

CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Acier austénitique pour l'habillage de la montre, très propre, sans ferrite δ (Delta), non magnétique

Particularité et aptitude générale

L'acier austénitique inoxydable CHRONIFER® Special 35 P est un acier de classe supérieure. Il fut spécialement conçu pour la réalisation de composants de l'habillage de la montre et pour des applications industrielles très exigeantes. Cet acier TripleMelt est fondu et refondu trois fois: fusion VIM, refusions double ESR et VAR dans des installations de dernières générations. Il se caractérise par l'excellente propreté et finesse de sa microstructure. Elles lui attribuent une excellente aptitude à tous les modes de polissage. De plus encore, sa propreté microstructurale favorise tant sa résistance à la corrosion et à la fatigue qu'à l'efficacité de l'usinage en réduisant l'usure prématurée des outils de coupe.

Domaine d'application et utilisation désignée

Cet acier est particulièrement bien indiqué pour la production des éléments de l'habillage de la montre comme les carrures et les composants de bracelets et de nombreuses autres applications industrielles de haut niveau. Cet acier satisfait les exigences les plus sévères en termes de fiabilité et de reproductibilité comme elles sont nécessaires pour une production gérée par IoT.

Normes

No. de Matière	1.4435
EN 10088-3	X2CrNiMo18-14-3
DIN	X2CrNiMo18-14-3
AFNOR	X2CrNiMo 18-13-3 (anciennement Z3CND18-14-03)
AISI/SAE/ASTM	similaire 316L
JIS	SUS 316
NFS 94-090	X2CrNiMo18-14-3

Composition chimique [% pds]

C	Si	Mn	P	S	Cr
max. 0.030	0.25 - 0.45	1.15 - 1.65	max. 0.010	max. 0.005	17.5 - 19.0

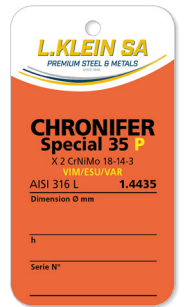
Ni	Mo	N	Cu	Fe
13.5 - 15.0	2.50 - 3.00	max. 0.11	0.35 - 0.50	solde

Modes de fusion et de refusion TripleMelt [3 fois refondue] :

- VIM (Vacuum Induction Melting – Fusion sous vide au four à induction)
- ESU (Electroslag remelting – Refusion sous laitier électro-conducteur)
- VAR (Vacuum Arc Remelting – Refusion sous vide à l'arc)

Dimensions et exécutions

- Barres \varnothing 14 – 60 mm : laminées à chaud, mise en solution, rasées, meulées, polies, Rm 500 – 700 MPa
- Barres \varnothing 1 – 15 mm : mise en solution, meulées, polies Rm 700 – 1000 MPa
- Barres \varnothing 1 – 3 mm : étirées HPM, calibrées h4 – h5, 3 m (2 m) coupées de longueur, pointées, chanfreinées, Rm = 750 – 1050 MPa
- Fils \varnothing 1 – 2.5 mm : étirées HPM, calibrées h5 – h6, UTS / Rm = 800 – 950 MPa
- Fils machine \varnothing > 5.5 mm : mise en solution, rasés, skinpass, Rm 570 – 700 MPa, offerts en "Open Source" aux transformateurs



CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Acier austénitique pour l'habillage de la montre, très propre, sans ferrite δ (Delta), non magnétique

Disponibilité Dimensions standard en stock : voir [programme de vente](#)

Conditions de coupe Usinabilité : relativement difficile, plus facile à l'état écroui
Vitesse de coupe : $V_c \approx 30 - 40$ m/min
Lubrification : choix individuel

Les conditions de coupe optimales sont fonction de la machine-outil, des outils de coupe, de la taille du copeau, du lubrifiant, des tolérances et des états de surface à réaliser.

