Prévision de la réponse à la trempe des aciers en fonction de l'efficacité des fluides de trempe

G. Schanne, G. Kellen, C. Weider

► To cite this version:

G. Schanne, G. Kellen, C. Weider. Prévision de la réponse à la trempe des aciers en fonction de l'efficacité des fluides de trempe. Journal de Physique IV Proceedings, 1993, 03 (C7), pp.C7-1223-C7-1228. 10.1051/jp4:19937188 . jpa-00251820

HAL Id: jpa-00251820

<https://hal.science/jpa-00251820>

Submitted on 1 Jan 1993

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Prévision de la réponse à la trempe des aciers en fonction de l'efficacité des fluides de trempe

G. SCHANNE, G. KELLEN et C. WEIDER

UNIMETAL Recherche, BP. 140, 57360 Amneville, France

ABSTRACT

Quenching makes it possible to obtain, on previously austenitized steel parts, special structures and mechanical characteristics by making faster cooling than in calm air. To obtain this cooling, the austenitized part is plunged into a stirred fluid maintained at low temperature. After having recalled the methods making it possible to quantify the effectiveness of the quenching fluid and to foresee the aptitude of a steel grade for quenching (or hardenability), we will specify the method developed by UNIMETAL RECHERCHE :

- to control, on an instrumented furnace, the quenching parameters (mainly, fluid characteristics)
- to determine the cooling curves inside cylindrical steel test bars (Φ 10 to 60 mm)
- to measure cooling speeds (V_r) at specific points on the incident curves
- to establish of the relationship between V_r and the diameter Φ
- to enter these relations into the PREVER UNIMETAL model. This makes it possible to foresee the results of conventional tests defining hardenability (JOMINY test, U curves)

This model, operational in 1993, makes it possible to avoid long and costly real tests.

1 - INTRODUCTION

La trempe est le traitement thermique permettant d'obtenir sur des pièces en acier, austénitisées au préalable, et ceci grâce à un refroidissement accéléré, des caractéristiques structurales et mécaniques déterminées. Le refroidissement accéléré s'obtient généralement en introduisant rapidement le métal austénitisé dans un fluide agité et maintenu à basse température.

2 - CARACTERISTIQUES PROPRES A LA NUANCE

Deux essais principaux permettent de déterminer l'aptitude de la nuance d'acier à être trempée, c'est-à-dire la trempabilité. Le principe de ces essais est précisé dans les schémas ci-dessous :

- Essai Jominy : après austénitisation, la pièce est refroidie par un jet d'eau perpendiculaire à la face inférieure (1). On mesure la dureté sur un méplat usiné longitudinalement (2) et on reporte la valeur de dureté en fonction de la distance de l'extrémité trempée (3) (essai défini par la norme NFA 04-303)
- Courbe en U : après austénitisation, l'échantillon cylindrique est trempé dans un fluide déterminé (1). On mesure l'évolution de dureté sur un diamètre du plan médian (2) et on reporte la dureté à coeur en fonction du diamètre (3)

3 - CARACTERISTIQUES DU FLUIDE

Deux méthodes principales sont utilisées pour quantifier l'efficacité d'un fluide : le paramètre de sévérité H et la courbe de drasticit :

- le paramtre H est dfini par la relation $H = \frac{h}{2\lambda}$
(suivant GROSSMANN) o h est le coefficient d'change moyen et λ la conductivit thermique moyenne. H s'exprime en mm^{-1} mais n'est pas d'un emploi facile car le coefficient d'change dpend de la forme et dimension de la pice traite
- la courbe de drasticit, dfinie par la norme NFT 60178, qui consiste mesurer la loi de refroidissement coeur d'une prouvette cylindrique en argent et tracer la courbe en refroidissement continu et sa drive

Ces deux mthodes n'tant pas utilisables dans le cas du modle PREVER-UNIMETAL, nous avons t amens utiliser une mthode nouvelle.

4 - METHODE MISE AU POINT A UNIMETAL RECHERCHE

La mthode consiste :

- utiliser un four instrument (pl. 1)
- mesurer les lois de refroidissement coeur d'chantillons cylindriques de diamtres variables, pour les divers fluides (pl. 2).
- l'examen des courbes de drasticit d'un fluide de trempe, l'eau par exemple, montre qu'on peut y dfinir deux grands domaines :
 - * celui des tempratures leves (≈ 800 ≈ 600 C) o se dtermine la structure de trempe : la vitesse doit tre la plus grande possible pour obtenir les durets optimales
 - * celui des tempratures moyennes (≈ 500 ≈ 300 C) o se forment d'ventuelles tapures de trempe dues aux contraintes leves lies un refroidissement rapide. La vitesse doit tre faible dans ce domaine, ce qui explique que pour les nuances les plus trempantes (et les plus fragiles), il soit ncessaire d'utiliser de l'huile comme fluide de trempe.

Nous mesurons donc pour les divers fluides les vitesses de refroidissement dans ces deux domaines, et ceci en fonction du diamtre.

Pour quantifier la dpendance entre vitesses de refroidissement et diamtres, nous dterminons des relations du type : $\log V_r = A - B \log \Phi$ pour des intervalles donns de diamtres.

- les planches 3 et 4 indiquent les rsultats obtenus pour divers fluides de trempe, respectivement dans les domaines suprieurs (≈ 700 C) et infrieurs (≈ 350 C)

5 - INTEGRATION DANS LE MODELE PREVER-UNIMETAL

La planche 5 indique le principe gnral de fonctionnement du modle de dpart (PREVERT, mis au point par la Socit CREUSOT LOIRE INDUSTRIE). Nous avons adapt ce modle aux nuances d'UNIMETAL et dvelopp un modle trempabilit avec :

- entrée de l'analyse : et tri automatique entre trois familles d'acier pour traitement thermique (XC, acier au bore, aciers faiblement alliés)
- choix entre essai Jominy, ou
- courbe en U avec sélection du fluide
- sortie des résultats sur un écran ou par voie graphique

Les planches 6, 7 et 8 illustrent des exemples d'utilisation du modèle.

6 - CONCLUSION

Pour trois familles d'aciers de traitement thermique (XC, acier au bore, acier faiblement allié, voir tableau ci-dessous), le modèle PREVER-UNIMETAL permet de prévoir avec une bonne précision la trempabilité des aciers en donnant des résultats calculés pour l'essai Jominy et la courbe en U.

	C		Mn		Cr		Si	
	mini	MAXI	mini	MAXI	mini	MAXI	mini	MAXI
XC	220	600	650	1015	35	400	35	340
Faibl. Alliés	200	500	740	1360	160	1150	220	380
Bore	150	460	510	1300	100	380	60	280

PL.1 Machine de trempe instrumentée

CONDITIONS DE TREMPÉ

PARAMETRES REGLABLES

TEMPERATURE DU FOUR
 ATMOSPHERE DU FOUR
 VITESSE DE DEPLACEMENT
 DE L'ECHANTILLON
 NATURE DU FLUIDE
 TEMPERATURE DU FLUIDE
 VITESSE DE MISE EN MARCHÉ DU FLUIDE

PL.2 Lois de refroidissement de l'eau

PL.3 Vitesse de refroidissement à 700 °C

PL.4 Vitesse de refroidissement à 350 °C

PL.5 Principe du modèle PREVERT

PL.6 Validation de l'essai JOMINY

PL.7 Courbe en U: exemples d'utilisation

PL.8 Courbe en U: exemples d'utilisation