

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



MST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Station de chromage sur les chemises de piston

Lieu : Floquet Motors industrie

Référence : ../12GI

Préparé par :

Ahoufi Anas

Soutenu le 15 Juin 2012 devant le jury composé de

- Pr NABIH EL OUAZZANI (Encadrant FST)
- Pr. D.SQUALLI (Examineur)
- Pr. D.TAHRI (Examineur)
- Mr. Aziz Bouhlali (Encadrant Société)

Remerciements

En préambule à ce projet de fin d'étude, je souhaitais adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce projet de fin d'étude.

Je tiens à remercier sincèrement Monsieur Nabih EL OUAZZANI, qui, en tant que Directeur de ce projet de fin d'étude, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans qui ce projet de fin d'étude n'aurait jamais vu le jour.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur Aziz BOUHLALI responsable de maintenance dans la société Floquet Motors industrie.

J'exprime ma gratitude à tous les consultants et internautes rencontrés lors des recherches effectuées et qui ont accepté de répondre à mes questions avec gentillesse.

Table des matières

| | |
|---|----|
| Remerciements | 2 |
| I. Introduction : | 4 |
| II- Traitement mécanique de surface avant le chromage: | 5 |
| 1) Objectif : | 5 |
| 2) Le fonctionnement des machines et la structure de fonctionnement : | 5 |
| II. Station de chromage sur les chemises de piston : | 11 |
| 1) La Définition de Chromage : | 11 |
| 2) Objectifs du chromage dur: | 12 |
| 3) Station de chromage : | 13 |
| 3-1) Conditions opératoires : | 13 |
| 3-2) Composante de bain : | 14 |
| 3-3) La démarche et le fonctionnement de la machine du système de chromage : | 15 |
| 3-4) Réalisation du dépôt par électrolyse : | 17 |
| 3-5) Le système des bulles : | 18 |
| 3-6) Le système de remplissage : | 18 |
| 3-7) Le système de refroidissement : | 19 |
| 3-8) Le système de ventilation : | 20 |
| VI. Traitement mécanique de surface après le chromage : | 22 |
| 1) objectif | 22 |
| 2) le fonctionnement des machines et la structure de fonctionnement : | 22 |
| Conclusion : | 24 |
| Webographie : | 25 |

I. Introduction :

Le chrome est un métal à reflet bleuté qui s'allie par voie thermique avec d'autres métaux tels que le fer, le nickel ou le cobalt permettant d'obtenir des alliages métalliques aux caractéristiques variées. Le chrome fait partie de la série des métaux de transition, c'est un métal dur. Il résiste à la corrosion et au ternissement. Les états d'oxydation les plus communs du chrome sont +2 ; +3 et +6 ; +3 étant le plus stable ; +4 et +5 sont relativement rares.

Durant ma période de stage j'avais pour tâche : station de chromage sur les chemises de piston et les réactions réalisées dans le dépôt de chrome.

II- Traitement mécanique de surface avant le chromage:

1) Objectifs :

Le traitement mécanique consiste à préparer les surfaces de pièces métalliques avant qu'elles soient soumises à un traitement comme la peinture, la galvanisation, la métallisation etc. La technique la plus couramment choisie pour le traitement mécanique de surface est la technique utilisant l'air comprimé qui permet d'atteindre un haut niveau de pureté avec un degré défini de la rugosité de la surface de la pièce. Le but principal du traitement est d'enlever tout contaminant comme la rouille, les vieux résidus de revêtement tel que la peinture, etc. L'autre objectif est de donner une rugosité adaptée à la surface de la pièce pour permettre une bonne accroche de la couche protectrice et donc de renforcer son pouvoir de protection contre la corrosion.

2) Le fonctionnement des machines et la structure de fonctionnement :

Préparation Il est nécessaire de préparer une mécanique des surfaces avant le dépôt du chrome, Ce stade est important car il détermine pour beaucoup la qualité finale du dépôt. Une surface grossièrement usinée ne permettra pas un accrochage idéal ; car des parties plus ou moins grosses de revêtement peuvent ensuite se détacher. Pour réaliser une chemise de piston à partir d'une pièce brute, cette dernière se déroule sur plusieurs machines :

Rectification :



Figure 1: la machine de rectification

La rectification est un procédé d'usinage destiné à améliorer la précision dimensionnelle et l'état de surface d'une pièce (corriger conne et l'oval) par abrasion à l'aide de deux meules. chaque meule comporte des cristaux qui viennent gratter des centaines de copeaux de très petites tailles à grande vitesse (varient de 20 à 60 m/s environ) et ceci à plusieurs reprise afin d'éliminer plusieurs couches de matériau.

