

Titan a titanové zliatiny



Priemyselná 4
949 01 Nitra

telefón: 038/7412525
fax: 038/651 6701

BIBUS SK s.r.o.

2.1. Úvod

Titan je polymorfný kov s nízkou hustotou, vynikajúcou odolnosťou voči korózii a dobrými mechanickými vlastnosťami.

Komerčne čistý titan (CP-titan) a titanové zliatiny v posledných desiatkach rokov dokázali, že sú pri vhodnom použití technickými kovmi so špičkovými vlastnosťami so širokým spektrom použitia.

2.2. Všeobecne

- vysoký pomer hustota - pevnosť titanu a titanových zliatin

je ďaleko lepšia než u väčšiny súčasne používaných kovov.

- vynikajúca korózna odolnosť

voči atmosfére, sladkej aj morskej vode, väčšine priemyslových kyselín, zásad, korózne odolný v oxidačnom alebo redukčnom prostredí, obsahujúcom chloridy.

- veľmi dobrá erózna odolnosť

pri zvarovaní s bežne používanými kovmi.

- veľmi dobrá kompatibilita s živočíšnym tkanivom

predurčuje titan pre dentálne a chirurgické implantáty

- spracovanie titanu a titanových zliatin

sa technologicky podobá obdobných nerezovým alebo niklovým zliatinám pre vysoké výkony.

Dôležité rozdiely medzi titanovými zliatinami, titanom a ocelovými alebo niklovými zliatinami pre vysoké výkony:

- nižší modul pružnosti v ťahu než ocelové materiály
- vyšší bod tavenia titanu
- nižší koeficient mernej tepelnej vodivosti
- náchylnosť titanu k absorpcii plynov pri vyšších teplotách

Príklady použitia titanu a titanových zliatin v modernom priemysle:

chemický priemysel, hlavne chlórová chémia

výmenníky tepla a kondenzátory tepelných a jadrových elektrární

odsirovacie jednotky a vnútorné vyloženie komínov tepelných elektrární

súčiastky zariadení geotermálnych energetických jednotiek

súčiastky najrôznejšieho druhu high-tech strojárstvo

zariadenia pre kryogeniku

priemysel papieru a celulózy

petrochemický priemysel

zariadenia pre galvanické povrchové úpravy kovov

priemysel elektrolytické výroby kovov (meď, zlato, nikel, striebro, zinok)

potravinársky a farmaceutický priemysel

targety zariadení PVD (physical vapour deposit) pre povlakovanie kovov i nekovov nitridmi titanu

dentálne a chirurgické implantáty

kovová bižutéria

rôzne kovové spotrebné výrobky (obruby okuliarov, lyžiarske palice, telesa hodiniek)

architektúra

2.3. Rozdelenie CP - titanu a titanových zliatin podľa kryštalickej mriežky

Sústava α	Grade 1, 2, 3, 4, 7, 11
Sústava $\alpha - \beta$	Grade 5, 5 ELI, 9, 12, 23
Sústava β	Grade 19,20

Sústava α – hexagonálna (∂ 25 °C)

Sústava β – kubická, plošne stredená (teplota alotropickej zmeny je 882°C)

2.3. Charakteristika jednotlivých skupín

2.3.1. Titan grade 1 **W.Nr. 3.7025**

druhý najpoužívanější CP titan, vynikajúca ťažnosť a tvárnosť je kompenzovaná nižšou pevnosťou, veľmi dobrá zvariteľnosť

2.3.2. Titan grade 2 **W.Nr. 3.7035**

najpoužívanější druh CP titanu s najširším sortimentom hutných výrobkov, vyvážená kombinácia ťažnosti spolu s dostatočnou pevnosťou, veľmi dobrá zvariteľnosť

2.3.3. Titan grade 3 **W.Nr. 3.7055**

menej obvyklý druh CP titanu, stredná ťažnosť je kompenzovaná zvýšenou pevnosťou, s veľmi dobrou zvariteľnosťou

2.3.4. Titan grade 4 **W.Nr. 3.7065**

menej obvyklý druh CP titanu, najnižšia ťažnosť je kompenzovaná zvýšenou pevnosťou a veľmi dobrou zvariteľnosťou

2.3.5. Titan grade 7+Pd **W.Nr. 3.7235+Pd**

menej obvyklý druh CP titanu, odvodený od CP-Ti gr. 2, korózna odolnosť je zvýšená prídavkom paládia, mechanické hodnoty sú rovnaké ako gr.2, s veľmi dobrou zvariteľnosťou

2.3.6. Titan grade 11+Pd **W.Nr. 3.7225+Pd**

menej obvyklý druh CP titanu, odvodený od CP-Ti gr. 1, korózna odolnosť je zvýšená prídavkom paládia, mechanické hodnoty rovnaké ako gr.1, s veľmi dobrou zvariteľnosťou

2.3.7. Titan grade 5 **W.Nr. 3.7165**

najpoužívanější titanová zliatina $\alpha - \beta$, viac než 50 druhov všetkých druhov zliatin titanu sú odvodené od skupiny Ti-6Al-4V, zliatiny je možné tepelne spracovávať a je ju možné použiť do teploty 400° C.

