

Réalisation d'un Tube d'Echangeur Thermique en Inox Périodiquement Ondulé Sous Forme S.

CherietK^{#1}, Demagh Y^{#2}, serir L^{#3}

[#] LESEI – Faculté de Technologie, Département de Mécanique, Université de Batna 2, Algeria.

¹cheriet.kamell@gmail.com

²y.demagh@univ-batna2.dz

³l.serir@univ-batna2.dz

Résumé

Le transfert de chaleur dans des canaux sinusoidaux périodiquement dans le sens du courant avec des sections transversales circulaires sont peu étudié. La technique de réalisation de ces tubes périodiquement ondulé sous forme S nécessite une conception et réalisation d'une cintruse semi-automatique à galets. Cette réalisation confirme l'effet de la variété du diamètre des galets sur les diamètres des tubes en inox Aisi 316L creux de diamètre extérieur 14mm et épaisseur de 1mm. On a utilisé trois différents courbures des rayons 80-120-160 mm à une longueur de 6mètre.

Mots clés : cintruse, galet ; transfert de chaleur, acier inoxydable

I. INTRODUCTION

La courbure du tuyau incurvé induit un écoulement secondaire à travers le flux principal qui peut améliorer considérablement le taux de transfert de chaleur [1-2]. Cependant, la littérature pour l'étude des tuyaux incurvés à courbure variable périodiquement (par exemple, tuyau incurvé ondulé) est relativement très peu [3-4]. La réalisation de ces tubes nécessite une conception et réalisation d'une cintruse semi-automatique qui contient des galets à différent diamètre selon le fléchissement de tube inoxydable Aisi316L creux de diamètre 14mm et épaisseur de 1 mm on a choisi trois différent rayon de courbure 80 – 120 – 160 mm

II. MATERIELS ET METHODES

Le cintrage et un façonnage sans enlèvement des copeaux à l'aide ou sans aide de chaleur, sur des machines spéciales appelé cintruse, dans lequel une partie de la matière d'ouvre et définitivement portée, tout en conservant autant que possible sa section, de sa position originale dans un autre sens [5]. D'après la difficulté de cintré un tube en forme S avec un point tangent qu'appartient au deux demi-cercle sans faire une partie rectiligne de matière sa demande une conception différente

A. Caractérisation physique du tube inoxydable AISI 316L

TABLE I. Caractérisation physique du tube inoxydable AISI 316L

AISI	DIN	1.4404 - X 2 CrNiMo 17 12 2	AISI	Z 2 CND 17 12				
316L			316L					
Particularités								
Acier inoxydable avec une excellente résistance à la corrosion, ne différant de l'acier 316 L (1.4435) que par une variation de teneur en nickel et en molybdène. Ses caractéristiques sont donc identiques au 316 L (1.4435). En raison de son usinabilité limitée, on utilisera de préférence des aciers optimisés (PX, PM) lorsque des usinages complexes sont nécessaires. Cet acier convient parfaitement pour des pièces en contact prolongé avec la peau			Usinable					
			Trempable	non				
			Polissable	-				
			Magnétique	non				
			Durcissable	non				
			Soudable par					
			MIG, TIG, WIG	oui				
			Arc	oui				
			Résistance	oui				
			Autogène	oui				
			laser	oui				
Composition chimique selon DIN [%]								
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Autre
< 0.03	< 0.03	< 2	< 0.045	< 0.015	16.5-18.5	2-2.5	10-13	N < 0.11
Propriétés physiques								
Densité ρ [kg·m ⁻³]	Résistivité électrique ρ [$\mu\Omega\cdot m$]	Chaleur spécifique C_p [J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹]		Conductivité thermique λ [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]				
7980	0.75	500		15				

Coefficient de dilatation α [10 ⁻⁶ ·°C ⁻¹] entre 20°C et							Module élastique E [GPa]
100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	
16.5	17.5	17.5	18.5	18.5	19	19.5	200 à 20°C
propriété mécanique							Dureté Vickers [HV]
Etat	Limite élastique Rp0.2 [MPa]				Résistance à la rupture [MPa]	Allongement de rupture A5 [%]	
	20°C	100°C	200°C	300°C			
Recuit	190	166	137	118	490-690	≥45	150 - 200
Ecroui max	1300				1400	5	430
Traitements thermiques							
Type	Milieu			Commentaires			
Décapage	6 - 25 % HNO3 + 0.5 - 8 % HF			A l'état recuit uniquement et à chaud			
Passivation	20 - 50% HNO3			A chaud			

