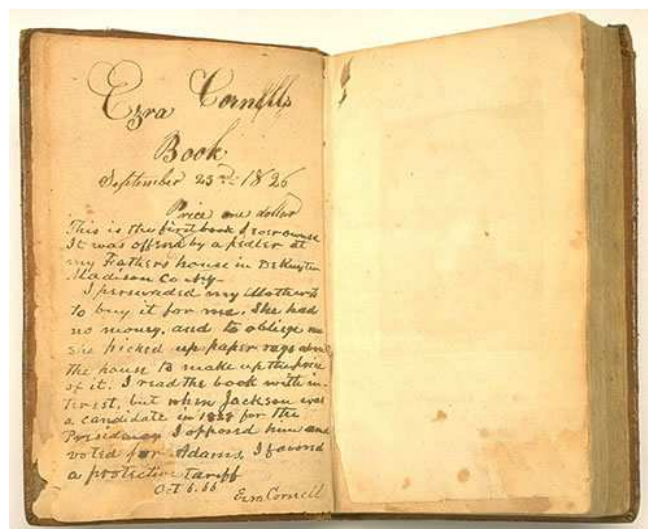


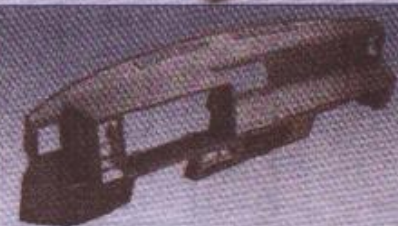
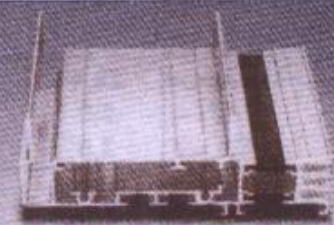
بسم الله الرحمن الرحيم

بزرگترین کتابخانه الکترونیکی در ایران



[HTTP://WWW.PDF-BOOK.NET](http://www.pdf-book.net)

مواد ۱-۴	<table> <tr> <td>تنگستن (W)</td><td>19,27</td><td>3390</td></tr> <tr> <td>روی (Zn)</td><td>7,13</td><td>419,5</td></tr> <tr> <td>فلع (Sn)</td><td>7,29</td><td>231,9</td></tr> </table>	تنگستن (W)	19,27	3390	روی (Zn)	7,13	419,5	فلع (Sn)	7,29	231,9	
تنگستن (W)	19,27	3390									
روی (Zn)	7,13	419,5									
فلع (Sn)	7,29	231,9									
مقادیر جامدات ۱۱۸.....											
مقادیر مایعات، گازها ۱۱۹.....											
فولادها، سیستم نامگذاری ۲-۴	<table> <tr> <td>فولادهای غیرآلیاژی</td><td>فولادهای آلیاژی</td><td>فولادهای رنگ نزن</td></tr> </table>	فولادهای غیرآلیاژی	فولادهای آلیاژی	فولادهای رنگ نزن							
فولادهای غیرآلیاژی	فولادهای آلیاژی	فولادهای رنگ نزن									
تعریف و تقسیم‌بندی فولاد ۱۲۱.....											
نامگذاری فولاد با شماره مواد ۱۲۱.....											
فولادها- (نگاه کلی) ۱۲۷.....	<table> <tr> <td>S235</td><td>16MnCr5</td><td>C60E</td></tr> <tr> <td>31CrMo12</td><td>Cf45</td><td>35S20</td></tr> <tr> <td>60WCrV8</td><td>X12Cr13</td><td>38Si7</td></tr> </table>	S235	16MnCr5	C60E	31CrMo12	Cf45	35S20	60WCrV8	X12Cr13	38Si7	
S235	16MnCr5	C60E									
31CrMo12	Cf45	35S20									
60WCrV8	X12Cr13	38Si7									
فولادهای ساختمانی ۱۲۹.....											
فولادهای کربوره، بهسازی، نیترووره و اتومات ۱۳۳.....											
فولادهای ابزار ۱۳۶.....											
فولادهای زنگ‌زن، فولادهای فنر ۱۳۷.....											
فولادها، محصولات آماده ۴-۴											
ورقها، تسمه‌ها، لوله‌ها ۱۴۰.....											
پروفیلها ۱۴۴.....											
عملیات حرارتی ۵-۴											
فرآیندها ۱۵۴.....											
چدن ۶-۴											
نام کوتاه، شماره مواد ۱۵۸.....											
تقسیم‌بندی ۱۵۹.....											
چدن ۱۶۰.....											
چدن چکش‌خوار، فولاد ریختگی ۱۶۱.....											
تکنیک ریخته‌گری ۷-۴											
اندازه انقباض، تکرانس اندازه‌ها ۱۶۲.....											
فلزات سبک، آلیاژهای آلومینیم- (نگاه کلی) ۱۶۳.....											
آلیاژهای خمیری- آلومینیم ۱۶۵.....											
آلیاژهای ریختگی آلومینیم ۱۶۷.....											
پروفیل‌های آلومینیمی ۱۶۸.....											
آلیاژهای منیزیم و تیتانیم ۱۷۱.....											
فلزات سنگین- (نگاه کلی) ۱۷۲.....											
نامگذاری ۱۷۳.....											
آلیاژهای مس ۱۷۴.....											
سایر مواد ۱۰-۴											
کامپوزیتها، سرامیکها ۱۷۶.....											
تفجوشها (زینترها) ۱۷۷.....											
مواد مصنوعی- (نگاه کلی) ۱۷۸.....											
پلیمرهای پایه، حروف شناسایی، خواص ۱۷۹.....											
ترموپلاستها ۱۸۱.....											
دوروپلاستها، الاستومترها ۱۸۳.....											
فرآوری مواد مصنوعی ۱۸۵.....											
آزمایش مواد- (نگاه کلی) ۱۲-۴											
آزمایش کشش ۱۸۹.....											
آزمایش سختی ۱۹۱.....											
خوردگی، حفاظت از خوردگی ۱۳-۴											
مواد خطرناک ۱۴-۴											



جامدات

مواد	جرم مخصوص ρ kg/dm ³	دمای ذوب در 1,013 bar ρ °C	دمای جوش در 1,013 bar ρ °C	گرمای ویژه ذوب در 1,013 bar q kJ/kg	رسانایی گرمایی در 20 °C λ W/(m · K)	ظرفیت گرمایی ویژه متوسط در 0...100 °C c kJ/(kg · K)	مقاومت ویژه در 20 °C ρ_{20} $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	ضریب انبساط حرارتی طولی در 0...100 °C α_L 1/K یا 1/°C
آلومینیم (Al)	2,7	659	2467	356	204	0,94	0,028	0,000 023 8
آنتیموان (Sb)	6,69	630,5	1637	163	22	0,21	0,39	0,000 010 8
آزبست	2,1...2,8	≈ 1300	—	—	—	0,81	—	—
بریلیم (Be)	1,85	1280	≈ 3000	—	165	1,02	0,04	0,000 012 3
بتن	1,8...2,2	—	—	—	≈ 1	0,88	—	0,000 01
بیسموت (Bi)	9,8	271	1560	59	8,1	0,12	1,25	0,000 012 5
سرب (Pb)	11,3	327,4	1751	24,3	34,7	0,13	0,208	0,000 029
کادمیم (Cd)	8,64	321	765	54	91	0,23	0,077	0,000 03
کرم (Cr)	7,2	1903	2642	134	69	0,46	0,13	0 000 008 4
کبالت (Co)	8,9	1493	2880	268	69,1	0,43	0,062	0,000 012 7
آلیاژهای CuAl	7,4...7,7	1040	2300	—	61	0,44	—	0,000 019 5
آلیاژهای CuSn	7,4...8,9	900	2300	—	46	0,38	0,02...0,03	0,000 017 5
آلیاژهای CuZn	8,4...8,7	900...1000	2300	167	105	0,39	0,05...0,07	0,000 018 5
یخ	0,92	0	100	332	2,3	2,09	—	0,000 051
آهن خالص (Fe)	7,87	1536	3070	276	81	0,47	0,13	0,000 012
اکسید آهن (زنگ)	5,1	1570	—	—	0,58 (پودر)	0,67	—	—
گرس	0,92...0,94	30...175	≈ 300	—	0,21	—	—	—
گچ	2,3	1200	—	—	0,45	1,09	—	—
شیشه (شیشه کوارتز)	2,4...2,7	520...550 ^{۱)}	—	—	0,8...1,0	0,83	10 ¹⁸	0,000 009
طلا (Au)	19,3	1064	2707	67	310	0,13	0,022	0,000 014 2
گرافیت (C)	2,24	≈ 3800	≈ 4200	—	168	0,71	—	0,000 007 8
چدن	7,25	1150...1200	2500	125	58	0,50	0,6...1,6	0,000 010 5
الماسه (K 20)	14,8	> 2000	≈ 4000	—	81,4	0,80	—	0,000 005
چوب (درهوا خشک شده)	0,20...0,72	—	—	—	0,06...0,17	2,1...2,9	—	≈ 0,000 04 ^{۲)}
ایریدیم (Ir)	22,4	2443	> 4350	135	59	0,13	0,053	0,000 006 5
ید (I)	5,0	113,6	183	62	0,44	0,23	—	—
کربن (C)	3,5	≈ 3800	—	—	—	0,52	—	0,000 001 18
کک	1,6...1,9	—	—	—	0,18	0,83	—	—
کنستانتان (مس-نیکل)	8,89	1260	≈ 2400	—	23	0,41	0,49	0,000 015 2
چوب پنبه	0,1...0,3	—	—	—	0,04...0,06	1,7...2,1	—	—
کروند (Al ₂ O ₃)	3,9...4,0	2050	2700	—	12...23	0,96	—	0,000 006 5
مس (Cu)	8,96	1083	≈ 2595	213	384	0,39	0,0179	0,000 016 8
منیزیم (Mg)	1,74	650	1120	195	172	1,04	0,044	0,000 026
آلیاژ منیزیم	≈ 1,8	≈ 630	1500	—	46...139	—	—	0,000 024 5
منگنز (Mn)	7,43	1244	2095	251	21	0,48	0,39	0,000 023
مولیبدن (Mo)	10,22	2620	4800	287	145	0,26	0,054	0,000 005 2
سدیم (Na)	0,97	97,8	890	113	126	1,3	0,04	0,000 071
نیکل (Ni)	8,91	1455	2730	306	59	0,45	0,095	0,000 013
نیوبیم (Nb)	8,55	2468	≈ 4800	288	53	0,273	0,217	0,000 007 1
فسفر، زرد (P)	1,82	44	280	21	—	0,80	—	—
پلاتین (Pt)	21,5	1769	4300	113	70	0,13	0,098	0,000 009
پلی استایرین	1,05	—	—	—	0,17	1,3	10 ¹⁰	0,000 07
چینی	2,3...2,5	≈ 1600	—	—	1,6 ^{۳)}	1,2 ^{۳)}	10 ¹²	0,000 004
کوارتز، فلیت (SiO ₂)	2,1...2,5	1480	2230	—	9,9	0,8	—	0,000 008
لاستیک اسفنجی شده	0,06...0,25	—	—	—	0,04...0,06	—	—	—
گوگرد (S)	2,07	113	344,6	49	0,2	0,70	—	—
سلنیم، قرمز (Se)	4,4	220	688	83	0,2	0,33	—	—
نقره (Ag)	10,5	961,5	2180	105	407	0,23	0,015	0,000 019 3

(۳) در دمای 800 °C

(۲) عمود بر ایاف

(۱) دمای استحاله (Transformation)

خواص فیزیکی جامدات (ادامه)

ضریب انبساط حرارتی طولی	مقاومت ویژه	ظرفیت گرمایی ویژه متوسط	رسانایی گرمایی	گرمایی ویژه ذوب در	دمای جوش	دمای ذوب	جرم مخصوص	مواد
α_l در 0...100 °C 1/K یا 1/°C	در 20 °C ρ_{20} $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	در 0...100 °C c kJ/(kg · K)	در 20 °C λ W/(m · K)	در 1,013 bar q kJ/kg	در 1,013 bar ρ °C	در 1,013 bar ρ °C	ρ kg/dm ³	
0,000 004 2	$2,3 \cdot 10^9$	0,75	83	1658	2355	1423	2,33	سیلیسیم (Si)
—	—	1,05 ^{۱)}	9 ^{۱)}	در دمای 3000 °C به Si و C تجزیه می شود	در دمای 3000 °C به Si و C تجزیه می شود	در دمای 3000 °C به Si و C تجزیه می شود	2,4	کاربید سیلیسیم (SiC)
0,000 011 9	0,14...0,18	0,49	48...58	205	2500	≈ 1500	7,85	فولاد، غیرآلیاژی
0,000 016 1	0,7	0,51	14	—	—	≈ 1500	7,9	فولاد، آلیاژی
—	—	1,02	0,24	—	—	—	1,35	زغال سنگ
0,000 006 5	0,124	0,14	54	172	5400	2996	16,6	تانتالیم (Ta)
0,000 008 2	0,08	0,47	15,5	88	3280	1670	4,5	تیتانیوم (Ti)
—	—	0,12	28	356	≈ 3800	1133	19,1	اورانیوم (U)
—	0,2	0,50	31,4	343	≈ 3380	1890	6,12	وانادیم (V)
0,000 004 5	0,055	0,13	130	54	5500	3390	19,27	تنگستن (W)
0,000 029	0,06	0,4	113	101	907	419,5	7,13	روی (Zn)
0,000 023	0,114	0,24	65,7	59	2687	231,9	7,29	قلع (Sn)

مایعات

ضریب انبساط حرارتی حجمی	ظرفیت گرمایی ویژه	رسانایی گرمایی	گرمایی ویژه بخار ^{۲)}	دمای جوش	دمای انجماد یا دمای ذوب	دمای اشتعال	جرم مخصوص	مواد
α_v در 1/°C یا 1/K	در 20 °C c kJ/(kg · K)	در 20 °C λ W/(m · K)	در 20 °C r kJ/kg	در 1,013 bar ρ °C	در 1,013 bar ρ °C	ρ °C	در 20 °C ρ kg/dm ³	
0,0016	2,28	0,13	377	35	-116	170	0,71	اتیل اتر (C ₂ H ₅) ₂ O
0,0011	2,02	0,13	419	25...210	-30...-50	220	0,72...0,75	بنزین
0,000 96	2,05	0,15	628	150...360	-30	220	0,81...0,85	گازوئیل
0,000 96	2,07	0,14	628	>175	-10	220	$\approx 0,83$	روغن انتقال حرارت
0,000 93	2,09	0,13	—	>300	-20	400	0,91	روغن ماشین
0,001	2,16	0,13	314	>150	-70	550	0,76...0,86	نفت
0,000 18	0,14	10	285	357	-39	—	13,5	جیوه (Hg)
0,001 1	2,43	0,17	854	78	-114	520	0,81	الکل 95%
0,000 18	4,18	0,60	2256	100	0	—	1,00 ^{۳)}	آب، مقطر

(۱) بالای 1000 °C

(۲) در دمای جوش و فشار 0,013 bar

(۳) در 4 °C

گازها

ظرفیت گرمای ویژه	رسانایی	رسانایی گرمایی	دمای جوش	دمای ذوب	جرم مخصوص	جرم مخصوص	مواد
در 20 °C و 1,013 bar $^{۱)}C_p$ $^{۱)}C_v$ kJ/(kg · K)	گرمایی نسبی ^{۲)} λ/λ_L	در 20 °C λ W/(m · K)	در 1,013 bar ρ °C	در 1,013 bar ρ °C	نسبی ^{۱)} ρ/ρ_L	در 0 °C و 1,013 bar ρ kg/m ³	
1,33	0,81	0,021	- 82	- 84	0,905	1,17	استیلن (C ₂ H ₂)
1,56	0,92	0,024	- 33	- 78	0,596	0,77	آمونیاک (NH ₃)
-	0,62	0,016	- 0,5	-135	2,088	2,70	بوتان (C ₄ H ₁₀)
-	0,39	0,010	- 30	-140	4,261	5,51	فرئون (CF ₂ Cl ₂)
0,75	0,96	0,025	-190	-205	0,967	1,25	مونواکسیدکربن (CO)
0,63	0,62	0,016	- 78	^{۵)} - 57	1,531	1,98	دی اکسیدکربن (CO ₂)
0,716	1,00	0,026	-191	-220	1,0	1,293	هوا
1,68	1,27	0,033	-162	-183	0,557	0,72	متان (CH ₄)
-	0,69	0,018	- 43	-190	1,547	2,00	پروپان (C ₃ H ₈)
0,65	1,00	0,026	-183	-219	1,106	1,43	اکسیژن (O ₂)
0,74	1,00	0,026	-196	-210	0,967	1,25	ازت (N ₂)
10,10	6,92	0,180	-253	-259	0,07	0,09	هیدروژن (H ₂)

(۱) جرم مخصوص نسبی = جرم مخصوص گاز (ρ) بر جرم مخصوص هوا (ρ_L)(۲) رسانایی گرمایی نسبی = رسانایی گرمایی گاز λ بر رسانایی گرمایی هوا λ_L

(۳) در فشار ثابت (۴) در حجم ثابت (۵) در فشار 5,3 bar

محصولات شیمیایی مهم تکنیک فلزکاری

کاربرد	خواص	فرمول	نام شیمیایی	نام صنعتی
حلال رنگ، استیلن و مواد مصنوعی	بی‌رنگ، احتراق آسان، مایع با تبخیر آسان	$(CH_3)_2CO$	استون، پروپانون	استون
گاز احتراق در جوشکاری، ماده اولیه مواد مصنوعی	گاز بی‌رنگ با شعله سفید درخشان، انفجار شدید	C_2H_2	استیلن، اتین	استیلن
حلال چربی و روغن، ماده تمیزکننده	بی‌رنگ، مایع آن گاهی با آسانی قابل احتراق	C_nH_{2n+2}	حلال آلی	تمیزکننده سرد
مواد ادویه، مخلوط سرمازا، تهیه کالر	بی‌رنگ، نمک کریستالی، با آسانی محلول در آب	$NaCl$	کلرید سدیم	نمک طعام
گاز محافظ در جوشکاری MAG، یخ خشک به عنوان مواد خنک‌کننده	گاز غیرقابل احتراق، غیرقابل حل، انجماد در دمای $-78^\circ C$	CO_2	دی‌اکسید کربن	گاز کربنیک، یخ خشک
مواد سنگ‌زنی و پرداخت، مواد اکسید سرامیک	خیلی سخت، کریستال بی‌رنگ، نقطه ذوب $2050^\circ C$	Al_2O_3	اکسید آلومینیم	کروند-آلومین
حمام گالوانیکی، مبارزه با آفات، برای خط‌کشی	کریستال آبی‌رنگ و محلول در آب، نسبتاً سمی	$CuSO_4$	سولفات مس	کات کبود
ماده تمیزکننده (چربی‌زدایی)، خنثی‌سازی اسیدها	مایع بی‌رنگ و بدبو، محلول قلیایی ضعیف	NH_4OH	هیدروکسید آمونیم	محلول آمونیاک
اچ کردن و اسیدشویی، تولید محصولات شیمیایی	اسید خیلی قوی، حلال فلز (به جز فلزات نجیب)	HNO_3	اسید نیتریک	جوهر شوره
اچ کردن و اسیدشویی، تولید محصولات شیمیایی	اسید بی‌رنگ، بدبو و قوی	HCl	اسید کلریدریک	جوهر نمک
اچ کردن، حمامهای گالوانیکی، باتری	مایع بی‌رنگ، روغنی، بی‌بو، اسید خیلی قوی	H_2SO_4	اسید سولفوریک	جوهر گوگرد
حمامهای چربی‌زدایی و تمیزکاری، سخت‌زدایی آب	کریستال بی‌رنگ، اثر بازی و حلالیت آسان در آب	Na_2CO_3	کربنات سدیم	سودا
حلال، مواد تمیزکاری، برای موارد گرمایی، افزوده سوختها	مایع بی‌رنگ و احتراق آسان، نقطه جوش $78^\circ C$	C_2H_5OH	الکل اتیلیک-اتیل اتانل	الکل-شراب
حلال روغن، گریس و رنگ	مایع بی‌رنگ و غیرقابل احتراق، مضر سلامتی	CCl_4	تترا کلرید کربن	تتراکلرومتان
حلال، مواد تمیزکننده، امولسیون‌زا	ماده حلال آبی مختلف	$-COO--OSO_3--SO_3-$	تنسایدهای مختلف	تمیزکننده آبی

بنیانهای اسیدی متداول

مثال		توضیح		بنیان اسیدی	
فرمول	نام			فرمول	نام
SiC	کاربید سیلیسیم	پیوندهای کربنی، گاهی خیلی سخت		$\equiv C$	کاربید
$CaCO_3$	کربنات کلسیم	پیوند اسیدهای کربنی، آزاد شدن CO_2 در نتیجه حرارت		$=CO_3$	کربنات
$NaCl$	کلرید سدیم	نمک اسیدکلریدریک، در آب با آسانی حل می‌شود		$-Cl$	کلرید
$Ca(OH)_2$	هیدروکسید کلسیم	هیدروکسید از اسید فلزات و آب به وجود می‌آید، بازی عمل می‌کند		$-OH$	هیدروکسید
KNO_3	نیتрат پتاسیم	نمک اسیدنیتریک، حل آسان در آب		$-NO_3$	نیترات
SiN	نیتريد سیلیسیم	پیوند نیتروژن، گاهی خیلی سخت		$\equiv N$	نیتريد
Al_2O_3	اکسید آلومینیم	پیوند اکسیژن، اغلب پیوندهای مواد معدنی		$=O$	اکسید
$CuSO_4$	سولفات مس	نمک اسید سولفوریک، در آب با آسانی حل می‌شود		$=SO_4$	سولفات
FeS	سولفید آهن (II)	پیوندهای گوگرد، سنگهای معدنی مهم، شکستن براده در فولادهای اتومات		$=S$	سولفید

مقدار pH

نوع محلول آبی	افزایش خاصیت اسیدی							خنثی	افزایش خاصیت بازی						
	0	1	2	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13	14
مقدار pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
غلظت H^+ به g/l	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}



(۱) فولادهای زنگ‌نزن در یک گروه جمع می‌شوند. اینها فولادهای آلیاژی هستند که تحت تقسیم‌بندی فولادهای کیفی یا نجیب نمی‌آید.

طبق DIN EN 10027-2 (1992-09)، جایگزین برای DIN 17007^(۱)

شماره مواد

برای تعریف و تمایز فولادها نام کوتاه (صفحه ۱۲۳) یا شماره مواد استفاده می‌شود.

شماره مواد

مشخصه فولادها:

(N + علامت اضافی)

نام کوتاه

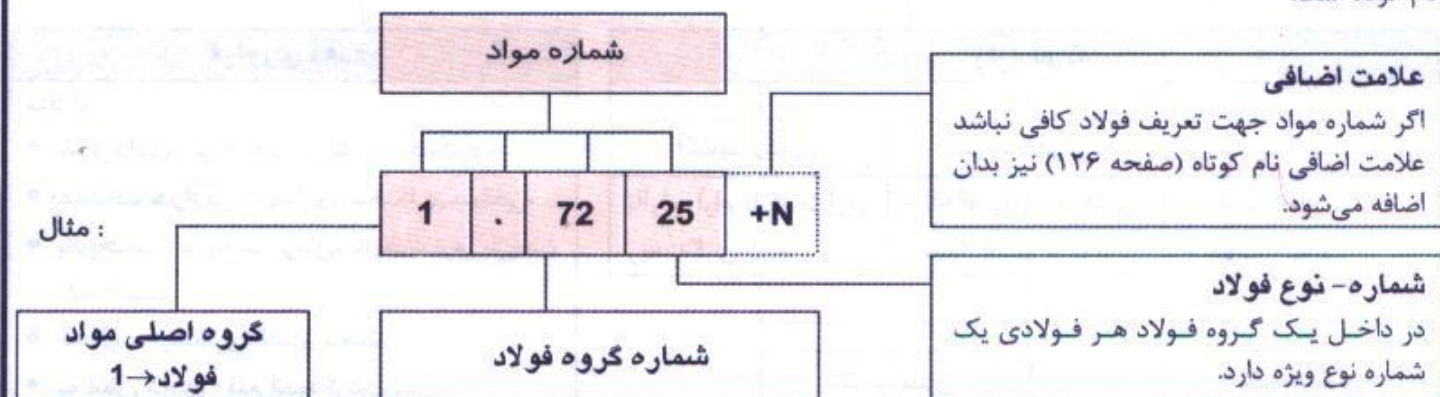
42CrMo4 + N

یا

1.7225 + N

مثال نامگذاری:

شماره مواد از ترکیب اعداد و هرکدام با شش مکان تشکیل شده است (پنج رقم و یک نقطه). این روش به خاطر پردازش اطلاعات بهتر از نام کوتاه است.



فولادهای غیر آلیاژی

شماره گروه فولاد	گروه فولاد ^(۲)
فولادهای کیفی	
01, 91	فولادهای ساختمانی عمومی، $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$
02, 92	فولادهای ساختمانی عمومی که عملیات حرارتی برای آن تعیین نشده است، با $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$
03, 93	فولادهای با $C < 0,12\%$ یا $R_m < 400 \text{ N/mm}^2$
04, 94	فولادهای با $0,12\% \leq C < 0,25\%$ یا $400 \text{ N/mm}^2 \leq R_m < 500 \text{ N/mm}^2$
05, 95	فولادهای با $0,25\% \leq C < 0,55\%$ یا $500 \text{ N/mm}^2 \leq R_m < 700 \text{ N/mm}^2$
06, 96	فولادهای با $R_m \geq 700 \text{ N/mm}^2$ یا $C \geq 0,55\%$
07, 97	فولادهای با مقدار فسفر و گوگرد بالا
فولادهای نجیب	
10	فولادهای با خواص فیزیکی ویژه
11	فولادهای - ساختمانی، - ماشین‌سازی و - مخازن با $C < 0,5\%$
12	فولادهای ماشین‌سازی با $C \geq 0,5\%$
13	فولادهای - ساختمانی، - ماشین‌سازی و - مخازن با الزامات ویژه
15...18	فولادهای ابزار غیر آلیاژی

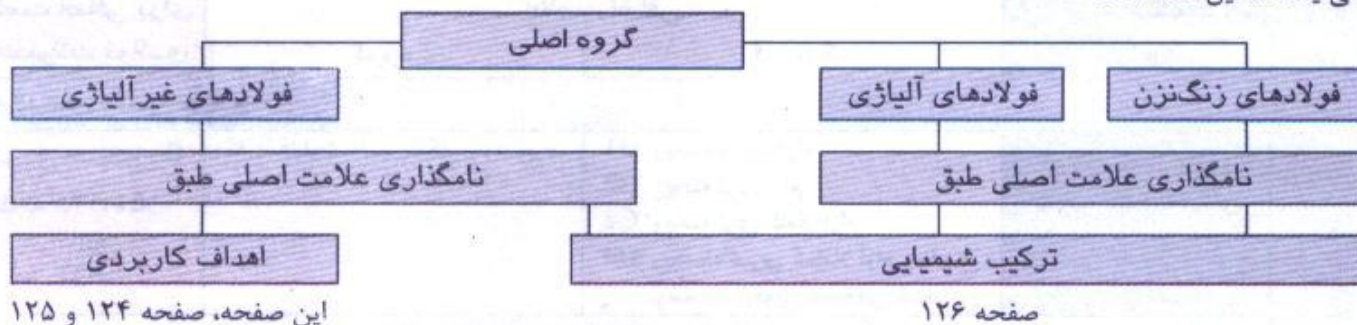
فولاد آلیاژی

شماره گروه فولاد	گروه فولاد
فولادهای کیفی	
08, 98	فولادهای با خواص فیزیکی ویژه
09, 99	فولاد برای محدوده کاربردی مختلف
فولادهای نجیب	
20...28	فولادهای ابزاری آلیاژی
32	فولادهای تندبر بدون کبالت
33	فولادهای تندبر با کبالت
35	فولاد یا تاقانهای غلشی
36, 37	فولادهای با خواص مغناطیسی ویژه
38, 39	فولادهای با خواص فیزیکی ویژه
40...45	فولادهای زنگ‌نزن
46	آلیاژهای نیکل، مقاوم به مواد شیمیایی، مقاوم به دمای بالا
47, 48	فولادهای نسوز
49	فولادهای مقاوم به دمای بالا
50...84	فولادهای - ساختمانی، - ماشین‌سازی، - مخازن با ترکیب آلیاژی مختلف
85	فولادهای نیترووره
87...89	فولادهای ویژه جوشکاری خیلی محکم

(۱) در تغییر DIN 17007 به DIN EN 10027-2 شماره مواد تغییر نکرده است.

(۲) C کربن، R_m استحکام کششیمقدار استحکام کششی R_m و C مقدار متوسط را نشان می‌دهد.

نام کوتاه فولادها و فولادهای ریختگی از علامت اصلی (DIN EN 10027-1) و علامت اضافی (DIN V 17006-100) که بدون فاصله کنار هم می‌آیند تشکیل شده است.



نامگذاری طبق اهداف کاربردی، مثالها و سیستم نامگذاری

هدف کاربردی	علامت اصلی		علامت اضافی		علامت اضافی برای محصولات فولادی
			گروه 1	گروه 2	
فولاد سازه‌های فولادی	S	235	J2G3		
فولادهای ماشین‌سازی	E	360	G	C	
فولاد مخازن تحت فشار	P	265	N	H	
محصولات تحت از فولادهای مقاوم	H	420	M		
محصولات تحت برای شکل‌دهی سرد	DX	52	D	-	+Z
ورق و تسمه، بسته‌بندی	T	660	-	-	+SE
فولاد لوله‌های خط (روغن) و برق	L	360	N		
فولادهای بتن	B	500	H	-	
فولادهای پیش‌تنش	Y	1770	C		
ورق و تسمه الکتریکی	M	400	-50A		
فولادهای ریل	R	0880	Mn		

علامت اصلی		علامت اضافی		علامت اضافی برای محصولات فولادی
		گروه 1	گروه 2	
حروف، اعداد، مثلا	حروف، ارقام، مثلا برای مشخصه	حروف، ارقام، مثلا برای مشخصه	حروف، ارقام فقط در ارتباط با	حروف، اعداد که
برای مشخصه خواص مکانیکی	- کار ضربه شکاف - عملیات حرارتی - کاربرد - اکسیدزدایی	گروه 1 مجاز است، مثلا برای مشخصه قابلیت شکل‌دهی	گروه 2 مجاز است، مثلا برای مشخصه قابلیت شکل‌دهی	مشخصه قبل از آن با علامت + جدایی شود (صفحه ۱۲۵)

فولاد سازه‌های فولادی

S	حداقل تنش تسلیم R_e به N/mm^2 برای کمترین ضخامت محصول	کار ضربه - شکاف به ژول			دمای آزمایش به $^{\circ}C$	C : با قابلیت شکل‌دهی ویژه D : برای پوشش غوطه‌وری E : برای لعاب‌کاری F : برای آهن‌گری L : برای دماهای پایین M : تغییر شکل ترمومکانیکی N : تغییر شکل آنیل نرمال یا نرمالیزه شده O : برای صنایع دریایی Q : به‌سازی شده S : کشتی‌سازی T : برای لوله‌ها W : مقاوم به آب و هوا	طبق جدول A, B, C صفحه ۱۲۴، مثلا +C +F +H +Z +ZE
		27 J	40 J	60 J			
		JR	KR	LR	+20		
		J0	K0	L0	0		
		J2	K2	L2	-20		
		J3	K3	L3	-30		
		J4	K4	L4	-40		
		J5	K5	L5	-50		
		J6	K6	L6	-60		
		A : سختکاری انحلالی G1...G4 : توضیح فولادهای ماشین‌سازی، صفحه ۱۲۴					

فولاد سازه‌های فولادی (S)، $R_e = 235 N/mm^2$ (235)، کار ضربه شکاف J 27 در $-20^{\circ}C$ (J2) : **S235J2G3** ریخته‌گری کاملاً آرام (G3، صفحه ۱۲۴)

سیستم نامگذاری فولادها

نامگذاری طبق اهداف کاربردی (ادامه)

علامت اضافی		علامت اصلی		علامت اضافی برای محصولات فولادی
گروه 2		گروه 1		
فولادهای ماشین سازی				
طبق جدول B صفحه ۱۲۵، مثلاً +A +QT	C با قابلیت تغییر شکل سرد ویژه	G1 ریخته گری نا آرام G2 ریخته گری آرام G3 ریخته گری کاملاً آرام G4 ریخته گری کاملاً آرام و طبق وضعیت تحویل مشخص شده	حداقل تنش تسلیم R_e به N/mm^2 برای کمترین ضخامت محصول	E
فولاد ماشین سازی (E)، $R_e = 360 N/mm^2$ (360)، با قابلیت تغییر شکل سرد ویژه (C) : E360C				
فولاد مخازن تحت فشار				
طبق جدول A، B، C، صفحه ۱۲۵، مثلاً +T	H محدوده کاربرد دما بالا L محدوده کاربرد دما پایین R محدوده کاربرد در دمای محیط X محدوده کاربرد دما بالا و دما پایین	M شکل دهی ترمودینامیکی N آنیل نرمال شده یا نرمالیزه شده جهت شکل دهی Q بهسازی شده B کپسول گازها S مخازن تحت فشار ساده	تنش تسلیم حداقل R_e به N/mm^2 برای کمترین ضخامت محصول	P
فولاد مخزن تحت فشار (P)، $R_e = 265 N/mm^2$ (265)، آنیل نرمال شده یا نرمالیزه شده جهت شکل دهی (N)، ویژه دما بالا (H) : P265NH				
محصولات تخت نورد سرد از فولادهای خیلی مقاوم				
طبق جدول C، صفحه ۱۲۵، مثلاً +ZE	D پوشش غوطه وری در مذاب	M نورد ترمومکانیکی یا نورد سرد B سختکاری در اثر پخت (back hard.) P آلیاژسازی شده با فسفر X فاز دوگانه Y فولاد بدون اتمهای حفره نشستی (فولاد IF)	حداقل تنش تسلیم R_e به N/mm^2	H
			حداقل استحکام کششی R_m به N/mm^2	HT
محصول تخت نورد سرد از فولاد خیلی مقاوم (H)، $R_e = 420 N/mm^2$ (420)، نورد ترمومکانیکی و نورد سرد (M) : H420M				
محصولات تخت نورد سرد از فولاد خیلی مقاوم (HT)، $R_m = 560 N/mm^2$ (560)، نورد ترمومکانیکی و نورد سرد (M)، پوشش قلع الکترولیتی (+ZE) : HT560M+ZE				
محصولات تخت جهت شکل دهی سرد				
طبق جدول B و C صفحه ۱۲۵، مثلاً +ZE +Z	هیچ علامتی پیش بینی نشده است	D پوشش غوطه وری در مذاب EK برای لعاب کاری مرسوم ED برای لعاب کاری مستقیم T برای لوله علامت شیمیایی برای عناصر پیش بینی شده، مثلاً Cu	عدد مشخصه دو رقمی	D
			نورد سرد، عدد	DC
			مشخصه دو رقمی	
			نورد گرم، عدد	DD
			مشخصه دو رقمی	
			وضعیت نورد	DX
			پیش بینی نشده، عدد	
			مشخصه دو رقمی	
محصولات تخت جهت شکل دهی سرد (D)، بدون دستورالعمل نورد (X)، عدد مشخصه 52، برای پوشش غوطه وری در مذاب (D)، گالوانیزه گرم (+Z) : DX52D+Z				
محصول تخت جهت شکل دهی سرد (D)، نورد سرد (C)، عدد مشخصه 02، پوشش روی الکترولیتی (+ZE) : DC02+ZE				
فولادهای بتون				
طبق جدول C، صفحه ۱۲۵	هیچ علامتی پیش بینی نشده است	N انبساط یکنواخت معمولی H انبساط یکنواخت بالا	حداقل تنش تسلیم R_e به N/mm^2 برای کمترین ضخامت محصول	B
فولاد بتون (B)، $R_e = 500 N/mm^2$ (500)، انبساط یکنواخت بالا (H) : B500H				

نامگذاری طبق اهداف کاربردی (ادامه)

علامت اضافی برای محصولات فولادی	علامت اضافی		علامت اصلی
	گروه 2	گروه 1	حروف

ورقها و تسمه‌های بسته‌بندی

طبق جدول B و C پایین صفحه، مثلاً +SE +CE	هیچ علامتی پیش‌بینی نشده است	هیچ علامتی پیش‌بینی نشده است	تنش تسلیم نامی $R_{p0.2}$ به N/mm^2 برای محصولات دوبار کشیده شده T
			مقدار سختی متوسط مشخص شده برای محصولات کشیده شده ساده TH

ورق سفید، دوبار کشیده شده (T)، $R_{p0.2} = 660 N/mm^2$ (660)، قلع‌کاری الکترولیتی (+SE): **T660+SE**
ورق ظریف (TH)، درجه سختی 52، کشیده شده ساده، کرم‌کاری ویژه الکترولیتی (+CE): **TH52+CE**

فولاد لوله‌های خط (روغن)، برق و عایق

طبق جدول A، B و C پایین صفحه	درجه الزامات و خواسته‌ها در صورت نیاز با یک رقم	M شکل‌دهی ترمومکانیکی N شکل‌دهی آنیل نرمال یا نرمالیزه شده Q بهسازی شده	حداقل تنش تسلیم R_e به N/mm^2 برای کمترین ضخامت محصول L
---------------------------------	--	--	--

فولاد لوله‌های خط (روغن) و برق (L)، $R_e = 360 N/mm^2$ (360)، آنیل نرمال شده (N): **L360N**

طبق DIN V17006-100 (1993-11)

علامت اضافی برای محصولات فولادی

استاندارد DIN V 17006-100 علامت اضافی جداول A، B و C را پیش‌بینی کرده است.
استاندارد مربوط به هر محصول فولادی، مثلاً ورقها و لوله‌های مختلف، علامت اضافی دیگری داشته باشند.

جدول A: برای الزامات ویژه

+H با قابلیت سختکاری ویژه +Z35 حداقل گلوپی شدن شکست عمود بر سطح 35%	+F فولاد دانه‌ریز +Z25 حداقل گلوپی شدن شکست عمود بر سطح 25%	+C فولاد دانه درشت +Z15 حداقل گلوپی شدن شکست عمود بر سطح 15%
---	---	--

جدول B: برای وضعیت عملیات حرارتی^(۱)

+Q ترسانده شده یا سختکاری شده +QA سختکاری هوایی +QO سختکاری روغنی +QT بهسازی شده +QW سختکاری در آب +S عملیات شده جهت برش سرد +ST آنیل انحلال +T برگشت شده +U بدون عملیات	+HC شکل‌دهی سرد-گرم +LC کشش نهایی سرد کم یا کشش نهایی کم +M نورد ترمومکانیکی +N آنیل نرمال +NT آنیل نرمال و برگشت	+A آنیل نرم +AC آنیل جهت دستیابی به کاربرد کروی +AT آنیل انحلال +C کارسخت +Cnnn کارسخت تا حداقل استحکام کششی $nnn N/mm^2$ +CR نورد سرد
--	--	--

(۱) جهت جلوگیری از سایر علائم جدول A، B و C می‌توان علامت اضافی برای وضعیت عملیات حرارتی، حرف T را جلوی آن قرار داد، مثلاً +TA.

جدول C: نوع پوشش^(۲)

+Z گالوانیزه گرم (روی کاری داغ) +ZA پوشش با آلیاژ Zn-Al +ZE روی کاری الکترولیتی +ZF آنیل نفوذی پوشش-Zn +ZN پوشش Zn-Ni	+OC آ-کیورنست، پوشش آلی +S قلع کاری داغ +SE قلع کاری الکترولیتی +T فرآیند غوطه‌وری ذوبی با آلیاژ Pb-Sn +TE پوشش الکترولیتی با آلیاژ Pb-Sn	+A آلومینیم اندود +AR پوشش نورد-آلومینیم +AS پوشش با آلیاژ Al-Si +AZ پوشش با آلیاژ Al-Zn +CE پوشش کرم ویژه الکترولیتی +CU پوشش مسی +IC پوشش غیرآلی
---	---	--

(۲) جهت جلوگیری از سایر علائم جدول A، B و C می‌توان علامت اضافی برای نوع پوشش حرف S را جلوی آن قرار داد مثلاً +SA.

