'il faut prendre en considération lors du soudage du 4130.

Dans l'article précédent, nous avons décrit une expérience visant à déterminer les moyens de maximiser la résistance d'une soudure mettant en œuvre des tubes en acier chrome-molybdène 4130. Les questions de recherche abordées dans cette étude ont été regroupées en trois catégories générales, le procédé, le métal d'apport et le traitement thermique après soudage.

Pour le procédé de soudage, nous voulions déterminer quel procédé est le meilleur. Nous voulions déterminer s'il existe des différences significatives dans les performances de la pièce selon les différents procédés de soudage. Nous voulions également examiner quel procédé serait le plus facile à utiliser avec succès pour un soudeur amateur.

En examinant quel métal d'apport est le meilleur, nous voulions voir s'il existait des différences significatives dans les performances de la pièce avec différents métaux d'apport, ainsi que quel métal d'apport serait le plus facile à utiliser pour un amateur.

Nous avons ensuite examiné le traitement thermique avant et après soudage. Nous voulions savoir si un préchauffage est requis ou si un traitement thermique après soudage est requis. Si tel était le cas, nous voulions savoir quelle intensité était requise et pendant combien de temps. La question essentielle est de savoir si le préchauffage ou le traitement thermique après soudage créerait une différence dans l'assemblage soudé final.

Nous avons réalisé un programme d'essais dans des conditions contrôlées. Aucune tentative n'a été faite pour comparer les résultats obtenus en utilisant des éprouvettes planes à des assemblages de type tubulaire. Les résultats sont destinés à servir de référence de base afin de poursuivre le travail sur les assemblages tubulaires mais cette référence de base concernant les matériaux, les procédés et les métaux d'apport doit être établie afin d'examiner les interactions des trois variables principales.

Des considérations supplémentaires comprenaient des éprouvettes d'essai ayant subi une détente des contraintes et des éprouvettes n'ayant pas subi de détente des contraintes afin de déterminer l'efficacité du procédé.

DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE

1. Cette étude est limitée à l'essai de l'acier 4130 en position à plat, avec les procédés et les métaux d'apport indiqués.
2. Les éprouvettes d'essai ont été préparées et soudées par du personnel certifié dans les conditions prescrites.
3. Les éprouvettes provenant du même groupe d'assemblages soudés ont été alternativement soumises à une détente des contraintes et non soumises à une détente des contraintes afin d'examiner l'efficacité du traitement thermique après soudage.
4. Les essais ont été réalisés sur des machines certifiées d'une manière conforme à la pratique de l'industrie. Aucune autre épaisseur de matériau qu'«un matériau de .050”.



5. Les échantillons ont été préparés et essayés pour la dureté dans le métal de base, dans la zone affectée thermiquement, dans le métal fondu, dans la zone affectée thermiquement de l'autre côté et, enfin, dans le métal de base non affecté, comme montré à la figure 1.

L'essai de dureté utilisé était l'essai de dureté Rockwell sur l'échelle « A ». La dureté et la résistance à la traction sont liées, et il est donc possible de tirer certaines estimations de la résistance à la traction à partir des valeurs de dureté. La dureté et la fragilité sont également corrélées de manière approximative, en ce sens que lorsque la dureté augmente, la fragilité augmente également. Les ruptures fragiles des soudures sont des ruptures à propagation rapide avec peu d'avertissement de défaillance jusqu'à ce que la rupture se produise.

Les coupons d'essai utilisés dans le projet ont été préparés de la manière suivante : Après l'approvisionnement des matériaux, nous avons cisailé les coupons et usiné les bords cisailés. Les coupons ont été préalablement nettoyés. Nous avons ensuite soudé les coupons et soumis à une détente des contraintes les coupons sélectionnés.

Après le soudage, nous avons procédé à une inspection visuelle des soudures, photographié les coupons et commencé le programme d'essais.



Figure 2

Les éprouvettes de traction qui ont été soumises à l'essai ont été sollicitées perpendiculairement à la soudure sous la forme de ce que l'on appelle une éprouvette plate, comme montré à la figure 2. La résistance à la traction a ensuite été calculée en divisant la charge en livres par la section de l'éprouvette en pouces carrés, ce qui donne des unités finales de livres de charge par pouce carré, ou PSI.

Enfin, les éprouvettes de traction, une fois rompues, ont été mesurées afin de déterminer dans quelle mesure elles s'étaient étirées ou allongées avant de se rompre. Cela a été réalisé en utilisant une longueur de jauge de 1", puis en mesurant la longueur de jauge finale une fois l'essai de traction terminé, comme montré à la figure 3, exprimée en pourcentage d'allongement.

Le programme d'essais a été réalisé dans des conditions contrôlées. Aucune tentative n'a été faite pour comparer les résultats de l'utilisation d'éprouvettes planes à des assemblages de type tubulaire. Les résultats sont destinés à servir de référence de base pour poursuivre le travail sur les assemblages tubulaires, mais la référence de base concernant les matériaux, les procédés et les métaux d'apport doit être réalisée afin d'examiner les interactions des trois variables principales. Des considérations supplémentaires comprenaient l'examen de la question de savoir si la détente des contraintes des coupons constituait un procédé utile et efficace.

