

Les peintures en poudre

Guide 3

La polymérisation des peintures en poudre

Interpon[®]

AkzoNobel

Introduction

La polymérisation des peintures en poudre thermodurcissables provenant d'une réaction chimique, en fonction du temps et de la température, conduit le système résine plus agent réticulant à se solidifier de manière irréversible. Il s'agit d'une transformation d'un polymère linéaire en réseau tridimensionnel.

Lors de la polymérisation, la peinture en poudre passe par trois étapes importantes :

- Le ramollissement
- La gélification
- La cuisson

Le but est de transformer un produit d'un état poudre en un revêtement thermodurcissable solide, homogène et continu dans son réseau tridimensionnel. Ceci entraîne les caractéristiques mécaniques adaptées et propres à l'usage du revêtement dans toute l'épaisseur de sa couche.

La plupart des systèmes de peintures en poudre demandent une réticulation entre 150 °C et 200 °C (Température objet), avec un temps qui peut varier de 5 à 20 minutes en moyenne en fonction de la massivité du substrat.

Plusieurs modes de transmission de chaleur sont utilisés pour la polymérisation des poudres :

- La conduction
- La convection
- Le rayonnement ou radiation.

La mise en œuvre des principes, énoncés ci-dessus, est réalisée au moyen de :

- fours à convection d'air chaud
- fours à rayonnement Infra Rouge
- fours "mixtes" (infrarouge plus convection)
- fours à thermo-réacteurs.

Le choix du four et de la technique de polymérisation est très étroitement lié à la géométrie, à la masse des pièces à revêtir et à la vitesse du convoyeur choisie. L'aspect économique lors de l'utilisation est également un paramètre important lors du choix final.

Les principes de polymérisation

La réaction de polycondensation qui conduit à la formation d'un revêtement thermodurcissable par élévation thermique peut être mise en œuvre :

- par conduction,
- par convection,
- par rayonnement ou radiation.

La conduction

Ce principe est basé sur la conductivité des supports. Il implique un contact direct entre la source de chaleur et l'objet à chauffer, qui joue le rôle de résistance thermique et s'échauffe par effet Joule. Il existe très peu d'applications industrielles sur ce principe.

La convection

Ce principe est basé sur le phénomène de déplacement des gaz entre la chambre de combustion et l'ambiance du four. La circulation d'air chaud est un moyen d'apport d'énergie au support. Ce principe est le plus utilisé pour la polymérisation industrielle des peintures en poudre.

Le rayonnement

Ce principe est basé sur l'aptitude de certains matériaux à capter certaines radiations de longueurs d'ondes (λ) déterminées (micro-ondes, Ultra-Violet, Infra Rouge). L'absorption par le revêtement, des longueurs d'ondes émises par le rayonnement, provoque soit une excitation du matériau avec un phénomène exothermique avec dégagement de chaleur (micro-ondes, I.R.), soit une polymérisation radicalaire (photo-amorceur) avec formation de radicaux libres dans des matériaux initialement chauffés par une irradiation U.V. Le pouvoir absorbant et émissif des corps varie suivant leurs natures et leurs températures. Dans le domaine des peintures en poudre, la principale source de rayonnement utilisée est le rayonnement I.R. pour des supports thermorésistants et UV pour des supports thermosensibles.

Les types de fours rencontrés

- Les fours à convection
- Les fours à Infra Rouge
- Les fours mixtes
- Les fours à thermo-réacteurs
- Les fours UV

Les fours à convection

Ces types de four sont les plus répandus pour polymériser les peintures en poudre sous deux sortes :

Chauffage direct : Les gaz de combustion sont mélangés à l'air ambiant du four et directement en contact avec les pièces revêtues. Des phénomènes d'oxydation des polymères peuvent apparaître. Ils offrent l'avantage d'économies d'énergie et mais ont un inconvénient : les formulations de poudres doivent être adaptées pour résister aux phénomènes d'oxydation.

Chauffage Indirect : Les gaz restent piégés dans une chambre de combustion. L'air passe par un échangeur et seul de l'air chaud, sans résidu de combustion, est au contact des pièces revêtues. C'est le type le plus utilisé et le plus fiable. Il ne requiert pas de peintures en poudre spécifiques.