نامگذاری طبق ترکیب شیمیایی، مثالها و روش نامگذاری

علامت اضافی برای محصولات فولادی	علامت اضافی	علامت اصلی	ترکیب شیمیایی
+QT	E4	35	C
	-	28Mn6	-
	-	11SMn30	-
	-	31CrMoV5-9	-
+AT	-	5CrNi18-10	X
	-	2-9-1-8	HS

علامت اضافی برای محصولات فولادی	علامت اضافی	علامت اصلی
حروف، اعداد از علامت قبلی با علامت بعلاوه جدا می شود	حروف، ارقام، مثلا برای مشخصه کاربرد	اعداد، حروف برای مشخصه - مقدار کربن - عناصر آلیاژی

فولادهای غیر آلیاژی با مقدار $Mn > 1\%$ ، غیر از فولادهای اتومات

طبق جدول B، صفحه ۱۲۵، مثلا +QT +A	C قابلیت شکل دهی سرد ویژه S برای فنرها U برای ابزارها W برای مفتول جوشکاری G1...G4 توضیحات مربوط به فولادهای ماشین سازی در صفحه ۱۲۴ (۱) عدد مشخصه پشت E و R مقدار گوگرد $100 \times$	E حداکثر مقدار S مشخص شده ^{۱)} R محدوده مقدار S مشخص شده D برای کشش مفتول	عدد مشخصه مقدار کربن، عدد مشخصه = مقدار کربن $100 \times$	C
--	---	--	--	---

فولاد غیر آلیاژی، مقدار C - (C35) 0,35%، حداکثر مقدار S - (E4) 0,04%، بهسازی شده (+QT) : **C35E4+QT**

فولادهای غیر آلیاژی با مقدار $Mn < 1\%$ ، فولادهای اتومات غیر آلیاژی (غیر از فولادهای تندبر) با مقدار هر عنصر آلیاژی زیر 5%

طبق جدول A و B، صفحه ۱۲۵، مثلا +U +A +N +QT	هیچ علامتی مشخص نشده	علامت عناصر آلیاژی، عدد مشخصه برای مقدار متوسط عناصر ضریب $\times$ مقدار متوسط = عدد مشخصه	عدد مشخصه برای مقدار کربن، عدد مشخصه = مقدار متوسط $100 \times C$	-
		ضریب	عنصر	
		4	Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	
		10	Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	
		100	C, Ce, N, P, S	
		1000	B	

فولاد غیر آلیاژی، مقدار C - (C28) 0,28%، مقدار Mn - (6) 1,5%، بهسازی شده (+QT) : **28Mn6+QT**

فولادهای آلیاژی (بدون فولاد تندبر)، مقدار متوسط حداقل یک عنصر آلیاژی بالای 5% قرار دارد

طبق جدول A و B، صفحه ۱۲۵، مثلا +A +AT	هیچ علامتی مشخص نشده است	علامت عناصر آلیاژی از اعداد مشخصه مقدار متوسط عناصر با خط تیره جدا می شود	عدد مشخصه مقدار کربن، عدد مشخصه = مقدار متوسط کربن $100 \times$	X
--	--------------------------------	--	--	---

فولاد غیر آلیاژی، مقدار C 0,05%، مقدار Cr 18%، مقدار Ni 10%، آنیل نرم (+A) : **X5CrNi18-10+A**

فولادهای تندبر

طبق جدول B، صفحه ۱۲۵، مثلا +QA	هیچ علامتی مشخص نشده است	اعدادی که با خط تیره از هم جدا می شوند مقدار درصد عناصر به ترتیب زیر را نشان می دهند: تنگستن - مولیبدن - وانادیم - کبالت	-	HS
--------------------------------------	--------------------------------	--	---	----

فولاد تندبر، مقدار W 2%، مقدار Mo 9%، مقدار V 1%، مقدار Co 8% : **HS2-9-1-8**

شکل محصولات ^(۱)	محدوده کاربرد	خواص کلی	استاندارد	زیرگروهها و وضعیت تحویلی
B S P D				
فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی، نورد گرم				
صفحه ۱۳۱				
• • • •	ساختمانهای جوشکاری در سازه های فولادی و ماشین سازی، اجزاء ساده ماشین	- قابلیت براده برداری خوب - قابلیت جوشکاری، به جز S185 - قابلیت شکل دهی سرد و گرم	DIN EN 10025	فولاد سازه های فولادی و ماشین سازی
• • - •	اجزاء ماشین بدون عملیات حرارتی مثلا با سختکاری و بهسازی	- قابلیت براده برداری خوب - غیر قابل جوشکاری - قابلیت شکل دهی سرد و گرم		فولادهای ماشین سازی
فولادهای ساختمانی دانه ریز ویژه جوشکاری				
صفحه ۱۳۲				
• • • •	ساختمانهای جوشکاری با چقرمگی بالا، تردی بالا و پایداری	- قابل جوشکاری - قابلیت شکل دهی خوب	DIN EN 10113-1	آبیل نرمال
• • - •	در ماشین سازی و سازه های فولادی	- قابل جوشکاری - عدم قابل شکل دهی گرم	DIN EN 10113-2	نورد ترمومکانیکی
فولادهای ساختمانی بهسازی شده با تنش تسلیم بالا				
صفحه ۱۳۲				
• - - -	ساختمانهای جوشکاری در ماشین سازی و سازه های جوشکاری خیلی مقاوم	- قابل جوشکاری - قابل شکل دهی گرم	DIN EN 10113-1	فولادهای آلیاژی
فولادهای بهسازی				
صفحه ۱۳۲				
• • - •	قطعات با استحکام بالا که بهسازی نمی شوند	- در وضعیت آبیل نرم با قابلیت براده برداری خوب - قابل شکل دهی گرم	DIN EN 10083-2	فولادهای کیفی غیر آلیاژی
• • - •	قطعات با استحکام و چقرمگی خوب	- قابل بهسازی (نتایج غیر قطعی در فولادهای کیفی غیر آلیاژی)	DIN EN 10083-1	فولادهای نجیب غیر آلیاژی
• • - •	قطعات تحت تنش بالا با چقرمگی خوب			فولادهای آلیاژی
فولادهای کربوره				
صفحه ۱۳۳				
• • - •	قطعات کوچک با سطح ضد سایش	- قابلیت براده برداری خوب در حالت سختکاری نشده - قابلیت شکل دهی خوب	DIN EN 10084	فولادهای غیر آلیاژی
• • - •	اجزا تحت بار دینامیکی با سطح ضدسایش	- بعد از کربن دهی سطحی دارای قابلیت سختکاری سطحی		فولادهای آلیاژی
فولادهای سختکاری شعله ای و القایی				
صفحه ۱۳۵				
• • - •	قطعات با استحکام کم مغزی و با محدوده های خاص سختکاری شده	- قابلیت براده برداری خوب در حالت آبیل نرمال - قابل شکل دهی گرم	DIN EN 17242	فولادهای غیر آلیاژی
• • - •	قطعات با استحکام بالای مغزی و با محدوده خاص سختکاری شده و ابعاد بزرگتر	- قابلیت سختکاری مستقیم، سختکاری هر جزء قطعه کار امکانپذیر است مثلا جناح دندانه ها - بهسازی قطعه کار قبل از سختکاری		فولادهای آلیاژی
فولادهای نیترووره				
صفحه ۱۳۵				
• • - •	قطعات با استحکام خستگی بالا، قطعات تحت سایش، قطعات تحت بار حرارتی تا 500 °C	- قابلیت براده برداری خوب در حالت سختکاری شده - قابلیت سختکاری به واسطه تشکیل نیتريد، اعوجاج سختکاری خیلی کم - بهسازی قطعات قبل از نیتراسیون	DIN EN 10085	فولادهای آلیاژی
فولادهای فنر				
صفحه ۱۳۹				
• - - -	فنرهای برگی (شمشی)، فنرهای مارپیچ، فنرهای پیچشی	- قابل شکل دهی سرد یا گرم - توانایی تغییر شکل الاستیکی بالا - استحکام خستگی بالا	DIN EN 10270, 10089	فولادهای آلیاژی و غیر آلیاژی

(۱) اشکال محصولات: B ورقها و تسمه ها؛ S شمشها مثلا تخت، چهار گوش و گرد؛ P پروفیلها مثلا پروفیل U، L و T؛ D مفتولها؛

فولادها - نگاه کلی

شکل محصولات ^(۱)	محدوده کاربرد				خواص کلی	استاندارد	زیرگروهها و وضعیت تحویلی
	B	S	P	D			
فولادهای اتومات							
صفحه ۱۳۵							
فولادهای اتومات کربوره	-	•	-	•	- قابلیت براده‌برداری خیلی خوب (براده کوتاه) - غیرقابل جوشکاری - در سختکاری کربوراسیون یا بهسازی گاهی جواب یکتاوتخت به عملیات حرارتی نمی‌دهد	DIN EN 10087	فولادهای غیرقابل عملیات حرارتی
						DIN EN 10087	فولادهای اتومات کربوره
						DIN EN 10087	فولادهای اتومات بهسازی
فولادهای ابزار							
صفحه ۱۳۶							
فولادهای سردکار، غیرآلیاژی	•	•	•	•	- قابلیت براده‌برداری خوب در وضعیت آنیل نرم - قابل شکل‌دهی گرم و سرد - سختکاری مغزی حداکثر تا قطر 10 mm	DIN EN ISO 4957	فولادهای سردکار، غیرآلیاژی
						DIN EN ISO 4957	فولادهای سردکار، آلیاژی
						DIN EN ISO 4957	فولادهای گرم‌کار
						DIN EN ISO 4957	فولادهای تندبر
فولادهای زنگ‌نزن							
صفحه ۱۳۷ و ۱۳۸							
فولادهای آستنی	•	•	•	•	- قابل براده‌برداری - قابلیت شکل‌دهی سرد خوب - قابل جوشکاری - عدم افزایش استحکام در عملیات حرارتی	DIN 10022-2, DIN EN 10088-3	فولادهای فریتی
						DIN 10022-2, DIN EN 10088-3	فولادهای آستنی
						DIN 10022-2, DIN EN 10088-3	فولادهای مارتنزیتی
اشکال محصولات : B ورقها و تسمه‌ها؛ S شمشها مثلا تخت، چهارگوش و گرد؛ P پروفیلها مثلا پروفیل U، L و T؛ D مفتولها؛							

فولادهای غیر آلیاژی

عملیات حرارتی، مثلاً سختکاری یا بهسازی، پیش‌بینی نشده است

عملیات حرارتی پیش‌بینی شده است (صفحه ۱۳۰)

انتخاب بسته به هدف کاربردی

خواص اصلی توسط پارامترهای زیر تعیین می‌شود

مثال : فولادهای ساختمانی غیر آلیاژی (صفحه ۱۳۱)

نوع فولاد،
نام کوتاه

حداقل شرایط و الزامات

آلیاژ میکرو ^(۲)	اکسیژن زدایی ^(۱) DO	درجه خلوص	ترکیب
		• گوگرد (S)	• کربن (C)
		• فسفر (P)	• منگنز (Mn)
			• سیلیسیم (Si)

DO	S _{max} به %	P _{max} به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
آزاد	تعیین نشده است	تعیین نشده است				S185

DO	S _{max} به %	P _{max} به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
FN	0,045	0,045				E295, E335, E360

DO	S _{max} به %	P _{max} به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
آزاد	0,045	0,045	—	1,4	0,17	S235JR
FU	0,045	0,045	—	1,4	0,17	S235JRG2

DO	S _{max} به %	P _{max} به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
FN	0,045	0,045	—	1,4	0,17	S235JRG2
FN	0,045	0,045	—	1,5	0,18	S275JR
FN	0,045	0,045	0,55	1,6	0,24	S355JR

DO	S _{max} به %	P _{max} به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
FN	0,040	0,040	—	1,4	0,17	S235J0
FN	0,040	0,040	—	1,5	0,18	S275J0
بلی	0,040	0,040	0,55	1,6	0,20	S355J0

DO	S _{max} به %	P _{max} به %	Si به %	Mn به %	C به %	استحکام
FF	0,035	0,035	—	1,4	0,17	S235J2G3
FF	0,035	0,035	—	1,5	0,18	S275J0
بلی	0,035	0,035	0,55	1,6	0,20	S355J2G3

سایر گروههای فولاد، مثلاً

محصولات تخت نورد سرد از فولادهای استحکام بالا
محصولات تخت جهت شکل‌دهی سرد

فولاد مخازن تحت فشار
ورق‌ها و تسمه‌های بسته‌بندی
فولاد لوله‌های خط (نفت) و برق

فولادهای بتون
فولادهای پیش‌تنش
ورق‌های الکتریکی

خواص خواسته شده حاصل نمی‌شود

انتخاب ترکیب شیمیایی : صفحه ۱۳۰

(۱) DO نوع اکسیژن زدایی : FU فولاد ناآرام، FN فولاد آرام، FF فولاد کاملاً آرام با عناصر قابل پیوند با نیتروژن

(۲) L عناصر آلیاژی اضافی، همچنین به عنوان آلیاژهای میکرو : Cr, Cu, Mo, Ni, Ti, V, Nb

فولادهای غیرآلیاژی

صفحه ۱۲۹

بلی

عملیات حرارتی در نظر گرفته شده است، مثلاً سختکاری یا بهسازی

خیر

یا

انتخاب بسته به مقدار کربن

خواص اصلی توسط عوامل زیر تعیین می شود

نام کوتاه	گروه فولاد	حداقل شرایط
-----------	------------	-------------

اکسیژن زدایی DO	درجه خلوص	ترکیب
• فسفر (P)	• کربن (C)	• منگنز (Mn)
• گوگرد (S)	• سیلیسیم (Si)	
	• سایر عناصر آلیاژی (L)	

			DO	% به S _{max}	% به P _{max}	% به L	% به Si	% به Mn	% به C
• عملیات حرارتی	فولادهای کربوره ^۱	C10	FN	0,045	0,045	—	0,40	0,45	0,10
		C15	FN	0,045	0,045	—	0,40	0,45	0,15
		C35	FN	0,045	0,045	0,63	0,40	0,65	0,35
		C60	FN	0,045	0,045	0,63	0,40	0,75	0,60
• عملیات حرارتی با مقادیر مطمئن	فولادهای کربوره	C10E	FN	0,035	0,035	—	0,40	0,45	0,10
		C15E	FN	0,035	0,035	—	0,40	0,45	0,15
		C35E	FN	0,035	0,035	0,63	0,40	0,65	0,35
		C60E	FN	0,035	0,035	0,63	0,40	0,75	0,60

سایر الزامات

فولادهای آلیاژی

(۱) L مقدار حداکثر (Cr + Mo + Ni)

(۲) DO نوع اکسیژن زدایی: FN ریخته گری آرام

(۳) فولادهای C10 و C15 در استاندارد فولادهای کربوره DIN EN 10084

دیگر آورده نمی شوند. این فولادهای توسط شرکت های فنی عرضه می شوند.

تاثیر عناصر آلیاژی (انتخاب)

خواص تحت تاثیر عناصر	Cr	Ni	Al	W	V	Co	Mo	Si	Mn	S	P
استحکام کششی	●	●	—	●	●	●	●	●	●	—	●
تنش تسلیم	●	●	—	●	●	●	●	●	●	—	●
چقرمگی ضربه شکاف	○	—	○	—	●	○	●	○	—	○	○
استحکام سایش	●	○	—	●	●	●	●	○	○	—	—
قابلیت تغییر شکل گرم	○	●	○	○	●	○	●	○	●	○	—
قابلیت تغییر شکل سرد	—	—	—	○	—	○	○	○	○	○	○
قابلیت براده برداری	—	○	—	○	—	—	○	○	○	●	●
استحکام گرم	●	●	—	●	●	●	●	●	—	—	—
مقاومت خوردگی	●	—	—	—	●	—	—	—	—	○	—
دمای سختکاری	●	—	—	●	●	—	●	●	○	—	—
قابلیت سختکاری، قابلیت بهسازی	●	●	—	●	●	●	●	●	●	—	—
قابلیت نیتراسیون	●	—	●	●	●	—	●	○	●	—	—
قابلیت جوشکاری	○	○	●	—	●	—	○	—	○	○	○

● افزایش ○ کاهش — بدون تاثیر قابل ملاحظه

مثال: چرخنده ها، سختکاری کربوره، قطعات خام آهن گری با عملیات حرارتی مطمئن
مطلوب است: فولادهای مناسبحل: عملیات حرارتی پیش بینی شده (سختکاری کربوراسیون) ← فولاد کربوره، $C \leq 0,2\%$

خواص فولادهای کیفی و نجیب کافی نیست ← فولادهای آلیاژی

افزایش قابلیت تغییر شکل گرم: Mn، V؛ افزایش قابلیت سختکاری: Ni، Cr

انتخاب فولاد: 15NiCr13، 20MnCr5، 16MnCr5 (صفحه ۱۳۳)

طبق DIN EN 10025 (1994-03)

فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی، نورد گرم

نوع فولاد	شماره مواد	DO ^(۱)	کار		استحکام کششی R _m ^(۲) N/mm ²	تنش تسلیم R _e به N/mm ² برای ضخامت محصولات به mm				تغییر طول نسبی شکست ^(۳) A _g %	خواص، کاربرد
			ضربه شکاف	KV در °C		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80		

فولاد سازه‌های فولادی و ماشین‌سازی

S185	1.0035	-	-	-	290...510	185	175	-	-	18	غیر قابل جوشکاری، سازه ساده جوشکاری
S235JR	1.0037	-	20	27	340...470	235	225	-	-	26	سازه‌های جوشکاری در سازه‌های فولادی و ماشین‌سازی؛ اهرم، پین‌ها، محورها، اکسل‌ها با بار کم
S235JRG1	1.0036	FU	20	27	340...470	235	225	-	-	26	
S235JRG2	1.0038	FN	20	27	340...470	235	225	215	215	26	
S235J0	1.0114	FN	0	27	340...470	235	225	215	215	26	
S235J2G3	1.0116	FF	-20	27	340...470	235	225	215	215	26	
S235J2G4	1.0117	FF	-20	27	340...470	235	225	215	215	26	
S275JR	1.0044	FN	20	27	410...560	275	265	255	245	22	سازه‌های جوشکاری تحت بار بالا در سازه‌های فولادی؛ جراثیق‌ها و پل‌ها
S275J0	1.0143	FN	0	27	410...560	275	265	255	245	22	
S275J2G3	1.0144	FF	-20	27	410...560	275	265	255	245	22	
S275J2G4	1.0145	FF	-20	27	410...560	275	265	255	245	22	
S355JR	1.0045	FN	20	27	490...630	355	345	335	325	22	
S355J0	1.0553	FN	0	27	490...630	355	345	335	325	22	
S355J2G3	1.0570	FF	-20	27	490...630	355	345	335	325	22	
S355J2G4	1.0577	FF	-20	27	490...630	355	345	335	325	22	
S355K2G3	1.0595	FF	-20	40	490...630	355	345	335	325	22	
S355K2G4	1.0596	FF	-20	40	490...630	355	345	335	325	22	

فولادهای ماشین‌سازی

E295	1.0050	FN	-	-	470...610	295	285	275	265	20	اکسل‌ها، محورها، پین‌ها
E335	1.0060	FN	-	-	570...710	335	325	315	305	16	قطعات ضدسایش، چرخنده‌های کوچک، حلزونها، اسپیندل‌ها
E360	1.0070	FN	-	-	670...830	360	355	345	335	11	

(۱) DO، نوع اکسیدزدایی: - آزاد برای سازنده، FU فولاد ریخته‌گری ناآرام،

FN فولاد ریخته‌گری آرام، FF فولاد ریخته‌گری کاملاً آرام

(۲) مقادیر معتبر برای ضخامت محصولات از 3 mm تا 100 mm

(۳) مقادیر معتبر برای نمونه‌های طولی و ضخامت محصولات از 3 mm تا 40 mm

علامت اضافی G1...G4، وضعیت تحویلی^(۱)

علامت اضافی	DO ^(۲)	وضعیت تحویلی برای ورق‌ها، تسمه‌ها، شمشهای تخت و گرد	علامت اضافی	DO ^(۲)	وضعیت تحویلی ورق‌ها، تسمه‌ها، شمشهای تخت و گرد
G1	FU	طبق توافق	G3	FF	آنیل نرمال N
G2	FN	طبق توافق	G4	FF	طبق انتخاب سازنده

(۱) اگر وضعیت تحویلی هنگام سفارش مشخص نباشد، به سازنده واگذار می‌شود.

(۲) DO، نوع اکسیدزدایی: FU ریخته‌گری ناآرام، FN ریخته‌گری آرام، FF ریخته‌گری کاملاً آرام

خواص مهندسی

قابلیت شکل‌دهی سرد	قابلیت شکل‌دهی گرم	قابلیت جوشکاری
قابلیت شکل‌دهی سرد (خمکاری، کشش، تاکنی) وقتی قابل حصول است که فولاد با علامت اضافی C سفارش داده می‌شود، مثلاً S355J2G3C، S235JRC. فولاد S185 قابل شکل‌دهی سرد نیست.	فولادهایی قابل شکل‌دهی گرم هستند که در وضعیت نورد شده و آنیل نرمال شده یا نرمالیزه شده تحویل داده می‌شود.	فولادهای با گروه‌های کیفی JR - J0 - J2G3 - J2G4 - K2G3 - K2G4 طبق همه فرایندها قابل جوشکاری است. در فولاد S235JR نوع فولاد آرام S235JRG2 ترجیح داده می‌شود.

فولادهای سازه‌ای دانه‌ریز ویژه جوشکاری، فولادهای سازه‌ای بهسازی شده

طبق DIN EN 10113 (1993-04)

فولادهای سازه‌ای دانه‌ریز ویژه جوشکاری

نوع فولاد		⁽¹⁾ L	کار ضربه شکاف KV ⁽²⁾ به J در دماهای به °C			استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _e به N/mm ² برای ضخامت محصولات به mm			تغییر طول نسبی شکست A %	خواص، کاربرد	
شماره	نام کوتاه		20	0	-20		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63			
فولادهای کیفی غیر آلیاژی												چقرمگی بالا، پایداری به تردی شکست و پیرشدن؛ سازه‌های جوشکاری در ماشین‌سازی، جراثقیل، پلها، خودرو و تاسیسات نقاله
S275N	1.0490	N	55	47	40	370...510	275	265	255	24		
S275M	1.8818	M				360...510						
S355N	1.0545	N	55	47	40	470...630	355	345	335	22		
S355M	1.8823	M				450...610						
فولادهای نجیب آلیاژی												
S420N	1.8902	N	55	47	40	520...680	420	400	390	19		
S420M	1.8825	M				500...660						
S460N	1.8901	N	55	47	40	550...720	460	440	430	17		
S460M	1.8827	M				530...720						

(۱) وضعیت تحویل: N: نورد آنیل نرمال / آنیل نرمالیزه، M: نورد ترمومکانیکی

(۲) این مقادیر برای نمونه‌های طولی - شکاف تیز صادق است.

همه فولادها با مقادیر حداقل برای کار ضربه شکاف در دماهای پایین قابل تحویل است. در نام کوتاه گروه کیفی N و M با NL و ML قابل جایگزین است، مثلاً 275ML، 275NL.

خواص مهندسی

قابلیت شکل‌دهی سرد	قابلیت شکل‌دهی گرم	قابلیت جوشکاری
اگر در سفارش توافق شود برای ضخامت نامی ≥ 12 mm قابلیت شکل‌دهی سرد قابل حصول است.	فولادها در وضعیت تحویلی N قابل شکل‌دهی گرم است. فولادهای نورد شده ترمومکانیکی، وضعیت تحویلی M، قابل شکل‌دهی گرم نیست.	فولادها طبق فرایندهای معمول قابل جوشکاری است. با افزایش ضخامت و استحکام ترکهای سرد روی می‌دهد. طرح صحیحی از پارامترهای جوشکاری توصیه می‌شود.

طبق DIN EN 10137-2 (1995-11)

فولادهای سازه‌ای قابل بهسازی با تنش تسلیم بالا (انتخاب)

نوع فولاد		کار ضربه شکاف			استحکام کششی R_m N/mm ²	تنش تسلیم R_e به N/mm ² برای ضخامت نامی به mm			تغییر طول نسبی شکست A %	خواص، کاربرد
شماره مواد	نام کوتاه ^(۱)	KV به L در دماهای به °C				≤ 3 ≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 150		
		0	-20	-40						
S460Q	1.8908	40	30	—	550...720	460	440	400	17	چقرمگی بالا، پایداری بالا نسبت به شکست ترد و پیرشدن؛ سازه‌های جوشکاری تحت تنش بالا در ماشین‌سازی، جراثقیل، پلها، خودرو و تاسیسات نقاله
S460QL	1.8906	50	40	30						
S500Q	1.8924	40	30	—	590...770	500	480	440	17	
S500QL	1.8909	50	40	30						
S620Q	1.8914	40	30	—	700...890	620	580	560	15	
S620QL	1.8927	50	40	30						
S890Q	1.8940	40	30	—	940...1100	890	830	—	11	
S890QL	1.8983	50	40	30						
S960Q	1.8941	40	30	—	980...1150	960	—	—	10	
S960QL	1.8933	50	40	30						

(۱) بهسازی شده: Q بهسازی شده، QL بهسازی شده، مقادیر حداقل تضمینی برای کار ضربه شکاف تا -40 °C

خواص مهندسی

قابلیت شکل‌دهی سرد	قابلیت شکل‌دهی گرم	قابلیت جوشکاری
قابلیت شکل‌دهی سرد وقتی قابل حصول است که هنگام سفارش توافق شود.	با آنیل تنش‌زدایی تا دماهای حدی این فولادها قابل شکل‌دهی گرم است.	فولادها طبق فرایندهای معمول قابل جوشکاری است. با افزایش ضخامت نامی و استحکام ترک سرد روی می‌دهد. طرح صحیحی از پارامترهای جوشکاری توصیه می‌شود.

انواع فولاد		سختی HB در وضعیت تحویلی ^(۲)		خواص مغز قطعه کار بعد از سختکاری کربوره ^(۳)			فرآیند سختکاری ^(۴)		خواص، کاربرد
نام کوتاه ^(۱)	شماره مواد	+A	+FP	استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _e N/mm ²	تغییر طول نسبی شکست A %	D	E	
فولادهای غیر آلیاژی									
C10E C10R	1.1121 1.1207	131	90...125	490...640	295	16	•	•	قطعات کوچک تحت بار متوسط؛ اهرمها، پینها، پیچها، غلتکها، اسپیندل، قطعات پرسکاری و پانچ
C15E C15R	1.1141 1.1140	143	103...140	590...780	355	—	•	•	
فولادهای آلیاژی									
17Cr3 17CrS3	1.7016 1.7014	174	—	700...900	450	11	•	•	قطعات تحت بار متغیر، مثلاً در جعبه دنده‌ها؛ چرخنده‌های ساده، مخروطی، بشقابی، پینیون محرک، محورهای مفاصل
28Cr4 28CrS4	1.7030 1.7036	217	156...207	≥700	—	—	•	•	
16MnCr5 16MnCrS5	1.7131 1.7139	207	140...187	780...1080 780...1080	590 590	10 10	•	•	
16NiCr4 16NiCrS4	1.5714 1.5715	217	156...207	≥900	—	—	—	•	
18CrMo4 18CrMoS4	1.7243 1.7244	207	140...187	≥900	—	—	•	•	
20MoCr3 20MoCrS3	1.7320 1.7319	217	145...185	≥900	—	—	•	—	
20MoCr4 20MoCrS4	1.7321 1.7323	207	140...187	880...1180	590	10	•	—	
17CrNi6-6 22CrMoS3-3	1.5918 1.7333	229 217	156...207 152...201	≥1100 —	— —	— —	— •	•	
15NiCr13 10NiCr5-4	1.5752 1.5805	229 192	166...207 137...187	920...1230 ≥900	785 —	10 —	— —	• •	
20NiCrMo2-2 20NiCrMoS2-2	1.6523 1.6526	212	149...194	780...1080	590	10	•	•	
17NiCrMo6-4 17NiCrMoS6-4 20NiCrMoS6-4	1.6566 1.6569 1.6571	229	149...201 149...201 154...207	≥1000 ≥1000 ≥1000	— — —	— — —	— — —	• • •	قطعات با ابعاد بزرگ؛ محور پینیون، چرخنده‌های ساده و بشقابی
20MnCr5 20MnCrS5	1.7147 1.7149	217	152...201	980...1270	685	8	•	•	
18NiCr5-4 14NiCrMo13-4 18CrNiMo7-6	1.5810 1.6657 1.6687	223 241 229	156...207 166...217 159...207	≥1100 1030...1390 1060...1320	— — 785	— 10 8	— — —	• • •	

(۱) انواع فولاد با افزوده گوگرد، مثلاً 16MnCrS5، قابلیت براده‌برداری بهتری دارد.

(۲) وضعیت تحویل: +A آویل نرم، +FP عملیات حرارتی شده از نظر ساختار فرریت-پرلیت و محدوده سختکاری

(۳) مقادیر استحکام برای نمونه‌های با قطر نامی 30 mm صادق است.

(۴) فرآیندهای سختکاری: D سختکاری مستقیم؛ قطعات مستقیماً از دمای کربن‌دهی ترسانده می‌شود.

E سختکاری ساده: بعد از کربن‌دهی، قطعات معمولاً تا دمای محیط خنک می‌شود. جهت سختکاری، مجدداً

گرم می‌شود.

— بد

o تحت شرایطی خوب

• خوب

فولادهای بهسازی، غیر آلیاژی و آلیاژی

طبق DIN EN 10083 (1996-10)

فولادهای بهسازی (انتخاب)

نوع فولاد		B ^(۱)	مقادیر استحکام برای قطر نورد d به mm						خواص، کاربرد
نام کوتاه	شماره مواد		استحکام کششی		تنش تسلیم		تغییر طول نسبی شکست		
			R _m		R _e		A به %		
			N/mm ²		N/mm ²		%		
			> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 100	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 100	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 100	
فولادهای غیر آلیاژی ^(۲)									
C22	1.0402	+N	410	410	210	210	25	25	قطعات تحت بار متوسط و قطر بهسازی کوچک؛ پیچها، پینها، اکسلها، محورها، چرخندهها
C22E	1.1151	+QT	470...620	—	290	—	22	—	
C25	1.0406	+N	440	440	230	230	23	23	
C25E	1.1158	+QT	500...650	—	320	—	21	—	
C35	1.0501	+N	520	520	270	270	19	19	
C35E	1.1181	+QT	600...750	550...700	380	320	19	20	
C45	1.0503	+N	580	580	305	305	16	16	
C45E	1.1191	+QT	650...800	630...780	430	370	16	17	
C60	1.0601	+N	670	670	340	340	11	11	
C60E	1.1221	+QT	800...950	750...900	520	450	13	14	
28Mn6	1.1170	+N +QT	600 700...850	600 650...800	310 490	310 440	18 15	18 16	
فولادهای آلیاژی									
38Cr2 38CrS2	1.7003 1.7023	+QT	700...850	600...750	450	350	15	17	قطعات تحت بار بالا و قطر بهسازی بزرگ؛ محور جعبه دنده، حلزونها، چرخندهها
46Cr2 46CrS2	1.7006 1.7025	+QT	800...950	650...800	550	400	14	15	
34Cr4 34CrS4	1.7033 1.7037	+QT	800...950	700...850	590	460	14	15	
37Cr4 37CrS4	1.7034 1.7038	+QT	850...1000	750...900	630	510	13	14	
25CrMo4 25CrMoS4	1.7218 1.7213	+QT	800...950	700...850	600	450	14	15	
41Cr4 41CrS4	1.7035 1.7039	+QT	900...1100	800...950	660	560	12	14	قطعات تحت بار بالا و قطر بهسازی بزرگ؛ محورها، چرخندهها، قطعات آهنگری بزرگ
34CrMo4 34CrMoS4	1.7220 1.7226	+QT	900...1100	800...950	650	550	12	14	
42CrMo4 42CrMoS4	1.7225 1.7227	+QT	1000...1200	900...1100	750	650	11	12	
50CrMo4 51CrV4	1.7228 1.8159	+QT	1000...1200	900...1100	780 800	700 700	10	12	
36CrNiMo4 34CrNiMo6	1.6511 1.6582	+QT	1000...1200 1000...1300	900...1100 1000...1200	800 900	700 800	11 10	12 11	
30NiCrMo8 36NiCrMo16	1.6580 1.6773	+QT	1250...1450	1100...1300	1150	900	9	10	قطعات تحت بار خیلی بالا و قطر بهسازی بزرگ

(۱) B وضعیت عملیات حرارتی: +N آنیل نرمال، +QT بهسازی شده

در فولادهای بهسازی غیر آلیاژی وضعیت عملیات حرارتی +N و +QN برای فولادهای کیفی و نجیب صادق است.

(۲) فولادهای غیر آلیاژی C22، C25، C35، C45 و C60 فولادهای کیفی هستند، همه بقیه فولادها به عنوان فولادهای نجیب ساخته می شوند.

فولادهای نیترووره، فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی، فولادهای اتومات

فولادهای نیترووره (انتخاب)

طبق DIN EN 10085 (2001-07)، جایگزین برای DIN 17211

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست ^(۱) A %	تنش تسلیم ^(۱) R _e N/mm ²	کششی ^(۱) R _m N/mm ²	استحکام	آئیل نرم سختی HB	شماره نوع فولاد نام کوتاه
قطعات ضد سایش، ضخامت تا 250 mm	11	785	980...1180	248	1.8515	31CrMo12
قطعات ضدسایش، ضخامت تا 100 mm	10	800	1000...1200	248	1.8519	31CrMoV9
قطعات ضدسایش، ضخامت تا 80 mm	14	600	800...1000	248	1.8507	34CrAlMo5-10
قطعات ضدسایش مقاوم به گرما تا 500 °C	13	720	900...1100	248	1.8509	40CrAlMo7-10
قطعات بزرگ، دسته پیستون، محورها	12	650	850...1050	248	1.8550	34CrAlNi7-10

(۱) مقادیر استحکام: مقادیر استحکام کششی R_m، تنش تسلیم R_e و تغییر طول نسبی شکست A برای وضعیت بهسازی شده و ضخامت 40...100 mm صادق است.

عملیات حرارتی فولادهای نیترووره: صفحه ۱۵۷

فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی (انتخاب)

طبق DIN 17212 (1972-08)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R _e به N/mm ² ضخامت نامی به mm	استحکام کششی ^(۱) R _m N/mm ²	آئیل نرم سختی HB	شماره نوع فولاد نام کوتاه
قطعات ضدسایش با استحکام مغزی بالا و چقرمگی خوب، میل لنگ، محور جعبه دنده، میل بادامک، حلزون، چرخنده‌ها	17	≤ 16	590...740	207	1.1193
	16	> 16 ≤ 40	660...800	+N +QT	
	14	> 40 ≤ 100	780...930	+QT	1.7005
	13		830...980	+QT	1.7043
	12		880...1080	+QT	1.7045
	11		980...1180	+QT	1.7223

(۱) B وضعیت عملیات حرارتی: +N آئیل نرمال، +QT بهسازی شده
عملیات حرارتی فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی: صفحه ۱۵۶

فولادهای اتومات (انتخاب)

طبق DIN EN 10087 (1999-01)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R _e N/mm ²	استحکام کششی R _m N/mm ²	سختی HB	آئیل نرم سختی HB	شماره نوع فولاد نام کوتاه
• برای عملیات حرارتی مناسب‌نیست قطعات کوچک تحت بار کم، اهرمها، پینها	—	—	380...570	112...169	+U	11SMn30 11SMnPb30
	—	—	380...570	112...169	+U	11SMn37 11SMnPb37
• فولادهای کربوره قطعات ضدسایش کوچک، محورها، پیچها، پینها	—	—	360...530	107...156	+U	10S20 10SPb20
	—	—	430...600	128...178	+U	15SMn13
• فولادهای بهسازی قطعات بزرگ تحت بار بالا، اسپیندلها، محورها، چرخنده‌ها	16	380	600...750	154...201	+QT	35S20 35SPb20
	—	—	630...800	187...238	+U	44SMn28
	16	420	700...850	—	+QT	44SMnPb28
	—	—	590...760	175...225	+U	46S20
	13	430	650...800	—	+QT	46SPb20
	—	—	—	—	—	—

(۱) انواع فولاد با افزوده سرب، مثلاً 11SMnPb30 قابلیت ماشینکاری خوبی دارند.

(۲) B وضعیت عملیات حرارتی: +U عملیات حرارتی نشده، +QT بهسازی شده

همه فولادهای اتومات، فولادهای کیفی غیرآلیاژی هستند. جواب یکنواخت به سختکاری کربوراسیون یا بهسازی مطمئن نیست.

عملیات حرارتی فولادهای اتومات: صفحه ۱۵۷

فولادهای سردکار، فولادهای گرم کار، فولادهای تندبر

طبق DIN EN ISO 4957 (2001-02)، جایگزین برای DIN 17350

فولادهای ابزار

نوع فولاد	شماره	سختی (¹ HB max.)	دمای سختکاری °C	A ^۲	دمای برگشت °C	مثالهای کاربردی، خواص
نام کوتاه	مواد					
فولادهای سردکار، غیرآلیاژی						
C45U	1.1730	190	800...830	W	180...300	اجزاء غیرسختکاری قالبها و ابزارها، پیچ گوهشتها، رنده، قیچی
C70U	1.1520	190	790...820	Ö	180...300	درنهای مرکزکننده (مرغک)، قالبهای آهنگری کوچک، فک گیرههای موازی، سنبههای پلیسه گیری
C80U	1.1525	190	780...810	W	180...300	قالبهای آهنگری با حفره های تخت، رنده، ماتریس ضربه ای سرد، قیچی
C105U	1.1545	213	770...800	W	180...300	قالبهای برش ساده، سنبههای سکه زنی، سوزن خط کش، مته ها، سنبه های سوراخکاری
فولادهای سردکار، آلیاژی						
21MnCr5	1.2162	215	810...840	Ö	150...180	قالبهای باکلیت و پرس کردن پیچیده مواد مصنوعی سختکاری کربوره شده، پولیش خوب
60WCrV8	1.2550	230	880...930	Ö	180...300	برش ورقهای فولادی از ورق 15 mm، سنبه پانچ سرد، رنده، سنبه نشان
90MnCrV8	1.2842	220	790...820	Ö	150...250	ماتریس، سنبه، قالبهای پرس مواد مصنوعی، برقوها، وسایل اندازه گیری
102Cr6	1.2067	230	820...850	Ö	100...180	مته ها، فرزها، برقوها، ماتریسهای کوچک، مرغک ماشینهای تراش
X38CrMo16	1.2316	250	1000...1040	Ö	650...700	قالب فرایندهای ترموپلاستیکی با اثر خوردگی و حمله شیمیایی
40CrMnNiMo8-6-4	1.2738	235	840...870	Ö	180...220	قالب مواد مصنوعی از هر نوع
45NiCrMo16	1.2767	260	840...870	Ö, L	160...250	قالبهای خمکاری و سکه زنی، تیغه قیچی برای قطعات ضخیم
X153CrMoV12	1.2379	250	1020...1050	Ö, L	180...250	قالبهای برش حساس به شکست، تیغه فرزها، ابزارهای خانکشی، تیغه قیچی
X210CrW12	1.2436	255	950...980	Ö, L	180...250	قالبهای برش پرتوان، ابزارهای خانکشی، قالبهای پرسکاری
فولادهای گرم کار						
55NiCrMoV7	1.2714	250	840...870	Ö	400...650	قالبهای پرس مواد مصنوعی، قالبهای آهنگری کوچک و متوسط، تیغه قیچیهای گرم
X37CrMoV5-1	1.2343	235	1020...1050	Ö, L	550...650	قالبهای تحت فشار فلزات سبک، قالبهای اکستروژن
32CrMoV12-28	1.2365	230	1020...1050	Ö, L	500...670	قالبهای دایکاست تحت فشار فلزات سنگین، قالبهای اکستروژن برای همه فلزات
X38CrMoV5-3	1.2367	235	1030...1080	Ö, L	600...700	قالبهای آهنگری عالی، قالبهای تحت بار بالا جهت تولید پیچ
فولادهای تندبر						
HS6-5-2C	1.3343	250	1190...1230	Ö, L	540...560	مته ها، برقوها، تیغه فرزها، قلاویزها، تیغه اره های دیسکی
HS6-5-2-5	1.3243	270	1210...1250	Ö, L	550...570	مته های تحت بارهای سنگین، تیغه فرزها، ابزارهای خشن تراشی با چقرمگی بالا
HS10-4-3-10	1.3207	270	1210...1250	Ö, L	550...570	رنده های تراشکاری فولادهای اتومات، توان براده برداری بالا
HS2-9-2	1.3348	250	1190...1230	Ö, L	550...580	تیغه فرزها، مته ها و قلاویزها، سختی برش بالا، استحکام گرمایی و چقرمگی بالا

(۲) A ماده خنک کننده؛ W آب، Ö روغن، L هوا
عملیات حرارتی فولادهای ابزار: صفحه ۱۵۵

(۱) وضعیت تحویل: آنیل نرمال شده
مشخصه فولادهای ابزار: صفحه ۱۲۶

نوع فولاد	شماره مواد	^(۱) L		^(۲) A	ضخامت d mm	استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _{p0.2} N/mm ²	تغییر طول نسبی شکست A %	خواص، کاربرد
		B	S						
فولادهای آستنیتی									
X10CrNi18-8	1.4310	•		C	≤ 6	600...950	250	40	فنر برای دماهای تا 300 °C ساختمان خودرو
			•	—	≤ 40	500...750	195	40	
X2CrNi18-9	1.4307	•		C	≤ 6	520...670	220	45	ظروف خانگی، صنایع شیمیایی و غذایی
		•		P	≤ 75	500...650	200	45	
X2CrNi19-11	1.4306	•		C	≤ 6	520...670	220	45	وسایل، قطعاتی که در معرض اسیدهای آلی و میوه قرار می‌گیرد
		•		P	≤ 75	500...650	200	45	
X2CrNi18-10	1.4311	•		C	≤ 6	550...750	290	40	وسایل صنایع لبنیات و آبجوسازی، وسایل و ظروف تحت فشار
		•		P	≤ 75	550...750	270	40	
X5CrNi18-10	1.4301	•		C	≤ 6	540...750	230	45	قطعات کشش عمیق در صنایع غذایی، پولیش خوب
		•		P	≤ 75	520...720	210	45	
X8CrNiS18-9	1.4305	•		P	≤ 75	500...700	190	35	قطعات صنایع مواد غذایی و لبنیات
		•		—	≤ 160	500...750	190	35	
X6CrNiTi18-10	1.4541	•		C	≤ 6	520...720	220	40	وسایل مورد استفاده خانگی، قطعات صنایع عکاسی
		•		P	≤ 75	500...700	200	40	
X4CrNi18-12	1.4303	•		C	≤ 6	500...650	220	45	صنایع شیمیایی، پیچها و مهره‌ها
		•		—	≤ 160	500...700	190	45	
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	•		C	≤ 6	530...680	240	40	قطعات صنایع رنگ، روغن و پارچه
		•		P	≤ 75	520...670	220	45	
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	•		C	≤ 6	540...690	240	40	قطعات صنایع پارچه، رزین و لاستیک
		•		P	≤ 75	520...670	220	40	
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	•		C	≤ 6	550...700	240	40	قطعات با پایداری شیمیایی بالا در صنایع مواد سلولزی
		•		P	≤ 75	520...670	220	45	
X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	•		C	≤ 6	580...780	300	35	مخازن تحت فشار با پایداری شیمیایی بالا
		•		P	≤ 75	580...780	280	40	
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	•		C	≤ 6	580...780	290	35	پایداری در مقابل کلر و دماهای بالا، صنایع شیمیایی
		•		P	≤ 75	580...780	270	40	
X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	•		C	≤ 6	530...730	240	35	پایداری در مقابل اسیدسولفوریک، اسیدسولفوریک و اسید هیدرولیک، صنایع شیمیایی
		•		P	≤ 75	520...720	220	35	

(۱) L شکل تحویل: B ورق، تسمه؛ S مفتولها، پروفیلها

(۲) A وضعیت تحویل: C تسمه‌های نورد سرد، P ورقهای نورد گرم

طبق DIN EN 10088 (1995-08)

فولادهای زنگ‌نزن (ادامه)

نوع فولاد	شماره مواد	^(۱) L	^(۲) A	ضخامت	استحکام کششی	تنش تسلیم	تغییر طول نسبی شکست	خواص، کاربرد
نام کوتاه		B	S	d mm	R _m N/mm ²	R _{p0.2} N/mm ²	A %	
فولادهای فرییتی								
X2CrNi12	1.4003	•		C ≤ 6	450...650	280	20	وسایط نقلیه، کانتینر، صنایع
			•	P ≤ 25	450...600	250	18	
X6Cr13	1.4000	•		— ≤ 100	400...600	260	20	مقاوم در برابر آب و بخار، وسایل خانگی، یراق
		•		P ≤ 25	400...630	220	19	
X6Cr17	1.4016	•		— ≤ 25	400...630	230	20	شکل‌دهی سرد خوب، پولیش خوب، کارد و چنگال، سپر
		•		P ≤ 25	400...630	240	20	
X2CrTi12	1.4512	•		— ≤ 100	380...560	210	25	کاتالیزاتور
X6CrMo17-1	1.4113	•		C ≤ 6	450...630	260	18	خودروسازی، زوارهای (زه) زینتی، قالباق
			•	P ≤ 25	440...660	280	18	
X3CrTi17	1.4510	•		C ≤ 6	450...600	260	20	قطعات جوشکاری در محدوده وسایل غذایی
		•		C ≤ 12	430...630	240	20	
X2CrMoTi18-2	1.4521	•		C ≤ 6	420...640	300	20	پیچها، مهره‌ها، وسایل گرم‌کننده (رادیاتور)
		•		P ≤ 12	420...620	280	20	

(۱) L شکل تحویل : B ورق، تسمه؛ S مفتول، پروفیل
 (۲) وضعیت تحویل : C تسمه نورد سرد، P ورق نورد گرم

فولادهای مارتنزیتی

نوع فولاد	شماره مواد	^(۱) L	^(۲) A	ضخامت	استحکام کششی	تنش تسلیم	تغییر طول نسبی شکست	خواص، کاربرد
نام کوتاه		B	S	d mm	R _m N/mm ²	R _{p0.2} N/mm ²	A %	
X12Cr13	1.4006	•		C ≤ 6	A ≤ 600	—	20	مقاوم در برابر آب و بخار، صنایع مواد غذایی
		•		P ≤ 75	QT650 650...850	450	12	
X20Cr13	1.4021	•		— ≤ 160	QT650 650...850	450	15	اکسلها، محورها، قطعات پمپ، پیچهای کششی
		•		P ≤ 75	QT750 750...950	550	10	
X30Cr13	1.4028	•		— ≤ 160	QT800 800...950	600	12	پیچها، مهره‌ها، فنرها، دسته پیستون
		•		P ≤ 75	QT800 800...1000	600	10	
X46Cr13	1.4034	•		C ≤ 6	A ≤ 780	245	12	قابل سختکاری، تیغه، ماشین، کارد
		•		—	A ≤ 800	245	—	
X39CrMo17-1	1.4122	•		C ≤ 6	A ≤ 900	280	12	محورها، اسپیندلها، مهره و ماسوره تاسیسات تا 600 °C
		•		— ≤ 60	QT750 750...950	550	12	
X3CrNiMo13-4	1.4313	•		P ≤ 75	QT900 900...1100	800	11	چقرمگی بالا، پمپها، چرخهای توربین، ساختمان راکتور
		•		— ≤ 160	A 760...960	550	16	
		•			QT900 900...1100	800	12	

(۱) L شکل تحویل : B ورق، تسمه؛ S مفتول، پروفیل

(۲) وضعیت تحویل : C تسمه نورد سرد، P ورق نورد گرم

(۳) W وضعیت عملیات حرارتی : A آنیل انحلال؛ QT750 ← بهسازی شده تا حداقل استحکام R_m = 750 N/mm²

طبق DIN EN 10270-1 (2001-12)

مفتول فولادی برای فنرها، کشش بعد از عملیات پاتنت‌کاری^(۱)

جایگزین برای DIN 17223

نوع فولاد	استحکام کششی حداقل R_m به N/mm^2 برای قطر نامی d به mm															
	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,4	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20,0
SL	—	—	1720	1600	1510	1460	1410	1370	1320	1290	1260	1210	1120	1060	—	—
SM	2200	2050	1980	1850	1740	1690	1630	1590	1530	1500	1460	1400	1310	1240	1110	1020
SH	2480	2310	2330	2090	1970	1900	1840	1790	1740	1690	1660	1590	1490	1410	1270	1160
DM	2200	2050	1980	1850	1740	1690	1630	1590	1530	1500	1460	1400	1310	1240	1110	1020
DH	2480	2310	2230	2090	1970	1900	1840	1790	1740	1690	1660	1590	1490	1410	1270	1160

قطر مفتول d به mm (انتخاب)

همه	0,30 – 0,32 – 0,34 – 0,36 – 0,38 – 0,40 – 0,43 – 0,48 – 0,50 – 0,53 – 0,56 – 0,60 – 0,63 – 0,65 – 0,70 –
انواع به	0,75 – 0,80 – 0,90 – 1,00 – 1,10 – 1,20 – 1,25 – 1,30 – 1,40 – 1,50 – 1,60 – 1,70 – 1,80 – 1,90 – 2,00 –
جز SL ^(۲)	2,10 – 2,25 – 2,40 – 2,50 – 2,60 – 2,80 – 3,00 – 3,20 – 3,40 – 3,60 – 3,80 – 4,00 – 4,25 – 4,50 – 4,75 –
	5,00 – 5,30 – 5,60 – 6,00 – 6,30 – 6,50 – 7,00 – 7,50 – 8,00 – 8,50 – 9,00 – 9,50 – 10,00

(۱) گرم کردن سیم فولادی تا $1000^\circ C$ و سرد کردن آن در هوا، سرب مذاب یا مخلوط نمک $500^\circ C$ (۲) نوع مفتول SL فقط در محدوده قطر $d = 1 \dots 10$ mm قابل تحویل است.

شرایط کاربرد

نوع مفتول	مخصوص فنر برای	کاربرد
SL	تنش استاتیکی پایین	فنرهای کششی، فنرهای فشاری، فنرهای
SM	تنش استاتیکی متوسط یا بندرت دینامیکی	پیچشی در وسایل و ماشین‌سازی، نوع
SH	تنش استاتیکی بالا یا دینامیکی پایین	مفتول DH هم برای فنرهای فرم‌دار مناسب
DM	تنش دینامیکی متوسط	است.
DH	تنش استاتیکی بالا یا دینامیکی متوسط	

سطح مفتول، شکل تحویلی

علامت مشخصه	سطح مفتول	علامت مشخصه	سطح مفتول	شکل تحویل
ph	فسفاته شده	Z	با پوشش روی	• به شکل حلقه و کلاف
cu	آبکاری مس	ZA	با پوشش روی / آلومینیم	• مفتولهای تابکاری شده به شکل بندیل
⇒	نوع مفتول DM، $d = 3,4$ mm، سطح فسفاته شده (ph) : EN 10270-1 DM 3,4 ph فولاد فنر			

طبق DIN EN 10089 (2003-04)، جایگزین برای DIN 17221

فولاد فنر، نورد گرم، قابل بهسازی

نوع فولاد		نورد گرم		آنیل نرم		در حالت بهسازی شده (+QT) ^(۱)		خواص، کاربرد
نام کوتاه	شماره مواد	سختی HB	سختی HB	سختی HB	سختی HB	استحکام کششی R_m N/mm^2	تنش تسلیم $R_{p0,2}$ N/mm	
38Si7	1.5023	240	217	217	217	1300...1600	1150	ضامن فنری پیچ
46Si7	1.5024	270	248	248	248	1400...1700	1250	فنر برگی (شمشی)، فنر پیچی
55Cr3	1.7176	> 310	248	248	248	1400...1700	1250	فنرهای کششی و فشاری بزرگ
54SiCr6	1.7102	310	248	248	248	1450...1750	1300	مفتول فنر
61SiCr7	1.7108	310	248	248	248	1550...1850	1400	فنر برگی (شمشی)، فنر بشقابی
51CrV4	1.8159	> 310	248	248	248	1400...1700	1200	فنرهای تحت بار بالا

(۱) مقادیر استحکام برای نمونه آزمایشی با $d = 10$ mm صادق است.قطر مفتول $d = 20$ mm، طول مفتول $l = 8000$ mm : EN 10089 – 20 × 8000 – 51CrV4+A، وضعیت تحویلی آنیل نرم شده (+A) نوع فولاد 51CrV4.

