

Traitements de surface

Introduction :

Les traitements de surface regroupent toute une collection de procédés, mécaniques, chimiques ou physiques qui visent à modifier les propriétés de la surface du matériau.

Définition :

Un traitement de surface est une opération mécanique, chimique, électrochimique ou physique qui a pour conséquence de modifier l'aspect ou la fonction de la surface des matériaux afin de l'adapter à des conditions d'utilisation données.

Objectifs des traitements de surface

Augmenter la durée de vie et la fiabilité d'un produit :

- lutte contre la corrosion et l'usure,
- amélioration de la tenue en fatigue

Maîtriser les performances d'une pièce :

- résistance à la corrosion,
- conductibilité (ou isolation) électrique ou thermique,
- soudabilité,
- isolation aux rayonnements,
- caractéristiques optiques de la pièce, ...

Améliorer l'aspect externe d'un objet :

- rugosité,
- couleur, brillance,

- réflectivité, anti-reflets

Le traitement de surface des métaux et des matières plastiques ne constitue pas en lui-même un secteur industriel vertical distinct. Les traitements de surface ne créent pas de produits ; ils modifient les propriétés de surface de composants ou de produits déjà existants pour une utilisation ultérieure. Le traitement de surface des métaux et des matières plastiques est donc en grande partie un service utilisé par de nombreux secteurs industriels, dont :

L'automobile

les boîtes de conserves

l'aérospatiale

l'imprimerie

les systèmes d'information

les appareils ménagers

le secteur des
télécommunications

la joaillerie, la lunetterie et la
décoration

l'industrie lourde

l'ameublement

la construction (bâtiment)

l'habillement

la robinetterie

la monnaie

la quincaillerie

le secteur médical

Zingage et passivation au chrome, Chromage dur, Cuivrage, Cadmiage, Dorure, Dépôt de métaux précieux (argent, iridium, platine), Anodisation d'Aluminium, étamage,

Traitements mécaniques :

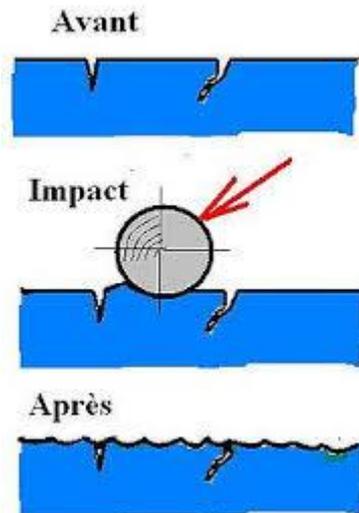
Les traitements de surface mécaniques visent généralement à modifier la rugosité de la surface ou à enlever une couche d'oxyde.

Techniques de traitements mécaniques:

Ponçage, polissage mécanique: la surface est frottée avec un matériau abrasif (toile d'émeri, pâte de diamant,...)

Grenailage: projection de grenaille à grande vitesse sur la surface.

Le grenailage: est une technique consistant à projeter, à l'aide d'une grenailleuse, des micro-billes sur la surface d'un objet pour en modifier la structure superficielle.



Sablage: projection à grande vitesse de matériaux abrasifs sur la surface

Le grenailage permet également de modifier le niveau d'écrouissage (densité de dislocations) proche de la surface et ainsi de changer les propriétés de dureté de la couche superficielle du matériau.

Traitements chimiques :

Les traitements de surface chimiques permettent de modifier la nature de la couche superficielle du matériau. Ils permettent de recouvrir le substrat d'une couche d'épaisseur contrôlée, parfaitement adhérente au substrat de base. Généralement l'épaisseur du substrat qui a été modifiée est très faible, inférieure à 10 nm.

Dégraissage

Cette technique est évidemment utilisée pour éliminer les corps gras, graisses animales et végétales saponifiables ou huile minérale non gras qui souillant la surface. Très et « trop » souvent, c'est la seule méthode de traitement de la surface avant tout revêtement. Le dégraissage peut être soit chimique, soit électrolytique.

Dégraissage chimique

Il est très souvent utilisé, mais pour qu'il s'avère efficace, il doit être parfaitement adapté au matériau à dégraisser, car son rôle n'est pas uniquement de nettoyer la surface, mais aussi de la conditionner au traitement ultérieur.

Les produits dégraissant couramment utilisés peuvent être classés en deux catégories. D'une part, les dégraissant à base de solvants organiques (trichloréthylène, perchloréthylène, benzène, ...) qui assurent un prédégraissage de la surface par solubilisation des matières grasses, plus spécialement les huiles minérales non saponifiables. D'autre part, des solutions alcalines de pH 7 à 14 (soude, carbonate de soude ...) qui enlèvent la salissure (graisses animales saponifiables) suivant un processus plus complexe. Le choix du dégraissant dépend essentiellement de la nature de la salissure et du matériau. Après un dégraissage, il faut éliminer tous les produits et ceux formés lors des réactions. Cette étape est très importante, car il n'est pas toujours facile d'éliminer ces produits comme par exemple les composés colloïdaux hydrophiles. Aussi, les conséquences d'un mauvais dégraissage peuvent être plus catastrophiques que celles de la pollution initiale.

