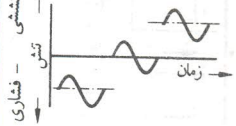
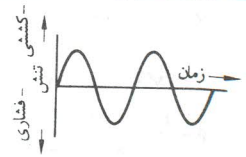
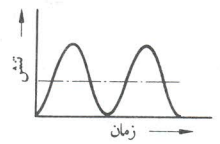
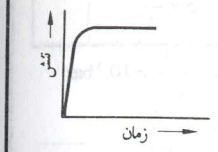
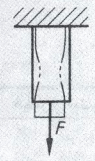
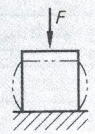
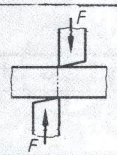
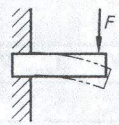
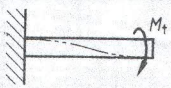
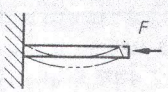
نحوه بارگذاری

بار گذاری دینامیکی			بار گذاری استاتیکی
عمومی	متغیرکششی - فشاری	متغیر کششی	ساکن
			
نوع بارگذاری III	نوع بارگذاری III	نوع بارگذاری II	نوع بارگذاری I
بارگذاری بین دو مقدار حداکثر و حداقل دلخواه تغییر می کند.	بارگذاری بین دو مقدار حداکثر مثبت و حداقل منفی تغییرمی کند.	بارگذاری به حداکثر مقدار خود رسیده و دوباره به صفرکاهش می یابد	اندا زه و جهت بار گذاری ثابت است .

انواع بارگذاری و مقادیر مقاومت مصالح

نوع تنش	تنش حدی مهم σ_{lim} برای نوع بار گذاری			مقدار مشخصه مواد		
	III	II	I	مقدار حدی تغییر شکل خمیری	استحکام	تنش
کششی 	استحکام متغیر کششی σ_{zW}	استحکام متغیر کششی σ_{zSch}	مواد: ترد (چدن) R_m ؛ چقرمه (فولاد) R_e ، $R_{p0,2}$	استحکام حد تناسب کششی R_e ؛ حد - 0,2 % پارگی $R_{p0,2}$	استحکام کششی R_m	تنش کششی σ_z
فشاری 	استحکام متغیر فشاری σ_{dW}	استحکام متغیر فشاری σ_{dSch}	مواد: ترد (GG) σ_{dB} ؛ چقرمه (فولاد) σ_{Fd} ، $\sigma_{d\,0,2}$	استحکام حد تناسب فشاری σ_{dF} ؛ حد - 0,2 % پاشیدگی $\sigma_{d\,0,2}$	استحکام فشاری R_{dB}	تنش فشاری σ_d
برشی 	—	—	استحکام برشی τ_{aB}	—	استحکام برشی τ_{aB}	تنش برش τ_a
خمشی 	استحکام خمشی متغیر σ_{bW}	استحکام خمشی متغیر مثبت σ_{bSch}	حد خمش σ_{bF}	حد خمش σ_{bF}	استحکام خمشی σ_{bB}	تنش خمشی σ_b
پیچشی 	استحکام پیچشی متغیر τ_{tW}	استحکام پیچشی متغیر مثبت τ_{tSch}	حد پیچش τ_{tF}	حد پیچش τ_{tF}	استحکام پیچشی τ_{tB}	تنش پیچشی τ_t
کمانشی 	—	—	استحکام کمانشی σ_{kB}	—	استحکام کمانشی σ_{kB}	تنش کمانشی σ_k

تنش مجاز

به دلایل ایمنی ، قطعات فقط با کسری از تنش که منجر به تغییر شکل ثابت یا تنش حد ی σ_{lim} که باعث شکست می گردد بارگذاری می شود.

در حالت بدون تمرکز تنش

تنش مجاز $\sigma_{zul} = \dfrac{\sigma_{lim}}{\nu}$

σ_{lim} تنش حدی بسته به نوع بارگذاری و نوع تنش (صفحه ۴۶)

σ_{zul} تنش مجاز

ν ضریب اطمینان

مثال : با بار گذاری ساکن و ضریب اطمینان 2، تنش مجازکششی $\sigma_{z\,zul}$ برای پیچ M12 × 50 – 10.9 DIN 933 چقدراست ؟

مقادیر استحکام پیچها در صفحه ۱۶۴

حل :

$$\sigma_{lim} = R_e = 1000\frac{N}{mm^2} \cdot 0{,}9 = 900\ \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{z\,zul} = \frac{\sigma_{lim}}{\nu} = \frac{900\ N/mm^2}{2} = 450\ \frac{N}{mm^2}$$

ضریب اطمینان ν در ماشین سازی

جنس	مواد چقرمه ، مانند فولاد			مواد ترد ، مانند چدن		
نوع بارگذاری	I	II	III	I	II	III
ضریب اطمینان ν	1,2...1,5	1,8...2,4	3...4	2...4	3...5	5...6

مقادیر استحکام فولاد، فولاد ریختگی وچدن گرافیت کروی

نوع تنش	کششی ، فشاری			خمشی			پیچشی		
نوع بارگذاری	I	II	III	I	II	III	I	II	III
جنس	تنش حدی σ_{lim} به N/mm^2								
St 37	235	235	150	330	290	170	140	140	120
St 44	275	275	180	380	350	200	160	160	140
St 50	295	295	210	410	410	240	170	170	160
St 60	335	335	250	470	470	280	190	190	150
St 70	365	365	300	510	510	330	210	210	190
Ck 15	440	440	330	610	610	370	250	250	210
17 Cr 3	510	510	390	710	670	390	290	290	220
16 MnCr 5	635	635	430	890	740	440	360	360	270
20 MnCr 5	735	735	480	1030	920	540	420	420	310
17 CrNiMo 6	835	835	550	1170	1040	610	470	470	350
Ck 22	350	350	220	490	410	240	245	245	165
Ck 45	500	500	280	700	520	310	350	350	210
Ck 60	575	560	325	800	600	350	400	480	240
46 Cr 2	650	630	370	910	670	390	455	455	270
41 Cr 4	800	710	410	1120	750	440	560	510	330
50 CrMo 4	900	760	450	1260	820	480	630	560	330
30 CrNiMo 8	1050	870	510	1470	930	550	735	640	375
GS - 38	200	200	160	260	260	150	115	115	90
GS - 45	230	230	185	300	300	180	135	135	105
DS - 52	260	260	210	340	340	210	150	150	120
GS - 60	300	300	240	390	390	240	175	175	140
GGG - 40	250	240	140	350	345	220	200	195	115
GGG - 50	300	270	155	420	380	270	240	225	130
GGG - 60	360	330	190	500	470	270	290	275	160
GGG - 70	400	355	205	560	520	300	320	305	175

۱) این مقادیر از نمونه های آزمایشی به قطر 16 mm و با سطح پولیش شده به دست آمده است . این مقادیر برای فولادهای ساختمانی با آنیل نرمال ، فولاد کربوره بعد از سختی پذیری و ریز کردن دانه ها و فولادهای با قابلیت بهسازی صادق است .