Propreté de la structure Selon :

- EN 50602 : KO max. 2 (visé KO max. 1)
- alternative ASTM E 112 : <1 A, B, C et D types d'inclusions

Grain size Grosseur du grain Nach ASTM E47 :

- Barres laminées à chaud : ASTM Nr. ≥ 5
- Barres étirées à froid : ASTM Nr. ≥ 6
- Fils étirés à froid : ASTM Nr. ≥ 7

Ferrite δ (Delta) Cet acier ne contient pas de ferrite δ (Delta). Il est non-magnétique. Formules et diagramme de Schaeffler-DeLong modifiés par Otokumpu :

- $Cr_{eq} = 1.5 Si + Cr + Mo + 2 Ti + 0.5 Nb$
- $Ni_{eq} = 30[C + N] + 0.5 Mn + Ni + 0.5[Cu + Co]$
- $\%_{vol} Ferrite \delta \text{ ou FN Ferrite Number} = \left[\left[\{1.375 [Cr_{eq} - 16] + 10\} - Ni_{eq} \right] 2.586 \right]$

Les valeurs négatives de FN indiquent l'absence de ferrite δ (Delta).

PREN

- $PREN = \%Cr + 3.3\%Mo + 18\%N$
- Valeurs clés calculées : min. 26.5 / max. 30.7

Formage A chaud : 960 – 1'100°C, trempe / refroidissement rapide

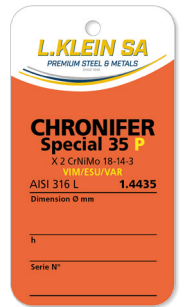
- Si la température descend en-dessous de 960°C une remise en solution à 1'060 – 1'080°C devrait être faite préventivement.

A froid : sans limitations. Voir diagramme d'écrouissage à froid page 3

Recuit Recuit de mise en solution : 1'060 – 1'080°C, trempe / refroidissement rapide

- Un taux d'écrouissage minimum de $\geq 10 - 15\%$ avant recuit est recommandé, pour prévenir le risque d'un grossissement trop rapide et intensif du grain.
- Le domaine de température 500 – 960°C doit être évité, car il peut conduire à la formation indésirable de la phase σ (Sigma).
- La formation de la phase σ (Sigma) conduit à une fragilisation, un abaissement de la ductilité, de la résistance à la corrosion et de l'aptitude au polissage. Dans ce cas, un recuit de remise en solution à 1'060 – 1'080°C est toujours recommandé.

Durcissement L'acier CHRONIFER® Special 35 P ne peut pas être durci thermiquement.



CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Acier austénitique pour l'habillage de la montre, très propre, sans ferrite δ (Delta), non magnétique

Écrouissage Seul un écrouissage à froid permet de durcir cet acier. Voir diagramme Figure 1

Microstructures Etat de livraison, produits laminée à chaud : Austénite, état recuit
Pour l'usinage et le polissage : Austénite, recuit ou écroui

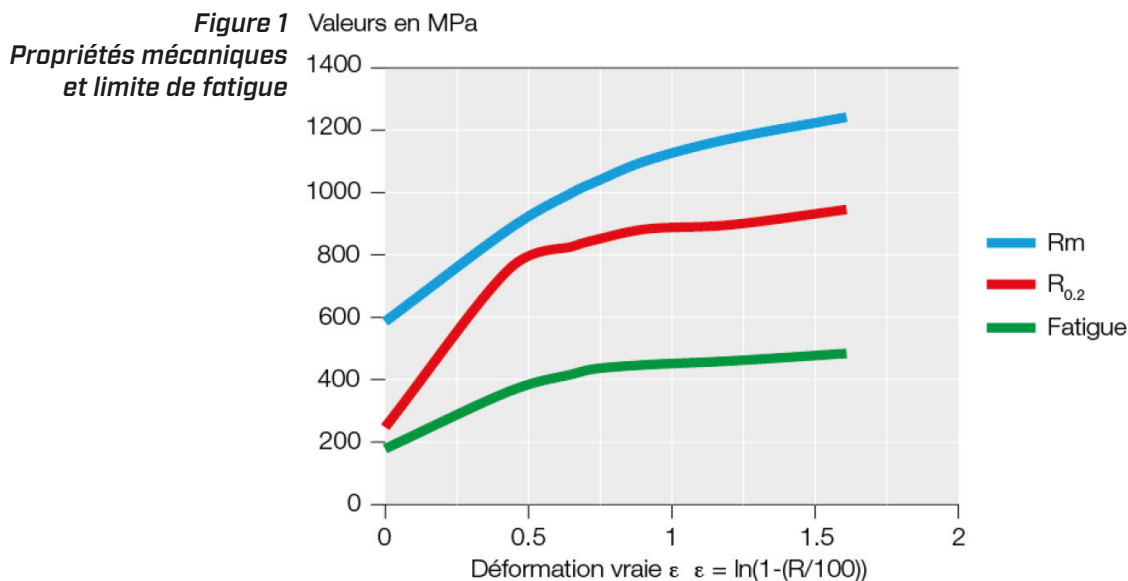
Polissage Exigences "Haut de gamme" les plus sévères : approprié
Polissage électrolytique : approprié

