

ADÉQUATION ENTRE LE DIAMÈTRE DES LOPINS ET LA PLAGE DE L'INDUCTEUR

Cette fiche est destinée aux forges possédant des fours de réchauffage à induction.

Contexte et enjeux

Pour garantir de bonnes performances, il est nécessaire de s'assurer de l'adéquation entre le diamètre du lopin et la plage de l'inducteur.

En effet, si la taille de l'inducteur est inadaptée par rapport au lopin à chauffer, le couplage inductif est dégradé et la part de l'énergie transmise à la charge n'est pas optimum.

Cela s'observe généralement quand il y a un changement de production. L'inducteur n'est pas systématiquement adapté pour la nouvelle charge.



Chauffage par induction.

Source : ENRX, anciennement EFD Induction

Les avantages d'une plage d'inducteur adaptée

- Consommation électrique réduite
- Meilleure qualité de chauffe des lopins

Pour passer à l'action

Changer d'inducteur peut nécessiter un palan, du fait du poids de cet équipement, et peut être perçu comme fastidieux et/ou chronophage. Par ailleurs, il est parfois nécessaire pour ce faire de recourir à un personnel différent (équipe de maintenance). La plupart des actions pouvant permettre d'en faciliter le changement sont d'ordre organisationnel :

- Faciliter la manutention des inducteurs en installant des moyens de manutention adaptés
- Former l'opérateur à changer lui-même l'inducteur afin de le rendre autonome sur cette tâche
- Installer un compteur électrique (ou wattmètre) sur le poste pour pouvoir comparer la consommation électrique avec la puissance évacuée dans l'eau de refroidissement, et en déduire ainsi le rendement/les pertes. Si l'inducteur n'est pas adapté, les pertes thermiques se dissiperont dans l'eau. Ceci permettra également d'établir un suivi de l'indicateur masse chauffée / kWh consommé. Pour 1 kWh, 1,8 à 2,8 kg de métal peuvent être chauffés à 1250 °C.
- Investir dans des machines à plusieurs inducteurs sélec-

tionnables : certains modèles de chauffage par induction disposent de plusieurs inducteurs montés sur un rail pouvant translater. Changer d'inducteur prend ainsi quelques minutes. Ce type d'équipement est cependant plus coûteux et plus encombrant.

Point de vigilance n°1 : Les pertes de rendement dues à une plage d'inducteur peu adaptée sont bien plus importantes pour des lopins de petits diamètres que pour ceux de grands diamètres.

Point de vigilance n°2 : Le pyromètre en place doit être correctement positionné. Si celui-ci est mal placé, la température de la charge peut être sous-évaluée et l'inducteur risque de surchauffer inutilement.

Pour aller plus loin : dans le cas de volumes de production importants, il est possible de demander à des sociétés spécialisées de simuler numériquement les chauffages par induction selon la nature de l'acier pour connaître les conditions idéales de chauffe.




Intérêt technico-économique

Un inducteur non adapté peut augmenter les pertes de couplage inducteur/lopin de 20 à 40% (en moyenne) par rapport à la consommation totale. Chauffant moins efficacement, il lui faudra plus d'énergie pour chauffer la même quantité de métal.

Cas d'une journée de travail de 8h avec un inducteur non adapté Dégradation de 30% de la consommation spécifique	Puissance supplémentaire	Surconsommation	Surcoût
		92 kW	740 kWh/jour

¹ Sur la base d'un prix de l'électricité de 96 €/MWh (Source Enerdata, année 2019)

Mise en œuvre de l'action :

<p>TRI Immédiat si inducteur de taille adaptée déjà présent. Si achat d'inducteur nécessaire, généralement < 3 ans (variable selon le rythme de production)</p> <p>Niveau de gain €€€</p>	<p>Niveau de complexité</p>  <p>Niveau d'investissement</p> 	<p>Niveau de risque/process</p> 
--	---	--

Financements / aides financières potentielles

Il n'existe pas de dispositif de financement pour cette action.

Retour d'expérience

Setforge Gauvin, La Monnerie-le-Montel (63) Production de pièces forgées de 1 à 5 kg destinées au marché de l'automobile.

Dans nos forges, le chauffage par induction est le premier des Usages Énergétiques Significatifs (UES) du site, suivi pour les 3 principales presses. Afin de réduire la consommation électrique de ses fours à induction, Setforge s'est appuyé sur la simulation numérique (prestation externe) pour connaître les conditions idéales de chauffe d'une charge.

Nous avons réalisé cette étude sur un four de chauffe et deux alliages : inox et acier faiblement allié. Cela nous a permis d'engager une collaboration avec le constructeur de chauffeuse pour optimiser l'équipement.

L'étude par simulation numérique a permis d'identifier le potentiel d'optimisation maximal : 50 % de la consommation pour le cas d'étude. La sélection de la bonne plage de diamètre d'inducteur pour une charge permet un gain de 30% de consommation (20% sur d'autres paramètres).

Par ailleurs, l'étude a permis d'ajuster les rampes de montée

en température en fonction des alliages afin d'optimiser le transfert thermique peau / cœur de pièces.

Nous devons étendre la démarche sur l'ensemble des chauffeuses du site (chauffe avant forge 100% induction).

Nous recommandons de s'appuyer sur les constructeurs pour définir le diamètre d'inducteur adapté pour la chauffe d'une pièce.

De manière générale, nous utilisons l'indicateur de performance énergétique en kg d'acier chauffé par kWh. Cet indicateur nous permet de suivre et valider la performance du système charge/ inducteur / chauffeuse.

Cette démarche d'optimisation et d'adaptation par simulation numérique externalisée représente des coûts de l'ordre de plusieurs k€. Cependant, cette optimisation peut également être réalisée en interne avec des logiciels adaptés, sous réserve de disposer de personnel spécialisé en simulation numérique et de mener l'étude en lien étroit avec les équipes de maintenance afin de bien documenter les inducteurs (nombres de spires et diamètres des spires). Dans tous les cas, cette démarche s'inscrit sur le long terme.