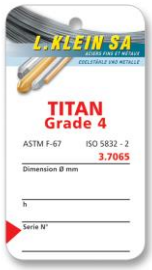


TITAN Grade 4

3.7065 - EN Ti 4 / ASTM B348 et F 67 - Titane CP Grade 4
Pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Caractéristiques et Particularités

Le Titan Grade 4 est un titane non-allié de qualité supérieure, élaboré par fusion et refusions sous vide. Ses teneurs en C [carbone], O [oxygène], N [azote] et H [hydrogène] sont étroitement contrôlées. La teneur en Fe [fer] est limitée et en harmonie avec celle en oxygène pour permettre un durcissement par écrouissage à froid de qualité, sans réduction appréciable de la ductilité. Sa résistance à la corrosion en milieux chlorés notamment est excellente. Le Titane Grade 4 est totalement biocompatible, résiste bien à l'oxydation. L'oxydation anodique permet de développer un spectre de couleurs d'interférence qui améliore le comportement au frottement.

Utilisation

Le Titan Grade 4 est très bien indiqué pour les implants et les applications médicales, chirurgicales et dentaires, de la micromécanique de précision et de composants horlogers pour les mouvements et l'habillage. Sa résistance à la corrosion en milieux salins le prédestine aux applications en milieux marins. Sa résistance à la corrosion en milieux très chlorés l'indique pour la chimie. L'exploitation du potentiel de son oxydation anodique, l'indique pour des applications décoratives en bijouterie ou pour augmenter la résistance aux frottements en abaissant le coefficient de frottement.

Normes

Numéro matière	3.7065
EN & DIN	Ti 4
ISO	5832-2
AFNOR	T 60
ASTM	B 348, F 67
UNS	R 50700

Composition chimique (%poids)

C	Fe	O	N	H	Ti
max.	max.	max.	max.	max.	solde
0.08	0.50	0.40	0.05	0.0125	

Dimensions et exécutions

- Barres: 3m (2m), étiré à froid, meulé poli, rugosité: Ra ≤ 0.5 µm
  Tolérance: ISO h6 (h7), tolérances plus serrées sur demande
  ø > 1.0 mm: pointe et chanfrein aux extrémités des barres
  Rectitude: max. 0.4 mm/m; Rm > 800 MPa: max 0.5 m/m
  SWISSLINE: ø > 6.0 mm
  Contrôle anti-fissures des barres selon DIN/EN 10277-1, Tab. 1
  ø < 2.00 mm: classe 1
  ø ≥ 2.00 mm: classe 3

Autre exécutions sur demande

Disponibilité

Dimensions standards en stock, voir: Programme de livraison

Propriétés mécaniques

Selon normes ISO et/ou ASTM:

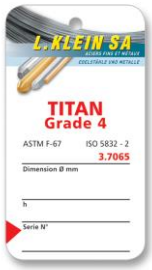
Charge de rupture Rm	680 – 800 MPa	ø 5 – 12 mm:	800 – 900 MPa
Limite élastique $Rp_{0.2}$:	620 MPa		≥ 620 MPa
Allongement A: ø < 9.0 mm:	≥ 12%		≥ 10%
ø ≥ 10.0 mm:	≥ 10%		

Usinage

Vitesse de coupe:	Vc ≈ 20-40 m/min
Avance:	0.10-0.20 mm/tour
Huile-lubrifiant de coupe:	Choix individuel

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

Sous réserve de modification sans préa
Dernière mise à jour 06/2020



TITAN Grade 4

3.7065 - EN Ti 4 / ASTM B348 et F 67 - Titane CP Grade 4
Pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Grosseur du grain

Numéro ASTM E112: ≥5

Capacité d'écrouissage

- A froid: Rm ≤ 930 - 1135* MPa
  $Rp_{0.2}$: ≤ 655 - 825* MPa

*Ces valeurs sont citées à titre indicatif seulement.

- Rm et $Rp_{0.2}$ sont fonction tant du taux que du mode d'écrouissage réalisé. L'écrouissage à froid jusqu'à ≈85% de réduction, peut être améliorer par des traitements de détente intermédiaires à 500-540°C/1h et des taux de déformation intermédiaires élevés atteignant 45%.