استحکام فشاری GG از فرمول $\sigma_{dB} \approx 4 \cdot R_m$ به دست می آید .

در ساختمانهای فولادی بلند این مقادیر طبق DIN 18 800 استخراج می شود.

تنش کششی

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

R_m استحکام کششی
R_e استحکام حد تناسب کششی
σ_z تنش کششی
$\sigma_{z\,zul}$ تنش مجاز کششی
F نیروی کششی
S مساحت سطح مقطع
ν ضریب اطمینان

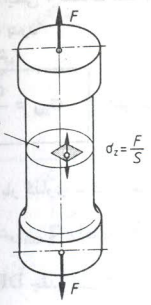
برای فولاد

$$\sigma_{z\,zul} = \frac{R_e}{\nu}$$

برای چدن

$$\sigma_{z\,zul} = \frac{R_m}{\nu}$$

تنش مجاز کششی در نوع بارگذاری I



مثال : مفتول گرد 37–2 ؛ $F = 8{,}4\ kN$ ؛ $\sigma_{z\,zul} = 80\ N/mm^2$ ؛ $d = ?$

حل :

$$S = \frac{F}{\sigma_{z\,zul}} = \frac{8\,400\ N}{80\ N/mm^2} = 105\ mm^2 \ ;$$

$d \approx 12\ mm$ (طبق جدول)

تنش فشاری

$$\sigma_d = \frac{F}{S}$$

σ_d تنش فشاری
σ_{dF} استحکام حد تناسب فشاری
$\sigma_{d\,zul}$ تنش مجاز فشاری
R_m استحکام کششی
F نیروی فشاری
S مساحت سطح مقطع
ν ضریب اطمینان

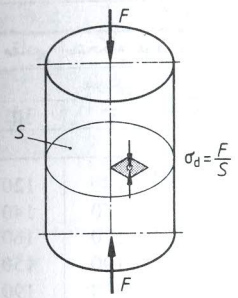
برای فولاد

$$\sigma_{d\,zul} = \frac{\sigma_{dF}}{\nu}$$

برای چدن

$$\sigma_{d\,zul} \approx \frac{4 \cdot R_m}{\nu}$$

تنش مجاز فشاری در نوع بارگذاری I



مثال : پایه چدنی از GG – 30 ؛ $S = 2\,800\ mm^2$ ؛ $\nu = 2{,}5$ ؛ $F = ?$

حل :

$$F = \sigma_{d\,zul} \cdot S = \frac{4 \cdot R_m}{\nu} \cdot S$$

$$= \frac{4 \cdot 300\ N/mm^2}{2{,}5} \cdot 2\,800\ mm^2$$

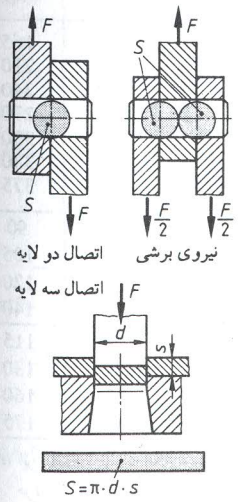
$$= 1\,344\,000\ N \approx 1{,}3\ MN$$

تنش برشی، نیروی برشی

تنش برشی

τ_a تنش برشی
τ_{azul} تنش مجاز برشی
τ_{aB} استحکام برشی
τ_{aBmax} حداکثر استحکام کششی
R_m استحکام کششی
R_{mmax} حداکثر استحکام کششی
F نیروی برشی
S مساحت سطح مقطع
ν ضریب اطمینان

تحت تنش برشی



تنش برشی

$$\tau_a = \frac{F}{S}$$

تنش مجاز برشی

$$\tau_{a\,zul} = \frac{\tau_{aB}}{\nu}$$

نیروی برشی

$$F = S \cdot \tau_{azul}$$

مثال : اتصال میخ پرچی سه لایه با تعداد 6 میخ پرچ

$F = 18{,}8\ kN$ ؛ $\tau_{a\,zul} = 80\ N/mm$

$d = ?$ (قطر میخ پرچ)

حل :

$$S = \frac{F}{\tau_{azul}} = \frac{18\,800\ N}{80\ N/mm^2} = 235\ mm^2$$

$$S_1 = \frac{S}{2 \cdot 6} = \frac{235\ mm^2}{12} = 19{,}6\ mm^2$$

$d \approx 5\ mm$ (طبق جدول)

برای فولاد

$$\tau_{aB} \approx 0{,}8 \cdot R_m$$

نیروی برشی

$$F = S \cdot \tau_{aBmax}$$

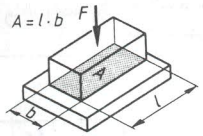
حداکثر استحکام برشی

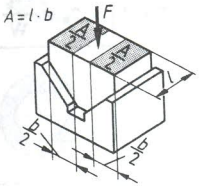
$$\tau_{aBmax} = 0{,}8 \cdot R_{m\,max}$$

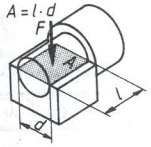
تنش سطحی (لهیدگی)

منظور از این تنش ، تنش فشاری در سطوح تماس دو قطعه است . سطح تماس سطح تخت عمود بر جهت نیرو فرض می شود.

F نیرو
p تنش سطحی
A سطح تماس (سطح تصویر شده)







تنش سطحی

$$p = \frac{F}{A}$$

مثال 1 : سنبه برشی چهارگوش $F = 20\ kN$; $10\ mm \times 16\ mm$; $p = ?$

حل :

$$p = \frac{F}{A} = \frac{20\,000\ N}{16\ mm \cdot 10\ mm} = 125\ \frac{N}{mm^2}$$

مثال 2 : دو ورق با ضخامت هر ورق 8 mm با پینهای $30 \times 16 \times$ DIN 1445 - 10 h11 به هم متصل شده است. نیروی قابل تحمل با تنش مجاز سطحی برابر $280\ N/mm^2$ چقدر است ؟

حل :

$$F = p \cdot A = 280\ \frac{N}{mm^2} \cdot 8\ mm \cdot 10\ mm = 22\,400\ N$$

تنش مجاز سطحی p_{zul} به N/mm^2 برای قطعات ثابت

St 37	St 50	St 70	GS - 45	GG - 15	GG - 30	GGG - 42	G - AlSi	AlCuMg 2	AlMg 3
140...160	210...240	240...280	120...160	160...200	300...400	200...250	60...80	100...160	80...130

در ساختمانهای بلند فولادی و جرثقیلها دستورات DIN 18 800 و DIN 15 018 صادق است .