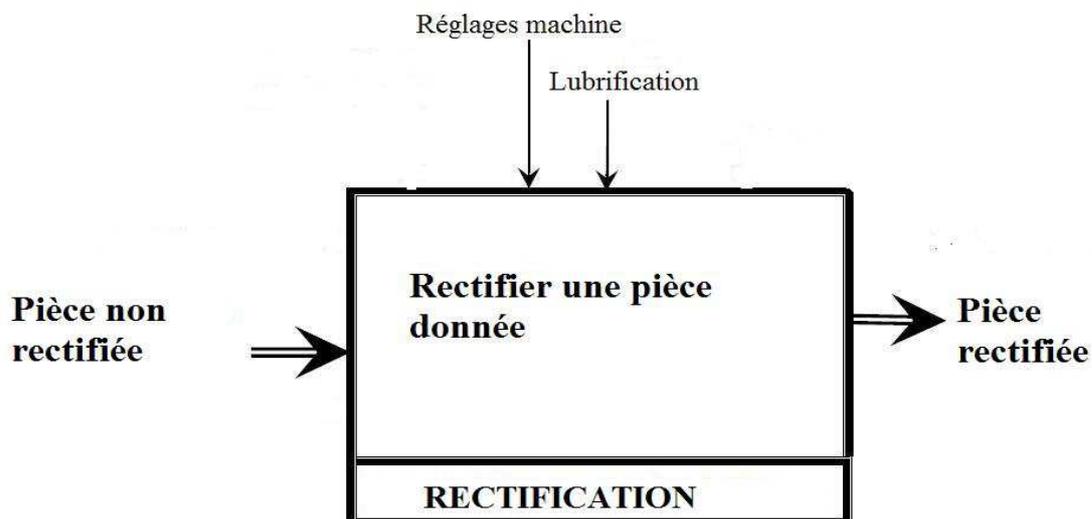


Figure 2: la rectification

Les pièces obtenues par ce procédé présentent un état de surface très soigné :

- Les surfaces rectifiées sont très dures.

Usinage :



Figure 3: la machine maximinor

L'usinage est une famille de techniques de fabrication de pièces mécaniques. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière. Par cette technique, on obtient des pièces d'une grande précision. Lors de l'usinage d'une pièce, l'enlèvement de matière est réalisé par la conjonction de deux mouvements rotatifs entre la pièce et l'outil : le mouvement de coupe (vitesse de coupe) et le mouvement d'avance (vitesse d'avance).

En usinage, la fréquence de rotation n est une vitesse angulaire en tours par minute (tr/min). Elle dépend de la vitesse de coupe, du diamètre de la pièce.

$$n = \frac{v_c \cdot 10^3}{\pi \cdot d_e}$$

(1)

n : Fréquence de rotation en tours par minute (tr/min)

v_c : vitesse de coupe en mètres par minute (m/min)

π : constante $\underline{\pi}$: 3,141 59

d_c : diamètre de la pièce à usiner en millimètres (mm) ou diamètre de la fraise ou de l'outil de coupe.

La vitesse d'avance v_f est une vitesse exprimée en millimètre par minute (mm/min). Elle dépend du type d'opération effectuée, de l'état de surface souhaité, etc. Pour déterminer la vitesse d'avance v_f en millimètre par minute (mm/min) :

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

(2)

v_f : vitesse d'avance en mm/min

f_z : avance par dent en mm/tr/dent

z : nombre de dents de l'outil

n : fréquence de rotation en tours par minute (tr/min).

Figure 4:l'usinage

Alésage :

C'est une machine qui travaille par un système de coordonnées machine et les mouvements de la machine de telle façon qu'un programmeur puisse décrire les opérations d'alésage .



Figure 5: la machine CMZ

L'alésage est l'opération qui consiste à usiner avec soin la surface intérieure d'un cylindre ou de toute autre pièce creuse. C'est aussi le résultat de cette opération, il est également, dans un moteur à pistons, le diamètre intérieur d'un cylindre, exprimé en millimètres.

En mécanique, l'alésage est l'opération d'usinage consistant à retoucher l'intérieur d'un cylindre, généralement ébauché au préalable, au moyen d'outils variés : alésoir, ou d'autres outils spéciaux montés sur une barre d'alésage ou une tête à aléser. L'opération d'alésage, vise le plus souvent deux objectifs :

- Calibrer la précision dimensionnelle.
- Améliorer la finition de l'état de surface.



