

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com





راهنمای عملی

انتخاب مواد و طراحی برای مهندسی مواد - مکانیک - شیمی

تدوین: مهندس فریدون کاویانی نژاد

www.Iran-mavad.com

مرجع دانشجویان و مهندسی مواد

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الحمد لله الذي
العلم والفضل
والعز والكرامه
والجود والسخاوه
والعفو والرحمه
والعظيمه والجلاله
والعظمة والقدسه
والعظمة والقدسه
والعظمة والقدسه

راهنمای عملی

انتخاب مواد و طراحی برای مهندسين مواد، مکانیک و شیمی

تدوین:

مهندس فریدون کاویانی نژاد

ناشر: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی



انتشارات مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی

عنوان کتاب: راهنمای عملی انتخاب مواد و طراحی برای مهندسين مواد، مکانیک، شیمی
تدوین: مهندس فریدون کاویانی لژاد
ناشر: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی (تلفن ۲۵۴۹۶۰۹)
طرح روی جلد: حسین عرفانی
چاپ: عرفان
لیتوگرافی: نسیم
تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه
لوبت چاپ: اول، زمستان ۱۳۷۶
قیمت: ۶۰۰ تومان

کلیه حقوق محفوظ و مخصوص مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی می‌باشد.
آدرس: تهران، خیابان پاسداران، بالاتر از میدان نوبنیاد، نبش کوهستان هشتم

پیشگفتار:

یکی از مشکلاتی که اغلب در طراحی بوجود می آید عدم دسترسی به اطلاعات صحیح علمی و عملی از خواص مواد میباشد. انتخاب نادرست مواد در یک سیستم علاوه بر اتلاف وقت و مواد، ممکن است باعث ایجاد خسارات جبران ناپذیری نیز گردد.

کتاب حاضر در جهت دسترسی سریع به اطلاعات فنی در زمینه طراحی و انتخاب مواد به کاربران محترم تقدیم میگردد. این اطلاعات طی سالهای متمادی تجربه نگارنده در انتخاب مواد از دهها عنوان کتاب جمع آوری و بصورت جداولی با دسترسی سریع و آسان تدوین گردیده است که تا حد زیادی کاربرد را از مراجعه به کتابهای متعدد بی نیاز می سازد. همچنین سعی گردیده است با توجه به مواد موجود در بازار ایران، جداول شامل اطلاعات مفیدی در اینگونه موارد نیز باشد که متأسفانه این نکته اساسی در ترجمه محض کتابهای مشابه از منابع بیگانه رعایت نمی گردد.

امید است که همکاران عزیز با ارائه پیشنهادات و نظرات سازنده خود در جهت اصلاح نواقص در چاپ های بعدی کتاب ما را یاری نمایند.

باتشکر

فریدون کاویانی نژاد

آبان ۱۳۷۶

فهرست

عنوان جدول

صفحه

بخش A: جداول متالورژی و خواص مواد

۱	۱- استاندارد فولادها (SAE & AISI Standard)-----
۲	۲- ترکیب شیمیایی فولادها-----
۴	۳- ترکیب شیمیایی و خواص فولادهای تجاری-----
۶	۴- ترکیب شیمیایی و خواص چدنهای تجاری-----
۷	۵- اثر عناصر آلیاژی بر فولادها-----
۹	۶- اثر نسبی عناصر آلیاژی بر فولادها-----
۱۰	۷- نمودار تعیین ساختار فولاد بر حسب ترکیب شیمیایی آن (Schaeffler)-----
۱۱	۸- رابطه درصد کربن با خواص مکانیکی در فولادهای غیر آلیاژی-----
۱۱	۹- رابطه درصد کربن و ریز ساختار با سختی در فولادهای غیر آلیاژی-----
۱۲	۱۰- عملیات حرارتی فولادهای فنر-----
۱۲	۱۱- عملیات حرارتی آستمپرینگ فولادها و خواص مکانیکی آن-----
۱۳	۱۲- گروه بندی فولادهای ابزار-----
۱۴	۱۳- خواص و کاربرد فولادهای ابزار-----
۱۵	۱۴- مقایسه خواص انواع فولادهای ابزار (جدول ۱)-----
۱۶	۱۵- مقایسه خواص انواع فولادهای ابزار (جدول ۲)-----
۱۷	۱۶- عملیات حرارتی مناسب برای کاهش تغییر شکل فولادهای ابزار-----
۱۸	۱۷- استاندارد و کاربرد فولادهای ابزار و ساختمانی تجاری-----
۲۰	۱۸- انتخاب فولادهای ابزار تجاری بر حسب کاربرد آنها-----
۲۳	۱۹- خواص فولادهای ابزار سردکار تجاری-----
۲۴	۲۰- کاربرد انواع ابزارهای تنگستن کاریاید-----
۲۵	۲۱- ترکیب شیمیایی و خواص و کاربردهای فولادهای زنگزن و مقاوم به حرارت-----
۲۹	۲۲- خواص مکانیکی فولادهای زنگزن و مقاوم به حرارت-----
۳۱	۲۳- حداکثر دمای مجاز برای فولادهای مقاوم به حرارت-----
۳۲	۲۴- استاندارد آلیاژهای آلومینیوم-----
۳۳	۲۵- ترکیب شیمیایی آلیاژهای آلومینیوم-----
۳۶	۲۶- نوع عملیات حرارتی آلیاژهای آلومینیوم-----
۳۷	۲۷- مشخصات و کاربرد آلیاژهای آلومینیوم-----
۴۳	۲۸- خواص مکانیکی آلیاژهای پرمصرف آلومینیوم-----
۴۴	۲۹- خواص مکانیکی آلیاژهای آلومینیوم با عملیات حرارتی و دماهای مختلف-----
۵۴	۳۰- دمای بازپخت آلیاژهای آلومینیوم-----
۵۴	۳۱- دمای بریزینگ آلیاژهای آلومینیوم-----
۵۵	۳۲- ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی آلیاژهای مس-----

جداول متالورژی و خواص مواد

بخش A

A

استاندارد فولادها (AISI) Standard		
شماره آلیاژ	نوع فولاد	درصد عناصر اصلی
10XX 11XX 12LXX	فولادهای غیرآلیاژی فولادهای خوش تراش فولادهای خوش تراش	S=0.12-0.2-0.29 S=0.3 , Pb
13XX	فولادهای Mn	Mn=1.75
23XX 25XX	فولادهای Ni فولادهای Ni	Ni=3.50 Ni=5.00
31XX 32XX 33XX 34XX	فولادهای Ni-Cr فولادهای Ni-Cr فولادهای Ni-Cr فولادهای Ni-Cr	Ni=1.25, Cr=0.65-0.8 Ni=1.75, Cr=1.07 Ni=3.50, Cr=1.50-1.57 Ni=3.00, Cr=0.77
40XX 44XX	فولادهای Mo فولادهای Mo	Mo=0.20-0.25 Mo=0.40-0.52
41XX	فولادهای Cr-Mo	Cr=0.50-0.80-0.95, Mo=0.12-0.20-0.25-0.30
43XX 43BVXX 47XX 81XX 86XX 87XX 88XX 93XX 94XX 97XX 98XX	فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo فولادهای Ni-Cr-Mo	Ni=1.82, Cr=0.50-0.80, Mo=0.25 Ni=1.82, Cr=0.50, Mo=0.12-0.25, V=0.03min Ni=1.05, Cr=0.45, Mo=0.20-0.35 Ni=0.30, Cr=0.40, Mo=0.12 Ni=0.55, Cr=0.50, Mo=0.20 Ni=0.55, Cr=0.50, Mo=0.25 Ni=0.55, Cr=0.50, Mo=0.35 Ni=3.25, Cr=1.20, Mo=0.12 Ni=0.45, Cr=0.40, Mo=0.12 Ni=0.55, Cr=0.20, Mo=0.20 Ni=1.00, Cr=0.80, Mo=0.25
46XX 48XX	فولادهای Ni-Mo فولادهای Ni-Mo	Ni=0.85-1.82, Mo=0.20-0.25 Ni=3.5, Mo=0.25
50XX 51XX 501XX 511XX 521XX	فولادهای Cr فولادهای Cr فولادهای Cr فولادهای Cr فولادهای Cr	Cr=0.27-0.40-0.50-0.65 Cr=0.80-0.87-0.92-0.95-1.00-1.05 Cr=0.50 Cr=1.02
61XX	فولادهای Cr-V	Cr=0.60-0.80-0.95, V=0.10-0.15min
71XXX 72XX	فولادهای W-Cr فولادهای W-Cr	W=13.50-16.50, Cr=3.50 W=1.75, Cr=0.75
92XX	فولادهای Si-Mn	Si=1.40-2.00, Mn=0.65-0.82-0.85, Cr=0.00-0.65
9XX	فولادهای HSLA	متفاوت
302XX(AISI=2XX) 303XX (AISI=3XX)	فولادهای زنگنزن Cr-Mn-Ni فولادهای زنگنزن Cr-Ni	Cr=17.00-18.00, Mn=6.50-8.75, Ni=4.50-5.00 Cr=8.50-15.50-17.00-18.00-19.00-20.00-20.50-23.00-25.00 Ni=7.00-9.00-10.00-10.50-11.00-11.50-12.00-13.00-13.50-20.50-21.0-35.00
514XX(AISI=4XX) 515XX(AISI=5XX)	فولادهای زنگنزن Cr فولادهای زنگنزن Cr	Cr=11.12-12.25-12.50-13.00-16.00-17.00-20.50-25.00 Cr=5.00
XXLXX	فولادهای حاوی سرب	L نشاندهنده سرب است.

ترکیب شیمیایی فولادها

شماره آلیاژ	ترکیب شیمیایی						
	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Other
فولادهای کربنی ساده							
1010	0.08-0.13	0.30-0.60	-	-	-	-	-
1020	0.18-0.23	0.30-0.60	-	-	-	-	-
1030	0.28-0.34	0.60-0.90	-	-	-	-	-
1040	0.37-0.44	0.60-0.90	-	-	-	-	-
1050	0.48-0.55	0.60-0.90	-	-	-	-	-
1060	0.55-0.65	0.60-0.90	-	-	-	-	-
1070	0.65-0.75	0.60-0.90	-	-	-	-	-
1080	0.75-0.88	0.60-0.90	-	-	-	-	-
1090	0.85-0.98	0.60-0.90	-	-	-	-	-
1513	0.1-0.16	1.10-1.40	-	-	-	-	-
1522	0.18-0.24	1.10-1.40	-	-	-	-	-
1541	0.36-0.44	1.35-1.65	-	-	-	-	-
1548	0.44-0.52	1.10-1.40	-	-	-	-	-
1552	0.47-0.55	1.20-1.50	-	-	-	-	-
1566	0.6-0.71	0.85-1.50	-	-	-	-	-
فولادهای آلیاژی							
1330	0.28-0.33	1.60-1.90	0.15-0.35	-	-	-	-
1335	0.33-0.38	1.60-1.90	0.15-0.35	-	-	-	-
1340	0.38-0.43	1.60-1.90	0.15-0.35	-	-	-	-
1345	0.43-0.48	1.60-1.90	0.15-0.35	-	-	-	-
4023	0.2-0.25	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-
4024	0.2-0.25	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-
4027	0.25-0.3	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-
4028	0.25-0.3	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-
4032	0.3-0.35	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-
4037	0.35-0.4	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-
4042	0.4-0.45	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-
4047	0.45-0.5	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.20-0.30	-
4118	0.18-0.23	0.70-0.90	0.15-0.35	-	0.40-0.50	0.08-0.15	-
4130	0.28-0.33	0.70-0.60	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-
4135	0.33-0.38	0.70-0.90	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-
4137	0.35-0.4	0.70-0.90	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-
4140	0.38-0.43	0.70-1.00	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-
4142	0.4-0.43	0.75-1.00	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-
4145	0.43-0.48	0.75-1.00	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-
4147	0.45-0.50	0.75-1.00	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-
4150	0.48-0.53	0.75-1.00	0.15-0.35	-	0.80-1.10	0.15-0.25	-
4161	0.56-0.64	0.75-1.00	0.15-0.35	-	0.70-0.90	0.25-0.35	-
4320	0.17-0.22	0.45-0.65	0.15-0.35	1.65-2.00	0.40-0.60	0.20-0.30	-
4340	0.38-0.43	0.60-0.80	0.15-0.35	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30	-
4422	0.20-0.25	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.35-0.45	-
4427	0.24-0.29	0.70-0.90	0.15-0.35	-	-	0.35-0.45	-
4615	0.13-0.18	0.45-0.65	0.15-0.35	1.65-2.00	-	0.20-0.30	-
4617	0.15-0.20	0.45-0.65	0.15-0.35	1.65-2.00	-	0.20-0.30	-
4620	0.17-0.22	0.45-0.65	0.15-0.35	1.65-2.00	-	0.20-0.30	-
4626	0.24-0.29	0.45-0.65	0.15-0.35	0.70-1.00	-	0.15-0.25	-

A

A

شماره آلیاژ	ترکیب شیمیایی						
	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Other
4718	0.16-0.21	0.70-0.90	-	0.90-1.20	0.35-0.55	0.30-0.40	-
4720	0.17-0.22	0.50-0.70	0.15-0.35	0.90-1.20	0.35-0.55	0.15-0.25	-
4817	0.15-0.20	0.40-0.60	0.15-0.35	3.25-3.75	-	0.20-0.30	-
4815	0.13-0.18	0.40-0.60	0.15-0.35	3.25-3.75	-	0.20-0.30	-
4817	0.15-0.20	0.40-0.60	0.15-0.35	3.25-3.75	-	0.20-0.30	-
4820	0.18-0.23	0.50-0.70	0.15-0.35	3.25-3.75	-	0.20-0.30	-
50B40	0.38-0.43	0.75-1.00	0.15-0.35	-	0.40-0.60	-	B=000.5-00.3
50B44	0.18-0.23	0.43-0.48	0.15-0.35	-	0.40-0.60	-	B=000.5-00.3
50B46	0.28-0.34	0.44-0.49	0.15-0.35	-	0.20-0.35	-	B=000.5-00.3
50B50	0.37-0.44	0.48-0.53	0.15-0.35	-	0.40-0.60	-	B=000.5-00.3
50B60	0.48-0.55	0.56-0.64	0.15-0.35	-	0.40-0.60	-	B=000.5-00.3
5120	0.17-0.22	0.70-0.90	0.2-0.35	-	0.70-0.90	-	-
5130	0.28-0.33	0.70-0.90	0.2-0.35	-	0.80-1.10	-	-
5140	0.38-0.43	0.70-0.90	0.2-0.35	-	0.70-0.90	-	-
5150	0.48-0.53	0.70-0.90	0.2-0.35	-	0.70-0.90	-	-
5160	0.56-0.64	0.75-1.00	0.2-0.35	-	0.70-0.90	-	-
6118	0.16-0.21	0.50-0.70	0.20-0.35	-	0.50-0.70	-	V=0.10-0.15
6150	0.48-0.53	0.70-0.90	0.20-0.35	-	0.80-1.10	-	V=0.15
81B45	0.43-0.48	0.75-1.00	0.20-0.35	0.20-0.40	0.40-0.60	0.08-0.15	B=000.5-00.3
8615	0.13-0.18	0.70-0.90	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-
8620	0.18-0.23	0.70-0.90	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-
8625	0.23-0.28	0.70-0.90	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-
8630	0.28-0.33	0.70-0.90	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-
8640	0.38-0.43	0.75-1.00	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-
8650	0.48-0.53	0.75-1.00	0.15-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25	-
8720	0.18-0.23	0.70-0.90	0.20-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.20-0.30	-
8740	0.38-0.43	0.75-1.00	0.20-0.35	0.40-0.70	0.40-0.60	0.20-0.30	-
9225	0.51-0.59	0.70-0.95	1.80-2.20	-	-	-	-
9260	0.56-0.64	0.75-1.00	1.80-2.20	-	-	-	-
94B17	0.15-0.20	0.75-1.00	0.20-0.35	0.30-0.60	0.30-0.50	0.08-0.15	B=000.5-00.3
94B30	0.28-0.33	0.75-1.00	0.20-0.35	0.30-0.60	0.30-0.50	0.08-0.15	B=000.5-00.3

ترکیب شیمیایی و خواص فولادهای تجاری

شماره آلیز	ترکیب شیمیایی %			Other	تث کثیفی Kg/mm ²	تث تسلیم Kg/mm ²	توضیح
	C _{max}	Si _{max}	P _{max}				
فولادهای نرم - ورق با ضخامت کم							
St-10	0.15	0.06	0.06		28-50	-	برای کش عمیق
St-12	0.10	0.05	0.05		28-42	-	برای کش عمیق
St-13	0.10	0.04	0.04		28-40	27	برای کش خیلی عمیق
St-14	0.10	0.03	0.03		28-38	24	برای کش فوق العاده عمیق
فولادهای ساختمانی - ورق با ضخامت کم							
St-37	0.20	0.05	0.08		37-45	22	
St37-2	0.20	0.05	0.06		37-45	22	
St42-2	0.25	0.05	0.06		42-50	24	
St50-2	0.30	0.05	0.06		50-60	30	
St52-3	0.20	0.05	0.05		52-62	36	
St60-2	0.40	0.05	0.06		60-72	34	
فولادهای سازه‌سازانی							
St33	0.3	0.05	0.06	Si<0.3 Mn=0.2-0.5	33-50	-	
St34	0.17	0.06	0.06		34-42	21	قابل جوشکاری در موارد مخصوص
St34-2	0.17	0.05	0.05	Si<0.3 Mn=0.2-0.5	34-42	21	قابل جوشکاری - قابل جوشکاری تا ضخامت ۴/۵ میلیمتر
St34-3	0.17	0.04	0.04		34-42	21	قابل جوشکاری - قابل جوشکاری تا ضخامت ۱۰ میلیمتر
St37	0.20	0.06	0.06	Si<0.3 Mn=0.2-0.5	37-45	24	قابل جوشکاری در موارد مخصوص
St37-2	0.20	0.05	0.05	Si<0.3 Mn=0.2-0.5	37-45	24	قابل جوشکاری - قابل جوشکاری تا ضخامت ۴/۵ میلیمتر
St37-3	0.20	0.04	0.04	Si=0.03-0.3 Mn=0.2-0.5	37-45	24	قابل جوشکاری - قابل جوشکاری تا ضخامت ۱۰ میلیمتر
St42	0.25	0.06	0.06		42-50	25	قابل جوشکاری در موارد مخصوص
St42-2	0.25	0.05	0.05	Si<0.3 Mn=0.2-0.5	42-50	25	قابل جوشکاری - قابل جوشکاری تا ضخامت ۴/۵ میلیمتر
St42-3	0.25	0.045	0.045	Si=0.03-0.3 Mn=0.2-0.5	42-50	25	قابل جوشکاری - قابل جوشکاری تا ضخامت ۱۰ میلیمتر
St52-2	0.2				52-62	35	قابل جوشکاری - قابل جوشکاری تا ضخامت ۱۰ میلیمتر
St60	0.40	0.06	0.06	Si=0.03-0.3 Mn=0.2-0.5	60-72	33	
St60-2	0.40	0.05	0.05	Si=0.03-0.3 Mn=0.2-0.5	60-72	33	
St70-2	0.50	0.05	0.05	Si=0.03-0.3 Mn=0.2-0.5	70-85	36	

شماره آلوز	C_{max}	S_{max}	P_{max}	ترکیب شیمیایی %	Other	تثیش کنشی Kg/mm^2	ازدیاد طول %	توضیح
---------------	-----------	-----------	-----------	--------------------	-------	---------------------------	--------------------	-------

فولادهای سمانلسیون

C10	0.07-0.13	0.045	0.045	0.045	Si=0.15-0.35, Mn=0.30-0.60	42-52 ^a	19%	C ^b =850-930, N ^c =675, H ^d =785, T ^e =150-180/785
CK10		0.035	0.035	0.035				
C15	0.12-0.18	0.045	0.045	0.045	Si=0.15-0.35, Mn=0.30-0.60	50-65 ^a	16%	C ^b =850-930, N ^c =675, H ^d =785, T ^e =150-180
CK15		0.035	0.035	0.035				
15C13 (EC60)	0.12-0.18	0.035	0.035	0.035	Mn=0.40-0.60 ^a	60-85 ^a	13%	C ^b =850-930, N ^c =675, H ^d =785, T ^e =150-180
16MnCr5 (EC80)	0.14-0.19	0.035	0.035	0.035	Mn=1.00-1.30, Cr=0.8-1.10 ^f	80-110 ^a	10%	C ^b =850-930, N ^c =675, H ^d =825, T ^e =150-180 برای چرخنده‌ها و میله‌های کوچک
20MnCr5 (EC100)	0.17-0.22	0.035	0.035	0.035	Mn=1.10-1.40, Cr=1.0-1.30 ^f	100-130 ^a	8%	C ^b =850-930, N ^c =675, H ^d =825, T ^e =170-210 برای چرخنده‌ها و میله‌های متوسط
15CrNi6 (ECN15)	0.12-0.17	0.045	0.045	0.045	Ni=1.40-1.70, Cr=1.40-1.70 ^f	90-120 ^a	9%	C ^b =850-930, N ^c =640, H ^d =820, T ^e =170-210 برای چرخنده‌های پر فشار
18CrNi8 (ECN20)	0.15-0.20	0.045	0.045	0.045	Ni=1.80-2.10, Cr=1.80-2.10 ^f	120-145 ^a	7%	C ^b =850-930, N ^c =640, H ^d =820, T ^e =170-210 برای چرخنده‌های خیلی بزرگ

فولادهای عملیات حرارتی

CK22	0.17-0.24	<0.030	0.035	0.035	Si<0.4, Mn=0.3-0.6	50-60 ^a	22%	N ^c =880-910, H ^d =875-885, T ^e =550-650 برای کاربردهای مقاوم به سایش
CK45	0.42-0.50	<0.030	0.035	0.035	Si<0.4, Mn=0.5-0.8	65-80 ^a	16%	N ^c =840-870, H ^d =835-845, T ^e =550-650 برای تفرهای کوبیده شده
CK60	0.57-0.65	<0.030	0.035	0.035	Si<0.4, Mn=0.6-0.9	75-90 ^a	14%	N ^c =820-850, H ^d =815-825, T ^e =550-650 برای میله‌هایی با بار متوسط
30Mn5	0.27-0.34	<0.035	0.035	0.035	Mn=1.2-1.5, Cr<0.3 ^a	80-95 ^a	14%	N ^c =850-880, H ^d =830-840, T ^e =550-650 برای میله‌هایی با بار زیاد
37MnSi5	0.33-0.41	<0.035	0.035	0.035	Mn=1.1-1.4, Si=1.1-1.4	90-105 ^a	12%	N ^c =860-890, H ^d =840-850, T ^e =550-650 برای کاربردهایی با بار متوسط
34Cr4	0.30-0.37	<0.030	0.035	0.035	Si<0.4, Mn=0.6-0.9, Cr=0.9-1.2	90-105 ^a	12%	N ^c =850-880, H ^d =830-840, T ^e =550-650 برای کاربردهایی با بار زیاد
25CrNi6	0.22-0.29	<0.030	0.035	0.035	Si<0.4, Mn=0.6-0.9, Cr=0.9-1.2 Mo=0.15-0.30	80-95 ^a	14%	N ^c =860-890, H ^d =840-850, T ^e =550-650 برای کاربردهایی با بار زیاد
50CrNi6	0.46-0.54	<0.030	0.035	0.035	Si<0.4, Mn=0.6-0.9, Cr=0.9-1.2 Mo=0.15-0.30	110-130 ^a	10%	N ^c =850-880, H ^d =830-840, T ^e =550-650 برای کاربردهایی با بار زیاد

^aبرای نمونه‌های سمانه و سخت شده با سطح مقطع ۱۰-۱۶ میلی‌متر مربع.
^bظرف‌های سمانت‌سین‌آوردیجه سمانت‌سین‌آوردی.
^cظرف‌های برنالیزه کروم‌آوردیجه سمانت‌سین‌آوردی.
^dظرف‌های آندوداردیجه سمانت‌سین‌آوردی، بیشترین‌ها برای روغن و کترین‌ها برای آب می‌باشد.
^eظرف‌های بازگشت‌آوردیجه سمانت‌سین‌آوردی.
^fSI=015-0.40 = f
^g= برای نمونه‌های سخت شده با سطح مقطع ۱۰-۱۶ میلی‌متر مربع.



ترکیب شیمیایی و خواص چندین آلیاژ

شماره آلیاژ	ترکیب شیمیایی %	تنش کششی MPa	تنش تسلیم %	توضیح
چدن های عالی				
GG-10	C=3-3.8	-	-	قطعات تحت تنش کم
GG-15	Si=1.3-2.8	110-155	-	قطعات تحت تنش زیاد
GG-20	Mn=0.4-0.8	150-200	-	قطعات تحت تنش زیاد
GG-25	P=0.2-1.0	190-280	-	قطعات مقاوم به حرارت
GG-30	S=0.1-0.15	240-270	-	قطعات تحت تنش زیاد
GG-35		280-310	-	قطعات تحت تنش زیاد
چدن های نشکن گرآلیت کروی				
GGG-40		400	250	ماشینکاری خوب
GGG-50		500	320	ماشینکاری خیلی عالی - قطعات تحت تنش متوسط رسایش کم تا متوسط
GGG-60		600	380	ماشینکاری خیلی عالی - قطعات تحت تنش متوسط رسایش کم تا متوسط
GGG-70		700	440	سایش خوب تا خیلی خوب
GGG-80		800	500	سایش خوب تا خیلی خوب
چدن های نشکن گرآلیت کروی استاتیسی				
GGG-NiMn13 7		390	210	غیر منطاییسی
GGG-NiCr20 7		370	210	خواص حرارتی و خوردگی خوب
GGG-Ni22		370	170	غیر منطاییسی - چقرمگی سرد خوب تا ۱۰۰°C -
GGG-NiMn23 4		440	210	چقرمگی سرد خوب تا ۱۹۶°C -
GGG-Ni35		370	210	مقاومت به ضربه خوب - ضربه خوب - ایستاد حرارتی کم

اثر عناصر آلیاژی بر فولادها

عنصر	انحلال در فولاد		تأثیر بر فرسایش	تأثیر بر استیت (سختی پذیری فولاد)	تأثیر بر کاربرد		اثر اصلی
	γ Fe	α Fe			کاربردسازی	تأثیر بر کارگشت	
Al	1.1% با مس کربن هم‌نوع می‌کند	36%		اگر حل شود سختی پذیری را کمی افزایش می‌دهد	مثبت گرافیت را		۱- اکسید زداکن. ۲- جلوگیری از رشد دانه ها. ۳- عنصر آلیاژی در تینوره کردن فولاد.
Cr	12.8% (20%, C=0.5%)	نامحدود	سختی کم خوردگی خوب	اثر متوسط بر افزایش سختی پذیری	Mn<Cr<W مثبت	اثر کم در جلوگیری از نرم شدن	۱- مقاومت به خوردگی و اکسیداسیون. ۲- سختی پذیری. ۳- انزودن کمی مقاومت در دمای بالا. ۴- افزایش مقاومت سایش.
Co	نامحدود	75%		اگر حل شود سختی پذیری را کم می‌کند	=Fe	اثر خوب در جلوگیری از نرم شدن	۱- افزایش مقاومت گرم.
Mn	نامحدود	3%	سختی خوب	اثر متوسط بر افزایش سختی پذیری	Fe<Mn<Cr	اثر خیلی کم در جلوگیری از نرم شدن در مقادیر عادی	۱- افزایش سختی پذیری با قیمت کمتر. ۲- کاهش اثر تردی گوگرد.
Mo	3% (8%, C=0.3%)	37.5%	اثریرسختی زیاد در مقادیر مولیبدن زیاد	اثر قوی بر افزایش سختی پذیری (Mo>Cr)	اثر قوی Mo>Cr	اثر سخت کنندگی بعلت ایجاد سختی ثانویه	۱- افزایش دمای رشد دانه ها. ۲- کاهش اثر تردی بازگشت. ۳- افزایش عمق سختی. ۴- افزایش مقاومت خزش. ۵- افزایش مقاومت خوردگی در فولادهای زنگ‌نزن. ۶- تشکیل دانه های ضد سایش در ساختار فولاد.
Ni	نامحدود	10%	سختی و چقرمگی خوب در اثر حل شدن	اثر متوسط بر افزایش سختی پذیری اثر پدیدار کردن استیت در درصدهای کربن بالاتر	مثبت گرافیت را	اثر خیلی کم در جلوگیری از نرم شدن در مقادیر کم	۱- افزایش مقاومت فولاد آب نداوه و با بازیخت شده. ۲- افزایش چقرمگی فولادهای پرلایت خربی مخصوصاً در دمای پایین. ۳- استیتی کردن ساختار فولادهایی با کربن زیاد.