تنش مجاز سطحی (فشاری یاتاقان) p_{zul} به N/mm^2 برای یاتاقان لغزشی با روغنکاری کافی

نوع بار گذاری	Sn 80 - آلیاژ	PbSn9Cd - آلیاژ	CuSn12 - آلیاژ	G - CuSn10Zn	GG - 25	PA 66	Hgw 2082
I استاتیکی	19...30	15...25	30...50	30...50	10...20	14...19	19...30
III و II دینامیکی	15	12,5	25	25	5	7	15

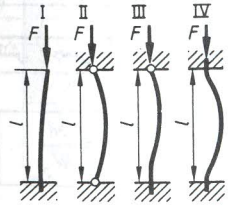
تنش کمانشی

E مدول الاستیسیته
I ممان سطحی درجه 2
ν ضریب اطمینان
F_{kzul} نیروی مجاز کمانش
l_{zul} طول
l_k طول بدون کمانش

نیروی مجاز کمانش

$$F_{k\,zul} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_k^2 \cdot \nu}$$

مثال : $F_{k\,zul} = ?$ ؛ تیر IPB 200 , $l = 3{,}5\ m$ دوسردرگیر ، $\nu = 12$



طول بدون کمانش

$l_k = 21$ $l_k = 1$ $l_k = 0{,}71$ $l_k = 0{,}51$

حل :

$$F_{k\,zul} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_k^2 \cdot \nu} = \frac{\pi^2 \cdot 21 \cdot 10^6\ \frac{N}{cm^2} \cdot 2000\ cm^2}{(0{,}5 \cdot 350\ cm)^2 \cdot 12}$$

$$= 1{,}13 \cdot 10^6\ N = 1{,}13\ MN$$

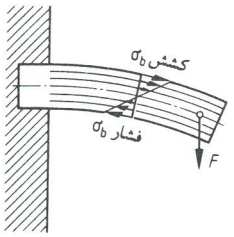
ممان سطحی درجه 2 در صفحات ۱۳۸ . . . ۱۳۴ . در ساختمانهای بلند فولادی طبق DIN 4114 روشهای محاسبه خاصی پیش بینی شده است.

مدول الاسیتسیته E به kN/mm^2 در 20 °C

فولاد	GG - 15	GG - 30	GGG - 40	GS - 38	GTW - 35	CuZn 40	CuSn 8	Al - آلیاژ	Ti - آلیاژ
196...216	80...90	110...140	170...185	210	170	80...100	85...90	60...80	112...130

تنش خمشی

درتنش خمشی ، قطعات تحت تنش کششی وفشاری قرار می گیرد، تنش حداکثردر سطح بیرونی قطعات روی می دهد. این تنش نباید بیش از تنش مجاز خمشی باشد.



σ_b تنش خمشی
M_b گشتاور خمشی
W مدول سطحی محوری

تنش خمشی: $\sigma_b = \frac{M_b}{W}$

مثال : تیریک سردر گیر؛ DIN 1025 - IPE 240 , $W = 324\ cm^3$
F=25 kN نیروی متمرکز l=2,6 m ; $\sigma_b = ?$

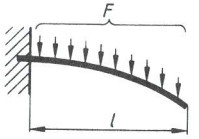
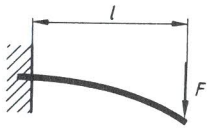
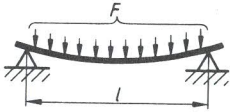
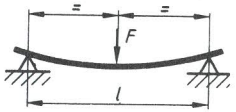
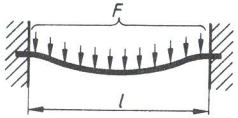
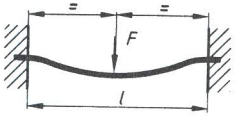
حل :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} = \frac{F \cdot l}{W} = \frac{25\,000\ N \cdot 260\ cm}{324\ cm^3}$$

$$= 20\,061\ \frac{N}{cm^2} \approx 200\ \frac{N}{mm^2}$$

تنش مجاز خمشی درصفحه ۴۷
ممان سطحی محوری درصفحه ۴۵

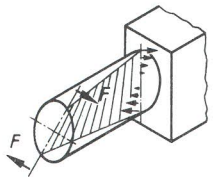
نحوه بارگذاری خمشی اجزاء ساختمانی

	تیربا بارگذاری گسترده	تیربا بارگذاری متمرکز
یک سر درگیر	 $M_b = \frac{F \cdot l}{2}$	 $M_b = F \cdot l$
روی دو پایه	 $M_b = \frac{F \cdot l}{8}$	 $M_b = \frac{F \cdot l}{4}$
دوسردرگیر	 $M_b = \frac{F \cdot l}{12}$	 $M_b = \frac{F \cdot l}{8}$

تنش پیچشی

M گشتاور پیچشی
W_p مدول سطحی قطبی
τ_t تنش پیچشی

$$\tau_t = \frac{M}{W_p}$$



مثال : محور، $d = 32\ mm$; $\tau_t = 65\ N/mm^2$; $M = ?$

حل :

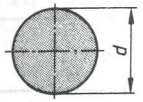
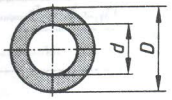
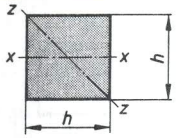
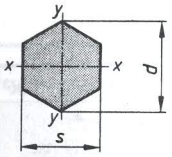
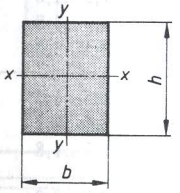
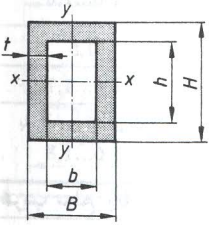
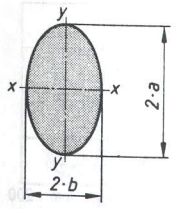
$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{\pi \cdot (32\ mm)^3}{16} = 6\,434\ mm^3$$

$$M = \tau_t \cdot W_p = 65\ \frac{N}{mm^2} \cdot 6\,434\ mm^3$$

$$= 418\,210\ N \cdot mm \approx 418{,}2\ N \cdot m$$

مدول سطحی قطبی صفحه۵۱
تنش مجاز خمشی صفحه ۴۷

ممان سطحی و مدول سطحی [1]

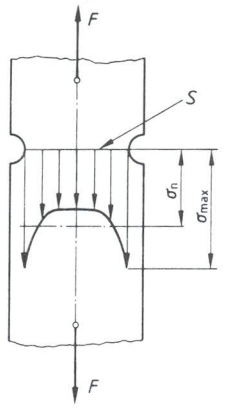
شکل سطح مقطع	خمش، کمانش: ممان سطحی درجه.2 I	خمش، کمانش: مدول سطحی محوری W	پیچش: مدول سطحی قطبی W_p
	$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$	$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$	$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$
	$I = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$	$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D}$	$W_p = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{16 \cdot D}$
	$I_x = I_z = \frac{h^4}{12}$	$W_x = \frac{h^3}{6}$ $W_z = \frac{\sqrt{2} \cdot h^3}{12}$	$W_p \triangleq 0{,}208 \cdot h^3$
	$I_x = I_y = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot s^4}{144}$ $I_x = I_y = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot d^4}{256}$	$W_x = \frac{5 \cdot s^3}{48} = \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot d^3}{128}$ $W_y = \frac{5 \cdot s^3}{24 \cdot \sqrt{3}} = \frac{5 \cdot d^3}{64}$	$W_p = 0{,}188 \cdot s^3$ $W_p = 0{,}1226 \cdot d^3$
	$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$ $I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$ $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$	—
	$I_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12}$ $I_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H}$ $W_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{6 \cdot B}$	$W_p = \frac{t \cdot (H + h) \cdot (B + b)}{2}$
	$I_x = \frac{\pi \cdot a^3 \cdot b}{4}$ $I_y = \frac{\pi \cdot b^3 \cdot a}{4}$	$W_x = \frac{\pi \cdot a^2 \cdot b}{4}$ $W_y = \frac{\pi \cdot b^2 \cdot a}{4}$	$W_p = \frac{\pi \cdot a \cdot b^2}{2}$ $a > b$

[1] ممان سطحی درجه . 2 و مدول سطحی محوری پروفیلها در صفحات ۱۳۸ . . . ۱۳۴ آمده است .