Figure 6:l'alésage

Rodage:



Figure 7: la machine de rodage

La machine fait les traits de rodage avec des lames de sable qui sont placées dans le rodoir. Le rôle de ces traits est d'absorber l'huile pour éviter le frottement intérieur entre la chemise et le piston. Ce rodoir fait des rotations et des battements à l'intérieur de la pièce.



Figure 8: lame en sable

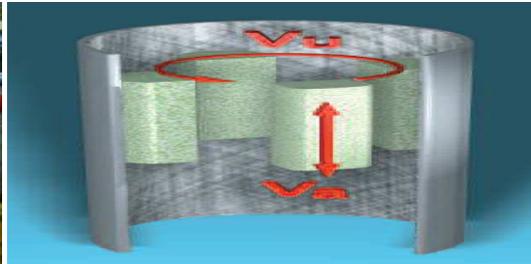


Figure 9: le rodage

CONTROLE PARTIEL :

Le rôle est de contrôler le diamètre intérieur de la chemise par un tampon et l'étamique pour classer les pièces parce que chaque pièce a un temps de chromage.



Figure 10:l'étamique et un tampon

Voir le tableau suivant qui montre chaque classe par temps de chromage :

| La classe de la pièce | Temps de chromage (min) |
|-----------------------|-------------------------|
| 14 | 94 |
| 15 | 100 |
| 16 | 106 |
| 17 | 112 |
| 18 | 118 |
| 19 | 124 |

Figure11 : tableau de temps

II. Station de chromage sur les chemises de piston :

1) La Définition de Chromage :

Le chromage est un procédé de revêtement par électrolyse permettant de déposer du chrome métallique sur les surfaces à traiter pour leur conférer les propriétés de ce métal.

Ce traitement bien connu est effectué par deux types de chromages qui sont: le chromage décoratif et le chromage dur, pour lesquelles, la couche déposée ne diffère essentiellement que par son épaisseur.

Chromage dur :

Le dépôt du chrome est effectué par électrolyse, sous forte épaisseur (de plusieurs micromètres à quelques dixièmes de mm) directement sur la pièce à protéger. Le revêtement de chrome apporte une excellente résistance à l'usure aux frottements, à la corrosion et une grande dureté de surface. Ce procédé est utilisé pour de nombreuses pièces mécaniques en automobile (chemises de cylindres).

Chromage décoratif :

Le dépôt du chrome est effectué par électrolyse, sous faible épaisseur (généralement de 0,2-0.3 micromètre) pour recouvrir des pièces métalliques.

On va se concentrer uniquement sur le chromage dur qui est utilisé dans les bains de chromage.

2) Objectifs du chromage dur:

Le chromage dur est plus glissant, il est un des plus durs, des revêtements anti-usure. Il permet la protection de pièce.

Ce procédé de traitement des surfaces a pour objectif d'utiliser les caractéristiques fondamentales des dépôts de chrome, à savoir :

Dureté élevée ; résistance à l'usure ; bonne résistance à la corrosion.

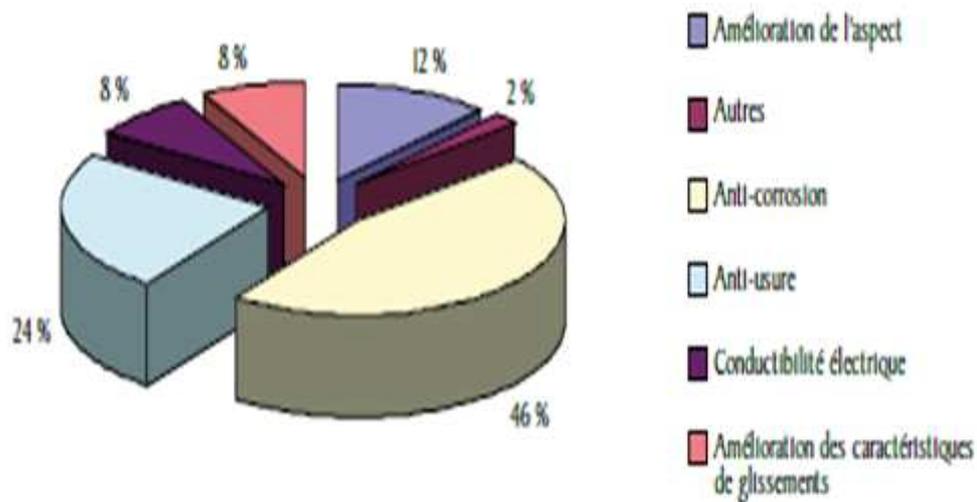


Figure 12: les caractéristiques de chromage dur

3) Station de chromage :

3-1) Conditions opératoires :

