

"Etude des mécanismes d'interaction, au cours du procédé d'emboutissage à chaud, entre les surces atmosphériques d'hydrogène et les aciers à haute résistance revêtus d'Al-Si"

Mandy, Mélodie ; Jacques, Pascal ; Georges, Cédric

Abstract

Dans l'industrie automobile, le défi permanent d'allègement en vue de diminuer la consommation de carburant est profitable tant au niveau économique qu'écologique. Pour permettre cette diminution de masse sans compromettre pour autant la sécurité des passagers, il est donc essentiel de développer des nuances d'aciers toujours plus résistantes. Néanmoins, ces aciers doivent également garder une certaine ductilité nécessaire à leur mise en forme, mais aussi fondamentale pour la sécurité des passagers puisque ces pièces doivent pouvoir dans une certaine mesure absorber l'énergie en cas de crash ou d'intrusion. Pour répondre à cette demande, une solution en plein essor concerne l'emboutissage à chaud d'aciers au bore (tel l'USIBOR1500P® commercialisé par ArcelorMittal). Ce procédé consiste à austénitiser l'acier puis à le placer dans une presse, permettant une mise en forme facile et précise ainsi qu'une trempe menant à une microstructur...

Document type : *Communication à un colloque (Conference Paper)*

Référence bibliographique

Mandy, Mélodie ; Jacques, Pascal ; Georges, Cédric. *Etude des mécanismes d'interaction, au cours du procédé d'emboutissage à chaud, entre les surces atmosphériques d'hydrogène et les aciers à haute résistance revêtus d'Al-Si*. Journée Jeunes Chercheurs 2015 - Commission "Corrosion sous contrainte / Fatigue-Corrosion" (Saint-Etienne, France, du 08/04/2015 au 09/04/2015).

Étude des mécanismes d'interaction, au cours du procédé d'emboutissage à chaud, entre les sources atmosphériques d'hydrogène et les aciers à haute résistance revêtus d'Al-Si

Dans l'industrie automobile, le défi permanent d'allègement en vue de diminuer la consommation de carburant est profitable tant au niveau économique qu'écologique. Pour permettre cette diminution de masse sans compromettre pour autant la sécurité des passagers, il est donc essentiel de développer des nuances d'aciers toujours plus résistantes. Néanmoins, ces aciers doivent également garder une certaine ductilité nécessaire à leur mise en forme, mais aussi fondamentale pour la sécurité des passagers puisque ces pièces doivent pouvoir dans une certaine mesure absorber l'énergie en cas de crash ou d'intrusion.

Pour répondre à cette demande, une solution en plein essor concerne l'emboutissage à chaud d'aciers au bore (tel l'USIBOR1500P© commercialisé par ArcelorMittal). Ce procédé consiste à austénitiser l'acier puis à le placer dans une presse, permettant une mise en forme facile et précise ainsi qu'une trempe menant à une microstructure martensitique de très haute résistance. De plus, ces aciers pour emboutissage à chaud sont souvent revêtus d'un alliage Al-Si (AluSi – 90% Al, 10% Si) afin d'effectuer ce procédé sous atmosphère non-contrôlée en évitant l'oxydation pendant le traitement thermique et en assurant une bonne résistance à la corrosion perforante.

Néanmoins, cette haute résistance peut être défaillante suite à une fragilisation du matériau par l'hydrogène atmosphérique. En effet, si ce phénomène de fragilisation est connu depuis longtemps dans de nombreux autres domaines (nucléaire, soudage, ...), il devient de plus en plus critique lorsque la résistance intrinsèque de l'acier augmente. La quantité tolérable d'hydrogène dans l'acier doit alors être maintenue à un niveau toujours plus faible. Le comportement particulier du revêtement Al-Si complique encore la problématique de ces aciers emboutis à chaud : il présente la particularité d'être perméable à l'hydrogène à haute température, et de ne plus l'être à température ambiante. L'hydrogène peut donc pénétrer dans la microstructure mais il y reste bloqué à l'ambiante.

Dans ce contexte, le premier objectif consistera à étudier et comprendre les mécanismes régissant, lors du traitement thermo-mécanique d'emboutissage à chaud, les interactions entre un acier à haute résistance revêtu d'Al-Si et les sources atmosphériques d'hydrogène (hydrogène moléculaire ou vapeur d'eau). D'autre part, le second objectif consistera à trouver une solution (revêtement additionnel ou introduction de pièges à hydrogène) permettant de réduire la quantité d'hydrogène entrant dans l'acier au cours de sa mise en forme à chaud.

Afin de comprendre les mécanismes d'entrée de l'hydrogène dans le matériau, différents sous-systèmes seront considérés, du point de vue des sources d'hydrogène atmosphérique et de celui des matériaux interagissant avec ces sources. Tout d'abord, les sources d'hydrogène sont d'une part la vapeur d'eau (source active dans le procédé industriel) et le dihydrogène (pour comparaison). La vapeur d'eau deutérée sera également utilisée afin d'assurer une atmosphère contrôlée en évitant le problème de dissociation de l'eau en dihydrogène dans le four. Ensuite, plusieurs sous-systèmes seront considérés pour l'acier au bore revêtu. En effet, lors du traitement thermo-mécanique, le revêtement en contact avec la source d'hydrogène évolue. À température ambiante, le revêtement initial est un alliage Al-Si solide ayant faiblement réagi avec le fer lors de son dépôt. Lorsque la température croît, ce revêtement repasse d'abord par la phase liquide puis forme des intermétalliques Al-Fe-Si. À ces trois sous-systèmes s'ajoute également l'acier nu, point de comparaison par rapport à l'acier revêtu.

Pour ce faire, les premières expériences concernent des chargements gazeux sous atmosphères contrôlées d'un acier nu. Des analyses de désorption thermique sont ensuite réalisées. Elles consistent à envoyer un flux de diazote à température croissante dans une chambre contenant le matériau-cible. L'hydrogène contenu dans le matériau est alors emporté par le diazote vers un spectromètre de masse. Des informations sur la quantité d'hydrogène dissous sont ainsi obtenues et comparées pour les différentes sources d'hydrogène atmosphérique, différents points de rosée, ainsi que différents temps de chargement gazeux.