شماره	انحلال در فولاد		تأثیر بر فریت	تأثیر بر استیت (سختی پذیری فولاد)	کاربرد		تأثیر بر کارگشت	اثر اصل
	γ Fe	α Fe			کاربردسازی	در عملیات بارگشت		
P	0.5%	2.8%	سختی عالی در اثر حل شدن	افزایش سختی پذیری	بی اثر	-	1- مقاومت فولادهای کم کربن را زیاد میکند. 2- افزایش مقاومت خوردگی. 3- ماشینکاری خوب.	
Si	2% (9%, C=0.35%)	18.5%	سختی خوب در مقابل آزدست دادن پلاستیته (Mn<Si<P)	افزایش متوسط در سختی پذیری	مغنی گرافیت را	پایدار نمودن سختی در اثر انحلال جامد	1- اکسیژن زدای عمومی. 2- در فولادهای الکتریکی و منطقیسی. 3- افزایش مقاومت خوردگی. 4- افزایش مقاومت فولادهای کم آلیاژ.	
Ti	0.75% (1%, C=0.2%)	6%	اثر پیرسختی در مقادیر زیاد پیتانیم	اگر حل شونده سختی پذیری را بشدت افزایش میدهد کاربیدسازی آن اثر سختی پذیری را کم میکند	بر برگردن اثر شناخته شده 7/۲ پیتانیم فولادی ۱/۰/۵ کربن را غیر قابل سخت شدن میکند	مقارای سختی ثانویه	1- پایداری کربن در ذرات بی اثر. الف - کاهش سختی مارتنزیت و سختی پذیری در فولادهایی با کربن متوسط. ب - جلوگیری از تشکیل استیت در فولادهایی با کربن زیاد. ج - جلوگیری از تجمع کربن در فولادهای زنگ‌نزن در حرارت‌های طولانی.	
W	6% (11%, C=0.25%)	33%	اثر پیرسختی در مقادیر زیاد تنگستن	سختی پذیری را در مقادیر کم بشدت افزایش میدهد	قوی	پایدار نمودن سختی در اثر سختی ثانویه	1- تشکیل ذرات سخت و مقاوم به سایش در فولادهای ابزارای. 2- تثبیت سختی و مقاومت در دماهای زیاد.	
V	1% (4%, C=0.20%)	نامحدود	سختی متوسط در اثر حل شدن	اگر حل شونده سختی پذیری را بشدت افزایش میدهد	خیلی قوی (V<Ti or Nb)	حداکثر سختی ثانویه	1- افزایش دمای درشت شدن استیت. 2- افزایش سختی پذیری (در صورت حل شدن). 3- تثبیت سختی و مقاومت در دماهای زیاد و ایجاد سختی ثانویه در این دماها.	

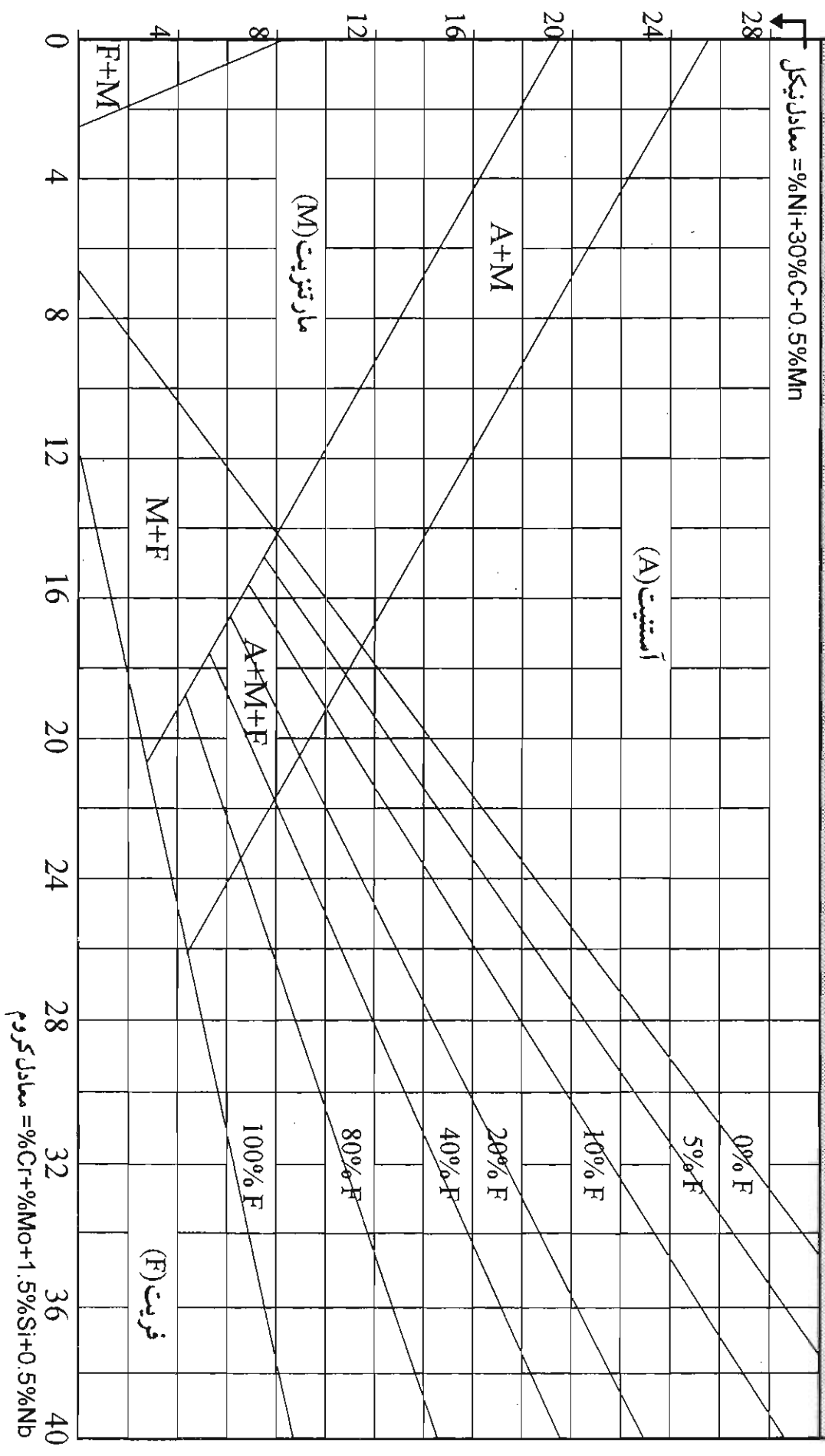
اثر نسی عناصر آلیاژی بر فولادها

خواص	Cr	Ni	Al	W	V	Mn	Si	Mn	S	P
تنش کششی (UTS)	H	H	-	H	H	H	H	H	-	H
تنش تسلیم (Y)	H	H	-	H	H	H	H	H	-	H
چقرمگی ضربه	L	-	L	-	H	H	L	-	L	L
مقاومت سایشی	H	L	-	H	H	H	L	L	-	-
کارپذیری گرم	L	H	L	L	H	H	L	H	L	-
کارپذیری سرد	-	-	-	L	-	L	L	L	L	L
قابلیت ماشینکاری	-	L	-	L	-	L	L	L	H	H
مقاومت خوردگی	H	-	-	-	H	-	-	-	L	-
دمای سخت گردانی	H	-	-	H	H	H	H	L	-	-
قابلیت سختی پذیری	H	H	-	H	H	H	H	H	-	-
قابلیت تیترواره شدن	H	-	H	H	H	H	L	H	-	L
قابلیت جوشکاری	H	L	H	-	H	L	-	L	L	L

H= زیاد میکند
L= کم میکند
-= بی تاثیر یا بی اثر

A

نمودار تعیین ساختار فولاد بر حسب ترکیب شیمیایی آن (SCHAEFFLER)



رابطه درصد کربن با خواص مکانیکی در فولادهای غیر آلیاژی

میزان حداقل کربن %		خواص		
فولاد آبداده شده	فولاد آبداده و برگشت داده شده	تنش تسلیم ksi	تنش کششی ksi	سختی Rc
0.10	0.13	100	120	27
0.13	0.15	120	140	32
0.15	0.22	140	160	37
0.20	0.27	160	180	40
0.26	0.34	180	200	44
0.32	0.40	200	220	48
0.37	0.46	220	240	51
0.45	0.56	230	260	55
0.51	0.70	250	280	57

رابطه درصد کربن و ریزساختار با سختی در فولادهای غیر آلیاژی

میزان کربن %	ریزساختار	سختی Vickers
0.2	فریت + سمانتیت کروی	100
	فریت + پرلیت	130
	مارتنزیت < 95%	540
0.4	فریت + سمانتیت کروی	120
	فریت + پرلیت	160
	مارتنزیت < 95%	750
0.6	فریت + سمانتیت کروی	140
	فریت + پرلیت	180
	مارتنزیت < 95%	870
0.8	فریت + سمانتیت کروی	150
	فریت + پرلیت	220
	مارتنزیت < 95%	920-950
1.0	فریت + سمانتیت کروی	160
	فریت + پرلیت	240
	مارتنزیت < 95%	950-1010
1.2	فریت + سمانتیت کروی	180
	فریت + پرلیت	250
	مارتنزیت < 95%	950-1050

A

عملیات حرارتی فولادهای فتر

شماره آلیاژ	دمای نرمالیزه* °C	دمای آبدادن* °C	دمای بازگشت °C
1095	860-885	800-830	455-565
6150	870-900	870-900	455-565
9260	870-900	870-900	455-565
5150	870-900	800-830	455-565
8650	870-900	870-900	455-565

* در صورت امکان دمای شکل دادن همان دمای نرمالیزه باشد.

* = آبدهی در روغن بادامی 45-60°C باشد.

عملیات حرارتی آستمپرینگ* فولادهای و خواص مکانیکی آن

	سختی HRC	تنش کششی ksi	ازدیاد طول %	مقاومت به ضربه ft-lb	تست خمشی
عملیات آبدهی و بازگشت عادی* - گرم کردن - قراردادن در حمام سرب (790°C, 5min) - سردکردن در روغن - بازگشت (340°C, 30min)	49.8	259	3.75	14.0	شکست در 45° بعلاز خم شدن
عملیات آستمپرینگ* - گرم کردن - قراردادن در حمام سرب (790°C, 5min) - قراردادن در حمام سرب-بیسموت (315°C, 20min) - سردکردن در هوا یا روغن	50.0	259	5.0	36.6	خم شدن تا زاویه 150° بدون شکست

* عملیات حرارتی برای بالا بردن مقاومت به ضربه و کم کردن تغییر فرم پلاستیک که شامل مراحل زیر می باشد:

گرم کردن تا بالای AC₃ + سردکردن تا بالای Ms ر نگهداری در این دما تا تبدیل استنیت به بینیت + سردکردن تادمای محیط .

* ترکیب فولاد مورد آزمایش : C=0.75% Mn=0.58% Si=0.146% P=0.042% S=0.040%

A

گروه بندی فولادهای ابزار (AISI STANDARD)		
گروه اصلی	نشانه گروه	نوع
سخت شونده با آب	W	
مقاوم به شوک	S	
کارسرد	O A D	سخت شونده در روغن سخت شونده در هوا-آلیاژ متوسط C و Cr زیاد
کارگرم	H	H10-H19 پایه کرم H20-H39 پایه تنگستن H40-H59 پایه مولیبدن
تندبیر	T M	پایه تنگستن پایه مولیبدن
کاربرد ویژه	F L P	پایه کربن و تنگستن کم آلیاژ فولاد قالب P1-P19 کم کربن P20-P39 انواع دیگر

خواص و کاربرد فولاد های ابزاری

شماره فولاد	خواص	کاربرد
H10	مقاومت مکانیکی و چقرمگی خوب - مقاومت عالی به نرم شدن	ریخته گری تحت فشار
H11	مقاومت مکانیکی عالی	قالبها
H12	مانند H11 با تنگستن ر وانادیم برای سختی پذیری بیشتر	قالبهای اکستروژن و فورج
H13	مانند H11 با وانادیم	قالبهای ریخته گری تحت فشار فلزات غیر آهنی
H14,H16	مانند H12 با تنگستن بیشتر برای سختی پذیری در هوا و روغن	قالبهای اکستروژن و فورج
H19	مانند H12 با تنگستن بیشتر، وانادیم و کبالت برای سختی پذیری در هوا و روغن	قالبهای اکستروژن و فورج
H20		
H21		قالبهای اکستروژن - سنبه - قالب برش
H22	مقاوم به نرمی بهتر از H21	
H23		ریخته گری تحت فشار آلیاژهای غیر آهنی - قالبهای اکستروژن
H24,H25	مقاومت تا ۵۹۰°C	تیغه های برش - قالبهای کار گرم
H26	ماکزیمم مقاومت و چقرمگی	
H41,H42,H43	فولادهای تندبر با کربن کم و مقاومت خوب به دمای بالا	
D1,D2		قالبهای فورج - چاقوها - سنبه ها ...
D3	مقاومت زیاد به سایش	قالبها - تیغه های برش - غلطکها
D4,D5	مقاومت زیاد به سایش - سختی پذیری در هوا	
D7	بهترین مقاومت به سایش - سختی پذیری در هوا	
A2		قالبها کار سرد - قالبهای برش
A4,A5	افزایش Mn برای کاهش تغییر شکل	
A6	چقرمگی عالی	
A9,A10		برای قالبهای اکستروژن و سکه زنی
O1-O2		کاربردهای عمومی - غلطکهای نورد - سنبه ها
O7	بهترین مقاومت به سایش	
S1	مقاوم به شوک ضربه ای	سنبه ها
S2	مقاوم به شوک ضربه ای به همراه عناصر تنگستن و سیلیسیم - مقاومت و چقرمگی بالا	
S5	مقاوم به شوک ضربه ای	تیغه های برش - تجهیزات بادی - پوسته ابزارهای کاربردی
P1-P6	فولاد قالب کم کربن برای کربوریزه کردن	
W1	فولاد سخت شونده با آب	مقارها - تیغه های برش - قالبهای پرسکاری
W2	مانند W1 به همراه عنصر وانادیم	

مقایسه خواص انواع فولادهای ابزارآزمایی

نوع فولاد	سختی کوبن		دمای بازگشت °C	سختی HRC	خواص									
	سختی	سختی			عمق	ضخامت	درمقیه	آبدهی	چقرنگی	سختی دردمای	سختی	مقاومت	قابلیت	مقاومت به
W1	760-840	B-W	150-345	50-65	پوریتته ای	1	2	3	1	2-3	5	5	5	
W2	760-840	B-W	150-345	50-65	پوریتته ای	1	2	3	1	2-3	5	5	5	
S1	900-980	O	200-650	40-58	متوسط	2	3	4	2	2	2	2	2-3	
S5	870-930	O	175-425	52-60	متوسط	2	3	5	2	2	2	2	1	
O1	790-820	O	150-260	57-62	متوسط	4	4	2	1	3	3	3	3	
A2	930-980	A	175-540	57-62	عمیق	5	5	2	2	4	2	2	2	
A4	820-870	A	175-425	54-62	عمیق	5	5	2	2	3	2-1	3-2	3-2	
D2	980-1080	A	200-540	54-61	عمیق	5	5	1	3	5	1	2	2	
D3	930-980	O	200-540	54-61	عمیق	3	3	1	3	5	1	2	2	
D4	970-1010	A	200-540	54-61	عمیق	5	5	1	3	5	1	2	2	
H11	990-1020	A	540-650	38-54	عمیق	4	5	3	3	2	2	2	2	
H19	1090-1200	A-O	540-700	40-59	عمیق	3	3	3	3	2	2	2	2	
H21	1090-1200	A-O	595-675	36-54	عمیق	3-2	3	3	3	2-3	2	2	2	
H23	1200-1280	A-O	650-815	30-47	عمیق	3-2	3	2	4	3	2	2	2	
H26	1180-1260	S-O-A	565-675	43-58	عمیق	3-2	3	2	4	3	2	2	2	
H41	1090-1190	S-O-A	565-650	50-60	عمیق	3-2	2	1	4	3	2	2	1	
T1	1260-1300	O-A-S	540-595	60-65	عمیق	3	3	1	4	4	2	2	3	
T4	1260-1300	O-A-S	540-595	62-66	عمیق	3	2	1	5	4	2	2	2	
T6	1270-1310	O-S-A	540-595	60-65	عمیق	3	2	1	5	4	2	2	1	
M1	1160-1220	O-S-A	540-595	60-65	عمیق	3	2	1	4	4	2	2	1	
M2	1190-1230	O-S-A	540-595	60-5-65	عمیق	3	2	1	4	4	2	2	2	
M6	1180-1200	O-S-A	540-595	61-66	عمیق	3	2	1	4	4	2	2	1	
M41	1190-1210	O-S-A	540-595	65-70	عمیق	3	2	1	4	4	2	2	1	
L2	840-920	O	175-540	45-63	متوسط	2	2	4	1	3	3	3	3	
L6	800-840	W-O	175-540	45-62	متوسط	3	3	4	1	3	2	2	3	
F2	790-870	W-B	150-260	62-66	پوریتته ای	1	1	1	1	4	2	2	3	
P2	830-840	O	150-260	58-64	پوریتته ای	3	3	3	1	2	2	2	3	
P20	820-870	O	485-595	28-37	پوریتته ای	3	3	3	1	2	3	3	3	

1=بند 2=خوب 3=خیلی خوب 4=بسیار خوب 5=عالی

مقایسه خواص انواع فولادهای ابزار (جدول ۲)

کار سرد										
خواص		C, Cr زیاد			الیاژ متوسط سخت شونده در هوا				سخت شونده در روغن	
		D2	D3	D4	A2	A4	A6	A7	O1	O2
خواص اصلی:	مقاومت سایشی	8	8	8	6	5	4	9	4	4
	چقرمگی	2	1	1	4	4	5	1	3	3
	گرماسختی	6	6	6	5	4	4	6	3	3
خواص فرعی:	سختی موقع کار	58-64			57-62	54-62	54-60	58-66	57-62	
	ارزش (1=کم)	3	3	3	1	1	1	3	1	1
خواص ساخت:	قابلیت ماشینکاری	3	2	2	8	6	6	1	8	8
	چتیار پیچ (بریل)	217-255			215	225	235	250	183-212	
کار گرم										
		نوع Cr			نوع W		نوع Mo			
		H11	H12	H13	H23		H42			
خواص اصلی:	مقاومت سایشی	3	3	3	5		6			
	چقرمگی	9	9	9	5		4			
	گرماسختی	6	6	6	8		7			
خواص فرعی:	سختی موقع کار	35-55	38-55	40-53	38-48		45-62			
	ارزش (1=کم)	1	1	1	4		6			
خواص ساخت:	قابلیت ماشینکاری	8	8	8	4		6			
	سختی بازپخت (بریل)	192-229			212-225		207-241			
تاندیم										
		نوع Mo				نوع W				
		M1	M2	M3-1	M3-2	T1				
خواص اصلی:	مقاومت سایشی	7	7	8	8	7				
	چقرمگی	3	3	3	3	3				
	گرماسختی	8	8	8	8	8				
خواص فرعی:	سختی موقع کار	63-65	63-65	63-66	63-66	63-65				
	ارزش (1=کم)	3	4	4	4	4				
خواص ساخت:	قابلیت ماشینکاری	6	5	4	4	5				
	سختی بازپخت (بریل)	207-235	221-241	223-255	223-255	217-255				

9=عالی 1=ضعیف

عملیات حرارتی مناسب برای کاهش تغییر شکل فولادهای ابزار

ترتیب عملیات	O2 → نوع فولاد	A2	D2	D3	M2
ماشینکاری خشن					
تخلش گیری	650°C	675°C	675°C	675°C	750°C
ماشینکاری نهایی					
*پیش گرم	650°C	600-700°C	600-700°C	600-700°C	730-840°C
گرم کردن	790-815°C	925-980°C	980-1065°C	980-1020°C	1100-1230°C
سرد کردن	Oil	Air	Air	Oil	Air-Oil
تخلش گیری	150°C	150°C	150°C	150°C	150°C
*پایدار کردن	----- -75 to -196°C -----				
بازگشت	----- چند مرحله بازگشت در 540 °C تا رسیدن به سختی مناسب -----				
سنگ زدن نهایی					
RC سختی	60-64	60-64	60-62	60-63	63-65

♣ = برای قطعات بزرگ

♠ = برای قطعات پیچیده

A

استاندارد و کاربرد فولادهای ابزار و ساختمانی تجاری

USA	POLDI	ROSHLING	THYSSEN TEW	ASSAB	BOHLER	DIN	German Standard	
T4	SPECIAL 5	GIGANT77	KOBALT2	-	S305	S18-1-2-5	1.3255	فولاد تندبر (خشکه هوایی)
-	-	GIGANT100	-	HSP15	S700	S10-4-3-10	1.3207	
M2	-	GIGANT M5	MO20	HSP41	S600	S6-5-2	1.3343	
-	-	-	SPECIALW5	-	W105	X30WCrV53	1.2567	فولاد ابزار گرمکار
H13	TL1	RDC 2V	E38V	8407	W302	X40CrMoV53	1.2344	
D3	2002	RCC	BORA12	XW10	K100 (SPK)	X210Cr12	1.2080	فولاد ابزار سردکار
D6	2002 SP.	RCC EXTRA	BORA	XW5	K107 (SPK-R)	X210CrW12	1.2436	
O1	STABIL K	RUS3	VERESA V	DF2	K460(AMUTIT S)	100MnCrW4	1.2510	
L2	-	RTS	CVI EXTRA	-	K510(CV)	115CrV3	1.2210	
C1045	T5W EX.	T5	W85	760	K960(MS60)	C60W	1.1740	فولاد ابزار کربلی
3215	BEYG CE2	RECN	E22Z	7210	E220(ECN200)	18CrNi8	1.5920	فولاد سماتنه
5115	CE2	EC80	ECM	-	-	16MnCr5	1.7131	
P20	-	MFRS	CMSK	718	M210(K456)	40CrMnMoS86	1.2312	فولاد پلاستیک
-	-	MONIX	D22S	-	V145(VCN200)	30CrNiMo8	1.6580	فولاد ساختمانی
4337	BOZ	MONIX15	D15S	705	V155(VCN150)	34CrNiMo6	1.6582	
4140	CM5	M040	BSH	709	V320(VCL140)	42CrMo4	1.7225	
-	-	-	-	-	V960(EHH)	CK60	1.1221	
-	-	-	-	-	-	CK45	1.1191	
-	-	-	-	-	-	CK35	1.1181	
-	-	-	-	-	-	ST60-2	1.0060	
-	AKC	NH22	TERMAX11A	-	H525(FFB)	X15CrNiSi2520	1.4841	فولاد نسوز
-	AK2S	RNO	TERMOX1021	-	N320(RW20)	X20Cr13	1.4021	فولاد زنگنزن
-	AKV T-8	-	-	-	A500(AS-2W)	X5CrNi189	1.4301	
-	AKV EX.	ANOXIN4P	REMANIT4401	-	A120(AS-4W)	X5CrNiMo1810	1.4401	
-	-	-	-	-	F550(CRB)	50CrV4	1.8159	تسمه فبری

A

کاربردها

A

فولادهایی مناسب برای ساخت ابزارهای مختلف مانند فرز- قلم تراش و سایر ابزار مخصوص برای کار بر روی فولاد، چدن و مواد سخت دیگر بکار برده میشود.

جهت ساخت انواع ابزار رقلاب گرمکار در حرارت زیاد آهن و فولاد و سایر فلزات گداخته و قالبهای تزریقی تحت فشار فلزات رنگین بکار برده میشود.

جهت ساخت انواع ابزار گرمکار مانند سنبه ماتریس و قالبهای تزریقی سبک مانند آلومینیوم و قالبهای تزریقی تحت فشار بکار برده میشود.

فولادی با کربن و کرم بالا که بعد از آبکاری تا مغز قطعه سخت شده و تغییر فرم نمیدهد برای ساخت تیغه های برش چوب و پروفیل، قالبهای سرامیک، کاشی، چینی، غلطک نورد پروفیل سنبه ماتریسهای برشی و کششی.

فولادی که بعد از آبکاری تغییر فرم نمیدهد، جهت ساخت تیغه های برش و سنبه ماتریسهای برشی و کششی بکار برده میشود.

فولادی که بعد از آبکاری تغییر فرم نمیدهد، دارای قدرت برش و مقاومت اصطکاکی بسیار خوب جهت ساخت فرز، فلاویز، قالبهای باکلیت و ملامین و قالبهای برش و کشش و غلطکهای نورد پروفیل و زرگری.

فولادی نقره‌ای سنگ زده شده با تورلانس DIN175 مناسب برای ساخت انواع سنبه، پین، مته، برقر، فلاویز، ابزارحکاکی بکار برده میشود.

فولادی کربن جهت ساخت ابزارهای ارزان قیمت و نه چندان دقیق از جمله چاقو، قلم، چکش، سندان، شافت کربن، همچنین تقویت پشت بند قالبها میباشد.

فولادی که بعد از سمانتاسیون سطح آن ۶۲-۶۴ راکول سخت میشود، جهت ساخت و چرخ دنده، میل هزارخار، دنده دیفرانسیل ماشینهای سنگین (درجه حرارت سمانتاسیون در نمک ۹۳۰-۹۰۰ و در ذغال ۹۰۰-۸۷۰)

فولادی که بعد از سمانتاسیون دارای مقاومت سایشی خوب است، جهت ساخت انواع مارپیچهای فهران، چرخ دنده و قطعات سایشی بکار برده میشود.

فولادی با براده برداری و پولیش عالی که بعد از ماشینکاری احتیاج به آبکاری ندارد و سطح آنرا میتوان براحتی با کرم سخت یا نیکل پوشاند، جهت ساخت قالبهای پلاستیک.

فولادبست سخت که در کارخانه آبکاری شده و دارای قدرت کششی زیاد و بعلت یکنواختی سختی تا مغز آن دارای قابلیت ارتجاعی و تحمل فشار خوبی است و جهت ساخت میل لنگ و پلوس بکار میرود.

فولادبست سخت که در کارخانه آبکاری شده و دارای قدرت کششی زیاد و بعلت یکنواختی سختی تا مغز آن دارای قابلیت ارتجاعی و تحمل فشار خوبی است و جهت ساخت میل لنگ و پلوس بکار میرود.

فولادبست که در کارخانه آبکاری و برگشت داده شده است و در مقابل خمش و پیچش بخوبی مقاومت میکند و جهت ساخت وسایل یدکی اتومبیل، میل لنگ، شاتون، پیچهای مقاوم بکار میرود.

فولادبست که جهت ساخت قطعات مقاوم در مقابل سایش مثل بدنه ماشین آلات، پره های آسیاب، سرندهای سنگ شکن بخصوص در کارخانجات آجرو سیمان کاربرد دارد.

فولادبست که جهت ساخت قطعات مقاوم در مقابل مایش و حورارت در کارخانجات آجر و سیمان و ساخت قطعات یدکی ماشین آلات بکار میرود.

فولاد ترانسیمیسیون سرد کشیده و سنگ زده شده برای ساخت میله های چکهای هیدرولیک، شافت های چاه عمیق و... کاربرد دارد.

فولاد ترانسیمیسیون سرد کشیده و سنگ زده شده برای ساخت میله های چکهای هیدرولیک، شافت های چاه عمیق و... کاربرد دارد.

فولاد نسوز تا دمای ۱۲۰۰ و مناسب کاردر گازهای اکسیژن و ازت دار جهت ساخت کلیه ظروف کارگاه عملیات حرارتی و قطعات داخل کوره و قالب شیشه-کاربرداین فولاد در دمای ۹۰۰-۶۵۰ چندان مناسب نیست

فولاد نیمه سخت شده برای ساخت قسمتهایی که با آب و بخار در تماس میباشند مانند لوازم جراحی که عمل برش را انجام نمیدهند.

فولاد زنگ نزن مقاوم در مقابل مواد اسیدی و قلیایی که پس از جوشکاری احتیاج به عملیات حرارتی ندارد و در صنایع روغن، قند، آب میوه، آرایشی، رنگ، چرم و لوازم آشپزخانه کاربرد دارد.

فولاد زنگ نزن مقاوم در مقابل مواد اسیدی و قلیایی که به علت وجود مولیبدن خواص بهتری از فولاد داشته و مقاومت بهتری را عرضه میکند کاربردهای آن مانند موارد بالا است.

فولادی سخت و برگشت داده شده برای ساخت انواع فنرهای تخت و لول که تا دمای ۳۰۰ نیز میتوان آنها را بکار برد.