Au cours du chromage, la composition chimique des bains utilisés varie, si tout phénomène admet un domaine d'utilisation des valeurs des paramètres de l'opération. Lesquelles valeurs doivent rester dans la plage d'utilisation optimale, il est donc nécessaire de connaître les concentrations respectives des différents composants majeurs du chromage pour ajuster au mieux :

| <i>Les paramètres de l'opération</i> | <i>L'intervalle de l'opération</i> |
|--|--|
| <u>Trioxyde de chrome</u> : CrO₃ | (250g/l à 400g/l) (chaque semaine en ajoute 250g/l) |
| <u>Acide sulfurique</u> : H₂SO₄ | (2.5g/l à 4g/l) (chaque mois on ajoute 2.5g/l) |
| <u>Chrome trivalent (+3) : Cr+3</u> | < 10g/l (chaque mois maximum 10g /l) |
| <u>Fe⁺³</u> | < 10g /l (chaque mois maximum 10g/l) |

| | |
|------------------------------|--|
| <u>Fumetrol 140 :</u> | (2.5ml/L à 4ml/L) [son rôle est de protéger l'opérateur du gaz qui se dégage au cours de l'éctrolyse] |
| <u>le courant :</u> | 3000A |
| <u>Température :</u> | Entre (60°c et 65°c) |

Figure13 : les conditions opératoires

3-2) Composante de bain :

Le dessin de bain de chromage est dessiné en trois démentions sur Autocad (C'est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire).

