



TECHNIQUES INDUSTRIELLES



La métallisation des polymères



La métallisation des matières plastiques est devenue, depuis une trentaine d'années, un procédé couramment utilisé, notamment dans l'industrie cosmétique. En effet cette technique permet d'allier les performances de légèreté, de flexion et de prix d'un polymère avec les fonctions décoratives, de dureté et de résistance à la rayure d'un revêtement métallique (argent, or, cuivre...).



Il existe principalement deux procédés pour réaliser la métallisation des matières plastiques : un procédé standard, nécessitant un traitement chimique, et un procédé nécessitant l'emploi d'une post-activation. Au début des années 60, la surface d'un polymère était rendue rugueuse mécaniquement par rodage ou sablage. Ce traitement mécanique a toutefois été remplacé par une attaque chimique, considérée plus fiable, réalisée à partir d'acide chromique. Cette technique est d'autant plus maniable que l'on travaille sur des installations de grande taille. Une fois le prétraitement réalisé, cette surface était mise en contact avec des dérivés d'étain et des sels d'argent. On a ensuite remplacé l'argent par le palladium comme catalyseur pour amorcer le dépôt chimique du métal.

Deux méthodes sont alors utilisées

pour catalyser une surface de polymères non conductrice : l'activation avec un système de palladium ionique et l'activation avec un système étain-palladium colloïdal. Ces deux systèmes présentent la propriété de réagir sur un certain type de polymère seulement, par imprégnation d'une quantité suffisante de palladium. Leur avantage est l'isolation aisée des montages sur lesquels sont placées les pièces à traiter. En effet si les montages sont métallisés au cours du processus, il est coûteux et difficile de les stripper* après chaque cycle.

Aujourd'hui plus de 90 % des polymères traités se composent d'ABS* avec, pour certains d'entre eux, des ajouts de polycarbonate (Pc). Les montages sont isolés par un revêtement en PVC qui ne peut être activé et est peu affecté par l'attaque sulfo-chromique de prétraitement.

stripper

éliminer les fractions trop volatiles d'un liquide

ABS

acrylonitrile-butadiène-styrène



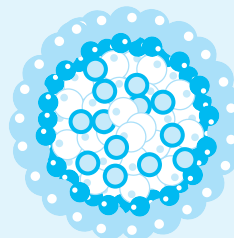
Structure d'un agglomérat d'étain-palladium

Cl⁻ 0,181 nm

Pd 0,128 nm

Sn²⁺ 0,093 nm

Sn

Diamétrie :
type : 2-10 nm
max : 100 nmSource : R. L. Cohen K. W. West
J. Electrochem**chélate**

complexe, souvent organo-métallique, dans lequel un ion métallique central est pris en pince par plusieurs liaisons de coordination. La formation de ces composés encapsulés par plusieurs ligands est appelée chélation. Les chélates sont utilisés pour "piéger" d'autres molécules.

Ⓢ Le dépôt chimique : des inconvénients

La protection de l'environnement et celle de la santé ont une influence de plus en plus importante sur la législation. Il est donc nécessaire de réduire au maximum les rejets chélatés*, ainsi que d'éliminer complètement l'usage du formaldéhyde et du cyanure. La plupart des installations ont des systèmes permettant de traiter ces produits dangereux mais leur coût va en augmentant. De plus, les réglementations évoluent de telle sorte que toute utilisation de produit nocif doit être justifiée et l'on doit démontrer que la technologie utilisée ne peut être remplacée par une technologie plus propre.

Le traitement chimique est un processus intrinsèquement instable, il exige donc un excellent contrôle, de manière régulière, pour obtenir une production satisfaisante. Il faut donc réaliser des analyses régulières qui peuvent être coûteuses et difficiles à mettre en place.

Un autre type de traitement permet de s'affranchir de ces contraintes, c'est le traitement en direct. Sa particularité est qu'il ne fait pas appel aux bains chimiques. Le but est d'avoir un procédé court, robuste, bon pour l'environnement et nécessitant le moins d'analyses possible. L'objectif est donc d'offrir une qua-

lité de traitement comparable ou supérieure au traitement chimique standard. Ce procédé est en théorie assez simple, tant sur le plan chimique que technologique. Son usage dépend d'une interaction optimisée de quatre différentes phases : la rugosité contrôlée de la surface, l'activation de la surface, la post-activation et enfin le traitement électrolytique.

Ⓢ Traitement en direct : une première étape primordiale

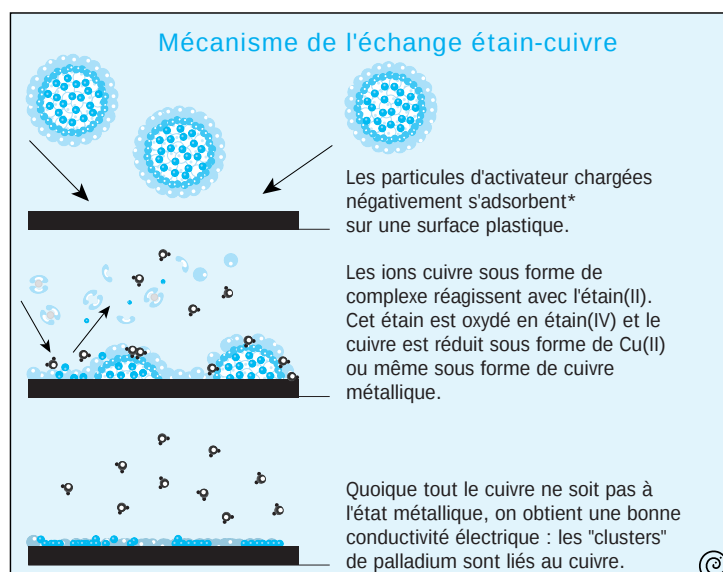
Pour la modification de la surface, l'attaque est réalisée avec de l'acide chromique (oxyde de Cr (VI)) et de l'acide sulfurique. La température de travail est d'environ 65 °C. Le temps d'immersion varie de 9 à 20 minutes suivant la composition du polymère traité. L'acide chromique détruit les particules de polybutadiène dans la matrice polymère et produit ainsi des microtrous (d'un diamètre de l'ordre du micron). La surface est alors rendue hydrophile en raison des groupes polaires fonctionnels formés pendant l'attaque. Cette première étape est primordiale pour l'adhérence du métal déposé ultérieurement.