ز تنش

در تعیین تنش مجاز به هنگام بارگذاری دینامیکی به تاثیر نقاط تمرکز تنش (مثلا گامها ، شیارها) توجه شود. بسته به نوع بارگذاری و نوع تنش، تنش حدی مثلا σ_{bw} یا τ_{tSch} جایگزین تنش خستگی σ_D می شود.

توزیع تنش درقطعات بانقاط تمرکزتنش



σ_n	تنش نامی	S	سطح مقطع قطعه با نقطه تمرکز تنش
σ_D	تنش خستگی سطح مقطع بدون تمرکز تنش	F	نیرو
β_k	ضریب تمرکز تنش	ν	ضریب اطمینان
b_1	ضریب سطح		
b_2	ضریب اندازه		

نامی

$$\sigma_n = \frac{F}{S}$$

مجاز

$$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_D \cdot b_1 \cdot b_2}{\beta_k \cdot \nu}$$

مثال : محوری از St 50 – 2 باگاه حلقه اطمینان ، $R_z = 63\ \mu m$ و $d = 37{,}5$ mm؛ تنش‌خمشی ، نوع بارگذاری II ? = σ_{zul}
مقادیر جدول : (صفحه ۴۷ و زیر)

$$\sigma_{bSch} = 410\ \frac{N}{mm^2}\ ;\ \nu = 2;\ b_1 = 0{,}78\ ;\ b_2 = 0{,}85\ ;\ \beta_k = 3$$

حل :

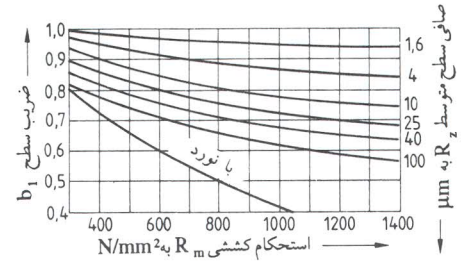
$$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_D \cdot b_1 \cdot b_2}{\beta_k \cdot \nu} = \frac{410\ N/mm^2 \cdot 0{,}78 \cdot 0{,}85}{3 \cdot 2}$$

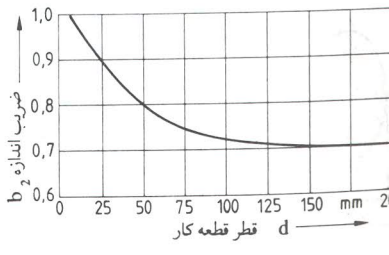
$$= 45{,}3\ \frac{N}{mm^2}$$

ر حدودی ضریب تمرکز β_k برای فولاد

شکل نقطه تمرکز تنش	جنس	ضریب تمرکز تنش برای انواع تنش: خمشی	پیچشی
محور پله دار	St 37...St 60	1,5...2,0	1,3...1,8
محور با تمرکز تنش حلقوی	St 37...St 60	1,5...2,2	1,3...1,8
محور با گاه حلقه اطمینان	St 37...St 60	2,5...3,0	2,5...3,0
جای خار چهار گوش در محور	St 37...St 60	1,8...1,9	1,5...1,6
	Ck 45 V	1,9...2,1	1,6...1,7
	50 CrMo4 V	2,1...2,3	1,7...1,8
جای خار قرصی در محور	St 37...St 60	2,0...3,0	2,0...3,0
محور هزار خاری	St 37...St 60	–	1,6...1,8
محور با نقطه گذر به توپی	St 37...St 60	2,0	1,5
محور گردان یا ثابت با سوراخ عرضی	St 37...St 60	1,4...1,7	1,4...1,7
تسمه سوراخدار	St 37...St 60	1,3...1,5	گذاری کششی : 1,6...1,8

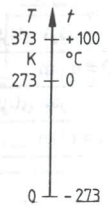
ب سطح b_1 و ضریب اندازه b_2 برای فولاد





دما

دما برحسب کلوین (K) یا درجه سلسیوس (°C) اندازه گیری می‌شود. مقیاس کلوین از حداقل دمای ممکن یعنی صفر مطلق و مقیاس سلسیوس از نقطه ذوب یخ شروع می شود.



دما به کلوین

$$T = t + 273$$

T دما به K
t (دمای ترمودینامیکی) دما به °C

مثال : $t = 20\ °C;\ T = ?$

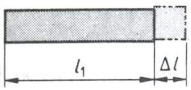
حل : $T = t + 273 = (20 + 273)\ K = \mathbf{293\ K}$

تغییر طول

تغییر طول

$$\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta t$$

Δl تغییر طول ; α ضریب انبساط طولی
l_1 طول اولیه ; Δt تغییر دما



مثال : صفحه فولادی ; $l_1 = 120\ mm\ ;\ \alpha = 0{,}000\ 012\ \frac{1}{°C}$

$\Delta t = 800\ °C\ ;\ \Delta l = ?$

حل : $\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta t$

$$= 0{,}000\ 012\ \frac{1}{°C} \cdot 120\ mm \cdot 800\ °C = \mathbf{1{,}15\ mm}$$

جدول ضریب انبساط طولی در صفحات ۱۰۲ و ۱۰۷

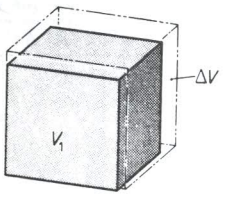
تغییر حجم

تغییر حجم

$$\Delta V = \gamma \cdot V_1 \cdot \Delta t$$

$$\gamma \approx 3 \cdot \alpha$$

ΔV تغییر حجم ; γ ضریب انبساط حجمی
V_1 حجم اولیه ; Δt تغییر دما



مثال : بنزین ، $V_1 = 60\ l\ ;\ \gamma = 0{,}001\ \frac{1}{°C}\ ;\ \Delta t = 32°\ C$

$\Delta V = ?$

حل : $\Delta V = \gamma \cdot V_1 \cdot \Delta t = 0{,}001\ \frac{1}{°C} \cdot 60\ l \cdot 32°\ C = \mathbf{1{,}9\ l}$

