

FICHE TECHNIQUE #26

CERTITUDE QUANT À L'ADHÉRENCE DE LA COUCHE DE ZINC

Pourquoi l'adhérence n'est pas un problème dans la galvanisation à chaud ?

**ZINC
INFO
ZINC**



MISSION STATEMENT

Nous voulons que les parties prenantes d'aujourd'hui et de demain reconnaissent généralement la galvanisation à chaud comme la forme la plus efficace et la plus durable de prévention de la corrosion pour l'acier.

La galvanisation à chaud est un procédé unique qui, depuis plus de 150 ans, est le « champion du monde de la prévention de la corrosion ». Aucune autre méthode ne se rapproche autant de cette protection complète de l'acier. De plus, c'est aussi le choix le plus intelligent et le plus responsable. La construction circulaire a un rôle important à jouer dans la lutte contre le réchauffement climatique. Le fil conducteur est de mieux utiliser et réutiliser les matières premières rares. Grâce à la galvanisation à chaud, nous optons pour un acier 100 % circulaire. La meilleure protection et le choix le plus responsable.

ABSOLUMENT ZINC

Cette Fiche Technique n'est qu'une parmi tant d'autres. Pour plus d'informations, consultez le site www.infozincbenelux.com



Vous souhaitez en savoir plus sur la galvanisation à chaud ?
Contactez Hans Boender à l'adresse hans@zinkinfobenelux.com.
Hans est notre expert technique.



ABSOLUMENT ZINC

**Il n'y a
rien de plus
sûr qu'un
« système
fiable »**

On parle souvent de galvanisation. Cependant, il existe différentes méthodes d'application du zinc, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients. Il est essentiel de comprendre ces différences.

WHAT YOU SEE IS WHAT YOU GET

Rien n'offre plus de sécurité qu'un système équitable.

Depuis plus de 150 ans, la galvanisation à chaud est le champion incontesté de la protection contre la corrosion. Le fait que le zinc, en tant que métal de base, puisse protéger un matériau comme l'acier a longtemps été un mystère. Les alchimistes en ont peut-être tiré un espoir dans leur quête de l'or.

Depuis le début du 18e siècle, nous savons qu'une couche de zinc protège l'acier de la corrosion. Mais ce n'est qu'au XIXe siècle qu'une méthode de production, le décapage, a été mise au point. Il a fallu attendre près de 100 ans pour que des expériences et des recherches en laboratoire permettent de comprendre le processus. La pratique quotidienne montre l'énorme étendue de l'application de l'acier galvanisé à chaud dans les structures, les outils et le design. Il suffit d'un investissement unique et plus aucun entretien n'est nécessaire ; il n'est donc pas étonnant que l'acier galvanisé à chaud soit toujours le choix préféré près de 300 ans après son invention. Comment se fait-il que la couche de zinc adhère si bien à l'acier ? Cette fiche technique vous l'explique.

LE PROCESSUS DE GALVANISATION À CHAUD

La galvanisation à chaud est un procédé métallurgique qui consiste à immerger l'acier dans du zinc en fusion. Pour que le zinc se liquéfie et permette ainsi l'immersion, la température du zinc doit être supérieure à son point de fusion, qui est de 419°C. Presque toujours, une température de 450°C est maintenue dans le bain de zinc. Lorsque l'objet en acier est immergé, le zinc liquide autour de l'objet se solidifie (comparable à de l'eau gelée). Une fois que l'objet a presque atteint la température du bain de zinc, la couche de zinc peut se former. Plusieurs couches d'alliage zinc-fer se forment à ce moment-là, et également en succession rapide, recouvertes d'une couche de zinc pur due à la solidification du zinc lorsque l'objet est sorti du bain de zinc.

POURQUOI 450°C ?