Après l'attaque, les ions chrome doivent être éliminés de la surface. Un bon rinçage n'est pas entièrement suffisant pour tout enlever. On utilise alors une solution pour





adsorber
se fixer en surface.



réduire les ions Cr (VI). Plusieurs solutions sont utilisables : glyoxal, acide glyoxylique, hydrazine, hydroxylamine, hydrosulfite de sodium, bisulfite de sodium, chlorure d'étain(II) ou mélange de ces produits.

En ce qui concerne l'activation de la surface, l'activateur pour le système de traitement en direct est un acide colloïdal composé de chlorure d'étain et de palladium se présentant sous forme d'agglomérats (ou clusters). L'étain et le palladium réunis sont adsorbés sur la surface du polymère. La température a une grande influence sur l'adsorption ; à 40 °C elle est censée être complète en 6 minutes. On utilise une solution de pré-immersion composée d'acide chlorhydrique.

La post-activation (Cu link) est l'étape est la plus importante du traitement. Elle doit permettre de transformer le colloïde palladium-étain adsorbé en un film riche en cuivre, très conducteur. Le cuivre remplace l'étain adsorbé sur la surface du polymère dans un processus de réduction chimique direct. La couche de palladium-cuivre

demeure remarquablement stable aux attaques chimiques, cette couche peut alors être directement traitée avec de l'argent, de l'or, du cuivre, du nickel, de l'étain ou du zinc avec des bains électrolytiques appropriés.

Le traitement direct présente des avantages : le traitement est plus court, la productivité en est donc augmentée. Le processus est allégé en raison de la non-utilisation du nickel chimique. Il n'y a pas de métallisation possible du montage ; le taux de rejet est faible et la quantité de dépôt est constante. Ce système peut être considéré comme écologique, toutefois, le Cr(VI) reste un élément polluant donc son utilisation doit être extrêmement contrôlée.

D'intéressantes applications industrielles

Le secteur de l'automobile est un véritable carrefour des hautes technologies. Il est très exigeant notamment par l'obligation de respect des normes qui le régissent. Les constructeurs s'entourent de sous-traitants qui considèrent leurs demandes

comme le moteur de leurs propres évolutions technologiques. La métallisation électrolytique sur matières plastiques présente de nombreux avantages pour l'automobile. Elle offre une grande souplesse dans le chromage de formes complexes, autrefois réalisées en métal, une diminution notable du poids des pièces, une simplification des systèmes d'assemblage et un large éventail de revêtements, en particulier la finition satinée façon aluminium. La réalisation de blindages électromagnétiques dans les domaines de la téléphonie, la connectique, l'informatique et le multimédia nécessitent des compétences spécifiques dans le traitement chimique, électrolytique et l'application de peintures conductrices.

Particulièrement décisive et élaborée pour les appareils portables, la décoration par galvanoplastie alimente la créativité des designers en leur apportant une finition métal haut de gamme. Présentant une excellente résistance à l'abrasion et à l'usure, les revêtements électrolytiques sont particulièrement adaptés aux marchés de grande consommation.

Répondre aux attentes des clients

Le large secteur industriel rassemble divers types de produits destinés à l'électroménager, au sanitaire, à la parfumerie, aux enseignes etc. Il nécessite un travail actif d'ingénieurs "Recherche et Développement" afin de concevoir et de mettre en application la plupart des tests et analyses impératifs à la mise sur le marché de produits de haute qualité devant résister à des contraintes strictes : corrosion, chocs thermiques, épaisseur homogène, brillance, coloris... De ce fait, les sociétés se doivent de répondre favorablement aux demandes de

ses clients qui, quotidiennement, doivent proposer aux consommateurs des produits beaux et conformes à des normes d'utilisation de plus en plus contraignantes.

À titre d'exemple, dans les domaines de l'électroménager et du sanitaire, la qualité du traitement des pièces chromées permet d'offrir une excellente résistance à l'usure ou aux chocs thermiques, liés aux utilisations domestiques quotidiennes. Les différentes finitions proposées, chrome, nickel, chrome sombre, or, déclinées en brillant, satiné ou mat, permettent d'apporter des solutions différenciées de décoration. Celles-ci peuvent s'appliquer à d'autres activités industrielles telles que la chaussure, le stylo, le sport, etc.

Les engagements d'amélioration continue et de prévention de la pollution sont des critères qui se doivent de répondre aux attentes des clients, des collectivités locales et des populations vivant aux environs immédiats des sites de production. La valorisation des déchets, le contrôle des consommations d'eau et d'énergie, la réduction des émissions atmosphériques, le contrôle des eaux rejetées, le respect de la réglementation, la veille réglementaire, la recherche des technologies propres, la communication interne et externe, la formation du personnel, sont autant de préoccupations pour la maîtrise des impacts environnementaux liés aux activités des industriels.

Michel Da Costa ●