

Notice technique

UGI® 4410

Analyse chimique (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0.030	≤ 1,0	≤ 2,0	6,5 - 7,5	25,0 - 26,0	3,3 - 4,0	≤ 0.035	≤ 0.002	0,24 - 0,30

18-02-2016 – REV01

Présentation générale

La nuance UGI® 4410 est un acier inoxydable super-duplex destiné aux applications en milieux très corrosifs. Ses avantages sont :

- ses caractéristiques mécaniques très élevées,
- son excellente résistance aux différents types de corrosion dans des environnements agressifs.

Désignation

Europe EN		USA UNS	Japon JIS	ISO 15510	
1.4410	X2CrNiMoN 25-7-4	S32750		4410-327-50-E	X2CrNiMoN25-7-4

Classification

Acier Inoxydable austéno-ferritique / famille des super-duplex

Normes de référence

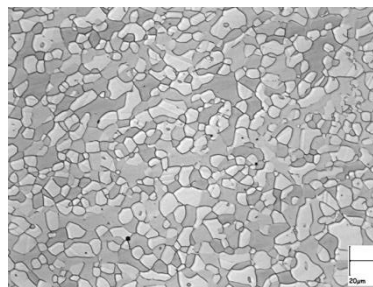
- Europe : EN 10088-3, EN 10272
- USA : ASTM A-479, ASTM A-276

Microstructure

A l'état de livraison (mis en solution), la structure de l'UGI® 4410 est biphasée : ferrite + austénite. Elle contient entre 45% et 55% de ferrite et est exempte de phases intermétalliques (σ , χ) et de carbonitrides de chrome.

La nuance UGI® 4410 est très sensible à la précipitation de phases intermétalliques qui dégradent les propriétés mécaniques (chute de la résilience) et la tenue à la corrosion.

La phase sigma (σ) précipite entre 600°C et 1000°C, après un maintien de quelques minutes. La précipitation de phase α' entre 350°C et 550°C présente aussi un risque de fragilisation. En conséquence, la température d'utilisation de la nuance doit être limitée à 300°C.



Microstructure de l'UGI® 4410
(ferrite en gris, austénite en blanc)

Propriétés mécaniques

Données de traction

Température	Résistance à la traction	Limite d'élasticité	Allongement à rupture
T	Rm	Rp _{0,2}	A
(°C)	(MPa)	(MPa)	(%)
20	750 - 930	≥ 550	≥ 25
100		≥ 450	
200		≥ 400	



Swiss Steel Group

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

Notice technique

UGI® 4410

Analyse chimique (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0,030	≤ 1,0	≤ 2,0	6,5 - 7,5	25,0 - 26,0	3,3 - 4,0	≤ 0,035	≤ 0,002	0,24 - 0,30

18-02-2016 – REV01

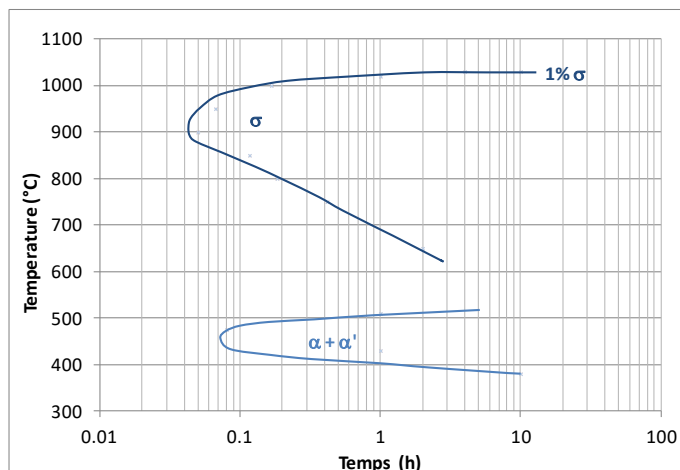


Diagramme Température-Temps-Transformation de la nuance UGI® 4410

Données de résilience

Sur barres tournées à l'état mis en solution (essais Charpy) :