Le zinc fond à 419°C. La température du bain de zinc doit rester supérieure à cette valeur, notamment parce que le bain se refroidit en immergeant des objets beaucoup plus froids. En outre, l'excédent de zinc devra s'écouler de la surface du profilé lorsque l'objet sera hissé hors du bain. De même, il faut prévoir suffisamment de temps pour effectuer des réparations en cas d'urgence. Par exemple, si l'alimentation en énergie du bain chauffé stagne, il faut éviter la solidification du zinc dans le bain. La solidification réduirait le volume du zinc, créant un espace entre le bain de zinc et le zinc solidifié. Il serait alors impossible de fondre le zinc après la solidification sans soumettre la casserole à une contrainte thermique.

Une température trop élevée, outre une facture d'énergie élevée, endommage également le bac en zinc. Ce bac en acier se dissout plus rapidement à des températures supérieures à 480°C, car le zinc réagit de manière particulièrement agressive avec le fer à partir de cette température. Outre les résultats optimaux de la galvanisation, ce sont les raisons pour lesquelles le bain de zinc est chauffé à une température de 450°C.

Il existe également des installations à plus haute température et des bains de zinc en céramique pour des applications spéciales, mais celles-ci ne sont pas incluses dans cette fiche d'information technique.

Le revêtement galvanisé est créé par un processus de diffusion Fe-Zn à la surface de l'acier, suivi par la formation d'alliages Zn-Fe qui sont "métallurgiquement ancrés" à la surface de l'acier. Cela permet d'obtenir une excellente adhérence et une résistance à l'usure. Dès que l'objet est immergé dans le bain de zinc et que la réaction chimique commence, la couche Zeta se forme. La diffusion ultérieure crée ensuite la couche Delta et la couche Gamma (-double) (anciennement appelée double couche Gamma en raison de sa structure). Lors de l'extraction du bain de zinc, le zinc liquide s'écoule de l'objet et, lors de la solidification, forme une couche de zinc presque pur (couche Eta = au moins 98 % de zinc pur), également appelée couche de solidification pour des raisons compréhensibles.

La norme relative à la galvanisation (EN-ISO 1461) cite l'aspect de l'adhérence et mentionne immédiatement qu'il n'existe pas de méthode appropriée et normalisée connue pour tester l'adhérence du revêtement galvanisé.

La norme relative à la galvanisation (EN-ISO 1461) cite l'aspect de l'adhérence et mentionne immédiatement qu'il n'existe pas de méthode appropriée et normalisée connue pour tester l'adhérence du revêtement galvanisé.

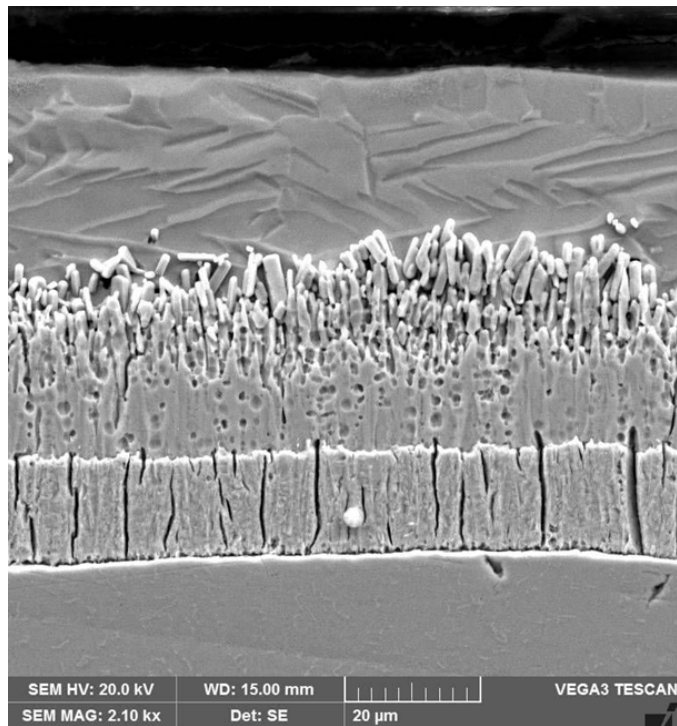
Il ressort clairement de l'explication qui précède qu'il n'est généralement pas nécessaire d'évaluer l'adhérence du revêtement de zinc. L'ancrage chimique des couches d'alliage zinc-fer est plus que suffisant pour presque toutes les applications. Pour des applications spéciales, cependant, un client peut avoir intérêt à ce que le revêtement de zinc ait une certaine adhérence minimale. Prenons l'exemple des surfaces de roulement des chemins de roulement des grues. Dans ce cas, des méthodes d'essai peuvent être convenues à l'avance pour évaluer l'adhérence.