انتخاب فولادهای ابزارآزاری تجاری بر حسب کاربرد آن

نوع فولاد (درست ASSAB)	کاربرد	
DF2-XW10-XW5-XW41-HSP41 DF2-XW10-M4-HSP41 M4	<p>۱- تیغه‌های گیوتیتهای سبک برش ورق تا ضخامت ۲ mm</p> <p>۲- تیغه‌های گیوتیتهای سبک برش ورق ضخامت ۲ mm الی ۶ mm</p> <p>۳- تیغه‌های گیوتیتهای سبک برش ورق تا ضخامت ۶ mm</p>	تیغه‌های گیوتیتهای
DF2-XW10-XW5-XW41-HSP41 DF2-XW10-M4 M4 XW5-HSP41 XW5-HSP41 DF2-M4-XW10-XW41	<p>۱- ورقهای تازک تا ضخامت ۲ mm و همچنین قطعات با طرح پیچیده</p> <p>۲- ورقهای متوسط با ضخامت ۲ mm الی ۶ mm</p> <p>۳- ورقهای با ضخامت بیش از ۶ mm</p> <p>۴- ورقهای سیلیس دار هست های ترانسفورمر</p> <p>۵- قالیهای کاره زنی (TRIM)</p>	سوراخکاری و پریشکاری با قالب
718-760 DF2-XW10-M4-K100	<p>۱- خم پیچیده</p> <p>۲- خم ساده</p>	قالبهای خم
718-760 DF2-WX10-XW5 XW10-XW5-XW41-DF2 718 718-DF2-760	<p>- زیرسپه</p> <p>- ستبه</p> <p>- ماتریس</p> <p>- زیرماتریس</p> <p>- بیرون انداز</p>	قالبهای تولید پروفیل ساده

نوع فولاد (سرب ASSAB)	کاربرد	
K100-K95X-DF1 M4-HWT19	۱- طرح ساده و گل کم عمق ۲- طرح پیچیده و گل عمیق	فایده‌های چنگال
K100 HSP41-XW5-XW41-XW10-705	۱- غلاف قالب ۲- قالب اصلی	فایده‌های پیچ و مهره و میخ (سرد)
HSP41-XW5-XW41-XW10 DF2-K95X-K100		فایده‌های پیچ (سرد) فایده‌های ضرب سکه نورد و غلطک برای ساخت لوله و پروفیل
XW41-XW10-DF2-DF1		گیره‌ها
705-718-760		
HSP41-HSP41-HSP14-HSP15 HSP42-HSP41 HSP41-HSP42-DF1-XW10	۱- فرز دندان دار ۲- منته ۳- حدیده و فلارینز	انواع فرز و ابزار
M2-M4 -K80-K100 K100-K95X	۱- قلمها ۲- سنبه مخروط و مارک	مغزقوه

نوع فولاد (دری ASSAB)	کاربرد	
718-DF2-XW10 718-8407-760-M14 8416-8407-M14-XW10	۱- مواد ترموپلاستیک و فایبرهای کربنیک ۲- مواد ترموپلاستیک و فایبرهای بزرگ ۱- مواد ترموسست	فایبرهای پلاستیک
HWT11-8407 8407-M14-M23	۱- آلیاژهای مس ۲- آلیاژهای آلومینیوم و منیزیم	فایبرهای ریخته گری
HWT11-8407-M23-HWT19	روش آهنگری (فورج)	فایبرهای بیچ و مهره و سوپاپ و... (گرم)
8407-HWT1 HWT19-M23-M14-8407	۱- سنبه ۲- ماتریس	فایبرهای پرس آهنگری (گرم)
8407 8407-M23-HWT19 HWT11-8407	ماتریس ۱- آلیاژهای آلومینیوم نگهدارنده ۲- آلیاژهای مس : ماتریس و ماندول	فایبرهای اکستروژن

خواص فولادهای ابزار سرد کار تجاری

نوع فولاد	خواص																	
	سختی	چقرمگی	سختی پذیری در صدم	پایداری ابعاد میلادز آبدی	تنش تسلیم MPa در سطحهای مختلف (اکورس)					تنش کشش MPa در سطحهای مختلف (اکورس)								
					62 Rc	60 Rc	55 Rc	50 Rc	45 Rc	62 Rc	60 Rc	55 Rc	50 Rc	45 Rc				
M4	2	8	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K100	3	9	2	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HSP41	8	3	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DF2 (Arnutt S)	4	5	5	4	230	225	210	175	130	310	300	250	210	175				
XW5 (SPKR)	9	2	8	2	225	215	190	165	135	325	310	275	240	200				
XW10 (SPK)	5	6	9	2	230	225	210	175	130	310	300	250	210	175				
XW41	7	4	7	3	235	230	215	180	135	315	305	270	230	195				

1= ضمیمه

9= عالی

کاربرد انواع ابزارهای تنگستن کارباید

میزان کسبالت	کاربرد	خواص
7		
4.5	کشش سیم برای مس و آلیاژهای آن	مقاومت ضربه کم
6	ماتریسهای کشش سیم قطعات (pad) ضدسایش قاللهای ironing	
7.9	ماتریسهای کشش سیم و لوله	
10	ماتریسهای کشش عمیق ماتریسهای پرسکاری (press tools) ماتریسهای اکستروژن چندحفره ای ابزارهای اکستروژن ضربه ای	قطعات کوچک
11	پانچهای اکستروژن سرد ابزارهای سوراخکاری ورقهای ضخیم	مقاومت به سایش مقاومت به ضربه
13	لبه و سر پانچها پانچهای پرسکاری (press tools) پانچهای اکستروژن ضربه ای پانچهای کشش ابزارهای سوراخکاری ورقهای نازک	مقاومت ضربه متوسط
15	لبه و سر پانچها و ماتریسها ماتریسهای برش و چاقوها ماتریسهای شکل دار (shaped bore) پانچهای سوراخکاری	
20	ماتریسهای Swaging لبه و سر پانچها و ماتریسها	مقاومت ضربه زیاد
25	لبه و سر ماتریسها	

A

ترکیب شیمیایی، خواص و کاربرد فولادهای زنگ نزن و مقاوم به حرارت

شماره	ترکیب شیمیایی					خواص و کاربردها	
	C(max)	Min(max)	Si(max)	Cr	Ni		Other
201	0.15	5.50-7.50	1.00	16.00-18.00	3.50-5.50	N<0.25	مانند ۳۰۱ اما با نیکل کمتر میباشند که بجای آن منگنز اضافه گردیده است. دارای سرعت کارسختی بالا.
202	0.15	7.50-10.00	1.00	17.00-19.00	4.00-6.00	N<0.25	مانند ۳۰۲ اما با نیکل کمتر میباشند که بجای آن منگنز اضافه گردیده است. کاربرد: کاربردهای عمومی.
301	0.15	2.00	1.00	16.00-18.00	6.00-8.00		کاهش نیکل و کروم باعث افزایش کارسختی گردیده است. کاربرد: در مواردی که استحکام و داکتیلیته بالا لازم باشد - اجزاء سازه های هواپیمايي - Railroad cars - Trailer bodies .
302	0.15	2.00	1.00	17.00-19.00	8.00-10.00		سرورده این گروه. کاربرد: تجهیزات مواد غذایی - آنها - فنرها - تجهیزات آرنشیتکچر - لوازم آشپزئی. مقاومت پوسته شدن بهتر از ۳۰۲ به علت وجود سیلیسیم.
302B	0.15	2.00	3.00	17.00-19.00	8.00-10.00		کاربرد: تجهیزات کوره - المنتهای حرارتی - Still liners .
303	0.15	2.00	1.00	17.00-19.00	8.00-10.00	S>0.15	قابلیت ماشینکاری بهتر از ۳۰۲ به علت وجود گوگرد. کاربرد: پیچ تراشی - فنرها - شیرها.
303Se	0.15	2.00	1.00	17.00-19.00	8.00-10.00	Se>0.15	قابلیت ماشینکاری بهتر از ۳۰۲ به علت وجود سلنیوم. کاربرد: قطعات کوچک و قطعاتی که کار سرد و گله زنی سرد بر روی آنها اعمال میشود.
304	0.08	2.00	1.00	18.00-20.00	8.00-10.50		مانند ۳۰۲ اما با کربن کمتر میباشند تا کاربیدهای رسیوسی در حین جوشکاری کم گردند. کاربرد: تجهیزات شیمیایی و غذایی - Recording Wire .
304L	0.03	2.00	1.00	18.00-20.00	8.00-12.00		مانند ۳۰۴ اما با کربن خیلی کمتری تا کاربیدهای رسیوسی در حین جوشکاری کمتر گردند.
305	0.12	2.00	1.00	17.00-19.00	10.50-13.00		نیکل زیاد برای کاهش سرعت کارسختی. کاربرد: کفش های سخت و عمیق - فرم دهی چرخشی (Spin forming).

استیلینسی

شماره آلیز	ترکیب شیمیایی					خواص و کاربردها
	C (max)	Mn (max)	Si (max)	Cr	Ni		Other
308	0.08	2.00	1.00	19.00-21.00	10.00-12.00	نیکل و کروم زیاد برای افزایش مقاومت خوردگی و حرارتی. کاربرد: فیلتر جوشکاری برای جریان عناصر آلیاژی فلز پایه در جوشکاری.
309	0.20	2.00	1.00	22.00-24.00	12.00-24.00	مانند ۳۰۸ با نیکل و کروم بیشتر و مقاومت خوردگی و پوسته شدن بالاتر. کاربرد: قطعات کوره ها - تجهیزات عملیات حرارتی.
309S	0.08	2.00	1.00	22.00-24.00	12.00-15.00	مانند ۳۰۹ با کربن کمتر برای کم کردن تشکیل کاربیدها در جوشکاری.
310	0.25	2.00	1.50	24.00-26.00	19.00-22.00	مانند ۳۰۹ با نیکل و کروم بالاتر کاربرد: مبدل‌های حرارتی - قطعات کوره - محافظ‌های احتراق - فیلترهای جوشکاری.
310S	0.08	2.00	1.50	24.00-26.00	19.00-22.00	مانند ۳۱۰ با کربن کمتر برای کم کردن تشکیل کاربیدها در جوشکاری.
314	0.25	2.00	3.00	23.00-26.00	19.00-22.00	مانند ۳۱۰ سیلیسیم بیشتر برای افزایش مقاومت پوسته شدن در دمای بالا و کار در دمای بالاتر.
316	0.08	2.00	1.00	16.00-18.00	10.00-14.00	مقاومت خوردگی بیشتر از ۳۰۲ و ۳۰۴ بدلیل مولیبدن بیشتر دارای مقاومت خزشی زیاد. کاربرد: تجهیزات شیمیایی و غذایی - تجهیزات عکاسی.
316L	0.03	2.00	1.00	16.00-18.00	10.00-14.00	مانند ۳۱۶ با کربن کمتر برای کم کردن تشکیل کاربیدها در جوشکاری.
317	0.08	2.00	1.00	18.00-20.00	11.00-15.00	مانند ۳۱۶ با نیکل بیشتر از ۳۱۶ و ۳۱۶L بدلیل مولیبدن بیشتر. مقاومت خوردگی و خزشی بیشتر از ۳۱۶ و ۳۱۶L بدلیل مولیبدن بیشتر.
321	0.08	2.00	1.00	17.00-19.00	09.00-12.00	دارای تیتانیوم برای جلوگیری از تشکیل کاربیدها طی جوشکاری دارای مقاومت خیلی زیاد در ۴۰۰-۸۷۰°C. کاربرد: مانیفولد اکروز هواپیما - پوسته بویلرها تجهیزات مختلف پروپانها.
347	0.08	2.00	1.00	17.00-19.00	09.00-12.00	مانند ۳۲۱ با تانتالم و یا تانتالم حذف کاربیدها در جوشکاری.
348	0.08	2.00	1.00	17.00-19.00	09.00-13.00	مانند ۳۲۷ با تانتالم کنترل شده. کاربرد: تجهیزات هسته ای.

شماره	ترکیب شیمیایی						خواص و کاربردها
	C(max)	Mn(max)	Si(max)	Cr	Ni	Other	
403	0.15	1.00	1.00	11.50-13.00	-		مشابه ۴۱۰ کاربرد: آلیاژ مناسب برای پره توربینهای بخار و قطعات تحت تنش زیاد.
410	0.15	1.00	1.00	11.50-13.50	-		سردسته این گروه- قابل عملیات حرارتی. کاربرد: کاربردهای عمومی- قطعات ماشین آلات - تحت بیجهت.
414	0.15	1.00	1.00	11.50-13.50	1.25-2.50		نیکل بیشتر برای افزایش سختی پذیری و مقاومت خوردگی. کاربرد: فنرها- غلطکهای بازگشت داده شده - قطعات ماشین آلات.
416	0.15	1.25	1.00	12.00-14.00	-	S>0.15	مشابه ۴۱۰ با قابلیت ماشینکاری بیشتر به علت وجود کربن. کاربرد: قطعات بزرگ.
416Se	0.15	1.25	1.00	12.00-14.00	-	Se>0.15	مشابه ۴۱۰ با قابلیت ماشینکاری بیشتر به علت وجود سelenیم. کاربرد: قطعات کوچک و قطعاتی که کار سرد و کله زنی سرد بر روی آنها اعمال میشود.
420	>0.15	1.00	1.00	12.00-14.00	-		مشابه ۴۱۰ با سختی و مقاومت سایشی بیشتر به علت کربن بالاتر. کاربرد: تیغ و تجهیزات پزشکی- شیرها.
420F	>0.15	10.25	1.00	12.00-14.00	-	S>0.15	مقاومت مکانیکی و خوردگی زیاد به علت کربن بالا. کاربرد: Aircraft fittings , Heater bars , Paper machinery parts bolts.
431	0.20	1.00	1.00	15.00-17.00	1.25-2.50		کربن کمتر از ۴۳۰B برای چقرمگی بیشتر- دارای مقاومت خوردگی خوب. دارای سختی بالاتر از آلیاژ ۴۳۰. کاربرد: تیغهای برش- شیرها.
440A	0.60-0.75	1.00	1.00	16.00-18.00	-	Mo<0.75	کربن کمتر از ۴۴۰C برای چقرمگی بیشتر. کاربرد: تیغهای برش ظریف- شیرها.
440B	0.75-0.95	1.00	1.00	16.00-18.00	-	Mo<0.75	دارای بیشترین کربن در فولادهای زنگ نزن. کاربرد: Races و Bearings و Balls.
440C	0.95-1.20	1.00	1.00	16.00-18.00	-	Mo<0.75	
501	>0.1	1.00	1.00	4.00-6.00	-	Mo=0.40-0.65	

ماتریسهای

شماره	ترکیب شیمیایی					خواص و کاربردها
	C(max)	Min(max)	Si(max)	Cr	Ni		Other
405	0.08	1.00	1.00	11.50-16.00		Al=0.10-0.30 حارای آلومینیم برای افزایش خواص جوشکاری.
429	0.12	1.00	1.00	14.00-16.00		سردسته این گروه - غیر قابل عملیات حرارتی.
430	0.12	1.00	1.00	16.00-18.00		کاربرد: تانک اسپرینتریک - سیدهای بازیخت - قطعات دکوری.
430F	0.12	1.25	1.00	16.00-18.00	S>0.15	مشابه ۴۳۰ با قابلیت ماشینکاری خوب به علت وجود گوگرد. کاربرد: تیغ تراشی.
430F(Se)	0.12	1.25	1.00	16.00-18.00	Se>0.15	مشابه ۴۳۰ با قابلیت ماشینکاری خوب به علت وجود گوگرد. کاربرد: قطعات کوچک و قطعاتی که کار سرد و کله زنی سرد بر روی آنها اعمال میشود.
434	0.12	1.00	1.00	16.00-18.00	Mo=0.75-1.25	
436	0.12	1.00	1.00	16.00-18.00	Mo=0.75-1.25, 5C%<Nb-Ta<0.7	
442	0.20	1.00	1.00	18.00-23.00		الزایش کروم برای بالا بردن مقاومت خوردگی و پورسته شدن. کاربرد: قطعات کوره ها - نازلها - محفظه های احتراق.
446	0.20	1.50	1.00	23.00-27.00	N<0.25	کروم بیشتر از ۴۴۲ برای بالا بردن مقاومت خوردگی و پورسته شدن در دمای بالاتر.
502	0.10	1.00	1.00	4.00-6.00	Mo=0.40-0.65	کاربرد: کاربنترایب در دمای بالا و پایین - کار در آتمسفرهای حارای گوگرد.

فهرستی

خواص مکانیکی فولادهای زنگ نزن و مقاوم به حرارت

شماره آلایز	نمونه تست شده	عملیات حرارتی یا مکانیکی	تنش کششی MPa	تنش تسلیم MPa	ازدیاد طول %	سختی Rockwell
اوستنیسی						
201	ورق	بازپخت شده	793	379	55	R _B =90
	ورق	سخت ۱/۴	862*	517*	20*	R _C =25
	ورق	سخت ۱/۲	1034*	758*	10*	R _C =32
	ورق	سخت ۳/۴	1207*	931*	5*	R _C =37
	ورق	کاملاً سخت	1276*	966*	4*	R _C =41
202	ورق	بازپخت شده	724	379	55	R _B =90
	ورق	سخت ۱/۴	862*	517*	12*	R _C =27
301	ورق	بازپخت شده	758	276	60	R _B =85
	ورق	سخت ۱/۴	862*	517*	25*	R _C =25
	ورق	سخت ۱/۲	1034*	758*	15*	R _C =32
	ورق	سخت ۳/۴	1207*	931*	12*	R _C =37
	ورق	کاملاً سخت	1276*	966*	8*	R _C =41
302	ورق	بازپخت شده	621	276	50	R _B =85
	ورق	سخت ۱/۴	862*	517*	15*	R _C =25
	میله، سیم	کشش سرد شده	2314	-	-	-
302B	ورق	بازپخت شده	655	276	55	R _B =85
303,303Se	میله	بازپخت شده	621	241	50	R _B =76
304	میله	بازپخت شده	586	241	60	R _B =80
304L	صفحه	بازپخت شده	545	228	60	R _B =79
305	ورق	بازپخت شده	586	262	50	R _B =82
308	ورق	بازپخت شده	586	241	50	R _B =80
309,309S	ورق	بازپخت شده	621	310	45	R _B =85
310,310S	ورق	بازپخت شده	655	310	45	R _B =85
314	میله، صفحه	بازپخت شده	689	345	45	R _B =87
316	میله، سیم	بازپخت شده	552	207	60	R _B =78
		کشش سرد شده	2413	-	-	-
316L	ورق	بازپخت شده	558	290	50	R _B =79
317	میله، صفحه	بازپخت شده	586	276	50	R _B =84
321	میله، صفحه	بازپخت شده	586	207	55	R _B =85
347,348	میله، صفحه	بازپخت شده	621	241	50	R _B =84
مارتنزیتیسی						
403,410,416,416Se	میله	بازپخت شده	517	276	30	R _B =82
		سخت شده در 980 °C	-	-	-	R _C =43
		سخت شده و بازگشت شده در:				
		205 °C	1310	1000	15	R _C =41
		315 °C	1241	966	15	R _C =39
		425 °C	1344	1034	17	R _C =41
		540 °C	1000	793	20	R _C =31
		650 °C	7580	586	23	R _B =97
		760 °C	6216	414	30	R _B =89

A

شماره آلیاژ	نمونه تست شده	عملیات حرارتی یا مکانیکی	تنش کششی MPa	تنش تسلیم MPa	ازدیاد طول %	سختی Rockwell		
414	میله	بازپخت شده	517	276	30	R _C =22		
		سخت شده در 980°C	-	-	-	R _C =44		
		سخت شده و بازگشت شده در:						
		205 °C	1379	1034	15	R _C =43		
		315 °C	1310	1000	15	R _C =41		
		425 °C	1379	1034	16	R _C =43		
420,420F	میله	بازپخت شده	655	345	25	R _B =92		
		سخت شده در 1040°C	-	-	-	R _C =54		
		سخت شده و بازگشت شده در:						
		315 °C	1586	1344	85	R _C =50		
		431	میله	بازپخت شده	862	655	20	R _C =24
				سخت شده در 1040°C	-	-	-	R _C =45
سخت شده و بازگشت شده در:								
205 °C	1413			1069	15	R _C =43		
315 °C	1344			1034	15	R _C =41		
425 °C	1413			1069	15	R _C =43		
440A	میله	بازپخت شده	724	414	20	R _B =95		
		سخت شده در 1040°C	-	-	-	R _C =56		
		سخت شده و بازگشت شده در:						
		315 °C	1931	1861	3	R _C =55		
		440B	میله	بازپخت شده	738	427	18	R _B =96
				سخت شده در 1040°C	-	-	-	R _C =58
سخت شده و بازگشت شده در:								
315 °C	1931			1862	3	R _C =55		
440C	میله			بازپخت شده	758	448	13	R _B =97
				سخت شده در 1040°C	-	-	-	R _C =60
		سخت شده و بازگشت شده در:						
		315 °C	1965	1896	2	R _C =57		
		501	میله	بازپخت شده	483	207	28	R _B =84
		فهرستی						
405	میله	بازپخت شده	483	276	30	R _B =80		
429	صفحه	بازپخت شده	483	276	30	R _B =83		
430	صفحه	بازپخت شده	517	276	30	R _B =82		
430F,430F(Se)	میله	بازپخت شده	552	379	25	R _B =87		
434	ورق	بازپخت شده	531	365	23	R _B =83		
436	ورق	بازپخت شده	531	365	23	R _B =83		
442	میله	بازپخت شده	552	310	20	R _B =90		
446	میله	بازپخت شده	552	345	25	R _B =87		
502	میله	بازپخت شده	483	207	30	R _B =80		

* = حداقل.

* = بسته به اندازه مقطع و میزان کاهش آن متفاوت می باشد.

حداکثر دمای مجاز برای فولادهای مقاوم به حرارت

شماره آلیاژ	حداکثر دمای کار °C
1015	530
502	620
416	650
403-405-410-414	700
430F	800
430-431	850
302-303-304-316-317-321-347-348	870
62Ni-15Cr	925
302B-308-442	1000
309-310-314-329-446	1100
80Ni-20Cr	1150
79Ni-13Cr (Inconel)	1090
48Ni-28Cr-5W (NA22H)	1200
25Cr-3Co-5Al (Kanthal)	1370
37Cr-7.5Al (Alloy10)	1370

A

استاندارد آلیاژهای آلومینیوم

شماره استاندارد	نوع	عنصر آلیاژی اصلی	خواص و کاربرد گروه
گروه کاربردها			
1XXX	غیرقابل عملیات حرارتی	خلوص بالا	خواص خوردگی، هدایت حرارتی و الکتریکی خوب کاربرد: صنایع الکتریکی و شیمیایی
2XXX	قابل عملیات حرارتی	Cu	مقاومت مکانیکی بالا
3XXX	غیرقابل عملیات حرارتی	Mn	مقاومت مکانیکی متوسط کاربرد: عمومی
4XXX	غیرقابل عملیات حرارتی	Si	نقطه ذوب کم کاربرد: لحیمکاری و بریزینگ
5XXX	غیرقابل عملیات حرارتی	Mg	خواص جوش پذیری و بریزینگ خوب خواص خوردگی خوب نسبت به آب دریا
6XXX	قابل عملیات حرارتی	Mg+Si	مقاومت مکانیکی متوسط - کارپذیری خوب
7XXX	قابل عملیات حرارتی	Zn	مقاومت مکانیکی خیلی زیاد کاربرد: عمومی - صنایع هوایی
8XXX	-	عناصر دیگر	
گروه ریخته گری			
1xx.x		-	
2xx.x		Cu (1-4%)	
3xx.x		Si+Cu, Mg	
4xx.x		Si (5-12%)	
5xx.x		Mg (0.3-1%)	
6xx.x		-	
7xx.x		Zn	
8xx.x		Sn	
9xx.x		عناصر دیگر	

ترکیب شیمیایی آلیاژهای آلومینیوم

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti
1050	0.25	0.4	0.05	0.05	0.05			0.05	0.03
1060	0.25	0.35	0.05	0.03	0.03			0.05	0.03
1100	0.095 Fe+Si		0.05-0.2	0.05				0.1	
1145	0.095 Fe+Si		0.05	0.05	0.05			0.05	0.02
1175	0.095 Fe+Si		0.1	0.02	0.02			0.04	0.02
1200	0.095 Fe+Si		0.05	0.05				0.03	0.03
1230	0.095 Fe+Si		0.1	0.05	0.05			0.1	0.03
1235	0.095 Fe+Si		0.05	0.05	0.05			0.1	0.06
1345	0.03	0.4	0.1	0.05	0.05			0.05	0.03
1350 ⁽¹⁾	0.1	0.4	0.05	0.01		0.01		0.05	
2011 ⁽²⁾	0.4	0.7	5-6					0.3	
2014	0.5-1.2	0.7	3.9-5	0.4-1.2	0.2-1.2	0.1		0.25	0.15
2017	0.2-0.8	0.7	3.5-4.5	0.4-1	0.4-0.8	0.1		0.25	0.15
2018	0.9	1	3.5-4.5	0.2	0.45-0.9	0.1	1.7-2.3	0.25	
2024	0.5	0.5	3.8-4.9	0.3-4.9	1.2-1.8	0.1		0.25	0.15
2025	0.5-1.2	1	3.9-5	0.4-1.2	0.05	0.1		0.25	0.15
2036	0.5	0.5	2.2-3	0.1-0.4	0.3-0.6	0.1		0.25	0.15
2117	0.8	0.7	2.2-3	0.2	0.2-0.5	0.1		0.25	
2124	0.2	0.3	3.8-4.9	0.3-0.9	1.2-1.8	0.1		0.25	0.15
2218	0.9	1	3.5-4.5	0.2	1.2-1.8	0.1	1.7-2.3	0.25	
2219 ⁽³⁾	0.2	0.3	5.8-6.8	0.2-0.4	0.02			0.1	0.02-0.1
2319 ⁽³⁾	0.2	0.3	5.8-6.8	0.2-0.4	0.02			0.1	0.1-0.2
2618	0.1-0.25	0.9-1.3	1.9-2.7		1.3-1.8		0.9-1.2	0.1	0.04-0.1
3003	0.6	0.7	0.05-1.3	1-1.5				0.1	
3004	0.3	0.7	0.25	1-1.5	0.8-1.3			0.25	
3005	0.6	0.7	0.3	1-1.5	0.2-0.6	0.1		0.25	0.1
3105	0.6	0.7	0.3	0.3-0.8	0.2-0.8	0.2		0.4	0.1
4032	11-13.5	1	0.5-1.3		0.8-1.3	0.1	0.5-1.3	0.25	
4043	4.5-6	0.8	0.3	0.05	0.05			0.1	0.2

A

A

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti
4045	9-11	0.8	0.3	0.05	0.05			0.1	0.2
4047	11-13	0.8	0.3	0.15	0.1			0.2	
4145	9.3-10.7	0.8	3.3-4.7	0.15	0.15	0.15		0.2	
4345	6.8-8.2	0.8	0.25	0.1				0.2	
4643	3.6-4.6	0.8	0.1	0.05	0.1-0.3			0.1	0.15
5005	0.3	0.7	0.2	0.2	0.5-1.1	0.1		0.25	
5050	0.4	0.7	0.2	0.1	1.1-1.8	0.1		0.25	
5052	0.25	0.4	0.1	0.1	2.2-2.8	0.15-0.35		0.1	
5056	0.3	0.4	0.1	0.05-0.2	4.5-5.6	0.05-0.2		0.1	
5083	0.4	0.4	0.1	0.4-0.1	4-4.9	0.05-0.25		0.25	0.15
5086	0.4	0.5	0.1	0.2-0.7	3.5-4.5	0.05-0.25		0.25	0.15
5154	0.25	0.4	0.1	0.1	3.1-3.9	0.15-0.35		0.2	0.2
5183	0.4	0.4	0.1	0.5-1.0	4.3-5.2	0.05-0.25		0.25	0.15
5252	0.4	0.4	0.1	0.1	2.2-2.8			0.05	
5254	0.4 Fe+Si		0.05	0.01	3.1-3.9	0.15-0.35		0.2	0.05
5358	0.25	0.4	0.1	0.05-0.2	4.5-5.5	0.05-0.2		0.1	0.06-0.2
5454	0.25	0.4	0.1	0.5-1	2.4-3.0	0.05-0.2		0.25	0.2
5456	0.25	0.4	0.1	0.5-1	4.7-5.5	0.05-0.2		0.25	0.2
5457	0.08	0.1	0.2	0.15-0.45	0.8-1.2			0.05	
5554	0.25	0.4	0.1	0.5-1	2.4-3	0.05-0.2		0.25	0.05-0.2
5556	0.25	0.4	0.1	0.5-1	4.7-5.5	0.05-0.2		0.25	0.05-0.2
5652	0.4 Fe+Si		0.04	0.01	2.2-2.8	0.15-0.35		0.1	
5654	0.45 Fe+Si		0.05	0.01	3.1-3.9	0.15-0.35		0.2	0.05-0.15
5657	0.08	0.1	0.1	0.03	0.6-1			0.05	
6003	0.35-1	0.6	0.1	0.8	0.8-1.5	0.35		0.2	0.1
6005	0.6-0.9	0.35	0.1	0.1	0.4-0.6	0.1		0.1	0.1
6053	0.55-0.7	0.35	0.1	0.1	1.1-1.4	0.15-0.35		0.1	
6061	0.4-0.8	0.7	0.15-0.4	0.15	0.8-1.2	0.04-0.35		0.25	0.15
6063	0.2-0.6	0.35	0.1	0.1	0.45-0.9	0.1		0.1	0.1
6066	0.9-1.8	0.5	0.7-1.2	0.6-1.1	0.8-1.4	0.4		0.25	0.2
6070	1-1.7	0.5	0.15-0.4	0.4-1	0.5-1.2	0.1		0.25	0.15
6101	0.3-0.7	0.5	0.1	0.03	0.35-0.8	0.03		0.1	
6105	0.6-1	0.35	0.1	0.1	0.45-0.8	0.1		0.1	0.1

