

Notice technique

UGI® 446

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	P	S
≤ 0,06	≤ 0,7	≤ 1,0	23,0 – 24,0	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,10	≤ 0,030	≤ 0,030

22-06-2016 – REV 00

Présentation générale

L'UGI® 446 est un acier inoxydable ferritique contenant plus de 23% de chrome. Cela lui confère une résistance à la corrosion parmi les meilleures de la famille des aciers inoxydables ferritiques et une bonne résistance à l'oxydation à hautes températures, peu sensible au phénomène d'écaillage. Il est couramment utilisé dans des applications où les températures se situent entre 800 et 1150°C.

L'UGI® 446 ayant un coefficient de dilatation proche des verres spéciaux, il est souvent utilisé dans des applications de scellement verre / métal.

L'UGI® 446 est une nuance ferritique qui par ailleurs résiste bien au cuivre et au laiton liquide. De ce fait, c'est une nuance particulièrement bien adaptée aux applications électriques où il y a mixité d'inox, de cuivre et de laiton.

Suite à une exposition prolongée dans une plage de température comprise entre 350 et 800°C, cette nuance inoxydable connaît une évolution de structure qui peut la rendre fragile (démixtion de ferrite ou phase sigma suivant la plage de température de maintien).

Classification

Acier Inoxydable ferritique réfractaire.

Désignation

N° Matière

Europe		USA		Japon
DIN	AFNOR	AISI	UNS	SUS
1.4763	X4Cr24	446	S44600	

Compatible avec les normes ASTM A 276 Condition A, ASTM A 276 Condition S

Propriétés mécaniques

Données de traction à l'état adouci

Température	Limite d'élasticité	Limite à la rupture	Allongement à la rupture
T	Rp0,2%	Rm	A
(°C)	(MPa)	(MPa)	(%)
20°C	≥ 280	≥ 480	20

L'UGI® 446 possède une température de transition ductile – fragile proche de la température ambiante. Pour cette raison, il n'est pas recommandé pour une utilisation en forte épaisseur (par exemple barre pleine > 80 mm).

Propriétés physiques

Température	Densité	Module d'élasticité	Conductivité thermique	Chaleur spécifique	Résistivité électrique
(°C)	(g/cm³)	(GPa)	(W.m⁻¹.K⁻¹)	(J.kg⁻¹.K⁻¹)	(μΩ.cm)
20	7,5	220	17	500	110



Swiss Steel Group

Sites de production : Ugitech SA
www.swisssteel-group.com

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	P	S
≤ 0,06	≤ 0,7	≤ 1,0	23,0 – 24,0	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,10	≤ 0,030	≤ 0,030

22-06-2016 – REV 00

Microstructure

L'UGI® 446 est une nuance 100% ferritique à l'état de livraison. Il est livré à l'état adouci pour minimiser les risques de sensibilisation à la corrosion inter-granulaire.

Une exposition prolongée de ce matériau dans le domaine de température situé entre 350 et 730 °C est de nature à le fragiliser. Entre 350 et 530°C, comme les autres nuances ferritiques fort Chrome, la démixtion de la ferrite au fil de temps en ferrite α et α' lui fait perdre une partie de sa ductilité. De plus, l'UGI® 446 maintenu pendant une longue période entre 600 et 750°C forme de la phase sigma qui diminue sensiblement sa résilience.

Résistance à la corrosion

Corrosion localisée

– Corrosion par piqûres

Le potentiel de piqûres est mesuré en milieu salin NaCl 0,02M à pH neutre, et à température ambiante, suivant la norme opératoire ISO 15158. Le tableau suivant donne les valeurs pour quelques nuances ferritiques, étudiées dans le sens long des fils, après polissage mécanique et vieillissement du film passif pendant 24h :

Nuances	Potentiel de piqûres en mV/ECS
1.4016 (AISI 430)	350 mV
1.4113 (AISI 434)	400 mV
1.4763 (AISI 446)	420 mV
1.4511/1.4509	470 mV
1.4621 (AISI 445)	550 mV

Le potentiel de piqûres de l'UGI®446 est meilleur que celui de l'UGI®430, mais est moins élevé que ceux des nuances ferritiques stabilisées au titane ou au niobium type 4511/4509 ou 4621.