شکل تحویل	قطر مفتول d به mm (انتخاب)
• مفتول تاب‌گیری شده	5,0 – 5,5 – 6,0 – 6,5 – 7,0 – 7,5 – 8,0 – 8,5 – 9,0 – 9,5 – 10,0 – 10,5 – 11,0 –
• کلاف رینگ	11,5 – 12,0...19,0 – 19,5 – 20,0 – 21,0 – 22,0 – 23,0...27,0 – 28,0 – 29,0 – 30,0

تقسیم‌بندی طبق

فرآیندهای تولید		شکل تحویل	
توضیحات	فرآیند	اندازه تجاری معمول	مشخصه
ضخامت ورق تا حدود 250 mm، سطح در حالت نورد گرم شده یا پوسته‌گیری شده	نورد گرم	ورقهای چهارگوش $b \times l = 1000 \times 2000$ mm : اندازه کوچک $b \times l = 1250 \times 2500$ mm : اندازه متوسط $b \times l = 1500 \times 3000$ mm : اندازه بزرگ $s = 0,14 \dots 250$ mm : ضخامت ورق	ورق
ضخامت ورق تا حدود 10 mm، سطح براق، تلرانس دقیق	نورد سرد	کویل ضخامت تسمه : $s = 0,14 \dots 10$ mm پهنای تسمه b تا 2000 mm قطر کویل تا 2400 mm • جهت تغذیه فرآیندهای تولید خودکار یا برش ورق جهت کارهای بعدی	تسمه
- پایداری خوردگی بالا مثلاً با روی کاری، پوشش آلی - برای اهداف تزئینی مثلاً با پوشش مواد مصنوعی - قابلیت شکل‌دهی خوب مثلاً با ساختار (بافت) سطحی مناسب	نورد سرد با افزایش کیفیت سطح		

انواع ورق - نگاه کلی (انتخاب)

خواص کلی	مشخصه، نوع فولاد	استاندارد	شکل تحویل		
			BI	Ba	محدوده ضخامت
ورقها و تسمه‌های نورد سرد					
- قابلیت شکل‌دهی سرد (کشش عمیق) - قابل جوشکاری - سطح قابل رنگ‌زنی	محصولات تخت از فولادهای نرم	DIN EN 10130	•	•	0,35...3 mm
	تسمه سرد از فولاد نرم	DIN EN 10207	—	•	≤ 10 mm
	محصولات تخت باتنش تسلیم بالا از فولادهای میکروآلیاژی	DIN EN 10268	•	•	≤ 3 mm
	محصولات تخت برای لعاب‌کاری	DIN EN 10209	•	•	≤ 3 mm
ورقها و تسمه‌های نورد سرد با افزایش کیفیت سطحی					
- پایداری خوردگی بالا - قابلیت شکل‌دهی خوب	ورقها و تسمه‌های با غوطه‌وری ذوبی	DIN EN 10143	•	•	≤ 3 mm
	محصولات تخت روی کار الکترولیتی فولادی جهت شکل‌دهی سرد	DIN EN 10152	•	•	0,35...3 mm
	محصولات تخت پوشش الکترولیتی فولادی	DIN EN 10169-1	•	•	≤ 3 mm
ورقها و تسمه‌های نورد سرد جهت بسته‌بندی					
- پایداری خوب خوردگی - باقابلیت شکل‌دهی سرد - با قابلیت جوشکاری	ورق سرد جهت تولید ورق سفید	DIN EN 10205	•	•	0,14...0,49 mm
	ورق بسته‌بندی از فولاد قلع‌کاری شده الکترولیتی یا گرم‌کاری شده	DIN EN 10202	•	•	0,14...0,49 mm
ورق و تسمه نورد گرم					
خواص مانند گروههای فولادی مربوطه (صفحات ۱۲۷ و ۱۲۸)	ورق و تسمه از فولادهای آلیاژی و غیرآلیاژی مثلاً از فولاد ساختمانی طبق DIN EN 10025، فولادهای ساختمانی دانه‌ریز طبق DIN EN 10113، فولادهای کربوره طبق DIN EN 10084، فولادهای بهسازی طبق DIN EN 10083، فولادهای زنگ‌نزن طبق DIN EN 10088	DIN EN 10051	•	•	ورق تا ضخامت 25 mm تسمه تا ضخامت 10 mm
تنش تسلیم بالا	ورق از فولادهای ساختمانی با تنش تسلیم در وضعیت بهسازی شده	DIN EN 10137-2	•	—	3...150 mm
قابلیت شکل‌دهی سرد	محصولات تخت فولادی با تنش تسلیم بالا	DIN EN 10149-1	•	•	ورق تا ضخامت 20 mm

(۱) شکلهای تحویلی: BI ورقها؛ Ba تسمه‌ها

ورق و تسمه نورد سرد جهت شکل دهی سرد

طبق DIN EN 10130 (1999-02)

ورق و تسمه نورد سرد از فولادهای نرم

خواص، کاربرد	مدت زمان آزاد از (بدون تغییر شکل) ^(۱)	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R_e N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	نوع سطح	نوع فولاد شماره مواد	نام کوتاه
قابل شکل دهی سرد، مثلاً با کشش عمیق، قابل جوشکاری، سطح قابل رنگ زنی، قطعات شکل دهی شده از ورق در خودرو، در ماشین سازی و صنایع ساختمانی	3 ماه	28	140 280	270...410	A B	1.0330	DC01
	6 ماه	34	140 240	270...370	A B	1.0347	DC03
	6 ماه	38	140 210	270...350	A B	1.0338	DC04
	6 ماه	40	140 180	270...330	A B	1.0312	DC05
	بدون محدودیت	38	120 180	270...350	A B	1.0873	DC06

ضخامت ورق : 0,25 - 0,35 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,2 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mm
 ابعاد ورق : 1000 × 2000 mm, 1250 × 2500 mm, 1500 × 3000 mm, 2000 × 6000 mm
 پهنای کویل تسمه تا حدود 2000 mm

(۱) در فرآیندهای بدون براده برداری بعدی، مثلاً در کشش عمیق، در مدت داده شده تغییر شکلی روی نمی دهد. مدت زمان داده شده از تاریخ تحویل موافقت شده اعتبار دارد.

اجرای سطح		نوع سطح	
مقدار زبری متوسط	اجرا	مشخصه	تعریف سطح
$R_a \leq 0,4 \mu m$ $R_a \leq 0,9 \mu m$	براق ویژه براق	b g	عیوبی مانند حفره و برآمدگیها نباید بر قابلیت شکل دهی و تضمین اجرای پوششهای سطحی تاثیر منفی داشته باشد.
$0,6 \mu m < R_a \leq 1,9 \mu m$ $R_a > 1,6 \mu m$	مات زبر	m r	یک سمت ورق باید آنقدر بدون عیب باشد که بر دید ظاهری رنگ کاری شده تاثیر منفی نداشته باشد.

ورق از جنس DC06، نوع سطح B، سطوح براق : EN 10130 - DC06 - B - g ورق

طبق DIN EN 10268 (1999-02)

ورق و تسمه نورد سرد از فولادهای میکروآلیاژی

خواص، کاربرد	مدت زمان آزاد از (بدون تغییر شکل) ^(۱)	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R_e N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	نوع سطح	نوع فولاد شماره مواد	نام کوتاه
قابل شکل دهی سرد، قابل جوشکاری، سطح قابل رنگ زنی، قطعات شکل دهی شده از ورق تحت بار بالا	بدون محدودیت	27 24	240...310 280...360	340 370	A	1.0480 1.0489	H240LA H280LA
	بدون محدودیت	22 20 18	320...410 360...460 400...500	400 430 460	A	1.0548 1.0550 1.0556	H320LA H360LA H400LA

ضخامت ورق : 0,25 - 0,35 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,2 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mm
 ابعاد ورق : 1000 × 2000 mm, 1250 × 2500 mm, 1500 × 3000 mm, 2000 × 6000 mm
 پهنای کویل تسمه تا حدود 2000 mm

(۱) در فرآیندهای بدون براده برداری بعدی، مثلاً در کشش عمیق، در مدت داده شده تغییر شکلی روی نمی دهد. مدت زمان داده شده از تاریخ تحویل موافقت شده اعتبار دارد.

اجرای سطح برای پهنای نورد < 600 mm

مقدار زبری متوسط	اجرا	مشخصه	مقدار زبری متوسط	اجرا	مشخصه
$R_a = 0,6...1,9 \mu m$ $R_a > 1,6 \mu m$	مات زبر	m r	$R_a \leq 0,4 \mu m$ $R_a \leq 0,9 \mu m$	براق ویژه براق	b g

ورق از فولاد میکروآلیاژی (کم آلیاژ) (H, LA [Low Alloy] →) : EN 10286 - H360LA - g ورق
 $R_{e \min} = 360 \text{ N/mm}^2$ ، سطح براق

طبق DIN EN 10142 (2000-7)

ورق و تسمه‌های کالوانیزه گرم

از فولادهای نرم جهت شکل‌دهی سرد

درجه کیفی شکل‌دهی سرد	مدت زمان آزاد از (بدون) تغییر شکل ^(۲)	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم R _e N/mm ²	استحکام کششی R _m N/mm ²	مقادیر استحکام تضمین‌شده ^(۱)	نوع فولاد شماره مواد نام کوتاه
اتصال چرخکاری ماشینی	1 ماه	22	-	270...500	8 روز	DX51D+Z DX51D+ZF
برای کشش	1 ماه	26	140...300	270...420	8 روز	DX52D+Z DX52D+ZF
برای کشش عمیق	6 ماه	30	140...260	270...380	6 ماه	DX53D+Z DX53D+ZF
برای کشش عمیق ویژه	6 ماه	36 34	140...220	270...350	6 ماه	DX54D+Z DX54D+ZF
برای کشش عمیق خیلی ویژه	6 ماه	39 37	120...180	270...350	6 ماه	DX56D+Z DX56D+ZF

ضخامت ورق : 0,25 - 0,35 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 0,9 - 1,0 - 1,2 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mm
ابعاد ورق : 1000 × 2000 mm, 1250 × 2500 mm, 1500 × 3000 mm, 2000 × 6000 mm
پهنای کویل تسمه تا حدود 2000 mm

توضیح (۱) مقادیر مشخصه برای استحکام کششی R_m، تنش تسلیم R_e و تغییر طول نسبی شکست A فقط در محدوده مدت زمان داده شده صادق است. مدت زمان از تاریخ تحویل مورد توافق اعتبار دارد.
(۲) در فرآیندهای بدون براده‌برداری بعدی، مثلاً در کشش عمیق، در مدت داده شده تغییر شکلی روی نمی‌دهد. مدت زمان داده شده از تاریخ تحویل مورد توافق اعتبار دارد.

ترکیب، خواص و ساختمان پوشش

ساختمان	مشخصه	ترکیب، خواص	مشخصه
ساختار گلی معمول روی در اندازه‌های متفاوت ساختار گلی روی کوچک	N M	پوشش روی خالص، سطح با ساختار گلی درخشان و محافظ در برابر خوردگی جوی	+Z
سطح خاکستری مات یک‌دست (بیان ساختار فقط در ارتباط با پوشش +ZF)	R	پوشش مقاوم به سایش از آلیاژهای روی-آهن، سطح خاکستری مات یک‌دست، محافظ خوردگی مانند +ZF	+ZF

نوع سطح

معنی	مشخصه
عیوب سطحی کوچک مانند نقطه و خط مجاز است سطح بهتر نسبت به A سطح خیلی خوب، سطحی از ورق که باید رنگ‌کاری کیفی تضمین شود	A B C
ورق از جنس DX53D، پوشش از آلیاژ آهن- روی با 100 g/m ² : EN 10142 - DX53D+ZF100-R-B ورق سطح خاکستری مات یک‌دست (R) و بهبود یافته (B)	⇒

طبق DIN EN 10051 (1997-11)

ورقها و تسمه‌های نورد گرم

ورقها و تسمه‌های نورد گرم طبق DIN EN 10051 از فولاد با گروه‌های مختلف تولید می‌شود مثلاً :	صفحه	استاندارد	گروه فولاد، مشخصه
خواص و کاربرد فولادها با داده‌های سمت ذکر شده فولاد مطابقت دارد.	130	DIN EN 10025	فولادهای ساختمانی
	132	DIN EN 10084	فولادهای کربوره
	133	DIN EN 10083	فولادهای بهسازی
	131	DIN EN 10113	فولادهای ساختمانی دانه‌ریز ویژه جوشکاری
	131	DIN EN 10137	فولادهای ساختمانی بهسازی، تنش تسلیم بالا
	136 -	DIN EN 10088 DIN EN 10028	فولادهای زنگ‌نزن فولادهای مخازن تحت فشار
ضخامت ورق : 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 - 6,0 - 8,0 - 10,0 - 12,0 - 15,0 - ابعاد ورق و تسمه در : DIN EN 10142.	شکل تحویلی (مقادیر حدودی)	0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 - 6,0 - 8,0 - 10,0 - 12,0 - 15,0 - 18,0 - 20,0 - 25,0 mm	
ضخامت ورق 2,0 mm، ابعاد ورق 1200 × 2500 mm : EN 10051 - 2,0 × 1200 × 2500 ورق فولاد آلیاژی بهسازی 34Cr4 : EN 10083-1 - 34Cr4 فولاد	⇒		

طبق DIN EN 10297-1 (2003-06)

لوله‌های بدون درز در ماشین‌سازی (انتخاب)

d	قطر خارجی	d × s	S cm ²	m' kg/m	W _x cm ³	I _x cm ⁴	d × s	S cm ²	m' kg/m	W _x cm ³	I _x cm ⁴
s	ضخامت دیواره	26,9 × 2,3	1,78	1,40	1,01	1,36	54 × 5,0	7,70	6,04	8,64	23,34
S	مساحت سطح مقطع	26,9 × 2,6	1,98	1,55	1,10	1,48	54 × 8,0	11,56	9,07	11,67	31,50
		26,9 × 3,2	2,38	1,87	1,27	1,70	54 × 10,0	13,82	10,85	13,03	35,18
m'	وزن طولی	35 × 2,6	2,65	2,08	2,00	3,50	60,3 × 8	13,14	10,31	15,25	45,99
		35 × 4,0	3,90	3,06	2,72	4,76	60,3 × 10	15,80	12,40	17,23	51,95
W _x	مدول مقطع محوری	35 × 6,3	5,68	4,46	3,50	6,13	60,3 × 12,5	18,77	14,73	19,00	57,28
		40 × 4	4,52	3,55	3,71	7,42	70 × 8	15,58	12,23	21,75	76,12
		40 × 5	5,50	4,32	4,30	8,59	70 × 12,5	22,58	17,73	27,92	97,73
I _x	ممان سطحی محوری	40 × 8	8,04	6,31	5,47	10,94	70 × 16	27,14	21,30	30,75	107,6
		44,5 × 4	5,09	4,00	4,74	10,54	82,5 × 8	18,72	14,70	31,85	131,4
		44,5 × 5	6,20	4,87	5,53	12,29	82,5 × 12,5	27,49	21,58	42,12	173,7
		44,5 × 8	9,17	7,20	7,20	16,01	82,5 × 20	39,27	30,83	51,24	211,4
		51 × 5	7,23	5,68	7,58	19,34	88,9 × 10	24,79	19,46	44,09	196,0
		51 × 8	10,81	8,49	10,13	25,84	88,9 × 16	36,64	28,76	57,40	255,2
		51 × 10	12,88	10,11	11,25	28,68	88,9 × 20	43,29	33,98	62,66	278,6
		جنس، وضعیت آنیل				نوع فولاد، مثال				وضعیت آنیل ^(۱)	
		گروه فولاد				E235, E275, E315 E355K2, E420J2				+N یا +AR +N	
		فولادهای ماشین‌سازی آلیاژی				غیرآلیاژی					
		فولادهای بهسازی آلیاژی				C22E, C45E, C60E 41Cr4, 42CrMo4				+QT یا +N +QT	
		آلیاژی و غیرآلیاژی فولادهای کربوره				C10E, C15E, 16MnCr5				+N یا +A	

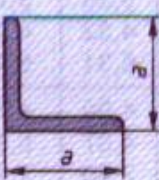
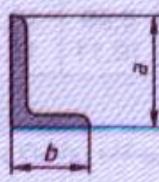
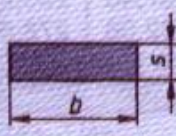
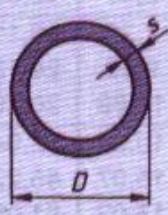
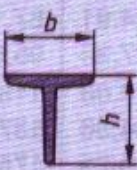
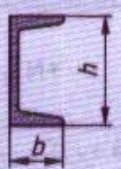
خواص و کاربرد فولادها: صفحات ۱۲۷ و ۱۲۸

طبق DIN EN 10305-1 (2003-02)

لوله‌های فولادی دقیق، کشیده شده (انتخاب)

d	قطر خارجی	d × s	S cm ²	m' kg/m	W _x cm ³	I _x cm ⁴	d × s	S cm ²	m' kg/m	W _x cm ³	I _x cm ⁴
s	ضخامت دیواره	10 × 1	0,28	0,22	0,06	0,03	35 × 3	3,02	2,37	2,23	3,89
S	مساحت سطح مقطع	10 × 1,5	0,40	0,31	0,07	0,04	35 × 5	4,71	3,70	3,11	5,45
		10 × 2	0,50	0,39	0,09	0,04	35 × 8	5,53	4,34	2,53	3,79
m'	وزن طولی	12 × 1	0,35	0,27	0,09	0,05	40 × 4	4,52	3,55	3,71	7,42
		12 × 1,5	0,49	0,38	0,12	0,07	40 × 5	5,50	4,32	4,30	8,59
W _x	مدول مقطع محوری	12 × 2	0,63	0,49	0,14	0,08	40 × 8	8,04	6,31	5,47	10,94
		15 × 2	0,82	0,64	0,24	0,18	50 × 5	7,07	5,55	7,25	18,11
		15 × 2,5	0,98	0,77	0,27	0,20	50 × 8	10,56	8,29	9,65	24,12
I _x	ممان سطحی محوری	15 × 3	1,13	0,89	0,29	0,22	50 × 10	12,57	9,87	10,68	26,70
		20 × 2,5	1,37	1,08	0,54	0,54	60 × 5	8,64	6,78	10,98	32,94
		20 × 4	2,01	1,58	0,68	0,68	60 × 8	13,07	10,26	15,07	45,22
		20 × 5	2,36	1,85	0,74	0,74	60 × 10	15,71	12,33	17,02	51,05
		25 × 2,5	1,77	1,39	0,91	1,13	70 × 5	10,21	8,01	15,50	54,24
		25 × 5	3,14	2,46	1,34	1,67	70 × 10	18,85	14,80	24,91	87,18
		25 × 6	3,58	2,81	1,42	1,78	70 × 12	21,87	17,17	27,39	95,88
		30 × 3	2,54	1,99	1,56	2,35	80 × 8	18,10	14,21	29,68	118,7
		30 × 5	3,93	3,08	2,13	3,19	80 × 10	21,99	17,26	34,36	137,4
		30 × 6	4,52	3,55	2,31	3,46	80 × 16	32,17	25,25	43,75	175,0
		جنس، سطح، وضعیت آنیل				نوع فولاد، مثال				وضعیت آنیل ^(۱)	
		گروه فولاد				لوله‌های با سطوح داخلی و خارجی براق، صافی سطح Ra ≤ 0,4 μm				+C یا +N یا +A	
		فولاد ساختمانی غیرآلیاژی، فولادهای اتومات، فولادهای بهسازی									
		خواص و کاربرد فولادها: صفحات ۱۲۷ و ۱۲۸									
توضیح											

(۱) +A آنیل گرم +AR وضعیت بسته به تغییر شکل گرم
+C نورد سرد +N آنیل نرمال شده +QT بهسازی شده

استاندارد، صفحه	مشخصه، ابعاد	سطح مقطع	استاندارد، صفحه	مشخصه، ابعاد	سطح مقطع
DIN 1027	تیر Z یا دونبشی $h = 30 \dots 200$		DIN EN 10060 صفحه ۱۴۵	مفتول گرد $d = 8 \dots 200$	
DIN EN 10056-1 صفحه ۱۴۹	نبشی دوطرف مساوی $a = 20 \dots 250$		DIN EN 10059 صفحه ۱۴۵	مفتول چهارگوش $a = 8 \dots 120$	
DIN EN 10056-1 صفحه ۱۴۸	نبشی دوطرف نامساوی $a \times b = 30 \times 20 \dots 200 \times 150$		DIN EN 10058 صفحه ۱۴۵	تسمه $b \times s = 10 \times 5 \dots 150 \times 60$	
DIN 1025-1 صفحه ۱۵۱	تیر I شکل، باریک سری I $h = 80 \dots 160$		DIN EN 10210-2 صفحه ۱۵۲	پروفیل توخالی مربعی (قوطی مربع) $a = 40 \dots 400$	
DIN 1025-5 صفحه ۱۵۰	تیر I شکل، متوسط سری IPE $h = 80 \dots 600$		DIN EN 10210-2 صفحه ۱۵۲	پروفیل توخالی مستطیلی (قوطی مستطیل) $a \times b = 50 \times 25 \dots 500 \times 300$	
DIN 1025-2 صفحه ۱۵۰	تیر I شکل، پهن سری IPB ^(۱) $h = 100 \dots 1000$		DIN EN 10210-1	لوله $D \times s = 21,3 \times 2,3 \dots 1219 \times 25$	
DIN 1025-3	تیر I شکل، پهن سری IPBI ^(۱) $h = 100 \dots 1000$		DIN EN 10055 صفحه ۱۴۷	سه پری $b = h = 30 \dots 140$	
DIN 1025-4	تیر I شکل، پهن سری IPBv ^(۱) $h = 100 \dots 1000$		DIN EN 1026-1 صفحه ۱۴۷	ناودانی $h = 30 \dots 400$	

طبق DIN EN 10060 (2004-02)، جایگزین برای DIN 1013-1

مفتول فولادی نورد گرم



جنس: فولاد ساختمانی آلیاژی طبق DIN 10025 یا فولاد بهسازی طبق DIN 10083

نوع تحویل: طول ساخت (M) $13\text{ m} > 3\text{ m} \leq$ ، طول بریده بلند (F) $13\text{ m} \pm 100\text{ mm} \geq$ طول بریده کوتاه (E) $13\text{ m} \pm 50\text{ mm} > 6\text{ m} \leq$ ، $6\text{ m} \pm 25\text{ mm} >$

قطر d به mm

10 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 18 - 19 - 20 - 22 - 24 - 25 - 26 - 27 - 28 - 30 - 32 - 35 - 36 - 38 - 40 -
 42 - 45 - 48 - 50 - 52 - 55 - 60 - 63 - 65 - 70 - 73 - 75 - 80 - 85 - 90 - 95 - 100 - 105 - 110 - 115 -
 120 - 125 - 130 - 135 - 140 - 145 - 150 - 155 - 160 - 165 - 170 - 175 - 180 - 190 - 200 - 220 - 250

قطر d به mm

تولرانس
حدی به
mm

قطر d به mm

تولرانس
حدی به
mm

قطر d به mm

تولرانس
حدی به
mm

قطر d به mm

تولرانس
حدی به
mm

10...15

 $\pm 0,4$

36...50

 $\pm 0,8$

105...120

 $\pm 1,5$

220

 $\pm 3,0$

16...25

 $\pm 0,5$

52...80

 $\pm 1,0$

125...160

 $\pm 2,0$

250

 $\pm 4,0$

26...35

 $\pm 0,6$

85...100

 $\pm 1,3$

165...200

 $\pm 2,5$

مفتول فولادی نورد گرم، $d = 40\text{ mm}$ فولاد EN 10025-S235JR یا فولاد EN 10060 - 40 × 6000 F مفتول گرم
 طول بریده بلند 6000 mm از S235JR

طبق DIN EN 10059 (2004-02)، جایگزین برای DIN 1014-1

مفتول فولادی چهارگوش نورد گرم



جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی طبق DIN 10025

نوع تحویل: طول ساخت (M) $13\text{ m} > 3\text{ m} \leq$ ، طول بریده بلند (F) $13\text{ m} \pm 100\text{ mm} \geq$ طول بریده کوتاه (E) $13\text{ m} \pm 50\text{ mm} > 6\text{ m} \leq$ ، $6\text{ m} \pm 25\text{ mm} >$

طول ضلع a به mm

8 - 10 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 18 - 20 - 22 - 24 - 25 - 26 - 28 - 30 - 32 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 -
 60 - 65 - 70 - 75 - 80 - 90 - 100 - 110 - 120 - 130 - 140 - 150

طول ضلع a به mm

تولرانس
حدی به
mm

طول ضلع a به mm

تولرانس
حدی به
mm

طول ضلع a به mm

تولرانس
حدی به
mm

طول ضلع a به mm

تولرانس
حدی به
mm

8...14

 $\pm 0,4$

26...35

 $\pm 0,6$

55...90

 $\pm 1,0$

110...120

 $\pm 1,5$

15...25

 $\pm 0,5$

40...50

 $\pm 0,8$

100

 $\pm 1,3$

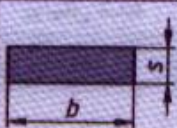
130...150

 $\pm 1,8$

فولاد چهارگوش نورد گرم، $a = 60\text{ mm}$ فولاد EN 10025-S235JR یا فولاد EN 10059 - 60 × 6000 F مفتول چهارگوش
 طول بریده بلند 6000 mm از S235JR

طبق DIN EN 10058 (2004-02)، جایگزین برای DIN 1017-1

تسمه فولادی نورد گرم



جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی طبق DIN 10025

نوع تحویل: طول ساخت (M) $13\text{ m} > 3\text{ m} \leq$ ، طول بریده بلند (F) $13\text{ m} \pm 100\text{ mm} \geq$ طول بریده کوتاه (E) $13\text{ m} \pm 50\text{ mm} > 6\text{ m} \leq$ ، $6\text{ m} \pm 25\text{ mm} >$

عرض نامی b به mm

10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100 - 120 - 150

ضخامت نامی s به mm

5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 50 - 60 - 80

انحراف مجاز عرض نامی b

عرض نامی b به mm

تولرانس حدی به mm

عرض نامی b به mm

تولرانس حدی به mm

عرض نامی b به mm

تولرانس حدی به mm

عرض نامی b به mm

تولرانس حدی به mm

10...40

 $\pm 0,75$

85...100

 $\pm 1,5$

150

 $\pm 2,5$

45...80

 $\pm 1,0$

120

 $\pm 2,0$

انحراف مجاز ضخامت نامی s

ضخامت نامی s به mm

تولرانس حدی به mm

ضخامت نامی s به mm

تولرانس حدی به mm

ضخامت نامی s به mm

تولرانس حدی به mm

ضخامت نامی s به mm

تولرانس حدی به mm

5...20

 $\pm 0,5$

25...40

 $\pm 1,0$

50...80

 $\pm 1,5$

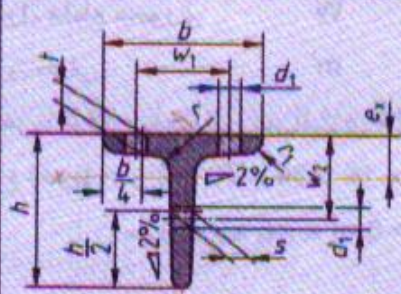
تسمه فولادی نورد گرم، $s = 5\text{ mm}$ ، $b = 20\text{ mm}$ فولاد EN 10058 - 20 × 5 × 6000 F فولاد تسمه
 S235JR از S235JR

ابعاد رایج مفتولهای فولادی براق

مشخصه	اندازه نامی											
فولاد تسمه	عرض b، ارتفاع h به mm											
	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h	b	h
	5	2...3	12	2...10	18	2...12	28	2...20	45	2...32	70	4...40
	6	2...4	14	2...10	20	2...16	32	2...25	50	2...32	80	5...25
	8	2...6	15	2...12	22	2...12	36	2...20	56	3...32	90	5...25
	10	2...8	16	2...12	25	2...20	40	2...32	63	3...40	100	5...25
	ضخامت نامی h به mm : 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25 - 30 - 32 - 35 - 40											
فولاد چهار گوش	طول ضلع a به mm											
	4	6	9	12	16	22	36	50	80			
	4,5	7	10	13	18	25	40	63	100			
	5	8	11	14	20	28	45	70				
فولاد شش گوش	طول ضلع s به mm											
	2	4	7	12	17	27	41	65	90			
	2,5	4,5	8	13	19	30	46	70	95			
	3	5	9	14	21	32	50	75	95			
	3,2	5,5	10	15	22	36	55	80	100			
	3,5	6	11	16	24	38	60	85				
فولاد گرد	قطر d به mm											
	2,5	6,5	11	19	27	38	58	90	160			
	3	7	12	20	28	40	60	100	180			
	3,5	7,5	13	21	29	42	63	110	200			
	4	8	14	22	30	45	65	120				
	4,5	8,5	15	23	32	48	70	125				
	5	9	16	24	34	50	75	130				
	5,5	9,5	17	25	35	52	80	140				
	6	10	18	26	36	55	85	150				
مفتول گرد پولیش شده	قطر معمول تحویلی		13 mm تا 1 mm		25 mm تا 13 mm <		50 mm تا 25 mm <					
	اختلاف قطر معمول تحویلی		0,5 mm		1 mm		5 mm					
وضعیت تحویلی طبق DIN EN 10278 (1999-12)												
	نام	+C	+SH	+SL	+PL							
	وضعیت تولید	کشش سرد	پوسته گیری شده	سنگ زنی شده	پولیش شده							
گروه جنس و وضعیت تحویلی مربوطه طبق DIN EN 10277 (1999-10)												
گروه جنس	وضعیت تحویل ^(۱)											
	+SH	+C	+C +QT	+QT +C	+A +SH	+A +C	+FP +SH	+FP +C				
فولاد برای کاربردهای فنی عمومی	•	•										
فولادهای اتومات	•	•										
فولادهای کربوره اتومات	•	•										
فولادهای بهسازی اتومات	•	•	•	•								
فولادهای کربوره غیرآلیاژی	•	•			•	•						
فولادهای کربوره آلیاژی					•	•	•	•				
فولادهای بهسازی غیرآلیاژی	•	•	•	•								
فولادهای بهسازی آلیاژی			•	•	•	•						
(۱) توضیح در صفحات ۱۲۵ و ۱۲۶												
گروه جنس و وضعیت تحویلی مربوطه طبق DIN EN 10278 (1999-12)												
نوع طول	طولها به mm	تولرانس حدی به mm					داده های سفارش					
طولهای ساخت	3000...9000	±500					طولها					
طولهای انبار	3000...6000	0/+200					مثلا 6000 انبار					
طولهای دقیق	تا 9000	طبق توافق، حداقل ±5					طولها و تولرانسهای حدی					

طبق DIN EN 10055 (1995-12)

تیر سه پری هم اندازه، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235JR

نوع تحویل: طولها برحسب سفارش با تیرانس حدی معمول ± 100 یا تیرانس حدی،حدود $\pm 10 \text{ mm}$ $\pm 25 \text{ mm}$ $\pm 50 \text{ mm}$

$$r = s$$

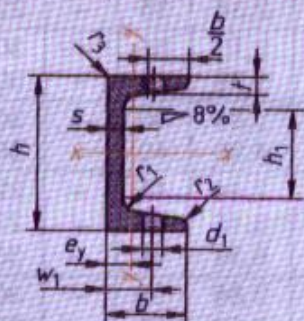
$$r_1 = \frac{s}{2}$$

علامت کوتاه	ابعاد به mm		S cm ²	m' kg/m	فاصله از محور x e _x cm	برای محوره‌های خم				اندازه‌ها به mm		
	b = h	s = t				x - x I _x cm ⁴	x - x W _x cm ³	y - y I _y cm ⁴	y - y W _y cm ³	w ₁ mm	W ₂ mm	d ₁ mm
T												
30	30	4	2,26	1,77	0,85	1,72	0,80	0,87	0,58	17	17	4,3
35	35	4,5	2,97	2,33	0,99	3,10	1,23	1,04	0,90	19	19	4,3
40	40	5	3,77	2,96	1,12	5,28	1,84	2,58	1,29	21	22	6,4
50	50	6	5,66	4,44	1,39	12,1	3,36	6,06	2,42	30	30	6,4
60	60	7	7,94	6,23	1,66	23,8	5,48	12,2	4,07	34	35	8,4
70	70	8	10,6	8,23	1,94	44,4	8,79	22,1	6,32	38	40	11
80	80	9	13,6	10,7	2,22	73,7	12,8	37,0	9,25	45	45	11
100	100	11	20,9	16,4	2,74	179	24,6	88,3	17,7	60	60	13
120	120	13	29,6	23,2	3,28	366	42,0	179	29,7	70	70	17
140	140	15	39,9	31,3	3,80	660	64,7	330	47,2	80	75	21

T - EN 10055 - T50 - S235JR : فولاد سه پری، h = 50 mm از S235JR

طبق DIN 1026-1 (2000-03)

تیر ناودانی، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235J0

نوع تحویل: طولهای ساخت 3 m تا 15 m؛ طولهای بریده بلند تا $15 \text{ m} \pm 50 \text{ m}$ شیب برای $h \leq 300 \text{ mm}$: 8%؛ $h > 300 \text{ mm}$: 5%

$$r_1 = t$$

$$r_2 \approx \frac{t}{2}$$

$$r_3 \leq 0,3 \cdot t$$

علامت کوتاه	ابعاد به mm					S cm ²	m' kg/m	فاصله از محور y e _y cm	برای محوره‌های خم				اندازه‌ها DIN 997	
	h	b	s	t	h ₁				x - x I _x cm ⁴	x - x W _x cm ³	y - y I _y cm ⁴	y - y W _y cm ³	W ₁ mm	d ₁ mm
U														
30 × 15	30	15	4	4,5	12	2,21	1,74	0,52	2,53	1,69	0,38	0,39	10	4,3
30	30	33	5	7	10	5,44	4,27	1,31	6,39	4,26	5,33	2,68	20	8,4
40 × 20	40	20	5	5,5	18	3,66	2,87	0,67	7,58	3,97	1,14	0,86	11	6,4
40	40	35	5	7	11	6,21	4,87	1,33	14,1	7,05	6,68	3,08	20	8,4
50 × 25	50	25	5	6	25	4,92	3,86	0,81	16,8	6,73	2,49	1,48	16	8,4
50	50	38	5	7	20	7,12	5,59	1,37	26,4	10,6	9,12	3,75	20	11
60	60	30	6	6	35	6,46	5,07	0,91	31,6	10,5	4,51	2,16	18	8,4
80	80	45	6	8	46	11,0	8,64	1,45	106	26,5	19,4	6,36	25	13
100	100	50	6	8,5	64	13,5	10,6	1,55	206	41,2	29,3	8,49	30	13
120	120	55	7	9	82	17,0	13,4	1,60	364	60,7	43,2	11,1	30	17
160	160	65	7,5	10,5	115	24,0	18,8	1,84	925	116	85,3	18,3	35	21
200	200	75	8,5	11,5	151	32,2	25,3	2,01	1 910	191	148	27,0	40	23
260	260	90	10	14	200	48,3	37,9	2,36	4 820	371	317	47,7	50	25
300	300	100	10	16	232	58,8	46,2	2,70	8 030	535	495	67,8	55	28
350	350	100	14	17,5	276	77,3	60,6	2,40	12 840	734	570	75,0	58	28
400	400	110	14	18	324	91,5	71,8	2,65	20 350	1020	846	102	60	28

U - DIN 1026 - U100 - S235J0 : تیر ناودانی، h = 100 mm از S235J0

طبق DIN EN 10056-1 (1998-10)

نیشی دوطرف نامساوی، نورد گرم

S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

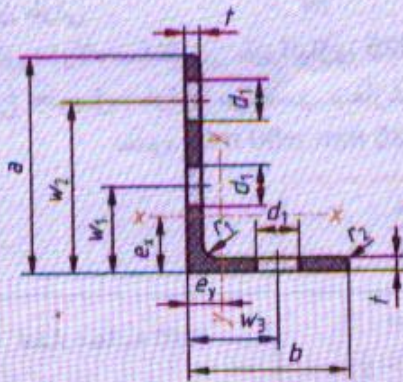
I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235J0

نوع تحویل: از 3 × 20 × 30 تا 150 × 150 × 200، در طولهای ساخت 6 m ≤ 12 m

طول بریده بلند 6 m ≤ 12 m ± 100 mm



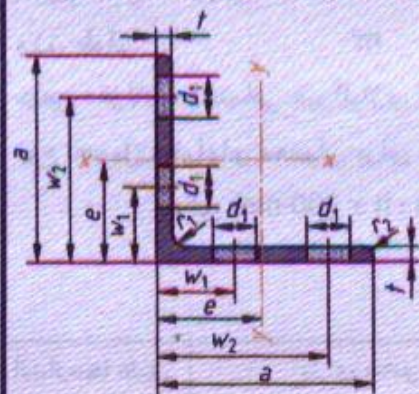
$$r_1 \approx t$$

$$r_2 \approx \frac{t}{2}$$

علامت کوتاه L	ابعاد به mm			S cm ²	m' kg/m	فاصله از محورها		برای محوره‌های خم				اندازه‌ها طبق DIN 997			
	a	b	t			e _x cm	e _y cm	x - x		y - y		w ₁ mm	w ₂ mm	w ₃ mm	d ₁ mm
30 × 20 × 3	30	20	3	1,43	1,12	0,99	0,50	1,25	0,62	0,44	0,29	17	—	12	8,4
30 × 20 × 4	30	20	4	1,86	1,46	1,03	0,54	1,59	0,81	0,55	0,38	17	—	12	8,4
40 × 20 × 4	40	20	4	2,26	1,77	1,47	0,48	3,59	1,42	0,60	0,39	22	—	12	11
40 × 25 × 4	40	25	4	2,46	1,93	1,36	0,62	3,89	1,47	1,16	0,69	22	—	15	11
45 × 30 × 4	45	30	4	2,87	2,25	1,48	0,74	5,78	1,91	2,05	0,91	25	—	17	13
50 × 30 × 5	50	30	5	3,78	2,96	1,73	0,74	9,36	2,86	2,51	1,11	30	—	17	13
60 × 30 × 5	60	30	5	4,28	3,36	2,17	0,68	15,6	4,07	2,63	1,14	35	—	17	17
60 × 40 × 5	60	40	5	4,79	3,76	1,96	0,97	17,2	4,25	6,11	2,02	35	—	22	17
60 × 40 × 6	60	40	6	5,68	4,46	2,00	1,01	20,1	5,03	7,12	2,38	35	—	22	17
65 × 50 × 5	65	50	5	5,54	4,35	1,99	1,25	23,2	5,14	11,9	3,19	35	—	30	21
70 × 50 × 6	70	50	6	6,89	5,41	2,23	1,25	33,4	7,01	14,2	3,78	40	—	30	21
75 × 50 × 6	75	50	6	7,19	5,65	2,44	1,21	40,5	8,01	14,4	3,81	40	—	30	21
75 × 50 × 8	75	50	8	9,41	7,39	2,52	1,29	52,0	10,4	18,4	4,95	40	—	30	23
80 × 40 × 6	80	40	6	6,89	5,41	2,85	0,88	44,9	8,73	7,59	2,44	45	—	22	23
80 × 40 × 8	80	40	8	9,01	7,07	2,94	0,96	57,6	11,4	9,61	3,16	45	—	22	23
80 × 60 × 7	80	60	7	9,38	7,36	2,51	1,52	59,0	10,7	28,4	6,34	45	—	35	23
100 × 50 × 6	100	50	6	8,71	6,84	3,51	1,05	89,9	13,8	15,4	3,89	55	—	30	25
100 × 50 × 8	100	50	8	11,4	8,97	3,60	1,13	116	18,2	19,7	5,08	55	—	30	25
100 × 65 × 7	100	65	7	11,2	8,77	3,23	1,51	113	16,6	37,6	7,53	55	—	35	25
100 × 65 × 8	100	65	8	12,7	9,94	3,27	1,55	127	18,9	42,2	8,54	55	—	35	25
100 × 65 × 10	100	65	10	15,6	12,3	3,36	1,63	154	23,2	51,0	10,5	55	—	35	25
100 × 75 × 8	100	75	8	13,5	10,6	3,10	1,87	133	19,3	64,1	11,4	55	—	40	25
100 × 75 × 10	100	75	10	16,6	13,0	3,19	1,95	162	23,8	77,6	14,0	55	—	40	25
100 × 75 × 12	100	75	12	19,7	15,4	3,27	2,03	189	28,0	90,2	16,5	55	—	40	25
120 × 80 × 8	120	80	8	15,5	12,2	3,83	1,87	226	27,6	80,8	13,2	50	80	45	25
120 × 80 × 10	120	80	10	19,1	15,0	3,92	1,95	276	34,1	98,1	16,2	50	80	45	25
120 × 80 × 12	120	80	12	22,7	17,8	4,00	2,03	323	40,4	114	19,1	50	80	45	25
125 × 75 × 8	125	75	8	15,5	12,2	4,14	1,68	247	29,6	67,6	11,6	50	—	40	25
125 × 75 × 10	125	75	10	19,1	15,0	4,23	1,76	302	36,5	82,1	14,3	50	—	40	25
125 × 75 × 12	125	75	12	22,7	17,8	4,31	1,84	354	43,2	95,5	16,9	50	—	40	25
135 × 65 × 8	135	65	8	15,5	12,2	4,78	1,34	291	33,4	45,2	8,75	50	—	35	25
135 × 65 × 10	135	65	10	19,1	15,0	4,88	1,42	356	41,3	54,7	10,8	50	—	35	25
150 × 75 × 9	150	75	9	19,6	15,4	5,26	1,57	455	46,7	77,9	13,1	60	105	40	28
150 × 75 × 10	150	75	10	21,7	17,0	5,30	1,61	501	51,6	85,6	14,5	60	105	40	28
150 × 75 × 12	150	75	12	25,7	20,2	5,40	1,69	588	61,3	99,6	17,1	60	105	40	28
150 × 75 × 15	150	75	15	31,7	24,8	5,52	1,81	713	75,2	119	21,0	60	105	40	28
نیشی دوطرف نامساوی، b = 50 mm, a = 65 mm, EN 10056-1 - 65 × 50 × 5 - S235J0 : nیشی															
S235J0 از t = 5 mm															

طبق DIN EN 10056-1 (1998-10)

نیشی دوطرف مساوی، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیر آلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235J0

نوع تحویل: از $20 \times 20 \times 3$ تا $200 \times 250 \times 35$ در طولهای ساخت $6 \text{ m} \leq 12 \text{ m}$.طول بریده بلند $6 \text{ m} \leq 12 \text{ m} \pm 100 \text{ mm}$

$$r_1 \approx t$$

$$r_2 \approx \frac{t}{2}$$

علامت کوتاه L	ابعاد به mm		S cm ²	m' kg/m	فاصله از محور e cm	برای محوره‌های خم y-y و x-x		اندازه‌ها طبق DIN 997		
	a	t				I _x = I _y cm ⁴	W _x = W _y cm ³	w ₁ mm	w ₂ mm	d ₁ mm
20 × 20 × 3	20	3	1,12	0,882	0,598	0,39	0,28	12	—	4,3
25 × 25 × 3	25	3	1,42	1,12	0,723	0,80	0,45	15	—	6,4
25 × 25 × 4	25	4	1,85	1,45	0,762	1,02	0,59	15	—	6,5
30 × 30 × 3	30	3	1,74	1,36	0,835	1,40	0,65	17	—	8,4
30 × 30 × 4	30	4	2,27	1,78	0,878	1,80	0,85	17	—	8,4
35 × 35 × 4	35	4	2,67	2,09	1,00	2,95	1,18	18	—	11
40 × 40 × 4	40	4	3,08	2,42	1,12	4,47	1,55	22	—	11
40 × 40 × 5	40	5	3,79	2,97	1,16	5,43	1,91	22	—	11
45 × 45 × 4,5	45	4,5	3,90	3,06	1,25	7,14	2,20	25	—	13
50 × 50 × 4	50	4	3,89	3,06	1,36	8,97	2,46	30	—	13
50 × 50 × 5	50	5	4,80	3,77	1,40	11,0	3,05	30	—	13
50 × 50 × 6	50	6	5,69	4,47	1,45	12,8	3,61	30	—	13
60 × 60 × 5	60	5	5,82	4,57	1,64	19,4	4,45	35	—	17
60 × 60 × 6	60	6	6,91	5,42	1,69	22,8	5,29	35	—	17
60 × 60 × 8	60	8	9,03	7,09	1,77	29,2	6,89	35	—	17
65 × 65 × 7	65	7	8,70	6,83	1,85	33,4	7,18	35	—	21
70 × 70 × 6	70	6	8,13	6,38	1,93	36,9	7,27	40	—	21
70 × 70 × 7	70	7	9,40	7,38	1,97	42,3	8,41	40	—	21
75 × 75 × 6	75	6	8,73	6,85	2,05	45,8	8,41	40	—	23
75 × 75 × 8	75	8	11,4	8,99	2,14	59,1	11,0	40	—	23
80 × 80 × 8	80	8	12,3	9,63	2,26	72,2	12,6	45	—	23
80 × 80 × 10	80	10	15,1	11,9	2,34	87,5	15,4	45	—	23
90 × 90 × 7	90	7	12,2	9,61	2,45	92,6	14,1	40	—	25
90 × 90 × 8	90	8	13,9	10,9	2,50	104	16,1	40	—	25
90 × 90 × 9	90	9	15,5	12,2	2,54	116	17,9	50	—	25
90 × 90 × 10	90	10	17,1	13,4	2,58	127	19,8	50	—	25
100 × 100 × 8	100	8	15,5	12,2	2,74	145	19,9	55	—	25
100 × 100 × 10	100	10	19,2	15,0	2,82	177	24,6	55	—	25
100 × 100 × 12	100	12	22,7	17,8	2,90	207	29,1	55	—	25
120 × 120 × 10	120	10	23,2	18,2	3,31	313	36,0	50	80	25
120 × 120 × 12	120	12	27,5	21,6	3,40	368	42,7	50	80	25
130 × 130 × 12	130	12	30,0	23,6	3,64	472	50,4	50	90	25
150 × 150 × 10	150	10	29,3	23,0	4,03	624	56,9	60	105	28
150 × 150 × 12	150	12	34,8	27,3	4,12	737	67,7	60	105	28
150 × 150 × 15	150	15	43,0	33,8	4,25	898	83,5	60	105	28

نیشی EN 10056-1 - 70 × 70 × 7 - S235J0 :

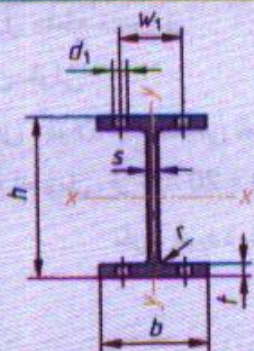
نیشی دوطرف مساوی، t = 7 mm, a = 70 mm

از S235J0

تیر I شکل (معمولی) متوسط و پهن

طبق DIN 1025-5 (1995-03)

تیرهای I شکل متوسط (IPE)، با سطوح موازی، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235JR

نوع تحویل: طولهای معمولی برای $8\text{ m} < h < 300\text{ mm}$ تا $16\text{ m} \pm 50\text{ mm}$ برای $8\text{ m} < h \geq 300\text{ mm}$ تا $18\text{ m} \pm 50\text{ mm}$

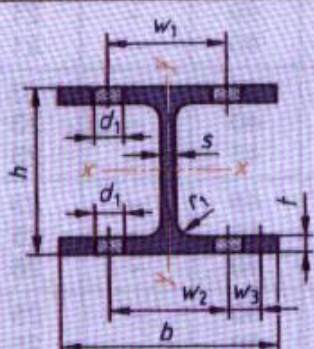
علامت کوتاه	ابعاد به mm					S cm ²	m' kg/m	برای محوره‌های خم				اندازه‌ها طبق DIN 997		
	IPE	h	b	s	t			r	x - x		y - y		w ₁ mm	d ₁ mm
									I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³		
80	80	46	3,8	5,2	5	7,64	6,0	80,1	20,0	8,5	3,7	26	6,4	
100	100	55	4,1	5,7	7	10,3	8,1	171	34,2	15,9	5,8	30	8,4	
120	120	64	4,4	6,3	7	13,2	10,4	318	53,0	27,7	8,7	36	8,4	
140	140	73	4,7	6,9	7	16,4	12,9	541	77,3	44,9	12,3	40	11	
160	160	82	5,0	7,4	9	20,1	15,8	869	109	68,3	16,7	44	13	
180	180	91	5,3	8,0	9	23,9	18,8	1320	146	101	22,2	50	13	
200	200	100	5,6	8,5	12	28,5	22,4	1940	194	142	28,5	56	13	
220	220	110	5,9	9,2	12	33,4	26,2	2770	252	205	37,3	60	17	
240	240	120	6,2	9,8	15	39,1	30,7	3890	324	284	47,3	68	17	
270	270	135	6,6	10,2	15	45,9	36,1	5790	429	420	62,2	72	21	
300	300	150	7,1	10,7	15	53,8	42,2	8360	557	604	80,5	80	23	
330	330	160	7,5	11,5	18	62,6	49,1	11770	713	788	98,5	86	25	
360	360	170	8,0	12,7	18	72,7	57,1	16270	904	1040	123	90	25	
400	400	180	8,6	13,5	21	84,5	66,3	23130	1160	1320	146	96	28	
450	450	190	9,4	14,6	21	98,8	77,6	33740	1500	1680	176	106	28	
500	500	200	10,2	16,0	21	116	90,7	48200	1930	2140	214	110	28	
550	550	210	11,1	17,2	24	134	106	67120	2440	2670	254	120	28	
600	600	220	12,0	19,0	24	156	122	92080	3070	3390	308	120	28	