Température de recuit

- 600°C/0.5-1h

Détente

- ≤ 500°C/1h
- Peut être aussi appliquée entre les usinages d'ébauche et de finition. Afin de minimiser les distorsions potentielles dues aux tensions internes induites lors de l'usinage d'ébauche.

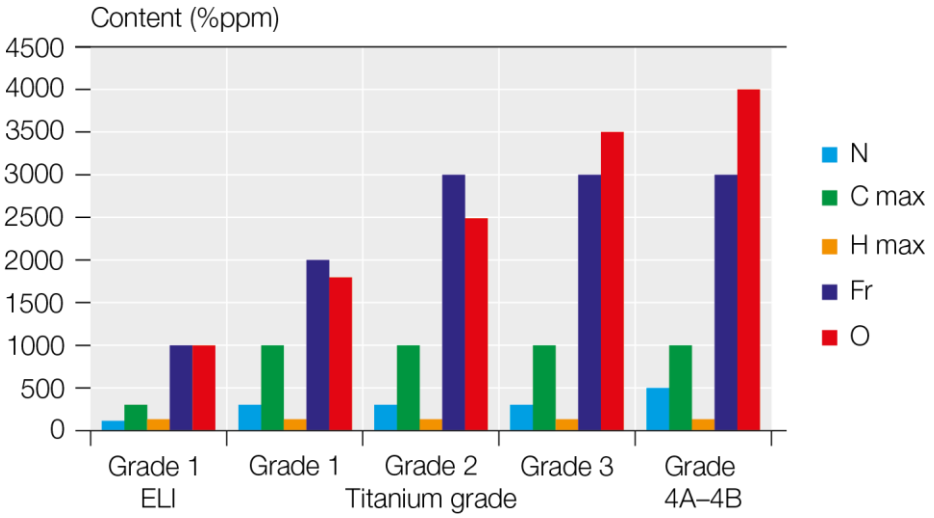
Température de stabilisation finale

- 420-440°C/1h

Comparaison des compositions des grades de titane non-allié

Le choix du grade de titane non-allié adéquat repose essentiellement sur la composition et les propriétés mécaniques qui peuvent être atteintes par chaque grade. Les Figures 1 et 2 illustrent cet aspect du choix du titane le mieux approprié pour la fonction envisagée.

Figure 1 Composition des grades de Titane non-alliés



O, Fe et C sont les trois éléments constitutifs qui doivent être considérés comme des éléments d'alliage en soi. Ce sont eux qui permettent le contrôle des propriétés mécaniques réalisables. Les autres éléments sont des impuretés à teneur contrôlée.

Rôle négatif de l'hydrogène

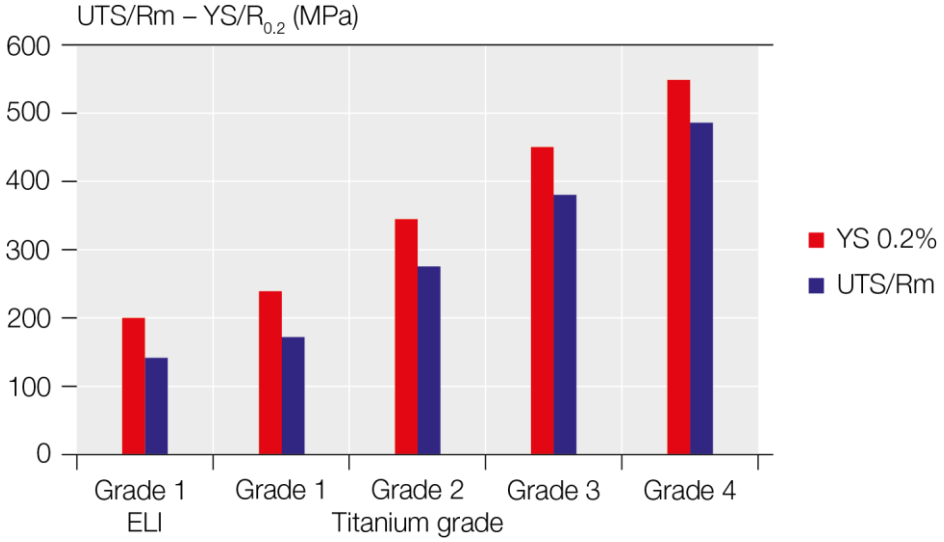
L'hydrogène diffuse aisément dans le titane qu'il fragilise. Sa présence doit être évitée par tous les moyens. Les sources de pollution en H sont notamment les atmosphères de protection, les réactions chimiques et électrochimiques libérant de l'hygrogène.

