

LE COLLAGE DE L'ALUMINIUM

On peut penser au collage dès que nous voulons lier l'aluminium à un matériau différent (aluminium sur le bois, l'acier, le plastique, le béton ou le verre) ou lorsque nous voulons assembler deux composants en aluminium. Parmi les principaux avantages de la colle, nous avons l'esthétique (les surfaces ne sont pas altérées par la fusion du soudage ou par les rivets ou boulons), la facilité et la précision dimensionnelle de l'assemblage, en particulier pour le métal en feuille (pas de trous à percer, pas de distorsions thermiques ou mécaniques). La colle peut également assurer l'étanchéité des assemblages et amortir les vibrations.

Ce qui limite l'utilisation des colles est la méconnaissance de la durabilité de l'assemblage collé qui peut être affecté par le milieu (humidité et température), les charges cycliques et l'application d'une force permanente. Malheureusement, l'échec dû à la méconnaissance des conditions de réussite du collage en freine l'utilisation :

- . bonne préparation de surface;
- . bon choix d'adhésif pour l'utilisation (milieu);
- . bonne conception pour l'assemblage collé;
- . validation par des essais adéquats;
- . fabrication bien contrôlée.

La préparation des surfaces d'aluminium

C'est une étape critique, car l'adhésion à la surface métallique est une caractéristique essentielle de la réussite du collage. Cette adhésion est affectée par les contaminants, en couche très minces et même invisibles à la surface du métal. Ces contaminants sont :

- . l'air emprisonné (rugosité de surface excessive);
- . les polluants (huile, eau, poussières) déposés à la surface par contact direct ou condensation de vapeurs présentes dans l'air ambiant;
- . les sous-produits des réactions chimiques avec l'air ambiant :

- les polluants sont éliminés grâce à un dégraissage;
- le décapage mécanique ou chimique permet de mieux contrôler l'état de surface (couche d'oxyde et rugosité);
- les traitements de surface (chromatation, anodisation, application d'un primaire) ont pour but de produire une meilleure stabilité chimique de la surface ce qui augmente le temps entre la préparation de surface et le collage, assurant ainsi une longévité adéquate de l'assemblage collé.

Il va de soi que l'adhésif doit être compatible (adhère) avec tout autre matériau (dont la surface a été préalablement préparée) sur lequel l'aluminium doit être collé. Avec certains matériaux, il y a danger de migration de substances agressives pour l'aluminium à travers le film de colle et destruction de l'adhérence (ex. : bois aggloméré à base de colle urée-formol).

Le choix des adhésifs

Le choix d'un adhésif est conditionné par les performances mécaniques que l'on recherche pour un assemblage collé, dans son milieu d'utilisation (températures, humidité et produits agressifs).

Le coût de l'assemblage collé et sa fiabilité dépendent de la facilité de mise en œuvre du procédé. Cet aspect de fabrication est également très important dans le choix de l'adhésif.

Les deux tableaux de la page suivante donnent un aperçu des performances des diverses familles d'adhésifs et des conditions de mise en œuvre. On y donne aussi l'épaisseur optimale pour chaque famille d'adhésifs dans un assemblage, car l'épaisseur du joint a un impact significatif sur les performances et la mise en œuvre.

FAMILLES	PERFORMANCES			Utilisations courantes
	Mécaniques (MPa)	Température maximale (C)	Milieu agressif	
Époxy monocomposant	15 à 40	100 à 180	Excellentes	Assemblages fortement sollicités
Époxy bicomposant	10 à 30	70 à 120	Très bonnes	Adhésif à tout faire
Polyuréthane bicomposant	5 à 15	70 à 80	Très bonnes aux intempéries, Médiocres en milieu corrosif	Panneau sandwich
Polyuréthane monocomposant	5 à 15	80	Très bonnes aux intempéries, Médiocres en milieu corrosif	Antivibration, étanchéité, collage semi-structural
Acrylique seconde génération	25 à 35	80 à 100	Bonnes à très bonnes	Assemblages fortement sollicités
Anaérobie	faibles à très fortes	120	Très bonnes	Fixation de type axe/bague, emmanchements serrés, freinage de boulonnerie
Cyanoacrylate		80	Médiocres à très bonnes	Petites pièces peu sollicitées, collage aluminium/caoutchouc
Silicone	2à5	200 à 250	Très bonnes	Collages souples, résistants en températures, étanchéité
Ruban adhésif acrylique double face		90 à 120		Mobilier, menuiserie métallique
Vinyl oxyrane	15 à 20	120	Bonnes	Assemblages sollicités, collages sur tôles grasses

FAMILLES	Mise en œuvre	Épaisseur optimale (mm)
Époxy monocomposant	Pâte ou liquide (ou film) à polymériser à chaud, entre 120 et 200°C (15 minutes à une heure). Les époxy monocomposants en film polymérisent à chaud et sous pression (2 à 7 bars)	0,1 à 0,3
Époxy bicomposant	Deux composants de viscosités variables, à mélanger. Durcissement en quelques heures à température ambiante ou 45 minutes environ vers 80°C	0,1 à 0,3
Polyuréthane bicomposant	Deux composants de viscosités variables, à mélanger. Durcissement en quelques heures à température ambiante ou 45 minutes environ vers 80°C	0,1 à 0,3
Polyuréthane monocomposant	Pâte. Réticulation grâce à l'humidité de l'air 24 heures ou quelques jours	0,1 à 0,3
Acrylique seconde génération	Pâte et activateur à déposer séparément ou à mélanger, selon les recommandations. Durcissement en quelques minutes	0,1
Anaérobie	Liquide. Durcissement en quelques minutes en absence d'oxygène. Peut nécessiter un activateur.	0,05 à 0,15
Cyanoacrylate	Liquide ou pâteux. Durcissement en quelques secondes ou en quelques minutes à température ambiante	0,005 à 0,01
Silicone	Mono ou bicomposant. Voir polyuréthane mono ou bicomposant	0,3
Ruban adhésif acrylique double face	Tenue immédiate. Performances maximales après 72 heures	0,05 à 0,15
Vinyl oxyrane	Gel bicomposant. Durcissement en quelques minutes à température ambiante	0,5