Température	Energie absorbée
T	KV
(°C)	(J)
20	≥ 200
- 46	≥ 100
- 60	≥ 50

Propriétés physiques

Température	Densité	Module d'élasticité	Conductivité thermique	Coefficient de dilatation (entre 20°C et la T°)	Résistivité électrique	Chaleur spécifique	Magnétisme
(°C)	(kg/dm³)	(GPa)	(W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	(10 ⁻⁶ .K ⁻¹)	(μΩ.mm)	(J.kg ⁻¹ .K ⁻¹)	
20	7,8	200	15	-	0,80	500	Oui
100		194	16	13,0	0,85	530	
200		186	17	13,5	0,90	560	
300		180	18	14,0	1,00	590	

Résistance à la corrosion

Corrosion généralisée

Les propriétés de résistance à la corrosion de l'UGI® 4410 sont très bonnes dans ce type de corrosion qui peut se rencontrer dans l'industrie chimique de fabrication des acides minéraux et des acides organiques ; on citera par exemple une meilleure

tenue de l'UGI® 4410 en comparaison avec la tenue du super-austénitique UGI® 4539/904L dans l'acide formique, dans l'acide chlorhydrique, et dans l'acide sulfurique pour des concentrations inférieures à 25% en poids.



Swiss Steel Group

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

Analyse chimique (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0.030	≤ 1,0	≤ 2,0	6,5 - 7,5	25,0 - 26,0	3,3 - 4,0	≤ 0.035	≤ 0.002	0,24 - 0,30

18-02-2016 – REV01

Corrosion localisée

La résistance à la corrosion localisée initiée par des ions chlorure est excellente pour l'UGI® 4410.

— Corrosion par piqûres

La résistance à la corrosion par piqûres peut être estimée à partir du calcul de l'indice $PREN = \%Cr + 3,3\%Mo + 16\%N$. Le calcul donne pour l'UGI® 4410 un PREN supérieur à 41, ce qui est notablement supérieur au PREN de 33 mini de l'UGI® 4462.

Des expérimentations en chlorure ferrique à 10% en poids (test type ASTM G48) ont permis de déterminer la température limite d'apparition des piqûres de corrosion (C.P.T.) : nous garantissons une tenue à 55°C pour l'UGI® 4410, ce qui bien supérieur aux 35°C mesurés pour l'UGI® 4462.

— Corrosion caverneuse

La température critique d'apparition de cavernes peut être estimée en milieu chlorure ferrique 6% en poids (test type ASTM G48) ; elle est de 35°C en moyenne pour l'UGI® 4410, contre 25°C en moyenne pour l'UGI® 4462 et 20°C en moyenne pour l'UGI® 4539.

Corrosion Sous Contrainte

La résistance à la corrosion sous contrainte de l'UGI® 4410 est très bonne dans des milieux contenant des ions chlorure et/ou du sulfure d'hydrogène.

Transformation à chaud

Forgeage

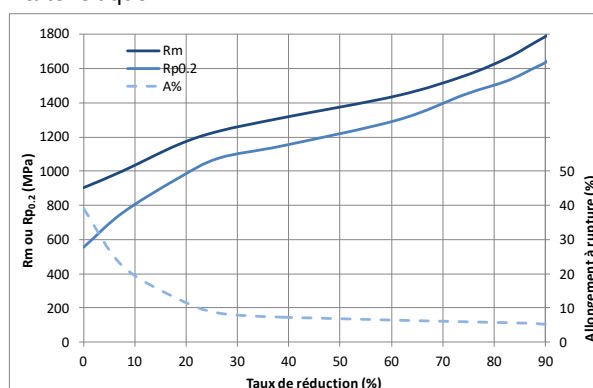
L'UGI® 4410 peut être mis en forme à haute température (forgeage, laminage) entre 1000°C et 1250°C, de préférence entre 1100°C et 1250°C pour minimiser les efforts et augmenter la ductilité. Il y a un risque de former de la phase sigma si la température du produit redescend en dessous de 1025°C lors de la mise en forme. Il est donc fortement conseillé d'effectuer un traitement de mise en solution sur les

pièces mises en forme à chaud, en suivant les préconisations indiquées au paragraphe traitement thermique.