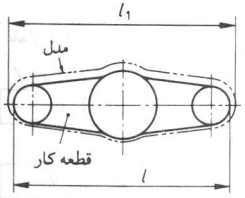
جدول ضریب انبساط حجمی درصفحه ۱۰۲ و جدول ضریب انبساط حجمی گازها در صفحه ۴۵

انقباض

طول مدل

$$l_1 = \frac{1 \cdot 100\%}{100\% - S}$$

l_1 طول مدل ریخته گری ; l طول قطعه کار ; S اندازه انقباض به %



مثال : قطعه ریختگی Al- ; $l = 680\ mm\ ;\ S = 1{,}2\%\ ;$

$l_1 = ?$

$$l_1 = \frac{1 \cdot 100\%}{100\% - S} = \frac{680\ mm \cdot 100\%}{100\% - 1{,}2\%}$$

$$= \mathbf{688{,}2\ mm}$$

جدول اندازه انقباض درصفحه ۱۱۱

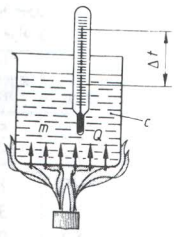
مقدار حرارت در تغییرات دما

ظرفیت گرمایی ویژه c یک ماده بیان می کند که چه مقدارحرارت جهت افزایش 1 °C برای kg 1 لازم است . به هنگام خنک شدن ، همان مقدار حرارت پس داده می شود.

مقدار حرارت

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

Q مقدار حرارت ; c ظرفیت گرمایی ویژه
m جرم ; Δt تغییرات دما



مثال : ماده خام آهنگری ، $m = 2\ kg;\ c = 0{,}48\ \frac{kJ}{kg \cdot °C}$

$\Delta t = 800\ °C;\ Q = ?$

حل : $Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 0{,}48\ \frac{kJ}{kg \cdot °C} \cdot 2kg = \mathbf{768\ kJ}$

جدول ظرفیت گرمایی ویژه در صفحات ۱۰۲ و ۱۰۷

حرکت یکنواخت و شتابدار

حرکت مستقیم الخط

سرعت v
مسافت s
زمان t

سرعت

$$v = \frac{s}{t}$$

مثال : $v = 48\ km/h;\ s = 12\ km;\ t = ?$

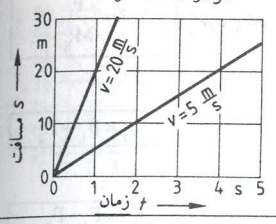
حل : تبدیل واحد

$$48\ \frac{km}{h} = \frac{48\,000\ m}{3600\ s} = 13{,}33\ \frac{m}{s}$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{12\ m}{13{,}33\ \frac{m}{s}} = 0{,}9\ s$$

حرکت مسقیم الخط یکنواخت

نمودار مسافت – زمان



مقدار افزایش سرعت در مدت زمان 1 ثانیه شتاب نام دارد ، مقدار کاهش آن را نیز شتاب منفی می نامند . سقوط آزاد حرکت با شتاب ثابت است که شتاب آن همان شتاب سقوط آزاد g است .

$$g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2} \approx 10\ \frac{m}{s^2}$$

مسافت s
شتاب سقوط آزاد g
سرعت نهایی v
شتاب a
مدت زمان t

سرعت نهایی : در حالت شتاب مثبت با سرعت اولیه صفر

$$v = a \cdot t$$

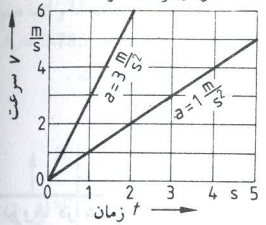
فرمول یکسانی برای شتاب منفی a و سرعت نهایی صفر صادق است ، v سرعت اولیه است.

$$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$$

حرکت با شتاب ثابت

نمودارسرعت – زمان



مسافت پیموده شده

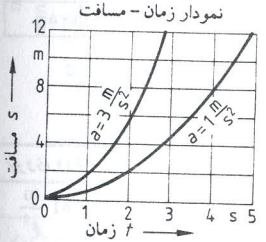
$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

مثال 1 : پرس چکشی آزاد $s = 3\ m;\ g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2};\ v = ?$

حل :

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\ m/s^2 \cdot 3\ m} = 7{,}7\ \frac{m}{s}$$

نمودار زمان – مسافت



مثال 2 : خودرو ; $s = ?$ (مسافتی که بعدازترمزکردن طی می شود) ؛ $v = 80\ km/h$ ؛ شتاب منفی $a = 7\ m/s^2$

حل : تبدیل واحد

$$v = 80\ \frac{km}{h} = \frac{80\,000\ m}{3\,600\ s} = 22{,}22\ \frac{m}{s}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s},\ s = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{(22{,}22\ m/s)^2}{2 \cdot 7\ m/s^2} = 35{,}3\ m$$

حرکت دایروی شکل

تعداد دور n
شعاع r
قطر d
سرعت محیطی ، v
سرعت براده برداری
سرعت زاویه ای ω

$$1\ \frac{m}{s} = 60\ \frac{m}{min}$$

$$\frac{1}{min} = 1\ min^{-1}$$

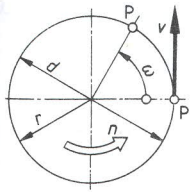
سرعت محیطی

$$v = r \cdot \omega$$

$$v = \pi \cdot d \cdot n$$

سرعت زاویه ای

$$\omega = 2\pi \cdot n$$



مثال : پولی تسمه $d = 250\ mm;\ n = 1400\ min^{-1};\ v = ?;\ \omega = ?$

حل : تبدیل واحد :

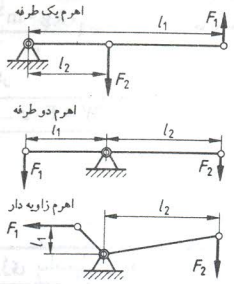
$$n = 1400\ min^{-1} = \frac{1400}{60\ s} = 23{,}33\ s^{-1}$$

$$v = \pi \cdot d \cdot n = \pi \cdot 0{,}25\ m \cdot 23{,}33\ s^{-1} = 18{,}3\ \frac{m}{s}$$

$$\omega = 2\pi \cdot n = 2\pi \cdot 23{,}33\ s^{-1} = 146{,}6\ s^{-1}$$

اهرم ، گشتاور چرخشی ، نیروی گریز از مرکز

اهرم و گشتاور چرخشی



طول موثر اهرم فاصله عمودی بین نقطه دوران و خط اثر نیرو است .