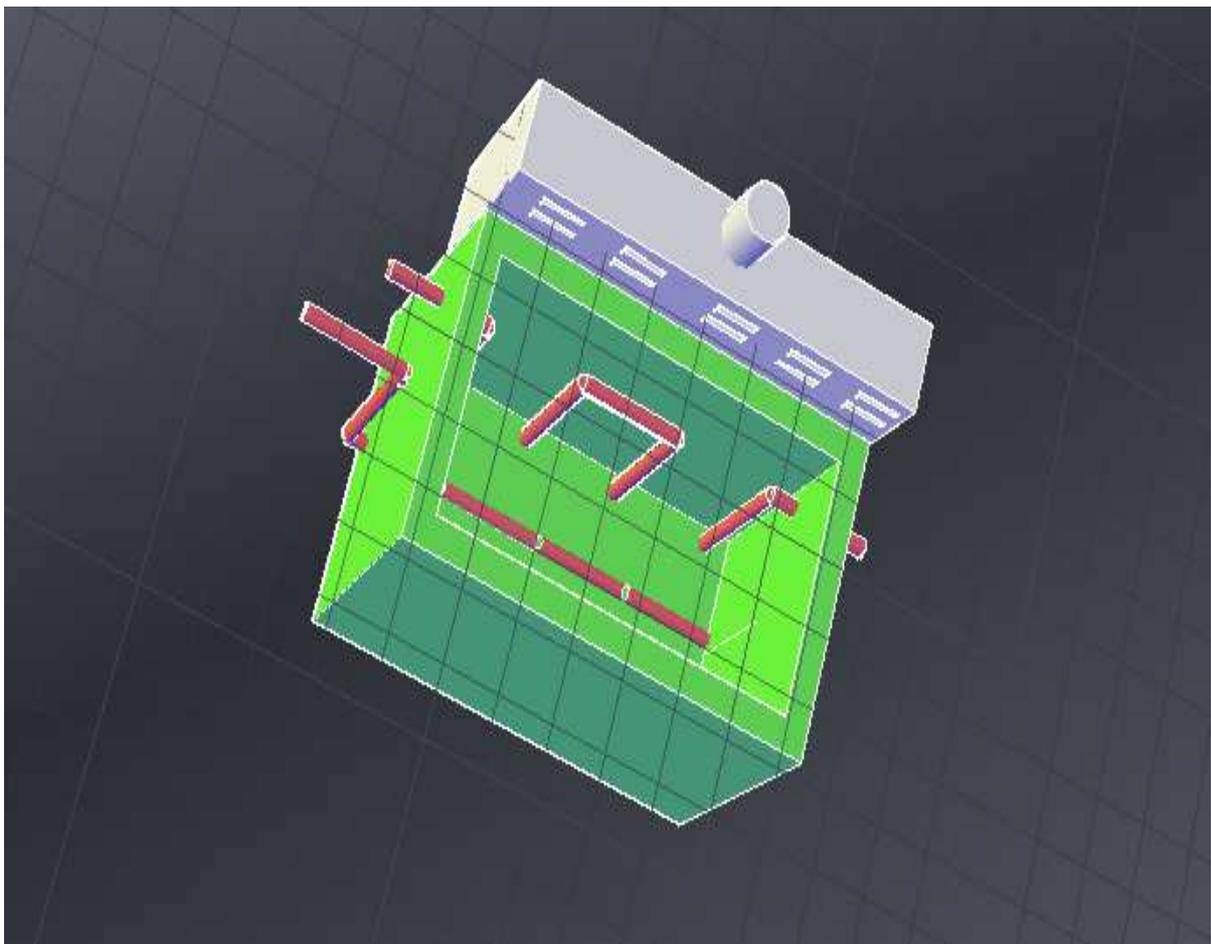


Figure 14 : Bain de chromage

Le bain de chromage est fabriqué de tôle d'acier, et couvert de l'intérieur par le plomb pour le protéger, car le chrome dévore l'acier, puis on met la couche des plaques de (pvc) pour protéger la couverture de plomb car on peut trouver le risque d'Interruption des pièces de la chaîne porteuse de chemise.

Il dépend de 4 systèmes : système de remplissage ; système de refroidissement ; système des bulles et système de ventilation.

3-3) La démarche et le fonctionnement de la machine du système de chromage :

Un schéma à propos du déroulement de chromage :

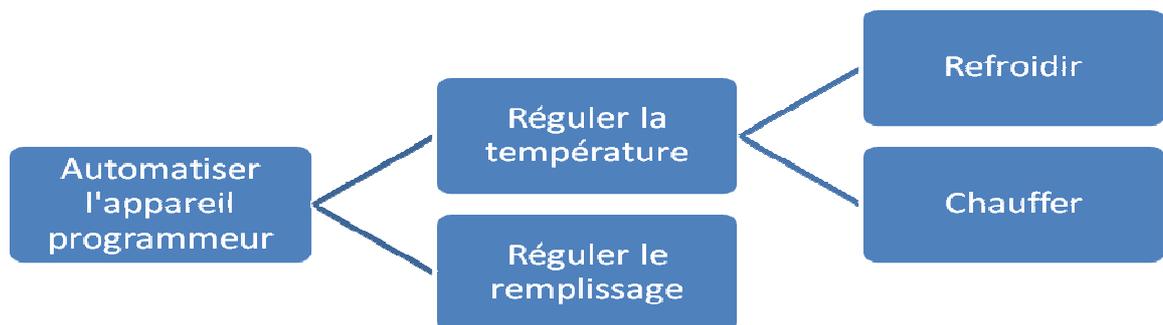


Figure 15:les étapes de chromage

Initialement, nous entrons toutes les informations dans l'appareil programmeur concernant la valeur d'ampérage (3000A) ; le numéro du bain (de 1 jusqu'à 6) ; la dureté de chromage ; le numéro de chariot (chaque chariot se compose de 12 anodes) ; le degré de température entre (60°C et 65°C).



Figure16:appareil programmeur

Une fois les informations entrent dans l'appareil programmeur, nous installons chaque chemise dans chaque anode en plomb (car il est nécessaire de prendre en compte l'influence du métal de l'anode pour la bonne marche de bain), cette anode est constituée de deux choses : le serrage (mauvais serrage donne des points brûlés dans la chemise) ; délgassate (Afin de maintenir la forme de la chemise).



Figure 17:un chariot

Puis, vient le chariot de transport pour prendre ces chemises au bain de chromage programmé, les chemises sont placées dans le bain qui est produit à l'aide du procédé d'électrolyse.

3-4) Réalisation du dépôt par électrolyse :

L'électrolyse se réalise dans une cuve contenant un ELECTROLYTE dans lequel sont plongées deux électrodes reliées aux bornes d'un générateur de courant continu.

On appelle ANODE l'électrode reliée à la borne positive du générateur et CATHODE celle-ci est reliée à la borne négative du générateur.

Lors de l'électrolyse :

- l'ANODE est le siège d'une réaction d'OXYDATION : avide d'électrons, elle se comporte comme un oxydant ;
- la CATHODE est le siège d'une réaction de RÉDUCTION : source d'électrons, elle se comporte comme un réducteur.

Le chromage de pièce en acier se déroule ainsi :

- la pièce métallique constituant la CATHODE est plongée avec une ANODE en chrome dans une solution (l'ELECTROLYTE) contenant des ions de chrome (Cr^{3+}) ;
- le générateur positionné entre l'anode et la cathode délivre un courant continu ;
- la pièce métallique gagne des électrons et attire les ions de chrome qui adhèrent à sa surface.