A

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti
6151	0.6-1.2	1	0.35	0.2	0.45-0.8	0.15-0.35		0.25	0.15
6162	0.4-0.8	0.5	0.2	0.1	0.7-1.1	0.1		0.25	0.1
6201	0.5-0.9	0.5	0.1	0.03	0.6-0.9	0.03		0.1	
6262 ⁽⁴⁾	0.4-0.8	0.7	0.15-0.4	0.15	0.8-1.2	0.04-0.14		0.25	0.15
6351	0.7-1.3	0.5	0.1	0.4-0.8	0.4-0.8			0.2	0.2
6463	0.2-0.6	0.15	0.2	0.05	0.45-0.9			0.05	
6951	0.2-0.5	0.8	0.15-0.4	0.1	0.4-0.8			0.2	
7001	0.35	0.4	1.6-2.6	0.2	2.6-3.4	0.18-0.35		6.8-0.35	
7005 ⁽⁵⁾	0.35	0.4	0.1	0.2-0.7	1-1.8	0.06-0.2		4-5	0.01-0.06
7008	0.1	0.1	0.05	0.05	0.7-1.4	0.12-0.25		4.5-5.5	0.05
7049	0.25	0.35	1.2-1.9	0.2	2-2.9	0.1-0.22		7.2-8.2	0.1
7050 ⁽⁶⁾	0.12	0.15	2-2.6	0.1	1.9-2.6	0.04		5.7-6.7	0.06
7072	0.7 Si+Fe		0.1	0.1	0.1			0.8-1.3	
7075	0.4	0.5	1.2-2	0.3	2.1-2.9	0.18-0.28		5.1-6.1	0.2
7108 ⁽⁷⁾	0.1	0.1	0.05	0.05	0.7-1.4			4.5-5.5	0.05
7178	0.4	0.5	1.6-2.4	0.3	2.4-3.1	0.18-0.28		6.3-7.3	0.2
8017	0.1	0.55-0.8	0.1-0.2		0.01-0.05			0.05	
8030 ⁽⁸⁾	0.1	0.3-0.8	0.15-0.3		0.05			0.05	
8176	0.03-0.15	0.4-1						0.1	
8177	0.1	0.25-0.45	0.04		0.04-0.12			0.05	

1> Formerly designated EC

2> Pb=0.4 Bi=0.4

3> V=0.01 Zr=0.18

4> Pb=0.6 Bi=0.6

5> Zr=0.14

6> Zr=0.12

7> Zr=0.18

8> B=0.02

نوع عملیات حرارتی آلیاژهای آلومینیوم

نوع عملیات	توضیح
F	ساخته شده بدون عملیات خاص
O	آنیل شده
W	انحلال + پیری در دمای محیط
H1	کارسخت شده
H111	کارسخت شده کمتر از H1
H112	کارسخت شده + عملیات گرمایی کنترل نشده
H2	کارسخت شده + آنیل جزئی
H3	کارسخت شده + پایدار شده (برای افزایش چقرمگی)
H311	کارسخت شده کمتر از H31
H321	کارسخت شده کمتر از H32
H323, H343	کارسخت شده با میزان مناسب برای خوردگی تحت تنش (SCC)
T1	سردکردن از دمای شکل دادن + پیری طبیعی
T2	
T3	عملیات انحلال + کارسرد + پیری طبیعی
T4	عملیات انحلال + پیری طبیعی
T5	سردکردن از دمای شکل دادن + پیری مصنوعی
T6	عملیات انحلال + پیری مصنوعی
T7	عملیات انحلال + پیری زیاد یا پایدارکردن
T8	عملیات انحلال + کارسرد + پیری مصنوعی
T9	عملیات انحلال + پیری مصنوعی + کارسرد
T10	سردکردن از دمای شکل دادن + کارسرد + پیری مصنوعی

مشخصات و کاربرد آلیاژهای آلومینیوم

شماره آلیاژ و عملیات حرارتی	مقاومت به خوردگی ^{۱)}		قابلیت کار سرد	قابلیت ماشینکاری	قابلیت پررنگی	جوش پذیری			کاربردهای آلیاژ
	A-D					A-D			
	گالوانیزه	پولیش				گاز	لوس	فظه و درز جوش	
1060 O H12 H14 H16 H18	A A A A A	A A A A A	A A A B B	E E D D D	A A A A A	A A A A A	A A A A A	B A A A A	تجهیزات شیمیایی مخازن
1100 O H12 H14 H16 H18	A A A A A	A A A A A	A A A B C	E E D D D	A A A A A	A A A A A	A A A A A	B A A A A	ورقکاری سازه های توخالی قطعات ظریف
1350 O H12-H111 H14-H24 H16-H26 H18	A A A A A	A A A A A	A A A B B	E E D D D	A A A A A	A A A A A	A A A A A	B A A A A	هادی های الکتریکی
2011 T3 T4,T4 T8	D D D	D D B	C B D	A A A	D D D	D D D	D D D	D D D	
2014 O T3,T4 T6	. D D	. C C	. C D	D B B	D D D	D D D	D B B	B B B	سازه های هواپیما
2017 T4	D	C	C	B	D	D	B	B	پیچها ، فیتینگها
2018 T61	.	.	.	B	.	.	.	.	سیلندر موتور هواپیما پیستون و سرسیلندر
2024 O T4,T3,T351. T361 T6 T8... T72	. D D D D .	. C C B B .	. C D C D .	D B B B B	D D D D .	D C D D .	D B C C .	D B B B .	پیچها سازه های هواپیما
2025 T6	D	C	.	B	D	D	B	B	قطعات فورج ، ملخ هواپیما

A

شماره آلیاژ و عملیات حرارتی	مقاومت به خوردگی ^(۱)		قابلیت کار سرد	قابلیت ماشینکاری	قابلیت سربزنگ	جوش پذیری			کاربردهای آلیاژ
	A-D:					A-D			
	گرمی	خن				گاز	سوس	نقطه درز جوش	
2036 T4	C	.	B	C	D	.	B	B	ورق بدنه اتوموبیل
2117 T4	C	A	B	C	D	D	B	B	پرچها
2124 T851	D	B	D	B	D	D	C	B	سازه های هواپیما
2218 T61 T72	D D	C C	.	B	D	D	C	C B	پیشرانه و رینگ موتور های جت
2219 O T31,T351,T3510 T37 T81,T851,T8510 T87	. D D D D	. C C B B	. C D D D	. B B B B	D D D D D	D A A A A	A A A A A	B A A A A	سازه ها در دمای بالا تا ۳۰۰°C سازه های جوشکاری شده با مقاومت بالا
2618 T61	D	C	.	B	D	D	C	B	موتور هواپیما
3003 O H12 H14 H16 H18 H25	A A A A A A	A A A A A A	A A B C C B	E E D D D D	A A A A A A	A A A A A A	A A A A A A	A A A A A A	وسایل آشپزی تجهیزات شیمیایی مخازن تحت فشار ورق فلزکاری
3004 O H32 H34 H36 H38	A A A A A	A A A A A	A B B C C	D D C C C	B B B B B	B B B B B	A A A A A	B A A A A	مخازن
3005 and 3105 O H12 H14 H16 H18 H25	A A A A A A	A A A A A A	A B B C C B	E E D D D D	B B B B B B	B B B B B B	A A A A A A	A A A A A A	خانه های متحرک ورق فلزکاری
4032 T6	C	B	.	B	D	D	B	C	پیستون

شماره آلیاژ و عملیات حرارتی	مقاومت به خوردگی ⁽¹⁾		قابلیت کار سرد	قابلیت ماشینکاری	قابلیت بریزندگی	جوش پذیری			کاربردهای آلیاژ
	A-D					A-D			
	تنگ	گشاد				گاز	برق	نقطه و درز جوش	
5005 O H12 H14 H16 H18 H32 H34 H36 H38	A A A A A A A A	A A A A A A A A	A A B C C A B C C	E E D D E D D D	B B B B B B B B	A A A A A A A A	A A A A A A A A	B A A A A A A A	وسایل آشپزی هادی های الکتریکی کاربردهای آرشینتی
5050 O H32 H34 H36 H38	A A A A	A A A A	A A B C C	E D D C C	B B B B	A A A A A	A A A A A	B A A A A	لوله های ماریپیچی
5052 O H32 H34 H36 H38	A A A A	A A A A	A B B C C	D D C C C	C C C C	A A A A A	A A A A A	B A A A A	ورق فلزکاری لوله های هیدرولیک
5056 O H111 H12,H32 HH14,H34 H18,H38 H192 H392	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ B ⁽²⁾ B ⁽²⁾	B ⁽²⁾ B ⁽²⁾ B ⁽²⁾ B ⁽²⁾ C ⁽²⁾ D ⁽²⁾ D ⁽²⁾	A A B B C D D	D D D C C B B	D D D D D D D	C C C C C C C	A A A A A A A	B A A A A A A	برج برای سنزیم Zippers
5083 O H321,H116 H111	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾	B ⁽²⁾ B ⁽²⁾ B ⁽²⁾	B C C	D D D	D D D	C C C	A A A	B A A	مخازن تحت فشار جوشکاری شده تجهیزات کشتی تجهیزات سرمایی برجهای تلویزیونی
5086 O H32-H116 H34 H36 H38 H11	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ B ⁽²⁾ B ⁽²⁾ B ⁽²⁾ A ⁽²⁾	A B B C C B	D D C C C D	D D D D D D	C C C C C C	A A A A A A	B A A A A A	تجهیزات حمل و نقل متملقات موشکها

شماره آلیاژ و عملیات حرارتی	مقاومت به خوردگی ^۱		قابلیت کار سرد	قابلیت ماشینکاری	قابلیت پرزینگی	جوش پذیری			کاربردهای آلیاژ
	A-D					A-D			
	گرم	سرد				گاز	نور	قطه و درز جوش	
5154 O H32 H34 H36 H38	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾	A B B C C	D D C C C	D D D D D	C C C C C	A A A A A	B A A A A	سازه های جوشکاری شده مخازن مخازن تحت فشار کاربرد در محلولهای نمکی
5252 H24 H25 H28	A A A	A A A	B B C	D C C	C C C	A A A	A A A	A A A	صنعت اتومبیل
5254 O H32 H34 H36 H38	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾ A ⁽²⁾	A B B C C	D D C C C	D D D D D	C C C C C	A A A A A	B A A A A	مخازن ذخیره مواد شیمیایی مخازن ذخیره پراکسید هیدروژن
5454 O H32 H34 H111	A A A A	A A A A	A B B B	D D C D	D D D D	C C C C	A A A A	B A A A	سازه های جوشکاری شده مخازن تحت فشار کاربرد در تجهیزات دریایی
5456 O H321,H116	A ⁽²⁾ A ⁽²⁾	B ⁽²⁾ B ⁽²⁾	B C	D D	D D	C C	A A	B A	سازه های جوشکاری شده با مقاومت بالا مخازن تحت فشار و مخازن ذخیره کاربرد در تجهیزات دریایی
5457 O	A	A	A	E	B	A	A	B	
5652 O H32 H34 H36 H38	A A A A	A A A A	A B C C	D D D D	C C C C	A A A A	A A A A	B A A A	مخازن ذخیره مواد شیمیایی مخازن ذخیره پراکسید هیدروژن
5657 H241 H25 H26 H28	A A A A	A A A A	A B B C	D D D D	B B B B	A A A A	A A A A	A A A A	قطعات آنودایز شده
6053 O T6,T61	A A	A A	.	E C	A A	A A	A A	B A	سیم و میله برای برچ کردن

A

شماره آلیاز و عملیات حرارتی	مقاومت به خوردگی ^{۱)}		قابلیت کار سرد	قابلیت ماشینکاری	قابلیت بریزندگی	جوش پذیری			کاربردهای آلیاز
	A-D					A-D			
	تجزیه و تحلیل	تنش				گاز	برش	نقطه درز جوش	
6061 O T4,T451,T451. T6,T652,T651.	B B B	A B A	A B C	D C C	A A A	A A A	A A A	B A A	سازه با طول عمر زیاد و مقاومت خوردگی بالا خطوط لوله انانه منزل
6063 T1 T4 T5,T52 T6 T8,T831,T832	A A A A A	A A A A A	B B B C C	D D C C C	A A A A A	A A A A A	A A A A A	A A A A A	کاربردهای آرشیفتگی انانه منزل اکستروژن
6066 O T4,T4510,T4511 T6,T6510,T6511	C C C	A B B	B C C	D C B	D D D	D D D	B B B	B B B	قطعات فورج و اکستروژن شده برای جوشکاری
6070 T4,T4511 T6	B B	B B	B C	C C	B B	A A	A A	A A	سازه ها با طول عمر زیاد و جوشکاری شده خطوط لوله
6101 T6,T63 T61,T64	A A	A A	C B	C D	A A	A A	A A	A A	هادی هایی با مقاومت بالا
6151 T6,T652	.	.	.	.	.	.	.	.	مقاومت متوسط قطعات فورج برای ماشینها و اتوموبیل
6201 T81	A	A	.	C	A	A	A	A	سیمها با هدایت الکتریکی و مقاومت مکانیکی بالا
6262 T6,T651,T651. T9	B B	A A	C D	B B	A A	A A	A A	A A	پیچها
6351 T1 T4 T5 T6	.	.	C C C C	C C C C	C C C C	B B B B	A A A A	B B A A	مقاطع اکستروژن سازه ها لوله ها
6463 T1 T5 T6	A A A	A A A	B B C	D C C	A A A	A A A	A A A	A A A	مقاطع اکستروژن آرشیفتگی
6951 T42,T62	.	.	.	.	A	A	A	A	
7001 O T6,T6510,T6511	C	C	D	B	D	D	D	B	سازه ها با مقاومت بالا

شماره آلیاژ و عملیات حرارتی	مقاومت به خوردگی ^۱		قابلیت کار سرد	قابلیت ماشینکاری	قابلیت پرزینگ	جوش پذیری			کاربردهای آلیاژ
	A-D					A-D			
	گرمی	تنش				گاز	نوس	نقطه درز جوش	
7049 T73,T7352	C	B	D	B	D	D	C	B	قطعات فورج هواپیما
7050 T73510,T73511, T74,T7451.,T76..	C	B	D	B	D	D	D	B	قطعات هواپیما و دیگر سازه ها
7075 O T6,T65.. T73,T7351	C ⁽³⁾ C	C B	D D	D B B	D D D	D D D	D D D	B B B	قطعات هواپیما و دیگر سازه ها
7178 O T6,T65..	C ⁽³⁾	C	D	B	D	D	D	D	قطعات هواپیما و دیگر سازه ها
8017 H12,H22,H221	A	A	A	D	A	A	A	A	هادی های الکتریکی
8030 H12,H221	A	A	A	A	A	A	A	A	هادی های الکتریکی
8176 H14,H24	A	A	A	D	A	A	A	A	هادی های الکتریکی
8177 H13,H23,H221	A	A	A	E	A	A	A	A	هادی های الکتریکی

A ← D بد = خوب A

A ← E بد = خوب A

1= تست با محلول ۲،۵٪ کلورور سدیم بوسیله غوطه وری یا پاشش.

2= برای آلیاژهایی که برای مدت طولانی در دمای بالا نگه داشته شده اند نتایج مختلف میباشند.

3= برای مقاطع ضخیم تر نتایج E میباشند.

خواص مکانیکی آلیاژهای پر مصرف آلومینیوم

شماره آلیاژ	عملیات حرارتی (Temper)	تنش کششی UTS ksi	تنش تسلیم Y ksi	ازدیاد طول Elongation %	سختی BHN
EC(99.45)	O	12	4	.	.
	H14	16	14	.	.
1100	O	13	5	45	23
	H14	18	17	20	105
	H18	24	22	15	135
2014	O	27	14	18	45
	T4	62	42	20	105
	T6	70	60	13	135
2017	O	26	10	22	45
	T4	62	40	22	105
2024	O	27	11	22	47
	T4	68	47	19	120
2218	T61	59	44	13	
3003	O	16	6	40	28
	H14	22	21	16	40
4032	T6	55	46	9	120
5005	O	18	6	30	28
	H34	23	20	8	41
5050	O	21	8	24	36
	H34	28	24	8	53
5052	O	28	13	30	47
	H34	38	31	14	68
5056	O	42	22	35	65
	H18	63	59	10	105
5083	O	42	21	22	
6061	O	18	8	30	30
	T6	45	40	17	95
6063	O	13	7		25
	T6	35	31	12	73
7075	O	33	15	16	60
	T6	83	73	11	150
7178	O	33	15	16	
	T6	88	78	11	

خواص مکانیکی آلیاژهای آلومینیوم با عملیات حرارتی و دماهای مختلف

شماره آلیاژ	دما °C	-O			-H11			-H18		
		تنش کشی ksi	ازدیاد تنش نسیم ksi	ازدیاد طول % %	تنش کشی ksi	ازدیاد تنش نسیم ksi	ازدیاد طول % %	تنش کشی ksi	ازدیاد تنش نسیم ksi	ازدیاد طول % %
1100	-195	25	6	50	30	20	45	34	26	30
	-80	15	5.5	43	20	18	24	26	23	16
	-28	14	5	40	19	17	20	25	23	15
	25	13	5	40	18	17	20	24	22	15
	100	10	4.6	45	16	15	20	21	19	15
	150	8	4.2	55	14	12	23	18	14	20
	205	6	3.5	65	10	7.5	26	6	3.5	65
	260	4	2.6	75	4	2.6	75	4	2.6	75
	315	2.9	2	80	2.9	2	80	2.9	2	80
	370	2.1	1.6	85	2.1	1.6	85	2.1	1.6	85
2011		-T3								
	25	55	43	15						
	100	47	34	16						
	150	28	19	25						
	205	16	11	35						
	260	6.5	3.8	45						
	370	2.3	1.4	125						
2014		-T6 -T651								
	-195	84	72	14						
	-80	74	65	13						
	-28	72	62	13						
	25	70	60	13						
	100	63	57	15						
	150	40	35	20						
	205	16	13	38						
	260	9.5	7.5	52						
	370	4.3	3.5	72						

A

شماره آلیاژ	دما °C	ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش		
		کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %
2017		-T4 -T451											
	-195	80	53	28									
	-80	65	42	24									
	-28	64	41	23									
	25	62	40										
	100	57	39	18									
	150	40	30	15									
	205	16	13	35									
	260	9	7.5	45									
	315	6	5	65									
370	4.3	3.5	70										
2024		-T3			-T4 -T351 (plate)			-T6 -T651			-T861		
	-195	85	62	18	84	61	19	84	68	11	92	85	5
	-80	73	52	17	71	49	19	72	59	10	81	77	5
	-28	72	51	17	69	47	19	70	58	10	78	74	5
	25	70	50	17	68	47	19	69	57	10	75	71	5
	100	66	48	16	63	45	19	65	54	10	70	67	6
	150	55	45	11	45	36	17	45	36	17	54	48	11
	205	27	20	23	26	19	27	26	19	27	21	17	28
	260	11	9	55	11	9	55	11	9	55	11	9	55
	315	7.5	6	75	7.5	6	75	7.5	6	75	7.5	6	75
370	5	4	100	5	4	100	5	4	100	5	4	100	
2117		-T4											
	-195	56	33	30									
	-80	45	25	29									
	-28	44	24	28									
	25	43	24	27									
	100	36	21	16									
	150	30	17	20									
	205	16	12	35									
	260	7.5	5.5	55									
	315	4.7	3.3	80									
370	2.9	2	110										

A

شماره آلیاژ	دما °C	ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش		
		کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %
2124		-T851											
	-269	102	90	10									
	-195	86	79	9									
	-80	76	71	8									
	-28	73	68	8									
	25	70	64	9									
	100	66	61	9									
	150	54	49	13									
	205	27	20	28									
	260	11	8	60									
	315	7.5	8	75									
370	5.5	4.1	100										
2218		-T61											
	-195	72	52	15									
	-80	61	45	14									
	-28	59	44	13									
	25	59	44	13									
	100	56	42	15									
	150	41	35	17									
	205	22	16	30									
	260	10	6	70									
	315	5.5	3	85									
370	4	2.5	100										
2219		-T62			-T81 -T851								
	-195	73	49	16	83	61	15						
	-80	63	44	13	71	54	13						
	-28	60	42	12	69	52	12						
	25	58	40	12	66	50	12						
	100	54	37	14	60	47	15						
	150	45	33	17	49	40	17						
	205	34	25	20	36	29	20						
	260	27	20	21	29	23	21						
	315	10	8	40	7	6	55						
370	4.4	3.7	75	4.4	3.7	75							

A

شماره آلیاز	دما °C	ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش		
		کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %
2618		-T61											
	-195	78	61	12									
	-80	67	55	11									
	-28	64	54	10									
	25	64	54	10									
	100	62	54	10									
	150	50	44	14									
	205	32	26	24									
	260	13	9	50									
	315	7.5	4.5	80									
370	5	3.5	120										
3003		-O			-H14			-H18					
	-195	33	8.5	46	35	25	30	41	33	23			
	-80	20	7	42	24	22	18	32	29	11			
	-28	17	6.5	41	22	21	16	30	28	10			
	25	16	6	40	22	21	16	29	27	10			
	100	13	5.5	43	21	19	16	26	21	10			
	150	11	5	47	18	16	16	23	16	11			
	205	8.5	4.3	60	14	9	20	14	9	18			
	260	6	3.4	65	7.5	4	60	7.5	4	60			
	315	4	2.4	70	4	2.4	70	4	2.4	70			
370	2.8	1.8	70	2.8	1.8	70	2.8	1.8	70				
3004		-O			-H34			-H38					
	-195	42	13	38	52	34	26	58	43	20			
	-80	28	11	30	38	30	16	44	38	10			
	-28	26	10	26	36	29	13	42	36	7			
	25	26	10	25	35	29	12	41	36	6			
	100	26	10	25	34	29	13	40	36	7			
	150	22	10	35	28	25	22	31	27	15			
	205	14	9.5	55	21	15	35	22	15	30			
	260	10	7.5	70	14	7.5	7.5	12	7.5	50			
	315	7.5	5	80	7.5	5	5	7.5	5	80			
370	5	3	90	5	3	3	5	3	90				

A

شماره آلیاژ	دما °C	تنش			ازدیاد تنش			تنش			ازدیاد تنش			تنش			ازدیاد تنش				
		کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %		
4032		-T6																			
	-195	66	48	11																	
	-80	58	46	10																	
	-28	56	46	9																	
	25	55	46	9																	
	100	50	44	9																	
	150	37	33	9																	
	205	13	9	30																	
	260	8	5.5	50																	
	315	5	3.2	70																	
370	3.4	2	90																		
5050		-O			-H34			-H38													
	-195	37	10	.	44	30	.	46	36	.											
	-80	22	8.5	.	30	25	.	34	30	.											
	-28	21	8	.	28	24	.	32	29	.											
	25	21	8	.	28	24	.	32	29	.											
	100	21	8	.	28	24	.	31	29	.											
	150	19	8	.	25	22	.	27	25	.											
	205	14	7.5	.	14	7.5	.	14	7.5	.											
	260	9	6	.	9	6	.	9	6	.											
	315	6	4.2	.	6	4.2	.	6	4.2	.											
370	3.9	2.6	.	3.9	2.6	.	3.9	2.6	.												
5052		-O			-H34			-H38													
	-195	44	16	46	55	36	28	60	44	25											
	-80	29	13	35	40	32	21	44	38	18											
	-28	28	13	32	38	31	18	42	37	15											
	25	28	13	30	38	31	16	42	37	14											
	100	28	13	36	38	31	18	40	36	16											
	150	23	13	50	30	27	27	34	28	24											
	205	17	11	60	24	15	45	25	15	45											
	260	12	7.5	80	12	7.5	80	12	7.5	80											
	315	7.5	5.5	110	7.5	5.5	110	7.5	5.5	110											
370	5	3.1	130	5	3.1	130	5	3.1	130												

A

شماره آلیاز	دمسا °C	ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش		
		کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %
5083		-0								
	-195	59	24	36						
	-80	43	21	30						
	-28	42	21	27						
	25	42	21	25						
	100	40	21	36						
	150	31	19	50						
	205	22	17	60						
	260	17	11	80						
	315	11	7.5	110						
370	6	4.2	130							
5086		-0								
	-195	55	19	46						
	-80	39	17	35						
	-28	38	17	32						
	25	38	17	30						
	100	38	17	36						
	150	29	16	50						
	205	22	15	60						
	260	17	11	80						
	315	11	7.5	110						
370	6	4.2	130							
5154		-0								
	-195	52	19	46						
	-80	36	17	35						
	-28	35	17	32						
	25	35	17	30						
	100	35	17	36						
	150	29	16	50						
	205	22	15	60						
	260	17	11	80						
	315	11	7.5	110						
370	6	4.2	130							

A

شماره آلیاژ	دمتا °C	تنش			ازدیاد تنش			تنش			ازدیاد تنش			تنش			ازدیاد تنش		
		کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %	کششی ksi	تسلیم ksi	طول %
5254		-O																	
	-195	52	19	46															
	-80	36	17	35															
	-28	35	17	32															
	25	35	17	30															
	100	35	17	36															
	150	29	16	50															
	205	22	15	60															
	260	17	11	80															
	315	11	7.5	110															
370	6	4.2	130																
5454		-O			-H32			-H34											
	-195	54	19	39	59	36	32	63	41	30									
	-80	37	17	30	42	31	23	46	36	21									
	-28	36	17	27	41	30	20	44	35	18									
	25	36	17	25	40	30	18	44	35	16									
	100	36	17	31	39	29	20	43	34	18									
	150	29	16	50	32	26	37	34	28	32									
	205	22	15	60	25	19	45	26	19	45									
	260	17	11	80	17	11	80	17	11	80									
	315	11	7.5	110	11	7.5	110	11	7.5	110									
370	6	4.2	130	6	4.2	130	6	4.2	130										
5456		-O																	
	-195	62	26	32															
	-80	46	23	25															
	-28	45	23	22															
	25	45	23	20															
	100	42	22	31															
	150	31	20	50															
	205	22	17	60															
	260	17	11	80															
	315	11	7.5	110															
370	6	4.2	130																

A

شماره آلیاژ	دمتا °C	ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش		
		تنش کشی ksi	تسلیم ksi	طول % %	تنش کشی ksi	تسلیم ksi	طول % %	تنش کشی ksi	تسلیم ksi	طول % %	تنش کشی ksi	تسلیم ksi	طول % %
5652		-H34			-H38								
	-195	55	36	28	60	44	25						
	-80	40	32	21	44	38	18						
	-28	38	31	18	42	37	15						
	25	38	31	16	42	37	14						
	100	38	31	18	40	36	16						
	150	30	27	27	34	28	24						
	205	24	15	45	25	15	45						
	260	12	7.5	80	12	7.5	80						
	315	7.5	5.5	110	7.5	5.5	110						
370	5	3.1	130	5	3.1	130							
6053		-T61 -T651											
	25	37	32	13									
	100	32	28	13									
	150	25	24	13									
	205	13	12	25									
	260	5.5	4	70									
	315	4	2.7	80									
370	2.9	2	90										
6061		-T61 -T651											
	-195	60	47	22									
	-80	49	42	18									
	-28	47	41	17									
	25	45	40	17									
	100	42	38	18									
	150	34	31	20									
	205	19	15	28									
	260	7.5	5	60									
	315	4.6	2.7	85									
370	3	1.8	95										

A

شماره آلیاژ	دما °C	ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش		
		کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %
6063		-T1			-T5			-T6					
	-195	34	16	44	37	24	28	47	-36	24			
	-80	26	15	36	29	22	24	38	33	20			
	-28	24	14	34	28	22	23	36	32	19			
	25	22	13	33	27	21	22	35	31	18			
	100	22	14	18	24	20	18	31	2.8	15			
	150	21	15	20	20	18	20	21	20	20			
	205	9	6.5	40	9	6.5	40	9	6.5	40			
	260	4.5	3.5	75	4.5	3.5	75	4.5	3.5	75			
	315	3.2	2.5	80	3.2	2.5	80	3.3	2.5	80			
370	2.3	2	105	2.3	2	105	2.3	2	105				
6101		-T6											
	-195	43	33	24									
	-80	36	30	20									
	-28	34	29	19									
	25	32	28	19									
	100	28	25	20									
	150	21	19	20									
	205	10	7	40									
	260	4.8	3.3	80									
	315	3	2.3	100									
370	2.5	1.8	105										
6151		-T651											
	-195	57	50	20									
	-80	50	46	17									
	-28	49	45	17									
	25	48	43	17									
	100	43	40	17									
	150	28	27	20									
	205	14	12	30									
	260	6.5	5	50									
	315	5	3.9	43									
370	4	3.2	35										

A

شماره آلیاز	دما °C	ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش			ازدیاد تنش		
		کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %	کشش ksi	تسلیم ksi	طول %
6262		-T651			-T9								
	-195	60	47	22	74	67	14						
	-80	40	42	18	62	58	10						
	-28	47	41	17	60	56	10						
	25	45	40	17	58	55	10						
	100	42	38	18	53	52	10						
	150	34	31	20	38	37	14						
	205	.	.	.	15	13	34						
	260	.	.	.	8.5	6	48						
	315	.	.	.	4.6	2.7	85						
370	.	.	.	3	1.8	95							
7075		-T6 -T651			-T73 -T7351								
	-195	102	92	9	92	72	14						
	-80	90	79	11	79	67	14						
	-28	86	75	11	76	65	13						
	25	83	73	11	73	63	13						
	100	70	65	14	63	58	15						
	150	31	27	30	31	27	30						
	205	16	13	55	16	13	55						
	260	11	9	65	11	9	65						
	315	8	6.5	70	8	6.5	70						
370	6	4.6	70	6	4.6	70							
7178		-T6 -T651			-T76 -T7651								
	-195	106	94	5	106	89	10						
	-80	94	84	8	91	78	10						
	-28	91	81	9	88	76	10						
	25	88	78	11	83	73	11						
	100	73	68	14	69	64	17						
	150	31	27	40	31	27	40						
	205	15	12	70	15	12	70						
	260	11	9	76	11	9	76						
	315	8.5	7	80	8.5	7	80						
370	6.5	5.5	80	8.5	5.5	80							

تذکرتهای براساس موارد زیر انجام شده‌اند:

- ۱- نمونه‌ها ۱۰۰۰۰ ساعت بدون تنش در دمای تست قرار داده شدند.
- ۲- تنش با سرعت ۵ksi/min تا نقطه تسلیم و سپس ۰/۰۵ in/min تا نقطه شکست اعمال گردیده است.
- ۳- آفت تنش تسلیم ۰/۲٪ می‌باشد.
- ۴- افزایش طول در نمونه ۲ اینچی می‌باشد.