Transformation à froid

Tréfilage – Profilage

L'UGI® 4410 est apte à la transformation à froid par les méthodes conventionnelles. Les efforts sur les outils sont élevés, la nuance ayant de hautes caractéristiques mécaniques et s'écrouissant fortement. L'austénite est stable et la déformation à froid n'induit donc pas de transformation martensitique.



Un traitement thermique de remise en solution entre 1050 et 1120°C permet de restaurer la ductilité de l'UGI® 4410.

Courbe d'écrouissage type de l'UGI® 4410 obtenue par tréfilage

Usinabilité

De part ses caractéristiques mécaniques très élevées et la forte écrouissabilité de son austénite, l'UGI® 4410 use de façon rapide les outils de coupe. Il faudra par conséquent limiter les vitesses de coupe à des niveaux légèrement inférieurs à ceux utilisés pour un 1.4507.

De plus, comme pour la plupart des aciers inoxydables austéno-ferritiques, il sera préférable d'utiliser des outils de coupe plus durs que ceux utilisés pour les aciers inoxydables austénitiques tels que le 1.4404 (voir, par exemple, les possibilités de l'outil STELLRAM SP0819 en tournage ébauche comparativement à l'outil SECO TM2000)

Par ailleurs, comme pour la plupart des aciers inoxydables austéno-ferritiques, l'UGI® 4410 génère, lors de son usinage,

Analyse chimique (%)

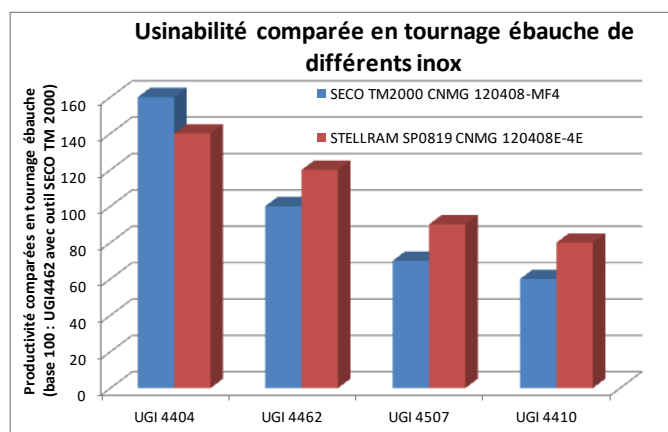
C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0.030	≤ 1,0	≤ 2,0	6,5 - 7,5	25,0 - 26,0	3,3 - 4,0	≤ 0.035	≤ 0.002	0,24 - 0,30

18-02-2016 – REV01

des copeaux difficiles à fragmenter. Il faudra donc privilégier, quand c'est possible, des avances de coupe plutôt élevées qui aideront à fragmenter les copeaux.

Tournage

Le tableau ci-dessous donne, par comparaison à d'autres nuances, les niveaux de vitesse de coupe accessibles en tournage ébauche à un UGI® 4410 (base 100 : 1.4462 avec outil SECO TM2000).



Perçage

Au même titre que la plupart des aciers inoxydables austéno-ferritique, l'UGI® 4410 est difficile à percer, du fait d'efforts de coupe très élevés sur les outils entraînant leur usure rapide et d'une mauvaise fragmentation des copeaux créés générant des casses de forets aléatoires.

Il est par conséquent fortement conseillé d'avoir recours à une lubrification interne des forets avec de fortes pressions d'huile afin d'aider à la fragmentation et à l'évacuation des copeaux. Des cycles de perçage avec déburrage pourront aussi être utilisés pour faciliter le perçage de l'UGI® 4410.

Soudage

L'UGI® 4410 peut être soudé par friction, résistance, à l'arc avec ou sans fil d'apport (MIG, TIG, Electrode enrobée, plasma, sous flux...), par faisceau LASER, faisceau d'électrons...

