

Ceci est une série sur l'apprentissage de l'utilisation d'un chalumeau de soudage oxy-acétylénique sur les avions. Point final ! Elle ne traite pas de la réparation de tracteurs, ni de travaux de carrosserie automobile ou de quoi que ce soit d'autre. Nous allons parler de rien d'autre que des avions et de la façon d'appliquer cette flamme magique bleue et blanche sur l'un d'eux sans en faire un désordre complet.

Dès le début, vous devez comprendre que le soudage aéronautique est une compétence unique en ce sens qu'il prend les techniques de base du soudage et les applique de manières légèrement différentes. Le concept de souder un avion est le même que celui de souder n'importe quoi d'autre, mais l'application réelle est différente, et ce sont ces légères différences qui séparent le soudeur aéronautique du travailleur industriel/agricole.



Les ateliers de soudage sont populaires lors des conventions et offrent un excellent moyen pour les constructeurs amateurs de se familiariser avec les bases du soudage.

Une dernière remarque avant de vous lancer tête la première dans cette série : n'espérez pas qu'en lisant ceci vous deviendrez automatiquement soudeur. Le soudage n'est pas un exercice intellectuel ; c'est une combinaison finement équilibrée de conceptualisation intellectuelle, d'observation visuelle, d'analyse exacte de ce qui se passe et de l'utilisation de ces informations pour guider vos mains dans l'orchestration de l'union éternelle de deux pièces d'acier. Tout se résume à trois mots simples : le soudage, c'est de la pratique, de la pratique, de la pratique.

LE SOUDAGE : QU'EST-CE QUE C'EST ?

Qu'est-ce que le soudage ? En ce moment, certaines personnes disent : « Quelle question stupide ! Tout le monde le sait. » Peut-être oui ; peut-être non. Afin que nous n'avancions pas tous avec notre propre définition, revenons à quelques bases et définissons exactement de quoi nous parlons (et de quoi nous ne parlons pas).

CE N'EST PAS DE LA SOUDURE TENDRE

Il y a très peu de chances que quelqu'un confonde le soudage aéronautique avec la soudure tendre mais, pour être sûr, faisons une déclaration générale... la soudure tendre n'a absolument aucune place dans la construction aéronautique ! Aucune, absolument ! Fondamentalement, la soudure tendre est l'assemblage, et non l'union, de deux pièces de métal en faisant fondre un matériau ayant un point de fusion beaucoup plus bas que celui du métal de base et en le faisant s'écouler dans le joint entre les deux pièces. Il existe plusieurs types

de soudure tendre, dont le plus courant utilise le plomb comme matériau d'assemblage. Un alliage d'argent est également utilisé lorsque l'on exige une résistance de joint plus élevée, comme pour le montage de viseurs d'armes. La soudure tendre convient pour assembler des fils dans des radios ou travailler sur des radiateurs, mais elle n'a absolument aucune application dans les structures primaires.

CE N'EST PAS DU BRASAGE

D'une certaine manière, le brasage pourrait être considéré comme une technique de soudure tendre à haute résistance, puisque tous deux assemblent des pièces de métal avec un métal d'apport qui possède un point de fusion plus bas que celui du métal de base. Dans le brasage, le matériau d'apport le plus couramment utilisé est un alliage cuivre/bronze qui dépend de surfaces absolument propres pour adhérer ; c'est pourquoi un flux est normalement appliqué sur la baguette ou sur le matériau de base afin d'aider à nettoyer la surface et à favoriser une meilleure adhérence.

Le brasage normal est rarement, voire jamais, utilisé dans les structures primaires d'aéronefs, bien qu'un certain nombre d'avions anciens (en particulier de vieux avions construits par des amateurs) en aient fait un usage limité. Aujourd'hui, il pourrait être utilisé pour fixer des structures secondaires, telles que des pattes de fixation de garniture, à la structure de base en acier.