Oxydation à chaud

L'UGI®446 est résistant à l'oxydation à haute température dans des applications où les températures se situent entre 800 et 1150°C. En particulier il est peu sensible au phénomène d'écaillage de l'oxyde de surface en cas d'exposition alternée.

Transformation à chaud

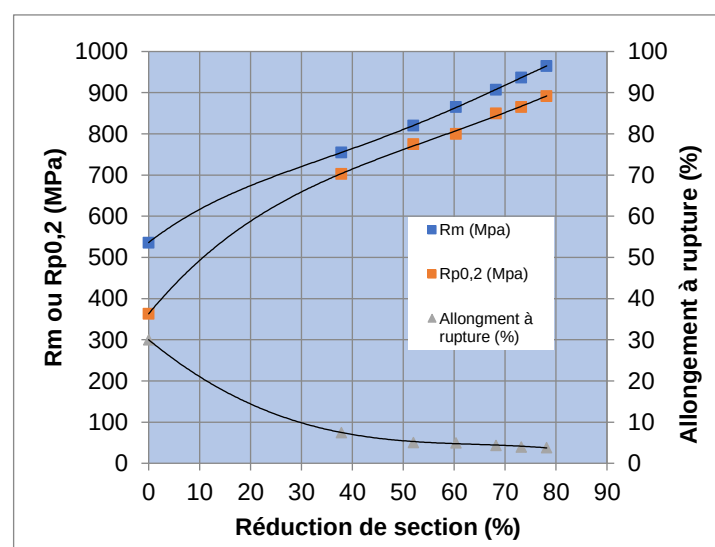
Forgeage

L'UGI® 446 présente une très bonne forgeabilité. Les températures de forgeage se situent entre 800°C et 1130°C. La vitesse de refroidissement des pièces une fois forgées peut être rapide, c'est-à-dire être refroidies soit à l'eau soit à l'air.

Transformation à froid

Tréfilage – Profilage

Comme toutes les nuances ferritiques, l'UGI® 446 ne s'écrouit que légèrement lors d'une transformation à froid. Il présente une bonne ductilité allant jusqu'à une réduction de section de 80% (voir courbe d'écrouissage).



Courbe typique d'écrouissage à froid de l'UGI® 446

Frappe à froid

L'UGI® 446, grâce à sa bonne ductilité, est un bon candidat à la frappe à froid. C'est une nuance sensible à la rayure tant en transformation à chaud qu'en transformation à froid, ce qui peut induire des défauts de surface préjudiciables pour des déformations sévères.

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	P	S
≤ 0,06	≤ 0,7	≤ 1,0	23,0 – 24,0	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,10	≤ 0,030	≤ 0,030

22-06-2016 – REV 00

Pliage – Formage

L'UGI® 446 étant une nuance ductile, son aptitude au formage et au pliage est très bonne. La température de transition ductile / fragile étant proche de la température ambiante, des vitesses de déformation lentes sont recommandées. Selon la gamme de transformation thermomécanique effectuée avant pliage, la surface pliée peut faire apparaître une surface irrégulière similaire à de la « peau d'orange ». Ce phénomène est souvent associé à la présence de gros grains à proximité de la peau du produit.

L'UGI® 446 est réputé pour avoir une bonne polissabilité, ce qui en fait un matériau de choix pour les applications décoratives devant présenter une bonne résistance à la corrosion.

Usinabilité

Tournage

Comme la plupart des nuances ferritiques, l'UGI® 446 peut générer des phénomènes de collage (arête rapportée) préjudiciable à un bon usinage des pièces à réaliser (mauvais états de surface, défauts de tenue de cotes). Pour limiter ce phénomène de collage, il est nécessaire d'utiliser des outils de coupe revêtu (TiN ou TiAlN par exemple).

Pour aider à casser les copeaux qui peuvent avoir tendance à être mal fragmentés, on optera, si possible, pour des pressions et débits de lubrifiants élevés. Des lubrifiants avec additifs « haute pression » seront en conséquence souhaitables.