تیر I شکل متوسط با سطوح موازی، S235JR از h = 300 mm : DIN 1025 - IPE 300 - S235JR

تیر I شکل پهن، با سطوح موازی، نورد گرم

طبق DIN 1025-2 (1995-11)

تیر I شکل پهن، با سطوح موازی، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس: فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235JR

نوع تحویل: طولهای معمولی برای $8\text{ m} < h < 300\text{ mm}$ تا $16\text{ m} \pm 50\text{ mm}$ برای $8\text{ m} < h \geq 300\text{ mm}$ تا $18\text{ m} \pm 50\text{ mm}$

$$r_1 \approx 2 \cdot s$$

علامت کوتاه	ابعاد به mm				S cm ²	m' kg/m	برای محوره‌های خم				اندازه‌ها طبق DIN 997	
							x - x		y - y			
	IPE	h	b	s			t	I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	w ₁ mm
100	100	100	6	10	26,0	20,4	450	89,9	167	33,5	56	13
120	120	120	6,5	11	34,0	26,7	864	144	318	52,9	66	17
140	140	140	7	12	43,0	33,7	1510	216	550	78,5	76	21
160	160	160	8	13	54,3	42,6	2490	311	889	111	86	23
180	180	180	8,5	14	65,3	51,2	3830	426	1360	151	100	25
200	200	200	9	15	78,1	61,3	5700	570	2000	200	110	25

ادامه جدول در: صفحه ۱۵۱

تیرهای I شکل پهن و باریک

طبق DIN 1025-2 (1995-11)

تیرهای I شکل پهن (IPB)، با سطوح موازی، نورد گرم (آدامه)

علامت کوتاه	ابعاد به mm				S cm ²	m' kg/m	برای محورهاى خم				اندازه‌ها طبق DIN 997 به mm				
	h	b	s	t			x - x		y - y		یک ردیفه w ₁	دور ردیفه			
							I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³		w ₂	w ₃	d ₁	
IPB															
220	220	22	9,5	16	91	71,5	8090	736	2840	258	120	-	-	25	
240	240	24	10	17	106	83,2	11260	938	3920	327	-	96	35	25	
260	260	26	10	17,5	118	93,0	14920	1150	5130	395	-	106	40	25	
280	280	28	10,5	18	131	103	19270	1380	6590	471	-	110	45	25	
300	300	30	11	19	149	117	25170	1680	8560	571	-	120	45	28	
320	320	30	11,5	20,5	161	127	30820	1930	9240	616	-	120	45	28	
340	340	30	12	21,5	171	134	36660	2160	9690	646	-	120	45	28	
360	360	30	12,5	22,5	181	142	43190	2400	10140	676	-	120	45	28	
400	400	30	13,5	24	198	155	57680	2880	10820	721	-	120	45	28	
450	450	30	14	26	218	171	78890	3550	11720	781	-	120	45	28	
500	500	30	14,5	28	239	187	107200	4290	12620	842	-	120	45	28	
550	550	30	15	29	254	199	136700	4970	13080	872	-	120	45	28	
600	600	30	15,5	30	270	212	171000	5700	13530	902	-	120	45	28	
650	650	30	16	31	286	225	210600	6480	13980	932	-	120	45	28	
700	700	30	17	32	306	241	256900	7340	14440	963	-	126	45	28	
800	800	30	17,5	33	334	262	359100	8980	14900	994	-	130	40	28	
900	900	30	18,5	35	371	291	494100	10980	15820	1050	-	130	40	28	
1000	1000	30	19	36	400	314	644700	12890	16280	1090	-	130	40	28	

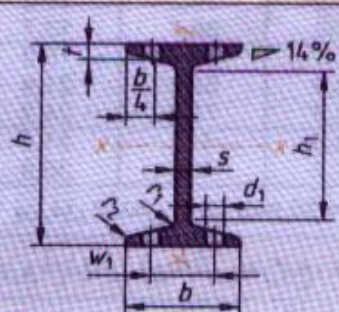
تیر I DIN 1025 - IPB 240 - S235JR :

S235JR از h = 240 mm، با سطوح موازی، نورد گرم

HE 240 B : EURONORM 53-62 مشخصه طبق

طبق DIN 1025-1 (1995-05)

تیرهای I شکل باریک، نورد گرم



S مساحت سطح مقطع

W مدول مقطع محوری

I ممان سطحی درجه 2

m' وزن طولی

جنس : فولاد ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025، مثلاً S235JR

نوع تحویل : طولهای معمولی برای 8 m < h < 300 mm تا 16 m ± 50 mm

برای 8 m < h < 300 mm تا 18 m ± 50 mm

$$r_1 = s$$

$$r_2 \approx 0,6 \cdot s$$

علامت کوتاه I	ابعاد به mm					S cm ²	m' kg/m	برای محوره‌های خم				اندازه‌ها طبق DIN 997	
	h	b	s	t	h ₁			x - x		y - y		w ₁ mm	d ₁ mm
								I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³		
80	80	42	3,9	5,9	59	7,57	5,94	77,8	19,5	6,29	3,00	22	6,4
100	100	50	4,5	6,8	75	10,6	8,34	171	34,2	12,2	4,88	28	6,4
120	120	58	5,1	7,7	92	14,2	11,1	328	54,7	21,5	7,41	32	8,4
140	140	66	5,7	8,6	109	18,2	14,3	573	81,9	35,2	10,7	34	11
160	160	74	6,3	9,5	125	22,8	17,9	935	117	54,7	14,8	40	11
180	180	82	6,9	10,4	142	27,9	21,9	1450	161	83,3	19,8	44	13
200	200	90	7,5	11,3	159	33,4	26,2	2140	214	117	26,0	48	13
220	220	98	8,1	12,2	175	39,5	31,1	3060	278	162	33,1	52	13
240	240	106	8,7	13,1	192	46,1	36,2	4250	354	221	41,7	56	17
260	260	113	9,4	14,1	208	53,3	41,9	5740	442	288	51,0	60	17
280	280	119	10,1	15,2	225	61,0	47,9	7590	542	364	61,2	60	17
300	300	125	10,8	16,2	241	69,0	54,2	9800	653	451	72,2	64	21
320	320	131	11,5	17,3	257	77,7	61,0	12510	782	555	84,7	70	21
340	340	137	12,2	18,3	274	86,7	68,0	15700	923	674	98,4	74	21
360	360	143	13,0	19,5	290	97,0	76,1	19610	1090	818	114	76	23
380	380	149	13,7	20,5	306	107	84,0	24010	1260	975	131	82	23
400	400	155	14,4	21,6	322	118	92,4	29210	1460	1160	149	82	23
450	450	170	16,2	24,3	363	147	115	45850	2040	1730	203	94	25
500	500	185	18,0	27,0	404	179	141	68740	2750	2480	268	100	28
550	550	200	19,0	30,0	445	212	166	99180	3610	3490	349	110	28

تیر I DIN 1025 - I 180 - S235JR :

S235JR از h = 180 mm، نورد گرم، باریک

جنس: فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025 یا

فولادهای ساختمانی دانه‌ریز DIN EN 10113

نوع تحول: DIN EN 10210-2

طولهای ساخت 4 m تا 16 m

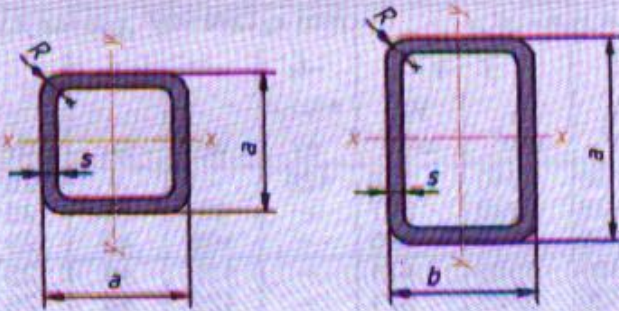
ابعاد پروفیل $a \times a = 20 \times 20 \dots 400 \times 400$

DIN EN 10219-2

طولهای ساخت 4 m تا 16 m

ابعاد پروفیل $a \times a = 20 \times 20 \dots 400 \times 400$

استانداردهای DIN EN 10210 و DIN EN 10219 علاوه بر پروفیل‌های چهارگوش مربع و مستطیل پروفیل‌های گرد توخالی هم دارند.



طبق DIN EN 10210-2 (1997-11)

پروفیل‌های توخالی چهارگوش مربع و مستطیل تولید گرم

اندازه نامی $a \times a$ $a \times b$ mm	ضخامت دیواره s mm	وزن طولی m' kg/m	مساحت سطح مقطع S cm ²	ممان سطحی و مدول مقطع				برای پیچش	
				برای محوره‌های خم					
				$x-x$		$y-y$			
				I_x cm ⁴	W_x cm ³	I_y cm ⁴	W_y cm ³	I_p cm ⁴	W_p cm ³
40 × 40	3,0	3,41	4,34	9,78	4,89	9,78	4,89	15,7	7,10
	4,0	4,39	5,59	11,8	5,91	11,8	5,91	19,5	8,54
50 × 50	2,5	3,68	4,68	17,5	6,99	17,5	6,99	27,5	10,2
	3,0	4,35	5,54	20,2	8,08	20,2	8,08	32,1	11,8
60 × 60	3,0	5,29	6,74	36,2	12,1	36,2	12,1	56,9	17,7
	4,0	6,90	8,79	45,4	15,1	45,4	15,1	72,5	22,0
	5,0	8,42	10,7	53,3	17,8	53,3	17,8	86,4	25,7
50 × 30	3,0	3,41	4,34	13,6	5,43	5,94	3,96	13,5	6,51
	4,0	4,39	5,59	16,5	6,60	7,08	4,72	16,6	7,77
60 × 40	3,0	4,35	5,54	26,5	8,82	13,9	6,95	29,2	11,2
	4,0	5,64	7,19	32,8	10,9	17,0	8,52	36,7	13,7
80 × 40	4,0	6,90	8,79	68,2	17,1	22,2	11,1	55,2	18,9
	5,0	8,42	10,7	80,3	20,1	25,7	12,9	65,1	21,9
	6,0	9,87	12,6	90,5	22,6	28,5	14,2	73,4	24,2
100 × 50	4,0	8,78	11,2	140	27,9	46,2	18,5	113	31,4
	5,0	10,8	13,7	167	33,3	54,3	21,7	135	36,9

پروفیل توخالی مربع، $s = 5$ mm از S355J0 : $S355J0 - 60 \times 60 \times 5$ - DIN EN 10210 پروفیل توخالی

طبق DIN EN 10219-2 (1997-11)

پروفیل‌های توخالی مربع، مستطیل، جوشکاری شده تولید سرد

اندازه نامی $a \times a$ $a \times b$ mm	ضخامت دیواره s mm	وزن طولی m' kg/m	مساحت سطح مقطع S cm ²	ممان سطحی و مدول مقطع				برای پیچش	
				برای محوره‌های خم					
				$x-x$		$y-y$			
				I_x cm ⁴	W_x cm ³	I_y cm ⁴	W_y cm ³	I_p cm ⁴	W_p cm ³
30 × 30	2,0	1,68	2,14	2,72	1,81	2,72	1,81	4,54	2,75
	2,5	2,03	2,59	3,16	2,10	3,16	2,10	5,40	3,20
	3,0	2,36	3,01	3,50	2,34	3,50	2,34	6,15	3,58
40 × 40	2,0	2,31	2,94	6,94	3,47	6,94	3,47	11,3	5,23
	2,5	2,82	3,59	8,22	4,11	8,22	4,11	13,6	6,21
	3,0	3,30	4,21	9,32	4,66	9,32	4,66	15,8	7,07
	4,0	4,20	5,35	11,1	5,54	11,1	5,54	19,4	8,48
80 × 80	3,0	7,07	9,01	87,8	22,0	87,8	22,0	140	33,0
	4,0	9,22	11,7	111	27,8	111	27,8	180	41,8
	5,0	11,3	14,4	131	32,9	131	32,9	218	49,7
40 × 20	2,0	1,68	2,14	4,05	2,02	1,34	1,34	3,45	2,36
	2,5	2,03	2,59	4,69	2,35	1,54	1,54	4,06	2,72
	3,0	2,36	3,01	5,21	2,60	1,68	1,68	4,57	3,00
60 × 40	3,0	4,25	5,41	25,4	8,46	13,4	6,72	29,3	11,2
	4,0	5,45	6,95	31,0	10,3	16,3	8,14	36,7	13,7
	5,0	6,56	8,36	35,3	11,8	18,4	9,21	42,8	15,6
80 × 40	3,0	5,19	6,61	52,3	13,1	17,6	8,78	43,9	15,3
	4,0	6,71	8,55	64,8	16,2	21,5	10,7	55,2	18,8
	5,0	8,13	10,4	75,1	18,8	24,6	12,3	65,0	21,7
100 × 40	3,0	6,13	7,81	92,3	18,5	21,7	10,8	59,0	19,4
	4,0	7,97	10,1	116	23,1	26,7	13,3	74,5	24,0
	5,0	9,70	12,4	136	27,1	30,8	15,4	87,9	27,9

پروفیل توخالی مستطیل، $b = 40$ mm، $a = 60$ mm : $S355J0 - 60 \times 40 \times 4$ - DIN EN 10219 پروفیل توخالیS355J0 از $s = 4$ mm

وزن طولی و سطحی

وزن طولی^(۱) (مقادیر جدول برای فولاد با جرم مخصوص $\rho = 7,85 \text{ kg/dm}^3$)

SW اندازه آچارگیر						m' وزن طولی (وزن یک متر)						d قطر	
سیم فولادی						مفتول فولادی							
d	m'	d	m'	d	m'	d	m'	d	m'	d	m'	d	m'
mm	kg/1000 m	mm	kg/1000 m	mm	kg/1000 m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
0,10	0,062	0,55	1,87	1,1	7,46	3	0,055	18	2,00	60	22,2		
0,16	0,158	0,60	2,22	1,2	8,88	4	0,099	20	2,47	70	30,2		
0,20	0,247	0,65	2,60	1,3	10,4	5	0,154	25	3,85	80	39,5		
0,25	0,385	0,70	3,02	1,4	12,1	6	0,222	30	5,55	100	61,7		
0,30	0,555	0,75	3,47	1,5	13,9	8	0,395	35	7,55	120	88,8		
0,35	0,755	0,80	3,95	1,6	15,8	10	0,617	40	9,86	140	121		
0,40	0,986	0,85	4,45	1,7	17,8	12	0,888	45	12,5	150	139		
0,45	1,25	0,90	4,99	1,8	20,0	15	1,39	50	15,4	160	158		
0,50	1,54	1,0	6,17	2,0	24,7	16	1,58	55	18,7	200	247		
مفتول چهارگوش						مفتول ششگوش							
a	m'	a	m'	a	m'	SW	m'	SW	m'	SW	m'		
mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m		
6	0,283	20	3,14	40	12,6	6	0,245	20	2,72	40	10,9		
8	0,502	22	3,80	50	19,6	8	0,435	22	3,29	50	17,0		
10	0,785	25	4,91	60	28,3	10	0,680	25	4,25	60	24,5		
12	1,13	28	6,15	70	38,5	12	0,979	28	5,33	70	33,3		
14	1,54	30	7,07	80	50,2	14	1,33	30	6,12	80	43,5		
16	2,01	32	8,04	90	63,6	16	1,74	32	6,96	90	55,1		
18	2,54	35	9,62	100	78,5	18	2,20	35	8,33	100	68,0		

وزن طولی سایر پروفیلها

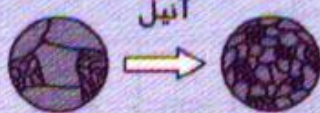
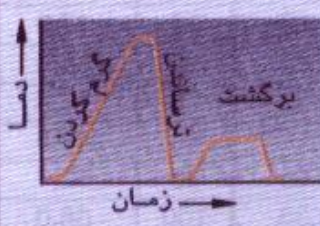
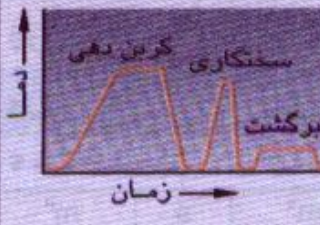
پروفیل	صفحه	پروفیل	صفحه
EN 10055 فولاد T شکل	۱۴۷	EN 10210-2 پروفیل توخالی	۱۵۲
EN 10056-1 نبشی، دوضلع مساوی	۱۴۹	EN 10219-2 پروفیل توخالی	۱۵۲
EN 10056-1 نبشی، دوضلع نامساوی	۱۴۸	DIN 1798 مفتول گرد آلومینیومی	۱۶۸
DIN 1026-1 ناودانی	۱۴۷	DIN 1796 مفتول چهارگوش مربع آلومینیومی	۱۶۸
DIN 1025-5 تیر I شکل، IPE	۱۵۰	DIN 1769 مفتول چهارگوش مستطیل آلومینیومی	۱۶۹
DIN 1025-2 تیر I شکل، IPB	۱۵۰	DIN 1795 لوله آلومینیومی	۱۷۰
DIN 1025-1 تیر I شکل، باریک	۱۵۱	DIN 9713 پروفیل ناودانی آلومینیومی	۱۷۰

وزن سطحی^(۱) (مقادیر جدول برای فولاد با جرم مخصوص $\rho = 7,85 \text{ kg/dm}^3$)

ورق											
m'' وزن سطحی						s ضخامت ورق					
s	m''	s	m''	s	m''	s	m''	s	m''	s	m''
mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²	mm	kg/m ²
0,35	2,75	0,70	5,50	1,2	9,42	3,0	23,6	4,75	37,3	10,0	78,5
0,40	3,14	0,80	6,28	1,5	11,8	3,5	27,5	5,0	39,3	12,0	94,2
0,50	3,93	0,90	7,07	2,0	15,7	4,0	31,4	6,0	47,1	14,0	110
0,60	4,71	1,0	7,85	2,5	19,6	4,5	35,3	8,0	62,8	15,0	118

(۱) مقادیر جدول را به نسبت جرم مخصوص مواد دیگر به جرم مخصوص فولاد ($7,85 \text{ kg/dm}^3$) می توان تغییر داد.مثال: ورق با $s = 4,0 \text{ mm}$ از AlMg_3Mn (جرم مخصوص $2,66 \text{ kg/dm}^3$). از جدول: $m'' = 31,4 \text{ kg/m}^2$ برای فولاد.

$$\text{AlMg}_3\text{Mn} : m'' = 31,4 \text{ kg/m}^2 \cdot (2,66 \text{ kg/dm}^3 / 7,85 \text{ kg/dm}^3) = 10,64 \text{ kg/m}^2$$

کاربرد، راهنمایی ^{۱)}	توضیح اختصاری	شکل
آنیل نرمال		
نرمالیزه کردن ساختار دانه درشت در محصولات نورد، ریخته‌گری، جوشکاری و آهن‌گری	- گرم کردن و نگهداری در دمای آنیل ← تغییر ساختار (آستنیت) - خنک‌کاری کنترل شده تا دمای محیط ← ساختار دانه ریز	
آنیل نرم		
بهبود قابلیت شکل‌دهی سرد، قابلیت براده‌برداری و سختکاری؛ قابل استفاده برای همه فولادها	- گرم کردن تا دمای آنیل، نگهداری دما یا آنیل نوسانی ← کروی کردن سمنتیت - خنک‌کاری تا دمای محیط	
آنیل تنش‌زدایی		
کاهش تنش پس‌ماند (ذاتی) در قطعات جوشکاری، ریخته‌گری و آهن‌گری؛ قابل استفاده برای همه فولادها	- گرم کردن و نگهداری در دمای آنیل (زیر خط تحول ساختار) ← کاهش و رفع تنش به واسطه تغییر شکل پلاستیکی قطعه کار - خنک‌کاری تا دمای محیط	
سختکاری		
قطعات تحت تنش سایشی مثلاً ابزارها، فنرها، ریل‌های راهنما، قالبهای پرسکاری؛ فولادهای ویژه جهت عملیات حرارتی با $C > 0.3\%$ ، مثلاً C45E, 102Cr6, C70U, X38CrMoV5-3, HS6-5-2C	- گرم کردن و نگهداری در دمای سختکاری ← تغییر ساختار (آستنیت) - ترساندن در روغن، آب، هوا ← ساختار ریز و سخت و ترد (مارتنزیت) - برگشت ← تحول مارتنزیت، چقرمگی بالا، سختی موردنیاز	
بهسازی		
غالباً قطعات تحت تنش دینامیکی با استحکام و چقرمگی خوب، مثلاً محورها، چرخدنده‌ها، پیچها؛ فولادهای بهسازی: صفحه ۱۳۴ فولادهای نیترووره: صفحه ۱۳۵ فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی صفحه ۱۲۵ فولاد فنرهای قابل بهسازی: صفحه ۱۳۹	- گرم کردن و نگهداری در دمای سختکاری ← تحول ساختار (آستنیت) - ترساندن در روغن، آب، هوا ← ساختار ریز و سخت و ترد (مارتنزیت)، در ابعاد بزرگتر ساختار مغزی ریز (ساختار میانی) - برگشت در دماهای بالاتر از دماهای سختکاری ← رفع ساختار مارتنزیت، ساختار ریز، استحکام بالا ضمن چقرمگی خوب	
سختکاری کربوره (سمانتاسیون)		
قطعات با سطح مقاوم به سایش، استحکام خستگی بالا و استحکام مغزی خوب، مثلاً چرخدنده، محورها؛ سختکاری سطحی: استحکام سایش بالا، استحکام مغزی پایین، سختکاری مغزی: استحکام مغزی بالا، سطوح سخت و ترد، فولادهای کربوره: صفحه ۱۳۴ فولادهای اتومات: صفحه ۱۳۵	- کربن‌دهی قطعه کار ماشینکاری شده در سطح - خنک‌کاری تا دمای محیط ← ساختار نرمال (فرریت، پرلیت، کاربید) - سختکاری (به مراحل سختکاری نگاه کنید) ← سختکاری سطحی: گرم کردن تا دمای سختکاری سطحی - سختکاری مغزی: گرم کردن تا دمای سختکاری محدوده مغزی	
سختکاری نیترووره		
قطعات با سطوح ضدسایش، استحکام خستگی بالا و مقاومت خوب به دما مثلاً سوپاپها، دسته پیستون، اسپیندل؛ فولادهای نیترووره: صفحه ۱۳۵	- آنیل قطعات ماشینکاری شده نهایی در اتمسفر نیتروژن ← تشکیل نیتريد سخت، مقاوم به سایش و دما - خنک‌کاری در هوای ساکن یا در جریان نیتروژن	

فولادهای ابزاری، فولادهای کربوره

طبق DIN EN ISO 4957 (2001-02)

عملیات حرارتی فولادهای سردکار غیرآلیاژی

نوع فولاد		دمای شکل دهی گرم °C	آبیل نرم		سختکاری			سختی سطحی به HRC				
نام کوتاه	شماره مواد		دما °C	سختی HB max	دما °C	مواد خنک کاری	عمق سختکاری ^(۱) mm	سختکاری مغزی تا Ø mm	بعد از سختکاری	برگشت ^(۲) در 100 °C 200 °C 300 °C		
C45U	1.1730	1000...800	680...710	207	800...820	آب	3,5	15	58	58	54	48
C70U	1.1520			183	790...810		3,0	10	64	63	60	53
C80U	1.1525	1050...800		192	780...800	آب	3,0	10	64	64	60	54
C90U	1.1535	1050...800	680...710	207	770...790				64	64	61	54
C105U	1.1545	1000...800		212	770...790				65	64	62	56

(۱) برای قطر 30 mm

(۲) اندازه دمای برگشت بسته به اهداف کاربردی و سختی کاربردی مطلوب. معمولاً فولادها به صورت آبیل نرم تحویل داده می‌شود.

طبق DIN EN ISO 4957 (2001-02)

عملیات حرارتی فولادهای سردکار، فولادهای گرم‌کار

و فولادهای تندبر آلیاژی

نوع فولاد	شماره فولاد	دمای شکل دهی گرم °C	آبیل نرم		سختکاری		سختی سطحی به HRC					
			دما °C	سختی HB max.	دما ^(۱) °C	مواد خنک کاری	بعد از سختکاری	بعد از برگشت ^(۲) در 200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	550 °C
105V	1.2834		710...750	212	780... 800	آب	68	64	56	48	40	36
X153CrMoV12	1.2379	1050...850	800...850	255	1010...1030	هوا	63	61	59	58	58	56
X210CrW12	1.2436		800...840	255	960...980		64	62	60	58	56	52
90MnCrV8	1.2842	1050...850	680...720	229	780...800	روغن	65	62	56	50	42	40
102Cr6	1.2067		710...750	223	830...850		65	62	57	50	43	40
60WCrV8	1.2550	1050...850	710...750	229	900... 920	روغن	62	60	58	53	48	46
X37CrMoV5-1	1.2343	1100...900	750...800	229	1010...1030	روغن	53	52	52	53	54	52
HS6-5-2C	1.3343			269	1200...1220	روغن، حمام گرم، هوا	64	62	62	62	65	65
HS10-4-3-10	1.3207	1100...900	770...840	302	1220...1240		66	61	61	62	66	67
HS2-9-1-8	1.3247			277	1180...1200		66	62	62	61	68	69

(۱) مدت زمان آستینیت کردن مدت زمان نگهداری در دمای سختکاری است، در فولادهای سختکاری و فولادهای تندبر به ترتیب برابر تقریباً 25 min و 3 min است. گرم کردن پله‌ای انجام می‌شود.

(۲) فولادهای تندبر حداقل دوبار در دمای 540...570 °C برگشت داده می‌شود. در این دما حداقل 60 min نگهداشته می‌شود.

طبق DIN EN 10084 (1998-06)

عملیات حرارتی فولادهای کربوره

نوع فولاد ^(۱)	شماره فولاد	دمای کربن دهی گرم °C	سختکاری از		برگشت °C	مواد خنک کاری	آزمایش جینی سختی HRC در فاصله				
			دمای سختکاری مغزی °C	دمای سختکاری سطحی °C			دما °C	Max. ^(۲)	3 mm	5 mm	7 mm
C10E	1.1121		880...920			آب	—	—	—	—	—
C15E	1.1141						—	—	—	—	—
17Cr3	1.7016						880	47	44	40	33
16MnCr5	1.7131						870	47	46	44	41
20MnCr5	1.7147						870	49	49	48	46
20MoCr4	1.7321	880...980		780...820	150...200	روغن	910	49	47	44	41
17CrNi6-6	1.5918		830...870				870	47	47	46	45
15NiCr13	1.5752		840...880				880	48	48	48	47
20NiCrMo2-2	1.6523		860...900				920	49	48	45	42
18CrNiMo7-6	1.6587		830...870				860	48	48	48	48

(۱) برای فولادهای با مقدار کنترل شده گوگرد، مثلاً C10R، 20MnCrS5، این مقادیر صادق است.

(۲) برای فولادهای با قابلیت سختکاری نرمال (+H) در فاصله 1,5 mm از سطح پشتیبانی.

سختکاری شعله‌ای و القایی، فولادهای بهسازی

طبق DIN 17212 (1972-08)

عملیات حرارتی فولادهای سختکاری شعله‌ای و القایی

نوع فولاد	شماره	شکل‌دهی گرم °C	آبیل نرم °C	آبیل نرمال °C	بهسازی		برگشت °C	سختکاری سطحی	
					در روغن °C	در آب °C		در آب °C	سختی HRC min
Cf35	1.1183	1100...850	650...700	860...890	840...870	850...880	550...660	850...930	51
Cf45	1.1193	1100...850		840...870	820...850	830...860		820...900	55
Cf53	1.1213	1050...850		830...860	805...835	815...845		805...885	57
Cf70	1.1249	1000...800		820...850	790...820	-		790...870	60
45Cr2	1.7005	1100...850	650...700	840...870	820...850	830...860	550...660	820...900	55
38Cr4	1.7043	1050...850	680...720	845...885	825...855	835...865	540...680	825...905	53
42Cr4	1.7045	1050...850	680...720	840...880	820...850	830...860	540...680	820...900	54
41CrMo4	1.7223	1050...850	680...720	840...880	820...850	830...860	540...680	820...900	54
49CrMo4	1.7238								56

طبق DIN EN 10083 (1996-10)

عملیات حرارتی فولادهای بهسازی

نوع فولاد ^(۱)	شماره	آبیل نرمال °C	آزمایش جیمینی				سختکاری ^(۳) °C	مواد سختکاری	برگشت ^(۴) °C
			سختی HRC برای قابلیت سختکاری ^(۲)	+H	+HH	+HL			
C22	1.0402	880...920	-	-	-	-	860...900	آب	550...660
C25	1.0406	880...920					860...900		
C30	1.0528	870...910					850...890		
C35	1.0501	860...900	870	48...58	51...58	48...55	840...880	آب یا روغن	550...660
C40	1.0511	850...890	870	51...60	54...60	51...57	830...870		
C45	1.0503	840...880	850	55...62	57...62	55...60	820...860		
C50	1.0540	830...870	850	56...63	58...63	56...61	810...850	روغن یا آب	550...660
C55	1.0535	825...865	830	58...65	60...65	58...63	805...845		
C60	1.0601	820...860	830	60...67	62...67	60...65	800...840		
28Mn6	1.1170	850...890	850	45...54	48...54	45...51	830...870	آب یا روغن	540...680
38Cr2	1.7003	-		51...59	54...59	51...56	830...870	روغن یا آب	
46Cr2	1.7006	-		54...63	57...63	54...60	820...860	روغن یا آب	
34Cr4	1.7033	-	850	49...57	52...57	49...54	830...870	آب یا روغن	540...680
37Cr4	1.7034	-		51...59	54...59	51...56	825...865	روغن یا آب	
41Cr4	1.7035	-		53...61	55...61	53...58	820...860	روغن یا آب	
25CrMo4	1.7218	-	850	44...52	47...52	44...49	840...880	آب یا روغن	540...680
34CrMo4	1.7220	-		49...57	52...57	49...54	830...870	روغن یا آب	
42CrMo4	1.7225	-		53...61	56...61	53...58	820...860	روغن یا آب	
50CrMo4	1.7228	-	850	58...65	60...65	58...63	820...860	روغن	540...680
51CrV4	1.8159	-		57...65	60...65	57...62	820...860	روغن	
36CrNiMo4	1.6511	-		51...59	54...59	51...56	820...850	روغن یا آب	
34CrNiMo6	1.6582	-	850	50...58	53...58	50...55	830...860	روغن	540...660
30CrNiMo8	1.6580	-		48...56	51...56	48...53	830...860	روغن	540...660
36NiCrMo16	1.6773	-		50...57	52...57	50...55	865...885	هوا یا روغن	550...650

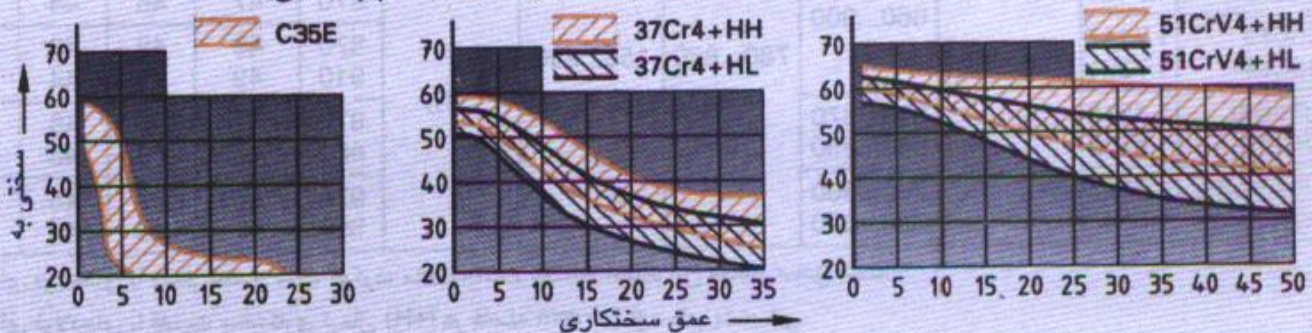
(۱) برای فولادهای نجیب غیرآلیاژی، مثلاً C22E و فولادهای با مقدار کنترل شده مقدار گوگرد مثلاً C35R، 25CrMoS4، این مقادیر صادق است.

(۲) خواسته‌های قابلیت سختکاری: +H: قابلیت سختکاری نرمال؛ +HL، +HH: پراکندگی محدود قابلیت سختکاری.

(۳) محدوده پایین دما برای ترساندن در آب، محدوده بالا برای ترساندن در روغن صادق است.

(۴) مدت زمان برگشت حداقل 60 min.

قابلیت سختکاری و عمق سختکاری فولادهای بهسازی (باند پراکندگی)



طبق DIN EN 10085 (2001-01)

عملیات حرارتی فولادهای نیترووره

نوع فولاد		عملیات حرارتی قبل از نیترووره کردن				عملیات نیترووره کردن ^(۱)		
نام کوتاه	شماره مواد	آبیل نرم دما °C	بهسازی		دمای برگشت ^(۴) °C	نیترووره کاری °C	نیترووره کربوره °C	سختی ^(۵) HV1
			سختکاری دما ^(۲) °C	ماده خنک کننده				
24CrMo13-6	1.8516	650...700	870...970	روغن یا آب	580...700	500...600	570...650	-
31CrMo12	1.8515	650...700	870...930					800
32CrAlMo7-10	1.8505	650...750	870...930					-
31CrMoV9	1.8519	680...720	870...930					800
33CrMoV12-9	1.8522	680...720	870...970					-
34CrAlNi7-10	1.8550	650...700	870...930					950
41CrAlMo7-10	1.8509	650...750	870...930					950
40CrMoV13-9	1.8523	680...720	870...970					-
34CrAlMo5-10	1.8507	650...750	870...930					950

(۱) مدت زمان نیترووره کردن بستگی به عمق مطلوب نیترووره کردن دارد.
 (۲) مدت زمان آستنیتیزه کردن حداقل 0,5 ساعت.
 (۳) مدت زمان برگشت حداقل 1 ساعت.
 (۴) دمای برگشت نباید کمتر از 50 °C بالای دمای نیتراسیون باشد.
 (۵) سختی سطح نیتراسیون.

طبق DIN EN 10087 (1999-01)

عملیات حرارتی فولادهای اتومات

فولادهای اتومات کربوره‌ای

نوع فولاد		دمای کربن گیری °C	دمای سختکاری مغزی °C	دمای سختکاری سطحی °C	ماده خنک کننده ^(۱)	دمای برگشت ^(۲) °C
نام کوتاه	شماره مواد					
10S20	1.0721	880...980	880...920	780...820	روغن، آب، امولسیون	150...200
10SPb20	1.0722					
15SMn13	1.0725					

فولادهای اتومات بهسازی

نوع فولاد		دمای سختکاری °C	ماده خنک کننده ^(۱)	دمای بهسازی °C	بهسازی شده		
نام کوتاه	شماره مواد				R _e N/mm ²	R _m N/mm ²	A %
35S20	1.0726	860...890	آب یا روغن	540...680	430	630...780	15
35SPb20	1.0756						
36SMn14	1.0764	850...880	460		700...850	14	
36SMnPb14	1.0765						
38SMn28	1.0760	850...880	460			15	
38SMnPb28	1.0761						
44SMn28	1.0762	840...870	روغن یا آب		480	16	
44SMnPb28	1.0763						
46S20	1.0575			490	12		

(۱) انتخاب ماده خنک کننده بستگی به شکل قطعه کار دارد.
 (۲) مدت زمان برگشت حداقل 1 ساعت.
 (۳) این مقادیر مربوط به نمونه به قطر $10 < d \leq 16$ می باشد.

سختکاری رسوبی یا پیرسختی آلیاژهای آلومینیم

آلیاژ EN AW		نوع پیرسختی ^(۲)	دمای آبیل انحلال °C	پیرسختی گرم		مدت زمان پیرسختی سرد روز	پیرسختی شده	
نام کوتاه	شماره مواد			دما °C	مدت زمان نگهداری h		R _m N/mm ²	A %
Al Cu4MgSi	2017	T4	500	480...540	8...24	5...8	390	12
Al Cu4SiMg	2014	T6				—	420	8
Al MgSi	6060	T4	5...8			130	15	
Al MgSi1MgMn	6082	T6	—			280	6	
Al Zn4,5Mg1	7020	T6	—			210	12	
Al Zn5,5MgCu	7075	T6	—			545	8	
Al Si7Mg ^(۱)	42000 ^(۱)	T4	4			250	1	

(۱) آلیاژهای ریختگی آلومینیم EN AC-Al Si7Mg یا EN AC 42000

(۲) T4 و T6 آبیل انحلال شده و T4 پیرسختی سرد و T6 پیرسختی گرم شده است.

طبق DIN EN 1560 (1997-08)

نام کوتاه و شماره مواد

چدن‌ها یا با نام کوتاه و یا با شماره مواد مشخص می‌شوند.

مثال:

چدن با گرافیت ورقه‌ای، استحکام کششی $R_m = 300 \text{ N/mm}^2$ نام کوتاه
EN-GJL-300شماره مواد
EN-JL 1050

نام کوتاه

نام کوتاه تا شش مکان نامگذاری کنار هم و بدون فاصله دارد، که با EN (europäische Norm) و GJ (Guss-Eisen) (چدن) شروع می‌شود.

مثالهای نامگذاری:

EN	-	GJ	L	-	350	چدن گرافیت ورقه‌ای (لایه‌ای)
EN	-	GJ	L	-	HB155	چدن گرافیت ورقه‌ای (لایه‌ای)
EN	-	GJ	S	-	350-22U	چدن گرافیت کروی
EN	-	GJ	M	B	450-6	چدن چکش‌خوار مالیبل مغز سیاه
EN	-	GJ	M	W	360-12	چدن چکش‌خوار مالیبل مغز سفید
EN	-	GJ	M	-	HV600(XCr14)	چدن ضدسایش
EN	-	GJ	L	-	XNiCuCr15-6-2	چدن آستنیتی

شرایط اضافی	خواص مکانیکی یا ترکیب شیمیایی (حروف/اعداد)	ساختار میکرو یا ماکرو (حروف)	ساختار گرافیتی (حروف)
قطعه ریختگی خام	خواص مکانیکی	آستنیت	L گرافیت ورقه‌ای
D	استحکام کششی حداقل R_m به N/mm^2	F فریت	S گرافیت کروی
قطعه‌کار عملیات حرارتی	تغییر طول نسبی شکست A به %	P پرلیت	M کربن تمپر شده
H	نمونه به طور جدا ریخته نشده	M مارتنزیت	V گرافیت کرمی شکل
ویژه جوشکاری	از بار ریخته شده	L لدبریت	N بدون گرافیت
شرایط اضافی	از قطعه‌کار تهیه شده	Q ترسانده شده	Y ساختار ویژه
Z	حداکثر سختی	T بهسازی شده	
	ترکیب شیمیایی	B آنیل کربن‌زدایی نشده	
	داده‌ها با نامگذاری فولادها صفحه ۱۲۶ مطابقت دارد	W کربن‌زدایی شده	

شماره مواد

شماره مواد هفت مکان نامگذاری کنار هم و بدون فاصله دارد که با EN و J شروع می‌شود.

مثالهای نامگذاری:

EN	-	J	L	2	0 4	7
EN	-	J	S	1	0 2	2
EN	-	J	M	1	1 3	0

شرایط اضافی (رقم)	ارقام مشخصه مواد	مشخصه مهم (رقم)	ساختار گرافیتی (حروف)
بدون الزامات ویژه	برای هر چدن یک رقم	1 استحکام کششی	L گرافیت ورقه‌ای
1 نمونه ریخته شده جدا	مشخصه دومکانسی داده می‌شود. رقم مشخصه بزرگتر به استحکام کششی بالاتر اشاره می‌کند.	2 سختی	S گرافیت کروی
2 نمونه ریخته شده از بار		3 ترکیب شیمیایی	M کربن تمپر شده
3 نمونه از قطعه ریختگی			V گرافیت کرمی شکل
4 چقرمگی در دمای محیط			N بدون گرافیت
5 چقرمگی در دمای پایین			Y ساختار ویژه
6 ویژگی مشخص شده جوشکاری			
7 قطعه ریختگی خام			
8 قطعه ریختگی عملیات حرارتی شده			
9 الزامات اضافی			

تقسیم‌بندی مواد ریختگی آهنی

نوع	استاندارد	مثالها/ شماره مواد	استحکام کششی R_m N/mm^2	خواص	مثالهای کاربردی
چدن‌ها					
با گرافیت ورقه‌ای	DIN EN 1561	EN-GJL-150 (GG-15) EN-JL 1020	100 تا 450	قابلیت ریختگی خیلی خوب، استحکام فشاری خوب، ضریب استهلاک ارتعاش خوب قابلیت حرکت یا ایست اضطراری دورانی و نیز مقاومت خوردگی بالا	برای قطعات با شکل پیچیده، محدوده کاربردی زیاد، پایه ماشین، پوسته جعبه دنده
با گرافیت کروی	DIN EN 1563	EN-GJS-400 (GGG-40) EN-JS 1030	350 تا 900	قابلیت ریختگی خیلی خوب، استحکام بالا در بارگذاری دینامیکی، قابلیت سختکاری سطحی	قطعات تحت سایش، قطعات کلاچ، فیتینگها، ساختمان موتور
با گرافیت کرمی شکل	DIN EN 1560	EN-GJV-200	200 تا 600	قابلیت ریختگی خیلی خوب، استحکام بالا بدون افزوده‌های آلیاژی گران	قطعات خودرو، ساختمان موتور، پوسته جعبه دنده
چدن باینیتی	DIN EN 1564	EN-GJS-800-8 EN-JS1100	800 تا 1400	با عملیات حرارتی و خنک‌کاری کنترل شده، باینیت و آستنیت با استحکام بالا ضمن چقرمگی خوب به‌وجود می‌آید	قطعات تحت تنش بالا، مثلا توپی چرخ، تاج چرخنده و قطعات ریختگی ADI ^(۱)
چدن ضدسایش، چدن سفید	DIN EN 12513	EN-GJN-HV350 EN-JN2019	> 1000	استحکام سایش به واسطه مارتنزیت و کارباید و نیز آلیاژسازی با Cr و Ni	چدنهای ضدسایش مثلا قرقره‌های تابگیری، پروانه پمپها
چدن چکش‌خوار (مالیبل)					
چدن چکش‌خوار مغز سفید	DIN EN 1562	EN-GJMW-350 (GTW-35) EN-JM1010	270 تا 570	کربن‌زدایی لایه سطحی با تمپر کردن، استحکام و چقرمگی بالا، قابلیت تغییر شکل پلاستیکی	قطعات تحت بار ضربه، جدار نازک، شکل‌های دقیق؛ اهرمها، کاسه ترمز
چدن چکش‌خوار مغز سیاه	DIN EN 1562	EN-GJMB-450 (GTS-45) EN-JM1140	300 تا 800	گرافیت برقی در تمام سطح مقطع به واسطه تمپر کردن، استحکام و چقرمگی بالا در اجزا جدار ضخیم	قطعات جدار ضخیم فرم‌دار و تحت ضربه‌ای؛ اهرمها، دوشاخه گاردان
فولادهای ریختگی					
برای کاربرد عمومی	DIN 1681	GS-45 1.0446	380 تا 600	فولادهای ریختگی غیرآلیاژی و آلیاژ پایین برای کاربرد عمومی	حداقل مقادیر مکانیکی از $-10^{\circ}C$ تا $300^{\circ}C$
با ویژگی جوشکاری بهتر	DIN 17182	GS-20Mn5 1.1120	430 تا 650	مقدار کربن پایین با منگنز و آلیاژسازی میکرو	سازه جوشکاری، فولادهای سازه‌ای دانه‌ریز با ضخامت دیواره بزرگ
برای مخازن تحت فشار	DIN EN 10213	GP280GH 1.0625	420 تا 960	با استحکام و چقرمگی بالا در دماهای پایین و بالا	مخازن تحت فشار برای مواد گرم و سرد، مقاوم به گرما، چقرمه سرد، زنگ‌نزن
فولادهای ریختگی بهسازی‌شده	DIN EN 17205	G30CrMoV6-4 1.7725	500 تا 1250	ساختار ظریف بهسازی شده با چقرمگی بالا	زنجیرها، زرها، تانکها
زنگ‌نزن	DIN EN 10283	GX6CrNi26-7 1.4347	450 تا 1100	پایداری در برابر مواد شیمیایی و خوردگی	پروانه پمپها در اسید، فولاد دوپلکس (ترکیبی یا آلیاژی)
نسوز	DIN EN 10295	GX25CrNiSi18-9 1.4825	400 تا 550	پایداری در برابر گازهای احتراقی	اجزاء توربین، صفحات مشبک کوره

(۲) ADI (Austempered Ductile Iron)

(۱) نامگذاری تا حالا

(۳) توسط استانداردهای منتشر شده DIN EN 10293 (طرح و پیشنهاد)، استانداردهای نامبرده منسوخ شده‌اند.

چدن با گرافیت ورقه‌ای، چدن با گرافیت کروی

طبق DIN EN 1561 (1997-08)

چدن با گرافیت ورقه‌ای

استحکام کششی R_m به عنوان ویژگی مشخصه				سختی HB به عنوان ویژگی مشخصه			
نوع ^(۱)	ضخامت	استحکام کششی	نوع	ضخامت	سختی برینل		
نام کوتاه	شماره مواد	دیواره mm	R_m N/mm ²	نام کوتاه	شماره مواد	دیواره mm	HB30
EN-GJL-100 (GG-10)	EN-JL1010 (0.6010)	5...40	100...200	EN-GJL-HB155 (GG-150 HB)	EN-JL2010 (0.6012)	40...80	max. 155
EN-GJL-150 (GG-15)	EN-JL1020 (0.6015)	2,5...300	150...250	EN-GJL-HB175 (GG-170 HB)	EN-JL2020 (0.6017)	40...80	100...175
EN-GJL-200 (GG-20)	EN-JL1030 (0.6020)	2,5...300	200...300	EN-GJL-HB195 (GG-190 HB)	EN-JL2030 (0.6022)	40...80	120...195
EN-GJL-250 (GG-25)	EN-JL1040 (0.6025)	5...300	250...350	EN-GJL-HB215 (GG-220 HB)	EN-JL2040 (0.6027)	40...80	145...215
EN-GJL-300 (GG-30)	EN-JL1050 (0.6030)	10...300	300...400	EN-GJL-HB235 (GG-240 HB)	EN-JL2050 (0.6032)	40...80	165...235
EN-GJL-350	EN-JL1060	10...300	350...450	EN-GJL-HB255	EN-JL2060	40...80	185...255
⇒ EN-GJL-100 : چدن با گرافیت ورقه‌ای، حداقل استحکام کششی $R_m = 100$ N/mm ²				⇒ EN-GJL-HB215 : چدن با گرافیت ورقه‌ای، حداقل سختی 215 HB = برینل			

خواص و کاربرد : قابلیت ریخته‌گری و جوشکاری خوب، مستهلک ارتعاش، مقاوم به خوردگی، استحکام فشاری بالا، خواص لغزشی خوب پایه ماشینها، پوسته یاتاقانها، یاتاقان لغزشی، اجزاء مقاوم به فشار، پوسته توربینها. سختی به عنوان ویژگی مشخصه و معیاری جهت قابلیت ماشینکاری است.