گشتاور چرخشی

$$M = F \cdot l$$

M گشتاور چرخشی
F نیرو
l طول موثر اهرم

قانون اهرم

$$\Sigma M_l = \Sigma M_r$$

ΣM_l مجموع گشتاور های سمت چپ
ΣM_r مجموع گشتاور های سمت راست

هرگاه دو نیرو اثر کنند، آنگاه :

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

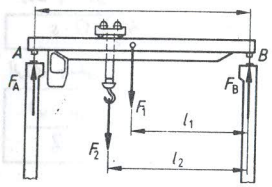
مثال :اهرم زاویه دار، $l_2 = 0{,}45\ m\ ;\ l_1 = 0{,}15\ m\ ،\ F_1 = 30\ N$
$F_2 = ?$

حل :

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{30\ N \cdot 0{,}15\ m}{0{,}45\ m} = 10\ N$$

نیروهای تکیه گاه

برای محاسبه نیروهای تکیه گاه ، نقطه تکیه گاه به عنوان نقطه دوران فرض می شود.



نیروهای تکیه گاه

$$F_A = \frac{F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot l_2 \ldots}{l}$$

F_A, F_B نیروهای تکیه گاه
F_1, F_2 نیروها
l, l_1, l_2 طول موثر اهرمها

مثال : جرثقیل سقفی، $l_1 = 6\ m\ ;\ F_2 = 15\ kN\ ,\ F_1 = 40\ kN$
$l_2 = 8\ m\ ;\ l = 12\ m\ ;\ F_A = ?$

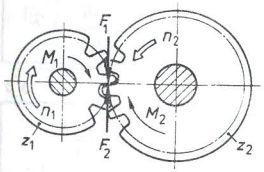
$$F_A + F_B = F_1 + F_2 \ldots$$

حل :

$$F_A = \frac{F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot l_2}{l} = \frac{40\ kN \cdot 6\ m + 15\ kN \cdot 8\ m}{12\ m} = 30\ kN$$

گشتاور چرخشی در چرخدنده ها

هرگاه تعداد دندانه های دوچرخدنده درگیر متفاوت باشد، گشتاورهای چرخشی متفاوتی به وجود می آید.



چرخدنده محرك — چرخدنده متحرك

نسبت انتقال

$$i = \frac{M_2}{M_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

چرخدنده محرك		چرخدنده متحرك	
M_2	گشتاور چرخشی	M_1	گشتاور چرخشی
z_2	تعداد دندانه	z_1	تعداد دندانه
n_2	تعداد دور	n_1	تعداد دور
i	نسبت انتقال		

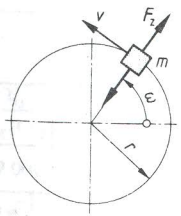
مثال : جعبه دنده ، $i = 12;\ M_1 = 60\ N \cdot m\ ;\ M_2 = ?$

حل :

$$M_2 = i \cdot M_1 = 12 \cdot 60\ N \cdot m = 720\ N \cdot m$$

نیروی گریز از مرکز

وقتی جسمی روی مسیر منحنی حرکت می کند مثلا دایره ، نیروی گریز از– مرکز به وجود می آید.



نیروی گریز از مرکز

$$F_z = m \cdot r \cdot \omega^2$$

F_z نیروی گریز از مرکز
m جرم
r شعاع
ω سرعت زاویه ای
v سرعت خطی (محیطی)

$$F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

مثال : یک جزء دیسک سنگ ، $d = 300\ mm\ ;\ m = 0{,}5g$
$v = 25\ \frac{m}{s}\quad F_z = ?$

حل :

$$F_z = \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{0{,}0005\ kg \cdot (25\ \frac{m}{s})^2}{0{,}15\ m} = 2{,}08\ \frac{kg \cdot m}{s^2} = 2{,}08\ N$$

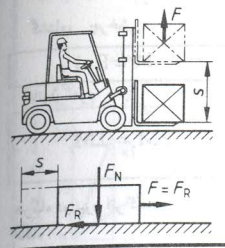
کار مکانیکی

$1\,J = 1\,N \cdot m$

$= 1\,\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$

اگر نیرویی در امتداد جا به جایی عمل کند، کار انجام میگیرد.

W کار
s جا به جایی اثر نیروی
F مقدار نیرو در راستای جا به جایی



کار

$W = F \cdot s$

مثال 1 : $F = 300\,N;\ S = 4\,m;\ W = ?$

حل : $W = F \cdot s = 300\,N \cdot 4\,m = 1200\,N \cdot m = \mathbf{1200\,J}$

مثال 2 : کار اصطکاک روی سطح افقی

$F_N = 300\,N;\ s = 6m;\ \mu = 0{,}4;\ F_R = ?;\ W = ?$

حل :

$F_R = \mu \cdot F_N = 0{,}4 \cdot 300\,N = \mathbf{120\,N}$

$W = F \cdot s = 120\,N \cdot 6m = \mathbf{720\,J}$

انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی

$1\,J = 1\,N \cdot m$

$= 1\,\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$

انرژی کار ذخیره شده یا قابلیت انجام کار است . در مکانیک دو نوع انرژی وجود دارد : انرژی پتانسیل (انرژی وضعیت) و انرژی جنبشی (انرژی حرکت).

W_p انرژی پتانسیل
W_k انرژی جنبشی
G نیروی وزن
v سرعت
m جرم
s مسافت

انرژی پتانسیل

$W_p = G \cdot s$

انرژی جنبشی

$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$

مثال : چکش سقوطی $m = 30\,kg;\ s = 2{,}6\,m;\ W_P = ?;\ W_K = ?$

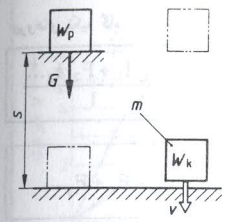
حل :

$W_P = G \cdot s = 30\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot 2{,}6\,m =$

$= \mathbf{765\,J}$

$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\,m/s^2 \cdot 2{,}6m} = 7{,}14\,\frac{m}{s}$

$W_k = \frac{M \cdot v^2}{2} = \frac{30\,kg \cdot (7{,}14\,m/s)^2}{2} = \mathbf{765\,J}$



توان مکانیکی

$1W = 1\,\frac{J}{s} = 1\,\frac{N \cdot m}{s}$

$kW = 1{,}36\,PS$

توان مقدار کار انجام گرفته در واحد زمان است .

P توان
W کار
M گشتاورچرخشی
v سرعت
s مسافت
t مدت زمان
n تعداد دور

$P = \frac{W}{t}$

توان

$P = \frac{F \cdot s}{t}$

$P = F \cdot v$

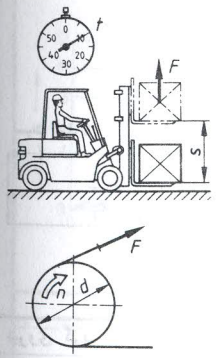
$P = 2\pi \cdot n \cdot M$

مثال 1 : بالابر، $F = 5000\,N;\ s = 2\,m;\ t = 2{,}5\,s;\ P = ?$

حل : $P = \frac{F \cdot s}{t} = \frac{5000\,N \cdot 2\,m}{2{,}5\,s} = 4000\,W = \mathbf{4\,kW}$

مثال 2 : موتور خودرو، $M = 115\,N \cdot m;\ n = 2800\,min^{-1};\ P = ?$

حل : $P = 2\pi \cdot n \cdot M = 2\pi \cdot \frac{2800}{60\,s} \cdot 115\,N;\ m = \mathbf{33\,720\,W}$



