

POLISSAGE

Définition générale : un terme ambigu .

Le polissage fait partie des activités de traitement et revêtement des matériaux, regroupées sous le code d'activité NAF 285 A. C'est une activité essentielle dans la fabrication d'articles moyen et haut de gamme (montres, fermoirs ou anses de sacs, boucles de ceinture, stylos, briquets, montures de lunettes, etc), où la valeur ajoutée se fait sur l'aspect, la qualité esthétique. Le polissage est destiné à supprimer les défauts et à mettre en valeur les produits en augmentant leur pouvoir réflecteur et en leur conférant un . Beau fini .. C'est une activité très difficile, rassemblant différentes étapes spécifiques qui constituent quasiment chacune un métier particulier. Le terme de polissage recouvre, suivant les métiers et les circonstances, des opérations extrêmement différentes.

Il désigne aussi bien l'activité d'ébarbage d'une pièce de fonderie à la meule que la finition des miroirs d'un télescope. Entre ces deux opérations, il existe tout un monde et plusieurs métiers différents. Une définition plus rationnelle passe par la réalisation de mesures de l'état de surface de la pièce traitée. La conjugaison de plusieurs valeurs caractéristiques (rugosité, réflectivité,.) est cependant nécessaire pour la représentation approximative d'un niveau de finition, et finalement, c'est souvent..il (plus ou moins averti et reproductible) qui porte le jugement. Dans de nombreux cas, la désignation . polissage . dans les activités de fabrication d'objets dont au moins un des buts est d'être décoratif, correspondra à l'obtention d'un état de surface lisse et brillant. Il ne faut cependant pas croire que cet état de surface soit facile et reproductible d'un atelier à l'autre, voire d'un ouvrier à l'autre : le même objet poli comblera les v.ux de l'un et paraîtra invendable à l'autre.

Les différentes formes de polissage

NB : Quelque soit la technique de polissage utilisée, la pièce à polir doit toujours être au préalable préparée mécaniquement ou chimiquement afin qu'il ne reste plus de matériaux étrangers (résidus de revêtement, oxydes, graisses ou saletés) qui pourraient contaminer le média et causer des altérations de surface. Cette préparation se fait par attaque acide, traitement thermique, ou sablage. Lors du polissage, il est également nécessaire de nettoyer les articles après chaque changement de composé abrasif, par exemple au moyen d'une cuve de nettoyage aux ultrasons.

Le polissage mécanique

C'est la méthode la plus répandue: l'enlèvement de matière se fait par usure contrôlée afin d'obtenir une surface brillante et réfléchissante.

Le polissage manuel

Les opérations de polissage manuel sont des opérations coûteuses, qui nécessitent une main-d'œuvre hautement spécialisée, c'est pourquoi ne sont généralement polis manuellement que les articles dont les formes géométriques compliquées ou la fragilité interdisent d'autres types de polissage, ceux où une précision fine ou un faible échauffement sont nécessaires, de même que ceux requérant une finition de très haute qualité. Le polissage manuel combine plusieurs opérations successives ;

la pièce est polie avec des abrasifs de plus en plus fins, en croisant à chaque étape afin d'effacer les sillons laissés par l'opération précédente :

Il y a d'abord le meulage, l'ébavurage ou l'émerisage, qui sont des opérations de dégrossissage et de préparation de la pièce ;

puis le **feutrage**, opération minutieuse et plus fine de préparation de la pièce, qu'il faut user en lui gardant sa géométrie ;

- puis le **tamponnage** (ou polissage) manuel, c'est-à-dire le passage de l'état mat à l'état brillant. Cette opération délicate consiste à transformer la pièce préparée en pièce brillante, en conservant les cotes à l'identique et en évitant la déformation.

La dernière phase est l'avivage, qui permet de passer de l'état brillant à l'éclat. La pièce est alors terminée ; elle peut également être plaquée. Selon le résultat désiré, d'autres opérations peuvent également être réalisées sur la pièce, comme le satinage, pour donner un aspect semi-brillant, doux et lisse.

Le polissage utilise des abrasifs : particules dures, d'une géométrie souvent anguleuse et de granulométrie contrôlée, qui sont utilisées comme autant d'outils individuels destinés à retirer de la matière. Ils sont très variés : silex, rubis (grenat), émeri, corindon, carbure de silicium, diamant, nitrure de bore, chaux de Vienne, oxyde de chrome, .. et peuvent se présenter sous différentes formes : meules abrasives, abrasifs appliqués (sur des bande, disques ou feuilles), abrasifs intégrés (sous forme de bandes, de disques compressés, de roues à lamelles ou de roues enroulées), pâtes et liquides à polir utilisés sur des roues ou des brosses de nature variée (en sisal, coton, flanelle, feutre, laine ou drap, tissés selon différents modes).