Ainsi, on peut utiliser le test du dolly (EN-ISO 4624), normalement appliqué pour les revêtements organiques, ou le "test du couteau" dans lequel on utilise un couteau pointu et solide (semblable à un couteau à huîtres). Il est parfois fait référence au test du diamant (ISO 16276-2 ou EN-ISO 2409), comme c'est également le cas pour les revêtements organiques. Le test au marteau, selon la norme américaine ASTM A123, n'est plus guère utilisé de nos jours. Ce test montre tout au plus que la couche de zinc est plus dure que l'acier sous-jacent. En laissant tomber un marteau sur la couche de zinc "dure", qui ne se déforme donc pas, le zinc se détache de l'acier parce que l'acier est "plus dur" et se cabosse sous l'impact du marteau.

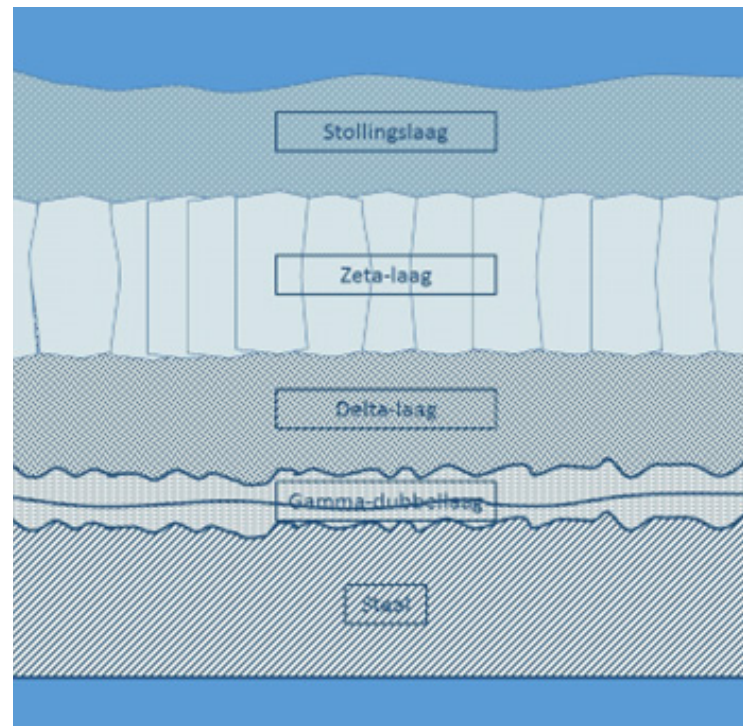
Dans de rares cas, l'adhérence entre le revêtement de zinc et l'acier est nulle ou presque. Dans ce cas, seule une couche de zinc excédentaire se solidifie. A la moindre sollicitation mécanique, telle qu'un coup, une chute ou un pliage, la totalité de la couche de zinc se détache. Ce phénomène est dû à l'état de surface et à la composition chimique de l'acier. Certains aciers, comme l'acier inoxydable*, l'acier au manganèse, l'acier autoturcissant, l'acier à ressorts et l'acier auto, ne conviennent tout simplement pas à la galvanisation. Toutefois, cela ne se produit jamais avec les aciers de construction ordinaires. Il ne s'agit donc pas d'un problème d'adhérence, mais d'un processus chimique insuffisant qui perturbe la formation des couches d'alliage zinc-fer. Ce phénomène est immédiatement visible après la galvanisation, ce qui fait de la galvanisation un système fiable. Les défauts éventuels sont immédiatement visibles, contrairement aux peintures ou aux revêtements en poudre, par exemple, où les problèmes n'apparaissent parfois qu'après un certain temps.