Dégraissage électrolytique

La différence principale avec le dégraissage chimique réside dans le fait que la solution aqueuse de dégraissage est utilisée comme électrolyte dans une cellule où les pièces à

dégraisser sont placées soit en position d'anode, soit en position de cathode.

Au niveau de ces électrodes, il se produit un dégagement gazeux, oxygène à l'anode, hydrogène à la cathode.

Décapage

Décapage mécanique

Le but de cette opération est d'éliminer les couches chimiques, adhérentes à la surface telles que les oxydes, produits de corrosion revêtements de protection anciens... Le décapage mécanique peut être réalisé de diverses façons : grattage, grenaille, microbillage, brossage, sablage,.... Ces opérations peuvent s'opérer à sec comme la grenaille ou par voie humide comme le sablage humide.

L'abrasif utilisé lors du grenailage peut être des plusieurs divers : grenailles métalliques, abrasif minéraux naturels (sable, silex), abrasif synthétiques (verre, nylon).

Décapage ionique

Le principe de ce décapage est le même que celui du décapage mécanique de microbillage. Il s'effectue grâce à des ions de gaz rare, focalisés sous forme d'un faisceau qui balaie la surface à nettoyer. Ce type de décapage est le plus intéressant.

Décapage chimique

Le but de cette opération, comme la précédente, est d'éliminer les produits de surface indésirables (en particulier les oxydes). Dans le cas des aciers ordinaires, acier inoxydables, cuivre et alliage cuivreux, nickel, titane et leurs alliages. On utilise généralement une solution aqueuse acide (mélange d'acide sulfurique, chlorhydrique ...) pour enlever les couches organiques, les huiles ou les anciennes couches de peinture, il n'est guère possible d'utiliser des solutions acides, il est préférable d'utiliser alors, soit des solutions aqueuses alcalines, soit

des solvants organiques. Parfois, le décapage chimique est effectué par voie électrolytique. L'électrolyte est soit une solution acide (sulfurique et / ou nitrique), soit une solution neutre (sulfate de sodium par exemple), la pièce à décaper constitue alors l'anode de la cellule d'électrolyse. Les pointes en relief sont dissoutes préférentiellement. Il est nécessaire de faire suivre ce décapage chimique d'un excellent rinçage afin d'éliminer toutes traces de produit corrosif .

Décapage et passivation en milieu acide : l'oxyde formé spontanément est enlevé et remplacé par un oxyde plus adhérent et plus résistant. On utilise, entre autre, l'acide chlorhydrique, fluorhydrique, sulfurique ou nitrique.

Anodisation (ou oxydation anodique) : il s'agit d'une électrolyse en milieu acide qui forme sur le substrat une couche protectrice homogène.

Bain de rinçage : Un bain de rinçage est une cuve remplie d'eau qui permet de rendre la surface de la pièce propre et apte à être traitée par les produits chimiques de l'opération suivante, de diluer le film de liquide polluant entourant la pièce après un bain de traitement afin de limiter la pollution du bain suivant par des produits incompatibles en provenance du bain précédent et d'arrêter l'effet chimique des produits sur la surface de la pièce.

Entraînement : L'entraînement est la quantité de liquide qui passe d'un bain à un autre par l'intermédiaire de la pièce à traiter par unité de temps ou de surface.

Rendement : Il permet d'évaluer la quantité d'eau consommée par rapport à la quantité d'eau théoriquement nécessaire à un rinçage efficace.

Rinçage courant : Un rinçage courant est un rinçage alimenté en continu d'un débit d'eau.

Rinçage de compensation : Un rinçage de compensation est généralement un rinçage statique utilisé pour compenser les pertes dues à l'évaporation des bains

de traitement chauds.

Rinçage éco : C'est un rinçage statique qui n'est généralement jamais vidangé. Les pièces y ont plongées une fois avant et une fois après le traitement

Rinçage par aspersion : C'est un rinçage de type spray ou douchette.

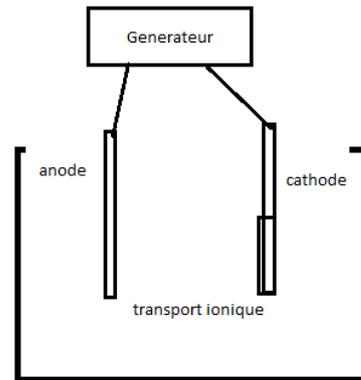
Rinçage statique : Un rinçage statique est une cuve de rinçage non alimentée par un courant d'eau et vidangée périodiquement.

Description d'un atelier de traitement de surface

I.2.1 Structure d'un atelier Les ateliers de traitement de surface sont composés de suites de cuves formant des chaînes de production. Les cuves correspondent soit à des bains de traitement soit à des bains de rinçage. Les pièces subissent donc une succession de trempages dans des bains de traitement et des bains de rinçage afin de subir le traitement désiré. L'enchaînement nécessaire au traitement complet d'une pièce constitue une gamme de production.