طبق DIN EN 1563 (2003-02)

چدن با گرافیت کروی

استحکام کششی R_m به عنوان خواص مشخصه					
نوع ^(۱)	ضخامت	استحکام کششی	تنش تسلیم	تغییر طول نسبی شکست	خواص، مثالهای کاربردی
نام کوتاه	شماره مواد	R_m N/mm ²	$R_{p0.2}$ N/mm ²	A %	
EN-GJS-350-22 (GGG-35-3)	EN-JS1010 (0.7033)	350	220	22	قابلیت ماشینکاری خوب، استحکام سایشی پایین؛ پوسته‌ها و بدنه‌ها
EN-GJS-400-18	EN-JS1020	400	250	18	
EN-GJS-400-15 (GGG-40)	EN-JS1030 (0.7040)	400	250	15	
EN-GJS-450-10	EN-JS1040	450	310	10	قابلیت ماشینکاری خوب، استحکام سایشی متوسط؛ فیتینگها، بدنه پرسها
EN-GJS-500-7 (GGG-50)	EN-JS1050 (0.7050)	500	320	7	
EN-GJS-600-3	EN-JS1060	600	370	3	
EN-GJS-700-2	EN-JS1070	700	420	2	سختی سطحی خوب؛ چرخنده‌ها، اجزاء فرمان و کلاچ، زنجیرها
EN-GJS-800-2	EN-JS1080	800	480	2	
EN-GJS-900-2	EN-JS1090	900	600	2	

⇒ EN-GJS-400-18 : $R_m = 400$ N/mm² حداقل استحکام کششی، تغییر طول نسبی شکست $A = 18\%$

سختی HB به عنوان خواص مشخصه					
نوع ^(۱)	ضخامت	استحکام کششی	تنش تسلیم	سختی برینل	خواص، مثالهای کاربردی
نام کوتاه	شماره مواد	R_m N/mm ²	$R_{p0.2}$ N/mm ²	HB30	
EN-GJS-HB130	EN-JS2010	350	220	< 160	به کمک داده‌های مقادیر سختی، سفارش‌دهنده می‌تواند ماشین خود را جهت براده‌برداری قطعات چدنی تنظیم نماید. کاربردها مانند بالا
EN-GJS-HB150	EN-JS2020	400	250	130...175	
EN-GJS-HB200	EN-JS2050	500	320	170...230	
EN-GJS-HB230	EN-JS2060	600	370	190...270	
EN-GJS-HB265	EN-JS2070	700	420	225...305	
EN-GJS-HB300	EN-JS2080	800	480	245...335	
EN-GJS-HB330	EN-JS2090	900	600	270...360	

⇒ EN-GJS-HB130 : چدن با گرافیت کروی، سختی برینل HB 130، حداکثر سختی HB 160

(۱) مشخصه‌های تا حالا انتخاب

چدن چکش خوار^(۱)

طبق DIN EN 1562 (1997-08)

خواص، مثالهای کاربردی	سختی برینل HB	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	نوع	
					شماره مواد	نام کوتاه

چدن چکش خوار آنیل شده کربن زدایی شده (چدن چکش خوار مغز سفید)

همه انواع این چدن‌ها قابلیت ریخته‌گری و ماشینکاری خوبی دارند.	230	4	—	350	EN-JM1010	EN-GJMW-350-4
قطعات با ضخامت دیواره کوچک مثلا اهرمها، اجزاء زنجیر	220	5	220	400	EN-JM1030	EN-GJMW-400-5
جهت جوشکاری خیلی خوب	250	7	260	450	EN-JM1040	EN-GJMW-450-7
	250	4	340	550	EN-JM1050	EN-GJMW-550-4
	200	12	190	360	EN-JM1020	EN-GJMW-360-12

چدن چکش خوار آنیل شده و کربن زدایی شده $R_m = 350 \text{ N/mm}^2$, $A = 4\%$: EN-GJMW-350-4

چدن چکش خوار آنیل شده کربن زدایی نشده (چدن چکش خوار مغز سیاه)

آببندی فشار بالا	...150	6	—	300	EN-JM1110	EN-GJMB-300-6
همه انواع قابلیت ریخته‌گری و ماشینکاری خوبی دارند.	...150	10	200	350	EN-JM1130	EN-GJMB-350-10
قطعات با ضخامت دیواره بزرگ مثلا پوسته‌ها، دوشاخه گاردان، پیستون	150...200	6	270	450	EN-JM1140	EN-GJMB-450-6
	165...215	5	300	500	EN-JM1150	EN-GJMB-500-5
	180...230	4	340	550	EN-JM1160	EN-GJMB-550-4
	195...245	3	390	600	EN-JM1170	EN-GJMB-600-3
	210...260	2	430	650	EN-JM1180	EN-GJMB-650-2
	240...290	2	530	700	EN-JM1190	EN-GJMB-700-2
	270...320	1	600	800	EN-JM1200	EN-GJMB-800-1

چدن چکش خوار آنیل شده و کربن زدایی نشده $R_m = 350 \text{ N/mm}^2$, $A = 10\%$: EN-GJMB-350-10

(۱) مشخصات تا حالا : صفحه ۱۵۹

طبق DIN 1681 (1985-06)

فولادهای ریختگی برای کاربردهای عمومی

خواص، مثالهای کاربردی	مقدار کربن %	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	نوع	
					شماره مواد	نام کوتاه
برای قطعات تحت تنشهای دینامیکی و ضربه‌ای مثلا ستاره چرخ، بازوها	$\approx 0,15$	25	200	380	1.0420	GS-38
	$\approx 0,25$	22	230	450	1.0446	GS-45
	$\approx 0,35$	18	260	520	1.0552	GS-52
	$\approx 0,45$	15	300	600	1.0558	GS-60

طبق DIN 17182 (1992-05)

فولاد ریختگی با خواص جوشکاری و چقرمگی بهبود یافته

خواص، مثالهای کاربردی	کار ضربه شکاف K_v J	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	نوع	
					شماره مواد	نام کوتاه
سازه‌ها و طرحهای جوشکاری	65	25	200	430	1.1131	GS-16Mn5N ^(۲)
	55	22	300	500	1.1120	GS-20Mn5N
	75	24	360	500	1.1120	GS-20Mn5V ^(۳)

(۳) بهسازی شده

(۲) آنیل نرمال شده

(۱) مقادیر برای ضخامت دیواره تا 40 mm

طبق DIN EN 10213 (2004-03)

فولادهای ریختگی برای مخازن تحت فشار

خواص، کاربرد	کار ضربه شکاف K_v J	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	نوع	
					شماره مواد	نام کوتاه
برای دماهای بالا و پایین، مثلا توربینهای بخار، اتصالات بخار داغ، همچنین مقاوم به خوردگی	27	22	240	420	1.0619	GP240GH
	27	20	315	490	1.7357	G17CrMo5-5
	45	18	355	540	1.4107	GX8CrNi12
	60	15	540	760	1.4405	GX4CrNiMo16-5-1

(۱) مقادیر برای ضخامت دیواره تا 40 mm

اندازه انقباض، تolerانس اندازه‌ها، فرآیندهای قالب‌گیری و ریخته‌گری

طبق DIN EN 12890 (2000-06)

اندازه انقباض

انقباض به %	سایر مواد ریختگی	انقباض به %	سایر مواد ریختگی
2,0	فولاد ریختگی	1,0	با گرافیت ورقه‌ای
2,3	فولاد ریختگی منگنزدار	0,5	با گرافیت کروی، آنیل شده
1,2	آلیاژهای Al, CuZn, Mg	1,2	با گرافیت کروی، آنیل نشده
1,3	آلیاژهای Zn, CuSnZn	2,5	آستنی‌تی
1,5	آلیاژهای CuSn	1,6	چدن چکش‌خوار، آنیل کربن‌زدایی
1,9	Cu	0,5	چدن چکش‌خوار، آنیل بدون کربن‌زدایی

طبق DIN ISO 8062 (1998-08)

تولرانس اندازه و اضافه ماشینکاری، RMA

مثالهای بیان تولرانس در نقشه‌ها :

ISO 8062-CT12-RMA6 (H) .1

درجه تولرانس 12، اضافه ماشینکاری 6 mm

2. تولرانسها و اضافه ماشینکاری تکی مستقیماً طبق اندازه آن

داده می‌شود.

R اندازه نامی - قطعه ریختگی خام

F اندازه بعد از ماشینکاری نهایی

CT درجه تولرانس ریختگی

T تولرانس ریختگی کل

RMA اضافه مواد برای یک ماشینکاری

$$R = F + 2 \cdot RMA + T/2$$

تولرانسهای ریختگی

اندازه نامی به mm	تولرانس ریختگی کل T به mm در درجه تولرانس ریختگی CT															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
...10	0,09	0,13	0,18	0,26	0,36	0,52	0,74	1,0	1,5	2,0	2,8	4,2	-	-	-	-
> 10...16	0,10	0,14	0,20	0,28	0,38	0,54	0,78	1,1	1,6	2,2	3,0	4,4	-	-	-	-
> 16...25	0,11	0,15	0,22	0,30	0,42	0,58	0,82	1,2	1,7	2,4	3,2	4,6	6	8	10	12
> 25...40	0,12	0,17	0,24	0,32	0,46	0,64	0,9	1,3	1,8	2,6	3,6	5	7	9	11	14
> 40...63	0,13	0,18	0,26	0,36	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8	10	12	16
> 63...100	0,14	0,20	0,28	0,40	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6	9	11	14	18
> 100...160	0,15	0,22	0,30	0,44	0,62	0,88	1,2	1,8	2,5	3,6	5	7	10	12	16	20
> 160...250	-	0,24	0,34	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8	11	14	18	22
> 250...400	-	-	0,40	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6,2	9	12	16	20	25
> 400...630	-	-	-	0,64	0,90	1,2	1,8	2,6	3,6	5	7	10	14	18	22	28
> 630...1000	-	-	-	-	1,0	1,4	2,0	2,8	4	6	8	11	16	20	25	32

فرآیند قالب‌گیری و ریخته‌گری

فرآیند	کاربرد	مزایا و معایب	جنس ریختگی	دقت اندازه نسبی ^(۱) به mm/mm	زبری قابل حصول Ra به μm
قالب‌گیری دستی	قطعات ریختگی بزرگ، تولید کم	همه اندازه‌ها، گران، دقت اندازه پایین	GJL, GJS, GS, Cu و آلیاژ- GJM, Al	0,00...0,10	40...320
قالب‌گیری ماشینی	قطعات کوچک تا متوسط، تولید سری	اندازه دقیق، سطح خوب	GJL, GJS, GS, آلیاژ- GJM, Al	0,00...0,06	20...160
قالب‌گیری در خلأ	قطعات متوسط تا بزرگ، تولید سری	اندازه دقیق، سطح خوب، سرمایه‌گذاری بالا	GJL, GJS, GS, Cu و آلیاژ- GJM, Al	0,00...0,08	40...160
قالب‌گیری پوسته‌ای	قطعات کوچک، تولید سری و انبوه	اندازه دقیق، هزینه بالای قالب	GJL, GS, Al و آلیاژ- Cu	0,00...0,06	20...160
ریخته‌گری دقیق (مومی)	قطعات کوچک، تولید سری و انبوه	قطعات پیچیده، هزینه بالای قالب	آلیاژ- GS, Al	0,00...0,04	10...80
ریخته‌گری تحت فشار (دایکاست)	قطعات کوچک تا بزرگ، تولید سری و انبوه	اندازه دقیق حتی در دیواره نازک، ساختار دانه‌ریز، سرمایه‌گذاری بالا	قالب محفظه گرم : Zn, Pb, Sn, Mg قالب محفظه سرد : Cu, Al	0,00...0,04	10...40

(۱) منظور از دقت اندازه نسبی، نسبت بزرگترین حد به اندازه نامی است.

شکل محصول ^(۱)			محدوده کاربرد اصلی	خواص اصلی	شماره مواد	گروه آلیاژها
B	S	R				
آلومینیم خالص						
صفحه ۱۶۵						
			مخازن کانال لوله و تجهیزات صنایع غذایی و شیمیایی، سیمهای هادی، رفلکتور، زههای زینتی، پلاک خودروها	- قابلیت تغییر شکل سرد خیلی خوب - قابلیت جوشکاری و لحیمکاری سخت - براده برداری سخت - مقاوم به خوردگی - برای اهداف زینتی (قابلیت اکسیدی آندی)	AW-1000 تا AW-1990 (سری 1000)	Al (مقدار Al (> 99,00%
آلومینیم، آلیاژهای خمیری آلومینیم، غیر قابل سختکاری (انتخاب)						
صفحه ۱۶۵						
			پوشش بام، پوشش نماها و سازه های حامل در ساختمان، اجزاء تاسیسات خنک کننده و تهویه در خودرو، قوطی کنسرو و مایعات در صنایع بسته بندی	- قابلیت تغییر شکل سرد - قابل جوشکاری و لحیمکاری سخت - با قابلیت براده برداری خوب در حالت کارسخت شده - در مقایسه با سری 1000 : استحکام بالا - پایداری خوب در برابر بازها	AW-3000 تا AW-3990 (سری 3000)	AlMn
			جنس ساختمانی سبک برای خودروهای سرویس، سیلو و تانکرها، تابلوهای فلزی، علائم ترافیک، کرکره ها، درهای کرکره ای، پنجره ها، درها، یراق آلات در صنایع ساختمان، پایه ماشین، اجزاء قیود و قالب	- شکل دهی سرد خوب با استحکام کارسختی بالا - تحت شرایطی قابل جوشکاری - قابلیت براده برداری خوب در حالت کارسختی سرد و با درصد بالای عناصر آلیاژی - مقاوم نسبت به آب و هوا و آب دریا	AW-5000 تا AW-5990 (سری 5000)	AlMg
				- شکل دهی خوب سرد با استحکام کارسختی بالا - قابلیت جوشکاری خوب - قابلیت ماشینکاری خوب - مقاوم به آب دریا		AlMgMn
آلومینیم، آلیاژهای خمیری آلومینیم، قابل پیرسختی (انتخاب)						
صفحه ۱۶۶						
			سازه های حامل در صنایع ساختمان، پنجره، در، میز ماشینها، اجزاء هیدرولیک و نیوماتیک؛ با عناصر آلیاژی Sn, Pb یا Bi : آلیاژهای اتومات با قابلیت ماشینکاری خیلی خوب	- شکل دهی سرد و گرم خوب - مقاوم به خوردگی - قابلیت جوشکاری خوب - قابلیت براده برداری خوب ماشینکاری در حالت پیرسختی	AW-6000 تا AW-6990 (سری 6000)	AlMgSi
			جنس ساختمانی سبک در خودرو و هواپیما؛ با عناصر آلیاژی Sn, Pb یا Bi : آلیاژهای اتومات با قابلیت ماشینکاری خوب	- مقادیر استحکام بالا - استحکام گرمایی خوب - پایداری خوردگی مشروط - قابلیت جوشکاری مشروط - قابلیت ماشینکاری خوب در حالت پیرسختی شده	AW-2000 تا AW-2990 (سری 2000)	AlCuMg
			جنس ساختمانی سبک خیلی محکم در هواپیما سازی و ماشین سازی، ابزار و قالب شکل دهی مواد مصنوعی، پیچها، قطعات اکستروژن شده	- استحکام بالای همه آلیاژهای Al - پایداری خوب خوردگی در حالت پیرسختی گرم - قابلیت جوشکاری مشروط - قابلیت براده برداری خوب در حالت پیرسختی	AW-7000 تا AW-7990 (سری 7000)	AlZnMgCu
(۱) اشکال محصول : B ورق؛ S مفتول (پروفیل)؛ R لوله						
(۲) آلیاژهای اتومات فقط به صورت مفتول یا لوله تحویل داده می شود.						

(۱) اشکال محصول : B ورق؛ S مفتول (پروفیل)؛ R لوله

(۲) آلیاژهای اتومات فقط به صورت مفتول یا لوله تحویل داده می شود.

آلومینیم، آلیاژهای خمیری - آلومینیم : نام کوتاه و شماره مواد

نام کوتاه برای محصولات نیمه تمام مثل ورقها، تیرها، لوله‌ها، مفتولها و قطعات آهنگری صادق است.

مثالهای مشخصه :

Al 99,98-EN AW

H111- Al Mg1SiCu -EN AW

EN
AW

استاندارد اروپایی
محصولات نیمه تمام Al

ترکیب شیمیایی، درجه خلوص

آلومینیم خالص، درجه خلوص 99,98% → Al 99,98

1% منیزیم، درصد پایین، Si و Cu → Al Mg1SiCu

طبق DIN EN 515 (1993-12)

حالت ماده (استخراج)

مفهوم وضعیت ماده	مفهوم علائم	علامت کوتاه	وضعیت
محصول نیمه تمام بدون عملیات بعدی	محصولات نیمه تمام بدون تعیین مقادیر حدی مکانیکی تولید می‌شوند، مثلاً استحکام کششی، تنش تسلیم، تغییر طول نسبی شکست	F	وضعیت تولید
قابلیت شکل دهی بعد از شکل دهی سرد	آنیل نرم ممکن است با شکل دهی گرم جایگزین شود، آنیل انحلال شده، خنک کاری سرد تا دمای محیط، شکل دهی ترمومکانیکی، قابلیت شکل دهی خیلی بالا	O O1 O2	آنیل نرم
رعایت مقادیر مشخصه مکانیکی تضمین شده، مثلاً استحکام کششی، تنش تسلیم	کار سختی سرد با درجه سختی زیر H18 H12 H14 H16 H18 سخت 1/4 سخت 1/2 سخت 3/4 سخت 4/4 آنیل شده با کار سختی سرد کم بعدی کار سختی سرد کم	H12 تا H18 H111 H112	کار سختی سرد شده
افزایش استحکام کششی، تنش تسلیم و سختی، کاهش شکل دهی سرد	آنیل انحلال شده، تنش زدایی شده و سرد پیرسختی شده، تابگیری نشده ترسانده شده مثل T1، سرد شکل داده شده و سرد پیرسختی شده آنیل انحلال شده، سرد شکل دهی شده و سرد پیرسختی شده مانند T3510، تابگیری شده جهت رعایت تolerانسهای حدی آنیل انحلال شده، سرد انبار شده آنیل انحلال شده، تنش زدایی شده و سرد انبار شده، تابگیری نشده آنیل نرمال شده، گرم پیرسختی شده آنیل انحلال شده، تنش گیری شده و گرم پیرسختی شده، تابگیری نشده آنیل انحلال شده، شکل دهی سرد، گرم پیرسختی شده آنیل انحلال شده، گرم پیرسختی شده، شکل دهی سرد	T1 T2 T3 T3510 T3511 T4 T4510 T6 T6510 T8 T9	عملیات حرارتی شده

طبق DIN EN 573-1 (1994-12)

شماره مواد برای آلومینیم و آلیاژهای خمیری آلومینیم

شماره مواد برای محصولات نیمه تمام مثلاً ورق، تیر، لوله، مفتول و قطعات آهنگری صادق است.

مثالهای مشخصه :

EN AW - 1050A

EN AW - 5154

EN
AW

استاندارد اروپایی
محصولات نیمه تمام آلومینیمی

در یک کشور. مقادیر حدی انحرافی از آلیاژهای اصلی تعیین می‌شود.

گروه آلیاژ			
رقم	گروه	رقم	گروه
1	خالص Al	5	AlMg
2	AlCu	6	AlMgSi
3	AlMn	7	AlZn
4	AlSi	8	و غیره

تبدیل آلیاژ	
0 →	آلیاژ اصلی
1...9 →	آلیاژهایی که از آلیاژهای اصلی انحراف دارد

شماره نوع
در داخل یک گروه آلیاژ، مثلاً AlMgSi، هر نوع یک شماره ویژه دارد.

طبق DIN EN 485-2 (1995-03)

DIN EN 754-2, 755-2 (1997-08)

آلومینیم و آلیاژهای خمیری آلومینیم

غیر قابل پیر سختی (انتخاب)

نام کوتاه (شماره مواد) ^(۱)	شکل تحویل ^(۲)	وضعیت ^(۳) جنس ^(۴)	ضخامت / قطر mm	استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _{p0.2} N/mm ²	تغییر طول نسبی شکست A %	کاربرد، مثال
Al 99,5 (1050A)	•	p F, H112 z O, H111 z H14	≤ 200	≥ 60	≥ 20	25	ساختمان تجهیزات، مخازن تحت فشار، تابلواها، بسته بندی، زلهای زینتی
			≤ 80	60...95	—	25	
			≤ 40	100...135	≥ 70	6	
	—	w O, H111	0,5...1,4 1,5...2,9 3,0...5,9	65...95 65...95 65...95	≥ 20 ≥ 20 ≥ 20	22 26 29	
Al Mn1 (3103)	•	p F, H112 z O, H111 z H14	≤ 200	≥ 95	≥ 35	25	ساختمان تجهیزات، قطعات اکستروژن، ساختمان خودرو، مبدل حرارتی
			≤ 60	95...130	≥ 35	25	
			≤ 10	130...165	≥ 110	6	
	—	w O, H111	0,5...1,4 1,5...2,9 3,0...5,9	90...130 90...130 90...130	≥ 35 ≥ 35 ≥ 35	19 21 24	
Al Mn1Cu (3003)	•	p F, H112 z O, H111 z H14	≤ 200	≥ 95	≥ 35	25	پوشش بام، نماها، سازه های حامل در ساختمانهای فلزی
			≤ 80	95...130	≥ 35	25	
			≤ 40	130...165	≥ 110	6	
	—	w O, H111	0,5...1,4 1,5...2,9 3,0...5,9	95...135 95...135 95...135	≥ 35 ≥ 35 ≥ 35	17 20 23	
Al Mg1 (5005)	•	p F, H112 z O, H111 z H14	≤ 200	≥ 100	≥ 40	18	پوشش بام، نماها، پنجره، درها، یراقها
			≤ 80	100...145	≥ 40	18	
			≤ 40	≥ 140	≥ 110	6	
	—	w O, H111	0,5...1,49 1,5...2,9 3,0...5,9	100...145 100...145 100...145	≥ 35 ≥ 35 ≥ 35	19 20 22	
Al Mg2 (5251)	•	p F, H112 z O, H111 z H14	≤ 200	≥ 160	≥ 60	16	تجهیزات و وسایل صنایع غذایی
			≤ 80	150...200	≥ 60	17	
			≤ 30	200...240	≥ 160	5	
	—	w O, H111	0,5...1,4 1,5...2,9 3,0...5,9	160...200 160...200 160...200	≥ 60 ≥ 60 ≥ 60	14 16 18	
Al Mg3 (5754)	•	p F, H112 z O, H111 z H14	≤ 150	≥ 180	≥ 80	14	ساختمان تجهیزات، ساختمان هواپیما، اجزاء خودرو، ساختمان قالب
			≤ 80	180...250	≥ 80	16	
			≤ 25	240...290	≥ 180	4	
	—	w O, H111	0,5...1,4 1,5...2,9 3,0...5,9	190...240 190...240 190...240	≥ 80 ≥ 80 ≥ 80	14 16 18	
Al Mg5 (5019)	•	p F, H112 z O, H111 z H14	≤ 200	≥ 250	≥ 110	14	وسایل نوری، بسته بندی
			≤ 80	250...320	≥ 110	16	
			≤ 40	270...350	≥ 180	8	
Al Mg3Mn (5454)	•	p F, H112 O, H111	≤ 200	≥ 200	≥ 85	10	ساختمان مخازن، همچنین مخازن تحت فشار، لوله کشی، خودروهای تانکر و سیلو
				200...275	≥ 85	18	
			0,5...1,4 1,5...2,9 3,0...5,9	215...275 215...275 215...275	≥ 85 ≥ 85 ≥ 85	13 15 17	
	—	w O, H111					
Al Mg4,5Mn0,7 (5083)	•	p F, H111 z O, H111 z H12	≤ 200	≥ 270	≥ 110	12	ساختمان قیود و قالب، پایه ماشین
			≤ 80	270...350	≥ 110	16	
			≤ 30	≥ 280	≥ 200	6	

(۱) جهت ساده بودن، همه نامهای کوتاه و شماره مواد بدون افزوده "EN AW" نوشته می شود.

(۲) شکل تحویل: B ورق، Tسمه، S مفتول گرد

(۳) A وضعیت تحویل: p مفتول اکستروژن شده، z کشیده شده، w نورد سرد

(۴) وضعیت جنس: صفحه ۱۶۴

طبق DIN EN 485-2 (1995-03)

DIN EN 754-2, 755-2 (1997-08)

نام کوتاه (شماره مواد) ^(۱)	شکل تحویل ^(۲)	A ^(۳)	وضعیت جنس ^(۴)	ضخامت/ قطر mm	استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _{p0.2} N/mm ²	تغییر طول نسبی شکست A %	کاربرد، مثال
Al CuPbMgMn (2007)	• -	p z z	T4, T4510 T3 T3	≤ 80 ≤ 30 30...80	≥ 370 ≥ 370 ≥ 340	≥ 250 ≥ 240 ≥ 220	8 7 6	آلیاژهای اتومات، ماشینکاری خوب در توانهای بالا، مثلاً برای قطعات تراشکاری و فرزکاری
Al Cu4PbMg (2030)	• -	p z z	T4, T4510 T3 T3	≤ 80 ≤ 30 30...80	≥ 370 ≥ 370 ≥ 340	≥ 250 ≥ 240 ≥ 220	8 7 6	
Al MgSiPb (6012)	• -	p z z	T5, T6510 T3 T6	≤ 150 ≤ 80 ≤ 80	≥ 310 ≥ 200 ≥ 310	≥ 260 ≥ 100 ≥ 260	8 10 8	
Al Cu4SiMg (2014)	• -	p z z	O, H111 T3 T4	≤ 200 ≤ 80 ≤ 80	≤ 250 ≥ 380 ≥ 380	≤ 135 ≥ 290 ≥ 220	12 8 12	قطعات هیدرولیک و نیوماتیک، در ساختمان خودرو و هواپیما، سازه‌های حامل در ساختمان فلزی
Al Cu4Mg1 (2024)	• -	p z z	O, H111 T3 T6	≤ 200 10...80 ≤ 80	≤ 250 ≥ 425 ≥ 425	≤ 150 ≥ 290 ≥ 315	12 9 5	قطعات ساختمان هواپیما و خودرو، سازه‌های حامل در ساختمان فلزی
Al MgSi (6060)	• -	p z z	T4 T4 T6	≤ 150 ≤ 80 ≤ 80	≤ 120 ≥ 130 ≥ 215	≤ 60 ≥ 65 ≥ 160	16 15 12	پنجره، در، ساختمان خودرو، میز ماشین، وسایل نوری
Al Si1MgMn (6082)	• -	p z z	O, H111 T4 T6	≤ 200 ≤ 80 ≤ 80	≤ 160 ≥ 205 ≥ 310	≤ 110 ≥ 110 ≥ 255	14 14 10	یراقها، قطعات ساختمان قیود و قالب، میز ماشین، وسایل صنایع غذایی
Al Zn4.5Mg1 (7020)	• -	p z z	T6 T6 T6	≤ 50 ≤ 80 ≤ 80	≥ 350 ≥ 350 ≥ 350	≥ 290 ≥ 280 ≥ 280	10 10 10	قطعات ساختمان خودرو و هواپیما، میز ماشین، ساختمان وسیله نقلیه ریلی
Al Zn5Mg3Cu (7022)	• -	p z z	T6, T6510 T6 T6	≤ 80 ≤ 80 ≤ 80	≥ 490 ≥ 460 ≥ 460	≥ 420 ≥ 380 ≥ 380	7 8 8	قطعات هیدرولیک و نیوماتیک و در ساختمان خودرو، پیچها
Al Zn5.5MgCu (7075)	• -	p z z	O, H111 T6 T73	≤ 200 ≤ 80 ≤ 80	≤ 275 ≥ 540 ≥ 455	≤ 165 ≥ 485 ≥ 385	10 7 10	قطعات خودرو و هواپیما، ساختمان قالب و قیود، پیچها

(۱) جهت ساده‌سازی همه نامهای کوتاه و شماره مواد عبارت "EN AW" نوشته نمی‌شوند.

(۲) شکل تحویل: B ورقها و تسمه‌ها؛ S میله گرد

(۳) A وضعیت تحویل: p میله اکستروژنه شده، z کشیده شده، w نورد سرد

(۴) وضعیت جنس: صفحه ۱۶۴

طبق DIN EN 1706 (1998-06), DIN EN 1780-1...3 (2003-01)

نامگذاری قطعات ریختگی آلومینیمی

قطعات ریختگی آلومینیمی با نام کوتاه با شماره مواد مشخص می‌شوند.

مثال نامگذاری:

شماره مواد

نام کوتاه

EN AC - Al Mg5 KF

EN AC - 51300 KF

EN استاندارد اروپایی
AC قطعه ریختگی آلومینیمی

K → فرآیند ریخته‌گری
F → وضعیت مواد
(جدول زیر)

K → فرآیند ریخته‌گری
F → وضعیت مواد
(جدول زیر)

ترکیب شیمیایی	
مثال	درصد آلیاژها
AlMg5	5% Mg
AlSi6Cu	6% Si, 4% Cu
AlCu4MgTi	4% Cu Ti و Mg هم درصدی

گروه آلیاژ			
رقم	گروه	رقم	گروه
21	AlCu	46	AlSi9Cu
41	AlSiMgTi	47	AlSi(Cu)
42	AlSi7Mg	51	AlMg
44	AlSi	71	AlZnMg

شماره نوع و رده	
در داخل یک گروه آلیاژی هر نوع و رده یک شماره خاص دارد.	

وضعیت جنس		فرآیند ریخته‌گری	
مفهوم	حروف	فرآیند ریخته‌گری	حروف
وضعیت ریخته‌گری، بدون عملیات بعدی	F	ریخته‌گری در ماسه	S
آنیل نرم	O	ریخته‌گری در قالب فلزی	K
خنک‌کاری کنترل شده، پیرسختی سرد	T1	ریخته‌گری تحت فشار (دایکاست)	D
آنیل انحلال و پیرسختی سرد	T4	ریخته‌گری دقیق (سومی)	L
خنک‌کاری کنترل شده و بعد از ریخته‌گری، پیرسختی گرم	T5		
آنیل انحلال و پیرسختی گرم	T6		

طبق DIN EN 1706 (1998-03)

آلیاژهای ریختگی آلومینیمی

نام کوتاه (شماره مواد) ^(۱)	V ^(۲)	W ^(۳)	مقادیر استحکام در وضعیت ریختگی (F)				خواص ^(۴)			
			سختی	استحکام کششی R _m N/mm ²	تنش تسلیم R _{p0.2} N/mm ²	تغییر طول نسبی شکست A %	G	D	Z	کاربرد
AC-AlMg3 (AC-51000)	S K	F F	50 50	140 150	70 70	3 5	-	-	•	مقاوم به خوردگی، قابل پولیش،
AC-AlMg5 (AC-51300)	S K	F F	55 60	160 180	90 100	3 4	-	-	•	برای اهداف زینتی با قابلیت اکسیدی آندی،
AC-AlMg5(Si) (AC-51400)	S K	F F	60 65	160 180	100 110	3 3	-	-	•	یراق آلات، ساختمان کشتی، صنایع شیمیایی
AC-AlSi12 (AC-44100)	S K L	F F F	50 55 60	150 170 160	70 80 80	4 5 1	•	•	O	مقاوم در برابر اثرات آب و هوایی، برای قطعات پیچیده
AC-AlSi7Mg (AC-42000)	S K L	T6 T6 T6	75 90 75	220 260 240	180 220 190	2 1 1	O	•	O	جدار نازک و آب‌بند فشار، پوسته موتور و پمپ، کنگری سیلندر، قطعات ساختمان هواپیما
AC-AlSi12(Cu) (AC-47000)	S K	F F	50 55	150 170	80 90	1 2	•	•	-	
AC-AlCu4Ti (AC-21100)	S K	T6 T6	95 95	300 330	200 220	3 7	-	-	•	مقادیر استحکام خیلی بالا، مقاوم به ارتعاش و گرما، قطعات ریختگی ساده

(۱) جهت آسان کردن نام کوتاه و شماره مواد بدون عبارت "EN" نوشته می‌شود، مثلاً AC-AlMg3 به جای EN AC-AlMg3

(۲) V فرآیند ریخته‌گری (جدول زیر)

(۳) W وضعیت جنس (جدول بالا)

(۴) G قابلیت ریخته‌گری، D قابلیت تراکم فشاری، Z قابلیت براده‌برداری، • خیلی خوب، O خوب، - تحت شرایطی خوب

پروفیل‌های آلومینیومی - نگاه کلی

استاندارد	تولید، ابعاد	شکل	استاندارد	تولید، ابعاد	شکل
لوله‌های گرد			مفتول‌های گرد		
DIN EN 755-7	بدون درز اکستروژنه شده $d = 20 \dots 250 \text{ mm}$		DIN EN 755-3	اکستروژنه شده $d = 3 \dots 100 \text{ mm}$	
DIN EN 754-7	کشش بدون درز $d = 3 \dots 270 \text{ mm}$		DIN EN 754-3	کشیده شده $d = 3 \dots 320 \text{ mm}$	
لوله‌های مربعی			مفتول‌های چهارگوش		
DIN EN 754-7	اکستروژنه شده $a = 15 \dots 100 \text{ mm}$		DIN EN 755-4	اکستروژنه شده $s = 10 \dots 220 \text{ mm}$	
			DIN EN 754-4	کشیده شده $s = 3 \dots 100 \text{ mm}$	
لوله مستطیلی			مفتول‌های مستطیلی		
DIN EN 755-7	بدون درز اکستروژنه شده $d = 20 \dots 250 \text{ mm}$		DIN EN 755-4	اکستروژنه شده $b = 10 \dots 600 \text{ mm}$ $s = 2 \dots 240 \text{ mm}$	
DIN EN 754-7	کشش بدون درز $d = 3 \dots 270 \text{ mm}$		DIN EN 754-4	کشیده شده $b = 5 \dots 200 \text{ mm}$ $s = 3 \dots 60 \text{ mm}$	
نبشی (پروفیل L)			ورق‌ها و تسمه‌ها		
DIN EN 1771	لبه گرد یا لبه تیز $h = 10 \dots 200 \text{ mm}$		DIN EN 485	نورد شده $s = 0,4 \dots 15 \text{ mm}$	
سپری (پروفیل T)			ناودانی (پروفیل U)		
DIN EN 9714	لبه گرد یا لبه تیز $h = 15 \dots 100 \text{ mm}$		DIN EN 9713	لبه گرد یا لبه تیز $h = 10 \dots 160 \text{ mm}$	

(۱) این استاندارد بدون استاندارد جایگزین، منسوخ شده است.

مفتول‌های گرد، - چهارگوش، کشیده شده طبق DIN EN 754-3, 754-4 (1996-01), DIN 1798^(۱), DIN 1796^(۱)

S مساحت سطح مقطع	m' وزن طولی	W مدول مقطع محوری	I ممان سطحی درجه ۲	d, a mm	S cm ²		m' kg/m		W _x = W _y cm ³		I _x = I _y cm ⁴	
				10	0,79	1,00	0,21	0,27	0,10	0,17	0,05	0,08
				12	1,13	1,44	0,31	0,39	0,17	0,29	0,10	0,17
				16	2,01	2,56	0,54	0,69	0,40	0,68	0,32	0,55
				20	3,14	4,00	0,85	1,08	0,79	1,33	0,79	1,33
				25	4,91	6,25	1,33	1,69	1,53	2,60	1,77	3,26
				30	7,07	9,00	1,91	2,43	2,65	4,50	3,98	6,75
				35	9,62	12,25	2,60	3,31	4,21	7,15	7,37	12,51
				40	12,57	16,00	3,40	4,32	6,28	10,68	12,57	21,33
				45	15,90	20,25	4,30	5,47	8,95	15,19	20,13	34,17
				50	19,64	25,00	5,30	6,75	12,28	20,83	30,69	52,08
				55	23,76	30,25	6,42	8,17	16,33	27,73	44,98	76,26
				60	28,27	36,00	7,63	9,72	21,21	36,00	63,62	108,00
				جنس	آلیاژهای خمیری آلومینیم: صفحه ۱۶۵ و ۱۶۶							

(۱) DIN 1796 و DIN 1798 توسط DIN EN 754-3 یا DIN EN 754-4 جایگزین شده است. استانداردهای DIN EN هیچ ابعادی ندارند. در تجارت علاوه بر مفتول‌های گرد و چهارگوش، محصولاتی طبق DIN 1798 و DIN 1796 هم عرضه می‌شود.

● مفتول گرد، ■ مفتول‌های چهارگوش

مفتولهای مستطیلی از آلیاژهای آلومینیومی

طبق (DIN EN 754-5 (1996-01)، جایگزین برای DIN 1769^{۱)}

مفتولهای مستطیلی، کشیده شده (انتخاب)

S	b × h	S	m'	e _x	e _y	W _x	I _x	W _y	I _y
مساحت سطح مقطع	mm	cm ²	kg/m	cm	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴
m'									
وزن طولی									
e									
فاصله از محورها									
W									
مدول مقطع محوری									
I									
مان سطحی درجه 2									
	10 × 3	0,30	0,08	0,15	0,5	0,015	0,0007	0,033	0,016
	10 × 6	0,60	0,16	0,3	0,5	0,060	0,018	0,100	0,050
	10 × 8	0,80	0,22	0,4	0,5	0,106	0,042	0,133	0,066
	15 × 3	0,45	0,12	0,15	0,75	0,022	0,003	0,112	0,084
	15 × 5	0,75	0,24	0,25	0,75	0,090	0,027	0,225	0,168
	15 × 8	1,20	0,32	0,4	0,75	0,230	0,064	0,300	0,225
	20 × 5	1,00	0,27	0,25	1,0	0,083	0,020	0,333	0,333
	20 × 8	1,60	0,43	0,4	1,0	0,213	0,085	0,533	0,533
	20 × 10	2,00	0,54	0,5	1,0	0,333	0,166	0,666	0,666
	20 × 15	3,00	0,81	0,75	1,0	0,750	0,562	1,000	1,000
	25 × 5	1,25	0,34	0,25	1,25	0,104	0,026	0,520	0,651
	25 × 8	2,00	0,54	0,4	1,25	0,266	0,106	0,833	1,041
	25 × 10	2,50	0,67	0,5	1,25	0,416	0,208	1,041	1,302
	25 × 15	3,75	1,01	0,75	1,25	0,937	0,703	1,562	1,953
	25 × 20	5,00	1,35	1,0	1,25	1,666	1,666	2,083	2,604
	30 × 10	3,00	0,81	0,5	1,5	0,500	0,250	1,500	2,250
	30 × 15	4,50	1,22	0,75	1,5	1,125	0,843	2,250	3,375
	30 × 20	6,00	1,62	1,0	1,5	2,000	2,000	3,000	4,500
	40 × 10	4,00	1,08	0,5	2,0	0,666	0,333	2,666	5,333
	40 × 15	6,00	1,62	0,75	2,0	1,500	1,125	4,000	8,000
	40 × 20	8,00	2,16	1,0	2,0	2,666	2,666	5,333	10,666
	40 × 25	10,00	2,70	1,25	2,0	4,166	5,208	6,666	13,333
	40 × 30	12,00	3,24	1,5	2,0	6,000	9,000	8,000	16,000
	40 × 35	14,00	3,78	1,75	2,0	8,166	14,291	9,333	18,666
	50 × 10	5,00	1,35	0,5	2,5	0,833	0,416	4,166	10,416
	50 × 15	7,50	2,03	0,75	2,5	1,875	1,406	6,250	15,625
	50 × 20	10,00	2,70	1,0	2,5	3,333	3,333	8,333	20,833
	50 × 25	12,50	3,37	1,25	2,5	5,208	6,510	10,416	26,041
	50 × 30	15,00	4,05	1,5	2,5	7,500	11,250	12,500	31,250
	50 × 35	17,50	4,73	1,75	2,5	10,208	17,864	14,583	36,458
	50 × 40	20,00	5,40	2,0	2,5	13,333	26,666	16,666	41,668
	60 × 10	6,00	1,62	0,5	3,0	1,000	0,500	6,000	18,000
	60 × 15	9,00	2,43	0,75	3,0	2,250	1,687	9,000	27,000
	60 × 20	12,00	3,24	1,0	3,0	4,000	4,000	12,000	36,000
	60 × 25	15,00	4,05	1,25	3,0	6,250	7,812	15,000	45,000
	60 × 30	18,00	4,86	1,5	3,0	9,000	13,500	18,000	54,000
	60 × 35	21,00	5,67	1,75	3,0	12,250	21,437	21,000	63,000
	60 × 40	24,00	6,48	2,0	3,0	16,000	32,000	24,000	72,000
	80 × 10	8,00	2,16	0,5	4,0	1,333	0,666	10,666	42,666
	80 × 15	12,00	3,24	0,75	4,0	3,000	2,250	16,000	64,000
	80 × 20	16,00	4,52	1,0	4,0	5,433	5,333	21,333	85,333
	80 × 25	20,00	5,40	1,25	4,0	8,333	10,416	26,666	106,66
	80 × 30	24,00	6,48	1,5	4,0	12,000	18,000	32,000	128,00
	80 × 35	28,00	7,56	1,75	4,0	16,333	28,583	37,333	149,33
	80 × 40	32,00	8,64	2,0	4,0	21,333	42,666	42,666	170,66
	100 × 20	20,00	5,40	1,0	5,0	6,666	3,666	33,333	166,66
	100 × 30	30,00	8,10	1,5	5,0	15,000	22,500	50,000	250,00
	100 × 40	40,00	10,8	2,0	5,0	26,666	53,333	66,666	333,33
شعاع لبه‌ها r									
h	r _{max}								
mm	mm								
≤ 10	0,6	جنس							
> 10...30	1,0								
> 30...60	2,0								

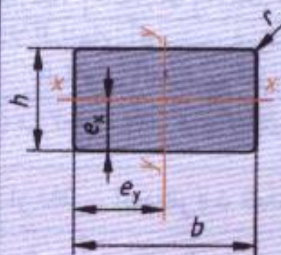
آلیاژهای خمیری آلومینیومی : صفحه ۱۶۵ و ۱۶۶

(۱) DIN EN 754-5 هیچ ابعادی ندارد، در تجارت، مفتولهای مستطیلی با ابعادی طبق DIN 1769 هم عرضه می‌شود.

آلیاژهای خمیری آلومینیومی: صفحه ۱۶۵ و ۱۶۶

(۱) DIN EN 754-5 هیچ ابعادی ندارد، در تجارت، مفتولهای مستطیلی با ابعادی طبق DIN 1769 هم

عرضه می‌شود.



لوله و ناودانی از آلیاژهای آلومینیم

طبق DIN EN 754-7 (1998-10)، جایگزین برای DIN 1795^(۱)

لوله‌های بدون درز کشیده شده

d	قطر خارجی	d × s	S	m'	W _x	I _x	d × s	S	m'	W _x	I _x
s	ضخامت دیواره	mm	cm ²	kg/m	cm ³	cm ⁴	mm	cm ²	kg/m	cm ³	cm ⁴
S	مساحت سطح مقطع	10 × 1	0,281	0,076	0,058	0,029	35 × 3	3,010	0,814	2,225	3,894
m'	وزن طولی	10 × 1,5	0,401	0,108	0,075	0,037	35 × 5	4,712	1,272	3,114	5,449
W	مدول مقطع محوری	10 × 2	0,503	0,136	0,085	0,043	35 × 10	7,854	2,121	4,067	7,118
I	ممان سطحی درجه 2	12 × 1	0,346	0,093	0,088	0,053	40 × 3	3,487	0,942	3,003	6,007
		12 × 1,5	0,495	0,134	0,116	0,070	40 × 5	5,498	1,484	4,295	8,590
		12 × 2	0,628	0,170	0,136	0,082	40 × 10	9,425	2,545	5,890	11,781
		16 × 1	0,471	0,127	0,133	0,133	50 × 3	4,430	1,196	4,912	12,281
		16 × 2	0,880	0,238	0,220	0,220	50 × 5	7,069	1,909	7,245	18,113
		16 × 3	1,225	0,331	0,273	0,273	50 × 10	12,566	3,393	10,681	26,704
		20 × 1,5	0,872	0,235	0,375	0,375	55 × 3	4,901	1,323	6,044	16,201
		20 × 3	1,602	0,433	0,597	0,597	55 × 5	7,854	2,110	9,014	24,789
		20 × 5	2,356	0,636	0,736	0,736	55 × 10	14,137	3,817	13,655	37,552
		25 × 2	1,445	0,390	0,770	0,963	60 × 5	8,639	2,333	10,979	32,938
		25 × 3	2,073	0,560	1,022	1,278	60 × 10	15,708	4,241	17,017	51,051
		25 × 5	3,142	0,848	1,335	1,669	60 × 16	22,117	4,890	20,200	60,600
		30 × 2	1,759	0,475	1,155	1,733	70 × 5	10,210	2,757	15,498	54,242
		30 × 4	3,267	0,882	1,884	2,826	70 × 10	18,850	5,089	24,908	87,179
		30 × 6	4,524	1,220	2,307	3,461	70 × 16	27,143	7,331	30,750	107,62



مثلا آلیاژهای آلومینیم، غیرقابل پیرسختی: صفحه ۱۶۵
آلیاژهای آلومینیم، قابل پیرسختی: صفحه ۱۶۶

(۱) در DIN 754-7 هیچ ابعادی داده نشده است. در تجارت، لوله‌های با ابعاد طبق DIN 1795 هم عرضه می‌شود.

