

plasma, reçoit des matériaux de revêtement sous forme de poudre ou de fil, les fait fondre et les projette sur un substrat où se forme ainsi un revêtement intégralement adhérent. La pulvérisation de plasma peut être une pulvérisation à faible pression ou une pulvérisation à grande vitesse.

**N.B. :**

1. Par basse pression, on entend une pression inférieure à la pression atmosphérique ambiante.
  2. Par grande vitesse, on entend une vitesse du gaz à la sortie du chalumeau supérieure à 750 m/s, calculée à 293 K (20°C) et à une pression de 0,1 MPa.
- e. Le dépôt de barbotine est un procédé de revêtement par modification de surface ou revêtement par recouvrement par lequel une poudre de métal ou de céramique, associée à un liant organique et en suspension dans un liquide, est appliquée à un substrat par pulvérisation, trempage ou étalage. L'ensemble est ensuite séché à l'air ou dans un four puis soumis à un traitement thermique afin d'obtenir le revêtement voulu.
- f. Le dépôt par pulvérisation cathodique est un procédé de revêtement par recouvrement, fondé sur un phénomène de transfert d'énergie cinétique, par lequel des ions positifs sont accélérés par un champ électrique et projetés sur la surface d'une cible (matériau de revêtement). L'énergie cinétique dégagée par le choc des ions est suffisante pour que des atomes de la surface de la cible soient libérés et se déposent sur le substrat placé de façon adéquate.
- N.B. :**
1. Le tableau ci-dessus se réfère uniquement au dépôt par pulvérisation cathodique par triode, par magnétron ou réactive qui est utilisé pour augmenter l'adhérence du revêtement et la vitesse de dépôt, et au dépôt par pulvérisation cathodique amélioré par radiofréquences, utilisé pour permettre la vaporisation de matériaux de revêtement non métalliques.
  2. Des faisceaux ioniques à faible énergie (< 5 KeV) peuvent être utilisés pour activer le dépôt.
- g. L'implantation ionique est un procédé de revêtement par modification de surface par lequel l'élément à allier est ionisé, accéléré par un gradient de potentiel et implanté dans la zone superficielle du substrat. Cela comprend les procédés dans lesquels l'implantation ionique est effectuée en même temps que le dépôt en phase vapeur par procédé physique par faisceau d'électrons ou le dépôt par pulvérisation cathodique.

**Accord d'interprétation relatif au tableau**

Il est entendu que les informations techniques ci-après accompagnant le Tableau des méthodes de dépôt sont destinées à être utilisées le cas échéant.

1. «Technologie» de prétraitement des substrats énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
  - a. paramètres des cycles des bains de nettoyage et de décapage chimique, comme suit :
    1. composition des bains :
      - a. pour éliminer les revêtements anciens ou défectueux, les produits de la corrosion ou les dépôts étrangers;
      - b. pour la préparation des substrats vierges;
    2. durée d'immersion dans les bains;
    3. température des bains;
    4. nombre et séquence des cycles de lavage;
  - b. critères visuels et macroscopiques d'acceptation de la pièce nettoyée;
  - c. paramètres du cycle de traitement thermique, comme suit :
    1. paramètres de l'atmosphère, comme suit :
      - a. composition de l'atmosphère;
      - b. pression de l'atmosphère;
    2. température du traitement thermique;
    3. durée du traitement thermique;
  - d. paramètres de préparation de la surface du substrat, comme suit :
    1. paramètres de sablage, comme suit :
      - a. composition du sable;
      - b. taille et forme des grains de sable;
      - c. vitesse de projection du sable;
    2. durée et séquence du cycle de nettoyage après sablage;
    3. paramètres de finition de surface;
    4. application d'agents liants pour faciliter l'adhérence;
  - e. paramètres des techniques de masquage, comme suit :
    1. matériau du masque;
    2. emplacement du masque.
2. «Technologie» afférente aux méthodes d'assurance de qualité in situ pour l'évaluation des procédés de revêtement énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
  - a. paramètres de l'atmosphère, comme suit :
    1. composition de l'atmosphère;
    2. pression de l'atmosphère;
  - b. paramètres de temps;
  - c. paramètres de température;
  - d. paramètres d'épaisseur;
  - e. paramètres d'indice de réfraction;
  - f. contrôle de la composition.
3. «Technologie» afférente aux traitements après dépôt des substrats revêtus énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
  - a. paramètres de grenailage, comme suit :
    1. composition de la grenaille;