La multiplicité des dispositifs envisageables rend le choix d'autant plus difficile. Il est lié à un savoir-faire dont la systématisation n'est pas toujours aisée.

En bout de chaîne, des contrôleurs vérifient systématiquement la conformité des produits au cahier des charges des clients. Malgré tout le soin apporté au process, des défauts minimes peuvent subsister, surtout lorsque la pièce offre une grande complexité de surfaces à traiter (il est alors plus difficile d'obtenir un traitement de surface uniforme). En cas de problème, la marchandise est systématiquement retournée.

Le polissage automatique et semi-automatique

Le polissage mécanique peut également être automatique ou semi-automatique : comme pour le polissage manuel, les pièces sont traitées de manière unitaire au moyen de meules, lapidaires ou brosses et de pâtes à polir, mais les pièces sont fixées sur des pinces ou posages et sont présentées automatiquement devant la tête de polissage, qui réalise un mouvement continu et régulier, pré-programmé.

Les machines permettant ce type d'opérations sont essentiellement de 2 types :

la machine à postes multiples : les pièces se déplacent par rapport aux têtes de polissage, qui ont des positions et des réglages spécifiques, afin de réaliser une ou plusieurs opérations sur des zones données des pièces.

le robot de polissage : pourvu d'un nombre d'axes variable, il ne permet de faire qu'une seule opération, mais peut la réaliser avec une certaine dextérité.

Les deux types de machines sont susceptibles de gérer la distribution de la pâte, la compensation d'usure du tampon, la pression de la pièce sur le tampon et, dans une certaine mesure, les mouvements relatifs. Cependant, les pièces réalisées par ce moyen, surtout s'il s'agit de pièces délicates, de forme complexe et de finition soignée, doivent systématiquement être contrôlées individuellement et retouchées par un polissage manuel pour effacer les défauts résiduels et conférer l'aspect définitif. Les irrégularités que le polisseur corrige sans même en avoir conscience au fur et à mesure de l'avancement de son travail ne le seront pas par la machine qui, avec le

meilleur réglage possible, ne saura pas donner un résultat de très haut niveau de manière régulière. C'est pourquoi, sur les produits d'un niveau qui le justifient, on préfère souvent faire toutes les opérations de polissage grossier et fin sur machine, et terminer la pièce sur un poste manuel. Pour le polisseur, le choix d'une machine à polir doit tenir compte de nombreux paramètres parmi lesquels les quantités à polir, la nature des pièces (matière, forme, fragilité, usage.), la taille des séries et les gammes de polissage retenues. Une alimentation automatique ou manuelle est envisageable, selon les circonstances de la production. Cependant, la productivité croissante des machines par multiplication des postes et des axes de travail se fait au détriment de la souplesse d'utilisation, en particulier pour les séries limitées.

Le polissage mécano-chimique

Cette forme de polissage est également désignée par les termes de tonnelage, barillage, tribofinition, vibro-abrasion ou polissage en vrac. Son action résulte d'un mouvement de frottement entre les pièces à traiter et les différents éléments d'une charge, l'ensemble baignant dans une solution déterminée de façon à réunir les conditions physico-chimiques nécessaires. Le mouvement entretenu peut être : un glissement contrôlé dans des machines à tambour tournant ; un va-et-vient dans des appareils à secousses ; un mouvement vibratoire dans des machines à cuve vibrante.

Cette opération donne des résultats reproductibles et s'adapte bien au travail en série des pièces de petites dimensions.

NB : il ne faut pas mélanger des pièces de tailles différentes ou n'ayant pas les mêmes états de surface. La composition, la taille, la forme des abrasifs sont importantes (un média de grande dimension n'atteindra pas les creux étroits et profonds).

Suivant l'étape du polissage, on utilisera : des produits minéraux (corindon, émeri, calcaire, granit, mica) ; des produits agricoles (coquilles de noix écrasées, rafles de maïs, noyaux de fruits) ; de la grenaille métallique ou du verre ; des matériaux synthétiques (plastiques, céramiques, carbure de silicium).

Certains traitements utilisent des aiguilles métalliques mises en mouvement par un dispositif magnétique.

Les principaux types de machines utilisées sont :

• **Les tonneaux de polissage** : soit horizontaux, soit obliques, chacun avec des avantages propres. Ce type de polissage donne des finitions de bon niveau, avec un équipement peu coûteux. Il est cependant inefficace pour les parties en creux et les trous et demande des temps très longs.

• **Les vibrateurs** : de forme allongée ou circulaire. La masse d'abrasifs et de pièces est mise en mouvement par le système vibrant. Un liquide lubrifiant peut être ajouté en continu, et la séparation automatique des pièces est souvent possible. Suivant la nature, la forme et la taille des pièces, on pourra accéder dans les trous et creux sans se coincer. Ce procédé est le plus rapide ; il est bien adapté à l'ébavurage, mais pas à une finition de haute qualité.