طبق DIN EN 9713 (1981-09)

ناودانی، اکستروژد شده (انتخاب)

b	عرض	b × h × s × t	S	m'	e _x	e _y	W _x	I _x	W _y	I _y
h	ارتفاع	mm	cm ²	kg/m	cm	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴
S	مساحت سطح مقطع	20 × 20 × 3 × 3	1,62	0,437	1,00	0,780	0,945	0,945	0,805	0,628
m'	وزن طولی	30 × 30 × 3 × 3	2,52	0,687	1,50	1,10	2,43	3,64	2,06	2,29
W	مدول مقطع محوری	35 × 35 × 3 × 3	2,97	0,802	1,75	1,28	3,44	6,02	2,91	3,73
I	ممان سطحی درجه 2	40 × 15 × 3 × 3	1,92	0,518	2,0	0,431	2,04	4,07	0,810	0,349
		40 × 20 × 3 × 3	2,25	0,608	2,0	0,610	2,59	5,17	1,30	0,795
		40 × 30 × 3 × 3	2,85	0,770	2,0	3,62	7,24	2,49	2,49	2,52
		40 × 30 × 4 × 4	3,71	1,00	2,0	1,05	4,49	8,97	3,03	3,17
		40 × 40 × 4 × 4	4,51	1,22	2,0	1,49	5,80	11,6	4,80	7,12
		40 × 40 × 5 × 5	5,57	1,50	2,0	1,52	6,80	13,6	5,64	8,59
		50 × 30 × 3 × 3	3,15	0,851	2,5	0,929	4,88	12,2	2,91	2,70
		50 × 30 × 4 × 4	4,91	1,33	2,5	1,38	7,83	19,6	5,65	7,80
		50 × 40 × 5 × 5	6,07	1,64	2,5	1,42	9,32	23,3	6,54	9,26
		60 × 30 × 4 × 4	4,51	1,22	3,0	0,896	7,90	23,7	4,12	3,69
		60 × 40 × 4 × 4	5,31	1,43	3,0	1,29	10,1	30,3	6,35	8,20
		60 × 40 × 5 × 5	6,57	1,77	3,0	1,33	12,0	36,0	7,47	9,94
		80 × 40 × 6 × 6	8,95	2,42	4,0	1,22	20,6	82,4	10,6	20,6
		80 × 45 × 6 × 8	11,2	3,02	4,0	1,57	27,1	108	13,9	21,8
		100 × 40 × 6 × 6	10,1	2,74	5,0	1,11	28,3	142	12,5	13,8
		100 × 50 × 6 × 9	14,1	3,80	5,0	1,72	43,4	217	19,9	34,3
		120 × 55 × 7 × 9	17,2	4,64	6,0	1,74	61,9	295	28,2	49,1
		140 × 60 × 4 × 6	12,35	3,35	7,0	1,83	56,4	350	24,7	45,2
راکوردهای r ₁ و r ₂										
t	r ₁	r ₂	جنس							
mm	mm	mm	AlMgSi0,5; AlMgSi1; AlZn4,5Mg1							
3, 4	2,5	0,4								
5, 6	4	0,6								
8, 9	6	0,6								

(۱) DIN EN 9713 بدون استاندارد جایگزین منسوخ شده است. در تجارت ناودانیهای دیگری هم علاوه بر این استاندارد عرضه شده است.

آلیاژهای خمیری منیزیم (انتخاب)

طبق DIN 9715 (1982-08)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	ظرف مفتول mm	W ^(۲)	شکل تحویل ^(۱)			شماره مواد	نام کوتاه
						S	R	G		
مقاوم به خوردگی، قابل جوشکاری، قابل شکل‌دهی سرد، پوشش، مخازن	15	145	200	≤ 80	F20	•	•	•	3.3520	MgMn2
	10	155	240	≤ 80	F24	•	•	•	3.5312	MgAl3Zn
استحکام بالا، جوشکاری مشروط، جنس ساختمانی	10	195	270	≤ 80	F27	•	•	•	3.5612	MgAl6Zn
سبک در ساختمان خودرو، هواپیما و ماشین‌سازی	10 6	205 215	290 310	≤ 80 ≤ 80	F29 F31	•	•	•	3.5812	MgAl8Zn

(۱) شکل تحویل: S مفتول، مثلاً مفتول گرد، R لوله، G قطعات آهنگری قالب بسته

(۲) وضعیت جنس W: $F20 \rightarrow R_m = 10 \cdot 20 = 200 \text{ N/mm}^2$

آلیاژهای منیزیم (انتخاب)

طبق DIN EN 1753 (1997-08)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	سختی HB	وضعیت جنس ^(۳)	V ^(۲)	شماره مواد ^(۱)	نام کوتاه ^(۱)
قابلیت ریخته‌گری خوب، قابل بارگذاری دینامیکی، قابل جوشکاری، پوسته‌های جعبه دنده و موتور	2	90	160	50...65	F	S	MC21110	MCMgAl8Zn1
	8	90	240	50...65	T6			
	2	90	160	50...65	F	K		
	8	90	160	50...65	T4	K		
استحکام بالا، خواص لغزشی خوب، قابل جوشکاری، ساختمان خودرو و هواپیما، اتصالات لوله	≤ 7	140...160	200...250	60...85	F	D	MC21120	MCMgAl9Zn1
	6	90	160	55...70	F	S		
	2	150	240	60...90	T6			
	2	110	160	55...70	F	K		
مقاوم به خستگی، قابل بارگذاری دینامیکی، مقاوم به گرما، پوسته جعبه دنده و موتور	2	150	240	60...90	T6	K	MC21230 MC21240 MC21320	MCMgAl6Mn MCMgAl7Mn MCMgAl4Si
	1...6	140...170	200...260	65...85	F	D		
	4...14	120...150	190...250	55...70	F	D		
	3...10	130...160	200...260	60...75	F	D		
	3...12	120...150	200...250	55...80	F	D		

(۱) جهت ساده‌سازی نام کوتاه و شماره مواد، عبارت "EN" نوشته نمی‌شود، مثلاً MCMgAlBZn1 به جای EN-MCMgAl8Zn1.

(۲) V فرآیند ریخته‌گری: S ریخته‌گری در ماسه، K ریخته‌گری در قالب فلزی، D دایکاست

(۳) وضعیت جنس، به نامگذاری آلیاژهای آلومینیم نگاه کنید، صفحه ۱۶۷

تیتانیم، آلیاژهای تیتانیم (انتخاب)

طبق DIN EN 17860 (1990-11)

خواص، کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	سختی HB	ضخامت ورق s mm	شکل تحویل ^(۱)			شماره مواد	نام کوتاه
						S	R	G		
قابل جوشکاری، لحیمکاری و چسباندن، قابل براده‌برداری و شکل‌دهی سرد و گرم، مقاوم به خستگی و خوردگی، سبک	30	180	290...410	120	0.4...35	•	•	•	3.7025	Ti1
	22	250	390...540	150		•	•	•	3.7035	Ti2
	18	320	460...590	170		•	•	•	3.7055	Ti3
در طرح‌های ماشین‌سازی، الکترونیک، مکانیک ظریف، اپتیک یا صنایع پزشکی، صنایع غذایی و شیمیایی	30	180	290...410	120	0.4...35	•	•	•	3.7225	TiPd
	22	250	390...540	150		•	•	•	3.7235	Ti2Pd
	10	1000	≥ 1070	320	< 6	•	•	•	3.7175	TiAl6V6Sn2
	8	950	≥ 1000	320	6...50	•	•	•		
	8	870	≥ 920	310	< 6	•	•	•	3.7165	TiAl6V4
	8	830	≥ 900	310	6...100	•	•	•		
	9	1050	≥ 1050	350	6...65	•	•	•	3.7185	TiAl4Mo4Sn2

(۱) شکل تحویل: B ورق تسمه، S مفتول، مثلاً مفتول گرد، R لوله‌ها

فلزات سنگین، فلزات غیر آهنی با جرم مخصوص $\rho > 5 \text{ kg/dm}^3$ می‌باشند.

- جنس سازه‌های ماشین‌سازی و تاسیسات: مس، قلع، روی، نیکل، سرب و آلیاژهای آنها
- فلزات آلیاژی: کرم، وانادیم، کبالت (تاثیر فلزات آلیاژی: صفحه ۱۳۰)
- فلزات نجیب: طلا، نقره، پلاتین

فلزات خالص: ساختار هموزن، استحکام پایین، اهمیت کمتر به عنوان جنس سازه، کاربرد غالباً به دلیل خواص نوع جنس مثلاً هدایت الکتریکی خوب.

آلیاژهای فلزات سنگین: خواص بهبود یافته در مقابل فلزات پایه آنها، مانند استحکام بالا، سختی بالا، قابلیت براده‌برداری و مقاومت خوردگی بهتر؛ جنس سازه برای موارد مختلف، بسته به تولید به آلیاژهای خمیری و ریختگی تقسیم می‌شوند.

نگاه کلی به آلیاژهای رایج فلزات سنگین و آلیاژهای فلزات سنگین

مثالهای کاربردی	خواص کلی	فلز، گروه آلیاژ
لوله تاسیسات بهداشتی و گرمایش، تاسیسات گرمایش و برودتی، سیمهای الکتریکی، اجزاء ساختمانی الکترونیکی، ظروف آشپزخانه، پوشش نماها	رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا، جلوگیری از باکتری، قارچ، ویروس، مقاوم به خوردگی، از نظر اپتیکی خوب، قابل بازیافت	مس (Cu)
• آلیاژهای خمیری: قطعات کشش عمیق، پیچها، فنرها، لوله‌ها، قطعات ابزار دقیق، • آلیاژهای ریختگی: بدنه شیرها، یاتاقان لغزشی، قطعات مکانیک ظریف	مقاوم به سایش و خوردگی، شکل‌دهی سرد و گرم خوب، براده‌برداری خوب، قابل پولیش، براق مثل طلا، استحکام متوسط	CuZn (برنج)
قطعات تراشکاری اتومات، قطعات مکانیک ظریف، فیتینگها، قطعات پرسکاری گرم	براده‌برداری خیلی خوب، شکل‌دهی سرد مشروط، شکل‌دهی گرم خیلی خوب	CuZnPb
بدنه شیرها، یاتاقانهای لغزشی، فلاتچها، قطعات شیرها	شکل‌دهی گرم خوب، استحکام بالا، مقاوم به سایش، مقاوم به آب و هوا	CuZn چندماده‌ای
• آلیاژهای خمیری: یراق آلات، پیچها، فنرها، شلنگهای فلزی • آلیاژهای ریختگی: مهره اسپیندل، چرخ حلزونی، یاتاقان لغزشی حجیم	مقاومت خوردگی عالی، خواص لغزشی خوب، استحکام سایشی خوب، استحکام شدیداً متغیر در نتیجه شکل‌دهی سرد	CuSn (برنز)
• آلیاژهای خمیری: مهره‌های تحت فشار بالا، قرقره‌های قطع و وصل • آلیاژهای ریختگی: اتصالات در صنایع شیمیایی، بدنه پمپها، پروانه‌ها	استحکام و چقرمگی بالا، مقاومت خوردگی عالی، پایدار به آب دریا، مقاوم به گرما، مقاومت خوب به کاویتاسیون	CuAl
سکه‌ها، مقاومت الکتریکی، مبدل حرارتی، پمپها، شیرها در سیستم خنک‌کاری با آب دریا، ساختمان کشتی	پایدار خیلی خوب به خوردگی، نمای نقره‌ای، براده‌برداری خوب، قابل پولیش، قابل شکل‌دهی سرد	CuNi(Zn)
محافظ خوردگی قطعات فولادی	پایدار به خوردگی جوی	روی (Zn)
پوشش سقف و بام، ناودانی باران	شکل‌دهی خوب، قابل اتصال با لحیمکاری نرم	ZnTi
قطعات دایکاست نازک و ظریف	قابلیت ریخته‌گری خیلی خوب	ZnAlCu
پوشش ورقهای فولادی	پایداری خوب شیمیایی، غیرسمی	قلع (Sn)
لحیم نرم	رقیق	SnPb
قطعات دایکاست کوچک و دقیق، یاتاقان لغزشی با بارگذاری متوسط	خواص حرکت و ایست اضطراری خوب	SnSb
لایه محافظ خوردگی روی قطعات فولادی	مقاوم به خوردگی، مقاوم به گرما	نیکل (Ni)
دستگاهها، کندناستور، مبدل حرارتی	پایداری عالی خوردگی و مقاوم به گرما	NiCu
تاسیسات شیمیایی، لوله‌های گرمایش، دیگهای نیروگاه و توربینهای گازی	پایداری عالی خوردگی، مقاومت عالی به گرما و پایداری نسبت به پوسته شدن، گاهی قابل پیرسختی	NiCr
محافظ و مانع، پوشش و غلاف کابل، لوله‌های ساختمان تجهیزات شیمیایی	محافظ و عایق اشعه رونتگن (X) و گاما، مقاوم به خوردگی، سمی	سرب (Pb)
لحیم نرم، لایه لغزشی	رقیق، نرم، خواص حرکت و ایست اضطراری دورانی خوب	PbSn
یاتاقان لغزشی، قطعات دایکاست کوچک و دقیق مانند پاندول، قطعات وسایل اندازه‌گیری و شمارنده‌ها (کنتورها)	رقیق، مقاوم به خوردگی، خواص گردشی و لغزشی خوب	PbSbSn

طبق (DIN 1700 (1954-07)

نامگذاری (استخراج)

مثال :

NiCu30Fe F45

GD - Sn80Sb

تولید، کاربرد	
E	جنس الکتریکی
G	ریخته‌گری در ماسه
GC	ریخته‌گری پیوسته
GD	دایکاست
GK	ریخته‌گری قالب فلزی
GZ	ریخته‌گری گریز از مرکز
L	لحیم
S	آلیاژ افزوده جوشکاری

ترکیب شیمیایی	
مثال	ملاحظات
NiCu30Fe	آلیاژ Ni-Cu مقداری آهن، 30% Cu
Sn80Sb	آلیاژ Sn-Sb حدود 80% Sn، 20% Sb

خواص ویژه	
F45	حداقل استحکام کششی $R_m = 10 \cdot 45 \text{ N/mm}^2$ $= 450 \text{ N/mm}^2$
a	پیرسختی شده
g	انیل شده
h	سخت
ka	پیرسختی سرد
ku	شکل دهی سرد
ta	پیرسختی جزئی
wa	پیرسختی گرم
wu	شکل دهی گرم
zh	سخت چقرمه

(۱) منسوخ شده است. در بعضی از استانداردها علامت کوتاه مواد هنوز هم به کار می‌رود.

طبق (DIN EN 1982 (1998-12), 1173 (1995-11)

نامگذاری آلیاژهای مس

مثال :

CuZn31Si

- R620

CuZn38Pb2

CuSn11Pb2 - C - GS

ترکیب شیمیایی	
مثال	مفهوم
CuZn31Si	آلیاژ Cu, 31% Zn, مقداری Si
CuZn38Pb2	آلیاژ Cu, 38% Zn, 2% Pb
CuSn11Pb2	آلیاژ Cu, 11% Sn, 2% Pb

فرآیند ریخته‌گری	
GM	ریخته‌گری قالب فلزی
GS	ریخته‌گری در ماسه
GZ	ریخته‌گری گریز از مرکز
GP	دایکاست

شکل محصولات	
C	جنس به شکل قطعه ریخته‌گری (بدون حرف مشخصه)

وضعیت جنس

مثال	مفهوم	مثال	مفهوم
A007	تغییر طول نسبی شکست $A = 7\%$	Y450	تنش تسلیم $R_p = 450 \text{ N/mm}^2$
D	کشیده شده، بدون تعیین خواص مکانیکی	M	وضعیت تولید، بدون تعیین خواص مکانیکی
H160	سختی ویکرز $HV = 160$	R620	استحکام کششی حداقل $R_m = 620 \text{ N/mm}^2$

طبق (DIN EN 1412 (1995-12)

شماره مواد مس و آلیاژهای مس

مثال :

C W 024 A

C جنس مس

C جنس ریختگی
B جنس به صورت بلوک
W جنس خمیری

عدد بین 000 و 999 بدون
مفهوم معین

حروف مشخصه گروه جنس

حرف	گروه جنس	حرف	گروه جنس
B یا A	مس	H	آلیاژهای مس-نیکل
D یا C	آلیاژهای مس، مقدار عناصر آلیاژی $> 5\%$	J	آلیاژهای مس-روی
F یا E	آلیاژهای مس، مقدار عناصر آلیاژی $\leq 5\%$	K	آلیاژهای مس-قلع
G	آلیاژهای مس-آلومینیم	M یا L	آلیاژهای دوجنسی مس-روی
		P یا N	آلیاژهای مس-روی-سرب
		S یا R	آلیاژهای چندجنسی مس-روی

طبق (DIN EN 12844 (1999-01)

شماره مواد برای قطعات ریختگی از آلیاژهای روی

مثال :

Z P 04 1 0

Z آلیاژ روی

P قطعه ریختگی

مقدار Al: آلومینیم $04 \approx 4\%$ مقدار Cu: مس $1 \approx 1\%$

مقدار بزرگترین عنصر آلیاژی بعدی اولین عنصر
آلیاژی بزرگ
 $0 =$ اولین عنصر آلیاژی بزرگ $> 1\%$

آلیاژهای خمیری- مس

خواص، مثالهای کاربرد	تغییر طول نسبی شکست A %	نشی تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	سختی HB	مفتول ϵ_D mm	Z	مشخصه، نام کوتاه (شماره مواد) ^(۱)
----------------------	----------------------------------	---	---	------------	-----------------------------	-----	--

طبق DIN EN 12163 (1998-04)

آلیاژهای مس- روی

CuZn28 (CW504L)	R310	4...80	—	310	120	27	شکل دهی سرد خیلی خوب، شکل دهی گرم خوب، قابل براده برداری، قابلیت پولیش خیلی خوب؛ قطعات ابزار دقیق، پوسته ها (پوش، پوکه)
	R460	4...10	—	460	420	—	
	H085	4...80	85...115	—	—	—	
CuZn37 (CW508L)	R310	2...80	—	310	120	30	شکل دهی سرد خیلی خوب، شکل دهی گرم خوب، قابل براده برداری، قابلیت پولیش خیلی خوب؛ قطعات کشش عمیق، پیچها، فنرها، نورد های چاپ
	R440	2...10	—	440	400	—	
	H070	4...80	70...100	—	—	—	
CuZn40 (CW509L)	R340	2...80	—	340	260	25	شکل دهی گرم خیلی خوب، قابل براده برداری؛ میخ پرچها، پیچها
	H080	—	≥ 80	—	—	—	

طبق DIN EN 12163 (1998-04)

آلیاژهای مس- روی (آلیاژهای چندعنصری)

CuZn31Si (CW708R)	R460	5...40	—	460	250	22	شکل دهی سرد خوب، شکل دهی گرم خوب، قابل براده برداری، خواص لغزشی خوب؛ اجزاء لغزشی، پوشهای یاتاقان، راهنماها
	R530	5...14	—	530	330	12	
	H115	5...40	115...145	—	—	—	
CuZn38Mn1Al (CW716R)	R490	5...40	—	490	210	18	شکل دهی گرم خوب، قابل شکل دهی سرد، قابل براده برداری، خواص لغزشی خوب، مقاوم به آب و هوا؛ اجزاء لغزشی، راهنماها
	R550	5...14	—	550	280	10	
	H120	5...40	120...150	—	—	—	
CuZn40Mn2Fe1 (CW723R)	R460	5...40	—	460	270	20	شکل دهی گرم خوب، قابل شکل دهی سرد، قابل براده برداری، استحکام متوسط، مقاوم به آب و هوا؛ ساختمان تجهیزات، معماری
	R540	5...14	—	540	320	8	
	H110	5...40	110...140	—	—	—	
	H150	5...14	≥ 150	—	—	—	

طبق DIN EN 12164 (2000-09)

آلیاژهای مس- روی- سرب

CuZn36Pb3 (CW603N)	R340	40...80	90	340	160	20	براده برداری خیلی خوب، شکل دهی سرد محدود؛ قطعات تراشکاری اتومات
	R550	2...4	150	550	450	—	
CuZn38Pb2 (CW608N)	R360	40...80	90	360	150	25	براده برداری خیلی خوب، شکل دهی سرد و گرم خوب؛ قطعات اتومات
	R550	2...6	150	550	420	—	
CuZn40Pb2 (CW617N)	R360	40...80	90	360	150	20	براده برداری خیلی خوب، شکل دهی گرم خوب؛ چرخنده ها، ابزار سرکج تمیزکاری
	R550	2...4	150	550	420	—	

طبق DIN EN 12163 (1998-04)

آلیاژهای مس- قلع

CuSn6 (CW452K)	R340	2...60	—	340	230	45	پایداری شیمیایی بالا، استحکام خوب؛ فنرها، شلنگهای فلزی، لوله و پوکه بدنه های فنی
	R550	2...6	—	550	500	—	
	H085	2...60	85...115	—	—	—	
CuSn8 (CW453K)	R390	2...60	—	390	260	45	پایداری شیمیایی بالا، استحکام بالا، خواص لغزشی خوب، یاتاقانهای لغزشی، پوشهای یاتاقان، فنرهای کنتاکت
	R620	2...6	—	620	550	—	
	H090	2...60	90...120	—	—	—	
CuSn8P (CW459K)	R390	2...60	—	390	260	45	خواص لغزشی خیلی خوب، استحکام سایشی بالا، مقاوم به ارتعاشهای خستگی؛ یاتاقانهای لغزشی تحت بار بالا در خودرو و ماشینها
	R620	2...6	—	620	550	—	
	H090	2...60	90...120	—	—	—	
	H185	2...6	≥ 185	—	—	—	

(۱) شماره مواد طبق DIN EN 1412 : صفحه ۱۷۳.

(۲) وضعیت جنس طبق DIN EN 1173 : صفحه ۱۷۳. در وضعیت تولید M همه آلیاژها تا قطر D = 80 mm قابل تحویل می باشند.

(۳) منظور از D قطر در مفتولهای گرد، اندازه آچارگیر در مفتولهای چهار گوش و شش گوش، ضخامت در مفتولهای مستطیلی.

آلیاژهای مس و آلیاژهای ظریف روی

خواص، مثالهای کاربردی	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	سختی HB	مفتول r_D mm	Z	مشخصه، نام کوتاه (شماره مواد) ^(۱)
آلیاژهای مس - آلومینیم							
طبق DIN EN 12163 (1998-04)							
CuAl10Fe3Mn2 (CW306G)	12	330	590	—	10...80	R590	مقاوم به خوردگی، ضدسایش، مقاوم به خستگی، مقاوم به گرما؛ پیچها، محورها، چرخندها، چرخهای حلزون، نشیمن شیرها
	6	510	690	—	10...50	R690	
	—	—	—	140...180	10...80	H140	
	—	—	—	≥ 170	10...50	H170	
CuAl10Ni5Fe4 (CW307G)	10	480	680	—	10...80	R680	مقاوم به خوردگی، ضدسایش، مقاوم به پوسته شدن، مقاوم به خستگی، مقاوم به گرما؛ کف کنداساتور، اجزاء کنترل در هیدرولیک
	8	530	740	—	—	R740	
	—	—	—	170...210	10...80	H170	
	—	—	—	≥ 200	—	H200	

آلیاژهای مس - نیکل - روی							
مقایسه DIN EN 12163 (1998-04)							
CuNi12Zn24 (CW430J)	38	270	380	—	2...50	R380	شکل دهی سرد خیلی خوب، قابل براده برداری، پرداخت خوب، قطعات کشش عمیق؛ قاشق و چنگال، حرفه هنری، معماری، فنرهای کنتاکت
	—	550	640	—	2...4	R640	
	—	—	—	90...130	2...50	H090	
	—	—	—	≥ 190	2...4	H190	
CuNi18Zn20 (CW409J)	35	280	400	—	2...50	R400	شکل دهی سرد خوب، قابل براده برداری، خواص استارت و دوران خوب، پولیش خوب؛ ممبران، فنرهای کنتاکت، قاشق و چنگال
	—	580	650	—	2...4	R650	
	—	—	—	100...140	2...50	H100	
	—	—	—	≥ 200	2...4	H200	

(۲) Z وضعیت جنس طبق DIN EN 1173 : صفحه ۱۷۲.

(۱) شماره مواد طبق DIN EN 1412 : صفحه ۱۷۳.

(۳) منظور از D قطر در مفتولها، اندازه آچارگیر در مفتولهای چهارگوش و شش گوش، ضخامت در مفتولهای مستطیلی

آلیاژهای ریختگی مس							
طبق DIN EN 1982 (1998-12)							
خواص، کاربرد	سختی HB	تغییر طول نسبی شکست A %	تنش تسلیم $R_{p0.2}$ N/mm ²	استحکام کششی R_m N/mm ²	مشخصه، نام کوتاه (شماره مواد) ^(۱)		
لحیمکاری نرم و سخت خیلی خوب، مقاوم به آب دریا؛ فلاپها	45	20	70	160	CuZn15As-C (CC760S)		
براده برداری خوب، پایدار به آب مصرفی تا 90 °C، اتصالات	45	12	70	180	CuZn32Pb2-C (CC750S)		
استحکام و سختی خیلی بالا، براده برداری خوب؛ یاتاقانهای لغزشی	180	8	450	750	CuZn25Al5Mn4Fe-C (CC762S)		
استحکام سایش بالا؛ مهره اسپیندل، چرخهای حلزون	80	7	140	260	CuSn12-C (CC483K)		
ضدسایش، خواص حرکت و ایست اضطراری خوب؛ یاتاقانهای لغزشی	80	5	130	240	CuSn11Pb2-C (CC482K)		
قطعات تحت تنش مکانیکی؛ اهرم، پوسته، چرخندهای مخروطی	100	18	180	500	CuAl10Fe2-C (CC331G)		
قطعات تحت خوردگی؛ اتصالات، پیچهای کشتی	130	18	180	500	CuAl10Ni3Fe2-C (CC332G)		
قطعات تحت بار مکانیکی و خوردگی؛ پمپها	140	13	250	600	CuAl10Fe5Ni5-C (CC333G)		

(۱) شماره مواد طبق DIN EN 1412 : صفحه ۱۷۳. سایر آلیاژهای ریختگی مس برای یاتاقانها : صفحه ۲۶۴. مقادیر استحکام برای نمونه های ریختگی مجزا در ماسه اعتبار دارد.

آلیاژهای ریختگی روی ظریف							
طبق DIN EN 12844 (1999-01)							
قابلیت ریخته گری خیلی خوب؛ آلیاژهای خوب برای قطعات دایکاست	83	10	200	280	ZP3 (ZP0400)		
قابلیت ریخته گری خوب، براده برداری خیلی خوب، کاربرد عمومی؛ قالبهای تزریق، دمشی و کشش عمیق برای پلاستیکها، قالبهای فرم دهی ورق	92	5	250	330	ZP5 (ZP0410)		
	102	5	270	335	ZP2 (ZP0430)		
	100	8	220	370	ZP8 (ZP0810)		
	100	5	300	400	ZP12 (ZP1110)		
	120	2,5	300	425	ZP27 (ZP2720)		

کامپوزیتها

کامپوزیت	جنس پایه	مقدار الیاف %	جرم مخصوص ρ g/cm ³	استحکام کششی σ_B N/mm ²	تغییر طول نسبی پارگی ϵ_R %	مدول الاستیسیته E N/mm ²	دمای کاربرد تا °C	مثالهای کاربردی
GFK (مواد مصنوعی تقویت شده با الیاف شیشه)	EP	60	-	365	3,5	-	-	محورها، مفصلها، شاتون، بدنه قایق، ورقه های روتور
	UP	35	1,5	130	3,5	10800	50	مخازن، تانکها، لوله ها، کاسه چراغ، قطعات اتاق خودرو
	PA 66	35	1,4	160 ^(۲)	۳,۵	5000	190	اجزاء پوسته های بزرگ و صلب، دوشاخه برق قوی
	PC	30	1,42	۹۰ ^(۲)	۳,۵	6000	145	پوسته و بدنه چاپگر، کامپیوتر، تلویزیون
	PPS	30	1,56	140	3,5	11200	260	سریچ لامپ و قرقره سیم پیچ در الکترونیک
	PAI	30	1,56	205	7	11700	280	یاتاقانها، حلقه نشیمن شیر، آببندها، رینگ پیستون
	PEEK	30	1,44	155	2,2	10300	315	جنس ساختمانی سبک در سفرهای فضایی، جایگزین فلز
CFK (مواد مصنوعی تقویت شده با الیاف کربنی)	PPS	30	1,45	190	2,5	17150	260	مانند GFK-PPS
	PAI	30	1,42	205	6	11700	180	مانند GFK-PAI
	PEEK	30	1,44	210	1,3	13000	315	مانند GFK-PEEK

(۱) EP اپوکسید UP پلی استر اشباع نشده PA 66 پلی آمید 66، جزئی کریستالی PC پلی کربنات
 PPS پلی فینلن سولفید PAI پلی آمیدیمید PEEK پلی اتر اترکتن
 (۲) σ_y تنش تسلیم (۳) ϵ_s تغییر طول در تنش تسلیم

سرامیکها

مواد	نام مواد	جرم مخصوص ρ g/cm ³	استحکام خمشی σ_b N/mm ²	مدول الاستیسیته E N/mm ²	ضریب انبساط طولی α 1/K	خواص، مثالهای کاربردی
سلیکات آلومینیم	C130	2,5	160	100000	0,000 005	سخت، ضدسایش، پایداری خوب شیمیایی و حرارتی، مقاومت عایق خوب؛ عایقها، کاتالیزاتورها، پوسته های ضدآتش
اکسید آلومینیم	C799	3,7	300	300000	0,000 007	سخت، ضدسایش، پایداری خوب شیمیایی و حرارتی؛ سرامیکهای برشی، سنگهای تیزکنی، بیوپزشکی
دی اکسید زیرکونیم	ZrO ₂	5,5	800	210000	0,000 010	غیرحساس به شکست، خیلی محکم، پایداری خوب شیمیایی و حرارتی، ضدسایش؛ حلقه های کشش، ماتریسهای اکستروژن
کاربید سیلیسیم	SiC	3,1	600	440000	0,000 005	سخت، ضدسایش، مقاوم در برابر تغییرات دما، پایداری خوردگی خوب حتی در دماهای بالا؛ مواد سنگ زنی، شیرها، یاتاقانها، محفظه سوخت
نیتريد سیلیسیم	Si ₃ N ₄	3,2	900	330000	0,000 004	غیرحساس به شکست، مقاوم در برابر تغییرات دما، خیلی محکم؛ سرامیکهای برشی، پره های هادی و گردان در توربینهای گازی
نیتريد آلومینیم	AlN	3,0	200	300000	0,000 005	هدایت بالای حرارتی، توانایی عایق الکتریکی بالا؛ نیمه هادیها، پوسته ها، بدنه های خنک کننده، قطعات عایق

مثال :

Sint - A 1 0 براقیت زینتر

رقم دوم برای تمایز بیشتر، ولی بدون سیستم

فلز تفجوش

حروف مشخصه درجه مواد		
حروف مشخصه	پرسدگی محفظه R_x به %	محدوده کاربرد
AF	< 73	فیلترها
A	$75 \pm 2,5$	یاتاقانهای لغزشی
B	$80 \pm 2,5$	یاتاقانهای لغزشی قطعات فرم‌دار با خواص لغزشی
C	$85 \pm 2,5$	یاتاقانهای لغزشی، قطعات فرم‌دار
D	$90 \pm 2,5$	قطعات فرم‌دار
E	$94 \pm 1,5$	قطعات فرم‌دار
F	> 95,5	قطعات فرم‌دار آهن‌گری شده تفجوش

رقم اول شناسایی ترکیب شیمیایی	
رقم شناسایی	ترکیب شیمیایی مقدار جرمی به %
0	آهن زینتر، فولاد زینتر، $Cu < 1\%$ با یا بدون C
1	فولاد زینتر، 1% تا 5% Cu، با یا بدون C
2	فولاد زینتر، $Cu > 5\%$ ، با یا بدون C
3	فولاد زینتر، با یا بدون Cu یا C، سایر عناصر آلیاژی > 6%، مثلاً Ni
4	فولاد زینتر، با یا بدون Cu یا C، سایر عناصر آلیاژی < 6%، مثلاً Ni و Cr
5	آلیاژهای زینتر، $Cu > 60\%$ ، مثلاً زینتر CuSn
6	فلزات رنگی زینتر، غیر از رقم شناسایی 5
7	فلزات سبک زینتر، مثلاً آلومینیم زینتر
8 و 9	ارقام رزرو

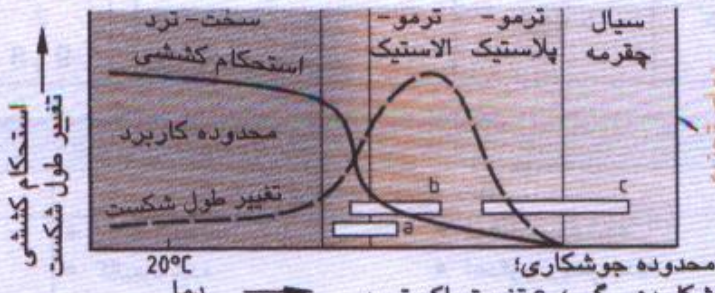
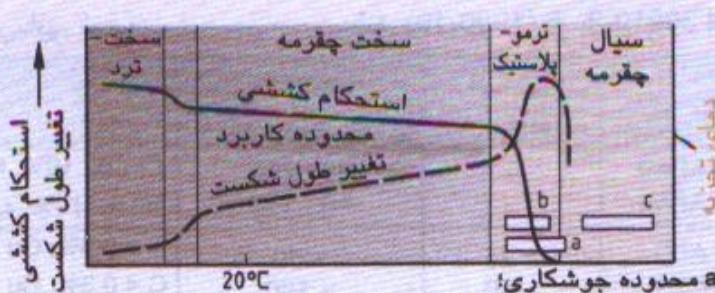
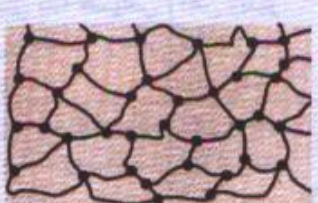
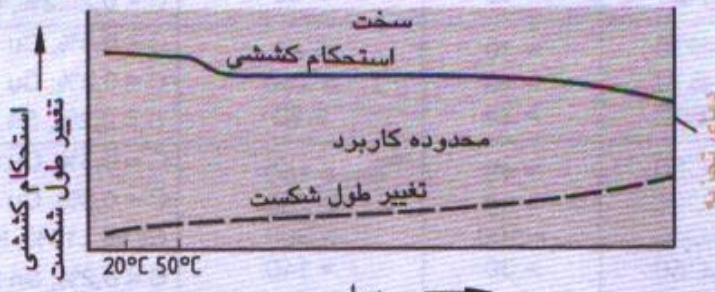
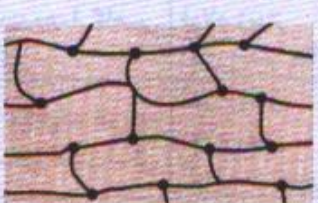
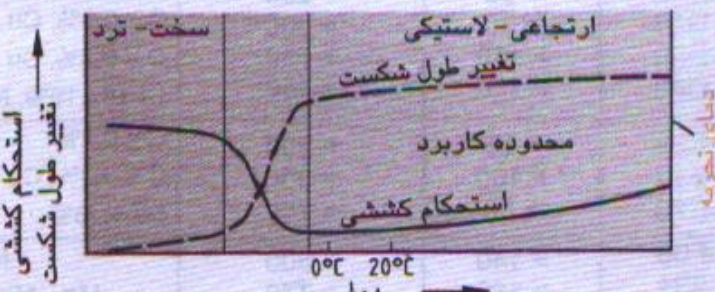
وضعیت عملیات

وضعیت عملیات جنس	وضعیت عملیات سطحی
- عملیات بخار شده - آهن‌گری زینتر شده - پرسکاری ایزواستاتیک شده	- براق زینتری - براق کالیبره‌ای - براق آهن‌گری - ماشینکاری مکانیکی - عملیات سطحی - زینتر شده - کالیبره شده - عملیات حرارتی شده

طبق DIN 30910-2...6 (1990-10)

فلزات تفجوش (انتخاب، بدون فلزات تفجوش آهنربایی نرم)

خواص، مثالهای کاربردی	ترکیب شیمیایی	استحکام کششی R_m N/mm ²	سختی HB _{min}	نام کوتاه
قطعات فیلتر گاز و مایع	فولاد زینتر برنز زینتر Cr 16...19%, Ni 10...14% Sn 9...11%, بقیه Cu	80...200 40...160	— —	Sint-AF40 Sint-AF50
جنس یاتاقان با فضاهای خالی بزرگ برای خواص دورگیری عالی، پوسته‌های یاتاقان، پوششهای یاتاقان	آهن زینتر فولاد زینتر برنز زینتر برنز زینتر C < 0,3%, Cu < 1% C < 0,3%, Cu > 5% C < 0,2%, Sn 9...11%, بقیه Cu C < 0,2...2%, Sn 9...11%, بقیه Cu	> 60 > 150 > 70 > 60	> 25 > 40 > 25 > 18	Sint-A00 Sint-A20 Sint-A50 Sint-A51
یاتاقان لغزشی با خواص دورگیری عالی، قطعات فرم‌دار تحت تنش کوچک	آهن زینتر فولاد زینتر برنز زینتر C < 0,3%, Cu < 1% C < 0,2%, Cu 1...5% C < 0,2%, Sn 9...11%, بقیه Cu	> 80 > 150 > 90	> 30 > 40 > 25	Sint-B00 Sint-B10 Sint-B50
یاتاقانهای لغزشی، قطعات فرم‌دار تحت بار متوسط با خواص خوب لغزشی، قطعات خودرو، اهرم، قطعات کلاچ	آهن زینتر فولاد زینتر آهن زینتر برنز زینتر C < 0,3%, Cu < 1% C < 0,3%, Cu > 5% Cr 16...19%, Ni 10...14%, Mo 2% C < 0,2%, Sn 9...11%, بقیه Cu	> 150 > 200 > 300 > 140	> 45 > 60 > 100 > 30	Sint-C00 Sint-C20 Sint-C40 Sint-C50
قطعات فرم‌دار برای بارهای سنگین، قطعات ضدسایش پمپها، چرخنده‌ها، گاهی مقاوم به خوردگی	آهن زینتر فولاد زینتر فولاد زینتر آهن زینتر C < 0,3%, Cu < 1% C < 0,3%, Cu 1...5% C < 0,3%, Cu 1...5%, Ni 1...5% Cr 16...19%, Ni 10...14%, Mo 2%	> 250 > 300 > 550 > 450	> 50 > 80 > 110 > 100	Sint-D00 Sint-D10 Sint-D30 Sint-D40
قطعات فرم‌دار مکانیک ظریف، وسایل خانه، صنایع الکترونیکی	آهن زینتر فولاد زینتر آلومینیم زینتر C < 0,1% C < 0,3%, Cu 1...5% Cu 4...6%	> 200 > 350 > 200	> 55 > 100 > 55	Sint-E02 Sint-E10 Sint-E73
حلقه‌های آب‌بند، فلانچهای سیستم استهلاک صوت	فولاد آهن‌گری زینتر، دارای C و Mn فولاد آهن‌گری زینتر، دارای C، Ni، Mn و Mo	> 600 > 770	> 140 > 180	Sint-F00 Sint-F31

خواص عمومی	مزایا : • جرم مخصوص کم • عایق الکتریکی • عایق و مانع صوتی و گرما • سطح زینتی • شکل دهی اقتصادی • پایداری شیمیایی و آب و هوایی		
معایب :	• استحکام و پایداری حرارتی کمتر در مقایسه با فلزات • گاهی قابل اشتعال • گاهی غیرپایدار در برابر مواد حلال • قابل مصرف و بازیافت فقط به صورت محدود		
تقسیم بندی	الاستومرها	دوروپلاستها	ترموپلاستها
ماشینکاری	غیر قابل شکل دهی غیر قابل جوشکاری قابل چسباندن قابل براده برداری در دماهای پایین	غیر قابل شکل دهی غیر قابل جوشکاری قابل چسباندن قابل براده برداری	با قابلیت شکل دهی گرم قابل جوشکاری عموما قابل چسباندن قابل براده برداری
فرآیند	پرسکاری و فشردن تزریق اکستروود	پرسکاری و فشردن تزریق تزریق، ریخته گری	تزریق دمش - تزریق اکستروود
بازیافت	غیر قابل بازیافت	غیر قابل بازیافت در صورت نیاز قابل مصرف به عنوان ماده پرکننده	با قابلیت بازیافت خوب
ساختار		رفتار دمایی	
ترموپلاست آمورف (بی شکل)  مولکولهای بزرگ نخ مانند بدون شبکه شدن		 a محدوده جوشکاری؛ b شکل دهی گرم؛ c تزریق، اکستروود	
ترموپلاست کریستالی جزئی  ورقه های میانی آمورف محدوده های کریستالی نیروی اتصال بزرگتری دارد		 a محدوده جوشکاری؛ b شکل دهی گرم؛ c تزریق، اکستروود	
دوروپلاستهای نخ شکل  مولکولهای بزرگ با نقاط شبکه ای زیاد		 دما	
الاستومرهای نخ شکل  مولکولهای بزرگ با حالت کم اهمیت با نقاط شبکه ای کم		 دما	

نام کوتاه پلیمرهای پایه

طبق DIN EN ISO 1043-1 (2002-06)

نام کوتاه	نام شیمیایی کامل	نوع ^(۱)	نام کوتاه	نام شیمیایی کامل	نوع ^(۱)	نام کوتاه	نام شیمیایی کامل	نوع ^(۱)
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol	T	PAK	Polyacrylat	T	PTFE	Polytetrafluorethylen	T
AMMA	Acrylnitril-Methyl-methacrylat	T	PAN	Polyacrylnitril	T	PUR	Polyurethan	D
		T	PB	Polybuten	T	PVAC	Polyvinylacetat	T
		T	PBT	Polybutylenterephthalat	T	PVB	Polyvinylbutyrat	T
ASA	Acrylnitril-Styrol-Acrylat	T	PC	Polycarbonat	T	PVC	Polyvinylchlorid	T
CA	Celluloseacetat	T	PCTFE	Polychlortrifluorethylen	T	PVDC	Polyvinylidenchlorid	T
CAB	Celluloseacetatbutyrat	T	PE	Polyethylen	T	PVF	Polyvinylfluorid	T
CF	Cresol-Formaldehyd	D	PET	Polyethylenterephthalat	T	PVFM	Polyvinylformal	T
CMC	Carboxymethylcellulose	AN	PF	Phenol-Formaldehyd	D	PVK	Poly-N-vinylcarbazol	T
CN	Cellulosenitrat	AN	PIB	Polyisobuten	T	SAN	Styrol-Acrylnitril	T
CP	Cellulosepropionat	T	PMMA	Polymethylmethacrylat	T	SB	Styrol-Butadien	T
EC	Ethylcellulose	AN	POM	Polyoxymethylen; Polyformaldehyd	T	SI	Silicon	D
EP	Epoxid	D				SMS	Styrol- α -Methylstyrol	T
EVAC	Ethylen-Vinylacetat	E	PP	Polypropylen	T	UF	Urea-Formaldehyd	D
MF	Melamin-Formaldehyd	D	PS	Polystyrol	T	UP	پلی استر اشباع نشده	D
PA	Polyamid	T	PSU	Polysulfon	T	VCE	Vinylchlorid-Ethylen	T

(۱) AN مواد طبیعی تغییر یافته؛ E الاستومر؛ D دوروپلاست؛ T ترموپلاست

طبق DIN EN ISO 1043-1 (2002-06)

حروف شناسایی تعیین خواص ویژه

خواص ویژه	خواص ویژه	خواص ویژه	خواص ویژه	خواص ویژه	خواص ویژه
T	نرمال، نولاک	N	انعطاف پذیر، سیال	F	بلوک، برمدار شده
U	جهت دار	O	بالا، هومو	H	کلردار شده
V	دارای نرم کننده	P	چقرمه ضربه	I	جرم مخصوص
W	افزایش یافته، رزول، سخت	R	خطی، پایین	L	اسفنجی شده، الاستومر
X	اشباع، سولفون دار شده	S	متوسط، مولکولی	M	

پلی اتیلن خطی و با جرم مخصوص کم PE-LLD؛ پلی وینیل کلراید، با نرم کننده PVC-P؛

(۱) حروف مشخصه

طبق DIN ISO 1043-2 (2002-04)

حروف شناسایی و نام کوتاه برای مواد پرکننده و تقویت کننده

نام کوتاه برای مواد^(۱)

نام کوتاه	مواد	نام کوتاه	مواد	نام کوتاه	مواد	نام کوتاه	مواد
B	بر	G	شیشه	P	میکا	T	تالک
C	کربن	K	کربنات کلسیم	Q	سیلیکات	W	چوب
D	تری هیدرات آلومینیم	L	سلولز	R	آرامید	X	تعیین نشده
E	گل رس	M	معدن، فلز ^(۲)	S	مواد مصنوعی	Z	غیره

علائم کوتاه برای شکل و ساختمان

نام کوتاه	شکل، ساختمان	نام کوتاه	شکل، ساختمان	نام کوتاه	شکل، ساختمان	نام کوتاه	شکل، ساختمان
B	گوی، ساچمه	G	جنس آسیابی	N	بی بافت	VV	ورقه بسیار نازک
C	براده، تراشه	H	ویسکر	P	کاغذ	W	منسوج، بافته
D	پودر	K	منسوجات کشفاف	R	نیم تاب	X	تعیین نشده
F	الیاف	L	لایه	S	پوسته، دانه برف مانند	Y	نخ
		M	حصیر، ضخیم	T	نخ تابیده از الیافها	Z	غیره

پودر مواد معدنی MD؛ ویسکر کربن CH؛ الیاف شیشه GF؛

(۱) مواد را می توان به طور اضافی مشخص و تعریف کرد مثلاً با علائم شیمیایی یا علائم غیر از استانداردهای بین المللی

(۲) در فلزات (M) باید نوع فلز توسط علائم شیمیایی بیان شود.