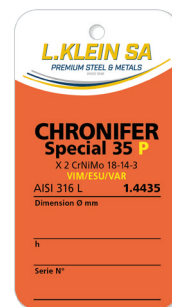
- L'acier CHRONIFER® Special 35 P ne contient pas de ferrite δ (Delta).
- Au cas où la phase σ (Sigma) serait présente, un traitement de remise en solution à 1'060 – 1'080°C peut être nécessaire pour ne pas entraver le polissage. [plus d'info](#)

Soudage Réalisable

Marquage laser La zone HAZ (Heat Affected Zone) affectée par la chaleur d'un marquage laser normal, sans surchauffe, ne devrait pas influencer négativement la microstructure. [plus d'info](#)

Durcissement par écrouissage L'acier CHRONIFER® Special 35 P ne peut être durci que par écrouissage à froid. La Figure 1 montre les courbes de durcissement de Rm, R_{0,2} et de la limite de fatigue à 10⁷ cycles (fatigue en flexion rotative) en fonction du taux d'écrouissage. La Figure 2 montre la courbe de fatigue de Wöhler.

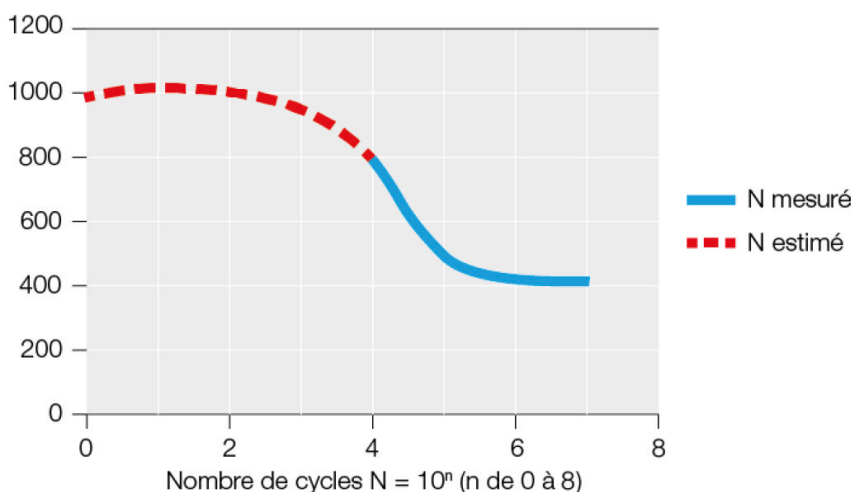




CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Acier austénitique pour l'habillage de la montre, très propre, sans ferrite δ (Delta), non magnétique

Figure 2 Valeurs en MPa
Courbe de fatigue de Wöhler



Paramètres clés Les paramètres clés de l'acier CHRONIFER® Special 35 P sont :

- Cr_{eq} : <21.5
- Ni_{eq} : >18.0
- Cr_{eq}/Ni_{eq} : ≤ 1.16
- δ (Delta) ferrite : -2.2
- PREN : ≥ 27

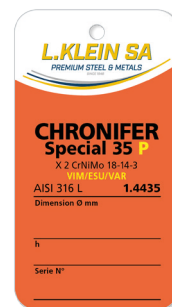
Oxydation superficielle Une oxydation thermique produit des couches d'oxydes qui doivent être éliminées mécaniquement ou chimiquement par décapage. La présence de calamine ou de d'oxydes colorés en surface peut fortement réduire la résistance à la corrosion.