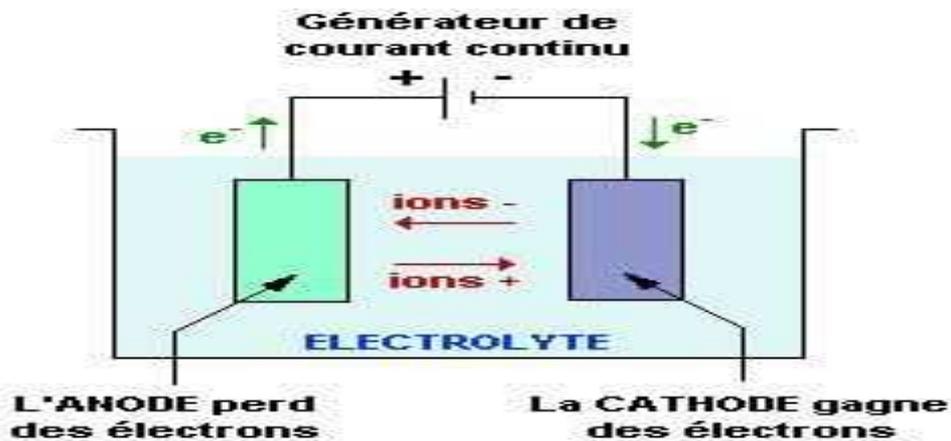


Figure 18:l'électrolyse

3-5) Le système des bulles :

L'objectif de ce système qui travaille automatiquement est de mise à bulles d'air dans la cuve car le chrome déposé profondément dans la cuve, ce système est branché au compresseur d'air (6 Bar).

3-6) Le système de remplissage :

Au cours du chromage le niveau de bain diminue, donc la cuve contient un détecteur de niveau (min et max) qui déclare au programmeur par exemple que la cuve se trouve au minimum. Automatiquement , une pompe aspire du chrome d'un réservoir puis elle va le verser dans la cuve jusqu'à ce que son niveau haut soit atteint.



Figure 19:pompe d'aspiration

3-7) Le système de refroidissement :

Les systèmes de refroidissement sont fondés sur les principes de la thermodynamique. Ils facilitent les échanges de chaleur entre le fluide de procédé et le réfrigérant.

La cuve contient 2 résistances chauffantes, ces dernières sont alors en marche. Elles chauffent le chrome continuellement à la température de chauffage réglée par l'utilisateur, une fois la température dépasse la condition opératoire le système de refroidissement travaille automatiquement.



Figure 20:cuivre inoxyuable

3-7-1) Problème : système de refroidissement en couple fermé

Quand la pompe aspire l'eau froide du château, cette dernière se vaporise quand elle se refoule dans un cuivre inoxyuable qui est branché à l'intérieur du bain, à son retour au château, son niveau diminue, l'opérateur doit, à chaque fois, contrôler le château qui se trouve à une distance de 100m et le remplir manuellement, ce qui va amener à une perte de temps ; ou bien l'opérateur peut oublier le remplissage du château, ce qui va entraîner à une mauvaise qualité de production des chemises (des points brûlés sur les chemises).

3-7-2) Solution :

Le remplissage du château est nécessaire pour assurer un bon déroulement du système de refroidissement. La solution est de brancher un système flotteur dans le château, il peut s'ouvrir ou se fermer en fonction du niveau d'élévation de l'eau.

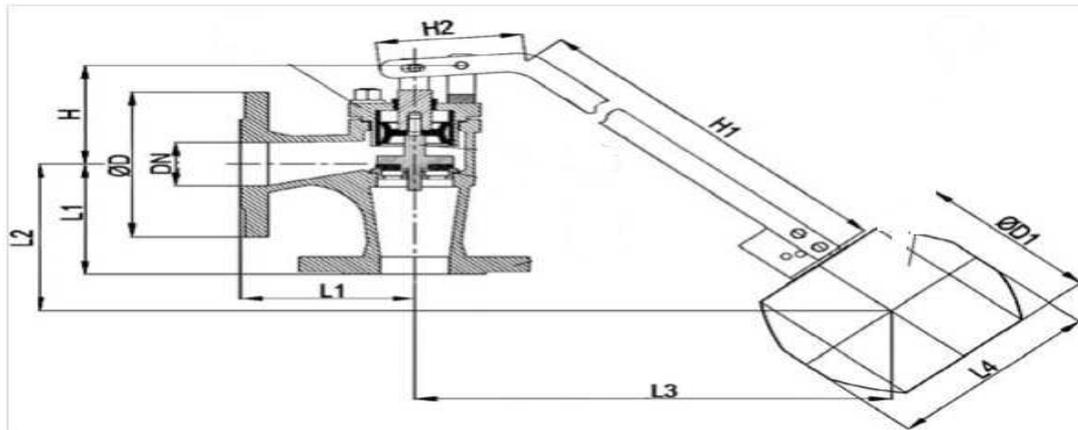


Figure 21: dessin du système flotteur

Ce système flotteur est défini par :

Matières : Fonte, Acier Carbone, Acier inoxydable, Alliages spéciaux...