فرآورده‌های شناسایی مواد مصنوعی

آزمایش تعلیق		قابلیت انحلال در حلالها	آزمایش نوری		رفتار هنگام گرم کردن
محلول با جرم مخصوص به g/cm^3	مواد مصنوعی معلق		دید از نمونه ... هست شفاف	تیره	
1,0 تا 0,9	PB, PE, PIB, PP	دوروپلاستها و حل نمی‌شوند.	CA, CAB, CP, EP, PC, PS, PMMA, PVC, SAN	ABS, ASA, PA, PE, POM, PP, PTFE	• ترموپلاستها نرم و ذوب می‌شوند.
1,2 تا 1,0	ABS, ASA, CAB, CP, PA, PC, PMMA, PS, SAN, SB	ترموپلاستهای دیگر در حلالهای معینی قابل حل هستند، مثلاً PS در بنزن یا استن حل می‌شوند.			• دوروپلاستها و الاستومرها مستقیماً تجزیه می‌شوند.
1,5 تا 1,2	CA, PBT, PET, POM, PSU, PUR		لمس کردن		آزمایش سوخت
1,8 تا 1,5	مواد پرسی پر شده آلی		حس مومی در : PE, RTFE, POM, PP		• رنگ شعله • رفتار سوخت • تشکیل دوده • بوی دوده
2,2 تا 1,8	PTFE				

خواص متمایز مواد مصنوعی از همدیگر

نام کوتاه ^{۱)}	جرم مخصوص g/cm^3	رفتار سوخت	خواص متمایز دیگر
ABS	$\approx 1,05$	شعله زرد، دود شدید، بوی گاز روشنایی	کشسان چقرمه، به وسیله تتراکلرید کربن حل نمی‌شود، صدا خفه‌کن
CA	1,31	شعله زرد و افشان، قطره‌قطره می‌شود، بوی کاغذ سوخته و جوهر سرکه (اسید استیک) دارد	خوش‌دست، صدا خفه‌کن
CAB	1,19	شعله زرد و افشان، قطره‌قطره می‌شود، بوی کره فاسد دارد	صدا خفه‌کن
MF	1,50	قابلیت اشتعال کم، زغال‌شدگی با لبه سفید، بوی آمونیاک دارد	قابلیت خردشوندگی کم، صدادار (طبق UF)
PA	$\approx 1,10$	شعله آبی با حاشیه زرد، به صورت قطره‌قطره به هم متصل می‌شود، بوی شاخ سوخته دارد	کشسان چقرمه، غیرقابل خردشدن، صدا خفه‌کن
PC	1,20	شعله زرد، با حذف شعله خاموش می‌شود، دود می‌کند، بوی فنول دارد	سخت چقرمه، غیرقابل خردشدن، صدادار
PE	0,92	شعله روشن با هسته آبی، قطره‌قطره می‌شود، بوی پارافین می‌دهد، بخار آن بسختی قابل دید است (طبق PP)	سطح واکس مانند، اثرپذیر با ناخن، غیرقابل خردشدن، دمای فرایند کاری $< 230^\circ C$
PF	1,40	قابلیت اشتعال کم، شعله زرد، زغال می‌شود، بوی فنول و چوب سوخته دارد	قابلیت خردشوندگی کم، صدادار
PMMA	1,18	شعله روشن‌کننده، بوی میوه، جز جز می‌کند، قطره‌قطره می‌شود	خالص آن بی‌رنگ است، صدا خفه‌کن
POM	1,42	شعله آبی، قطره قطره می‌شود، بوی فرمالدئید دارد	غیرقابل خرد شدن، صدادار
PP	0,91	شعله روشن با هسته آبی، قطره‌قطره می‌شود، بوی پارافین می‌دهد، بخار آن بسختی قابل دید است (طبق PE)	عدم تأثیر ناخن انگشت، غیرقابل خردشدن
PS	1,05	شعله زرد، دود شدید، بوی گاز مطبوع، قطره‌قطره می‌شود	شکننده، طنین صدای آن مانند ورق آهن، تحت شرایطی توسط تتراکلرید کربن حل می‌شود
PTFE	2,20	غیرقابل اشتعال، در حال سرخ بوی بدی دارد	سطح واکس مانند
PUR	1,26 $\approx 0,05$	شعله زرد، بوی آزاردهنده شدید	پلی‌اوره‌تان، کشسان لاستیکی مواد کفی (اسفنجی) - پلی‌اوره‌تان
PVC-U	1,38	قابلیت اشتعال کم، با گرفتن شعله خاموش می‌شود، بوی اسید کلریدریک دارد، زغال می‌شود	صدادار، (سخت = U)
PVC-P	1,20...1,35	بسته به نرم‌کننده قابلیت احتراق آن بهتر از PVC-U، بوی اسید کلریدریک، زغال می‌شود	قابلیت انعطاف مانند لاستیک، بی‌صدا، (نرم = P)
SAN	1,08	شعله زرد، دود شدید، بوی گاز روشنایی، قطره‌قطره می‌شود	کشسان چقرمه، در تتراکلرید کربن حل نمی‌شود
SB	1,05	شعله زرد، دود شدید، بوی گاز روشنایی و لاستیک، قطره‌قطره می‌شود	به شکنندگی PS نیست، تحت شرایط خاص هم در تتراکلرید کربن حل نمی‌شود
UF	1,50	قابلیت اشتعال کم، زغال‌شدگی با لبه سفید، بوی آمونیاک دارد	قابلیت خردشوندگی کم، (طبق MF)
UP	2,00	شعله روشن‌کننده، زغال می‌شود، با دود، بوی استیرن، با پسماند پشم‌شیشه‌ای	قابلیت خردشوندگی کم، صدادار

ترموپلاستها (انتخاب)

مثالهای کاربردی	دمای کاربردی پایدار ^۲ °C	چقرمگی ضربه mJ/mm ²	استحکام کششی ^۱ N/mm ²	جرم مخصوص g/cm ³	نام تجاری	نام	علامت کوتاه
پوسته تلفن، پانل کنترل، تخته اسکی آب	85...100	80... °k. B.	35...56	≈ 1,05	ترلوران، نوودور	اکریل نیتریل- بوتادین-استیرول	ABS
چرخنده‌ها، یاتاقانهای لغزشی، پیچها، طناب، محفظه	80...100	°k. B.	43	1,14	دوره‌تان، مارانیل، رزستان	پلی‌آمید 6	PA 6
	80...100	°21	57	1,14	اولترامید، ریلسان	پلی‌آمید 66	PA 66
جعبه باتری، مخازن سوخت، سطل آشغال، لوله‌ها، عایق کابل، فولیه‌ها، بطریها	80...100	°k. B.	20...30	0,96	هوستالن، لوپولین	پلی‌اتیلن؛ جرم مخصوص بالا	PE-HD
	60...80	°k. B.	8...10	0,92	وستولن A	پلی‌اتیلن؛ جرم مخصوص پایین	PE-LD
شیشه‌های نوری، چراغ چشمک‌زن، قسمت مدرج، حروف نوری	70...100	18	70...76	1,18	پلکسی گلاس، دگالان، لوکرل	پلی‌متیل- متاکریلات	PMMA
چرخنده‌ها، یاتاقانهای لغزشی، بدنه شیرها، اجزاء پوسته	95	100	50...70	1,42	دلرین، هوستافرم، اولترافرم	پلی اکسی متیلن	POM
کانالهای حرارتی، اجزاء ماشین‌لباسویی، اتصالات، پوسته پمپها	100...110	°k. B.	21...37	0,91	هستالن PP، نوولن، پروکم، وستولن P	پلی پروپایلن	PP
مواد بسته‌بندی، ظروف، قرقره فیلم، صفحات عایق گرما	55...85	13...20	40...65	1,05	استیرپر، پلیستیرول، وستیرن	پلیستیرول	PS
یاتاقانهای بدون سرویس، رینگ پیستون، آببندها، پمپها	280	°k. B.	15...35	2,20	هوستافلن، تفلون، فلوتون	پلی تترافلوئور- اتیلن	PTFE
شلنگها، آببندها، پوشش کابلها، لوله‌ها، آببندها، مخازن	60...80	°2	20...29	1,20...1,35	هوستالیت، وینوفلکس، وستولیت	پلی‌وینیل کلراید، دارای نرم‌کننده	PVC-P
	< 60	°k. B.	35...60	1,38	وینولیت، سولویک	پلی‌وینیل کلراید، بدون نرم‌کننده	PVC-U
صفحات مدرج، پوسته باتریها، محفظه نورافکنها	85	23...25	78	1,08	لوران، وستیرن، لواستران	استیرول- اکریلنیتریل کوپلیمر	SAN
محفظه تلویزیون، مواد بسته‌بندی، اتوها، جعبه تقسیم	55...75	40... °k. B.	22...50	1,05	وستیرن، استیرولوکس	استیرول- بوتادین کوپلیمر	SB

(۱) مقادیر بستگی به دما و سرعت آزمایش دارد.

(۲) مدت زمان تأثیر دما خیلی مهم است.

(۳) k. B. : عدم شکست نمونه آزمایش

(۴) چقرمگی ضربه شکاف

مشخصه مواد قالب گیری ترموپلاستیکی

طبق DIN EN ISO 1872-1 (1999-10)

پلی اتیلن PE

طبق DIN EN ISO 1873-1 (1995-12)

پلی پروپایلن PP

سیستم نامگذاری:

بلوک	بلوک شماره	بلوک داده‌های	بلوک داده‌های	بلوک داده‌های	بلوک داده‌های	بلوک داده‌های
نامگذاری:	استاندارد	1	2	3	4	5

مثال:

ترموپلاست ISO 1873 - PP-R EL 06-16-003 ۲۰۰ ISO 8773

بلوک داده‌های 1

در بلوک داده‌های 1 بعد از خط تیره، مواد قالب‌گیری با علامت کوتاه PE یا PP مشخص می‌شود.
در پروپایلنها اطلاعات اضافی دیگری هم داده می‌شوند: PP-H هوموپلیمریزات پروپایلن، PP-B، چقرمه ضربه ترموپلاستیکی، PP-R کوپلیمریزات ترموپلاستیکی، استاتیکی پروپایلن

بلوک داده‌های 2

خواص اصلی، افزوده‌ها و رنگ آمیزی PE و PP				کاربرد پیش‌بینی شده و/یا فرآیندهای عمل‌آوری در مورد PE و PP			
موقعیت 2 تا 8	علامت	موقعیت 2 تا 8	علامت	موقعیت 1	علامت	موقعیت 1	علامت
پایدارکننده نوری	L	پایدار کننده فرایند	A	اکستروژن مونوفیل	L	قالب‌گیری دمشی	B
رنگهای طبیعی	N	وسيله ضد بلوک	B	تزریق	M	نورد یا غلتک‌کاری	C
چقرمه ضربه	P	مواد رنگی	C	پرسکاری	Q	اکستروژن	E
وسيله جداکننده از قالب	R	پودر	D	قالب‌گیری دورانی	R	اکستروژن (فولی)	F
مواد روغن‌کار و روان‌کننده	S	سوخت	E	تف‌جوشی	S	کاربرد عمومی	G
شفافیت افزایش یافته	T	مواد محافظ آتش‌سوزی	F	بدون هیچ داده‌ای	X	پوشش دادن	H
قابلیت شبکه‌ای شدن	X	گرانول	G	تولید الیاف	Y	عایق کردن کابلها	K
رسانایی الکتریکی افزایش یافته	Y	پایدارکننده تغییرات	H				
آنتی استاتیک	Z	نسبت به گرما					

بلوک داده‌های 3

سرعت جریان مواد ذوب (اندیس ذوب)				مدول الاستیسیته PP به		جرم مخصوص PE به	
شرایط برای PE و PP		شرایط برای PE		علامت	تا ... از	علامت	تا ... از
علامت	kg بار	دما °C	علامت	تا ... از	علامت	تا ... از	علامت
000	0,1 ...	190	E	400 ...	02	901 ...	00
001	0,1 ... 0,2	190	D	400 ... 800	06	901 ... 906	03
003	0,2 ... 0,4	190	T	800 ... 1200	10	906 ... 911	08
006	0,4 ... 0,8	190	G	1200 ... 2000	16	911 ... 916	13
012	0,8 ... 1,5			2000 ... 3500	28	916 ... 921	18
022	1,5 ... 3,0			3500	40	921 ... 925	23
0,45	3,0 ... 6,0					925 ... 930	27
090	6 ... 12			چقرمگی ضربه شکاف PP به kJ/m ²	02	930 ... 936	33
200	12 ... 25			...	05	936 ... 942	40
400	25 ... 50			3 ... 6	09	942 ... 948	45
700	50			6 ... 12	15	948 ... 954	50
				12 ... 20	25	954 ... 960	57
				20 ... 30	35	960	62
				30			

بلوک داده‌های 4 برای PE و PP

موقعیت 2: علامت برای فرم فیزیکی				موقعیت 1: علامت برای درجه پرشدن و تقویت			
فرم	علامت	فرم	علامت	جنس	علامت	جنس	علامت
ورقهای کوچک، دانه	S	ساجمه، گوی	B	مصنوعی، آلی	S	بر	B
برف مانند		پودر	D			کربن	C
تعیین نشده	X	الیاف	F	تالک	T	شیشه	G
غیره	Z	مواد آسیایی	G	چوب	W	گچ	K
		ویسکر	H	تعیین نشده	X	سولز	L
				غیره	Z	معدنی، فلز	M

موقعیت 3: مقدار مواد پرکننده به درصد

مواد قالب‌گیری پروپایلن، هومو پلیمر، فرآیند تزریق، مدول الاستیسیته: ISO 1873-PP-H, M 40-02-045, TD40	ترموپلاست
3500 MPa چقرمگی ضربه شکاف 3 kJ/m ² ، سرعت جریان مواد ذوب 4,5 g/10 min مواد پرکننده 40% پودر تالک	
(1) بلوک 5 اختیاری، داده‌های الزامات اضافی	(2) 2 تا 20 کاما (۰): بلوک داده‌ها منتفی است.
	(۳) فقط در PP

مواد قالب‌گیری دوروپلاستیکی، مواد پرسی لایه‌ای

مشخصه و خواص مواد قالب‌گیری دوروپلاستیکی (با قابلیت سخت شدن)

نوع	ترکیب	استحکام	چقرمگی	دمای پایداری	مقدار آب	کاربرد، خواص
رزین	مواد پرکننده	خمشی N/mm ²	ضربه‌ای kJ/m ²	شکل °C	mg max.	

طبق DIN 7708-2 (1975-10)

انواع مواد قالب‌گیری فنوئول پلاست

31	PF	پودر چوب	70	6	125	150	کاربرد عمومی
85		پودر چوب/ مواد سلولز	70	5	125	200	چقرمگی ضربه شکاف افزایش یافته
51		مواد سلولز و غیره	60	5	125	300	
83		الیاف کوتاه پنبه‌ای	60	5	125	180	
71		الیاف پنبه‌ای و غیره	60	6	125	250	
84		بافت پنبه‌ای	60	6	125	150	
74		بافت پنبه‌ای	60	12	125	300	
75		نخ‌های ابریشم مصنوعی	60	14	125	300	
12		الیاف آزیست ^(۱)	50	3,5	150	60	پایداری شکلی افزایش یافته در گرما، با الیاف آزیست قابل بارگذاری مکانیکی بالا
15		رشته‌های آزیست ^(۱)	50	5	150	130	
16		پودر سنگ	70	15	150	90	خواص الکتریکی افزایش یافته، مقاومت الکتریکی ویژه $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$
11.5		میکا	50	3,5	150	45	
13		میکا	50	3	150	20	
13.9		میکا	50	3	150	20	خواص اضافی دیگر، بدون آمونیاک
51.5		مواد سلولز	60	5	125	300	

مواد قالب‌گیری فنوئول پلاست نوع 31 : Typ 31 DIN 7708 مواد قالب‌گیری

طبق DIN 7708-3 (1975-10)

انواع مواد قالب‌گیری آمینوپلاست (UF, MF, MP)

131	UF	مواد سلولز	80	6,5	100	300	کاربرد عمومی (قطعات بهداشتی، لوازم خانگی)، UF برای ظروف غذا و نوشیدنی به کار نمی‌رود
150	MF	پودر چوب	70	6	120	250	چقرمگی ضربه شکاف افزایش یافته
180	MP	پودر چوب	80	6	120	180	
153	MF	الیاف پنبه	60	5	125	300	پایداری افزایش یافته شکلی در برابر گرما
154	MF	بافت پنبه	60	6	125	300	
155	MF	پودر سنگ	40	2,5	130	200	خواص الکتریکی افزایش یافته (مواد الکتریکی و شیمیایی)
156	MF	الیاف آزیست ^(۱)	50	3,5	140	200	
131.5	UF	مواد سلولز	80	6,5	100	300	موارد خاص، ظروف غذا و نوشیدنی
183	MP	مواد سلولز/ پودر سنگ	70	5	120	120	
152.7	MF	مواد سلولز	80	7	120	200	

طبق DIN EN 60893-3-1 (2004-09)

مواد پرسی لایه‌ای^(۲)

انواع مواد تقویت‌کننده		انواع رزین	
نام	نام کوتاه	نام	نوع رزین
بافت پنبه‌ای	CC	رزین اپوکسید	EP
کاغذ سلولزی	CP	رزین ملامین- فرمالدئید	MF
مواد ترکیبی تقویت کننده	CR	رزین فنول فرمالدئید	PF
بافت شیشه‌ای	GC	رزین پلی استر اشباع نشده	UP
شیشه (حصیر) شیشه‌ای	GM	رزین سیلیکون	SI
بافت الیاف پلی استری	PC	رزین پلی‌مید	PI
روکشهای چوبی	WV	-	-

نوع رزین : رزین فنول فرمالدئید، مواد تقویت کننده از کاغذ سلولزی، شماره : PF CP 204 مواد پرسی لایه‌ای
سری کمپسیون الکتریکی بین‌المللی (IEC) = 204

- (۱) مواد آزیست به عنوان مواد سرطان‌زا عمل می‌کند. کاربرد آن در آلمان و چند کشور دیگر به طور قانونی منع شده است.
- (۲) مواد پرسی لایه‌ای به خاطر خواص مکانیکی خوب آن و نیز خواص عایق الکتریکی، به صورت صفحات و لوله‌ها در مهندسی قدرت به کار می‌رود. در ماشین‌سازی جهت ساخت پوسته یاتاقان، قرقره و چرخنده استفاده می‌شود.

الاستومرها (کائوچوها)

خواص، مثالهای کاربردی	دمای کاربرد °C	تغییر طول نسبی شکست %	استحکام کششی ^(۲) N/mm ²	جرم مخصوص g/cm ³	نام	نام کوتاه ^(۱)
استحکام سایشی بالا؛ لاستیکها، تسمه گوه‌ای، تسمه بلند کردن بار سنگین	-60...+90	450	2 (18)	0,94	کائوچوی- بوتادین	BR
مستهلک کننده ارتعاش، پایدار در برابر روغن و بنزین؛ آب‌بندها، اجزاء ضربه گیر پایدار در برابر گرما	-30...+120 -10...+120	250	5 (15)	1,27 ...1,36	کائوچوی- ابی کلریدرین	CO
پایدار در برابر روغن و اسید، سختی می‌سوزد؛ آب‌بندها، شلنگها، تسمه‌های گوه‌ای شکل	-30...+110	400	11 (25)	1,25	کائوچوی- کلروپرن	CR
پایداری در برابر تغییرات آب و هوا، پایدار در برابر روغن؛ مواد عایق، قطعات فرم‌دار، فویلها	-30...+120	300	18 (20)	1,25	پلی اتیلن کلر سولفون‌دار شده	CSM
عایق الکتریکی خوب، ناپایدار در برابر روغن و بنزین؛ آب‌بندها، ضربه گیر، شلنگ آب خنک کننده، پروفیلها	-50...+120	500	4 (25)	0,86	کائوچوی- اتیلن پروپیلن	EPDM
مقاوم به سایش، پایداری حرارتی عالی، صنایع هوایی و فضایی، صنایع خودرو؛ آب‌بندهای شعاعی محور، O-رینگها	-10...+190	450	2 (15)	1,85	کائوچوی- فلوئور	FKM
پایدار در برابر آب و هوا و ازن؛ عایق کابل، شلنگها خودرو	-30...+120	600	5 (21)	0,93	کائوچوی- ایزوپرن ایزوبوتن	IIR
پایداری کمتر در برابر روغن، استحکام بالا؛ لاستیکهای خودرو سواری، اجزاء فنی	-60...+60	500	1 (24)	0,93	کائوچوی- ایزوپرن	IR
مقاوم به سایش، پایدار در برابر روغن و بنزین، هادی برق؛ O-رینگها، شلنگهای هیدرولیک، آب‌بندی محورهای شعاعی، آب‌بندهای محوری	-20...+110	450	6 (25)	1,00	کائوچوی- اکریل نیتریل بوتادین	NBR
پایداری کمتر در برابر روغن، استحکام بالا؛ لاستیکهای خودرو سواری، اجزاء فنی	-60...+70	600	22 (27)	0,93	کائوچوی طبیعی کائوچوی ایزوپرن	NR
الاستیک، مقاوم به فرسودگی، تسمه‌های دنداندار، آب‌بندها، کلاچها	-30...+100	450	20 (30)	1,25	کائوچوی- پلی اوره‌تان	PUR
عایق الکتریکی خوب، دافع آب؛ O-رینگها، سرشمع، آب‌بند کنگی سیلندر، درزگیر اتصالات	-80...+180	250	1 (8)	1,25	کائوچوی استایرین- ایزوپرن	SIR
پایداری کمتر در برابر روغن و بنزین؛ لاستیکهای خودرو، شلنگها، پوشش کابلها	-30...+80	500	5 (25)	0,94	کائوچوی استایرین- بوتادین	SBR

(۱) طبق DIN ISO 1629 (1992-03) (۲) مقادیر داخل پرانتز = الاستومرهای تقویت شده با مواد افزوده و پرکننده

طبق DIN 7726 (1982-05)

مواد اسفنجی

مواد اسفنجی از محفظه‌های بسته، باز یا مخلوطی از آنها تشکیل شده است. جرم مخصوص آن کمتر از ماده پایه و اصلی آن است. مواد اسفنجی سخت، نیمه سخت، نرم، الاستیک، الاستیک نرم و خود پوسته‌ساز متخلخل وجود دارند.

جذب آب در 7 روز درصد حجمی	رسانایی گرمایی W/(K · m)	محدوده کاربردی °C	جرم مخصوص kg/m ³	ساختمان سلول	پایه ماده خام مواد اسفنجی	سفتی، سختی
2...3	0,035	75 (100)	15...30	غالباً متخلخل (تخلخل بسته)	پلی استایرین	سخت
< 1	0,038	60 (80)	50...130		پلی وینیل کلراید	
15	0,05	180 (210)	45...55		پلی اتر سولفون	
1...4	0,021	80 (150)	20...100		پلی اوره‌تان	
7...10	0,025	130 (250)	40...100		رزین فنول	
20	0,03	90 (100)	5...15		رزین مواد اوره	
1...2	0,036	...100	25...40	غالباً تخلخل بسته	پلی اتیلن	نیمه سخت تا الاستیک
1...4	0,036	-60...+50	50...70		پلی وینیل کلراید	
حدود 1	0,033	...150	10,5...11,5		رزین ملامین	
-	0,045	-40...+100	20...45	تخلخل باز	نوع پلی اوره‌تان پلی استر نوع پلی اوره‌تان پلی استر	نرم

(۱) دمای کاربردی طولانی مدت، داخل پرانتز کوتاه مدت

تزریق و اکستروژن

نام کوتاه	دمای تزریق به °C		فشار تزریق به bar	اکستروژن دمای فرآیند به °C	انقباض به %	گروه تلرانس ^۱ برای		
	مواد	قالب				تلرانس عمومی	اندازه‌ها با تلرانسهای درج شده	
							سری ۱ ^۲	سری ۲ ^۳
PE	160...300	20...70	500	190...230	1,5...3,5	150	140	130
PP	170...300	20...100	1200	235...270	0,8...2 ^۴	150	140	130
PVC سخت	170...210 ^۴	30...60	1000...1800	170...190	0,2...0,5	130	120	110
PVC نرم	170...200 ^۴	20...60	300	150...200	1...2,5	—	—	—
PS	180...250	30...60	—	180...220	0,3...0,7	130	120	110
SB	180...250	20...70	—	180...220	0,4...0,7	130	120	110
SAN	200...260	40...80	—	180...220	0,5...0,6	130	120	110
ABS	200...240	40...85	800...1800	180...220	0,4...0,7	130	120	110
PMMA	200...250	50...90	400...1200	180...250	0,3...0,8	130	120	110
PA	210...290	80...120	700...1200	230...275	1...2	130	120	110
POM	180...230 ^۴	50...120	800...1700	180...220	1...3,5	140	130	120
PC	280...320 ^۴	80...120	> 800	240...290	0,7...0,8	130	120	110
PF ^۵	90...110 ^۴	170...190	800...2500	—	0,5...1,5 ^۴	140	130	120
MF ^۶	95...110 ^۴	160...180	1500...2500	—	0,6...1,7 ^۴	130	120	110
UF	95...110	150...160	1500...2500	—	0,4...0,6	140	130	120

- (۱) مقایسه با جدول زیر
 (۲) سری ۱: بدون هزینه ویژه‌ای می‌توان بدان دست یافت، سری ۲: هزینه تولید بالاتری لازم دارد.
 (۳) انقباض عرضی و طولی آن ممکن است متفاوت باشند.
 (۴) با ماشینهای تزریق حلزونی
 (۵) با مواد پرکننده آلی
 (۶) با مواد پرکننده معدنی

تیرانس قطعات قالب‌گیری مواد مصنوعی

گروه تیرانس از جدول بالا	حروف شناسایی ^۱	محدوده اندازه نامی از ... تا به mm												
		0...1	1...3	3...6	6...10	10...15	15...22	22...30	30...40	40...53	53...70	70...90	90...120	120...160
		تیرانسهای عمومی												
150	A	±0,23	±0,25	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,43	±0,49	±0,57	±0,68	±0,81	±0,97	±1,20
	B	±0,13	±0,15	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,33	±0,39	±0,47	±0,58	±0,71	±0,87	±1,10
140	A	±0,20	±0,21	±0,22	±0,24	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,43	±0,50	±0,60	±0,70	±0,85
	B	±0,10	±0,11	±0,12	±0,14	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,33	±0,40	±0,50	±0,60	±0,75
130	A	±0,18	±0,19	±0,20	±0,21	±0,23	±0,25	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,44	±0,51	±0,60
	B	±0,08	±0,09	±0,10	±0,11	±0,13	±0,15	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,34	±0,41	±0,50
تیرانس برای اندازه‌های با تیرانس درج شده														
140	A	0,40	0,42	0,44	0,48	0,54	0,60	0,68	0,76	0,86	1,00	1,20	1,40	1,70
	B	0,20	0,22	0,24	0,28	0,34	0,40	0,48	0,56	0,66	0,80	1,00	1,20	1,50
130	A	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,54	0,60	0,68	0,76	0,88	1,02	1,20
	B	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48	0,56	0,68	0,82	1,00
120	A	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,54	0,60	0,68	0,78	0,90
	B	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48	0,58	0,70
110	A	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,36	0,40	0,44	0,50	0,58
	B	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48

(۱) A برای اندازه‌های غیر وابسته به قالب؛ B برای اندازه‌های وابسته به قالب

مواد مصنوعی دما بالا

مثالهای کاربردی	خواص ویژه	دمای کاربرد تا ... از	استحکام کششی N/mm ²	نام	علامت کوتاه
باتافان، آب بندها (کاسه نمد)، پوششها، کابل های فرکانس بالا، وسایل و تجهیزات شیمیایی	استحکام گرمایی و پایداری شیمیایی بالا، استحکام، سختی و ضریب اصطکاک پایین	-20...260 °C کوتاه مدت تا 300 °C	10	پلی تترا فلئور اتیلن، نام تجاری "تفلون"	PTFE
باتاقان، چرخنده، آب بندها، سفرهای هوایی و فضایی (به جای فلزات)	استحکام گرمایی و پایداری شیمیایی بالا، رفتار لغزشی مناسب	-65...250 °C کوتاه مدت تا 300 °C	97	پلی اتر- اترکتون	PEEK
یوسنه پمپ، پوش باتاقان، سفر فضایی، تاسیسات انرژی هسته ای	استحکام، سختی و صلبیت بالا، پایداری شیمیایی، جوی و نوری بالا	-200...220 °C کوتاه مدت تا 260 °C	70	سولفید پلی فنیل	PPS
ظروف میکروفر، قرقره، صفحات هادی، نشان دهنده سطح روغن، قفسه باتاقانهای سوزنی	استحکام، سختی و صلبیت بالا، پایداری شیمیایی و نوری بالا، شفاف مثل شیشه	-40...150 °C کوتاه مدت تا 200 °C	140...240	پلی سولفن	PSU
نازلهای پاشش، دماغه هواپیما، رینگ پیستون، نشیمن شیر، آب بندها، اجزاء اتصال الکترونیکی	استحکام بالا در محدوده دمایی بزرگ، پایداری نوری، تیره و غیر قابل دید	-240...360 °C کوتاه مدت تا 400 °C	75...100	پلیمر نام تجاری "وسپل"	PI

مخلوط پلیمر

مخلوط پلیمر، مخلوط ترموپلاستهای گوناگون می باشد. خواص ویژه این پلیمریزاتهای مخلوط از ترکیب خواص مواد اولیه حاصل می شود.

مثالهای کاربردی	خواص ویژه	اجزاء	نام	علامت کوتاه
پالت، محفظه هوایی، قاب رادیو	سخت- ترد، در دماهای پایین چقرمه سخت نیست	90% پلیستیرول، 10% کائوچوی بوتادین	استیرول / بوتادین	S/B
تلفن، قالباق چرخ	سخت- ترد، چقرمه ضربه حتی در دماهای پایین	90% استیرول - اکریل نیتریل، 10% لاستیک نیتریل	اکریل نیتریل / بوتادین / استیرول	ABS
گریل خنک کننده، قطعات کامپیوتر، وسایل پزشکی، کلکتور خورشیدی، زوار زینتی	سختی بالا، چقرمگی بالای ضربه سرد تا 40 °C، از نظر فیزیولوژی عالی	ترکیب متنوع : در صورت نیاز با 30% الیاف شیشه تقویت می شود	پلی فنیل اتر + پلیستیرول	PPE + PS
پائل، گلگیر، بدنه ماشینهای اداری، کاسه چراغ خودروها	استحکام، سختی و چقرمگی بالا، پایداری شکلی در برابر گرمای بالا، چقرمه ضربه، ضدضربه	ترکیب متنوع	پلی کربنات + اکریل نیتریل / بوتادین / استیرول	PC + ABS
کلاه ایمنی موتورسیکلتها، اجزاء خودرو	چقرمه ضربه و استحکام ضربه ویژه	ترکیب متنوع	پلی کربنات + پلی اتیلن ترفتالات	PC + PET

الیاف تقویت کننده

مثالهای کاربردی	خواص ویژه	تغییر طول نسبی شکست %	استحکام کششی N/mm ²	جرم مخصوص kg/dm ³	نام
قطعات بدونه خودرو، ساختمان هواپیما، قایق بادبانی	ایزوتوپ، استحکام خوب، استحکام گرمایی بالا، ارزان	4,5	3400	2,52	الیاف شیشه GF
قطعات ساختمانی سبک تحت تنش بالا، کلاه ایمنی، جلیقه ضدگلوله	الیاف تقویت کننده خیلی سبک، چقرمه، چقرمه ضربه، آنیزوتروپ شدید، مخفی از رادار	2,0...4,0	3400 ...3800	1,45	الیاف آرامید AF
اجزاء خودروهای ورزشی در باران، بادبان قایق مسابقه ای، سفرهای هوایی و فضایی	آنیزوتروپ شدید ^(۱) ، خیلی محکم، سبک، مقاوم به خوردگی، هادی خوب جریان	0,35...2,1 ^(۲)	1750 ...5000 ^(۳)	1,6...2,0	الیاف کربنی CF

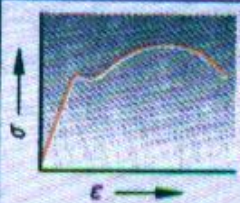
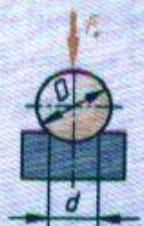
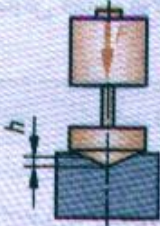
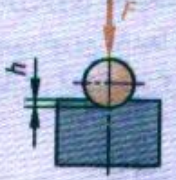
به عنوان مواد ماتریس (زمینه) غالباً دوروپلاستها (مثلاً رزین UP و EP) و نیز ترموپلاستهای با دمای کاربردی بالا (مثلاً PSU، PPE، PPS، PEEK، PI) به کار می رود.

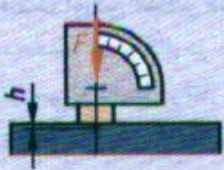
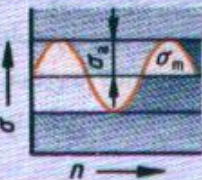
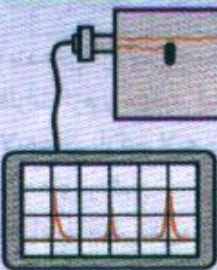
(۱) ایزوتروپ = مقادیر مشخصه یکسان مواد در همه جهات، آنیزوتروپ = خواص مواد در راستای الیاف با خواص آن در راستای عمود بر آن فرق می کند.

(۲) به مقدار زیادی بستگی به نقاط معیوب ایجاد شده در الیاف، هنگام ساخت دارد.

(۳) نام تجاری "کلوآر، Kelvar"

فرآیندهای آزمایش - نگاه کلی

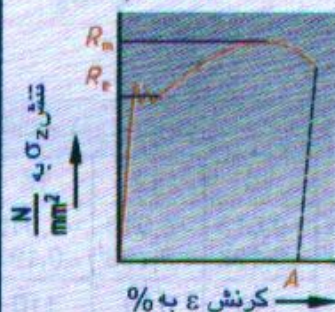
کاربرد، راهنمایی	فرآیندها	شکل
آزمایش کشش		
به دست آوردن مقادیر مشخصه مواد، مثلاً - محاسبه استحکام در بارگذاری استاتیکی، - بررسی و تحلیل رفتار تغییر شکل، - به دست آوردن داده‌های تولید یا براده‌برداری	قطعه استاندارد کشش تا پاره شدن کشیده می‌شود. تغییر نیروی کشش و تغییر طول اندازه‌گیری و در یک دیاگرام رسم می‌شود. با محاسبه و تبدیل واحدها دیاگرام تنش - تغییر طول یا تنش - کرنش حاصل می‌شود.	صفحه ۱۸۹ 
آزمایش سختی طبق برینل HB		
آزمایش سختی، مثلاً روی فولادها، چدن‌ها، فلزات غیر آهنی که - سختکاری نشده‌اند، - سطح آزمایش براق فلزی دارد، - نرمتر از 650 HB	• بارگذاری کره آزمایش (با نیروی آزمایش استاندارد F) - نیروی آزمایش بستگی به قطر کره D و گروه مواد دارد ← درجه بارگذاری : صفحه ۱۹۱ • اندازه‌گیری قطر نفوذ d • به دست آوردن سختی از نیروی آزمایش و سطح نفوذ	صفحه ۱۹۱ 
آزمایش سختی طبق راکول		
آزمایش سختی طبق فرآیندهای مختلف، مثلاً روی فولادها و فلزات غیر آهنی، - در حالت نرم یا سخت شده، - با ضخامت کم فرآیندهای HRC, HRA : فلزات سخت‌شده و خیلی محکم فرآیندهای HRF, HRB : فولاد نرم، فلزات غیر آهنی	• بارگذاری قطعه آزمایش (مخروط الماس، کره کاربیدی) با نیروی آزمایش • با وارد کردن نیروی اضافی آزمایش برداشتن نیروی اضافی • نمایش مستقیم سختی روی وسیله آزمایش. - عمق نفوذ آزمایش h پایه به دست آوردن سختی است.	صفحه ۱۹۲ 
آزمایش سختی طبق ویکرز		
فرآیندهای عمومی جهت آزمایش - فلزات نرم و سخت شده، - لایه‌های نازک، - اجزاء تکی ساختار در فلزات	• بارگذاری هرم الماس با نیروهای متغیر - نیروی آزمایش مثلاً بستگی به ضخامت نمونه و اندازه دانه ساختار دارد • اندازه‌گیری قطر نفوذ • به دست آوردن سختی از نیروی آزمایش و سطح نفوذ	صفحه ۱۹۲ 
آزمایش سختی با آزمایش نفوذ (سختی مارتنزیت)		
فرآیندهای آزمایش همه مواد، مثلاً - فلزات نرم و سخت شده، - لایه‌های نازک، لایه پوششی کاربیدها (الماسه‌ها) و لایه‌های رنگ، - اجزاء ساختار تکی، - سرامیکها، مواد سخت، ...	• بارگذاری هرم الماس با نیروهای متغیر - نیروی آزمایش مثلاً بستگی به ضخامت نمونه یا اندازه دانه‌ها دارد • درج پیوسته نیرو در ارتباط با عمق نفوذ • به دست آوردن سختی مارتنزیت طی بارگذاری	صفحه ۱۹۳ 
آزمایش سختی با آزمایش نفوذ ساچمه		
آزمایش مواد مصنوعی و لاستیکهای سخت. مقادیر مقایسه‌ای سختی فشار ساچمه جهت تحقیقات، توسعه و کنترل کیفیت به کار می‌رود.	• بارگذاری ساچمه آزمایش با بار کامل • اضافه بارگذاری با نیروی آزمایش معین - نیروی آزمایش باید عمق نفوذ 0,15...0,35 را ایجاد کند • اندازه‌گیری عمق نفوذ بعد از 30 s بارگذاری • به دست آوردن سختی فشار ساچمه	صفحه ۱۹۴ 

شکل	فرآیندها	کاربرد، راهنمایی
صفحه ۱۹۲		آزمایش سختی طبق شر
	• وسیله آزمایش (دورومتر) با نیروی پرسی F روی نمونه فشار داده می‌شود. • قطعه نفوذ تحت بار فنری در قطعه نمونه نفوذ می‌کند. • مدت زمان اعمال نیرو ۱۵ s • نمایش مستقیم سختی شر روی دستگاه	کنترل مواد مصنوعی (الاستومرها)، از سختی شر به دست آمده سختی می‌توان به سایر خواص پی برد.
صفحه ۱۹۰		آزمایش برش (قیچی)
	• نمونه‌های استوانه‌ای در قیدهای استاندارد تا شکست آن در نتیجه برش تحت بار قرار می‌گیرد. • به دست آوردن استحکام شکست از نیروهای برش ماکزیمم و مقطع نمونه.	به دست آوردن استحکام برشی τ_{AB}، مثلاً - برای محاسبه استحکام قطعات تحت بار برشی، مثلاً پین‌ها، - برای تعیین نیروی برشی در مهندسی شکل دادن
صفحه ۱۹۰		آزمایش ضربه شکاف خمشی
	• نمونه چاک‌دار با چکش پاندولی تحت بار خمشی قرار گرفته و بریده می‌شود. • کار ضربه شکاف = کار جهت شکل‌دهی و برش قطعه نمونه	- آزمایش مواد فلزی نسبت به تنش ضربه‌ای خمشی - کنترل نتایج عملیات حرارتی، مثلاً در بهسازی - آزمایش دمایی فولادها
صفحه ۱۹۰		آزمایش نفوذ در ورق، آزمایش اریکسون
	• ورق‌هایی که از تمام جهات گرفته شده است با یک کره تا پاره شدن آن در ورق نفوذ می‌کند. • عمق نفوذ تا شروع پاره شدن مقیاسی جهت قابلیت کشش عمیق است.	- آزمایش ورق و تسمه از نظر قابلیت کشش عمیق - بررسی سطح ورق از نظر تغییرات به هنگام شکل دادن سرد
		آزمایش تنش دینامیکی تکراری
	• نمونه استوانه‌ای با سطح پرداخت شده با تنش ثابت متوسط σ_m و تنش متغیر σ_a به طور متناوب تحت بار قرار می‌گیرد، تا منجر به شکست شود. نمایش گرافیکی، خط وهلر (Wöhler) را مشخص می‌کند.	به دست آوردن مقادیر مشخصه مواد در بارگذاری دینامیکی مثلاً - استحکام خستگی، استحکام متغیر یکطرفه و دوطرفه - استحکام خزشی وابسته به زمان
		آزمایش مافوق صوت
	• کنگی صوت امواج صوتی مافوق صوت را وارد قطعه کار می‌فرستد. امواج در دیواره جلویی، دیواره عقبی و نقاط معیوب در اندازه‌های معینی منعکس می‌شود. • صفحه نمایش وسیله اندازه‌گیری اکو را نشان می‌دهد. • فرکانس آزمایش اندازه عیب قابل شناسایی را تعیین می‌کند. این مقدار توسط اندازه دانه‌های نمونه محدود می‌شود.	- آزمایش بدون تخریب قطعات، مثلاً از نظر ترک، حفره، حفره گازی، ناخالصیها، عیوب اتصال، اختلاف زمینه و ساختار - شناسایی شکل عیب، اندازه و موقعیت عیب - اندازه‌گیری ضخامت دیواره و لایه
		متالوگرافی
	با اچ کردن نمونه متالوگرافی و پرداخت کردن آن ساختار ریز میکروسکوپی قابل دید می‌شود. آماده‌سازی نمونه : - برداشت نمونه، از تغییر ساختار پرهیز شود، - سنگ‌زنی با لبه‌های تیز و برداشتن لایه‌های تغییر شکل یافته - پرداخت (پولیش) تا کیفیت سطحی بالا حاصل شود - اچ کردن تا ساختار قابل دید شود	- کنترل شکل ساختار - کنترل روی عملیات حرارتی، شکل‌دهی و اتصال - تعیین توزیع دانه‌ها و اندازه دانه‌ها - آزمایش آسیب‌پذیری و عیب

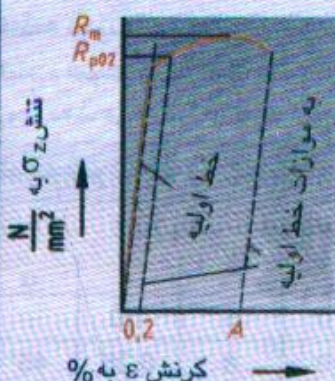
آزمایش کشش

طبق DIN EN 10002-1 (2001-12)

نمودار تنش - کرنش با تنش تسلیم مشخص، مثلاً در فولاد نرم



نمودار تنش - کرنش بدون تنش تسلیم مشخص، مثلاً در فولاد بهسازی شده



F	نیروی کشش	ϵ	کرنش
F_m	نیروی ماکزیمم	A	تغییر طول نسبی شکست
L_0	طول اولیه	Z	گلویی شدن نسبی شکست
L	طول اندازه گیری	$R_{p0.2}$	تنش تسلیم قراردادی
L_u	طول اندازه گیری بعد از شکست	σ_z	تنش کششی
d_0	قطر اولیه قطعه نمونه	R_m	استحکام کششی
S_0	سطح مقطع اولیه قطعه نمونه	R_e	تنش تسلیم
		E	مدول الاستیسیته
		V_s	نسبت تنش تسلیم
		S_u	سطح مقطع مینیمم قطعه نمونه بعد از شکست

قطعه نمونه کشش

معمولاً قطعه نمونه گرد دارای طول اولیه $L_0 = 5 \cdot d_0$ است.

قطعه نمونه ماشینکاری نشده در حالت زیر مجاز است:

- مقاطع ثابت یکسان، مثلاً قطعه نمونه از ورقها، پروفیلها، مفتولها

- قطعات نمونه ریختگی، مثلاً از جنس چدن یا آلیاژهای ریختگی NE

نسبت تنش تسلیم: $V_s = R_e (R_{p0.2}) / R_m$

برای وضعیت عملیات حرارتی فولادها می توان نوشت:

آبیل نرمال شده $V_s \approx 0,5 \dots 0,7$ بهسازی شده $V_s \approx 0,7 \dots 0,95$

مدول الاستیسیته E

تعیین مدول الاستیسیته مستلزم اندازه گیری دقیق در محدوده الاستیکی قطعه نمونه است.

تنش کششی

$$\sigma_z = \frac{F}{S_0}$$

استحکام کششی

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

کرنش (تغییر طول نسبی)

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

تغییر طول نسبی

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

گلویی شدن نسبی شکست

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \cdot 100\%$$

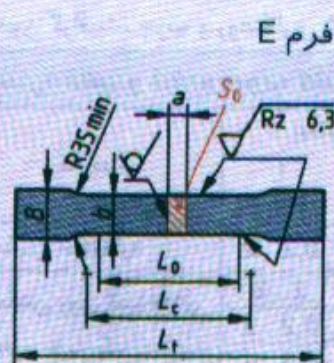
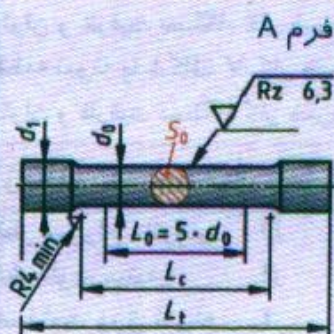
مدول الاستیسیته

$$E = \frac{\sigma_z}{\epsilon} \cdot 100\%$$

قطعه نمونه کشش

طبق DIN 50125 (2004-01)

قطعه نمونه کشش گرد یا کلگی استوانه ای براق، فرم A و B



فرمها، کاربرد	d_0	4	5	6	8	10	12	14
فرم A: قطعه نمونه ماشینکاری شده برای بستن در قید گوه ای	L_0	20	25	30	40	50	60	70
	L_c	24	30	36	48	60	72	84
فرم B: قطعه نمونه ماشینکاری شده با کلگی رزوه دار، نتیجه اندازه گیری دقیق تغییر طول را تعیین می کند	d_1	5	6	8	10	12	15	17
	L_1	65	80	95	115	140	160	185
فرم B	d_1	M6	M8	M10	M12	M16	M18	M20
	L_1	40	50	60	75	90	110	125

قطعه نمونه کشش، سایر فرمها

فرمها، کاربرد	a	3	4	5	6	7	8	10
قطعه نمونه تخت با کلگی جهت بستن در قید گوه ای، قطعه نمونه کشش از تسمه ها، ورقها، پروفیلها و مفتول تخت	b	8	10	10	20	22	25	25
	L_0	30	35	40	60	70	80	90
فرم E	B	12	15	15	27	29	33	33
	L_c	38	45	50	80	90	105	115
	L_1	115	135	140	210	230	260	270

قطعه نمونه ماشینکاری شده با کلگی شاندار

قطعه نمونه ماشینکاری شده با کلگی مخروطی

قطعه نمونه ماشینکاری نشده از مفتول گرد

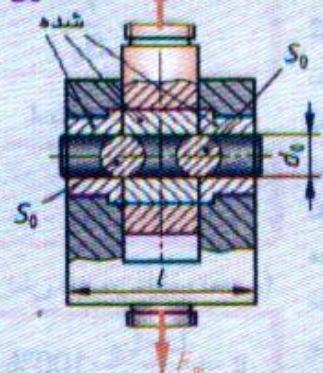
قطعه نمونه ماشینکاری نشده از فولادهای تخت و پروفیلها

قطعه نمونه تخت جهت آزمایش ورقها با ضخامت 0,1 mm و 3 mm

فرم A، $d_0 = 10 \text{ mm}$ ، $L_0 = 50 \text{ mm}$: DIN 50125 - A10x50 قطعه نمونه کشش

آزمایش برش (قیچی)

طبق DIN EN 50141 (1982-12)

پوشه‌های
سختکاری
شده

F_m نیروی برش ماکزیمم
 d_0 قطر اولیه قطعه نمونه

استحکام برش τ_{AB}
طول قطعه نمونه l

سطح مقطع اولیه قطعه نمونه S_0

آزمایش روی ماشین آزمایش کشش با وسیله برش استاندارد انجام می‌شود.

استحکام برش

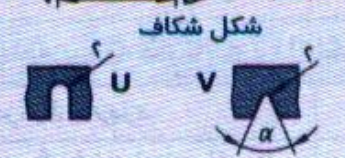
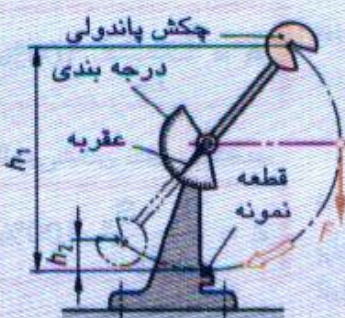
$$\tau_{AB} = \frac{F_m}{2 \cdot S_0}$$

قطعه نمونه برش

d_0	3	4	5	6	8	10	12	16
تولرانس	-0,020 -0,370	-0,020 -0,370	-0,030 -0,390	-0,030 -0,345	-0,040 -0,370	-0,013 -0,186	-0,016 -0,193	-0,016 -0,193
l	50	50	50	50	50	110	110	110

طبق DIN EN 10045 (1991-04)

آزمایش ضربه شکاف خمشی شارپی



KU

کار ضربه شکاف به ل. اندازه‌گیری شده روی قطعه نمونه با شکاف U

KV

کار ضربه شکاف به ل. اندازه‌گیری شده روی قطعه نمونه با شکاف V

قطعه نمونه

قطعه نمونه باید کاملاً ماشینکاری شود. در تهیه قطعه نمونه تا حد امکان نباید هیچ تغییر ساختاری روی دهد. در ته شکاف نباید هیچگونه شیاری به موازات محور و شکاف چاک دیده شود.