B. Calcule la faisabilité depliage

La formule est la suivante

$$K = \frac{R_m * S_p}{\Phi^2}$$

R_m : Le rayon moyen de cintrage

S_p : L'épaisseur nominale du tube

Φ : Diamètre du tube

$K > 0.3$; Le cintrage du tube est plus facile et il n'est pas nécessaire de faire un outillage de support spécifique

$0.1 < K < 0.3$; processus de cintrage de difficulté normale pour lequel il est nécessaire d'utiliser un seul mandrin intérieur est fixe

$0.08 < K < 0.1$ pour cintrer le tube il faut un efface plis et un mandrin intérieur fixe

$0.05 < K < 0.08$ Le cintrage est faisable lors que il y' a un efface – plis et un mandrin intérieur mobile

$K < 0.05$ Le cintrage du tube n'est pas faisable. Dans ce cas il faut construire des outillages spéciaux

Pour les différents rayons de courbure 80-120-160-10mm en trouve que $k = 0.408 - 0.612 - 0.816 - 0.05$ successivement les trois premières courbures en trouve que le cintrage est faisable sont plis.

C. Conception d'une cintreuse semi-automatique

Dans notre étude en a fait une conception d'une cintreuse semi-automatique celle-ci contient un moteur à double sens à une vitesse 2300 tr/min un petit réducteur un deuxième réducteur, une chaîne de transmission deux fin de course boîte de commande arbre claveté deux galets rainuré avec port galet un socle

D. Dessin d'assemblage assisté par logiciel solidworks

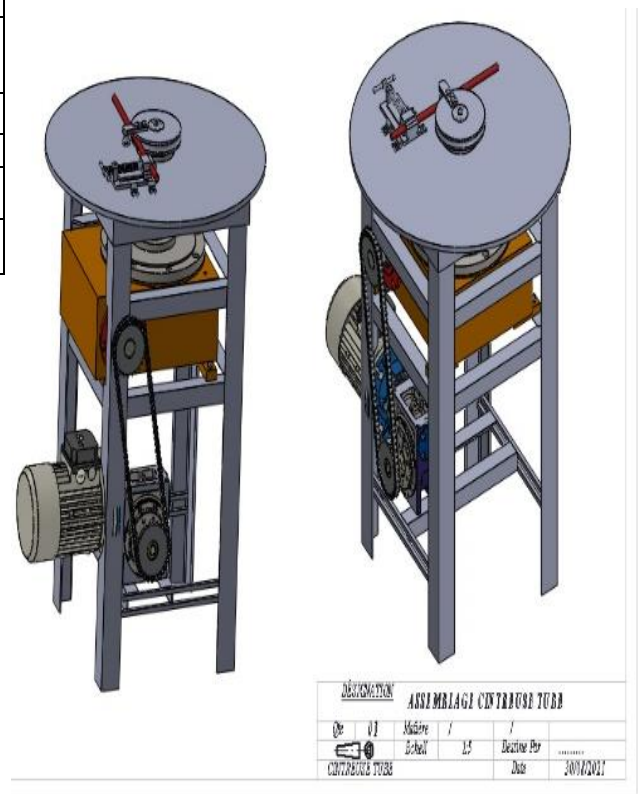


Fig.1 Dessin d'assemblage de la cintreuse

Fig.1 c'est un dessin d'assemblage d'une cintreuse semi-automatique assisté par un logiciel solidworks cette cintreuse consiste d'un moteur à double sens à une vitesse de rotation angulaire de 2300 tr/min ce moteur raccordé d'

accouplement avec un petit réducteur ce dernier est aussi attaché par un pignon de diamètre 88mm et de 16 nombre de dents , la transformation dumouvement sera assuré par une chaine de transmission raccordé avec un autre pignon et relier avec un autre réducteur qui contient une visse sans fin et une roue denté ce mécanisme réduitla vitesse de rotation et augmente le couple



Fig. 2 réalisation d'une cintreuse semi-automatique.