Étanchéité : Métal-Métal, Métal-Joint

Diamètres : DN40 à DN250

Flotteur : Acier galvanisé ou Inox.

3-8) Le système de ventilation :

Au cours de l'électrolyse, une grande quantité de Gaz se dégage :

- Anode : c'est l'oxygène d'après la relation suivante (Dégagement d'oxygène par la réaction : $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$)
- Cathode : c'est l'hydrogène d'après la relation suivante (Dégagement d'hydrogène par la réaction : $2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$).

Ces gaz entraînent avec eux de la solution de chromage sous la forme d'un brouillard chromique. Pour des raisons de sécurité et de santé, les vapeurs doivent être parfaitement lavées avant d'être rejetées dans l'atmosphère. Un système d'aspiration très efficace et de lavage avec récupération de ses entraînements est donc nécessaire.

Voilà un schéma qui décrit la démarche de travail de 2 systèmes précédents (refroidissement ; remplissage) qui sont réalisés sur Autocad en 2 démentions :

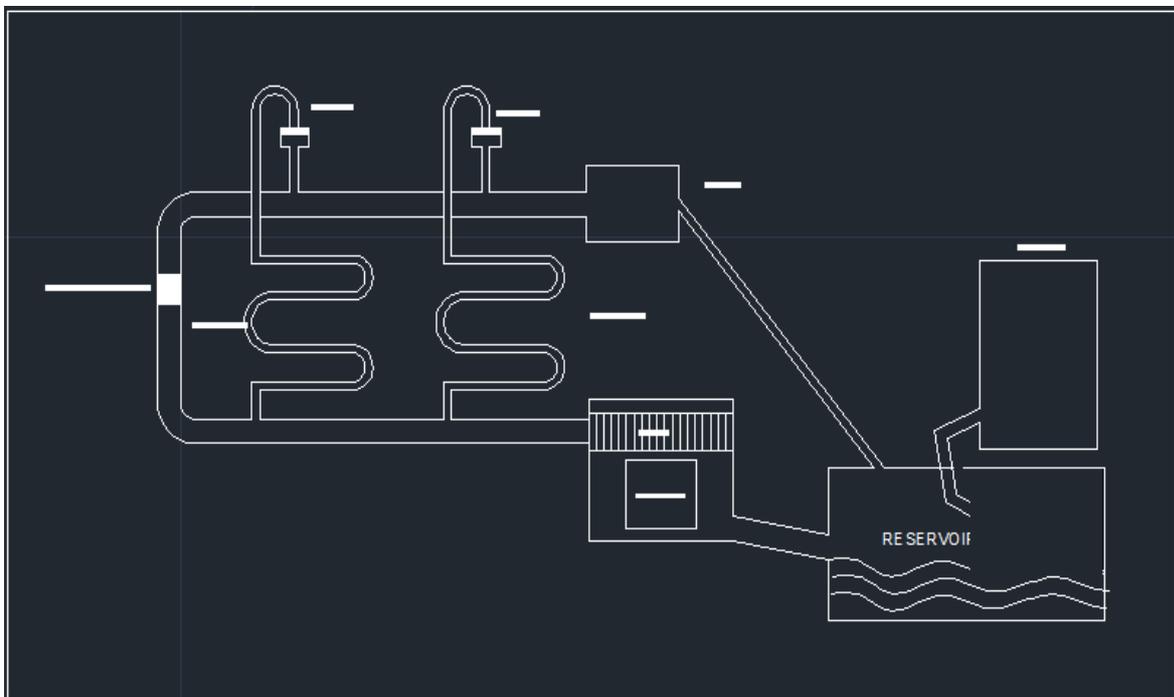


Figure 22 : Système de refroidissement

Le même schéma précédent mais cette fois est réalisé sur Automatisation studio :