Très récemment, plusieurs nouveaux alliages ont été développés qui utilisent la technique du brasage (le métal de base n'est pas fondu), mais la résistance du joint est beaucoup plus élevée que celle du brasage normal. Bien qu'aucun de ces produits ne soit approuvé ou recommandé pour un usage structurel primaire, ils semblent offrir une alternative viable au brasage bronze/laiton normal pour les applications structurelles secondaires. Il existe même la possibilité que, si un avion ultraléger léger et à basse vitesse était conçu spécifiquement pour utiliser ces nouveaux matériaux de brasage à haute résistance, ils puissent être utilisés dans la structure primaire. Toutefois, laissons les cerveaux faire quelques essais avant que quiconque ne commence à assembler des avions avec quelque chose de nouveau et de non éprouvé.

C'EST LE SOUDAGE

Sans entrer dans beaucoup de terminologie de haute technologie ni de jargon métallurgique, nous pouvons aller directement à l'essentiel et définir le soudage : « Le soudage est une technique par laquelle les deux pièces de métal à assembler sont fondues dans une zone étroite autour du joint et autorisées à s'écouler l'une dans l'autre, devenant ainsi une seule pièce lorsqu'elles refroidissent.

Un métal supplémentaire sous forme de baguette d'apport est normalement fondu dans la zone en fusion afin d'ajouter une plus grande résistance sous forme d'épaisseur supplémentaire de métal. » En d'autres termes, vous fusionnez réellement les deux pièces de métal en permettant à l'une de s'écouler dans l'autre. Cela paraît simple, n'est-ce pas ? Ça l'est, et en même temps ça ne l'est pas. Une quantité raisonnable de technique et de compréhension est nécessaire pour réaliser une soudure solide et esthétique, mais heureusement il n'y a rien de magique là-dedans. Une fois la technique apprise, le soudage peut être aussi amusant et aussi créatif que de peindre à l'huile ou de sculpter un nu dans un bloc de pin. Le vrai avantage du soudage aéronautique est que, quand vous avez terminé, vous pouvez monter dans votre création et décoller... essayez donc de faire cela avec une peinture ou une sculpture !

En règle générale, lorsque l'on parle de soudage aéronautique, on suppose que l'on parle de soudage oxy-acétylénique (oxy-acétylène). Mais ce n'est pas toujours le cas, car il existe au moins trois concepts de soudage nettement différents qui ont été, et sont encore, appliqués aux aéronefs. Ce sont le soudage au gaz (ou oxy-acétylénique), le soudage à l'arc et le soudage TIG (Tungsten Inert Gas), communément appelé Heli-arc, qui est en réalité un nom commercial. Examinons chacun d'eux séparément, puis concentrons-nous sur le soudage au gaz, puisque c'est la technique la plus couramment disponible pour le constructeur et le restaurateur d'avions.

SOUDAGE À L'ARC

À moins de remonter assez loin dans le temps (jusqu'à la Seconde Guerre mondiale et avant), vous pourriez avoir du mal à croire que le soudage à l'arc ait jamais été utilisé sur les avions. Le soudage à l'arc AC/DC est la réponse « du fermier au marteau... puisque vous ne pouvez pas clouer l'acier, vous le soudez ». On l'utilise pour construire des navires et des ponts et, croyez-le ou non, à une époque il a été utilisé pour construire des avions.



Le soudage à l'arc illustré ici était utilisé dans la construction aéronautique avant la Seconde Guerre mondiale mais est très rarement utilisé maintenant en raison de la difficulté de travailler avec des métaux minces.

Le soudage à l'arc est une méthode dans laquelle un courant à haute tension et à forte intensité est envoyé dans une électrode consommable, ou baguette de soudage, de sorte que lorsqu'elle est approchée de la pièce à travailler, qui est mise à la masse, un arc violent se développe. En un seul instant, la surface de la pièce et l'extrémité de l'électrode fondent, permettant à l'électrode fondue d'être introduite dans le joint fondu.