2.3.8. Titan grade 5 Eli **ASTM F 136**

základný rozdiel medzi zliatinou Ti-6Al-4V a zliatinou Ti-6Al-4V ELI je v zníženom obsahu kyslíka na hodnotu 0,13%. Táto vlastnosť dáva zliatine Ti-6Al-4V ELI zvýšenú ťažnosť spolu so zníženou pevnosťou. Preto sa používa hlavne na vysoko namáhané letecké diely a potrubné rozvody v prostredí s morskou vodou. Pokračujú výskumné práce na optimalizácii mechanických hodnôt zlepšovaním výrobných metód a tepelného spracovania. Zliatinu je možno tepelne spracovať a je ju možné použiť do teploty 400°C.

2.4. Chemické zloženie, fyzikálne a mechanické hodnoty

2.4.1. Chemické zloženie (hmotnostne % jednotlivých prvkov, maximálny povolený rozsah)

2.4.1.1. Komerčne čistý titan (CP - titan) a jeho zliatina s paládiom

ASTM Grade / W.Nr.	Fe _{max.}	O _{max.}	N _{max.}	C _{max.}	H _{max.}	Pd	Ti
Grade 1	0,20	0,18	0,03	0,10	0,0125	-	Zbytok
3.7025	0,15	0,12	0,05	0,06	0,0130	-	Zbytok
Grade 2	0,30	0,25	0,03	0,10	0,0125	-	Zbytok
3.7035	0,20	0,18	0,05	0,06	0,0130	-	Zbytok
Grade 3	0,30	0,35	0,05	0,10	0,0125	-	Zbytok
3.7055	0,12	0,25	0,05	0,06	0,0130	-	Zbytok
Grade 4	0,50	0,40	0,05	0,10	0,0125	-	Zbytok
3.7065	0,30	0,35	0,05	0,06	0,0130	-	Zbytok
Grade 7	0,30	0,25	0,03	0,10	0,0125	0,12-0,25	Zbytok
3.7235	0,20	0,18	0,05	0,06	0,0130	0,15-0,25	Zbytok
Grade 11	0,20	0,18	0,03	0,10	0,0125	0,12-0,25	Zbytok
3.7225	0,15	0,12	0,05	0,06	0,0130	0,15-0,25	Zbytok

Poznámka: obsah prímiesi v CP titane (kyslík, dusík, uhlík, vodík) je priamo úmerný pevnosti a nepriamo úmerný ťažnosti.

2.4.1.2. Titanové zliatiny skupiny α - β

ASTM Grade / W.Nr.	Fe _{max.}	O _{max.}	N _{max.}	C _{max.}	H _{max.}	Al	V	Ti
Grade 5	0,40 0,30	0,20 0,20	0,05 0,05	0,10 0,08	0,0125 0,0150	5,5- 6,75	3,5-4,5 3,5-4,5	Zbytok
6Al-4V 3.7165						5,5- 6,75		Zbytok
Grade 5 6Al-4V ELI ASTM F 136	0,25	0,13	0,05	0,08	0,0125	5,5-6,5	3,5-4,5	Zbytok

ELI – extra low intersticial (obzvlášť nízky obsah intersticiálnych prvkov)

2.4.2. Fyzikálne hodnoty (orientačné)

	Grade 1		Grade 2		Grade 3		Grade 4		Grade 5/5 ELI	
	20°C	400°C	20°C	400°C	20°C	400°C	20°C	400°C	20°C	400°C
Hustota kg m ⁻³	4510		4510		4510		4510		4 450	
Stredne merné teplo J kg ⁻¹ K ⁻¹	0,52	0,63	0,52	0,63	0,52	0,63	0,54	0,63	0,56	
Súčiniteľ dĺžkovej rozťažnosti 10 ⁻⁶ m m ⁻¹ °C ⁻¹	8,9	9,3	8,9 *	9,3	9,0	9,4	9,1	9,5		8,9
Merná tepelná vodivosť W m ⁻¹ °C ⁻¹	21	17	20	17	20	16	18	18	7,1	
Elektrická rezistivita Ω mm ² m ⁻¹	0,47	1,18	0,48	1,18	0,52	1,20	0,55	1,22	1,71	
Modul pružnosti v ťahu E GPa	105	80	105	80	105	80	106	82	114	