Figure 3



Il convient de noter que les essais utilisés pour l'évaluation des coupons sont relatifs aux éprouvettes elles-mêmes uniquement. Premièrement, les essais de dureté sont relatifs au matériau et à la soudure qui sont essayés. Lors de l'essai de la soudure, il faut reconnaître que le métal fondu ne subit généralement pas de limite d'élasticité, comme le fait le métal de base. Ainsi, la discussion de la limite d'élasticité des coupons de traction et de l'allongement n'est pas pertinente pour la comparaison de la traction et de l'allongement du métal de base dans l'assemblage soudé final.

Il n'existe pas de meilleure méthode de soudage. Tous les procédés essayés pouvaient être utilisés pour souder du chrome-molybdène dans le cadre des essais réalisés. Certains procédés sont plus faciles à apprendre, certains sont plus tolérants, d'autres sont plus propres, et d'autres encore sont techniquement plus avancés. Nous ne considérons aucune méthode comme étant la « meilleure », car la meilleure soudure est souvent le résultat d'un procédé que vous possédez déjà, ou du procédé dans lequel vous êtes déjà compétent.

S'il fallait proposer une combinaison préférée à prendre en considération, ce serait d'utiliser le soudage TIG avec une source de puissance qui présente un arc stable et régulier qui s'« allumerait » à de faibles intensités avec un tungstène de petit diamètre et qui serait facile à configurer pour l'utilisateur. Le corps de la torche serait petit et flexible avec des câbles légers et des buses de gaz de petit diamètre, de sorte que le soudeur puisse manipuler l'arc et voir le bain. Enfin, le métal d'apport serait facile à manipuler et à faire couler dans le bain avec une addition silencieuse dans le bain, de sorte que l'intégration du métal de base et du métal d'apport présente peu ou pas de turbulence.

RECOMMANDATIONS

Pour le métal d'apport, nous avons constaté que les procédés à alimentation manuelle de GTAW (TIG) et OFW (soudage au gaz) étaient les plus compatibles avec le métal d'apport ER-80-S-D2. L'ER-80-S-D2 a développé des résistances s'approchant de celle du métal de base, avec une quantité minimale de turbulence lorsque le métal d'apport fondu entrainait dans l'arc.

Le RG-45 et le RG-60 ont produit des soudures qui se situaient en dehors des paramètres d'acceptabilité pour le soudage sur du 4130. Les matériaux d'apport de la série RG manquent de résistance pour être compatibles avec le matériau de base.

Pour les procédés, comme mentionné ci-dessus, nous avons constaté que n'importe lequel des procédés pouvait être utilisé pour souder du 4130. Cependant, certains procédés pourraient être considérés comme présentant des caractéristiques préférables.

L'un des objectifs du soudage est que les combinaisons métal de base et métal d'apport « correspondent » afin que des quantités infimes du matériau de base soient affectées thermiquement. Tous les procédés ont produit des soudures acceptables pour les applications de construction amateur d'aéronefs.

Le traitement thermique. Lorsque nous avons examiné le traitement thermique après soudage, nous avons constaté qu'il faisait une différence dans l'expérience contrôlée telle qu'elle a été menée. Cependant, en pratique, l'embout chauffant oxycombustible de type « rosebud », ou pire encore un chalumeau coupeur, est souvent utilisé comme source de chauffage. Ceux-ci peuvent ou non être réglés sur une flamme neutre, et la chaleur peut ou non être appliquée uniformément. Cela signifie qu'ils peuvent ou non produire la réduction de dureté souhaitée et l'augmentation de ténacité et de ductilité.

En passant, considérez que toutes les réactions métallurgiques dépendent du temps et de la température. Les carbures complexes qui se forment dans les aciers chrome-molybdène sont difficiles à dissocier et à dissoudre. S'il n'y avait qu'une réduction moyenne de quatre points de dureté en 25 minutes à 1,025°F, il est douteux que l'oxycombustible ait un effet significatif dans les 5 à 7 minutes nécessaires pour chauffer le joint jusqu'à un rouge cerise terne.

En fin de compte, c'est votre projet, qu'il s'agisse d'un avion, d'une cage de sécurité ou d'un planeur. Entraînez-vous au soudage avant de commencer le projet. Développez des spécifications de procédure de soudage comme celles de cet article. Vous pourriez même envisager de faire examiner vos soudures par un expert en soudage ou de faire tester, de manière destructive, certaines de vos meilleures soudures, réalisées selon les bonnes pratiques par un laboratoire d'essais indépendant.

C'est à vous de décider comment vous démontrerez que vous êtes qualifié pour réaliser les soudures de votre projet. C'est également à vous de vous assurer que vous pouvez réaliser de manière fiable des soudures qui rendent votre projet aussi sûr qu'il puisse l'être.