A

دمای بازیخت آلیاژهای آلومینیوم			
شماره آلیاژ	دمای بازیخت °C	شماره آلیاژ	دمای بازیخت °C
1060	345	5086	345
1100	345	5154	345
1145	345	5254	345
1235	345	5454	345
1345	345	5456	345
1350	345	5457	345
2014	415 ⁽¹⁾	5652	345
2017	415 ⁽¹⁾	6005 ⁽¹⁾	415
2024	415 ⁽¹⁾	6053 ⁽¹⁾	415
2117	415 ⁽¹⁾	6061 ⁽¹⁾	415
2219	415 ⁽¹⁾	6063 ⁽¹⁾	415
3003	415	6066 ⁽¹⁾	415
3004	345	7001 ⁽²⁾	415
3005	415	7072	345
3105	345	7075 ⁽²⁾	415
5005	345	7178 ⁽²⁾	415
5050	345	ورقهای برزینگ	
5052	345	Nos. 11 & 12	345
5056	345	Nos. 11 & 12	345
5083	345	Nos. 11 & 12	345

1= برای برطرف کردن اثر عملیات انحلال - زمان ۲-۳ ساعت + سرد کردن ۳۰ C/h تا ۲۶۰ C + سرد کردن تادمای محیط + عملیات در ۳۴۵ C
 2= برای برطرف کردن اثر عملیات انحلال - زمان ۲-۳ ساعت + سرد کردن تا ۲۰۵ C + گرم کردن مجدد تا ۲۳۰ C برای ۴ ساعت + عملیات در ۳۴۵ C

دمای برزینگ آلیاژهای آلومینیوم	
شماره آلیاژ	دمای برزینگ °C
آلومینیوم خالص	660
1100-1350-3003	646
5005	632
3004	629
5050	627
6063-6101-6951	616
712	610
711	600
7004-7005	596
6066-710	593
443	580

ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی آلیاژهای مس

آلیاژ		ترکیب شیمیایی					خواص مکانیکی		
شماره استاندارد	نام تجاری	Cu	Zn	Pb	Sn	Other	تنش کششی ksi	تنش تسلیم ksi	قابلیت ماشینکاری
مس									
110	Electrolytic Tough-Pitch	99.2				O=0.04	32-50	10-45	20
102	Oxygen Free Copper	99.5					32-50	10-44	20
122	Phosphorus Deoxidized	99.9				P=0.02	32-48	10-45	20
145	Tellurium Copper	99.5				Te=0.5	33-50	10-40	85
147	Sulfur Copper	99.7				S=0.4	34-50	11-49	85
150	Zirconium Copper	99.8				Zr=0.15	37-70	10-48	20
172	Beryllium Copper	98.1				Be=2.15	70-118	11-65	20
172	Beryllium Copper H.T.	98.1				Be=2.15	-180	-160	20
182	Chromium Copper	99.1				Cr=0.85	34-67	19-59	20
برنجهای ساده									
210	Gilding 95%	95.0	5.0				34-56	10-50	20
220	Commercial Bronze 90%	90.0	10.0				37-61	10-54	20
230	Red Brass 85%	85.0	15.0				40-70	12-57	30
240	Low Brass 80%	80.0	20.0				44-107	14-59	30
260	Cartridge Brass 70%	70.0	20.0				47-76	15-63	30
270	Yellow Brass	65.0	35.0				50-110	15-60	30
280	Muntz Metal	60.0	40.0				54-70	21-50	40
314	Leaded Commercial Bronze	89.0	9.25	1.75			37-52	12-45	80
335	Low-Leaded Brass	67.0	32.5	0.5			47-75	15-60	60
340	Medium-Leaded brass	64.5	34.5	2.0			47-74	15-60	70
342	High-Leaded Brass	65.0	33.0	2.0			52-75	20-60	90
356	Extra-High-Leaded Brass	62.5	35.0	2.5			49-74	17-68	100
360	Free-Cutting Brass	61.5	35.5	3.0			49-58	18-45	100
365	Leaded Muntz Metal	60.0	39.5	0.5			54-	20-	60
370	Free Cutting Muntz Metal	60.5	38.4	1.1			54-80	20-60	70
377	Forging Brass	60.0	38.0	2.0			52-	20-	80
385	Architectural Bronze	57.0	40.0	3.0			60-	20-	90
برنزه‌های قلع و آلومینیوم									
443	Admiralty, Inhibited	71.0	28.0		1.0		53-	22-	30
464	Naval Brass	60.0	39.25		0.75		57-75	25-58	30
485	Leaded Naval Brass	60.0	37.5	1.75	0.75		57-75	25-53	70
675	Manganese Bronze	58.5	39.2		1.0	Fe=1.0Mn=0.3	65-84	30-60	30
687	Aluminum Brass	77.5	20.5			Al=2.0	60-	27-	30
فسفر (قلع) برنز									
510	Phosphor Bronze 5%	95.0			5.0		47-81	19-75	20
521	Phosphor Bronze 8%	92.0			8.0		55-93	-72	20
524	Phosphor Bronze 10%	90.0			10.0		66-100	28-	20
502	Phosphor Bronze 1.25%	98.75			1.25		40-65	50-14	20

آلیاژ		ترکیب شیمیایی					خواص مکانیکی		
شماره استاندارد	نام تجاری	Cu	Zn	Pb	Sn	Other	تنش کشش ksi	تنش تسلیم ksi	قابلیت ماشینکاری
برنز آلومینیوم									
608	Aluminum Bronze 5%	95.0				Al=5.0	47-81	27-	20
610	Aluminum Bronze 8%	92.0				Al=8.0	55-93	25-55	20
614	Aluminum Bronze	90.0				Al=7.0Fe=2.0	82-89	45-60	20
برنز سیلیسیم									
655	High-Silicon Bronze	97.0				Si=3.0	58-94	22-58	30
651	Low Silicon Bronze	98.5				Si=1.5	40-70	15-55	
کوپر نیکل و نیکل-نقره									
715	Copronickel 30%	70.0				Ni=30	60-	25-	20
706	Copronickel 10%	88.6				Ni=10,Fe=1.4	44-60	16-57	20
752	Nickel Silver 18%	65.0	17.0			Ni=18.0	58-85	25-74	20
770	Nickel Silver 18%	55.0	27.0			Ni=18.0	60-100	27-85	30
آلیاژهای ریخته گری مس									
801 ¹	Copper	99.95					25	9	10
836 ²	Leaded Red Brass	80	5	5	5		37	17	84
838 ³	Commercial Red Brass	83	7	4	4		35	16	90
852 ⁴	Leaded Yellow Brass	71	24	3	1		3	1	80
858 ⁵	Yellow Die-Casting Brass	58	40	1	1		55	30	80
863 ⁶	High-Strength Manganese Bronze	63	25			Fe=3,Al=6 Mn=3	119	83	8
903 ⁷	Tin Bronze	88	4		8		45	21	30
905 ⁸	Tin Bronze	88	2		10		45	22	30
937 ⁹	High-Leaded Tin Bronze	80		10	10		35	18	80
955 ¹⁰	Aluminum Bronze	81				Ni=4,Fe=4 Al=11	100	44	50
993 ¹¹	Incramet 800	72				Ni=15,Fe=0.7 Al=11,Co=1.5	95	55	20

* = عددهای مرزی برای آلیاژ نرم و سخت میباشند.

* = قابلیت ماشینکاری عالی = 100

- ۱ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - پیوسته - تحت فشار - دقیق - قالب دائم - قالب گچی - قالب ماسه ای .
- ۲ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - پیوسته - دقیق - قالب ماسه ای .
- ۳ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - پیوسته - قالب ماسه ای .
- ۴ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - پیوسته - قالب ماسه ای .
- ۵ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - پیوسته .
- ۶ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: تحت فشار .
- ۷ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - دقیق - قالب گچی - قالب ماسه ای .
- ۸ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - پیوسته - دقیق - قالب ماسه ای .
- ۹ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - پیوسته - قالب دائم - قالب ماسه ای .
- ۱۰ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: گریز از مرکز - پیوسته - قالب دائم - قالب گچی - قالب ماسه ای .
- ۱۱ = آلیاژ برای روشهای ریخته گری: پیوسته - قالب ماسه ای .

ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی و کاربرد آلیاژهای نیکل

نام آلیاژ	ترکیب شیمیایی					خواص مکانیکی*			خواص و کاربردها
	Ni	Cr	Cu	Fe	Other	تنش کششی ksi	تنش تسلیم ksi	ازدیاد طول %	
Nickel200	99.4		0.1	0.15	C=0.05 S=0.005	50-110	10-100	60-3	-
Nickel270	99.98	-	-	-		50-95	16-90	50-4	-
Alomel	94.5	-	-	-	Al=2, Si=1, Mn=2.5	-	-	-	مقاوم به اکسیداسیون کاربرد: ترموکوپلها
Duranickel	93.7	-	0.05	0.35	Al=4.4, Si=0.5 Mn=0.3, Ti=0.4	-	-	-	پیرسخت شونده-مقاوم به خوردگی کاربرد: تجهیزات شیمیایی
Hastelloy									مقاوم به خوردگی
A	55.5-59.5	-	-	18-22	Mo=18-22 C=0.04-0.15	-	-	-	مقاومت مکانیکی خوب در دمای بالا مخصوصاً Hastelloy کاربرد: کوره ها- پره توربینها ترموکوپلها قوطیهای کرین دمی
B	62.5-66.5	-	-	4-7	Mo=20-30 C=0.4-0.15	-	-	-	
C	54.5-59.5	-	-	4-7	Mo=15-19 C=0.4-0.15 W=3.5-5.5	116	58	56	
D	85	-	3	-	Si=10 Al=2	-	-	-	
Ilium G	56	24	8	-	Mo=4, Si=1 Mn=1.5, W=2	-	-	-	مقاوم به خوردگی کاربرد: تجهیزات شیمیایی
Incoloy									مقاومت مکانیکی و خوردگی بالا
800	30-35	19-23	<0.75	bal.	Mn<1.5, C<0.1, Si<1 Al, Ti=0.15-0.6	-	-	-	مقاوم به خوردگی در محیط اکسیدکننده و خوردگی تحت تنش SCC
825	34-46	19-23	15-3	bal.	Mn<1, C<0.05, Al, 0.2 Si<0.5, Ti=0.6-1.2 Mo=2.5-3.5	92	36	50	
Inconel									مقاومت عالی به اکسیداسیون و مقاومت مکانیکی خوب در دمای بالا
600	bal.	14-17	<0.5	6-10	Mn<1, C<0.15 Si<0.5	-	-	-	مقاوم به خوردگی و اکسیداسیون کاربرد: کندانسورها و رآکتورها در صنایع شیمیایی
625	60	21.5	-	<5	Mn<0.5, C<0.1 Si<0.5, Mo=9 Nb=3.65	-	-	-	
718	70	15.5	0.5	5.9	Mn=1, C=0.08 Si=0.7, Al=0.7	185-201	140-171	32-26	-
Monel									مقاومت به خوردگی مقاومت حرارتی متوسط تا ۴۰۰°C
400	63-67	-	bal.	<2.5	Mn<2, C<0.3 Si<0.5, S<0.024	70-100	25-100	60-22	غیرمغناطیسی مقاومت زیاد به لرزش و تنش فشاری
K	63-70	-	bal.	<2	Mn<1.5, C<0.25 Si<1, S<0.01 Al=2-4	-	-	-	

* عدد عدد مرزی مربوط به آلیاژ نرم و سخت میباشد.

A

ترکیب شیمیایی، خواص مکانیکی و کاربرد انواع یاتاقانها

شماره استاندارد	ترکیب شیمیایی					خواص		کاربردها
	Cu	Zn	Pb	Sn	Other	Y* ksi	Y _c * ksi	
یاتاقانهای بر پایه مس								
961(Cu) SAE64	80		10	10		>25		برای بارها و سرعتهای زیاد کاربرد: جارویکهای موتورهای الکتریکی ، بعنوان پشت بندبرای یاتاقانهای بایت
955(Cu) SAE660	83	3	7	7		>30		برای بارها و سرعتهای متوسط کاربرد: عمومی، دینام اتوموبیل، دلکو، استارت، پوشهای راهتما ، پوشهای پوسته ای
952(Cu)	85	1	9	5		>25		مانند آلیاژ ۹۵۵
964(Cu) SAE67	78		15	7		>25		برای بارهای متوسط و سرعتهای زیاد کاربرد: پوش پمپها، یاتاقان موتورهای گازی
972(Cu) ASM4840	70		25	5				برای بارهای کم تا متوسط و سرعتهای زیاد کاربرد: پوش پمپها، یاتاقان کمپرسورها، سرویسهای زیرآب ، برای بارهای زیاد و شوکی مناسب نیست
954(Cu) ASTMB148	85				Fe=4 Al=11	>75		کاربرد: پوش بیلهای مکانیکی قوی، پوشهای قابل چرخش، یاتاقان ماشینهای ابزار ، Guide-post bushings Boring-bar bushings
913(Cu) ASTMB22	81			19				کاربرد: صفحات قابل چرخش پلها برای تماس با فولادهای سخت در سرعتهای کم و بارهای کمتر از 3ksi
911(Cu) ASTMB22	84			16				کاربرد: مشابه آلیاژ ۹۱۳ برای تماس با فولادهای سخت در سرعتهای کم و بارهای کمتر از 1.5ksi
937(Cu) ASTMB22	80		10	10				کاربرد: یاتاقان ماشین آلات در بارهای کمتر از 1ksi
905(Cu) ASTMB22	88	2		10		>40		کاربرد: چرخ دنده حلزونی
863(Cu) ASTMB22	63	25			Fe=3 Al=6 Mn=3	223		کاربرد: پوش برای bridge pins بارهای فشاری کمتر از 8ksi
930(Cu) SAE40	85	5	5	5		>35		برای بارهای کم و سرعتهای کم تا متوسط کاربرد: پوسته یاتاقان ، واشرهای تحت فشار، پوسته پمپ ، Manifold bearings Spring bushing

A

A

شماره استاندارد	ترکیب شیمیایی					خواص		کاربردها
	Cu	Zn	Pb	Sn	Other	Y* ksi	Y _e * ksi	
905 SAE62	88	2		10		>45		برای بارهای زیاد و سرعتهای کم کاربرد: بوش پین پیستون ، راهنمای سوپاپ، یاتاقانهای حلزونی بوشهای اتصالات و اهرمها در ماشینهای ابزار
906 SAE620	88	4		8		>40		برای بارهای زیاد و سرعتهای کم کاربرد: بوش چرخنده تجهیزات نشستن هواپیما مفصلهای افقی، یاتاقانهای ماشینهای ابزار
918 SAE63	88	2		10		>40		برای بارهای زیاد و سرعتهای کم کاربرد: یاتاقانهای لوکوموتیو ، بوشهای چرخنده ها بوش محورهای کوتاه ، ماشینهای بسته بندی
یاتاقانهای بر پایه باییتها								
ASTM-B23 1	4.5			91	Sb=4.5	2.7- 4.4	7.0- 12.9	BHN=8-17* سختی برینل
ASTM-B23 2				89	Sb=7.5	3.0- 6.1	8.7- 14.9	BHN=12-24.5* سختی برینل
ASTM-B23 3	3.5			84	Sb=8.0	3.2- 6.6	9.9- 17.6	BHN=14.5-27* سختی برینل
ASTM-B23 7	8.0		75	10	Sb=15	1.6- 3.6	6.2- 15.7	BHN=10.5-22.5* سختی برینل
ASTM-B23 8			80	5	Sb=15	1.8- 3.4	6.2- 15.7	BHN=9.5-20* سختی برینل
ASTM-B23 15			71.6	1	Sb=16 As=1.4			BHN=13-21* سختی برینل

* Y تنش تسلیم کششی .

** Y_e تنش تسلیم فشاری برای نمونه ریختگی سرد شده در قالب با قطر ۰,۰ و طول ۱ اینچ در ۲۰٪ .

* = مینیمم عدد برای ۱۰۰ (و ماکزیمم برای ۲۰ درجه سانتیگراد میباشد).

میزان انقباض آلیاژهای ریخته گری	
نوع آلیاژ	انقباض mm/mm
آلیاژهای آلومینیوم	0.0130
بیسموت	0.0065
برنج زرد	0.0130-0.0155
<u>برنزها:</u> آلومینیوم	0.0208
گان متال	0.0104-0.0155
ملگنز	0.0208
فسفر	0.0105-0.0155
<u>چدنها:</u> نشکن پریتی	0.0085-0.0105
نشکن فریتی	0
نشکن پرآلیاژ	0.0104-0.0130
خاکستری	0.0085-0.0130
خاکستری کامل	0.0065
چکشخوار	0.0105-0.0078
سرب	0.0155
آلیاژهای ملیزیم	0.0130
مونل	0.0208
<u>فولادها:</u> ملگنز زیاد	0.0208
	0.0260
قلع	0.0130
روی	0.0155

خواص الکترونیکی جوشکهای برای فولادهای کربنی ساده

خواص	E6010	E6011	E6012	E6013	E7014	E7016	E7018	E6020	E7024	E6027	E7028
جوشکاری سرباره سر ویخ دار-حالت تحت-ضخامت >5mm	4	5	3	8	9	7	9	10	9	10	10
جوشکاری سرباره سر ویخ دار - تمام حالت - ضخامت >5mm	10	9	5	8	6	7	6	-	-	-	-
جوشکاری لبشبی - حالت تحت و الفس - تولید انبوه	2	3	8	7	9	5	9	10	10	9	9
جوشکاری لبشبی - تمام حالت - همه منظره	10	9	6	7	7	8	6	-	-	-	-
جوشکاری ورقهای ضعیف و اتصالهای خیس مهارشده	5	7	8	9	8	2	2	-	7	-	-
جوشکاری ورقهای ضعیف و اتصالهای خیس مهارشده	8	8	6	8	8	10	9	8	7	8	9
جوشکاری فولادهای کربن با آلومینیم	-	-	5	3	3	10	9	8	5	-	9
سرعت پرکردن فلز جوش (سرعت زیاد بهتر است)	4	4	5	5	6	4	6	6	10	10	8
دفعه جوش در فلز پایه	10	9	6	5	6	7	7	8	4	8	7
ظاهر جوش - کم بودن زیرپوش خط جوش	6	9	6	5	6	7	7	8	9	8	7
ظهور جوش - کم بودن زیرپوش خط جوش	6	9	6	5	6	7	7	8	9	8	7
چقرمگی فلز جوش (چقرمگی زیاد بهتر است)	6	7	4	5	6	10	10	10	5	10	10
چقرمگی در دمای پایین (چقرمگی زیاد بهتر است)	8	8	4	5	8	10	10	8	9	9	10
کم بودن پخش و جرقه	1	2	6	7	9	6	8	9	10	10	9
عیوب ناشی از پرشدن جوش در مقاطع ناهمسان	6	7	10	8	9	4	4	-	8	-	4
جداسازی رادانت گیل جوش	9	8	6	8	8	4	7	9	9	9	8
راحتی اپراتور در موقع جوشکاری	7	6	8	9	10	6	8	9	10	10	9
نوع ولتاژ کار و قطب الکترود *	dce+	ac,dce+	ac,dce-	ac,dc	ac,dc	ac,dce+	ac,dce+	ac,dc	ac,dc	ac,dc	ac,dce+
جریان کار (آمپر) بر حسب قطر الکترود											
1.6 mm = 1/16 in	-	-	20-40	20-40	-	-	-	-	-	-	-
2.0 mm = 5/64 in	-	-	25-60	25-60	-	-	-	-	-	-	-
2.4 mm = 3/32 in	40-80	40-80	35-85	45-90	80-125	65-110*	70-100	70-100	100-145	-	100-145
3.2 mm = 1/8 in	75-125	75-125	80-140	80-120	110-160	100-150*	115-165	115-165	140-190	-	140-190
4.0 mm = 5/32 in	110-170	110-170	110-190	105-180	150-210	140-200*	150-220	150-220	180-250	-	180-250
4.8 mm = 3/16 in	140-215	140-215	140-240	150-230	200-275	180-225*	200-275	200-275	230-305	-	230-305
5.5 mm = 7/32 in	170-250	170-250	200-320	210-300	260-340	240-320*	260-340	260-340	275-365	-	275-365
6.4 mm = 1/4 in	210-320	210-320	250-400	250-350	330-415	300-390*	315-400	315-400	335-430	-	335-430
8.0 mm = 5/16 in	275-425	275-425	300-500	320-430	390-500	375-475*	375-470	375-470	400-525	-	400-525
9.5 mm = 3/8 in	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

10=مسئله 1 ضعیف
 +>ac=جریان شارب dc=جریان مستقیم
 +E=الکترود مثبت E- =الکترود منفی
 *>این جوشها برای الکترود E7015 برمیآید.

فواصل و زوایای انواع بیخ در جوشکاری

جوش یکطرفه یا دو طرفه (فواصل به mm)	جوش دو طرفه - بدون بیخ	جوش یکطرفه یا پشت پلند (فواصل به mm)
<p style="text-align: center;">جوش یکطرفه - بدون بیخ</p> <p style="text-align: center;">جوش یکطرفه یا دو طرفه - بیخ V</p>	<p style="text-align: center;">جوش دو طرفه - بدون بیخ</p> <p style="text-align: center;">جوش دو طرفه - بیخ V دوبل</p>	<p style="text-align: center;">جوش یکطرفه - پشت پلند - بدون بیخ</p> <p style="text-align: center;">جوش یکطرفه - پشت پلند در - بیخ V</p>
<p style="text-align: center;">جوش یکطرفه یا دو طرفه - بیخ U</p> <p style="text-align: center;">جوش دو طرفه - بیخ U دوبل</p>	<p style="text-align: center;">جوش دو طرفه - بیخ لایب دریل</p>	<p style="text-align: center;">جوش یکطرفه - پشت پلند در - بیخ لایب</p>

$\alpha > 45^\circ$
 $\alpha > 20^\circ$
 $\alpha > 12^\circ$

جوشکاری در تمام ضخامت
 جهت صورتی-الاستری
 جوشکاری پشت

$\alpha > 45^\circ$
 $\alpha > 10^\circ$
 $\alpha > 5^\circ$

جهت صورتی-الاستری
 جوشکاری از جوشکاری اینتر

$\alpha > 45^\circ$
 $\alpha > 20^\circ$

جوشکاری در تمام ضخامت
 جوشکاری جهت صورتی-الاستری

$\alpha > 45^\circ$
 $\alpha > 10^\circ$
 $\alpha > 5^\circ$

جهت صورتی-الاستری
 جوشکاری از جوشکاری اینتر

$\alpha > 45^\circ$, $L > 7$
 $\alpha > 20^\circ$, $L > 13$
 $\alpha > 12^\circ$, $L > 13$

جوشکاری در تمام ضخامت
 جوشکاری جهت صورتی-الاستری
 جوشکاری پشت

$\alpha > 45^\circ$, $L > 10$
 $\alpha > 45^\circ$, $L > 7$
 $\alpha > 35^\circ$, $L > 10$

جوشکاری جهت صورتی-الاستری (مقتضات رصفت ست جیم)
 جوشکاری در تمام ضخامت

A

جوشکاری فولادهای زنگ‌نزن و ساده‌کربنی یکدیگر

321 347 348	330*	403,405 410,412,414, 420*	430,430F 31,440A,440B 440C*	446*	501 502**	505**	فولادهای کربنی ساده**	فولادهای کروم-مولیبدن کم آلیاژ**
E309	E309	E309	E309	E310	E309	E309	E309	E309
E309	E309	E309	E309	E310	E309	E309	E309	E309
E309	E309	E309	E309	E310	E309	E309	E309	E309
E309	E309	E309	E309	E309	E309	E309	E309	E309
E308*	E309Mo	E309	E309	E310	E309	E309	E309	E309
E316L	E309Mo	E309	E309	E310	E309	E309	E309	E309
E308*	E309Mo	E309	E309	E310	E309	E309	E309	E309
E308L	E309Mo	E309	E309	E310	E309	E309	E309	E309
E347	E309	E309	E309	E310	E309	E309	E309	E309
	E330	E309	E309	E310	E312	E312	E312	E312
		E410	E430 ^o	E410 ^o	E502 ^o	E505 ^o	E410 ^{o,ψ}	E410
			E430	E430	E502 ^o	E505 ^o	E430 ^{o,ψ}	E430 ^o
				E446	E502 ^o	E502 ^o	E430 ^{o,ψ}	E430 ^o
					E502	E502 ^o	E502 ^{o,ψ}	E502 ^o
						E505	E505 ^{o,ψ}	E505 ^o

تذکره: شماره‌های که در جدول آورده شده است، شماره الکتروود مناسب بر اساس استاندارد AWS میباشد. برای جوش دستی بهتر است از سری E309-15 استفاده شود. (الکتروودهای ضدزنگ جریان DC)

• این آلیاژها به ترک حساس بوده و در این مورد (مخصوصاً در مقاطع ضخیم و جوشکاریهای خیلی مهارشده) الکتروود E312 توصیه میشود.

• برای کاهش خطر تردی این آلیاژها در دمای کار بالا، الکتروود E16-8-2 توصیه میشود.

• در جوشکاری فولادهای کربنی و کروم دار به فولادهای استنیتی، بهتر است لبه آنها (فولادهای کربنی و کروم دار) را ابتدا با الکتروود E309 پوشانده و سپس با الکتروود E308 یا الکتروود همجنس فولاد استنیتی به آن جوش داد.

الکتروود E307 نیز غالباً برای جوشکاری فولادهای ضدزنگ استنیتی به فولادهای کربنی ساده یا کم آلیاژ بکار میرود.

• در مورد کار در دمای بالا، الکتروود ENiCrFe3 بهترین است. به استثناء مواردی که آنمفسر کار شامل ترکیبات گوگرد باشد.

• در صورتی که شرایط کار اجازه استفاده از الکتروودهای استنیتی را بدهد، معمولاً الکتروود E309 یا E310 بکار برده میشود.

• در صورتی که قطعه پیشگرم شود و هیدروژن در منطقه جوش کم باشد، الکتروود E7018 و سیمهای جوش از جنس فولاد نرم، نیز بکار برده میشود.