* v rozmedzí 20°C až 200°C

2.4.3. Mechanické hodnoty pri izbovej teplote (orientačné)

	Pevnosť v ťahu R_m MPa	Medza pevnosti v klze R_{p 0.2} MPa	Predĺženie A₅ %
Grade 1 W.Nr. 3.7025	min. 240 290-410	170 – 310 min.180	24 30
Grade 2 W.Nr. 3.7035	min..345 390 – 540	275 – 450 min. 250	20 22
Grade 3 W.Nr. 3.7055	min. 450 460 - 590	380 – 550 min. 320	18 18
Grade 4 W.Nr. 3.7065	min. 550 540 – 740	483 – 655 min. 390	15 16
Grade 7 + Pd W.Nr. 3.7235+Pd	min. 345 390 - 540	275 – 450 min. 250	20 22
Grade 11 + Pd W.Nr. 3.7225 + Pd	min. 240 290 – 410	170 – 310 min. 180	24 30
Grade 5 6Al-4V W.Nr.3.7165	min. 895 min. 900	Min. 828 Min. 830	10 8 - 10
Grade 5 6Al-4V ELI ASTM F 136	825 – 860	760 – 795	8 - 10

Titan grade 1**W.Nr. 3.7025**

Plechý, valcované za studená, žíhané, morené	
kg / ks	
1,0 x 1000 x 2000 mm *	9,02
1,5 x 1250 x 2000 mm *	16,19
2,0 x 1250 x 2000 mm *	22,56
2,5 x 1250 x 2000 mm *	28,19
3,0 x 1250 x 2000 mm *	33,82
3,0 x 1250 x 2500 mm	42,28
3,0 x 1250 x 3000 mm	50,74

* v cievke na sklade, plechy sú strihané
v šírkach a dĺžkach v objednaných
Množstvách.

Dosky, valcované za tepla, žíhané, morené	
kg / ks	
4,0 x 1500 x 4000 mm	108,24
5,0 x 2000 x 4000 mm	180,40
6,0 x 1500 x 4000 mm	162,36
6,0 x 2000 x 4000 mm	261,48
8,0 x 2000 x 4000 mm	288,64
10,0 x 1000 x 3000 mm	135,50
10,0 x 1500 x 3000 mm	202,95
10,0 x 1500 x 4000 mm	270,60
12,0 x 1500 x 4000 mm	324,71
12,0 x 2000 x 4000 mm	432,96
15,0 x 1500 x 4000 mm	405,90

Doporučený zvarovací materiál:

Prídavný drôt Titan Grade 1
alebo Grade 2

Titan grade 2

W.Nr. 3.7035

Kruhová tyč, valcovaná za tepla, brúsená alebo hrubovana	
	kg / m
Ø 3 mm	0,032
Ø 4 mm	0,057
Ø 5 mm	0,086
Ø 6 mm	0,127
Ø 8 mm	0,227
Ø 10 mm	0,354
Ø 12 mm	0,510
Ø 15 mm	0,797
Ø 16 mm	0,906
Ø 18 mm	1,147
Ø 20 mm	1,416
Ø 22 mm	1,714
Ø 25 mm	2,213
Ø 30 mm	3,186
Ø 35 mm	4,337
Ø 40 mm	5,665
Ø 42 mm	6,245
Ø 45 mm	7,169
Ø 50 mm	8,851
Ø 55 mm	10,710
Ø 60 mm	12,745
Ø 65 mm	14,958
Ø 70 mm	17,348
Ø 80 mm	22,658
Ø 90 mm	28,677
Ø 95 mm	31,952
Ø 100 mm	35,404
Ø 110 mm	42,838
Ø 130 mm	59,823
Ø 150 mm	79,658
Ø 165 mm	96,435
Ø 200 mm	141,614
Ø 250 mm	221,385

Plech, valcované za studenú, žíhané, morené	
	kg / ks
1,0 x 1000 x 2000 mm *	9,02
1,0 x 1000 x 3000 mm	13,53
1,5 x 1250 x 2000 mm	16,19
1,5 x 1250 x 3000 mm *	25,37
2,0 x 1250 x 2000 mm	22,56
2,0 x 1250 x 3000 mm *	33,83
2,5 x 1250 x 2000 mm	28,19
2,5 x 1250 x 3000 mm	42,28
3,0 x 1250 x 2500 mm	42,28
3,0 x 1250 x 3000 mm	50,74

* v cievke na sklade, plechy strihané z
Cievy v šírkach a dĺžkach podľa
Množstva na objednávke