ELECTRODEPOSITION

L'électrolyse est utilisée pour déposer une ou plusieurs couches métalliques sur une surface métallique. Le principe de réalisation d'un dépôt électrolytique est simple : l'électrode à recouvrir est placée dans un bac à électrolyse pour jouer le rôle d'une cathode sur laquelle viennent de déposer des ions métalliques fig. (III.1). L'électrolyte est choisi en fonction du dépôt désiré. La couche obtenue a bien évidemment des caractéristiques précises qui dépendent des différents paramètres du mécanisme électrolytique [18]. Cette opération a pour but de conférer au métal certaines propriétés de surface [19,20] dont: la résistance à la corrosion ; l'aspect (mat, semi-brillant, brillant...) ; les propriétés optiques ; la résistance à la corrosion ; l'aspect (mat, semi-brillant, brillant...) ; les propriétés optiques ;



Dépôt de métal à base de phase gazeuse (procédé à sec).

Elle consiste en l'évaporation thermique, suivie par la condensation du métal sur un substrat dans une chambre à vide. Différentes techniques coexistent et sont principalement divisées en deux types principaux : les dépôts chimiques en phase vapeur (CVD) et les dépôts physiques en phase vapeur (PVD).

A/ Déposition chimique en phase vapeur (CVD)

Chemical Vapor Deposition (CVD) est un procédé dans lequel le substrat est exposé à un ou plusieurs précurseurs volatils, qui réagissent et / ou qui se décomposent sur la surface du substrat pour produire la couche mince de métal désiré. Une alternative est PlasmaEnhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD), qui est une forme de CVD qui implique la création d'un plasma de gaz de réaction et le dépôt ultérieur sur un substrat. Le plasma est généralement réalisé par une radiofréquence, à courant continu ou une décharge à microondes entre deux électrodes situées dans l'espace dans lequel les gaz réactifs sont introduits.

B/ Déposition physique en phase vapeur (PVD)

Le Processus PVD est un terme général utilisé pour décrire une méthode pour déposer un film mince et solide par la condensation d'une forme vaporisée de la matière solide sur différentes surfaces. Le PVD consiste en l'éjection d'une matière physique comme atomes ou molécules et la nucléation et la condensation de ces atomes sur le substrat. Les procédés PVD

les plus courants sont l'évaporation et la pulvérisation cathodique. Les matériaux sont créés physiquement dans la phase vapeur par bombardement d'une source d'énergie (par exemple, cible de pulvérisation cathodique) et l'éjection ultérieure de la matière.

Phosphatation/chromatation: il s'agit de procédés de conversion qui créent à partir de phosphates ou chromates solubles une couche fixée à la surface du matériau (métal) traité. La surface ainsi créée a généralement un bon pouvoir d'absorption des liquides (peintures, huiles,...)

PROCEDURES EXPERIMENTALES

Avant toute déposition, les substrats ont subis un traitement de surface. Les particules d'alumine sont de diamètre qui varie entre quelques micromètres et quelques dizaines de nanomètres. La solution est soumise à l'agitation pendant 48h pour assurer une bonne dispersion des particules. Les conditions d'élaboration sont déterminées en fonction des propriétés recherchées.

Préparation des électrodes

Polissage mécanique

Le polissage mécanique des substrats est réalisé par un papier abrasif. Une polisseuse rotative, munie d'un disque abrasif de différentes granulométries a été utilisée.

Dégraissage électrolytique

Un circuit potentiostatique a été monté pour les opérations de dégraissage. L'électrode à nettoyer (la plaquette d'acier) est prise comme cathode dans l'électrolyte d'une solution alcaline contenant un mélange d'hydroxyde de sodium (NaOH) et du carbonate de sodium (Na₂CO₃).

Cette opération est réalisée pendant 3 minutes sous une densité de courant de l'ordre de 2 A/dm² et à une température d'environ 35C°

Décapage chimique

Le décapage chimique des échantillons a été réalisé dans l'acide chlorhydrique bouillant en 10 % (en volume). Les plaquettes d'acier ont été totalement immergées dans la solution acide pendant 5 min, le temps du décapage est considéré comme une fonction du degré de souillure de l'échantillon.

Rinçage

Une fois, les échantillons sont décapés, on les a rincé immédiatement avec l'eau distillée, l'acétone puis avec la solution de notre bain.

BAIN ELECTROLYTIQUE

Le bain électrolytique est un mélange complexe d'espèces solubles du métal à déposer, d'électrolyte et de différents additifs permettant d'obtenir les propriétés et les caractéristiques désirées.

CHOIX DU BAIN

Le choix du bain a été dicté par le fait qu'il répond aux critères suivant :

- Coût faible.
- Bon rendement.

BAIN DE NICKEL PUR

Le tableau suivant récapitule la composition et les concentrations utilisées pour les différents dépôts électrolytiques :

Tableau Composition du bain de nickelage pur.

Composition Concentration (g/l) Concentration (mol/l)

NiCl ₂ . 6H ₂ O	23,771	0,1
NH ₄ Cl	21,4	0,4
H ₃ BO ₃	18,5433	0,3
NaCl	5,85	0,1