C'est une méthode très efficace pour assembler le métal... si vous construisez des ponts et des navires. Cependant, le soudage à l'arc est extrêmement difficile à contrôler lorsqu'on travaille avec du métal mince, comme celui que l'on trouve dans les tubes d'avions. Bien que la Stinson Aircraft Company l'ait utilisé très efficacement dans ses avions d'observation L-5 en temps de guerre, très peu d'entreprises l'ont utilisé avec succès depuis.

L'arc qui pénètre si efficacement dans le métal épais peut faire disparaître sous vos yeux un tube d'acier de paroi .035. Il concentre également la chaleur de la soudure dans une bande extrêmement petite et étroite adjacente à la soudure, ce qui provoque des contraintes énormes dans le joint et la zone adjacente lorsque la soudure refroidit, ce qui signifie que vous devez revenir et chauffer toute la zone jusqu'au rouge cerise pour

libérer toutes les contraintes. Sur un navire ou un tracteur cela ne fait pas tellement de différence, mais dans un avion c'est critique.

En résumé, vous pouvez oublier l'utilisation du soudage à l'arc sur les avions, sauf dans de très rares cas concernant des assemblages soudés de plaques extrêmement épaisses ou lorsque vous construisez un tracteur volant.

OXY-ACÉTYLÉNIQUE

De loin le type de soudage le plus courant dans l'aviation, en particulier dans les milieux de la construction amateur et de la restauration, est le soudage oxygène/acétylène, ou soudage au gaz. La longue flamme bleue avec le petit cône bleu-blanc en son centre est ce que la plupart des gens imaginent lorsqu'apparaît le mot « soudage ».

Le soudage au gaz consiste tout simplement à utiliser une flamme oxygène/acétylène hautement concentrée pour porter la surface des deux pièces de métal à assembler à la température de fusion, de sorte qu'une partie de chaque surface à souder fond et se mélangent ensemble, tandis qu'une baguette d'apport séparée est introduite dans le bain et fond en même temps, formant ainsi le « cordon » de soudure familier.



Le soudage oxy-acétylénique est le type de soudage le plus couramment

utilisé dans la construction aéronautique. Cette technique de soudage au gaz est relativement facile à apprendre.

Il existe certains avantages importants au soudage au gaz, dont le moindre n'est pas qu'il s'agit d'une technique relativement simple à apprendre et à utiliser. De plus, lorsque vous construisez ou réparez des avions, ou toute autre chose d'ailleurs, vous découvrirez rapidement que le chalumeau à acétylène est un outil absolument indispensable dans l'atelier pour chauffer et plier le métal.

Quel que soit le type de soudage que vous utilisez, tout atelier bien équipé a besoin d'un chalumeau simplement pour les travaux particuliers que les autres types de soudage ne peuvent pas réaliser. Le soudage au gaz a également l'avantage de chauffer une zone plus large et donc de ne pas concentrer la chaleur dans une seule petite zone, ce qui en pratique normalise partiellement (chauffer jusqu'à une certaine température puis laisser refroidir normalement), ce qui libère la majorité des contraintes internes causées par la dilatation et la contraction du métal en cours de soudage.

La mauvaise nouvelle est qu'un chalumeau au gaz a des limites dans la quantité de chaleur qu'un embout donné peut fournir, de sorte que vous vous retrouvez constamment à changer d'embout et à ajuster la flamme selon le travail à effectuer, c'est-à-dire que souder deux petits tubes nécessite un petit embout et une petite flamme, et qu'une demi-douzaine de gros tubes se rejoignant nécessite un embout beaucoup plus grand et une flamme plus importante, qui doit ensuite être ajustée au fur et à mesure que vous en faites le tour. De temps en temps, vous rencontrerez même un joint qui nécessite deux chalumeaux au gaz pour fournir suffisamment de chaleur afin de maintenir une bonne température de soudage. Heureusement, cependant, 99,9 % des besoins de soudage dans les avions légers peuvent être satisfaits, d'une manière ou d'une autre, grâce à l'utilisation d'un seul chalumeau à acétylène.

