

# Le nettoyage pièce par pièce dans le traitement thermique

**La propreté des pièces avant leur passage au traitement thermique est une étape essentielle dans le secteur de la fabrication.** Les résidus de fabrication, comme les huiles, les graisses ou les particules métalliques, présentent un risque notable pour la qualité finale des pièces. Ces contaminants peuvent perturber l'adhérence des traitements thermiques et engendrer des réactions indésirables qui modifient les caractéristiques mécaniques des pièces. Afin d'assurer la conformité des pièces et d'améliorer leurs performances lors des étapes suivantes, il est nécessaire de procéder à un nettoyage rigoureux. Cet article détaille un processus de nettoyage pièce par pièce, qui, à la différence du nettoyage traditionnel par panier, permet de traiter chaque pièce de manière individuelle en garantissant un contrôle précis de leur qualité avant leur passage au traitement thermique.



## DE L'USINAGE AU TRAITEMENT THERMIQUE

La fabrication de pièces industrielles repose sur deux étapes essentielles : l'usinage et le traitement thermique. En utilisant des outils de coupe, l'usinage permet de réaliser des pièces avec précision en retirant des couches de matériau. Le traitement thermique arrive après l'usinage et modifie les caractéristiques mécaniques des matériaux en les rendant plus résistants ou plus flexibles.

Ces deux méthodes sont souvent appliquées successivement dans le processus de production afin d'assurer des pièces de qualité optimale, répondant à des exigences précises des différents secteurs de l'industrie.

Au XX<sup>e</sup> siècle, l'usinage à commande numérique (CNC) a bouleversé l'industrie en offrant la possibilité de fabriquer des pièces complexes avec une précision et une répétabilité inégalée. De nos jours, l'utilisation de l'usinage à grande vitesse (HSM) et des technologies assistées par l'intelligence artificielle améliorent de plus en plus ce procédé. Ces progrès profitent à des domaines tels que l'aéronautique et l'automobile, ce qui entraîne un besoin de solutions de nettoyage précis dans le but

de supprimer les résidus de fabrication sur les pièces et d'optimiser leurs performances.

Le traitement thermique, tout comme l'usinage, est un procédé ancien qui consiste à chauffer et refroidir les matériaux, principalement les métaux, pour modifier leurs caractéristiques, telles que la dureté, la résistance ou la ductilité.

Les avancées en métallurgie du XX<sup>e</sup> siècle ont marqué l'arrivée de nouvelles techniques, comme le traitement sous atmosphère contrôlée et le traitement sous vide qui réduisent les risques d'oxydation lors du chauffage, mais aussi d'alliages spéciaux, tels que l'acier inoxydable et le titane, qui ont joué un rôle important dans l'aéronautique et l'automobile en assurant des pièces de haute performance.

Le traitement thermique intègre des procédés telles que la trempe, le recuit et le revenu, chacun ayant pour objectif d'obtenir des caractéristiques spécifiques en fonction de l'application finale. En surveillant attentivement les températures et les vitesses de refroidissement, le traitement thermique améliore les performances, la longévité et la résistance à l'usure des pièces.

**Alexandre Masurier**

technico-commercial

**Pauline Duval**

assistante de communication

## Photo 1.

Machine de nettoyage intégrée dans un flux de production automatisée.

© Mecanolav



La qualité des pièces industrielles repose autant sur la précision de l'usinage que sur l'efficacité du traitement thermique. Cependant, le facteur clé qui relie ces deux étapes est le nettoyage. Les résidus d'usinage, qui peuvent être des substances organiques (particules métalliques, huiles, lubrifiant) ou des substances inorganiques (sels, abrasifs), vont avoir un impact sur les pièces en compromettant l'adhérence des revêtements appliqués sur celles-ci par exemple. Il est possible que ces contaminants entraînent des réactions chimiques indésirables ou encouragent la formation d'oxydes, ce qui risque de modifier la structure et la résistance des matériaux. C'est pourquoi un nettoyage rigoureux des pièces entre l'usinage et le traitement thermique est essentiel. Il permet non seulement d'assurer la conformité des pièces aux normes de production, mais aussi d'éviter des pannes mécaniques ou des problèmes de corrosion. En éliminant efficacement ces résidus, les industries peuvent garantir un traitement thermique homogène et de haute qualité pour optimiser la durabilité et les performances des pièces.

Afin de répondre aux exigences de propreté des pièces usinées avant leur traitement thermique, l'intégration d'une machine de nettoyage spécialisée est essentielle. Généralement, les méthodes traditionnelles, dans le domaine du traitement thermique, utilisent des traitements de nettoyage par batch ou par paniers. Aujourd'hui, de nouvelles possibilités sont explorées,

notamment avec la fabrication d'une machine de lavage compacte intervenant avant traitement thermique proposant un nettoyage en pièce à pièce, sur la base du «One Piece Flow». En s'intégrant au sein d'un îlot robotisé, la machine effectue un nettoyage en interopération. Elle synchronise les opérations avec les étapes de production suivantes et garantit des pièces conformes et prêtes pour le traitement thermique. Cette approche permet à un robot de charger et décharger chaque pièce séparément et améliore l'efficacité du processus.