Dans la Fig.2 ;on montre la fabrication d'une cintreuse avec des galets à une rainure de diamètre 14 mm ajusté par le tube en inox. Le système se compose d'un socle en acier qui supporte le moteur et les deux réducteurs, deux galets,, les fin de courses porte molette,l'arrêt d'urgence et la boîte de commande



Dans cette fig.3 on montre la méthode de transmission de mouvement par chaine et les différents composants de mécanisme,la réduction de vitesse du moteur assuré par des réducteurs de vitesse et on augmente le couple



Fig.4 Gabarit de cintrage rayon R=80 mm

Dans cette Figure en a fait un gabarit de cintrage d'un rayon égale 80 mm les deux extrémités son sur une seule ligne qui passe par le centre de cercle



Fig.5 Ajustement du tube sur le Gabarit de cintrage rayon R=120 mm

La Fig.5 au-dessus montre l'ajustement de tube de diamètre de 240 mm sur le gabarit réalisé

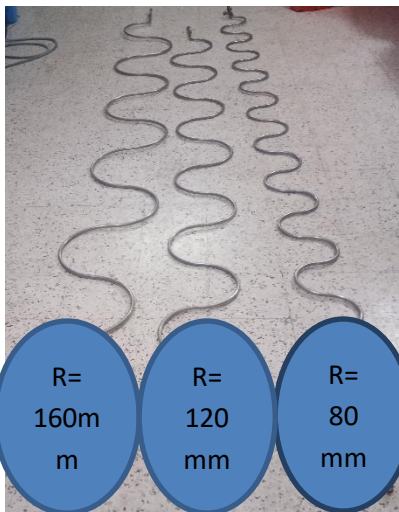


Fig.6 Réalisation des différents diamètres des tubes

Cette fig.6 Montre la réalisation des différents diamètres des tubes en aciers inoxydables sans partie linéaire avec un point tangent de deux demi-cercle pour chaque tube et la détermination des coefficients de retour élastique pour chaque tube

III. Résultats et discussion

A. Retour élastique

Pendant le cintrage, la tige est cintrée à un angle θ_0 ; lorsque l'opération se termine, l'angle s'ouvre légèrement jusqu'à une valeur θ (Fig.7). Ce phénomène est appelé retour élastique.

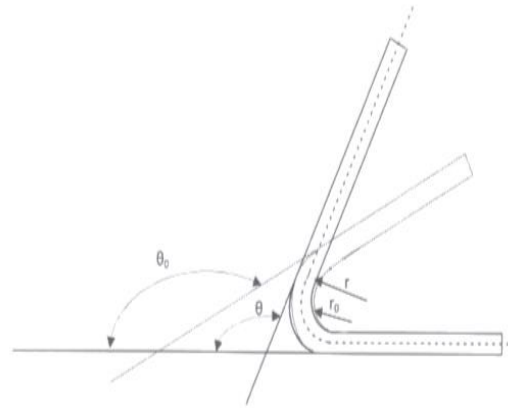


Fig.7 Retour élastique

B. Calcul du retour élastique

La connaissance du retour élastique permet de déterminer le rayon de formage initial r_0 nécessaire pour obtenir un rayon donné r sur la pièce. Pour des rapports rayon/épaisseur inférieurs ou égaux à 10, QUEENER propose la formule suivante pour le retour élastique :

$$\frac{r_m}{r'_m} = 1 - \frac{3k(1-\nu^2)}{E(n+2)\left(\frac{3}{4}\right)^{\frac{1+n}{2}}} \left(\frac{2r_m}{e}\right)^{1-n}$$

Avec :

$r_m = r_0 + \frac{e}{2}$ Rayon moyen avant retour élastique

$r'_m = r + \frac{e}{2}$ Rayon moyen après retour élastique

e : En pliage c'est l'épaisseur de la tôle et en cintrage c'est le diamètre de la tige