A

نوع فولاد	201,202,301,302 302B,303*,304 305,308	304L	309 309S	310 310S 314*	316	316L	317	317L
201,202,301,302,302B, 303*,304,305,308	E308	E308	E308	E308	E308	E308	E308	E308
304L		E308L	E308	E308	E308	E308	E308	E308
309,309S			E309	E309	E309	E309	E309	E309
310,310S,314*,				E310	E316	E317	E308	E310
316					E316	E316	E316	E316
316L						E316L	E316	E316L
317							E317	E317
317L								E317L
321,347,348								
330*								
403,405,410, 412,414,420								
430,430F,431, 440A,440B,440C								
446*								
501,502								
505								

جوشکاری آلیاژهای مختلف یکدیگر

فولاد Cr=12	فولاد Cr=18 Ni=8	فولاد Cr=18 Ni=10 Mo=2	فولادهای آستنیتی و مقاوم به حرارت	هاسیت آلوی B	اینکونل	مونل
A1a ⁺ -B1a ⁺	A1a-D1a	A1a-B1a-C1a				
A1a ⁺ -B1a ⁺ -C1a ⁺	A1a-B1a-C1a					
A1a ⁺ -B1a ⁺						
			J4a			
			K4a-L4a			
			O1a	O1a-S1a	O1a-S1a	R1a-S1a
			O1a	R1a-M1a	O1a-S1a	R1a
			O1a	O1a-Q1a	T1a	-
			P1a			
			Q1a			

پس گرم

a= لازم نباشد
 b= سرد کردن آهسته
 c=700-740°C
 d=720-760°C
 e=600-700°C
 f=580-620°C

A

نوع آلیاژ	فولاد ساده	فولادهای با استحکام بالا	فولاد Cr=0-2 Mo=0.5-1	فولاد Cr=2-5 Mo=0.5-1	فولاد Cr=7-9 Mo=0.5-1
فولاد Cr=25, Ni=20	A1a-B1a	A2a-B2a	A4b-B4b	A5b-B5b	A6b-B6b
فولاد Cr=18, Ni=10, Mo=2	A1a-B1a	A2a-B2a	A4b-B4b	A5b-B5b	A6b-B6b
فولاد Cr=18, Ni=8	A1a-B1a	A2a-B2a	A4b-B4b	A5b-B5b	A6b-B6b
فولاد Cr=12	A1a*-B1a*	A2a*-B2a*	A4b*-B4b*	A5b*-B5b*	A6b*-B6b*
فولاد Cr=7-9, Mo=0.5-1	A6b-B6b-F6d	A6b-B6b-F6d	A6b-B6b-F6b-G6b-H6b	A6b-B6b-I6c	
فولاد Cr=2-5, Mo=0.5-1	A5b-B5b-E5c	A5b-B5b-F5c	A5b-B5b-F5c-G5c-H5c		
فولاد Cr=0-2, Mo=0.5-1	F3e	F3e			
فولادهای با استحکام بالا	F2f				
برنز قلع	J4a	J4a	J4a		
برنز آلومینیوم	K4a-L4a	K4a-L4a	K4a-L4a		
نیکل	N1a-O1a	N1a-O1a	N1a-O1a		
موانل	M1a-O1a	M1a-O1a	M1a-O1a		
اینکونل	O1a	O1a	O1a		
هاست آئوی B	P1a	P1a	P1a		
هاست آئوی C	Q1a	Q1a	Q1a		

B 3 d

نوع الکترود
(ASTM A298, A233, A316, B225, B295)

A=E310, E310Cb, E310Mo
B=E316
C=E317
D=E347
E=E6016, E6018
F=E701x-A1
G=E801x-B1
H=E801x-B2
I=E901x-B3 (for 2.25Cr 1Mo)
J=E Cu Sn-C
K=E Cu Al-A2
L=E Cu Al-B
M=E4N10
N=E4N11
O=E4N12
P=E3N1B
Q=E3N1C
R=E3N10
S=E3N11
T=E3N12

پیش گرم

1=لازم نمیباشد
2=100-150°C ضخامت بیشتر از ۲۰ میلیمتر باشد
3=100-200°C
4=150-200°C
5=200-250°C
6=250-300°C
♣=250-300°C ضخامت بیش از ۶ میلیمتر و یا کربن بیش از ۰/۰۸٪

خواص گروهی از مواد کامپوزیت

نوع ماده	میزان الیاف شیشه %	چگالی g/cm ³	کشش کشش MPa	مدول کشش GN/m ²	استحکام کشش MPa	مدول کشش GN/m ²	مقاومت کشش MPa	مدول کشش GN/m ²	استحکام کشش MPa	مدول کشش GN/m ²
تک بعدی ها Wound Epoxide Unidirectional Polyester	60-90 50-75	1.7-2.2 1.6-2.0	530-1370 410-1180	28-62 21-41	310-380 20-480		690-1860 690-1240	34-487 27-41		
دو بعدی ها Satin weave Polyester Woven roving Polyester	50-70 45-60	1.6-1.9 1.5-1.8	250-400 230-340	14-25 13-17	210-280 98-140	9-17 8-17	207-450 200-270	17-23 10-17	62-83 55-76	3.5-4.0 3.0-3.5
چند بعدی ها Preform Polyester Hand & spray-up Polyester	25-50 25-40	1.4-1.6 1.4-1.5	70-170 63-140	6-12 6-12	130-160 130-170	6-9	70-240 140-250	5-8	69-83	2.8-3.0
مختلطهای فایبری DMC Polyester SMC Polyester Glass filled Nylon	10-40 20-35 20-40	1.8-2.0 1.8-1.85 1.3-1.5	34-70 50-900 120-200	12-14 9 6-14	140-180 240-310 110-170		40-140 140-210	9-14	41-69 65-83	
گرمالرم ها HDPE High impact Polystyrene pp Nylon	0 0 0 0	0.95 1.08 0.9 1.08	31 45 40 80	0.6-1 3.5 1.1-1.8 1.4-1.8	17 112 60-70 35-91		7 90 34-55 55-97	0.7 2.7-3.4 0.8-1.8 1.4-2.8		
لوم Polyurethane	0	0.035	0.3	0.0041	0.15-0.2	.0014-0.003			0.172	0.0015
فلزات Mild Steel Aluminium Stainless Steel		7.8 2.7 7.9-2	410-480 80-430 480-1580	210 70 200	410-480 84					

دمای کار پیوسته و خواص مکانیکی انواع پلاستیکها

نوع پلاستیک	کشش تسلیم - کشش MPa	کشش تسلیم کشش MPa	مقاومت به ضربه J/mm	مدول الاستیسیته MPa	دانسیته g/cm ³	دمای کار پیوسته °C	ارزش g/kg
LDPE	4-16	-	no-fail	172	0.910-0.925	40	1.27
HDPE	20-38	19-25	0.025-1.0	828	0.941-0.965	80	1.35
PP	31-38	38-55	0.025-0.1	1379	1.05-1.24	70	1.27
Polystyrene	35-83	80-110	0.0125-0.02	3103	1.04-1.09	75	1.39
Polystyrene (high impact)	10-48	28-62	0.025-0.55	-	1.04-1.10	-	-
PVC (Rigid)	34-62	55-90	0.02-1.0	2759	1.30-1.45	70	0.83
Methyl Methacrylate	48-76	83-125	0.015-0.025	2897	1.17-1.20	75	2.31
ABS	30-53	30-55	0.25-0.40	2069	1.01-1.04	80	2.93
Polytetrafluoroethylene(PTFE)	14-35	12-14	0.4	414	2.14-2.20	200	14.96
Phenol Formaldehyde	48-55	69-207	0.01-0.018	6897	1.28-1.30	160	1.78
Urea Formaldehyde	-	-	-	10344	-	140	1.60
Epoxy Resines	-	-	-	6897	-	133	2.93
Polyesters (Isophthalic)	-	-	-	6897	-	120	1.55
Polyphenylene Oxide (mod)	-	-	-	2500	-	80	3.96
Polyacetals	69	124	-	3586	1.42	100	4.00
Polybutyl Tetrathalate	-	-	-	2300	-	100	3.73
Polycarbonates	55-65	71-75	0.6-0.9	2414	1.2	115	4.17
Polyamides (Nylon 6/6)	62-82	46-86	0.05-0.1	2828	1.13-1.15	120	5.29
Polyethyl Terphthalate	-	-	-	8960	-	140	1.52
Polysulfones (PS)	70	96	-	2500	1.24	140	8.62
Polyetherimides (PEI)	-	-	-	300	-	170	10.23
Polyphenylene Sulfide	-	-	-	11700	-	200	7.07
Polyether Ether Ketone	-	-	-	3500	-	250	50.60
Polyimides	86	275	0.075	1297	1.43	300	70.00
Polybenzimidazole (PBI)	-	-	-	5800	-	400	90.00

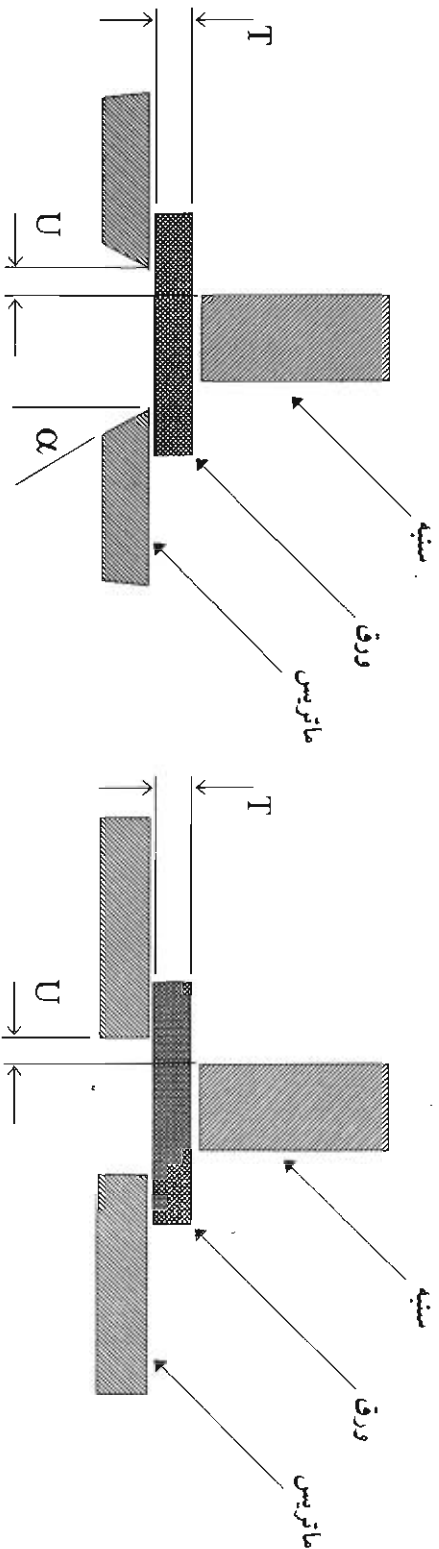
دمای کار پیوسته و خواص مکانیکی انواع لاستیکها

نوع لاستیک	دمای کار پیوسته °C	تنش تسلیم MPa	تغیر طول %	سختی Shore A
Soft Natural Rubber	-50 to 78	17-30	600-800	20-70
Hard Natural Rubber	0 to 100	30-70	1-10	Very High
Polyisoprene-Synthetic	-50 to 78	17-30	200-400	20-70
Styrene Butadiene (SBR)	-55 to 120	10-24	300-650	40-90
Butyl Rubber	-53 to 120	15-20	500-650	40-75
Nitril Rubber (NBR)	-53 to 120	5-25	400-650	40-90
Neoprene Rubber	-50 to 120	15-22	300-500	40-90
Polyfulfide Rubber	-52 to 100	5-9	250-400	50-80
Silicone Rubber	-106 to 300	5-7	200-300	
Chlorosulfonated Polyethylene	-5 to 100	5-20	250-440	50-90
Urethane	-54 to 115	35	600	
Polybutadiene Rubber		16.6	540	59
Etylene Acrylic Elastomer	-44 to 177	14.1	68-450	63-72
Chlorinated Polyethylene		8-27		49-95
Ethylene-Propylene (EPDM)		4-13	600-800	43-55
Fluorocarbon Elastomer	-30 to 316	9-19	100-500	55-95

جداول مکانیک و طراحی

بخش B

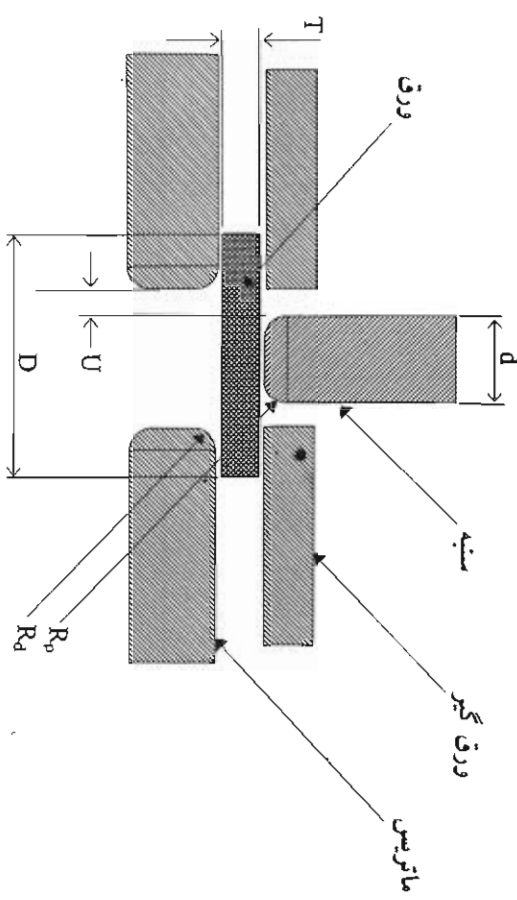
میزان لقی برای قالبهای برش



ضخامت ورق mm	لقی (T) به mm				لقی (U) به mm			
	برای تنش کششی (UTS) مختلف برای ماتریس با زاویه α		برای تنش کششی (UTS) مختلف برای ماتریس بدون زاویه		برای تنش کششی (UTS) مختلف برای ماتریس با زاویه α		برای تنش کششی (UTS) مختلف برای ماتریس بدون زاویه	
	UTS < 250 MPa	250 < UTS < 400 MPa	401 < UTS < 600 MPa	600 < UTS MPa	UTS < 250 MPa	250 < UTS < 400 MPa	401 < UTS < 600 MPa	600 < UTS MPa
0.4-0.6	0.01	0.015	0.02	0.025	0.015	0.02	0.025	0.03
0.7-0.8	0.015	0.02	0.03	0.04	0.025	0.03	0.04	0.05
0.9-1	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.05	0.05
1.5-2	0.03	0.04-0.05	0.05-0.07	0.07-0.09	0.05	0.06-0.08	0.08-0.10	0.09-0.12
2.5-3	0.04	0.06-0.07	0.09-0.10	0.11-0.13	0.08	0.10-0.12	0.13-0.15	0.15-0.18
3.5-4	0.05-0.06	0.08-0.09	0.11-0.13	0.15-0.17	0.10-0.12	0.14-0.16	0.18-0.20	0.21-0.24

B

میزان نفی و پارامترهای دیگر قالبهای کشش



<p>(mm) لـفـفـی $\rightarrow U = T + k\sqrt{10T}$</p> <p>$K_{Steel}=0.07$ $K_{Aluminium}=0.02$ $K_{Other}=0.04$</p>	<p>β for Materials</p> <table border="1"> <tr> <td>St10=1.7</td> <td>Pure Cu, Al =2.1</td> </tr> <tr> <td>St12=1.8</td> <td>Soft Cu-37Zn =2.1</td> </tr> <tr> <td>St14=2.0</td> <td>Hard Cu-37Zn =1.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Soft Cu-6Sn =1.5</td> </tr> </table>	St10=1.7	Pure Cu, Al =2.1	St12=1.8	Soft Cu-37Zn =2.1	St14=2.0	Hard Cu-37Zn =1.9		Soft Cu-6Sn =1.5
St10=1.7		Pure Cu, Al =2.1							
St12=1.8	Soft Cu-37Zn =2.1								
St14=2.0	Hard Cu-37Zn =1.9								
	Soft Cu-6Sn =1.5								
<p>(mm) قـمـاب $\rightarrow R_d = 0.035[50 + (D - d)]\sqrt{T}$</p> <p>(mm) قـمـاب $\rightarrow R_p = (4 \sim 5)T$</p>	<p>نسبت کشش $\rightarrow \beta = D/d$</p> <p>نیروی کشش (N) $\rightarrow F = 1.2\pi(d + T)T\sigma_{UTS} \frac{\beta - 1}{\beta_{total} - 1}$</p>								

σ in MPa T, d, D in mm

جدول نوار انسانی ISO

نوار انسانی بر پایه لغت سوراخ (mm)

سوراخ	میل					سوراخ	میل					سوراخ	میل					سوراخ	میل											
	الف	ب	ج	د	هـ		الف	ب	ج	د	هـ		الف	ب	ج	د	هـ		الف	ب	ج	د	هـ							
مختار: قطر mm	H6	h5	k6	n5	p5	H7	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	r6	s6	H8	d9	e8	h9	u8	x8	H11	a11	c11	d11	e11	f11	g11	h11	h9
1-3	+6 0	0 -4	+4 -2	0 +4	+8 +6	+10 0	-6 -16	-2 -8	0 -6	+4 -2	+6 0	+8 +2	+10 +4	+16 +10	+20 +14	+14 0	-20 -45	-14 -28	0 -25	-	+20	+34	+60 0	-270 -330	-60 -120	-20 -45	0 -60	0 -25	0 -25	0 -25
3-6	+8 0	0 -5	+6 -2	+9 +1	+13 +8	+17 +12	-10 -22	-4 -12	0 -8	+6 -2	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+23 +15	+27 +19	+18 0	-30 -60	-20 -38	0 -30	-	+46	+28	+75 0	-270 -345	-70 -145	-30 -60	0 -75	0 -30	0 -30	0 -30
6-10	+9 0	0 -6	+7 -2	+10 +1	+16 +15	+21 +18	-13 -28	-5 -14	0 -9	+7 -2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+28 +19	+32 +23	+22 0	-40 -76	-25 -47	0 -36	-	+56	+34	+90 0	-280 -370	-80 -170	-40 -76	0 -90	0 -36	0 -36	0 -36
10-14	+11 0	0 -8	+8 -3	+12 +1	+20 +18	+26 +18	-16 -34	-6 -17	0 -11	+8 -3	+12 +1	+18 +1	+23 +12	+34 +23	+39 +28	+27 0	-50 -93	-32 -59	0 -43	-	+40	+40	+110 0	-290 -400	-95 -205	-50 -93	0 -110	0 -43	0 -43	0 -43
14-18	+11 0	0 -8	+8 -3	+12 +1	+20 +18	+26 +18	-16 -34	-6 -17	0 -11	+8 -3	+12 +1	+18 +1	+23 +12	+34 +23	+39 +28	+27 0	-50 -93	-32 -59	0 -43	-	+45	+45	+110 0	-290 -400	-95 -205	-50 -93	0 -110	0 -43	0 -43	0 -43
18-24	+13 0	0 -9	+9 -4	+15 +2	+24 +22	+31 +22	-20 -41	-7 -20	0 -13	+9 -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+41 +28	+48 +35	+33 0	-65 -117	-40 -73	0 -52	-	+54	+54	+130 0	-300 -430	-110 -240	-65 -117	0 -130	0 -52	0 -52	0 -52
24-30	+13 0	0 -9	+9 -4	+15 +2	+24 +22	+31 +22	-20 -41	-7 -20	0 -13	+9 -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+41 +28	+48 +35	+33 0	-65 -117	-40 -73	0 -52	-	+54	+54	+130 0	-300 -430	-110 -240	-65 -117	0 -130	0 -52	0 -52	0 -52
30-40	+16 0	0 -11	+11 -5	+18 +2	+28 +26	+37 +26	-25 -50	-9 -25	0 -16	+11 -5	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+50 +34	+59 +43	+39 0	-80 -142	-50 -89	0 -62	+60	+80	+80	+160 0	-320 -480	-130 -290	-80 -142	0 -160	0 -62	0 -62	0 -62
40-50	+16 0	0 -11	+11 -5	+18 +2	+28 +26	+37 +26	-25 -50	-9 -25	0 -16	+11 -5	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+50 +34	+59 +43	+39 0	-80 -142	-50 -89	0 -62	+109	+97	+97	+160 0	-320 -480	-130 -290	-80 -142	0 -160	0 -62	0 -62	0 -62
50-65	+19 0	0 -13	+12 -7	+21 +2	+33 +32	+45 +32	-30 -60	-10 -29	0 -19	+12 -7	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+60 +41	+72 +53	+46 0	-100 -174	-60 -106	0 -74	+133	+168	+168	+190 0	-340 -530	-140 -330	-100 -174	0 -190	0 -74	0 -74	0 -74
65-80	+19 0	0 -13	+12 -7	+21 +2	+33 +32	+45 +32	-30 -60	-10 -29	0 -19	+12 -7	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+62 +43	+78 +59	+46 0	-100 -174	-60 -106	0 -74	+148	+192	+192	+190 0	-360 -550	-150 -340	-100 -174	0 -190	0 -74	0 -74	0 -74
80-100	+22 0	0 -15	+13 -9	+25 +3	+38 +37	+52 +37	-36 -71	-12 -34	0 -22	+13 -9	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+73 +51	+93 +71	+54 0	-120 -207	-723 -126	0 -87	+178	+232	+232	+220 0	-380 -600	-170 -390	-120 -207	0 -220	0 -87	0 -87	0 -87
100-120	+22 0	0 -15	+13 -9	+25 +3	+38 +37	+52 +37	-36 -71	-12 -34	0 -22	+13 -9	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+76 +51	+101 +79	+54 0	-120 -207	-723 -126	0 -87	+198	+264	+264	+220 0	-410 -630	-180 -400	-120 -207	0 -220	0 -87	0 -87	0 -87
120-140	+25 0	0 -18	+14 -11	+28 +3	+45 +43	+61 +43	-43 -83	-14 -39	0 -25	+14 -11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+90 +63	+125 +92	+63 0	-145 -245	-85 -148	0 -100	+253	+343	+343	+250 0	-520 -710	-210 -450	-145 -245	0 -250	0 -100	0 -100	0 -100
140-160	+25 0	0 -18	+14 -11	+28 +3	+45 +43	+61 +43	-43 -83	-14 -39	0 -25	+14 -11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+93 +63	+133 +108	+63 0	-145 -245	-85 -148	0 -100	+273	+373	+373	+250 0	-580 -830	-230 -480	-145 -245	0 -250	0 -100	0 -100	0 -100
160-180	+25 0	0 -18	+14 -11	+28 +3	+45 +43	+61 +43	-43 -83	-14 -39	0 -25	+14 -11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+93 +63	+133 +108	+63 0	-145 -245	-85 -148	0 -100	+308	+422	+422	+290 0	-660 -950	-240 -530	-170 -285	0 -290	0 -115	0 -115	0 -115
180-200	+29 0	0 -20	+16 -13	+33 +4	+51 +50	+70 +50	-50 -96	-15 -44	0 -29	+16 -13	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+109 +77	+151 +122	+72 0	-170 -285	-100 -172	0 -115	+330	+457	+457	+290 0	-740 -950	-260 -530	-170 -285	0 -290	0 -115	0 -115	0 -115
200-225	+29 0	0 -20	+16 -13	+33 +4	+51 +50	+70 +50	-50 -96	-15 -44	0 -29	+16 -13	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+109 +80	+159 +130	+72 0	-170 -285	-100 -172	0 -115	+330	+457	+457	+290 0	-740 -1030	-260 -550	-170 -285	0 -290	0 -115	0 -115	0 -115



تولرانس بر پایه نبوت میله (mm)

میل	سوراخ					میل	سوراخ					میل	سوراخ					میل	سوراخ									
	h5	H6	J6	M6	N6		P5	h6	F7	G7	H7		J7	K7	M7	N7	R7		S7	h9	CH1	D10	E9	F8	H11	H8	h11	AM	AM	C11	D11	H11
1-3	0	+6	+2	-2	-4	-6	0	+16	+12	+10	+4	0	-2	-4	-10	-14	0	+120	+60	+39	+20	+60	+14	0	+330	+12	+80	+60
3-6	0	+8	+5	-1	-5	-9	0	+22	+16	+12	+6	+3	0	-4	-11	-15	0	+145	+78	+50	+28	+75	+18	0	+345	+145	+105	+75
6-10	0	+9	+5	-3	-9	-13	-8	+10	+4	0	-6	-9	-12	-16	-23	-27	-30	+70	+30	+20	+10	0	0	0	+370	+170	+130	+90
10-18	0	+11	+6	-4	-12	-16	-9	+13	+5	+15	+8	+5	0	-4	-13	-17	-36	+80	+40	+25	+13	0	0	0	+400	+205	+160	+110
18-30	0	+13	+8	-4	-11	-18	0	+41	+28	+21	+12	+6	0	-7	-20	-27	0	+240	+149	+92	+53	+130	+33	0	+430	+240	+195	+130
30-40	0	+16	+10	-4	-12	-21	0	+50	+34	+25	+14	+7	0	-8	-25	-34	-62	+280	+180	+112	+65	+160	+39	0	+470	+280	+240	+160
40-50	0	+16	+10	-4	-12	-21	0	+50	+34	+25	+14	+7	0	-8	-25	-34	-62	+290	+180	+112	+65	+160	+39	0	+480	+290	+240	+160
50-65	0	+19	+13	-5	-14	-26	0	+60	+40	+30	+18	+9	0	-9	-30	-42	-74	+330	+220	+134	+76	+190	+46	0	+530	+330	+290	+190
65-80	0	+19	+13	-5	-14	-26	0	+60	+40	+30	+18	+9	0	-9	-30	-48	-74	+340	+220	+134	+76	+190	+46	0	+550	+340	+290	+190
80-100	0	+22	+16	-6	-16	-30	0	+71	+47	+35	+22	+10	0	-10	-38	-58	-87	+390	+260	+152	+90	+220	+54	0	+600	+390	+340	+220
100-120	0	+22	+16	-6	-16	-30	0	+71	+47	+35	+22	+10	0	-10	-38	-58	-87	+400	+260	+159	+90	+220	+54	0	+630	+400	+340	+220
120-140	0	+25	+18	-8	-20	-36	0	+83	+54	+40	+26	+12	0	-12	-48	-77	-101	+450	+305	+185	+106	+250	+63	0	+710	+450	+395	+220
140-160	0	+25	+18	-8	-20	-36	0	+83	+54	+40	+26	+12	0	-12	-48	-77	-100	+460	+305	+185	+106	+250	+63	0	+770	+460	+395	+220
160-180	0	+25	+18	-8	-20	-36	0	+83	+54	+40	+26	+12	0	-12	-48	-77	-100	+460	+305	+185	+106	+250	+63	0	+770	+460	+395	+220
180-200	0	+29	+22	-8	-22	-41	0	+96	+61	+46	+30	+13	0	-14	-60	-105	-115	+530	+355	+215	+122	+290	+72	0	+950	+530	+460	+290
200-225	0	+29	+22	-8	-22	-41	0	+96	+61	+46	+30	+13	0	-14	-60	-105	-115	+550	+355	+215	+122	+290	+72	0	+1030	+550	+460	+290
225-250	0	+29	+22	-8	-22	-41	0	+96	+61	+46	+30	+13	0	-14	-60	-109	-123	+570	+355	+215	+122	+290	+72	0	+1110	+570	+460	+290
	0	+29	+22	-7	-21	-41	0	+96	+61	+46	+30	+13	0	-14	-60	-113	-169	+115	+280	+170	+100	+50	0	0	+820	+280	+170	0
	0	+29	+22	-7	-21	-41	0	+96	+61	+46	+30	+13	0	-14	-60	-113	-169	+115	+280	+170	+100	+50	0	0	+820	+280	+170	0

انتخاب و کاربرد مهمترین فولادها

H9/D10	ثبوت میله	H8/d9	ثبوت سوراخ	زساد	اجزاگردان باقی	H6/H7	ثبوت میله	H7/h6	ثبوت سوراخ	با دست	H7/h6	ثبوت سوراخ	زباد
H9/E9	ثبوت میله	H8/e8	ثبوت سوراخ	متوسط	اجزاگردان باقی	H7/H7	ثبوت میله	H7/h6	ثبوت سوراخ	خیلی کم	H7/h6	ثبوت سوراخ	زباد یا انبساط
H6/F8	ثبوت میله	H7/f7	ثبوت سوراخ	کم	اجزاگردان باقی	H7/h6	ثبوت میله	H7/h6	ثبوت سوراخ	خیلی کم	H8/h8	ثبوت سوراخ	زباد یا انبساط و انقباض
H6/G7	ثبوت میله	H7/g6	ثبوت سوراخ	بدون لقی	اجزاگردان بدون لقی	H7/h6	ثبوت میله	H7/h6	ثبوت سوراخ	کم	H8/h8	ثبوت سوراخ	زباد یا انبساط و انقباض

مشخصات مکانیکی پیچها ، بولتها ، پرچها

شماره استاندارد متریک	تنش کششی ksi	تنش تسلیم 0.2% ksi
4.6	60	36
5.8	74	57
7.8	105	81
8.6	90	58
8.8	120	92
8.9	115	100
10.9	133-150	115-130
12.9	170-180	160

B

جداول شیمی و خوردگی

بخش C

اسم ماده خورنده	دما °C	غلظت % حلولی	آلیاژ																	
			فولاد ساده ۱۰۲۰	چدن خاکستری	نیکل رزیست	فولاد ۱۲٪ کرم	فولاد ۱۷٪ کرم	فولاد زنگنزن ۳۰۱	فولاد زنگنزن ۳۱۶	چدن ۱۴٪ نیسیلیم	مس-برنز قلع برنز آلومینیم	برنج ۳۰-۷۰	برنز نیسیلیم	مونل	نیکل	اینکونل	هاستالوی	آلومینیوم	سرب	تیتانیوم
Barium Nitrate	20	10	<20				<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20																	
Barium Peroxide	20	10	<50				>50													
	20	max	<2																	
Benzene	20	10	<20				<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20																	
Benzoic Acid	20	10	>50	>50			<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	>50	>50																
Boric Acid	20	10	<50	>50			<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<50	>50																
Bromic Acid	20	max	>50	>50			>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Bromine (dry)	20	max	<50	>50			<20	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Bromine (wet)	20	max	>50	>50			>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Butyric Acid	20	10	<50	>50			>50	<50	<50	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	>50	>50																
Cadmium Chloride	20	10	>50	>50			>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
	20	max	>2	>50																
Cadmium Sulfate	20	10	<20	<20			<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20																
Calcium Acetate	20	10	<20	<50			<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<50	<50																
Calcium Bicarbonate	20	10	<20	<20			<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20																
Calcium Bisulfite		?					<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac	<20ac
Calcium Chloride	20	10	<20	<20			<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20																
	boil	10					<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt	<20pitt

ماده خورنده	دما °C	غلظت %	آلیز																	
			فولاد ساده ۱۰۲۰	چدن خاکستری	نیکل رزیست	فولاد ۱۲٪ کرم	فولاد ۱۷٪ کرم	فولاد زنگنزن ۳۰۱	فولاد زنگنزن ۳۱۶	چدن ۱۴٪ سیلیسیم	مس برنز قلع برنز آلومینیم	برنج ۳۰-۷۰	برنز سیلیسیم	مونل	نیکل	اینکونل	هاستالوی	آلومینیوم	سرب	تیتانیوم
Lead Acetate	20	10	>50,20%	>50	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<2	-	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<2
Lead Chromate	20	10	-	-	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Lead Nitrate	20	10	>50	>50	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Lead Sulfate	20	10	-	-	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Lithium Chloride	20	30	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<2	<2	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Lithium Hydroxide	20	10	<20	<20	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<2	<20	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Magnesium Chloride	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<2	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Magnesium Hydroxide	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<2	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Magnesium Sulfate	20	10	<20	>50	<20	>50	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	>50	<20	>50	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Maleic Acid	20	10	>50	>50	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<2	>50	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Malic acid	20	10	>50	>50	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<2	>50	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Manganous Chloride	20		>50,40%	>50,40%	<50,40%	-	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<20,40%	<2,10%
	20		>50	>50	<50	-	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<2
Mercuric Chloride	20	10	>50	>50	<50	>50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<2
	20	max	-	-	-	>50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<2
Mercurous Nitrate	20	10	-	-	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	-	-	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Mercury	20	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Methyl Ethyl Ketone	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<2	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20