• **Les centrifugeuses** :

l'action est douce en général, sans choc entre les pièces, ce qui permet de polir des pièces de petite taille, fragiles, de forme complexe, avec des abrasifs fins. Le choix de cette technique se fait surtout lorsque le temps de polissage doit être le plus réduit possible. Le matériel est plus cher qu'un vibrateur, mais la finition est meilleure.

Le polissage électrochimique

Il consiste à dissoudre préférentiellement les saillies à la surface des pièces. Les pièces à traiter sont polarisées anodiquement dans une cellule électrolytique. Les différents paramètres sont : le type de métal ou d'alliage, la composition du bain, la densité du courant, l'agitation, la température. Cette technique est efficace pour l'enlèvement de petits défauts mais ne supprime

pas les défauts plus importants et peut conduire à des images réfléchies déformées. Il est donc le plus souvent utilisé après un polissage mécanique pour obtenir une surface plane. Cette méthode est rapide et permet d'obtenir des pièces brillantes ; le polissage d'articles de formes complexes est facilité. Par contre, elle nécessite un suivi des bains, un traitement des effluents, de bonnes installations d'aspiration (dégagements nocifs) et n'est pas adaptée à tous les supports.

Le polissage chimique

Les produits sont immergés dans une solution dont la composition est adaptée au métal à polir. L'enlèvement de matière se fait par dissolution, avec attaque préférentielle des reliefs. Les paramètres sont la composition du bain, l'agitation et la température. Malgré l'attrait que pourrait présenter un procédé où il suffirait de tremper la pièce dans un produit adapté pour lui donner un aspect brillant et lisse, il n'a pas été jusqu'à présent possible de trouver un véritable procédé de polissage chimique.

Tout au plus certains métaux et alliages, comme ceux à base d'aluminium, de cuivre et d'or, sont susceptibles de recevoir un décapage brillant, voire un brillantage chimique.

Divers inconvénients sont liés à l'utilisation de ces bains, en particulier les difficultés de maintien du bain dans des conditions optimales d'utilisation en raison de la sensibilité aux différents paramètres.

Remarque :

Le polissage, qu'il soit mécanique, mécano-chimique, électrochimique ou chimique, comporte toujours des risques (à des degrés divers) pour l'environnement et/ou pour la santé et la sécurité des personnes : rejets d'effluents liquides contenant des métaux lourds, des métaux précieux ou d'autres produits toxiques, libérations de fumées nocives, de poussières métalliques, etc. Cette activité requiert donc dans la plupart des cas, une installation de retraitement des effluents, un système d'aspiration efficace, le port de protections par les opérateurs (lunettes, gants, masques) et des contrôles stricts.

Dans le polissage mécanique, les machines de dégraissage destinées à enlever les résidus de pâte à polir et de particules de matériau utilisent encore souvent du trichloréthylène, mais ce produit commence à être moins répandu car il est considéré comme dangereux pour l'environnement (il détruirait la couche d'ozone), et est remplacé soit par d'autres produits chlorés reconnus comme moins nocifs (par exemple dutavoxène), soit par des lessives.

Par ailleurs, un nouveau type de machine de nettoyage apparaît (mais il est déjà très répandu aux Etats-Unis et en Scandinavie), utilisant un procédé dénommé HFE qui fonctionne sans eau courante mais avec de l'azote et de l'éther, par réfrigération. Ce système ne rejette aucun produit nocif pour l'environnement ni pour les ouvriers. Les sociétés Cuenot et Boillon projettent de s'équiper et seront les précurseurs dans notre région pour l'utilisation de cette nouvelle technique de nettoyage des pièces polies.

Le polissage laser

Une énergie concentrée (laser ou plasma) peut être utilisée pour évaporer sélectivement les aspérités d'une surface et en adoucir le profil. Cette technologie, très peu utilisée dans la région, n'est actuellement intéressante que pour les matériaux très durs, comme les couches de carbone-diamant déposées par CVD.

Cette étude est plus particulièrement consacrée au polissage mécanique, qui est très présent dans le département du Doubs en raison de son lien historique fort avec l'activité horlogère. Toutefois, il est à noter que les entreprises de polissage mécano-chimique (par exemple : ETPA à Pont de Roide, Monnotaux Ecorces ou Spiral à Thise), ont souvent des clients communs avec les polisseurs mécaniques car ils travaillent généralement en amont de ces

derniers pour la phase de pré- paration des pièces. Mais ils peuvent également réaliser des pièces finies. Les critères de choix des clients entre l'une ou l'autre des techniques, ou les deux combinées, sont variés : qualité désirée, prix, délais, quantité de pièces, taille et forme des pièces, voire convictions personnelles .

Polir : donner un aspect uni et luisant. Selon les techniques utilisées, le polissage agit sur la matière par arrachement , par écrasement, par fluage (déformation lente que subit un matériau soumis à une contrainte permanente) ou par dissolution