La conception des assemblages

La résistance d'un adhésif en traction est d'environ 10 fois plus faible que celle des alliages d'aluminium à assembler. Pour cette raison, les assemblages sont conçus pour que l'adhésif travaille en cisaillement. La résistance en cisaillement est fonction de la largeur et de la longueur de recouvrement. Le tableau suivant montre des exemples d'assemblages. Dans un joint optimisé, la rupture de la colle est atteinte lorsque le métal atteint sa limite élastique. Pour améliorer la tenue mécanique, d'autres techniques tel que rivetage, clinchage, soudage par point et frettage peuvent être associés au collage.

EXEMPLES D'ASSEMBLAGES		
DÉSIGNATION	CONFIGURATION	COMMENTAIRES
COLLAGE BORD À BORD		peu satisfaisant, possible avec les colles à grande résistance à la flexion
JOINT À RECOUVREMENT SIMPLE		bon avec feuille mince $e \leq 0,8$ mm à 1 mm
JOINT À RECOUVREMENT SIMPLE BISEAUTÉ		bon, réduit les contraintes en bord de joint
JOINT BISEAUTÉ EN BOUT		idem, facile à réaliser
JOINT EMBRÉVÉ		bon, évite le moment de flexion, facile à réaliser
JOINT BORD À BORD À RECOUVREMENT SIMPLE		convenable, avec métal mince, facile à réaliser
DOUBLE JOINT SYMÉTRIQUE		bon, facile à réaliser
JOINT À MI-ÉPAISSEUR		bon, usinage cher
JOINT BORD À BORD À DOUBLE ÉPAISSEUR ET À DOUBLE RECOUVREMENT		très bon, usinage cher
DOUBLE JOINT SYMÉTRIQUE BISEAUTÉ		très bon, facile à faire avec profilés spéciaux
JOINT À DOUBLE RECOUVREMENT		bon, facile à réaliser, ne convient pas à toutes les constructions
JOINT EMBRÉVÉ BISEAUTÉ		très bon, cher à réaliser
JOINT BORD À BORD BISEAUTÉ		très bon, cher à réaliser

Le Collage de l'aluminium, Pechiney Rhenalu, Paris p. 31, tableau 9

Lorsqu'on veut coller l'aluminium à un autre matériau, on doit aussi tenir compte des contraintes induites par la dilatation différentielle des matériaux (aux dilatations dues à la température on ajoute celles dues à l'humidité pour le bois). Un joint épais et élastique (faible module d'élasticité) offre des conditions favorables.

Dans la phase de conception d'un assemblage collé, divers essais doivent être réalisés pour valider sa résistance en service.

Le contrôle de la qualité

Le contrôle en fabrication est l'assurance de la reproductibilité du collage et de sa fiabilité. Chaque famille de colles a ses exigences de mise en œuvre et préparation des surfaces. Cependant, la propreté est de rigueur à toutes les étapes de fabrication : port de gants propres, local sans poussières, température (supérieure à 15°C) et hygrométrie (entre 20 et 80%) contrôlées.

Plusieurs tests destructifs normalisés peuvent être pratiqués, en cours de fabrication, sur des éprouvettes témoins afin de contrôler la qualité du procédé.

Références

- . Handbook of adhesives, I. Skiest, Van Nostrand Reinhold Co, N.Y.
- . Le collage de l'aluminium, Pechiney Rhenalu, Paris.

Les fournisseurs d'adhésifs

Voici le nom des fournisseurs d'adhésifs au Québec. Ces derniers peuvent, dans une certaine mesure, agir à titre de conseillers techniques pour le collage de l'aluminium.

- | | |
|---|--|
| . ACME (distributeur de LORD) | www.lordadhesives.com |
| . Echo Tape | www.echotape.com |
| . H.B. Fuller Canada | www.hbfuller.com |
| . Henkel Loctite Canada inc. | www.loctite.com |
| . ITW Plexus | www.itwplexus.com |
| . Jimexs(distributeur de Manus Products) | www.jimexs.com |
| . Manus Products | www.manus.net |
| . Nat-Tape inc. | www.nat-tape.com |
| . Permabond (A.E. Blake Ltée) | |
| . Sika Canada inc. | www.sika.ca |
| . 3M Canada inc. | www.3m.ca |

Le **Feuillard technique** est publié par :

Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium

637, boulevard Talbot, bureau 102

Chicoutimi (Québec) G7H 6A4

Téléphone : (418) 545-5520 / Télécopieur : (418) 693-9279

Courriel : info@cqrda.ca

Adresse Internet : www.cqrda.ca

Rédaction

Maurice Duval, CQRDA

Collaboration

Edith Villeneuve, CQRDA

Infographie

Francine Corneau, CQRDA

Révision linguistique

René Laberge