#### **ONE-PIECE FLOW ET LEAN MANUFACTURING**

La méthode du *One-Piece Flow*, dans le contexte du nettoyage industriel, s'intègre parfaitement aux principes du *Lean Manufacturing*. Le *Lean Manufacturing* est une approche de gestion de la production qui cherche à optimiser la valeur ajoutée pour le client tout en réduisant les pertes. Développée à l'origine par Toyota, cette approche repose sur cinq principes clés: définir la valeur, dresser une carte de la chaîne de valeur, mettre en place un flux de production fluide, mettre en place une production basée sur la demande et viser l'amélioration continue. Le *Lean* vise principalement à optimiser l'efficacité des processus en diminuant les ressources inutiles, les stocks excessifs, les défauts et les délais d'attente. Cela entraîne une augmentation de l'efficacité, une amélioration de la qualité du travail et une réduction des coûts de production, et ce, en répondant

#### **Photo 2.**

Une pièce usinée avant et après son nettoyage.  
© Mecanolav

plus rapidement aux besoins du marché. Le *One-Piece Flow* repose sur ces principes, ce qui permet de nettoyer chaque pièce industrielle de manière séquentielle et complète avant de passer à la suivante, cela optimise le flux de travail. Ce processus offre de nombreux avantages techniques dans le secteur du nettoyage industriel. Tout d'abord, cela facilite un contrôle rigoureux de la qualité. Avec le nettoyage de chaque pièce individuellement, il est plus simple d'examiner le résultat dans l'immédiat, de repérer toute problématique et d'y remédier rapidement avant de continuer. Une autre force de ce procédé réside dans sa capacité à diminuer les dépenses. Le processus de nettoyage en "lot" ou par panier classique implique de regrouper plusieurs équipements pour les nettoyer en une seule fois, ce qui entraîne fréquemment des temps d'attente considérables ainsi qu'une utilisation sous-optimale des ressources. En adoptant la méthode du *One-Piece Flow*, ces machines de nettoyage réduisent leurs interruptions ce qui évite les temps morts dans le processus de production, et optimise l'usage des produits de nettoyage, de l'eau et de l'énergie. De plus, en permettant le nettoyage de chaque équipement de manière séquentielle, le *One-Piece Flow* s'intègre parfaitement dans un flux de production automatisé en offrant une flexibilité opérationnelle essentielle.

Ainsi, le *One-Piece Flow* dans le nettoyage industriel est une application idéale des principes du *Lean Manufacturing* en alliant efficacité, qualité et flexibilité. En nettoyant en pièce à pièce et grâce à une intégration simple dans des espaces de production automatisés et robotisés, elle permet non seulement d'améliorer la qualité des processus de nettoyage, mais aussi d'assurer une flexibilité opérationnelle qui répond aux exigences croissantes des secteurs de l'industrie. Cette méthode est une approche clé pour atteindre des standards élevés de performance en respectant les principes fondamentaux du *Lean*.

## APPLICATIONS

À la demande d'un client issu du secteur de l'industrie générale, plus spécifiquement spécialisé dans l'intégration de solutions automatisées, une machine de nettoyage MecanoFast WR a été conçue pour répondre au besoin d'un nettoyage de cylindres usinés intervenant entre l'étape d'usinage et l'étape du traitement thermique. Cette machine s'intègre dans un flux de production totalement automatisé, tout en assurant un nettoyage efficace et rapide de chaque pièce.

Un des éléments clés de cette MecanoFast WR est son module à double chambre de travail, permettant le lavage et le rinçage de deux pièces simultanément. Le porte-pièce a été conçu pour accueillir des cylindres de tailles variées, avec un diamètre compris entre 80mm et 148mm. Cette capacité d'adaptation est importante dans un environnement de production où la diversité des pièces est nombreuse. Le temps de cycle de nettoyage constitue un facteur déterminant: chaque pièce est traitée en seulement 12 secondes, ce qui répond aux exigences de rapidité dans un environnement de

production optimisé. Cette machine est équipée d'une table rotative à quatre positions, ce qui facilite le chargement et le déchargement des pièces en temps masqué. Ce système est couplé à des capteurs d'indexation assurant ainsi une précision dans le positionnement des pièces. Dans les chambres de travail, des dispositifs de pulvérisation rotatifs garantissent une couverture homogène et ciblée lors du nettoyage afin d'atteindre l'entièreté de la surface pièce. De plus, des barrières immatérielles sont présentes pour garantir la sécurité des opérations.

Afin de garantir un nettoyage des pièces optimal, il est important d'avoir un système de filtration efficace. Pour cela, un filtre de protection avant-pompe préserve les composants internes des débris, prolongeant ainsi leur durée de vie et fiabilité. Ensuite, grâce à une triple filtration, les particules et les contaminants inorganiques sont efficacement éliminés et l'utilisation d'un fluide propre tout au long du processus de lavage est assurée. Un séparateur d'huile par coalescence est également



3

intégré afin d'éliminer l'huile flottante à la surface de la cuve de lavage. Ce processus s'effectue en deux étapes: l'eau purifiée est renvoyée par gravité dans la cuve de lavage, tandis que l'huile est collectée dans un réservoir de stockage distinct. Ce système joue un rôle important dans la réduction des résidus contaminant car il favorise une qualité de nettoyage optimale. Cette configuration garantit la répétabilité du process de nettoyage, ce qui est essentielle pour assurer que chaque pièce respecte les mêmes standards de propreté avant le traitement thermique.

La conception de cette machine permet une intégration aisée dans une ligne de production entièrement automatisée. Sa compacité facilite son incorporation dans un îlot robotisé, où un seul robot peut réaliser les opérations de chargement et de déchargement des pièces en temps masqué. Cette intégration simple dans le processus de production optimise le flux de travail de notre client et améliore l'efficacité globale de ses opérations. ■

## Photo 3.

MecanoFast WR  
intégrée en îlot  
robotisé.  
© Mécanolav