Dosky, valcované za tepla, žíhané, morené	
	kg / ks
4,0 x 1250 x 6000 mm	135,30
4,0 x 1500 x 4000 mm	108,24
5,0 x 1500 x 4000 mm	135,30
5,0 x 2000 x 4000 mm	180,40
6,0 x 2000 x 6000 mm	324,72
8,0 x 1500 x 4000 mm	270,60
10,0 x 2000 x 4000 mm	360,80
10,0 x 2000 x 4000 mm	360,80
12,0 x 1000 x 4000 mm	216,48
15,0 x 1500 x 4000 mm	405,90
20,0 x 1500 x 4000 mm	541,20
25,0 x 1500 x 4000 mm	675,50
30,0 x 1000 x 3000 mm	270,60

Doporučený zvarovací materiál:

Prídavný drôt Titan Grade 1
alebo Grade 2

Titan grade 2

W.Nr. 3.7035

Trubky / rúry, bezšvové a zvarované	
	kg / m
Ø 12,7 x 0,9 mm	0,15
Ø 15,8 x 0,9 mm	0,19
Ø 19,05 x 0,9 mm	0,23
Ø 19,05 x 1,65 mm	0,41
Ø 21,3 x 1,65 mm	0,46
Ø 25,4 x 0,9 mm	0,31
Ø 25,4 x 1,65 mm	0,56
Ø 26,67 x 2,11 mm	0,73
Ø 31,8 x 1,65 mm	0,85
Ø 33,4 x 2,77 mm	1,20
Ø 48,3 x 2,77 mm	1,78
Ø 60,3 x 2,77 mm	2,26
Ø 88,9 x 3,05 mm	3,70

Drôt, ťahaný za studenú, v priamych dĺžkach 2-3 m	
	kg / m
Ø 1,0 mm	0,005
Ø 1,5 mm	0,008
Ø 3,0 mm	0,029

Zvarovací drôt, na cievke (hmotnosť celej cievky cca 4,5 kg) alebo v dĺžkach

	kg / m
Ø 1,2 mm	0,005
Ø 1,6 mm	0,009
Ø 2,0 mm	0,014
Ø 2,5 mm	0,022
Ø 3,2 mm (len v dĺžkach)	0,036

Titan grade 5

W.Nr. 3.7165

Kruhové tyče, valcované za tepla, bez hrotovo brúsené alebo hrubovane	
	kg / m
Ø 5 mm*	0,087
Ø 6,35 mm*	0,141
Ø 8 mm*	0,224
Ø 10 mm*	0,349
Ø 12 mm	0,563
Ø 16 mm	0,894
Ø 20 mm	1,397
Ø 25 mm	2,183
Ø 30 mm	3,143
Ø 35 mm	4,281
Ø 40 mm	5,589
Ø 50 mm	8,733
Ø 60 mm	12,576
Ø 70 mm	17,117
Ø 80 mm	22,357
Ø 100 mm	34,933
Ø 130 mm	59,036
Ø 160 mm	89,472
Ø 200 mm	139,801

* ťahané za studenú

Titan grade 5 ELI

6Al-4V ELI

Kruhové tyče, valcované za tepla, bez
hrotovo brúsené alebo hrubovane

Špeciálna kvalita pre chirurgické
implantáty a lekárske aplikácie

	kg / m
Ø 3 mm*	0,031
Ø 4 mm*	0,057
Ø 5 mm*	0,087
Ø 6 mm*	0,126
Ø 7 mm*	0,171
Ø 8 mm*	0,224
Ø 9 mm*	0,283
Ø 10 mm*	0,349
Ø 11 mm*	0,423
Ø 12,7 mm*	0,563
Ø 13 mm*	0,591
Ø 14 mm	0,685
Ø 16 mm	0,894
Ø 20 mm	1,397
Ø 25 mm	2,183
Ø 30 mm	3,143
Ø 40 mm	5,589
Ø 50 mm	8,733
Ø 55 mm	10,567
Ø 60 mm	12,576
Ø 65 mm	14,759
Ø 70 mm	17,117
Ø 80 mm	22,357
Ø 90 mm	28,295
Ø 100 mm	34,933
Ø 115 mm	46,198
Ø 130 mm	59,036
Ø 150 mm	78,598

* ťahané za studená

Prehľad ušľachtilých kovov a zliatiny dodávaných firmou BIBUS s.r.o.

ZIRKONIUM

CP Zr, Zr-4.5Hf

MOLYBDEN

CP Mo, Mo-0.5Ti-0.1Zr, Mo-30W

NI OB

CP Nb, Nb-1Zr, Nb-10Hf-1Ti

TANTAL

Ta-2.5W, Ta-10W, Ta-40W

HA FN IUM

CP Hf, Hf-4.5Zr