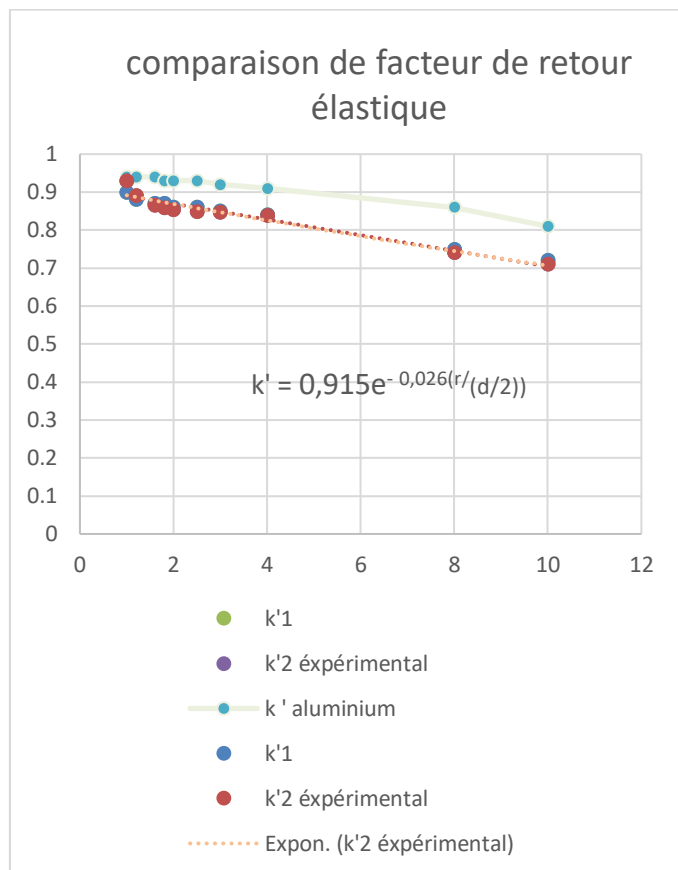
n : Coefficient d'écroutissage du métal (daN/mm²). Pour la plupart des aciers n varie entre 0.1 et 0.25

k : Coefficient d'amplitude du métal (daN/mm²) (loi d'écroutissage $\sigma = k \epsilon^n$)

ν : Coefficient de poisson

$$\frac{r_m}{r'_m} = \frac{\theta}{\theta_0} = K'$$

K' : Facteur de retour élastique (Rapport entre la forme de la pièce finie et la forme de l'outil)[6]



transfert de chaleur et la perte de charge pour le débit d'eau à l'intérieur d'un tuyau ondulé périodiquement à fonction axiale, Il a été constaté, dans la gamme des tests actuels, que le facteur de retour élastique peut être diminué tant que on minimise le diamètre de courbure.

La réalisation des tubes en acier inoxydable périodiquement ondulé sous forme S nécessite une conception différente d'après les méthodes de cintrage on trouve toujours l'obstacle de la partie linéaire entre les deux demi-cercles au point tangent

D'après les résultats obtenus on constate que l'élasticité joue un rôle très important pour le retour élastique d'un tube en aciers inoxydable alimentaire Aisi 316 L à un diamètre de 14 mm et une épaisseur de 1 mm pendant le cintrage l'angle s'ouvre considérablement en fonction de diamètre de formage et le rayon du tube pour être l'opération parfaite sans plis on doit remplir le tube avec une matière plus proche que l'aciers on remarque quand on augmente le rayon de courbure le coefficient d'élasticité diminuer

IV. Conclusion

La présente étude fournit des données expérimentales pour la fabrication des tubes périodiquement ondulé. L'expérience est effectuée pour mesurer le coefficient de retour élastique d'un tube en acier inoxydable Aisi 316 L de diamètre 14 mm et une épaisseur de 1 mm. Ce dernier sera utilisé pour former un échangeur de chaleur et mesuré le

V. References

- [1] J. Eustic, Experiments of streamline motion in curved pipes, Proc. R. Soc. London Ser. A 85 (1911) 119–131.
- [2] R. Yang, S.F. Chang, W. Wu, A numerical study of flow and heat transfer in a curved pipe with periodically varying curvature, ASME paper 95-WA/HT-9, 1995.
- [3] S. Murata, Y. Miyaka, T. Inaba, Laminar flow in a curved pipe with varying curvature, J. Fluid Mech. 73 (1976) 735–752.
- [4] N.P. Gopalan, Laminar flow of a suspension in a curved pipe with varying curvature, Int. J. Energy 23 (1985) 621–632.

[5].N.Nezlioui D Larbi Mise en forme des métaux en feuille application à l'emboutissage des bandeaux bombé d'une cuisinière ENIEM ,36

[6]S. CHIBANE,H. CHELLALI, Etude et conception d'une cintreuse semi-automatique 21