قطعه نمونه ضربه شکاف

نام	شکل شکاف	اندازه قطعه نمونه به mm یا درجه (°)						
		l	l_w	h	b	h_k	r	α
قطعه نمونه نرمال	U	55	40	10	10	5	1,0	-
قطعه نمونه نرمال	V	55	40	10	10	8	0,25	45°
قطعه نمونه DVM ¹⁾	U	55	40	10	10	7	1,0	-

(۱) انجمن آزمایش مواد آلمان (DVM (Deutscher Verband für Materialprüfung)

$KU = 115 J$: کار ضربه شکاف U، کار ضربه شکاف J 115، توان و ظرفیت دستگاه کار ضربه شکاف J 300

$KV150 = 85 J$: کار ضربه شکاف V، کار ضربه شکاف J 85، توان و ظرفیت دستگاه کار ضربه شکاف J 150

طبق DIN EN ISO 20482 (2003-12)، جایگزین برای DIN 50101 و 50102

آزمایش کشش عمیق ورق اریکسون

مقدار عمق اریکسون به mm IE نیروی ورق گیر به kN F طول ورق نمونه l قطر سوراخ ماتریس D قطر گوی سنبه d ضخامت ورق نمونه t عرض ورق نمونه b

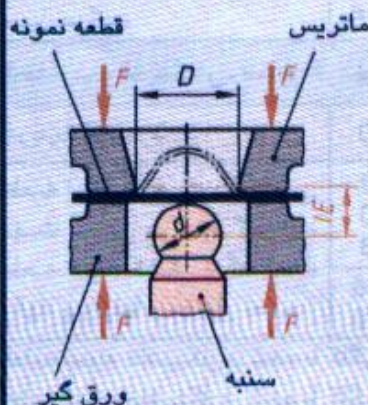
قطعه نمونه

قطعه نمونه باید هموار بوده و هیچگونه پلیسه و براده‌ای نداشته باشد. قبل از بستن، ورق باید با گریس بدون گرافیت، چرب و روغنکاری شود.

اندازه قالب و قطعه نمونه کشش عمیق

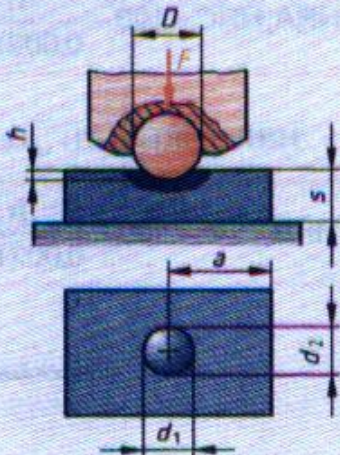
علائم کوتاه	ابعاد قالب			ابعاد قطعه نمونه			کاربرد
	D mm	d mm	F kN	l mm	b mm	t mm	
IE	27	20	10	≥ 90	≥ 90	0,2...2	آزمایش استاندارد
IE ₄₀	40	20	10	≥ 90	≥ 90	2...3	آزمایش روی تسمه‌های ضخیم یا باریک
IE ₂₁	21	15	10	$\geq b$	55...90	0,2...2	
IE ₁₁	11	8	10	$\geq b$	30...55	0,1...1	

$IE = 12 mm$: عمق اریکسون = 12 mm، آزمایش استاندارد



طبق DIN EN 6506-1 (1999-10)، جایگزین برای DIN EN 10003

آزمایش سختی برینل



F (N) نیروی آزمایش
 D (mm) قطر ساچمه
 d (mm) قطر نفوذ
 d_1, d_2 (mm) مقادیر تکی قطر نفوذ
 h (mm) عمق نفوذ
 s (mm) ضخامت حداقل قطعه نمونه
 a (mm) فاصله از لبه

شرایط آزمایش

 $0,24 \cdot D \leq d \leq 0,6 \cdot D$ قطر نفوذ $s \geq 8 \cdot h$ ضخامت حداقل قطعه نمونهفاصله از لبه $a \geq 3 \cdot d$

سطح قطعه نمونه: براق فلزی

قطر نفوذ

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

سختی برینل

$$HBW = \frac{0,204 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

مثال مشخصه:

180 HBW 2,5 / 62,5

600 HBW 1 / 30 / 25

مقدار سختی	جنس ساچمه	قطر ساچمه	نیروی آزمایش F	مدت زمان اثر
سختی برینل 180	ساچمه فلز سخت W	2,5 mm	$62,5 \cdot 9,80665 \text{ N} = 612,9 \text{ N}$	بدون ذکر: 10...15 s
سختی برینل 600		1 mm	$30 \cdot 9,80665 \text{ N} = 294,2 \text{ N}$	ذکر شده: 25 s

درجه بارگذاری، قطر ساچمه، نیروی آزمایش و جنس قطعه نمونه

درجه بارگذاری $0,102 \cdot F/D^2$	نیروی آزمایش F به N در قطر ساچمه D ^(۱) به mm					جنس قطعه مورد آزمایش (یا همان قطعه نمونه)
	1	2	2,5	5	10	
30	294,2	1177	1830	7355	29420	فولاد، آلیاژهای Ni و تیتانیوم $\geq 650 \text{ HBW}$ چدن $\leq 140 \text{ HBW}$ ، آلیاژهای Cu $200 \text{ HBW} <$
15	-	-	-	-	14710	آلیاژهای آلومینیم $\leq 35 \text{ HBW}$
10	98,1	392,3	612,9	2452	9807	چدن $> 140 \text{ HBW}$ ، آلیاژهای مس $35...200 \text{ HBW}$ آلیاژهای آلومینیم $\leq 35 \text{ HBW}$
5	49	196,1	306,5	1226	4903	آلیاژهای مس $> 35 \text{ HBW}$ آلیاژهای آلومینیم $35...80 \text{ HBW}$
2,5	24,5	98,1	153,2	612,9	2452	آلیاژهای آلومینیم $> 35 \text{ HBW}$
1	9,8	39,2	61,3	245,2	980,7	سرب، قلع

(۱) قطر کوچک ساچمه برای مواد دانه ریز، قطعات نمونه نازک یا در آزمایش سختی لایه‌های حاشیه. برای آزمایش سختی چدن باید قطر ساچمه $D \geq 2,5 \text{ mm}$ باشد. مقادیر سختی فقط وقتی قابل مقایسه است که آزمایش با درجه بارگذاری یکسان اجرا شده باشد.

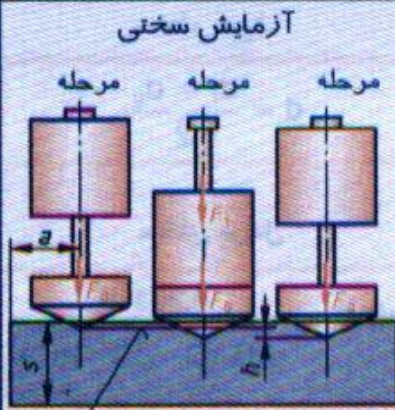
ضخامت حداقل s قطعه نمونه

قطر ساچمه D به mm	ضخامت حداقل s به mm برای قطر نفوذ d ^(۱) به mm														
	0,25	0,35	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	2,0	2,4	3,0	3,5	4,0	4,5
1	0,13	0,25	0,54	0,8											
2			0,23	0,37	0,67	1,07	1,6								
2,5				0,29	0,53	0,83	1,23	1,46	2,0						
5							0,58	0,69	0,92	1,67	2,45	4,0			
10											1,17	1,84	2,53	3,34	4,28

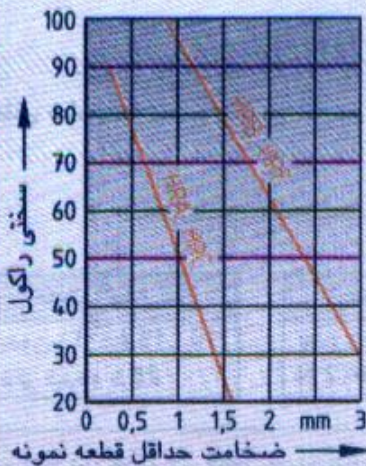
(۱) خانه‌های خالی بدون ذکر ضخامت خارج از محدوده آزمایش می‌باشد $0,24 \cdot D \leq d \leq 0,6 \cdot D$

طبق DIN EN ISO 6508-1 (1999-10)

آزمایش سختی راکول



سطح مرجع اندازه گیری



F_0 نیروی اولیه آزمایش (N)
 F_1 نیروی آزمایش (N)
 h عمق نفوذ مانده (mm)
 s ضخامت قطعه نمونه
 a فاصله از لبه

شرایط آزمایش

سطح مقطع نمونه سنگ خورده با $Ra = 0,8 \dots 1,6 \mu m$
 ماشینکاری قطعه نمونه به هیچ وجه نباید باعث تغییر ساختار آن شود. فاصله از لبه $1 mm \leq a$

سختی راکول HRC و HRA

$$HRA, HRC = 100 - \frac{h}{0,002 mm}$$

سختی راکول HRF و HRB

$$HRB, HRF = 130 - \frac{h}{0,002 mm}$$

مثال مشخصه :

65 HRC
70 HRBW

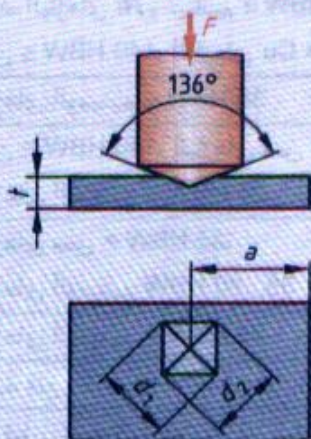
مقدار سختی	فرآیند آزمایش
65	سختی راکول B HRB
70	سختی راکول C HRC
	آزمایش با مخروط الماس
	آزمایش با مخروط فلز سخت

فرآیندهای آزمایش، کاربرد (انتخاب)

کاربرد	محدوده اندازه گیری تا ... از	F_1 به N	F_0 به N	قطعه نفوذ کننده	فرآیند
فولاد سختکاری شده، فلزات خیلی محکم	20... 88 HRA	490,3	98	مخروط الماس، زاویه مخروط 120°	HRA
فولاد نرم، فلزات NE	20... 70 HRC	1373	98	ساقچه فلز سخت (W) $1,5785 mm$	HRC
	20... 100 HRB	882,6	98		HRB
	20... 100 HRF	490,3	98		HRF

طبق DIN EN ISO 6507-1 (1990-01)

آزمایش سختی ویکرز



F نیروی آزمایش به N
 d قطر اثر نفوذ به mm
 s ضخامت قطعه نمونه
 a فاصله از لبه

شرایط آزمایش

سطح قطعه نمونه سنگ خورده با $Ra = 0,4 \dots 0,8 \mu m$
 ماشینکاری قطعه نمونه به هیچ وجه نباید باعث تغییر ساختار آن شود. فاصله از لبه $2,5 \cdot d \leq a$

قطر اثر نفوذ

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

سختی ویکرز

$$HV = 0,1891 \cdot \frac{F}{d^2}$$

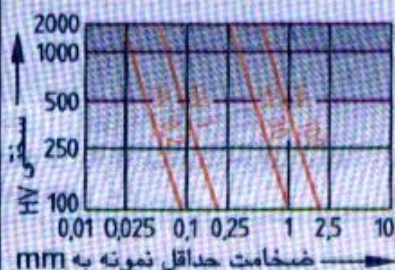
مثال مشخصه :

540 HV 1 / 20
650 HV 5

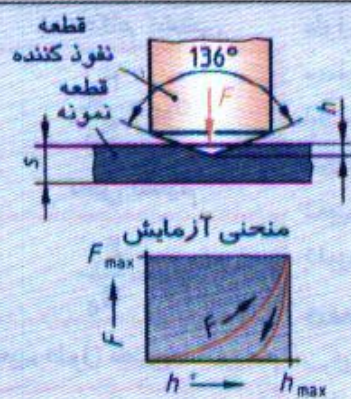
مقدار سختی	نیروی آزمایش	مدت زمان اثر
سختی ویکرز 540	$1 \cdot 9,80665 N = 9,087 N$	مقدار داده شده : 20 s
سختی ویکرز 650	$5 \cdot 9,80665 N = 49,03 N$	بدون مقدار داده شده : 10...15 s

شرایط آزمایش و نیروی آزمایش برای آزمایش سختی ویکرز

شرایط آزمایش	HV100	HV50	HV30	HV20	HV10	HV5
نیروی آزمایش به N	980,7	490,3	294,2	196,1	98,07	49,03
شرایط آزمایش	HV3	HV2	HV1	HV0,5	HV0,3	HV0,2
نیروی آزمایش به N	29,42	19,61	9,807	4,903	2,942	1,961



طبق DIN EN ISO 14577 (2003-05)



F نیروی آزمایش به N
h عمق نفوذ به mm
s ضخامت قطعه نمونه به mm

سطح قطعه نمونه			
جنس	مقدار زبری متوسط R _a در F		
	0,1 N	2 N	100 N
آلومینیم	0,13	0,55	4,00
فولاد	0,08	0,30	2,20
فلز سخت	0,03	0,10	0,80

سختی مارتن

$$HM = \frac{F}{26,43 \cdot h^2}$$

$$HM \ 0,5 / 20 / 20 = 5700 \text{ N/mm}^2$$

مشخصه :

فرایند آزمایش	نیروی آزمایش	مدت زمان آزمایش	مدت زمان اعمال نیرو	مقدار سختی مارتن
سختی مارتن	0,5 N	20 s	در مدت 20 s	5700 N/mm ²

محدوده آزمایش	شرایط آزمایش	کاربرد
محدوده ماکرو	2 N ≤ F ≤ 30 kN	آزمایش سختی عمومی، مثلاً برای همه فلزات، مواد مصنوعی، هاردمتال، مواد سرامیکی؛ محدوده میکرو و نانو : اندازه گیری لایه های نازک، اجزاء ساختار
محدوده میکرو	H > 0,2 μm یا F < 2 N	
محدوده نانو	h ≤ 0,2 μm	

طبق DIN EN ISO 18265 (2003-11)

جدول تبدیل مقادیر سختی و استحکام کششی^(۱)

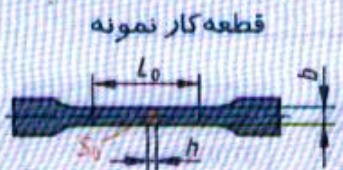
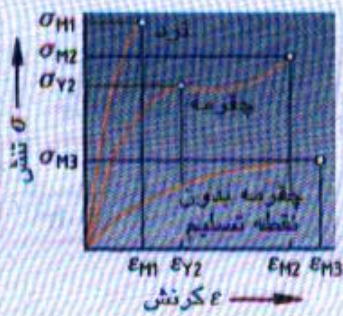
استحکام کششی R _m N/mm ²	سختی ویکرز HV (F ≥ 98 N)	سختی برینل HB30	سختی راکول				استحکام کششی R _m N/mm ²	سختی ویکرز HV (F ≥ 98 N)	سختی برینل HB30	سختی راکول	
			HRC	HRA	(^۱)HRB	(^۱)HRF				HRC	HRA
255	80	76	—	—	—	—	1155	360	342	37	69
285	90	86	—	—	48	83	1220	380	361	39	70
320	100	95	—	—	56	87	1290	400	380	41	71
350	110	105	—	—	62	91	1350	420	399	43	72
385	120	114	—	—	67	94	1420	440	418	45	73
415	130	124	—	—	71	96	1485	460	437	46	74
450	140	133	—	—	75	99	1555	480	456	48	75
480	150	143	—	—	79	(101)	1595	490	466	48	75
510	160	152	—	—	82	(104)	1665	510	485	50	76
545	170	162	—	—	85	(106)	1740	530	504	51	76
575	180	171	—	—	87	(107)	1810	550	523	52	77
610	190	181	—	—	90	(109)	1880	570	542	54	78
640	200	190	—	—	92	(110)	1955	590	561	55	78
675	210	199	—	—	94	(111)	2030	610	580	56	79
705	220	209	—	—	95	(112)	2105	630	599	57	80
740	230	219	—	—	97	(113)	2180	650	618	58	80
770	240	228	20	61	98	(114)	—	670	—	59	81
800	250	238	22	62	100	(115)	—	690	—	60	81
835	260	247	24	62	(101)	—	—	720	—	61	82
865	270	257	26	63	(102)	—	—	760	—	63	83
900	280	266	27	64	(104)	—	—	800	—	64	83
930	290	276	29	65	(105)	—	—	840	—	65	84
965	300	285	30	65	—	—	—	880	—	66	85
1030	320	304	32	66	—	—	—	920	—	68	85
1095	340	323	34	68	—	—	—	940	—	68	86

(۱) معتبر برای فولادهای ریختگی و فولادهای غیرآلیاژی و کم آلیاژی. برای فولادهای بهسازی، سردکار، تندبر و نیز انواع مختلف هاردمتالها از جدول ویژه این استاندارد استفاده کنید. در فولادهای پرآلیاژ و/یا فولادهای با کار سختی سرد انحراف بالایی انتظار می رود.
(۲) مقادیر ذکر شده در داخل پرانتز در خارج از محدوده اندازه گیری می باشد.

طبق DIN EN ISO 527-1 (1996-04)

تعیین خواص کششی مواد مصنوعی

منحنی نمونه تنش- کرنش

F_M نیروی حداکثرF_Y نیروی تنش تسلیمε_M تغییر طول نسبی ماکزیممε_Y تغییر طول نسبی تنش تسلیمΔL_{FM} تغییر طول در نیروی حداکثرΔL_{FY} تغییر طول در نیروی تنش تسلیمL₀ طول اندازه گیریS₀ سطح مقطع اولیهσ_M استحکام کششیσ_Y تنش تسلیم

تغییر طول در نیروی حداکثر

تغییر طول در نیروی تنش تسلیم

قطعه نمونه

استحکام کششی

$$\sigma_M = \frac{F_M}{S_0}$$

تنش تسلیم

$$\sigma_Y = \frac{F_Y}{S_0}$$

تغییر طول نسبی ماکزیمم

$$\varepsilon_M = \frac{\Delta L_{FM}}{L_0} \cdot 100\%$$

تغییر طول نسبی

تنش تسلیم

$$\varepsilon_Y = \frac{\Delta L_{FY}}{L_0} \cdot 100\%$$

برای خواصی، مثلاً استحکام کششی، تنش تسلیم، تغییر طول نسبی تنش تسلیم، باید حداقل پنج قطعه نمونه آزمایش شوند.

کاربرد

- مواد ترموپلاستیکی - تزریقی و - اکستروژن

- مواد ترموپلاستیکی - صفحات و - فویلها

- مواد دوروپلاستیکی قالب گیری

- مواد ترموپلاستیکی صفحات

- مواد کامپوزیتی تقویت شده با الیاف، ترموپلاستیکی و دوروپلاستیکی

سرعت آزمایش

قطعه نمونه طبق

DIN EN ISO 527-2 برای مواد قالب گیری

DIN EN ISO 527-3 برای فویلها

سرعت آزمایش به mm/min	تولانس	نوع	1A	1B	5A	5B	2	4	5
1	±20%	L ₀ mm	50 ± 0,5	50 ± 0,5	20 ± 0,5	10 ± 0,2	50 ± 0,5	50 ± 0,5	25 ± 0,25
2	±10%	h mm	4 ± 0,2	4 ± 0,2	≥ 2	≥ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
5		b mm	10 ± 0,2	10 ± 0,2	4 ± 0,1	2 ± 0,1	10...25	25,4 ± 0,1	6 ± 0,4

آزمایش کشش طبق ISO 527-2، نوع قطعه نمونه 1A، سرعت آزمایش 50 mm/min : ISO 527-2/1A/50 آزمایش کشش

طبق DIN EN ISO 2039-1 (2003-06)

آزمایش سختی مواد مصنوعی

آزمایش نفوذ ساچمه

F₀ 9,8 N پیش نیروF_M نیروی آزمایش

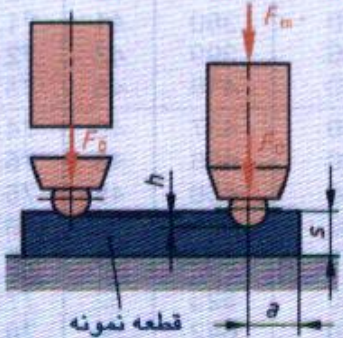
h عمق نفوذ

a فاصله از لبه

s ضخامت قطعه نمونه

قطعه نمونه

فاصله از لبه a ≤ 10 mm، ضخامت حداقل قطعه نمونه s ≤ 4 mm



نیروی آزمایش N به F _M	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34
49	22	19	16	15	13	12	11	10	9	9
132	59	51	44	39	35	32	30	27	25	24
358	160	137	120	106	96	87	80	74	68	64
961	430	370	320	290	260	234	214	198	184	171

سختی فشار ساچمه H به N/mm² در عمق نفوذ h به mm : ISO 2039-1 H 132 : F_M = 132 N در H = 31 N/mm²

طبق DIN EN ISO 868 (2003-06)

آزمایش سختی شتر (Shore) مواد مصنوعی

F_A نیروی پرسی به N

F نیروی آزمایش

h عمق نفوذ

a فاصله از لبه

s ضخامت قطعه نمونه

قطعه نمونه

فاصله از لبه a ≤ 9 mm، ضخامت حداقل قطعه نمونه s ≤ 4 mm



شرایط آزمایش برای فرآیندهای شتر A و شتر D

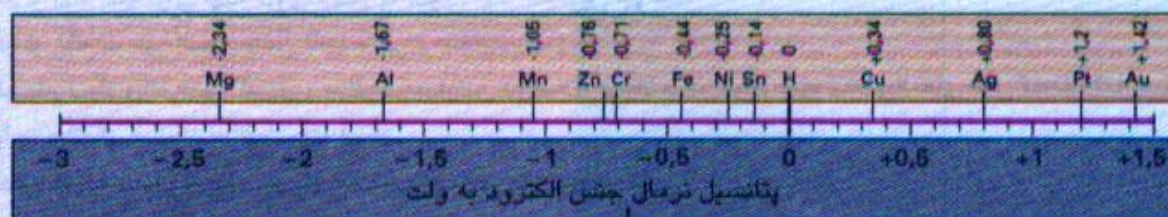
فرآیند آزمایش	N به F _{max}	N به F _A	کاربرد
A	7,30	10	وقتی سختی شتر با نوع D > 20 است
D	40,05	50	وقتی سختی شتر با نوع A < 90 است

مقدار سختی 85، فرآیند آزمایش شتر A : 85 شتر

سری ولتاژ الکتروشیمیایی فلزات

فرآیند خوردگی الکتروشیمیایی همانند عناصر گالوانیکی می‌باشد. ضمن آن فلز غیرخالص از بین می‌رود. با ولتاژ به وجود آمده بین دو فلز متفاوت واقع در یک سیال هادی (الکترولیت)، پتانسیل نرمال سری ولتاژ الکتروشیمیایی به وجود می‌آید. منظور از پتانسیل نرمال ولتاژ بین جنس الکتروود و الکتروود احاطه شده با هیدروژن است (بین آند و کاتد). با غیرفعال کردن (تشکیل لایه محافظ) ولتاژ بین عناصر تغییر می‌کند.

جنس الکتروود



مثال: پتانسیل نرمال $\text{Al} = -1,67 \text{ V}$ و $\text{Cu} = +0,34 \text{ V}$ باعث ایجاد ولتاژی برابر $2,01 \text{ V}$ بین Al و Cu می‌شود

$$U = +0,34 \text{ V} - (-1,67 \text{ V}) = 2,01 \text{ V}$$

رفتار خوردگی مواد فلزی

جنس	رفتار خوردگی	پایداری در محیط زیر				
		هوای اتاق خشک	هوای مناطق کشاورزی	هوای صنعتی	هوای دریا	آب دریا
فولادهای غیرآلیاژی و آلیاژی	فقط در فضای خشک پایدار است	●	●	●	○	○
فولادهای رنگ‌نزن	پایدار، ولی نه در برابر مواد شیمیایی خورنده	●	●	●	●	●
آلومینیم و آلیاژهای آلومینیم	پایدار، به جز آلیاژهای Al دارای Cu	●	●	●	●	●...●
مس و آلیاژهای مس	پایدار، به ویژه آلیاژهای مس دارای Ni	●	●	●	●	●...●

○ غیرقابل استفاده ● ناپایدار ● نسبتاً پایدار ● پایدار

حفاظت از خوردگی

آماده‌سازی سطوح فلزات قبل از پوشش دادن

فرآیند	هدف	مراحل کار
سنگ‌زنی، برسکاری، تمیزکاری با آب دارای ماسه کوآرتز	زدودن پوسته‌های نورد، زنگ و کثافات	تمیزکاری مکانیکی و ایجاد زیرلایه مناسب برای چسبندگی
اچ کردن با اسید یا باز؛ چربی‌زدایی با مواد حلال؛ پولیش شیمیایی یا الکتروشیمیایی	رفع پوسته نورد، زنگ و بقایای چربی زیر کردن یا براق کردن سطوح	تمیزکاری شیمیایی و ایجاد کیفیت سطحی مناسب

اقدامات - حفاظت خوردگی

مثال	انتخاب جنس مناسب
فولاد زنگ‌نزن برای اجزاء آماده‌سازی تولید کاغذ	انتخاب جنس مناسب
جنس یکسان نقاط تماس، لایه عایق بین اجزاء، پرهیز از ایجاد ترک و شکاف	طراحی درست از نظر حفاظت خوردگی
روغن زدن نقاط لغزش و ابزارهای اندازه‌گیری فسفاته کردن، قهوه‌ای کاری لایه رنگ، در صورت نیاز بعد از فسفاته کاری	لایه محافظ: • روغن محافظ یا گریس محافظ • عملیات شیمیایی سطح • رنگ و لاک محافظ
گالوانیزه گرم پوششهای گالوانیکی فلزی، مثلاً کرم کاری	پوششهای فلزی
برای اجزاء حفاظتی مثلاً پیچهای کشتی یک آند قربانی بسته می‌شود	حفاظت کاتدی خوردگی
روی اجزاء مثلاً گلگیر یک لایه اکسیدی مقاوم و پایدار به خوردگی ایجاد می‌شود	اکسیداسیون آندی قطعات آلومینیمی

قوانین مواد زباله

طبق قانون جریان مواد و قانون مواد زباله (2001-10)

اصول مهم اقتصاد چرخه مواد

- از ایجاد زباله جلوگیری شود، مثلاً با هدایت آن به داخل تأسیسات یا طراحی درست با ایجاد زباله کمتر.
- استفاده از مواد زباله، مثلاً با استخراج مواد خام از زباله (مواد خام ثانویه).
- استفاده از مواد زباله برای تهیه انرژی، مثلاً به عنوان مواد جایگزین سوخت.
- استفاده از زباله به طور اصولی بدون تأثیر منفی بر سلامتی عمومی.

دفن و انهدام مواد زباله تحت کنترل و مراقبت مسئولین ذیصلاح می‌باشد. در موارد ویژه مثلاً زباله‌های قابل انفجار، قابل سوخت، آلوده کننده-آب، هوا و- سلامتی نیازمند مراقبت ویژه است.

تولیدکننده زباله مسئول دفن و پاسخگویی مسائل مربوطه است.

نمونه‌ای از زباله‌های نیازمند نظارت ویژه (زباله‌های ویژه) در صنایع فلزی

تذکر، اقدامات	منبع، توضیح، ایجاد	مشخصه نوع زباله	شماره زباله
ظروف کاملاً خالی، بدون قلم مو یا بتونه، زباله نیازمند مراقبت ویژه نیست. آنها با بسته‌بندی فروشی مطابقت دارد. دفن از طریق سیستم دوگانه یا ظروف فلزی از طریق قراضه‌فروشها. ظروف با لاک خشک‌شده مانند زباله خانگی می‌باشد. از قوطیهای اسپری صرف‌نظر شود، اینها جزو مواد خاص هستند.	بشکه‌ها، گالنها، سطرها و قوطیها که دارای بقایای رنگ، لاک، مواد حلال، تمیزکننده سرد، مواد محافظ زنگ‌زدگی، تمیزکننده‌های زنگ و سیلیکون و بتونه و غیره هستند. قوطی اسپری با ته‌مانده	بسته‌بندیهای با زباله مضر	150199D1
همه باتریهای دارای مواد مضر باید مشخص شود. این باتریها باید به طور مجانی توسط شرکت پس گرفته شود. مصرف‌کننده موظف است به شرکت یا محل دریافت عمومی مراجعه کند.	باتری مثلاً از ماشینهای سوراخکاری و بستن پیچ و غیره	باتریهای نیکل - کادمیم	160602
	باتریهای دگمه‌ای، باتریهای دگمه‌ای دارای جیوه	باتریهای خشک جیوه	160603
	باتریهای غیرقابل شارژ	باتاقانهای قلبایی	160604
می‌توان بازیافت کرد. به صورت نشکسته و خردنشده به شرکت یا بازیافت‌کننده تحویل دهید. به سطل بازیافت شیشه نیندازید.	لامپهای نئون	زباله‌های دارای جیوه	060404
تا حد امکان از KSS پرهیز شود، مثلاً با	روغنهای - برشکاری، - سنگ‌زنی، - تراشکاری، - سوراخکاری بدون آب، اصطلاحاً مواد روغنکاری	روغنهای کارکرده ماشینکاری، دارای هالوژن، هیچ نوع امولوسیون	120106
جمع آوری مجزای روغنها - ، امولوسیونها - و محلولهای-KSS مختلف. امکان پس دادن جهت بازیافت یا سوخت (بازیافت انرژی) را از شرکت مربوطه سوال کنید.	خنگ‌کننده یا KSS روغنهای هونینگ خیلی کارکرده و بدون آب	روغنهای ماشینکاری کهنه، دارای هالوژن، هیچ نوع امولوسیون	120107
	روغنهای KSS از روغنهای مصنوعی، مثلاً با پایه استر	روغنهای ماشینکاری مصنوعی	110
پس گرفتن اجباری توسط کارخانه. روغن کهنه در صورت معلوم بودن ترکیب آن تصفیه یا بازیافت انرژی می‌شود. هرگز آن را با مواد دیگر مخلوط نکنید.	روغن کهنه و روغن جمع‌دهنده، روغن هیدرولیک، روغن کمپرسور پیستونی	روغنهای کلری نشده ماشینها، روغنهای - جعبه دنده و - روغنکاری	130202
تا حد امکان از سرویس کرایه‌ای برای این کار استفاده کنید.	مثلاً دستمال و پارچه‌های تمیزکاری، فرچه‌های کثیف آغشته به روغن و موم، قوطی روغن و گریس	مواد فیلتر و مکش، کهنه‌های تمیزکننده و لباسهای محافظ با آلودگیهای مضر	150299D1
روغن کمپرسور با خواص کف‌گیری (مانع مخلوط کف و مایع) به کار برید؛ تا حد امکان کمپرسورهای بدون روغن استفاده کنید.	آب مقطر از کمپرسورها	امولوسیونها دیگر	130505
پس گرفتن توسط کارخانه جایگزینی با مواد تمیزکننده آبی آزمایش شود.	مواد حلال ترکیبی پر (- کلرواتن) تری (- کلرواتن)	سایر مواد حلال هالوژنی و مخلوط مواد حلال	140102

طبق (2003-11) TRGS-900^(۱)

مواد خطرناک (مقادیر - TRK و - MAK)

طبق § 3 مقررات مواد خطرناک، مقادیر حدی زیر در هوا در محل کار (مقادیر حدی هوا) نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید:

- غلظت فنی درست (TRK) غلظت مواد موجود در هوای محل کار که موجب ایجاد سرطان و مشکوک به ایجاد سرطان می‌باشد. مراعات مقدار TRK خطر آسیب به سلامتی را باید کاهش دهد. هرچند که نتوان تصمیم کاملاً قطعی گرفت.
- غلظت ماکزیمم محل کار (MAK) غلظت یک ماده در هوای محل کار است که معمولاً سلامتی کارگر را دچار آسیب نمی‌کند.

مقادیر حدی هوا مقادیر متوسط هستند. این مقدار بر این اساس است که فرد موردنظر نسبت به مواد خطرناک به طور روزانه هشت ساعت یا به طور هفتگی به طور متوسط چهل ساعت تحت اثر قرار می‌گیرد.

مواد	MAK/TRK ^(۲) ml/m ³ mg/m ³	UF ^(۳)	تذکر ^(۴)	مواد	MAK/TRK ^(۲) ml/m ³ mg/m ³	UF ^(۳)	تذکر ^(۴)
استون	500	1200	1,5	الیاف معدنی	10	—	TRK, K3
اکریل نیتریل	3	7	4,0	مس	—	1	4
آمونیاک	50	35	=1	ترکیبات مولیبدن	—	5	4
آزبست	—	—	—	نیکل	—	0,5	4
بنزول	1	3,25	4	نیکوتین	0,07	0,47	4
بریلیم	—	0,002	4	اوزن	0,1	0,2	=1
سرب	—	0,1	4	فلز	5	19	=1
کادمیم	—	0,015	4	پروپان	1000	1800	4
ترکیبات کرم (دوره جوشکاری)	—	0,1	4	حیوه	—	0,1	4
اسیدفلوئوریدریک (HF)	3	2,5	=1	دی اکسید گوگرد	0,5	1,3	1
دی اکسید کربن	5000	9100	4	استیرول	20	86	4
مونواکسید کربن	30	35	2	تتراکلر اتن (پر)	50	345	4
مواد روغنکاری	—	10	—	تری کلر اتن	50	270	4
خنک کننده (KSS)	—	—	—				

(۱) قواعد فنی مواد خطرناک (انتخاب از برگه اداره کار فدرال) و نیز دستورالعمل EG 67/548/EWG.

(۲) معمولاً مقادیر MAK داده می‌شود، مقادیر TRK فقط در صورت ذکر ملاحظات ذکر می‌شود.

(۳) UF فاکتور تجاوز از مقادیر کوتاه مدت، =1 مقدار حدی نباید تجاوز کند.

(۴) H مواد نفوذکننده به پوست. این مواد براحتی از پوست وارد بدن می‌شوند و منجر به آسیب می‌شود. تماس پوستی با این مواد پرهیز شود (مقایسه با R21, R24, R27).

K سرطان‌زا، طبقه 1: در انسانها ثابت شده است، طبقه 2: با آزمایش روی حیوانات ثابت شده است، طبقه 3: مشکوک

M تغییردهنده ارثی و ژنی، طبقه 1 تا 3 مانند K

RF تاثیر منفی روی قابلیت تکثیر گیاهی و قابلیت باروری، طبقه 1 تا 3 مانند K

RE مضر باروری، گروه 1 تا 3 مانند K

Y آسیب میوه‌ای در صورت مراعات مقادیر MAK نگران کننده نیست

(۵) 250 000 لیاف/m³

مقدار مواد گازهای خطرناک

تذکرات دیگر	حد بالای حد پایین	اشتهال اشتهال	دمای اشتعال	نسبت چگالی به هوا	گاز
در فشار $p_0 > 2$ bar تجزیه خودبه‌خود و انفجار	82	1,5	305 °C	0,91	استیلن
هوای تنفسی را می‌راند، خطر خفه شدن	—	—	غیر قابل احتراق	1,38	آرگون
اثر نازکوتی، اثر خفه‌کنندگی	8,5	1,5	365 °C	2,11	بوتان
CO ₂ مایع و یخ خشک منجر به یخ‌زدگی سنگین می‌شود	—	—	غیر قابل احتراق	1,53	دی اکسید کربن
مسمومیت شدیدخونی، آسیب شنوایی، دید، کبد، ریه و کلیه	74	12,5	605 °C	0,97	مونواکسید کربن
هوای تنفسی را می‌راند، پروپان مایع باعث آسیب پوستی و چشمی می‌شود	9,5	2,1	470 °C	1,55	پروپان
مخلوط گریس و روغن با اکسیژن مخلوط انفجارآمیز است، گاز مشتعل کننده است	—	—	غیر قابل احتراق	1,1	اکسیژن
در فضای بسته هوای تنفسی را می‌راند، خطر خفه شدن	—	—	غیر قابل احتراق	0,97	ازت، نیتروژن
اشتعال خودبه‌خود در سرعت بالای جریان و تخلیه، با هوا، O ₂ و Cl مخلوط قابل انفجاری تشکیل می‌دهد	75,6	4	570 °C	0,07	هیدروژن

مواد خطرناک، سلامتی و امنیت انسان و محیط را تهدید می‌کند. بدین جهت باید به طور ویژه‌ای مشخص شوند (مقایسه با صفحه ۴۰۴).
سریه‌های R^(۱)، زیرسریه‌های استاندارد بوده و به خطر ویژه در برخورد و استفاده از مواد خطرناک اشاره می‌کند. برگه‌های ویژه ایمنی برای هر ماده خطرناک اطلاعات مفصلی را دربر دارد.

طبق (2004-04) (RL 67/548/EWG^(۱))

سری R : اشاره به خطرات ویژه

معنی	سری R ^(۲)	معنی	سری R ^(۲)
باعث سوزش شیمیایی می‌شود	R 34	در حالت خشک خطر انفجار	R 1
باعث سوزش شیمیایی شدید	R 35	در نتیجه ضربه، اصطکاک (مالش)، آتش و سایر منابع	R 2
تحریک چشمها	R 36	اشتعال خطر انفجار	R 3
تحریک سیستم تنفسی	R 37	در نتیجه ضربه، اصطکاک (مالش)، آتش و سایر منابع	R 4
تحریک پوست	R 38	اشتعال خطر انفجار ویژه	R 5
خطر جدی آسیبهای غیرقابل برگشت	R 39	پیوندهای فلزی خطر انفجار حساس بالایی را فراهم می‌کند	R 6
مشکوک به اثرات سرطان‌زایی	R 40	هنگام گرم کردن قابل انفجار	R 7
خطر آسیبهای جدی چشمی	R 41	با یا بدون هوا قابل انفجار	R 8
امکان ایجاد حساسیت تنفسی	R 42	می‌تواند باعث آتش‌سوزی شود	R 10
امکان ایجاد حساسیت در تماس با پوست	R 43	خطر آتش‌سوزی هنگام تماس با مواد قابل احتراق	R 11
خطر انفجار در گرم شدن در فضای بسته	R 44	قابل اشتعال	R 12
امکان ایجاد سرطان	R 45	با قابلیت اشتعال آسان	R 13
امکان ایجاد آسیبهای ژنی و ارثی	R 46	با قابلیت اشتعال بالا	R 14
خطر آسیبهای جدی سلامتی در تماسهای طولانی	R 48	گاز مایع با قابلیت اشتعال بالا	R 15
امکان ایجاد سرطان تنفسی	R 49	واکنش شدید با آب دارد	R 16
خیلی سمی برای ارگانیزم آب	R 50	با آب واکنش داشته و گاز قابل اشتعال بالایی را تشکیل می‌دهد	R 17
سمی برای ارگانیزم آب	R 51	خط انفجار در مخلوط شدن با مواد آتش‌زا	R 18
مضر برای ارگانیزم آب	R 52	اشتعال خودبه‌خودی در هوا	R 19
اثرات مضر طولانی‌مدت برای منابع آبی	R 53	هنگام مصرف امکان تشکیل مخلوط هوا-بخار	R 20
سمی برای گیاهان	R 54	انفجار آمیز یا با قابلیت اشتعال آسان	R 21
سمی برای حیوانات	R 55	می‌تواند پراکسید قابل انفجار تشکیل دهد	R 22
سمی برای ارگانیزم قشر خاکی	R 56	مضر سلامتی هنگام تنفس	R 23
سمی برای زنبور	R 57	مضر سلامتی در تماس با دست	R 24
امکان اثرات مضر درازمدت روی محیط زیست	R 58	مضر سلامتی هنگام بلعیدن	R 25
خطرناک برای لایه اوزن	R 59	سمی هنگام تنفس	R 26
اثر منفی برای تکثیر گیاهی	R 60	سمی هنگام تماس با پوست	R 27
امکان آسیب به نوزاد در شکم مادر	R 61	سمی هنگام بلعیدن	R 28
امکان اثر منفی بر تکثیر گیاهی	R 62	خیلی سمی هنگام تنفس	R 29
احتمال آسیب به نوزاد در شکم مادر	R 63	خیلی سمی هنگام تماس با دست	R 30
امکان آسیب به نوزاد از طریق شیر مادر	R 64	خیلی سمی هنگام بلعیدن	R 31
مضر سلامتی : هنگام قورت دادن امکان آسیب ریه	R 65	هنگام تماس با آب گاز سمی به وجود می‌آید	R 32
در تماس مکرر امکان خشکی و ترک پوست	R 66	اشتعال آسان هنگام کاربرد	R 33
امکان خواب‌آلودگی و عدم تمرکز حواس تحت اثر	R 67	هنگام تماس با اسید گازهای سمی تولید می‌کند	
بخارات	R 68	هنگام تماس با اسید گازهای خیلی سمی تولید می‌کند	
امکان آسیب غیرقابل برگشت		خطر با اثرات فزاینده و مرکب	

(۱) Risiko = R، خطر

(۲) مقررات EG، پیوست III

(۳) ترکیب سریه‌های R ممکن است، مثلاً R 23/24 : سمی هنگام تنفس و تماس با پوست

به سری پیشنهادات ایمنی زیر (سری S)^(۱) در کاربرد مواد خطرناک و آماده‌سازی آن توجه شود. با مراعات آن از خطر جلوگیری شده و یا کاهش می‌یابد.

سری S: پیشنهادات ایمنی

طبق (2004-04) (RL 67/548/EWG^(۲))

معنی	سری S ^(۳)	معنی	سری S ^(۳)
عینک ایمنی / ماسک صورت استفاده کنید	S 39	در ظرف دربسته محافظت کنید	S 1
کف و اجسام کثیف را با ... (توسط سازنده بیان می‌شود) تمیز کنید	S 40	نباید در دسترس بچه‌ها قرار گیرد	S 2
گاز قابل انفجار و احتراق را استشمام نکنید	S 41	خنک نگه دارید	S 3
به هنگام دود دادن و اسپری از وسیله ایمنی تنفسی ویژه‌ای استفاده کنید (مشخصه این وسیله توسط سازنده بیان می‌شود)	S 42	از محل زندگی و سکونت دور نگه دارید	S 4
برای خاموش کردن ... (توسط سازنده بیان می‌شود) استفاده کنید، (اگر آب خطر را افزایش دهد اضافه می‌شود: "هرگز از آب استفاده نکنید")	S 43	تحت ... نگهداری کنید (مابعد ویژه توسط تولیدکننده یادآوری می‌شود)	S 5
در صورت سانحه یا ناخوشی فوراً به پزشک مراجعه شود (در صورت ممکن این تابلو را جلو دید قرار دهید)	S 45	تحت ... نگهداری کنید (گاز خنثی توسط سازنده بیان می‌شود)	S 6
در صورت بلعیدن اصول ایمنی پزشکی را بی‌پرسید و بسته‌بندی یا اتیکت را نشان دهید	S 46	مخزن را کاملاً آب‌بند (کیپ) نگهداری کنید	S 7
در دمای بالاتر از °C ... با دقت بیشتر مراقبت کنید	S 47	مخزن را خشک نگه دارید	S 8
رطوبت را با ... (وسیله ویژه، توسط تولیدکننده بیان می‌شود) حفظ کنید	S 48	مخزن را تحت هوادهی خوب نگهداری کنید	S 9
فقط در ظرف اصلی نگهداری کنید	S 49	مخزن نباید آب‌بند از گاز بسته شود	S 12
با ... مخلوط نکنید (توسط سازنده بیان می‌شود)	S 50	از مواد تغذیه، نوشیدنی و خوراک دام دور نگهداشته شود	S 13
فقط در محدوده هواخوری خوب به کار ببرید	S 51	از ... دور نگهداشته شود (ماده ناسازگار توسط سازنده بیان می‌شود)	S 14
با سطوح بزرگ برای فضای نشیمن یا اقامت استفاده نکنید	S 52	از گرمای شدید محافظت شود	S 15
قبل از کاربرد راهنماییهای ویژه را کسب کنید	S 53	از منابع اشتعال دور نگهداشته شود- سیگار نکشید	S 16
این ماده و ظرف آن را به دفن و انهدام زباله مشکل‌دار و ویژه هدایت کنید	S 56	از مواد قابل احتراق دور نگهداشته شود	S 17
برای پرهیز از آلودگی محیط زیست مخزن ویژه‌ای را به کار ببرید	S 57	ظرف را با احتیاط باز کنید و استفاده کنید	S 18
اطلاعات کاربرد مجدد/ کاربرد زباله را از سازنده/ کارخانه تحویل‌دهنده بپرسید	S 59	هنگام کار نخورید و نیاشامید	S 20
این محصول و ظرف آن را به عنوان زباله خطرناک دفن و نابود کنید	S 60	هنگام کار سیگار نکشید	S 21
از انداختن و گذاشتن آن در محیط زیست پرهیز کنید. راهنماییهای ویژه را کسب/ برگه اطلاعات ایمنی و توصیه را به کار ببرید	S 61	غبار را تنفس نکنید	S 22
در صورت بلعیدن مجبور به استفراغ نکنید. لطفاً از پزشک کسب اطلاع کنید و بسته و اتیکت را نشان دهید	S 62	گاز/ دود/ اِروِزول را تنفس نکنید (مشخصه [های] ویژه توسط سازنده بیان می‌شود)	S 23
در صورت سانحه به واسطه تنفس: شخص سانحه دیده را در هوای آزاد بگذارید تا آرام باشد	S 63	از تماس با پوست پرهیز شود	S 24
در صورت بلعیده شدن، دهان را کاملاً بشویید (فقط در صورتی که حادثه دیده هوشیار باشد)	S 64	از تماس با چشم پرهیز شود	S 25
		در صورت تماس با چشم، آن را کاملاً بشویید و به پزشک مراجعه کنید	S 26
		لباسهای کثیف و خیس شده را فوراً درآورید	S 27
		در تماس با پوست فوراً با ... زیاد بشویید (توسط سازنده بیان می‌شود)	S 28
		وارد سیستم کانال آب و فاضلاب نشود	S 29
		هرگز آب به آن نریزید	S 30
		اقداماتی در مورد شارژ الکتروستاتیکی انجام دهید	S 33
		زباله‌ها و مخازن را با روش صحیحی از بین ببرید	S 35
		هنگام کار از پوشش ایمنی ویژه‌ای استفاده کنید	S 36
		کفش ایمنی ویژه‌ای استفاده کنید	S 37
		در صورت تهویه و جریان هوای ناکافی از وسیله ایمنی تنفسی استفاده کنید	S 38

(۲) مقررات EG، پیوست IV

(۱) S = Sicherheit، ایمنی

(۳) ترکیب سریهای S ممکن است، مثلاً S 20/21: هنگام کار نخورید، نیاشامید و سیگار نکشید.