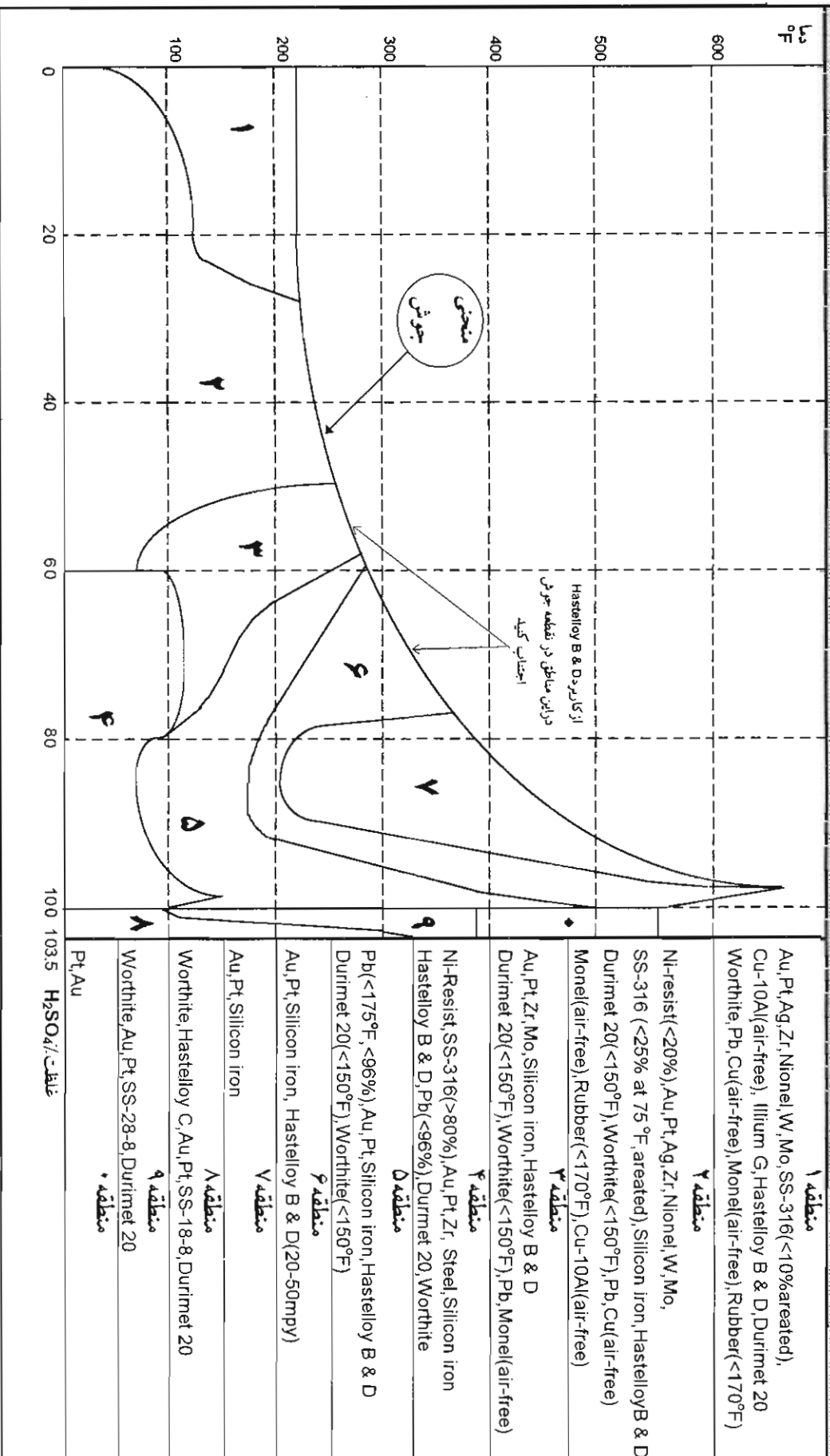
ماده مورد بررسی	دما °C	ظرفیت %	آلیاژ																	
			فولاد ساده ۱۰۲۰	چدن خاکستری	نیکل رزیست	فولاد ۱۲٪ کرم	فولاد ۱۷٪ کرم	فولاد زنگنزن ۳۰۱	فولاد زنگنزن ۳۱۶	چدن ۱۴٪ سیلیسیم	مس - برنز قلع برنز آلومینیم	برنج ۳۰-۷۰	برنز سیلیسیم	موتل	نیکل	اینکونل	هاستالوی	آلمینیوم	سرب	تیتانیوم
Sodium Chromate	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Hydroxide	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Hypochloride	20	10	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
	20	max	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Sodium Metasilicate	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Nitrate	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Nitrite	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Phosphate	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Silicate	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Sulfate	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Sulfide	20	10	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sodium Sulfite	20	10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Stannic Chloride	20	10	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Stannous Chloride	20	10	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
	20	max	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Strontium Nitrate	20	10	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
	20	max	<50	<50	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

خواص خوردگی آلیاژها تحت تاثیر محیطهای مختلف

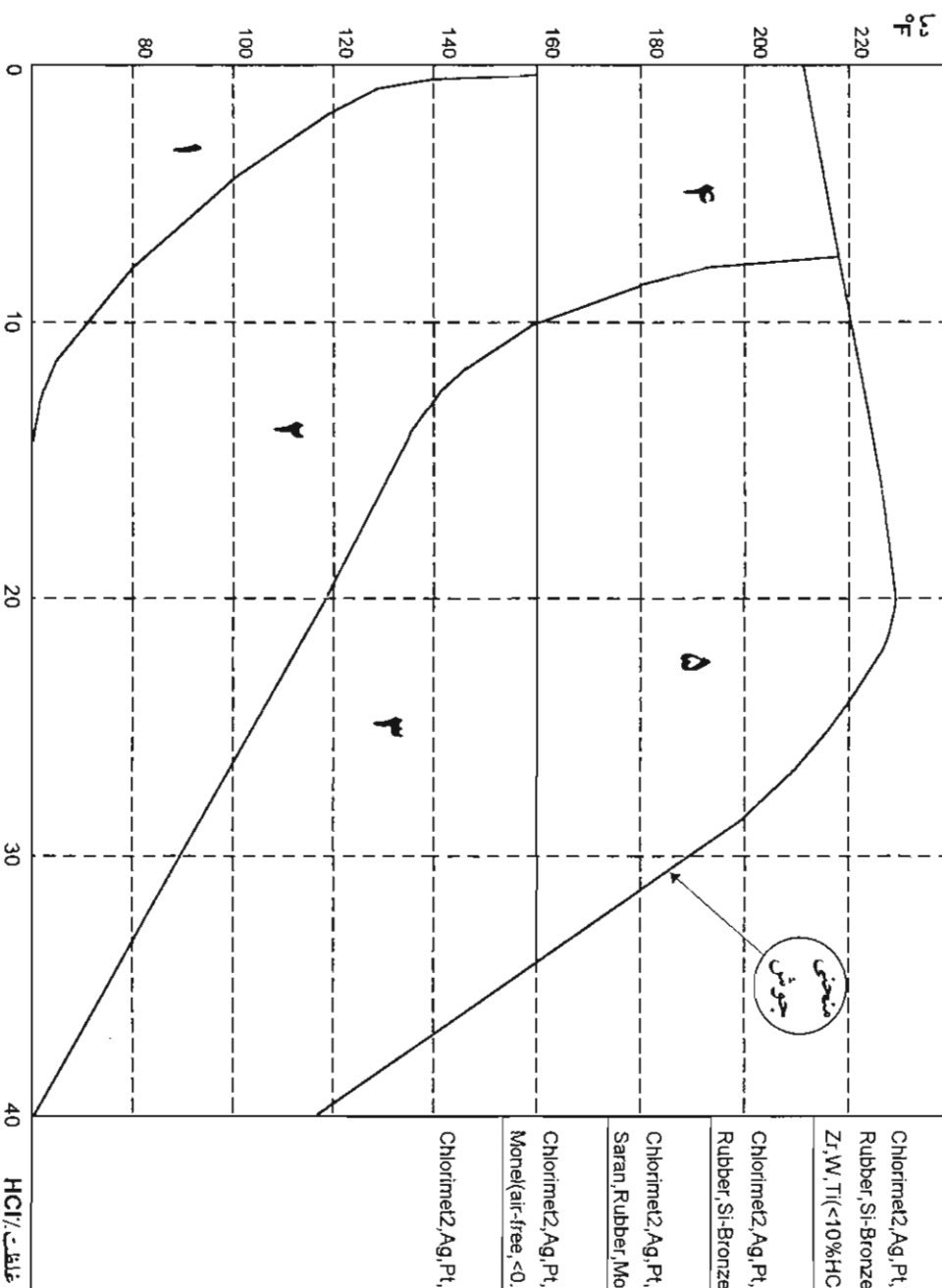
آلیاژ	ساخت		آب		محیطهای صنعتی		گازها		مقاومت حداکثر در حالت بازبخت											
	خشکی یا آبناگفته		آب تازه		بخار		معالژتها و مشخصات آنها													
	محللهای خنثی مثل: کاربیدها-سولفاتها	قلیاهای قوی و ضعیف	محللهای اسیدی مثل: اسید نیتریک	محللهای خنثی یا بازی مثل: سولفاتها-پراکسیدها-کروماتها	محللهای حفره زا مثل: اسیدها-یون لریک-یون کلرید	ساکن یا کم حرکت	توربولان	ساکن یا کم حرکت		توربولان	تور. کندان شده	خشک در دمای بالا	گازهای کوره	گازهای اکسیدکننده مثل: گازودکس	هوای شهر یا محیطهای صنعتی	تور. کور در دمای کمتر از نقطه شبنم	خشک مثل: فلز تور در دمای بیشتر از نقطه شبنم	اسیدهای هالید تور مثل: هیدروکلریک-هالیدهای آلی	هالیدهای هیدروژن خشک	
Cast iron	1	3	4	5	0	4	4	3	4	4	4	1	1	3	0	2	0	2<200	بد	45
Ductile iron	1	3	4	5	0	4	4	4	4	4	4	1	1	3	0	2	0	2<200	خوب	67
Ni-Resist ^a	4	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	3	2	4	0	2	3	3<200	خوب	25
Cast iron 14%Si	6	6	2	5	6	5	5	5	5	5	5	3	3	6	0	0	4	1<200	بد	22
Mild & Low-alloy Steels	1	3	4	5	0	4	4	3	4	4	4	1	1	3	0	3	0	3<200	خوب	67
SS 17Cr	2	4	4	6	5	6	6	4	5	6	6	2	2	4	0	2	0	2<200	خوب	78
SS 18-8	3	4	5	6	6	6	6	2	5	6	6	3	3	5	0	2	0	3<200	خوب	90
SS 18-12, Mo=2.5	4	5	5	6	5	6	6	3	6	6	6	2	2	6	0	3	0	4<200	خوب	90
SS 20-29, Mo=2.5	5	6	5	6	5	6	6	4	6	6	6	2	2	6	1	3	0	4<200	خوب	90
Cu=3.5																		3<400		
Incoloy 825 ^b	6	6	5	6	5	6	6	4	6	6	6	2	2	6	2	3	0	3<400	خوب	100
Hastelloy C-276 ^c	5	6	5	6	4	6	6	6	6	6	6	3	3	6	5	4	0	3<480	خوب	145
Inconel 600 ^d	3	6	6	6	3	6	6	4	6	6	6	2	2	6	2	5	0	4<480	خوب	90
Cu-Ni<30	4	5	5	0	0	4	1	6	6	6	6	2	2	5	1	5	0	3<400	خوب	38-62
Monel 400 ^e	5	6	6	6	1	6	6	4	6	6	6	2	2	6	2	6	0	3<400	خوب	77
Ni(=99.4)	4	5	6	1	0	5	0	6	6	6	6	2	2	4	2	6	0	5<400	خوب	54
Copper & Cu-Si	4	4	4	0	0	6	5	4	6	6	6	2	2	5	0	5	0	3<200	بد	29
Cu-22Zn-2Al	3	4	2	0	0	6	6	4	6	6	6	2	2	5	0	4	0	2<200	بد	60
Cu-10Al-5Ni-5Fe	4	4	2	0	0	6	6	4	6	6	6	2	2	5	0	4	0	3<200	بد	60-80
Cu-5Sn-5Ni-2Zn	4	5	4	0	0	6	6	5	6	6	6	2	2	5	0	4	0	3<200	-	45
Al & its alloy	1	3	0	6	0-5	4	0	5	5	5	5	4	4	5	0	6	0	3<200	خوب	9-90
Pb & Pb-Sb	5	5	2	2	0	6	5	5	5	5	5	3	3	5	0	1	3	0	خوب	2

66Ni-30Cu-2Fe = e 78Ni-15Cr-7Fe = d غیر قابل استناد 55Ni-16Cr-17Mo-6Fe-4W = c 80Ni-21Cr-3Mo-1.5Cu = b 14Ni-3Cr-6Cu-1.5Si-1.2Mn = a

نمودار انتخاب مواد برای کار در محیط اسید سولفوریک (20mpy)



نمودار انتخاب مواد برای کار در محیط اسید کلریدریک (20mp)



منطقه ۱	Chlorine ₂ , Ag, Pt, Ta, HastelloyB, Durichlor(iron free), Havg, Saran, Rubber, Si-Bronze(air-free), Cu(air-free), Ni(air-free), Monel(air-free), Zr, W, Ti (<10% HCl at room temp.), Worthite (<2% HCl at room temp.)
منطقه ۲	Chlorine ₂ , Ag, Pt, Ta, HastelloyB, Durichlor(iron free), Havg, Saran, Rubber, Si-Bronze(air-free), Zr, Mo, Impervious Graphite
منطقه ۳	Chlorine ₂ , Ag, Pt, Ta, HastelloyB(CI-free), Durichlor(iron free), Havg, Saran, Rubber, Mo, Zr, Impervious Graphite
منطقه ۴	Chlorine ₂ , Ag, Pt, Ta, HastelloyB(CI-free), Durichlor(iron free), Monel(air-free, <0.5% HCl), Zr, Impervious Graphite), W
منطقه ۵	Chlorine ₂ , Ag, Pt, Ta, HastelloyB(CI-free), Zr, Impervious Graphite)



خواص خوردگی تحت فشار (sec) فولادهای زنگ نزن در محلول یونهای مختلف

یونهای خوردنده

شماره فولاد	Cl ⁻ لیپس	Cl ⁻ حقیقی	Cl ⁻ اکسید کننده	Br ⁻	I ⁻	OH ⁻	F ⁻	S ²⁻	S ²⁻ Cl ⁻	S ₂ O ₃ ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CrO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₂ O + O ₂ ultra-pure	Sea water
405		5				5		2					5	1	5	5	0
18-2	2	5	2			3		5	5						5		0
26-1	2	5	2			2		4				1	5	5	5		0
26-1S	2	5	2			2		4				1	5	5	5		0
29-4	5	5	5			2		4					5	5	5		2
430		5						5	5				5	5	5		0
434		5							3								
431	1	1	1			2		4	1				5	5	5		0
410	1	4		1	1	4	1	1	1				5	4	5	4	0
CA-6NM		1						1	4								0
440A,B,C	1	1	1					1									0
PH15-7 Mo	1	2						5	1				5	5	5		0
17-4PH	1	2						5	1				5	5	5		0
PH13-8 Mo	1	2						1									0
17-7PH	1	1						5	1								0
Custom450	2	5	2			2		4	4				5	5	5		0
Custom455	2	5	2			2		4	4				5	5	5		0
202	1	1	1			2		4					5	5	5		0
216	1	1	1			2		4					5	5	5		0
216L	1	1	1			2		4		2,3	2,3		5	5	5		0

شماره فولاد	یونهای خورنده																	
	Cl ⁻ نسبی	Cl ⁻ غیر	Cl ⁻ کل	Br ⁻	I ⁻	OH ⁻	F ⁻	S ²⁻	S ⁻ Cl ⁻	S ₄ O ₆ ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CrO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₂ O + O ₂ ultra-pure	Sea water	
Nitronic50	1	2	1		5	2	5	4		3	3	2	5	5	5	5	5	2
Nitronic60	1	1	1		1	2	5	4		3	3	5	5	5	5			0
304	1	1	1		5	2		4	1	3	3	2	5	5	5	3		0
304L	1	1	1		1	2	5	4	1	2,3	2,3	2	5	5	5	2,3		0
309S	1	1	1		5	2	5	4		3	3	5	5	5	5	3		0
310S	1	1	1		5	2	5	4		3	3	5	5	5	5	3		0
316	1	1	1	2	5	2	5	4	1	3	3	5	5	5	5	3		0
316L	1	1	1			2		4		2,3	2,3	5	5	5	5	2,3		0
317	1	1	1		5	2	5	4		3	3	5	5	5	5	3		0
317L	1	1	1		5	2	5	4		2,3	2,3	5	5	5	5	3		0
321	1	1	1		5	2	5	4	1	5	5	5	5	5	5	5		0
347	1	1	1		5	2	5	4	1	5	5	2	5	5	5	5		0
329	2	1	1		4	2	4					5	5	5	5			0
3RE60	2	5	1			3		2	2			5	5	5	5	3		2
18-18-2	2	2	1		5	2	5					5	5	5	5			0

5= منام
 4= منام در صورتیکه کاربوردینگه و یا سخت نشده باشد.
 3= منام در صورتیکه جلی نشده باشد(مهم تشکیل کاربدهای گرم).
 2= منام در صورتیکه در منای غلظت بالا باشد.
 1= غیر منام
 0= در صبه انبساط



خواص خوردگی فولادهای زنگ نزن در محیطهای مختلف

محیط کار	نوع فولاد				محیط کار	نوع فولاد			
	302	316	430	410		320	316	430	410
اسید استیک	T	T	T	T	آلومینیوم(مذاب)	C	C	C	-
اسید بوریک	T	A	T	-	سرب(مذاب)	C	C	-	-
کربولیک اسید(فلل)	T	T	C	C	جیوه	A	A	-	-
اسید کرومیک	C	C	C	C	برم	C	C	C	C
اسید سیتریک	A	A	-	B	کلر(تر و خشک)	C	C	C	C
اسید کلریدریک	C	C	C	C					
اسید نیتریک(غلیظ)	A	A	A	A	استن	A	A	A	B
اسید فسفریک	A	A	C	-	بلزن	A	A	A	A
اسید سولفوریک(غلیظ)	A	A	C	C	تتراکلرید کربن	T	T	T	T
					اکل اتیلک	A	A	A	A
آمونیاک	A	A	A	-	تتراکلرید اتیلن	T	T	T	T
کلرید آلومینیوم	C	-	-	C					
سولفات آلومینیوم	A	A	-	B	گوشت	A	A	-	-
هیدراکسید آلومینیوم	A	A	A	A	آب گوجه فرنگی	T	T	T	T
کربنات باریم	A	A	-	-	آب سیب	A	A	A	A
کربنات کلسیم	A	A	A	A	آب سبزیجات	A	A	A	A
کلرید کلسیم	T	T	C	C					
سیانید مس	A	A	A	A	آب	A	A	A	A
سولفات مس	A	A	A	-	آب دریا	T	T	-	C
کلرید آهن ⁺⁺⁺ (۱۰٪)	C	T	C	C					
سولفات آهن ⁺⁺⁺	A	A	A	-					
کلرید ملیزیم	T	T	C	C					
سولفات نیکل(محلول آبتاری)	A	A	-	-					
دی کرومات پتاسیم	A	A	A	A					
نیترات نقره	A	A	A	A					
کلرورسدیم(۲٪) با هوا	A	A	B	-					
هیدراکسید سدیم	A	A	A	A					

A = بی اثر.
 B = کمی خورده میشود.
 C = کاملاً خورده میشود.
 T = باید در محیط عمل تست گردد.

C

مقاومت محیطی و شیمیایی انواع پلاستیکها در محلولهای اسید، باز و نمک

نوع پلاستیک	اسیدها						بازها						نمکها		نور خورشید و آب و هوا
	سدنی			آلی			اکسید کننده			اسیدی			شیمی		
	غلظت	رقت	غلظت	رقت	غلظت	رقت	غلظت	رقت	غلظت	رقت	اسیدی	شیمی	بازی		
ABS	B	B	D	C-D	D	B	B	B	B	B	A	B	B	B-C	
Acrylic	D	B	D	C	D	C	C-D	B	B	B	B	B	B	B	
Acrylic esters	C	C	C	B	D	C	C	B	B	B	A	A	B	A	
Cellulosic esters	D	C	D	D	D	D	D	C	C	B	B	B	C	B-C	
Chlorinated poly-alkylene ether	C	B	C	B	D	C	C	C	C	B	B	B	B	C	
Epoxy	C	A	C	B	D	C	A	A	A	A	A	A	A	B	
FER	A	A	A-B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Melamine-formaldehyde	D	C	B	B	D	C	D	C	A	A	A	A	B	B	
Phenolic	C-D	B-C	B	C	D	D	D	D	D	A	A	A	C	B	
Polyacetal	D	D	D	C	D	D	D	D	D	C	C	B	B	B-C	
Polyalkylene ether	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
Polyamide (nylon)	D	B	D	C	D	D	B	A	A	D	D	B	C	B-C	
Polyaromatic ether	B	A	B	A	D	B	A	A	A	A	A	A	A	A	
Polybutadiene(1,2)	C	A	B-C	A	C	B	B	B	B	A	A	A	B	-	
Polycarbonate	C	B	C	C	D	B	D	D	D	B	B	A	C	B	
Polycarbonate	C	B	C	C	D	B	D	D	D	B	B	A	C	B	
Polyesters (TPP)	B-C	B	C-D	B	D	C-D	D	D	D	C-D	B	B	C-D	B	
Polyesters*	B	A	B	B	D	C	C	C	C	B	A	A	B	B	
PE	A-B	A	A	A	D	B	B	B	B	A	A	A	A	D	
Polyimide	C	B	B	A	D	D	D	D	D	C	B	B	D	A	
Polyphenylene	B	A	B	A	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	
Polyphenylene sulfide	B	B	B	B	D	C	B	B	B	A	B	B	B	B	
PP	A	A	B	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	D	



نوع پلاستیک	اسیدها						آلی						اکسید کننده						آزما						شکها						نور خورشید و آب و هوا
	سدنی		آلی		اکسید کننده		آزما		شکها		سدنی		آلی		اکسید کننده		آزما		شکها		سدنی		آلی		اکسید کننده		آزما		شکها		
	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	عایط	رقت	
Polystyrene	C	B	D	C	D	C	D	C	A	B	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B	A	B	A	B	A	B	A	C	
Polysulfone	B	B	C	B	D	B	D	B	A	B	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B	A	B	A	B	A	B	A	A-B	
Polyurethane	D	C	D	C	D	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	C	
Polyvinyl acetate	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	B-C	B	
Polyvinyl chloride	B	A	D	B	D	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	
Polyvinylidene chloride	B	B	D	B	C	B	C	B	A	B	B	A	C	A	A	B	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	A	B	B	
Poly vinyl fluoride	C	A	C	A	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Poly vinylidene fluoride	A	A	B	A	A-B	A	A-B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Silicone	B	B	C	B	D	B	D	B	A	B	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B	A	B	B	B	B	A	A	A	
Styrene acrylonitrile	B	B	C	B	D	B	D	B	A	B	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B	A	B	B	B	B	A	C	C	
TFE	A	A	A-B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Urea-formaldehyde	D	C	B	C	D	C	D	B	C	C	D	C	D	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	
Polybutylene	A	A	B	A	D	B	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	D	
Polyxylylene	A	A	A	A	D	B	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	
Vinyl esters	B	A	B	B	D	C	D	B	C	C	D	C	D	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	

A=عالی B=خوب C=نسبتاً خوب D=ضعیف
 * = امتیاز نند

مقاومت شیمیایی انواع پلاستیکها در محلولهای آلی

نوع پلاستیکی	میدرگزیته				الکلیها		روغنها چربیها واکسها	قلیها	کربنها	اسیدها	آزوما
	آلیفاتیک	آروماتیک	خالونه کامل	خالونه جزئی	تک عاملی	چند عاملی					
ABS	C	D	D	D	C	B	B	D	D	D	D
Acrylic	B	D	D	D	D	B	B	D	D	D	D
Acrylic esters	A	B	B	B	A	A	A	C-D	C	C	B
Cellulosic esters	C	D	D	D	D	A	C	D	D	D	C
Chlorinated poly-alkylene ether	B	B	C-D	D	B	A	B	B	C-D	C	B
Epoxy	A	A-B	A	B	A	A	A	C	C	B	C
FEF	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	B
Melamine-formaldehyde	B	A-B	A	A	A	A	B	B	B	B	A
Phenolic	A	A	A	A	B	A	A	A	B	B	A
Polyacetal	B	B	B	B-C	B	B	B	D	B	B	B
Polyalkylene ether	C	D	D	D	D	D	C-D	D	D	D	D
Polyamide (nylon)	B	C	C	D	B	B	B	D	B	C	B
Polycarbonate	C	D	D	D	D	B	B	A	D	D	D
Polybutadiene(1,2)	B	C	-	C	A	A	-	B	B	B	B
Polycarbonate	C-D	D	B-C	D	B	B	C-D	D	D	D	D
Polyesters(TP)	B	C-D	B-D	D	A-B	A	-	D	D	C-D	D
Polyesters*	B	D	D	D	B	B	B	D	D	D	B
PE	C	C	D	D	C	B	A	A	B	B	B
Polyimide	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A
Polyphenylene	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B	A
Polyphenylene sulfide	A	B	C	D	A	A	-	B	B	A	B
PP	C	C	D	C-D	B	A	B	B	B	B	C





نوع پلاستیک	میدرگرتنها				اکتبا		روتنها جرتنها واکتبا	فتنها	کتونها	استونها	اتونها
	الکتباک	آرکتباک	هالوتنه کاتل	هالوتنه جوتف	تک عاتل	چند عاتل					
Polystyrene	C-D	D	D	D	B	B	D	D	D	D	D
Polysulfone	D	D	D	D	C-D	B	D	D	D	D	D
Polyurethane	C	D	D	D	D	B-C	D	D	D	D	D
Polyvinyl acetate	C-D	D	D	D	D	C	D	D	D	D	D
Polyvinyl chloride	B	D	D	D	B	B	D	D	D	D	D
Polyvinylidene chloride	B	B-C	D	D	A	B	C	D	D	D	D
Polyvinyl fluoride	A	B	A	A	A	A	B	B	D	C	B
Polyvinylidene fluoride	A	B	B	B-C	A	A	A	C	C	C	B
Silicone	C	C-D	D	D	B	A	D	D	B	C	C
Styrene acrylonitrile	B	D	D	D	C	B	D	D	D	D	D
TFE	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	B
Urea-formaldehyde	B	B	A	A	A-B	A	B	B	B	B-C	A
Polybutylene	B	B	D	C	B	A	B	B	B	B	B
Polyxylylene	A	A	A	B	A	A	B	B	C	C	B
Vinyl esters	B	B	A	B	A	A	C	C	C	C	C

A=عالی B=خوب C=نسبتاً خوب D=ضعیف
 * = امتیاع نشده

میزان انحلال نمکها در دماهای مختلف

فرمول شیمیایی	انحلال (gr نمک بی آب در ۱۰۰ gr آب)							
		۱۰ °C	۲۰ °C	۳۰ °C	۴۰ °C	۶۰ °C	۸۰ °C	۱۰۰ °C
AgC ₂ H ₃ O ₂	0.72	0.88	1.04	1.21	1.41	1.89	2.52	
AgNO ₃	122	170	222	300	376	525	669	952
Ag ₂ SO ₄	0.57	0.70	0.80	0.89	0.98	1.15	1.30	1.41
AlCl ₃		46		47				
Al(NO ₃) ₃	60	68	74	82	89	106	132	160
Al ₂ (SO ₄) ₃	31.3	33.5	36.2	40.4	46.1	59.2	73.0	89.1
Ba(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	58	63	72	75	79	74	74	74
BaBr ₂	98	100	104	107	112	124	140	160
Ba(ClO ₃) ₂	20.3	27.0	33.8	41.7	49.6	66.8	84.8	105
BaCl ₂	31.6	33.2	34.7	38.2	40.7	46.4	52.4	58.3
Ba(OH) ₂	1.6	2.5	3.9	5.6	8.2	21	101	
BaI ₂	170	186	203	220	232	247	261	272
Ba(NO ₃) ₂	5.0	7.0	9.2	11.6	14.2	20.3	27.0	34.2
H ₃ BO ₃	2.7	3.6	5.0	6.6	8.7	14.8	23.8	40.3
CdBr ₂	56.3	75.5	96.5	128	152			160
CdCl ₂	90	135	134	132	135	136	140	147
CdI ₂	80	83	86	90				128
Cd(NO ₃) ₂	120		140		220	400		660
CdSO ₄	76.5	76.0	76.6		78.5	83.7		60.8
Ca(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	37.4	36.0	34.7	33.8	33.2	32.7	33.5	29.7
Ca(HCO ₃) ₂	16.2	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5	18.0	18.4
CaCl ₂	59.5	65.0	74.5	102		137	147	159
CaI ₂	192	196	204	220	240			430
Ca(NO ₃) ₂	102	115	129	153	196		359	363
CaSO ₄	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.20	0.18	0.16
Co(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂	6.0	9.2	12.6	17.5	21.8	32.7	49.0	
CoBr ₂	92		110		156	226		257
CoCl ₂	42	46	50	56		92	97	104
CoI ₂	138	160	185	234	300		400	
Co(NO ₃) ₂	85	89	97	110	126	167	211	
CoSO ₄	25.5	30.0	36.2	41.8	48	60	70	83
CuCl ₂	69	71	74	76	81			98
Cu(NO ₃) ₂	81.8	95.3	125		160	179	208	250
CuSO ₄	14.3	17.4	20.7	25.0	28.5	40.0	55.0	75.4