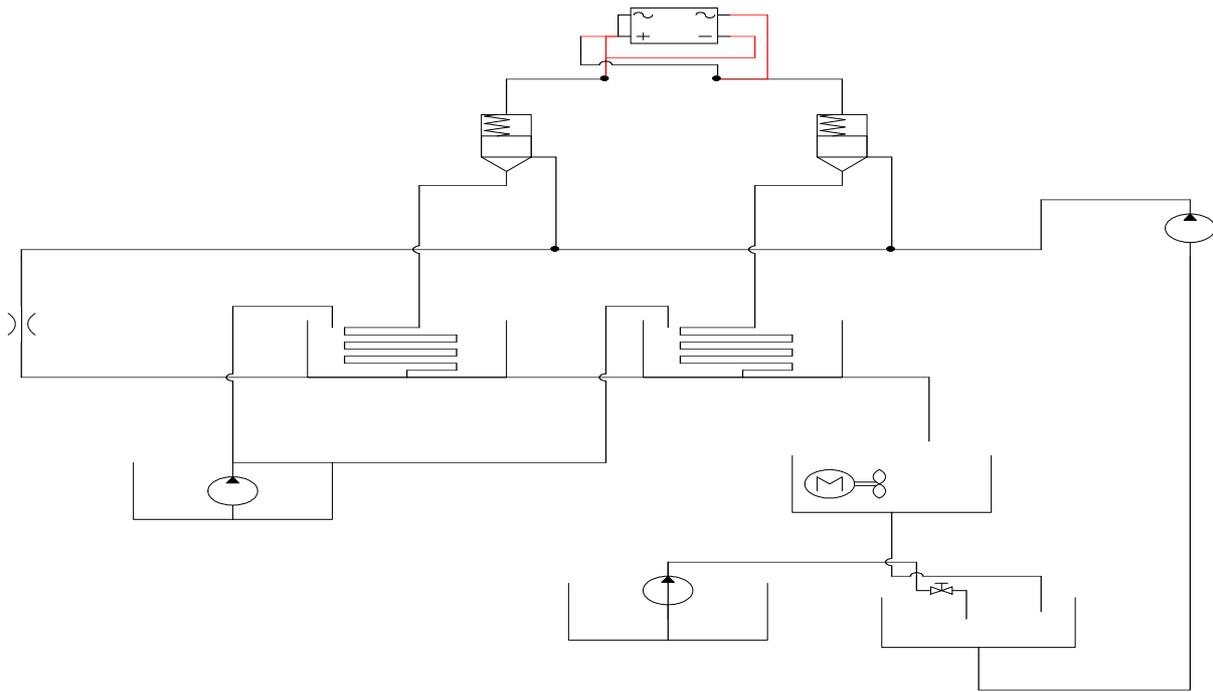


Figure 23 : système de refroidissement

VI. Traitement mécanique de surface après le chromage :

1) objectif

Les surfaces peuvent être recouvertes par des contaminants organiques ou par des oxydes. Cela peut être dû aux étapes de procédés précédentes. Il est nécessaire de retirer ou de transformer ces contaminants.

2) le fonctionnement des machines et la structure de fonctionnement :

Le sablage :

Le sablage est une technique industrielle de nettoyage des surfaces en utilisant un abrasif projeté à grande vitesse à l'aide d'air comprimé au travers d'une buse, sur le matériau à décaper, le traitement de petites et moyennes pièces se fait en cabine à manche, cette solution permet de travailler confortablement en confinant dans la machine l'abrasif .

Il existe plusieurs technologies de projection d'abrasif, mais Le système que nous utilisons est à surpression, beaucoup plus productif, consiste à mettre sous pression d'air un récipient dans lequel est stocké l'abrasif, celui-ci est alors expulsé via un flexible et une buse.

La super finition :



Figure 24:la manière de super finition

La super finition est un procédé d'usinage permettant d'obtenir une très faible rugosité en surface de pièce et un état "poli miroir".

Le principe de la super finition : La pièce est mise en rotation et les outils de super finition oscillent axialement par rapport à la pièce. Le grain, mais aussi le liant et la dureté des outils doivent être adaptés à l'état de surface recherchée. La super finition permet de réaliser et de garantir des fonctions particulières : circularité, rectitude, faible rugosité.

Conclusion :

Le système de chromage consiste en plusieurs taches essentielles dont on cite le traitement mécanique de surface avant le chromage, station de chromage dans le bain et le traitement mécanique de surface après le chromage.

Ce système de chromage reste efficace au sein de l'entreprise car il permet d'octroyer à la pièce une efficacité durable à long terme.

Pour le problème de système de refroidissement qui présentait un risque majeur pour les chemises de piston, la solution proposée est le placement d'un système flotteur qui va prendre en charge automatiquement l'ouverture et la fermeture de l'adduction d'eau selon le niveau du château.

Cette solution sera examinée par la société pour étudier sa faisabilité.

Webographie :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Sablage>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Usinage>

http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/maison-2/d/robinet-flotteur_10897/