Sous réserve de modification sans préa
Dernière mise à jour 06/2020

TITAN Grade 4

3.7065 - EN Ti 4 / ASTM B348 et F 67 - Titane CP Grade 4
Pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Figure 2
Exemples de propriétés mécaniques des grades de titane



Les valeurs de Rm et $R_{0.2}$ sont indicatives seulement. La Figure 2 veut seulement montrer les valeurs relatives de chaque grade de titane non-allié.

Décapage

Si nécessaire, le Titan Grade 4 peut être décapé à l'aide d'une solution diluée de 10 parts d'acide chlorhydrique et une part d'acide fluorhydrique. Le taux de dissolution permet de contrôler la vigueur de l'attaque en fonction de l'état de surface à obtenir.

Résistance à la corrosion

La résistance à la corrosion du Titan Grade 4 est excellente. Elle est la plus élevée de toutes les applications utilisant du titane ou ses alliages. Elle sert de référence à atteindre pour toutes les applications médicales exigeant une résistance mécanique élevée.

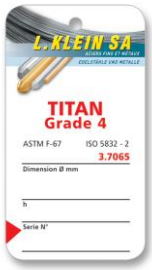
Passivation

Le titane se passive spontanément en présence d'oxygène. L'épaisseur de sa couche d'auto-passivation est de l'ordre du nm. C'est elle qui procure primairement au titane sa résistance à la corrosion et sa biocompatibilité toutes deux hors du commun.

Biocompatibilité

La biocompatibilité du Titan Grade 4 dans le corps humain est excellente. Elle sert de référence à atteindre pour toutes les applications médicales utilisant le titane ou ses alliages.

Sous réserve de modification sans préa
Dernière mise à jour 06/2020



TITAN Grade 4

3.7065 - EN Ti 4 / ASTM B348 et F 67 - Titane CP Grade 4
Pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Figure 3
Oxydation anodique

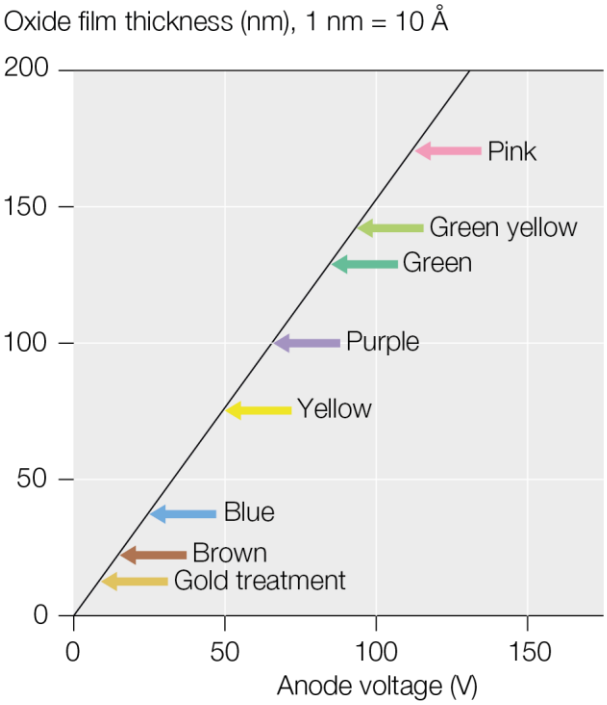


Tableau 1
Relation entre la couleur observée et l'épaisseur du film
Formation du film oxydé anodiquement