بازده

بازده

$\eta = \frac{P_2}{P_1}$

بازده کل

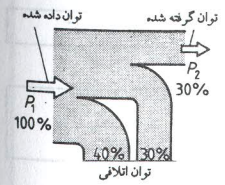
$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots$

$\eta < 1$ یا $< 100\,\%$

P_1 توان داده شده
P_2 توان گرفته شده
η بازده کل
η_1, η_2 بازده جزء

مثال : $P_2 = 3\,kW;\ p_1 = 4\,kW;\ \eta = ?$

حل : $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{3\,kW}{4\,kW} = 0{,}75 = 75\,\%$



0,97 ≈ سیستم محرکه چرخدنده	0,30 ≈ پیچ انتقال حرکت	0,27 ≈ موتور بنزینی	0,28 ≈ توربین گاز
0,70 ≈ دستگاه تراش	0,60 ≈ سیستم چرخ حلزون	0,33 ≈ موتور دیزلی	0,23 ≈ توربین بخار
0,70 ≈ دستگاه صفحه تراش	0,80 ≈ جعبه دنده هیدرولیکی	0,85 ≈ موتور سه فاز	0,85 ≈ توربین آبی

بازده η (مثال)

در حالت بدون اصطکاک می توان نوشت :

$W_1 = W_2$

= کار داده شده / کارگرفته شده

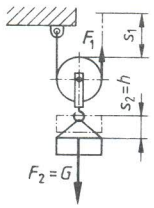
$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$

W_1 کار داده شده
F_1 نیروی داده شده
s_1 طول پیموده شده

W_2 کارگرفته شده
F_2 نیروی گرفته شده
s_2 طول پیموده شده

G نیروی وزن
h ارتفاع بلند کردن

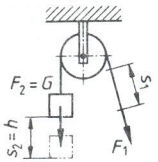
قرقره متحرک



$F_1 = \frac{G}{2}$

$s_1 = 2 \cdot h$

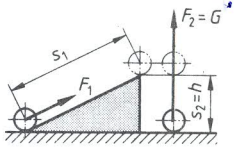
قرقره ثابت



$F_1 = G$

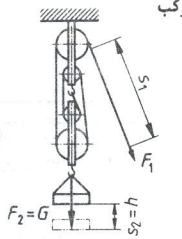
$s_1 = h$

سطح شب دار



$F_1 \cdot s_1 = G \cdot h$

قرقره مرکب

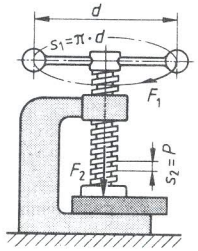


n تعداد شاخه طناب حامل

$F_1 = \frac{G}{n}$

$s_1 = n \cdot h$

پیچ



گام پیچ P

$F_1 \cdot \pi \cdot d = F_2 \cdot P$

$s_1 = \pi \cdot d$

مثال :

$d = 1{,}2\,m;\ P = 6\,mm$

$F_1 = 180\,N;\ F_2 = ?$

حل :

$s_1 = \pi \cdot d = \pi \cdot 1{,}2\,m$

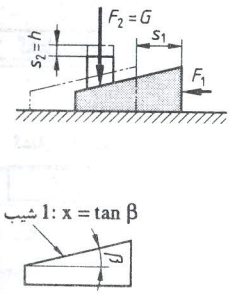
$= 3{,}77\,m$

$F_2 = \frac{F_1 \cdot s_2}{P}$

$= \frac{180\,N \cdot 3{,}77\,m}{0{,}006\,m}$

$= \mathbf{113\,100\,N}$

گوه



زاویه شیب β

$\tan\beta$

$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot h$

$\tan\beta = \frac{s_2}{s_1}$

مثال :

گوه

$s_1 = 25\,mm;$

$s_2 = 0{,}25\,mm;$

$F_1 = 80\,N;\ F_2 = ?$

حل :

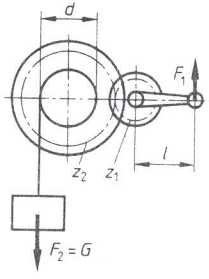
$F_2 = \frac{F_1 \cdot s_1}{s_2}$

$= \frac{80\,N \cdot 25\,mm}{0{,}25\,mm}$

$= \mathbf{8\,000\,N}$

شیب 1: $x = \tan\beta$

چرخ دندانه دار

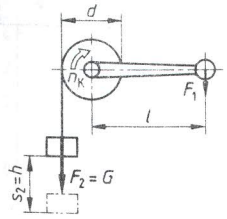


طول دسته l
قطر چرخ d
نسبت انتقال i

$F_1 \cdot l \cdot i = \frac{G \cdot d}{2}$

$i = \frac{z_2}{z_1}$

چرخ



طول دسته l
قطر چرخ d
تعداد دوران دسته n_k

$F_1 \cdot l = \frac{G \cdot d}{2}$

$h = \pi \cdot d \cdot n_K$

اصطکاك ، نیروی بالابری

نیروی اصطکاك

اصطکاك سکون و اصطکاك لغزشی

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

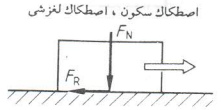
اصطکاك غلتشی

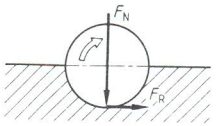
$$F_R = \frac{f \cdot F_N}{r}$$

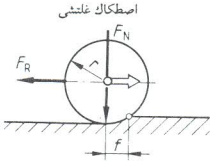
F_N نیروی عمودی — f ضریب اصطکاك غلتشی

F_R نیروی اصطکاك — r شعاع

μ ضریب اصطکاك







نیروی اصطکاك

نیروی اصطکاك به وجود آمده در یاتاقانهای بلبیرینگی غالبا با ساده کردن آن مثل اصطکاك لغزشی با ضریب اصطکاك تا $\mu = 0{,}001$ $0{,}003$ محاسبه می شود.