Les fours à Infra Rouge

Les fours basés sur le seul rayonnement I.R. sont peu courants. L'utilisation de tels fours implique le poudrage de pièces de géométrie peu complexe ou permettant l'exposition aux rayonnements, de toutes les faces des pièces. Les rayonnements I.R., montés en panneaux radiants, sont particulièrement utilisés en complément de fours à convection.

Le mode de réticulation sous infra-rouge est équivalent à celui des fours thermiques classiques (réaction chimique sous l'action de la chaleur), mais la montée en température est beaucoup plus rapide qu'avec un système de convection pur.

Les fours à thermo-réacteurs

Ces fours sont basés sur le principe de la catalyse des gaz avec émission d'une plage de rayonnement très étroite, totalement absorbable par les polymères et de ce fait, très efficaces et très puissants. A ce type de four, le système à convection est souvent associé.

Les fours à thermo-réacteurs sont souvent utilisés pour les pièces de forte masse thermique.

Les fours mixtes

Les rayonnements « Infra Rouge », sous forme de panneaux radiants, sont placés à l'entrée du four à convection. Ce type de système s'est fortement développé pour les installations de laquage afin

- de gélifier rapidement la poudre
- d'éviter les pollutions
- de réduire les dimensions du four
- d'améliorer l'efficacité et la productivité d'un four trop petit
- d'améliorer le tendu du film de poudre.

Les fours UV :

En réticulation UV, la réaction chimique est de type radicalaire et ne peut être amorcée que par la lumière UV. La chimie des poudres à réticulation UV est donc très différente des poudres classiques, un développement spécifique est nécessaire pour ce type de peintures en poudre.

Quel système pour quelle application ?

Le choix du principe et de la forme du four dépend des paramètres suivants :

- de la place disponible dans l'atelier
- du parcours du convoyeur
- des gabarits de pièces à peindre
- de la vitesse envisagée du convoyeur
- de la qualité du support (thermorésistante).

Différentes configurations sont possibles :

- Le four tunnel droit ou avec des angles (U, L)
- Le four étuve
- Le four à sas en pente (appelé Canopy)

Avantage : le four Canopy permet d'exploiter le phénomène physique de la montée de l'air chaud. Cette disposition en élévation sur pilotis permet de placer le four de séchage en dessous.

Inconvénient : cette installation nécessite une hauteur importante sous plafond pour les montées et descentes du convoyeur.

La source d'énergie est aussi un paramètre important pour les coûts d'exploitation.

Les fours à convection peuvent fonctionner au gaz, au fuel ou à l'électricité.

Les fours «Infra Rouge» peuvent fonctionner au gaz ou à l'électricité.

Les fours thermo-réacteurs au gaz.

Les fours UV fonctionnent grâce aux radiations UV.

Conclusion

L'étude de la polymérisation des peintures en poudre révèle que pendant la réaction chimique, la poudre passe par trois étapes importantes ; le ramollissement, la gélification, la polymérisation.

Ces étapes permettent la transformation d'un produit de l'état de poudre en un revêtement thermodurcissable solide, homogène et continu. Les moyens de mise en œuvre, qui aboutissent à une élévation de température, sont principalement la convection d'air chaud. En couplage avec le système de convection on trouve fréquemment des systèmes de rayonnements ou radiations "Infra Rouge". Les systèmes de polymères sensibles aux rayonnements UV sont en développement : la polymérisation radicalaire.

Quel que soit le type de four installé, un entretien suivi, des contrôles d'efficacité et de régulation thermique (ventilation et courbes de four) seront les garants de l'obtention d'un revêtement aux caractéristiques physico-chimiques attendues.

Guide Interpon N°3 – La polymérisation des peintures en poudre. Edition n°1- Mars 2021

AkzoNobel met tout en œuvre pour s'assurer que les informations contenues dans cette publication sont exactes à la date d'impression. Tous les produits mentionnés et tous les conseils techniques donnés sont soumis aux conditions générales de vente d'AkzoNobel.

Copyright ©2021 AkzoNobel Powder Coatings Ltd. Interpon est une marque déposée d'AkzoNobel.



Téléchargez nos Apps pour iPhone et iPad

 **Interpon**, notre catalogue digital.

 **Design**, l'App dédiée aux architectes, designers et prescripteurs en architecture.