0	46.0	92.0	137.9
3.1	49.0	95.0	141.0
6.1	52.1	98.1	144.1
9.2	55.2	101.1	147.1
12.3	58.2	104.2	150.2
15.3	61.3	107.3	153.3
18.4	64.4	110.3	156.3
21.5	67.4	113.4	159.4
24.5	70.5	116.5	162.5
27.6	73.6	119.5	165.5
30.7	76.6	122.6	168.6
33.7	79.7	125.7	171.6
36.8	82.8	128.7	174.7
39.8	85.8	131.8	
42.9	88.9	134.9	

Le Titan grade 4 peut aisément être oxydé anodiquement dans des bains d'acides oxydants, comme l'acide phosphorique (H_3PO_4)) ou sulfurique (H_2SO_4). En fonction de la concentration du milieu oxydant (4M H_3PO_4 par exemple), de sa température et du voltage appliqué, un spectre de couleurs d'interférence comme le montre la Figure 3 peut être créé. Aucun additif ou pigment de coloration n'est nécessaire.

Spectre de couleurs

Les couleurs d'interférence lumineuse sont créées par la réflexion et la réfraction de la lumière visible incidente sur la couche d'oxyde formée. Comme le montre la Figure 1, le spectre des couleurs d'interférence est très varié.

Biocompatibilité renforcée

L'excellente biocompatibilité du Titan Gade 4 est due à sa capacité de s'auto-passiver spontanément en présence d'oxygène pour former un film d'oxyde TiO_2. Cette couche est très mince < 2-3µm. Une couche plus épaisse comme celles formées par oxydation anodique, renforce encore sa biocompatibilité.

Résistance à la corrosion

Le Titans Grade 4 possède une excellente résistance à la corrosion, elle est encore renforcée par une oxydation anodique.

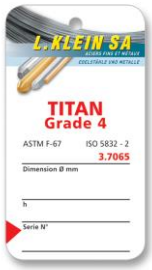
Résistance au frottement

Des couches plus épaisses d'oxyde TiO_2 augmente encore la résistance aux frottements. Cette propriété peut être mise en valeur pour valoriser la tenue au glissement. Tel est par exemple le cas lors de la déformation à froid du Titans Grade 4, ou lors du frottement.

Exploitation du spectre de couleurs

L'oxydation anodique peut produire une diversité de couleurs d'interférence très nuancée. Cet avantage peut être mis à profit en bijouterie par exemple (le Tableau 1 montre 58 couleurs distinctes) ou pour des fins de reconnaissance ou d'identification, comme en médecine par exemple.

Sous réserve de modification sans préa
Dernière mise à jour 06/2020



TITAN Grade 4

3.7065 - EN Ti 4 / ASTM B348 et F 67 - Titane CP Grade 4
Pour le medical, la micromécanique, l'horlogerie etc

Propriétés physiques

Propriétés	Unité	Température (°C)				
		20	200	300	400	500
Densité	g cm^{-3}	4.51				
Module E	GPa	105-110	92	85	78	72
Module de compression	GPa	110				
Module de cisaillement	GPa	45				
Coefficient de Poisson	-	0.31-0.37				
Conductivité thermique	$W.m^{-1}.K^{-1}$	17	15	15	15	15
Résistance électrique	$\Omega.mm^2.m^{-1}$	0.55	0.58	0.595	0.605	0.615
Coefficient de dilatation	$W.m^{-1}.K^{-1}$	20–100°C	20–200°C	20–300°C	20–400°C	20–500°C
	10^{-6}	8.6	8.9	9.5	9.6	9.7
Conductivité thermique	$W.m^{-1}.K^{-1}$	17	15	15	15	15
Susceptibilité magnétique	10^{-6}	3.4	3.5	3.6	3.9	4.0
Chaleur spécifique	$J.g^{-1}.K^{-1}$	0.523				
Emissivité (1-10) lumière visible	-	0.3				
Coefficient de réflexion	-	0.56				
Point de fusion	°C	1665-1677				
Transus allotropique α/ß	°C	913				
α structure cubique centré	°C	≥913				
ß structure hexagonale	°C	≤913				
Perméabilité magné-ti que relative µr	955 $H.m^{-1}$	1.00005-1.0001				

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.

Sous réserve de modification sans préa
Dernière mise à jour 06/2020