**Certains types d'acier inoxydable peuvent être recouverts d'une couche galvanisée, ce qui peut être déterminé par des essais pratiques.*

Micro-enregistrement d'une couche de zinc sur laquelle les couches d'alliage zinc-fer sont clairement visibles.



Structure schématique de la couche de zinc



Essai sur échantillon en acier galvanisé



Test de raclage avec couteau (à huîtres)



RÉSUMÉ

Un revêtement galvanisé est en quelque sorte solidement ancré à l'acier, car les couches d'alliage sont créées par la réaction du fer et du zinc, qui sont inextricablement liés l'un à l'autre et à l'acier. Seules des contraintes mécaniques, telles que des chocs, peuvent entraîner un décollement local de la couche de zinc, qui est alors dû à la différence de dureté entre les couches d'alliage zinc-fer et l'acier.

RÉFÉRENCE NORMATIVE

EN ISO 1461

Revêtement galvanisé à chaud sur des objets en fer et en acier - Spécifications et méthodes d'essai.

EN ISO 14713 partie 2

Revêtements de zinc - Directives et recommandations pour la protection du fer et de l'acier dans les structures contre la corrosion - Partie 1 : Principes généraux de conception et résistance à la corrosion.

ASTM A123/A123M-13

Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products

EN ISO 4624

Peintures et vernis - essai d'arrachement pour déterminer l'adhérence

ISO 16276-2

Protection des structures en acier contre la corrosion par des systèmes de peinture - Évaluation et critères d'acceptation de l'adhérence/cohésion (résistance à la rupture) d'un film sec - Partie 2 : Essai au diamant et essai de coupe transversale simple

EN ISO 2409

Paints and varnishes - Cross-cut test

FICHES TECHNIQUES

FT11 - Taches causées par un stockage humide

FT2 - Procédure de retouche

FT3 - Déformation thermique due à la galvanisation

FT4 - Corrosion par contact et prévention

FT5 - Soudage avant galvanisation à chaud

FT6 - Soudage après galvanisation

FT7 - État de la surface de l'acier avant la galvanisation à chaud

FT8 - Identification des pièces à galvaniser à chaud

FT9 - Inspection de l'acier galvanisé à chaud de manière discontinue

FT10 - Résistance à la corrosion de l'acier galvanisé à chaud

FT11 - Méthodes d'application du zinc

FT12 - Les propriétés mécaniques de l'acier galvanisé à chaud

FT13 - Augmentation du poids de l'acier lors de la galvanisation à chaud

FT14 - Pourquoi un test au brouillard salin est-il demandé pour l'acier galvanisé à chaud

FT15 - Différence entre la galvanisation à chaud discontinue et continue

FT16 - Différence entre la galvanisation à chaud discontinue et la projection de zinc

FT17 - Différence entre la galvanisation à chaud discontinue et la galvanisation électrolytique

FT18 - Influence de la composition chimique sur la formation de la couche de zinc

FT19 - Galvanisation à chaud discontinue vs systèmes de peinture

FT20 - Protection cathodique et effet des arêtes vives

FT21 - Galvanisation à chaud de l'acier MC

FT22 - Galvanisation à chaud des arêtes de coupe

FT23 - Trous de galvanisation invisibles / trous borgnes

FT24 - Acier galvanisé dans le sol

FT25 - Patine de zinc : formation et protection

FT26 - Certitude quant à l'adhérence de la couche de zinc

FT28 - Réalisation de trous de galvanisation

FT29 - Différence entre la galvanisation thermique discontinue et la galvanisation à froid

FT30 - Regalvanisation : rénovation de l'objet galvanisé

FT35 - Comparaison entre ISO 1461 (:2022) et ASTM A123 (:2024)