Cependant, contrairement aux aciers inoxydables austénitiques, l'UGI® 4410 doit être soudé en respectant un domaine d'énergie linéaire de soudage afin de garantir la bonne résilience des zones soudées. Si l'énergie linéaire de soudage est trop élevée, on risque, du fait d'un refroidissement trop lent après soudage, la formation de phase sigma fragilisante en Zone Affectée Thermiquement (ZAT). Si l'énergie linéaire de soudage est trop faible, on risque, du fait d'un refroidissement trop rapide après soudage, d'avoir des ZAT trop ferritiques et, de ce fait, fragiles.

Le domaine d'énergie linéaire de soudage à respecter dépend principalement de la géométrie des pièces à souder, et en particulier de leur épaisseur. Plus les pièces à souder sont épaisses et plus le refroidissement de la soudure se fera rapidement, décalant le domaine d'énergie linéaire de soudage vers les fortes énergies. Le domaine d'énergie linéaire à respecter dépend aussi du procédé de soudage utilisé (MIG, TIG...).

En cas de soudage multipasse, il est important de laisser refroidir la soudure au-dessous de 150°C entre chaque passe. Le préchauffage des pièces avant soudage n'est pas souhaitable et aucun traitement thermique ne doit être effectué après soudage, à l'exception, si besoin est, d'une mise en solution décrite au paragraphe « Traitements thermiques ».

Soudage MIG

Le fil d'apport le mieux adapté au soudage MIG de l'UGI® 4410 est l'UGIWELD™ 25.9.4 (ISO14343 - A : 25 9 4L). Son équilibrage plus austénitique que celui de l'UGI® 4410 permet de limiter le taux de ferrite en Zone Fondue (ZF) et par là-même le risque de fragilité en ZF.

Notice technique

UGI® 4410

Analyse chimique (%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	N
≤ 0.030	≤ 1,0	≤ 2,0	6,5 - 7,5	25,0 - 26,0	3,3 - 4,0	≤ 0.035	≤ 0.002	0,24 - 0,30

18-02-2016 – REV01

On préférera un gaz de protection peu oxydant (Ar + 1 à 3% O₂ ou CO₂) afin de limiter le taux d'oxygène en ZF et ainsi garantir de bonnes résiliences en ZF. En aucun cas il ne faut ajouter d'hydrogène dans le gaz de protection afin d'éviter les risques de fissuration à froid en ZF. On pourra, si besoin, ajouter quelques % d'N₂ au gaz de protection afin de compenser l'éventuelle perte d'azote en ZF pendant l'opération de soudage.

Soudage TIG

Le gaz de protection à utiliser doit impérativement être neutre (Ar, substitué en partie ou non par de l'He) afin de protéger l'électrode en tungstène. Comme en soudage MIG, l'hydrogène est interdit dans le gaz de protection.

Ce procédé, grâce à l'absence d'oxygène dans le gaz d'apport, permet de garantir plus facilement de bonnes résiliences en ZF.

Traitement thermique

Mise en solution

Les barres et fils en UGI® 4410 sont livrés dans l'état mis en solution.

Pour abaisser la dureté et restaurer la ductilité de l'UGI® 4410 après une opération de mise en forme à chaud ou à froid, on pourra réaliser un traitement thermique entre 1050°C et 1120°C, de préférence à 1100°C, suivi d'un refroidissement rapide (trempe eau) afin de ne pas précipiter de phases fragilisantes (intermétalliques ou nitrures de chrome) lors du refroidissement.

Produits disponibles

Produit	Forme	Finition	Tolérance	Dimensions	
Barres	Rond	Laminé-décalaminé	13	22 à 120	mm
		Tourné poli	10 - 11 - 12	22 à 120	mm
Fil machine	Rond	Décapé		5,5 à 6,5	mm
Demi-produits	Carré	Meulé		80 à 120	mm

Autre options possibles, nous consulter

Applications

L'UGI® 4410 est destiné aux applications nécessitant une très bonne tenue à la corrosion dans des milieux agressifs en présence de chlorures, combinée avec de hautes caractéristiques mécaniques, comme par exemple :

- Les industries de la chimie et de la pétrochimie
- Le dessalement de l'eau de mer
- L'industrie de la pâte à papier



Swiss Steel Group

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