



< L'INDUCTION ET LA METALLURGIE >

Bonjour à toutes et à tous,

En ce début d'année 2015, toute l'équipe du Collectif **METALLO CORNER** vous souhaite si ce n'est pas déjà fait une bonne année et tout ce qui va avec...

Pour bien commencer, nous avons décidé d'aborder pour cette 11^{ème} newsletter une discipline que nous apprécions tout particulièrement : le chauffage par induction utilisé entre autre pour durcir superficiellement les organes mécaniques en acier sollicités en fatigue ou soumis à de l'usure abrasive mais également pour monter à température des lopins de forge, chauffer et brasser du métal en fusion, voir pour souder ou relaxer les contraintes induites après soudage d'équipement sous pression ou pour polymériser des colles.

Notre intérêt pour cette technologie vient d'une part du fait qu'il est important de s'intéresser à plusieurs disciplines techniques et scientifiques pour la maîtriser :

- Tout d'abord, l'électromagnétisme avec :
 - o les lois de **Maxwell** qui constitue les lois fondamentales de l'électromagnétisme,
 - o la loi de **Faraday** qui montre que toute variation de flux à travers un circuit fermé donne naissance à un courant induit,
 - o la loi de **Lentz** qui vient nous donner l'information du sens de circulation du courant induit
 - o la force de **Lorentz** qui correspond la force que va subir une particule chargée dans un champ électromagnétique
 - o sans oublier l'effet **Joule** qui relie l'échauffement d'un matériau métallique parcouru par un courant à sa résistance électrique.
- La métallurgie pour l'évolution des structures métallurgiques des aciers ou des fontes avec des cinétiques hors équilibres aussi bien au chauffage qu'au refroidissement, correctement illustrée par les diagrammes Température – Transformation – Austénite (TTA) et Transformation – Refroidissement – Continue (T.R.C.).
- La « mécanique » des inducteurs, thème dans lequel nous intégrons tout ce qui se rattache au design de cet outil, générateur de champ magnétique, c'est à dire : la mise en forme et le soudage du cuivre, la maîtrise du refroidissement de celui-ci qui repose sur des bases d'hydraulique.
- Et pour finir, l'électronique de puissance puisque pour générer un courant alternatif de forte intensité à une fréquence maîtrisée dans l'inducteur il est nécessaire de posséder un générateur ou onduleur associé à un circuit inductif (L.R.C.) composé d'un transformateur et de condensateurs.

Notre engouement pour le chauffage par induction est également « induit » par les différents challenges que l'on peut explorer avec cette technique au sein du monde industriel qui intègre au sein des lignes de production ce traitement de durcissement superficiel :



- La lutte contre les tapures de trempe qu'elles soient différées ou pas. Pour cette question cruciale, il sera impératif de travailler sur la matière, le design et l'état de surface du produit mais également sur la structure métallurgique post traitement et sur les spécifications au plan, sans parler des conditions de chauffage et de refroidissement.

[Le 5 février, nous aborderons ce point au cours de la prochaine journée technique de l'A3TS qui s'intitulera « Défectologie appliquée aux matériaux et aux traitements : identifications des défauts et contrôles non destructifs ». (Cf. prog. en fichier joint)]

- La genèse et la maîtrise des contraintes résiduelles de compression et de traction associée au concept thermo-cinétique qui permet d'estimer les contraintes internes au matériau en fonction de la matière traitée et des cinétiques de refroidissement. Il est nécessaire pour assimiler ce concept de prendre en compte la trempabilité métallurgique mais également la trempabilité mécanique du matériau durci par transformation martensitique.
- L'optimisation de la durée de vie des inducteurs : en effet cet outil est considéré comme un consommable et qui peut s'avérer être très coûteux en fonction de la complexité du design et des sollicitations électromagnétiques et thermiques qu'on lui impose.
- La maîtrise des déformations qui va falloir prendre en compte tant au chauffage qu'au refroidissement et surtout les techniques pour anticiper ces évolutions géométriques.
- L'impact des revenus par induction aussi bien en tunnel qu'en « single shot » sur la dureté du matériau, sur l'évolution des contraintes résiduelles et également sur la tenue aux chocs ou sur la durée de vie en fatigue.
- L'intérêt des traitements duplex qui allient un traitement thermochimique tels que la cémentation, la carbonituration ou la nitruration à un réchauffage par induction suivi d'une trempe superficiel.
- L'optimisation de la durée de vie en fatigue de pièces traitées par induction grâce à l'optimisation de la structure métallurgique et une bonne adéquation entre la profondeur durcie et les sollicitations vécues par le produit.

C'est pour l'ensemble de ces grands thèmes, que le collectif **METALLO CORNER** attache une grande importance à cette technologie. Notre expérience terrain associée notre méthode de travail : **PUMP** (**P**roduits / **U**tilisation / **M**atériaux / **P**rocédés) est à votre disposition pour optimiser la durée de vie de vos produits par le biais de durcissement superficiel comme le chauffage par induction suivi d'une trempe martensitique.

Bonne continuation...