2. taille de la grenaille;
  3. vitesse de projection de la grenaille;
- b. paramètres de nettoyage après grenailage;
- c. paramètres du cycle de traitement thermique, comme suit :
  1. paramètres de l'atmosphère, comme suit :
    - a. composition de l'atmosphère;
    - b. pression de l'atmosphère;
  2. cycles temps-température;
- d. critères visuels et macroscopiques après traitement thermique pour l'acceptation du substrat revêtu.
4. «Technologie» afférente aux méthodes d'assurance de qualité pour évaluation des substrats revêtus énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
  - a. critères d'échantillonnage statistique;
  - b. critères microscopiques pour :
    1. l'agrandissement;
    2. l'uniformité de l'épaisseur du revêtement;
    3. l'intégrité du revêtement;
    4. la composition du revêtement;
    5. la liaison entre le revêtement et les substrats;
    6. l'uniformité de la microstructure;
  - c. critères pour l'évaluation des propriétés optiques (mesurés en fonction de la longueur d'onde) :
    1. réflectance;
    2. transmission;
    3. absorption;
    4. dispersion.
5. «Technologie» et paramètres relatifs aux procédés spécifiques de revêtement et de modification de surface énumérés dans le tableau ci-dessus, comme suit :
  - a. pour le dépôt en phase vapeur par procédé chimique (CVD) :
    1. composition et formule de la source du revêtement;
    2. composition du gaz porteur;
    3. température du substrat;
    4. cycles temps-température-pression;
    5. contrôle du gaz et manipulation de la pièce;
  - b. pour le dépôt en phase vapeur par procédé physique (PVD) par évaporation thermique :
    1. composition du lingot ou de la source du matériau de revêtement;
    2. température du substrat;
    3. composition du gaz réactif;
    4. vitesse d'avance du lingot ou vitesse de vaporisation du matériau;
    5. cycles temps-température-pression;
    6. manipulation du faisceau et de la pièce;
    7. paramètres «laser», comme suit :
      - a. longueur d'onde;
      - b. densité d'énergie;
      - c. longueur d'impulsion;
      - d. taux de répétition;
      - e. source;
  - c. pour la cémentation en caisse :
    1. composition et formule de la caisse;
    2. composition du gaz porteur;
    3. cycles temps-température-pression;
  - d. pour la pulvérisation de plasma :
    1. composition, préparation et répartition particulière des poudres;
    2. composition et paramètres du gaz d'alimentation;
    3. température du substrat;
    4. paramètres de puissance du canon;
    5. distance de pulvérisation;
    6. angle de pulvérisation;
    7. composition, pression et vitesse d'écoulement du gaz de couverture;
    8. contrôle du canon et manipulation de la pièce;
  - e. pour le dépôt par pulvérisation cathodique :
    1. composition et fabrication de la cible;
    2. positionnement géométrique de la pièce et de la cible;
    3. composition du gaz réactif;
    4. polarisation électrique;
    5. cycles temps-température-pression;
    6. puissance de la triode;
    7. manipulation de la pièce;
  - f. pour l'implantation ionique :
    1. contrôle du faisceau et manipulation de la pièce;
    2. détails de conception de la source d'ions;
    3. techniques de contrôle du faisceau d'ions et paramètres de la vitesse de dépôt;
    4. cycles temps-température-pression;
  - g. pour le placage ionique :
    1. contrôle du faisceau et manipulation de la pièce;
    2. détails de conception de la source d'ions;
    3. techniques de contrôle du faisceau d'ions et paramètres de la vitesse de dépôt;
    4. cycles temps-température-pression;
    5. vitesse d'avance et vitesse de vaporisation du matériau de revêtement;
    6. température du substrat;
    7. paramètres de polarisation du substrat.