Décapage et passivation Les produits et procédures de décapage et de passivation doivent être adaptées aux traitements d'aciers inoxydables austénitiques.

Afin d'éviter une réaction potentielle "Flash back" un décapage est fortement recommandé.

[plus d'info](#)

Un traitement de passivation après le polissage électrolytique n'est pas nécessaire.



CHRONIFER® SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Acier austénitique pour l'habillage de la montre, très propre, sans ferrite δ (Delta), non magnétique

Résistance à la corrosion Etat de surface optimal: surfaces propres, aux états recuit et passivé. Le Tableau 1 indique qualitativement l'adéquation de la résistance à la corrosion de l'acier CHRONIFER® Special 35 P pour des applications dans l'habillage de la montre.

Type de corrosion	Etat	Sensibilité à la corrosion
Corrosion par piqûres	tous	résistant
Brouillard salin	tous	résistant
Eau de mer	tous	résistant
Corrosion sous tension	recuit	résistant
	écroui à froid $R \leq 63\%$, $\epsilon = 1$	en général: pas sensible
	Dans certains cas un traitement de détente à 250 - 300°C / 1h peut être fait préventivement	

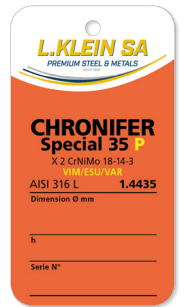
Corrosion galvanique L'acier CHRONIFER® Special 35 P est plus noble que la plupart des métaux, dont les aciers inoxydables courants comme ceux du type 18 / 8. L'électrolyte et les métaux immédiatement avoisinants peuvent dans certaines configurations et circonstances former une pile galvanique et conduire à une corrosion galvanique. [plus d'info](#)

Précautions élémentaires

- La protection la plus simple est de garder en permanence les surfaces propres et finement polies.
- Les pièces doivent être nettoyées (sans résidus d'emplois) et séchées.
- N'utiliser que des solutions de désinfection, de nettoyage et de lavage ne contenant pas de chlore

Magnétisme L'acier CHRONIFER® Special 35 P Stahl n'est pas ferromagnétique.
Perméabilité relative μ_r : max. 1.003

- Aucune ferrite δ (Delta) ne peut être détectée au "Ferritoscope" ou observée métallographiquement à un grossissement de 100X.
- Les valeurs calculées du ferrite δ (delta) aux limites du CHRONIFER® Special 35 P sont de -2,2 [inexistant].
- Un écrouissage intensif de p.ex. $\epsilon = 1$ ($\approx 63\%$) ne rend pas cet acier ferromagnétique par formation de martensite α (Alpha) d'écrouissage. Magnétisme des aciers inoxydables austénitiques : [plus d'info](#)



CHRONIFER[®] SPECIAL 35 P

1.4435 / AISI 316L – Acier austénitique pour l'habillage de la montre, très propre, sans ferrite δ (Delta), non magnétique

Propriétés physiques

Propriétés	Unité	Température [°C]				
		20	200	300	400	500
Densité	g cm ⁻³	7.95				
Module élastique E	GPa	186.4				
Coefficient de Poisson ν	GPa	0.29				
Résistance électrique	Ω mm ² m ⁻¹	0.74				
Dilatation thermique	m m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻⁶	20-100°C 16.5	20-200°C 17.5	20-300°C 17.5	20-400°C 18.5	20-500°C 19
Conductibilité thermique	W m ⁻¹ K ⁻¹	16			15.2	
Chaleur spécifique	J kg ⁻¹ K ⁻¹	500				
Domaine de fusion	1'370 - 1'400°C ne forme pas de ferrite δ (Delta)					
Magnétisme	non ferromagnétique					
Perméabilité relative	$\mu_r \geq 1.003$					

Renonciation : Les informations et données de cette fiche technique ne sont qu'indicatives. Elles ne sont pas un mode d'emploi. Celui-ci doit être établi dans chaque cas par l'utilisateur de la matière.