En tournage, l'UGI® 446 à l'état adouci est usinable avec les conditions de coupe suivantes :

Etat métallurgique (Rm)	Profondeur de passe / avance		
	6 mm / 0,5 mm/tr	3 mm / 0,4 mm/tr	1 mm / 0,2 mm/tr
Adouci (450 – 550 MPa)	160 m/min	190 m/min	260 m/min

Perçage

Encore plus qu'en tournage, la qualité de la lubrification de coupe est très importante. Elle doit être abondante (pression et débit suffisant) et régulière. Dès que le diamètre des forets le permettra, il sera préférable d'utiliser des forets à trou d'huile (lubrification interne). On choisira de préférence, pour les forets HSS, un angle de pointe d'environ 120° et pour les forets carbure des angles de pointe de 130 à 140°. Comme pour le tournage, il est préférable d'utiliser des lubrifiants contenant des additifs « haute pression ».

Soudage

L'UGI® 446 est une nuance très délicate à souder comme l'ensemble des nuances entièrement ou presque entièrement ferritiques non stabilisées au titane ou au niobium. Il convient d'être particulièrement rigoureux lors de cette opération pour limiter le caractère potentiellement fragile des ZF (Zones Fondues) dû à une taille de grains trop importante, et le risque de corrosion intergranulaire, tant en ZF qu'en ZAT (Zone Affectée Thermiquement).

Pour limiter au maximum la taille de grains en ZF, et ainsi leur conserver de bonnes résiliences, on choisira autant que possible des techniques de soudage permettant l'utilisation d'énergie de soudage faibles, favorisant un refroidissement rapide des ZF. Par exemple, le soudage LASER sera préféré au soudage TIG.

En ce qui concerne le risque de corrosion intergranulaire des zones soudées, il est facile de limiter/supprimer le risque en ZF par l'utilisation d'un fil d'apport ferritique stabilisé tel que l'EXHAUST® F1 – 18LNb ou l'EXHAUST® F1 EVO – 18LNbSi. En cas d'épaisseurs à souder importantes (> 2 mm), on lui préférera l'EXHAUST® Bi-Stab – 18LNbTi qui permet de garder en ZF de petits grains équiaxes. En cas d'épaisseurs à souder supérieures ou égales à 3 mm, on pourrait préférer un fil d'apport austénitique de type UGIWELD™ 308LM.

Notice technique

UGI® 446

Analyse Chimique (%)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	P	S
≤ 0,06	≤ 0,7	≤ 1,0	23,0 – 24,0	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,10	≤ 0,030	≤ 0,030

22-06-2016 – REV 00

Par contre, en ce qui concerne les ZAT, il est très difficile d'éliminer le risque de corrosion intergranulaire. On pourra tenter de limiter les précipitations intergranulaires de Cr₂₃C₆ (à l'origine de la corrosion intergranulaire) par des techniques de soudage permettant des refroidissements très rapides (soudage LASER...).

Traitement thermique

L'UGI® 446 présente une structure 100% ferritique à l'état de livraison. Il n'y a donc pas lieu de faire de traitement thermique sur ce matériau. Néanmoins si après une exposition prolongée à des températures comprises entre 350 et 750°C qui génèrent des phases fragilisantes (démixtion de ferrite ou phase sigma), il est toujours possible d'effacer ces structures faisant un traitement thermique entre 800°C et 1100 °C.

L'adoucissement complet de la nuance sans pour autant faire croître de façon préjudiciable la taille de grains peut être obtenu après un traitement thermique situé entre 840-900°C (2h minimum) suivi d'un refroidissement rapide à l'eau.

Produits disponibles

Produit	Forme	Finition	Tolérance	Dimension	
Barre	Ronde	Laminée décalaminée	12 à 13	22 à 71	mm
	Ronde	Tournée polie	9 à 11	22 à 71	mm
	Ronde	Étirée	8 à 9	2,0 à 55	mm
	Ronde	Rectifiée	6 à 9	1,8 à 80	mm
	Hexagonale	Étirée	11	3 à 55	mm
Fil machine	Ronde	Décapée		5,0 à 32	mm
Fil tréfilés	Ronde			0,8 à 18,0	mm

Autre : nous consulter

Applications

- Application scellement verre métal (batteries)
- Passage de courant de lampe à incandescence ou halogène
- Assemblages de pièces en contact avec du cuivre ou du laiton
- Pièces pour moule de verre
- Applications chaudières en présence de sulfures.



Swiss Steel Group

Sites de production : Ugitech SA
www.swisssteel-group.com