C

فرمول شیمیایی	انحلال (gr نمک بی آب در ۱۰۰ gr آب)							
		۱۰ °C	۲۰ °C	۳۰ °C	۴۰ °C	۶۰ °C	۸۰ °C	۱۰۰ °C
Fe ₂ (SO ₄) ₃ (NH ₄) ₂ SO ₄		18	32	59	120			
FeCl ₃	74.4	81.9	91.8				526	540
FeSO ₄ (NH ₄) ₂ SO ₄	12.5		26.4		32.9	45.7		
FeBr ₂	102		115	122	128	144	160	177
FeCl ₂	61	64	68	73	77	89	100	106
FeSO ₄ K ₂ SO ₄	20	25	32	39	45	59		
FeSO ₄	15.6	20.5	26.5	32.9	40.2			
KC ₂ H ₃ O ₂	217	234	256	284	323	350	380	
K ₂ Al ₂ (SO ₄) ₄	3.0	4.0	5.9	8.4	11.7	24.8	71.0	
KClO ₃	3.3	5.0	7.0	10.5	14.0	24.5	38.5	57
KCl	27.6	31.0	34.0	37.0	40.0	45.5	51.1	56.7
KCrO ₃	58.2	60.0	61.7	63.4	65.2	68.6	72.1	75.6
K ₂ Cr ₂ O ₇	5	7	12	20	26	43	61	80
KOH	97	103	112	126				178
KI	128	135	144	150	160	175	190	210
KNO ₃	13.3	20.9	31.6	45.8	63.9	110	169	247
KNO ₂	280	290	300	310	330			413
KClO ₄	0.75	1.1	1.8	2.6	4.4	9.0	14.8	21.8
KMnO ₄	2.8	4.4	6.3	9.0	12.6	22.2		
K ₂ SO ₄	7.4	9.2	10.9	13.0	14.8	18.2	21.4	24.2
KSO ₃			107					113
LiCl	64	70	80	90		102	112	125
LiNO ₃	48	60	76					480
LiSO ₄	35	35	34		33			29
MgBr ₂	92.0	95.0	96.5	99.2	101.6	107.5	113.7	120.6
MgCl ₂	52.8	53.0	54.4	56.0	57.5	61.0	66.0	73.0
Mg(NO ₃) ₂	66.5				84.7			137 ^(90 C)
MgSO ₄		30.9	35.5	40.8	45.5	55.1	64.2	74
MnCl ₂	63.4	68.1	73.9	80.7	88.6	109	113	115
Mn(NO ₃) ₂	50.5	54.1	58.8	67.4				
MnSO ₄	53.2	60.0	64.5	66.4	68.8	55.0	48.0	34.0
NaC ₂ H ₃ O ₂	36.3	40.8	46.5	54.5	65.5	139	153	170
NaHCO ₃	6.9	8.2	9.6	11.1	12.7	16.4	decomp.	
NaBO ₂	17	21	25	31	39	62	78	110
Na ₂ B ₄ O ₇	1.2	1.8	2.7	3.9	6.0	20.3	31.5	52.5
NaBrO ₃	27	30	35	42	50	63	76	91
NaBr	79.5	83.8	90.5	97.2	105		118	121
Na ₂ CO ₃	7.1	12.5	21.4	38.8	48.5	46.4	45.8	45.5
NaClO ₃	80	89	101	113	126	155	189	233
NaCl	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37.3	38.4	39.8

C

فرمول شیمیایی	انحلال (gr نمک بی آب در 100 gr آب)							
		۱۰ °C	۲۰ °C	۳۰ °C	۴۰ °C	۶۰ °C	۸۰ °C	۱۰۰ °C
Na ₂ CrO ₄	31.7	50.2	88.7	88.7	96.0	115	125	126
Na ₂ Cr ₂ O ₇	163	170	178	196	220	275	380	430
NaH ₂ PO ₄	58	70	85	107	138	179	207	247
Na ₄ Fe(CN) ₆							59	63
Na ₂ HAsO ₄	7.3	15.5	26.5	37	47	65	85	
Na ₂ HPO ₄	1.7	3.6	7.7	20.8	51.8	82.9	92.4	102
NaOH	42.0	51.5	109	119	129	174		304
NaIO ₃	2.5	5.6	9.1	13.2		23	27	34
NaI	159	169	179	196	210	250		302
NaNO ₃	73	80	88	96	104	124	148	180
NaNO ₂	72	78	85	92	98		133	163
Na ₂ C ₂ O ₄			3.7					6.33
Na ₃ PO ₄	1.5	4	11	20	31	55	81	108
Na ₄ P ₂ O ₇	3.2	3.9	6.2	10.0	13.5	21.8	30.0	40.3
Na ₂ SO ₄	4.8	9.0	19.4	40.8	48.8	45.3	43.7	42.5
Na ₂ S		15.4	18.8	22.5	28.5	39	49	
Na ₂ SO ₃	14.4	20.0	26.5	36	28	28	28	
NaCNS			139					
Na ₂ S ₂ O ₃	52	61	70	84	103	207	250	266
Na ₃ P ₃ O ₁₀	16.3	14.9	14.3	15.2	15.9	17.7		
(NH ₄) ₂ Al ₂ (SO ₄) ₄	2.1	5.0	7.7	11.0	14.9	26.7		109.7 ^(95 C)
NH ₄ HCO ₃	12	16	21	27	35	decomp.		
NH ₄ Br	60.6	68.0	75.5	83.5	91.0	108	126	146
NH ₄ Cl	29.7	33.4	37.2	41.4	45.8	55.2	65.6	77.3
(NH ₄) ₂ H ₂ PO ₄	22.0	28.0	36.5	45.8	56.6			
NH ₄ I	154	163	172	181	191	209	230	250
NH ₄ NO ₃	118	150	192	242	297	421	580	870
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	2.1	3.1	4.4	6.0	8.0	14		
NH ₄ ClO ₄	11.7	16.4	21.8	27.9	34.4	50.0	69.6	
(NH ₄) ₂ SO ₄	71.0	73.0	75.4	78.0	81.0	88.0	95.3	103.3
NH ₄ CNS	121		162					
NH ₄ VO ₃			4.8	8.4	13.2			
Ni(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂	1.6	4.0	6.5	9.0	12.0	17.5		
NiBr ₂	112	122	131	138	144	152	154	155
NiCl ₂	54	60	64	69	73	82	87	88
NiI ₂	124	135	147	157	174	184	187	
Ni(NO ₃) ₂	80	88	96	109	122	163		77
NiSO ₄	26	32	37	43	47	55	63	
Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	19.7	29.2	44.1	69.5	116			
PbBr ₂	0.45	0.62	0.85	1.2	1.5	2.4	3.3	4.8
PbCl ₂	0.67	0.81	1.0	1.2	1.5	2.0	2.6	3.3
Pb(NO ₃) ₂	39	487	57	66	75	95	115	139

فرمول شیمیایی	انحلال (gr نمک بی آب در ۱۰۰ gr آب)							
		۱۰ °C	۲۰ °C	۳۰ °C	۴۰ °C	۶۰ °C	۸۰ °C	۱۰۰ °C
Sr(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	36.9	41.6	42	39.5			36.1	36.4
SrBr ₂	85	93	102	112	124	150	182	223
SrCl ₂	43.5	47.7	52.9	58.7	65.3	81.8	90.5	101
Sr(OH) ₂	0.9	1.2	1.7	2.6	3.8			91.2
SrI ₂	164		179		198			370
Sr(NO ₃) ₂	40	54	70	89	90	94	98	101
SnCl ₂	84		270 ^(15°C)					
SnI ₂			1.0	1.2	1.4	2.1	3.0	4.0
SnSO ₄			19					
ZnBr ₂	390	420	440			620	640	670
ZnClO ₃	145	153	200	209	223			
Zn(NO ₃) ₂	95		118		207			
ZnSO ₄	42	47	54	61	70		87	81

C

جدول گروه بندی و خواص عناصر

I/A	H ¹																	He ²	
	Li ³	Be ⁴																	Ne ¹⁰
	Na ¹¹	Mg ¹²																	Ar ¹⁸
	K ¹⁹	Ca ²⁰	Sc ²¹	Ti ²²	V ²³	Cr ²⁴	Mn ²⁵	Fe ²⁶	Co ²⁷	Ni ²⁸	Cu ²⁹	Zn ³⁰	Ga ³¹	Ge ³²	As ³³	Se ³⁴	Br ³⁵	Kr ³⁶	
	Rb ³⁷	Sr ³⁸	Y ³⁹	Zr ⁴⁰	Nb ⁴¹	Mo ⁴²	Tc ⁴³	Ru ⁴⁴	Rh ⁴⁵	Pd ⁴⁶	Ag ⁴⁷	Cd ⁴⁸	In ⁴⁹	Sn ⁵⁰	Sb ⁵¹	Te ⁵²	I ⁵³	Xe ⁵⁴	
	Cs ⁵⁵	Ba ⁵⁶	La ^{*57}	Hf ⁷²	Ta ⁷³	W ⁷⁴	Re ⁷⁵	Os ⁷⁶	Ir ⁷⁷	Pt ⁷⁸	Au ⁷⁹	Hg ⁸⁰	Tl ⁸¹	Pb ⁸²	Bi ⁸³	Po ⁸⁴	At ⁸⁵	Rn ⁸⁶	
	Fr ⁸⁷	Ra ⁸⁸	Ac ^{*89}																

M=جرم اتمی، D= دانسیته، BP= نقطه جوش، D= دانسیته، OS= حالت اکسایش



جداول عمومی

بخش D

مقایسه استانداردهای سنجش سختی

ویکرز (F>10Kg)	برینل	راکول		موهز	تنش کششی MPa	ویکرز (F>10Kg)	برینل	راکول		موهز	تنش کششی MPa
		B	C					B	C		
63	60				200	175	166	86			560
65	62				210	178	169	86.5			570
69	66				220	180	171	87			575
70	67				225	181	172				580
72	68				230	184	175	88			590
75	71				240	185	176				595
79	75				250	187	178	89			600
80	76				255	190	181	89.5			610
82	78				260	193	184	90			620
85	81	41			270	195	185				625
88	84	45			280	197	187	91		5.0	630
90	86	48			285	200	190	91.5			640
91	87	49			290	203	193	92			650
94	89	51			300	205	195	92.5			660
95	90	52			305	208	198	93			670
97	92	54			310	210	199	93.5			675
100	95	56			320	212	201				680
103	98	58			330	215	204	94			690
105	100	59			335	219	208				700
107	102	60			340	220	209	95			705
110	105	62			350	222	211	95.5			710
113	107	63.5			360	225	214	96			720
115	109	64.5			370	228	216				730
119	113	66			380	230	219	96.5			740
120	114	67			385	233	221	97			750
122	116	67.5			390	235	223				755
125	119	69			400	237	225	97.5			760
128	122	70			410	240	228	98			770
130	124	71			410	243	231		21		780
132	125	72			420	245	233	99			785
135	128	73			430	247	235	99.5			790
138	131	74			440	250	238		22		800
140	133	75			450	253	240				810
134	136	76.5			460	255	242		23		820
145	138	77			465	258	245				830
147	140	77.5			470	260	247		24		835
150	143	78.5			480	262	249			5.5	840
153	145	79.5			490	265	252				850
155	147	80		4.5	495	268	255		25		860
157	149	81			500	270	257				865
160	152	81.5			510	272	258		26		870
163	155	82.5			520	275	261				880
165	157	83			530	278	264				890
168	160	84.5			540	280	266		27		900
170	162	85			545	283	269				910
172	163	85.5			550	285	271				915

D

ویکز (F>10Kg)	برینل	راکول		موهز	تنش کششی MPa	ویکز (F>10Kg)	برینل	راکول		موهز	تنش کششی MPa
		B	C					B	C		
287	273		28		920	423	402		43		1360
290	276				930	426	405				1370
293	278		29		940	429	408				1380
295	280				950	430	409				1385
299	284				960	431	410				1390
300	285				965	434	413		44		1400
302	287		30		970	437	415				1410
305	290				980	440	418				1420
308	293				990	443	421				1430
310	295		31		995	446	424		45		1440
311	296				1000	449	427				1450
314	299				1010	450	428				1455
317	301		32		1020	452	429				1460
320	304				1030	455	432				1470
323	307				1040	458	435		46		1480
327	311		33		1050	460	437				1485
330	314				1060	461	438				1490
333	316				1070	464	441				1500
336	319		34	6.0	1080	467	444				1510
339	322				1090	470	447				1520
340	323				1095	473	449		47	7.0	1530
340	325		35		1100	476	452				1540
345	328				1110	479	455				1550
349	332				1120	480					1555
350	333				1125	481					1560
352	334				1130	484			48		1570
355	337		36		1140	486					1580
358	340				1150	489					1590
360	342				1155	490					1595
361	343				1160	491					1600
364	346		37		1170	494					1610
367	349				1180	497			49		1620
370	352				1190	500					1630
373	354		38		1200	503					1640
376	357				1210	506					1650
380	361				1220	509					1660
382	363		39		1230	510					1665
385	366				1240	511					1670
388	369				1250	514			50		1680
390	371				1255	517					1690
392	372		40		1260	520					1700
394	374				1270	522					1710
397	377				1280	525					1720
400	380				1290	527			51		1730
403	383		41		1300	530					1740
407	387				1310	533					1750
410	390				1320	536					1760
413	393		42		1330	539					1770
417	396			6.5	1340	541					1780
420	399				1350	544			52		1790

D

ویکرز (F>10Kg)	برینل	راکول		موهز	تنش کششی MPa	ویکرز (F>10Kg)	برینل	راکول		موهز	تنش کششی MPa
		B	C					B	C		
547					1880	615	584		56		2050
550					1810	618	587				2060
553					1820	620	589				2070
556					1830	623	592				2080
559					1840	626	595				2090
560			53		1845	629	598				2100
561					1850	630	599				2105
564					1860	631	600				2110
567					1870	634	602				2120
570					1880	636	604				2130
572					1890	639	607		57		2140
575					1900	640	608				2145
578			54		1910	641	609				2150
580					1920	644	612				2160
583					1930	647	615				2170
586					1940	650	618				2180
589					1950	653	620				2190
590					1955	655	622		58		2200
591				7.5	1960	675			59		
594					1970	698			60		
596					1980	720			61		
599			55		1990	745			62		
600					1995	773			63		
602					2000	800			64		
605					2010	829			65		
607					2020	864			66		
610					2030	900			67		
613					2040	940			68		

برینل: برای مواد فلزی تا سختی ۴۵۰ برینل، برای آماده سازی سطح سنگرنی لازم میباشد.

ویکرز: برای مواد از سختی خیلی کم تا خیلی زیاد و مقاطع نازک فلزی، برای آماده سازی سطح پولیشکاری لازم میباشد.

راکول: برای مواد سخت (راکول C) و مواد نیمه سخت (راکول B)، برای آماده سازی سطح پولیشکاری ظریف لازم میباشد.

جدول دانه بندی مش

شماره مش	اندازه [μm]	شماره مش	اندازه [μm]
3.5	5600	50	300
4	4750	60	250
5	4000	70	212
6	3350	80	180
7	2800	100	150
8	2360	120	125
10	2000	140	106
12	1700	170	90
14	1400	200	75
16	1180	230	63
18	1000	270	53
20	850	325	45
25	710	400	38
30	600	625	20
35	500	1250	10
40	425	2500	5
45	355		

D

مقایسه قدرت حرارتی سوختها

KJ/Kg	KCal/Kg	سوختهای جامد و مایع
5885-10080	1400-2400	سوخت با رطوبت کمتر از ۵٪
6720	1600	تورب (ذغال سنگ نارس)
8400	2000	لینیت (ذغال سنگ قهوه ای)
31500-37800	7500-9000	ذغال سنگ قیردار
37500	9000	آنتراسیت (ذغال سنگ درخشان)
29400	7000	ذغال چوب
35700	8500	کک
25200	6000	بریکت (شاکه ذغال سنگ + ۵٪ قطران)
44520	10600	بنزین
31500	9000	گازئیل
39480	9400	مازوت
38640	9200	نفت سفید
25200-29400	6000-7000	الکلها
KJ/m ³	KCal/m ³	سوختهای گازی
13020	3100	اکسید کربن (CO)
10920	2600	نیدروژن (H ₂)
3990	9500	متان (CH ₄)
70560	16800	اتان (C ₂ H ₆)
134400	32000	بوتان (C ₄ H ₁₀)
35700	8500	گاز طبیعی
16800	4000	گاز کوره کک سازی

D

وزن مخصوص مواد صنعتی

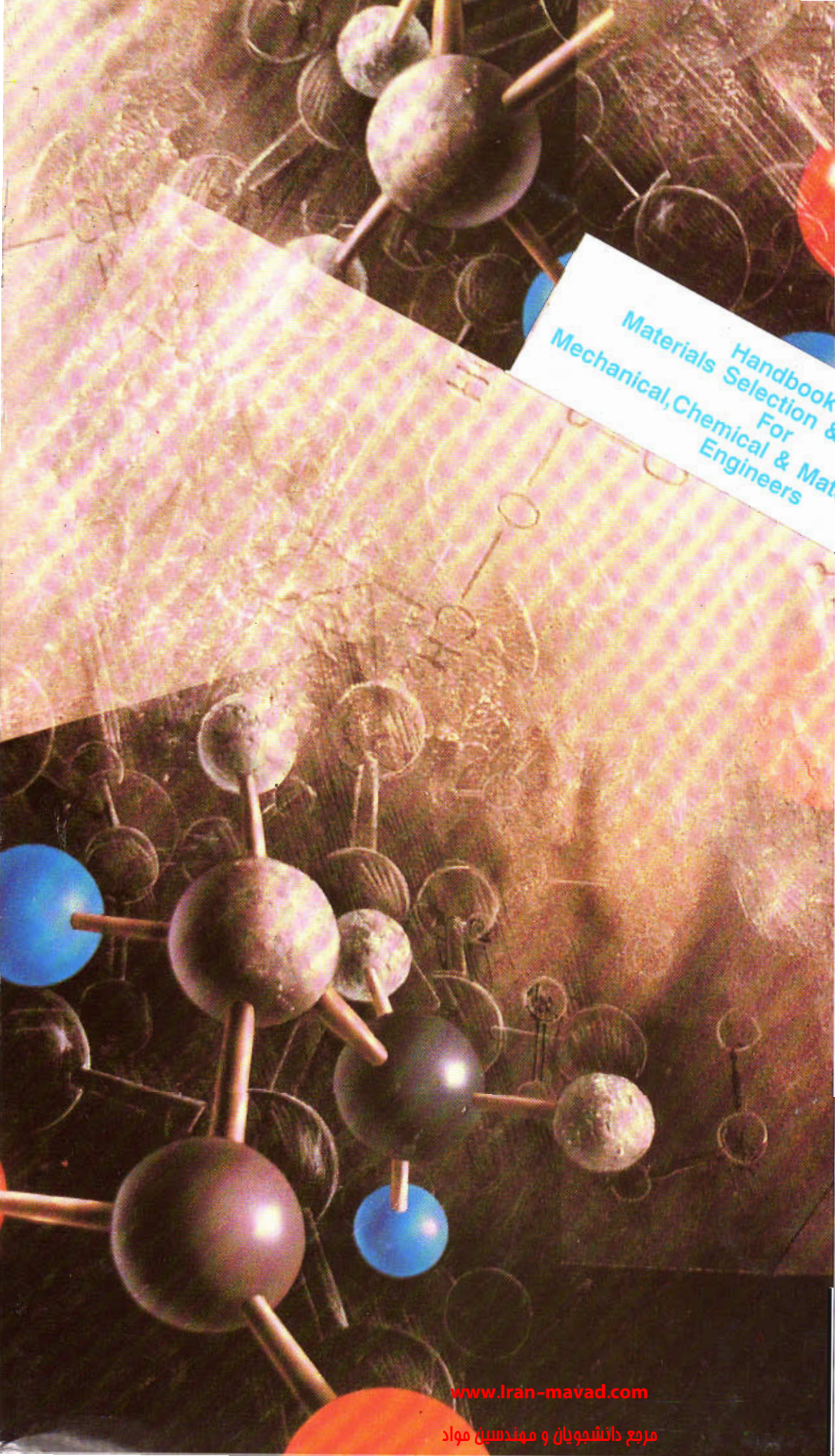
وزن مخصوص	ماده	وزن مخصوص	ماده
0.9	چوب بلوط (خشک)	2.8	آلومینیوم ساختمانی
0.6	چوب کاج (خشک)	7.2	چدن خاکستری
0.65	چوب داغدان (خشک)	7.7	چدن سفید
0.5	چوب توسکا (خشک)	7.85	فولاد ساختمانی
0.7	چوب زبان گنجشک (خشک)	11.4	سرب
0.6	چوب صنوبر (خشک)	8.9	مس
0.7	چوب نارون (خشک)	7.4	فلز
0.5	چوب سیاه کاج (خشک)	8.5	برنز
0.7	چوب ممرز (خشک)	8.8	برنج ریخته شده
0.45	چوب تیریزی (خشک)	7.2	روی
0.65	چوب گردو (خشک)		
0.75	چوب چنار (خشک)	0.6	پوکه معدنی
0.9	چوب شمشاد (خشک)	1.6	ماسه بادی
0.7	چوب آزاد (خشک)	2.0	شن خیس
0.5	چوب سپیدار (خشک)	1.7	شن خشک
0.43	چوب لرگ (خشک)	0.7	سنگ آهک پخته
0.65	چوب ملج (خشک)	1.3	پودر سیمان توده شده آزاد
0.15	ذغال از چوب نرم	1.8	پودر سیمان جابجاشده در کیسه
0.22	ذغال از سفید و سنگین	1.4	لاشه سنگ
		2.30-2.35	گرانیت و یا بازالت ...
2.6	شیشه		
2.98	میکا	2.1	خاک + ماسه + گل رس خیس
1.92	پنبه نسوز تراکم	1.8	خاک + ماسه + گل رس ۵٪ و طویت
1.04	پنبه نسوز غیر تراکم	1.6	خاک + ماسه + گل رس خشک
1.52	کتان	1.2-2.15	ملات ماسه سیمان
0.94	کاغذ	1.9	ملات ماسه و آهک
0.54-0.72	مقوای کاغذ کاهی	2.0	ملات ماسه + سیمان + آهک (ملات بانارد)
0.91	چرم	1.3	ملات گچ
1.1	لجن	1.6	ملات گچ + خاک
0.7	نفت	2.0	ملات گل
0.8	الکل	2.35	بتن شن + ماسه + ...
0.8	بنزین	2.4-2.5	بتن شن + ماسه + ... + آرماتور
		1.7	بتن با خرده آجر
1.177	استیلن	1.6	بتن با جوش کوره
1.250	منواکسید کربن	1.3	بتن با پوکه
1.964	گاز کربنیک	1.6	کاه گل
1.293	هوای خشک	1.85	آجرکاری با آجر فشرده و ملات ماسه سیمان
1.300	هوای مرطوب	1.80	آجرکاری با آجر فشرده و ملات ماسه آهک
1.429	اکسیژن	1.75	آجرکاری با آجر فشرده و ملات گچ و خاک
1.254	ازت	0.85	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان
0.089	هیدروژن	2.2-2.3	آسفالت ساخته شده

D

جدول تبدیل واحدها

ضرب کنید در → به ← برای تبدیل		ضرب کنید در → به ← برای تبدیل			
Angstrom (A)	m	1.00 E-10	Orsted	A/m	7.957747 E+01
Are	m ²	1.00 E+02	Ounce-force	N	2.780138 E-01
Astronomical unit	m	1.495978 E+11	Ounce-mass	kg	2.834952 E-02
atmosphere (at)	N/m ² (Pa)	1.01325 E+05	Ounce(US fluid)	m ³	2.957352 E-05
atmosphere (at)	psi	14.696 E+00	Pascal(N/m ²)	bar	1.00 E-05
bar	at	0.987 E+00	Pascal(N/m ²)	kg/m ² (mmW)	1.019716 E-01
Barrel(petroleum)	m ³	1.589873 E-01	Pascal(N/m ²)	at(kg/cm ²)	1.019716 E-05
BTU	J	1.05587 E+03	Pascal(N/m ²)	atm(760 torr)	9.86923 E-06
BTU	kWh	2.93019 E-04	Pascal(N/m ²)	Torr	7.50062 E-03
BTU	kcal	2.51996 E-01	Parsec	m	3.08374 E+16
Calorie	J	4.19002 E+00	Pint(US dry)	m ³	5.506104 E-04
Carat	kg	2.00 E-04	Pint(US liquid)	m ³	4.731764 E-04
cmHg	N/m ²	1.33322 E+03	Pound-force(lbf)	N	4.448221 E+00
cmWater(cmw.c.)	N/m ²	9.80638 E+01	Pound-mass(lb)	kg	4.535923 E-01
Cup	m ³	2.365882 E-04	Poundal	N	1.382549 E-01
Degree(angle)	Radian	1.745329 E-02	Poise(dyna. viscosity)	N.s/m ² (Pa.s)	1.00 E-01
Dyne	N	1.00 E-05	psi	N/m ²	6.89476 E+03
Electron. Volt (ev)	J	1.60210 E-19	psi	bar	6.89476 E-02
Erg	J	1.00 E-07	psi	kg/m ² (mmW)	7.0307 E+02
°F	°C	T _c =5(T _f -32)/9	psi	atm(760 torr)	6.8046 E-02
Faraday	Coulomb	9.65219 E+04	psi	Torr	5.17151 E+01
Fluid ounce(US)	m ³	2.957352 E-05	psi	at(kg/cm ²)	7.03306 E-02
Foot	m	3.048 E-01	Quart(US dry)	m ³	1.101220 E-03
Foot-Pound(ft.lbf)	J	1.35582 E+00	Quart(US liquid)	m ³	9.463529 E-04
Foot-Pound(ft.lbf)	kWh	3.7650 E-07	Rad(radiation dose)	J/kg	1.00 E-02
Foot-Pound(ft.lbf)	kcal	3.2379 E-04	Rankine	Kelvin	T _k =5T _f /9
Gallon(UK liq.)	m ³	4.546087 E-03	Roentgen	Coulomb/kg	2.57976 E-04
Gallon(US liq.)	m ³	3.785411 E-03	Second(angle)	Radian	4.848136 E-06
Gamma	Tesla	1.00 E-09	Stokes(kine. viscosity)	m ² /s	1.00 E-04
Gauss	Tesla	1.00 E-04	Tablespoon	m ³	1.478676 E-05
Horsepower(metric)	W	7.35499 E+02	Teaspoon	m ³	4.928921 E-06
Inch	m	2.54 E-02	Ton(assay)	kg	2.916666 E-02
InchWater	bar	2.4899 E-04	Ton(long)	kg	1.016046 E+03
InchWater	N/m ² (Pa)	2.4899 E+01	Ton(metric)	kg	1.00 E+03
InchHg	bar	3.8638 E-02	Ton(nucl. equ. TNT)	J	4.20 E+09
InchHg	N/m ² (Pa)	3.8638 E+03	Ton (refregation)	kW	3.517 E+00
InchHg	atm(760Torr)	3.342 E-02	Torr	N/m ² (Pa)	1.33322 E+02
InchHg	at(kg/cm ²)	3.45315 E-02	Torr	bar	1.33322 E-03
InchHg	Torr	2.547 E+01	Torr	kg/m ² (mmW)	1.359510 E+01
Kilogram-force(kgf)	N	9.80668 E+00	Torr	at(kg/cm ²)	1.359510 E-03
Kilopond-force(Kp)	N	9.80668 E+00	Torr	atm(760Torr)	1.315789 E-03
Lux	Lumem/m ²	1.00 E+00	Yard	m	9.144 E-01
Maxwell	Weber	1.00 E-08	چارک	گرم	۷۵۰
Micron	m	1.00 E-06	سیسر	گرم	۷۵
Mile	m	1.609 E+03	مقال	گرم	۴/۶۸۷۵
mbar	N/m ²	1.00 E+02	بخود	گرم	۰/۱۹۵۳
mmHg	N/m ²	1.333224 E+02	گندم	گرم	۰/۰۴۸۸

یادداشت



Handbook of
Materials Selection & Designing
For
Mechanical, Chemical & Material Science,
Engineers



انتشارات

مؤسسه آموزشی
و تحقیقاتی صنایع دفاعی

www.Iran-mavad.com

مرجع دانشجویان و مهندسیان مواد