Parce que la technique est simple, que le coût de l'équipement est faible et que l'application est large, la majeure partie de cette série sera consacrée à l'utilisation du chalumeau au gaz, plutôt qu'à tout autre type d'équipement de soudage.

TIG (Tungsten Inert Gas)

Aussi courant que soit le chalumeau au gaz dans l'atelier amateur, le soudeur TIG l'est dans l'atelier professionnel. Dans certaines limites, le TIG fera tout ce qu'un soudeur au gaz peut faire, et même quelques choses de plus, bien qu'il y ait aussi un côté bonnes nouvelles et mauvaises nouvelles au soudage TIG.

Fondamentalement, le soudage TIG est l'aboutissement du mariage technologique des meilleurs aspects du soudage au gaz et du soudage à l'arc. Une petite électrode en tungstène, presque semblable à un fil, est contenue dans un « pistolet » en céramique, dont la configuration peut varier mais dont la plupart ont l'apparence d'un appareil de pyrogravure. Un courant est envoyé à travers l'électrode, qui forme alors un arc vers la pièce à travailler, de manière similaire au soudage à l'arc traditionnel, sauf que l'électrode en tungstène n'est pas consommée.



Démonstration de soudage TIG dans l'atelier de restauration aéronautique Cessna. (1987)

Également relié au « pistolet », ou embout, se trouve un mélange de gaz argon et hélium qui s'écoule autour de l'électrode et de la zone chauffée, créant un écran totalement inerte qui protège la surface de la soudure et le métal de base contre toute forme d'oxydation. La zone du joint est portée à température et, lorsqu'elle fond, la baguette d'apport y est introduite, de manière similaire au soudage au gaz.

Le courant est relié à une pédale au pied, ou même à une commande au doigt, ce qui permet d'augmenter ou de diminuer l'intensité et la chaleur de l'arc afin de s'adapter aux exigences changeantes de la soudure en cours.

Les avantages sont évidents : on peut obtenir une soudure extrêmement bonne, à pénétration profonde, sur des matériaux allant des plus minces aux plus épais, et la soudure est totalement exempte de contaminants extérieurs causés par le contact avec l'atmosphère. Ce n'est pas le cas avec le soudage au gaz ni avec le soudage à l'arc classique.

Encore une fois, la mauvaise nouvelle : même si leur prix baisse, un poste de soudage TIG fiable coûtera toujours de quatre à huit fois plus cher qu'un chalumeau à acétylène. De plus, le TIG concentre la chaleur de façon si étroite et les contraintes internes sont si élevées qu'il n'est pas rare qu'une soudure TIG dans l'acier aéronautique 4130 se fissure presque immédiatement après avoir été réalisée. C'est pourquoi presque toutes les soudures TIG doivent être immédiatement chauffées avec un chalumeau à acétylène, portées à une température rouge et laissées refroidir lentement ; par conséquent, vous aurez toujours besoin du chalumeau à acétylène pour réaliser correctement un travail de soudage au TIG.

L'application la plus courante du soudage TIG pour le constructeur ou restaurateur amateur se fait « au besoin » : lorsque vous rencontrez une zone que vous ne pouvez pas traiter avec un chalumeau à acétylène, apportez-la à votre atelier local spécialisé en soudage et laissez-les utiliser une machine TIG dessus. Mais il est important de choisir quelqu'un qui connaît les caractéristiques de l'acier chromoly 4130, afin qu'il utilise des baguettes inox 308 ou 309 ; elles sont moins sujettes aux fissures, un peu plus flexibles et peuvent normaliser la soudure presque immédiatement.

Le mois prochain, nous poursuivrons cette série avec un examen approfondi des différents types d'équipements qui rendront le travail de soudage beaucoup plus facile.