مثال 1 : یاتاقان لغزشی $F_N = 1000\ N$; $\mu = 0{,}03$; $F_R = ?$

حل : $F_R = \mu \cdot F_N = 0{,}03 \cdot 1000\ N = \mathbf{30\ N}$

مثال 2 : چرخ جرثقیل روی ریل $F_N = 45\ kN; d = 320\ mm$;

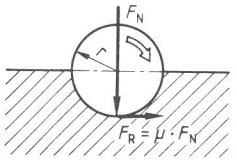
$f = 0{,}05\ cm$; $F_R = ?$

$$F_R = \frac{f \cdot F_N}{r} = \frac{0{,}05\ cm \cdot 45\,000\ N}{16\ cm} = \mathbf{140{,}6\ N}$$

ضریب اصطکاك (مقادیر حدودی)

ضریب اصطکاك غلتشی f		ضریب اصطکاك لغزشی μ_G		ضریب اصطکاك سکون μ_M		قطعات
cm		روغنکاری شده	خشک	روغنکاری شده	خشک	
0,05	فولاد روی فولاد، نرم	0,1 ...0,08	0,18	0,15	0,2	فولاد روی چدن
		0,1 ...0,05	0,15	0,1	0,2	فولاد روی فولاد
0,001	فولاد روی فولاد ، سخت شده	0,06 ...0,03	0,1	0,1	0,2	فولاد روی آلیاژ Cu - Sn
		0,05 ...0,03	0,1	0,1	0,15	فولاد روی آلیاژ Pb - Sn
		0,12 ...0,05	0,3	0,15	0,3	فولاد روی پلی آمید
0,015	لاستیک ماشین روی آسفالت	0,3 ...0,2	0,5	0,3	0,6	فولاد روی پوشش اصطکاکی
		0,003...0,001	–	–	–	یاتاقانها ی غلتشی (بلبیرینگها)

گشتاور اصطکاکی در یاتاقانها



گشتاور اصطکاکی

$$M_R = F_R \cdot r$$

μ ضریب اصطکاك — M_R گشتاور اصطکاکی

r شعاع — F_N نیروی عمودی

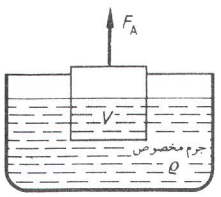
مثال : محور فولادی در یاتاقان لغزشی Cu - Sn $F_N = 6\ kN$;

F_N ; $d = 160\ mm$; $\mu = 0{,}05$; $M_R = ?$

حل : $M_R = \mu \cdot F_N \cdot r = 0{,}05 \cdot 6000\ N \cdot 0{,}08\ m$

$= \mathbf{24\ N \cdot m}$

نیروی بالابری در مایعات



نیروی بالابری

$$F_A = g \cdot \rho \cdot V$$

F_A نیروی بالابری — g شتاب سقوط

V حجم غوطه ور — ρ جرم مخصوص مایع

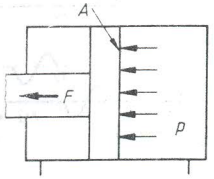
مثال : ماهیچه ریخته گری در مذاب ؟ $V = 2{,}5\ dm^3$; $\rho = 7{,}3\ \frac{kg}{dm^3}$; $F_A = ?$

حل : $F_A = g \cdot \rho \cdot V = 9{,}81\ \frac{m}{s^2} \cdot 7{,}3\ \frac{kg}{dm^3} \cdot 2{,}5\ dm^3$

$= 179\ \frac{kg \cdot m}{s^2} = \mathbf{179\ N}$

فشار در مایعات وگازها

فشار



$$p = \frac{F}{A}$$

p فشار

F نیرو

A سطح

فشار

$1\ Pa = 1\ \frac{N}{m^2} = 10^{-5}\ bar$

$1\ bar = 10\ \frac{N}{cm^2}$

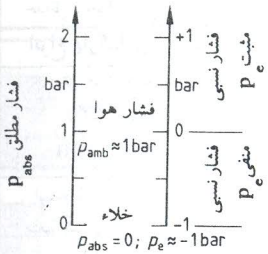
$1\ mbar = 100\ Pa = 1\ hPa$

مثال : $F = 2MN$; پیستون $\varnothing\ d = 400\ mm$; $p = ?$

حل :

$$p = \frac{F}{A} = \frac{2\,000\,000\ N}{\frac{\pi \cdot (40\ cm)^2}{4}} = 1591\ \frac{N}{cm^2} = 159{,}1\ bar$$

فشار نسبی



$$p_e = p_{abs} - p_{amb}$$

p_e فشار نسبی — p_{amb} فشار هوا

p_{abs} فشار مطلق — $p_{amb} \approx 1\ bar$

فشار نسبی

اگر $p_{abs} > p_{amb}$ فشار نسبی مثبت و

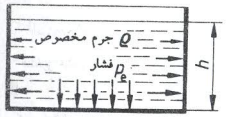
اگر $p_{abs} < p_{amb}$ فشار نسبی منفی است .

مثال : لاستیک خودرو $p_e = 2{,}2\ bar$; $p_{amb} = 1\ bar$;

$p_{abs} = ?$

حل : $p_{abs} = p_e + p_{amb} = 2{,}2\ bar + 1\ bar = \mathbf{3{,}2\ bar}$

فشار هیدرواستاتیکی



$$p_e = g \cdot \rho \cdot h$$

p_e فشار هیدرواستاتیکی — h ارتفاع مایع

ρ جرم مخصوص مایعات — g شتاب ثقل

فشار هیدرواستاتیکی

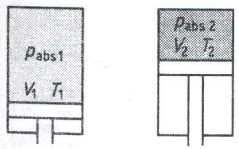
مثال : در عمق $10\ m$ فشار آب چقدر است ؟

حل :

$$p_e = g \cdot \rho \cdot h = 9{,}81\ \frac{m}{s^2} \cdot 1000\ \frac{kg}{m^3} \cdot 10\ m$$

$$= 98\,100\ \frac{kg}{m \cdot s^2} = 98\,100\ Pa \approx \mathbf{1\ bar}$$

تغییرات حالت گازها



$$\frac{p_{abs1} \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_{abs2} \cdot V_1}{T_2}$$

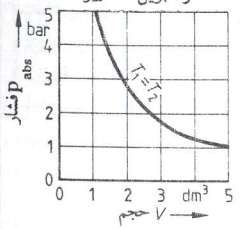
معادله عمومی گازها

حالت 2		حالت 1	
$p_{abs\,2}$	فشار مطلق	$p_{abs\,1}$	فشار مطلق
V_2	حجم	V_1	حجم
T_2	دمای مطلق	T_1	دمای مطلق

$$p_{abs1} \cdot V_1 = p_{abs2} \cdot V_2$$

قانون بویل - ماریوت (T ثابت)

قانون بویل - ماریوت



مثال: کمپرسوری هوای با حجم $V_1 = 30 m^3$ و فشار $p_{abs1} = 1 bar$ و دمای $t_1 = 15\ °C$ مکیده و به حجم $V_2 = 3{,}5\ m^3$ با دمای $t_2 = 15\ °C$ متراکم می کند. فشار p_{abs2} چقدر است ؟

در گازها عموما حجم عادی V داده می شود.

این حجم در حالت **فشار** $p_{abs} = 1{,}013$ **bar** و دمای $T = 273\ K$ می باشد.

حل :

$$p_{abs2} = \frac{p_{abs} \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot V_2}$$

$$= \frac{1\ bar \cdot 30\ m^3 \cdot 423\ K}{288\ K \cdot 3{,}5\ m^3} = \mathbf{12{,}6\ bar}$$

اندازه‌های حدی، انطباقات و محدوده تلرانس (قدیمی، منسوخ)

تلرانس ، اندازه های حدّی

مقایسه با DIN 7182 T1 (5.86)

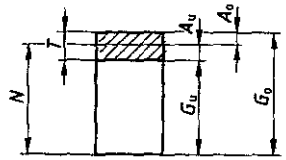
اندازه های حدّی را می توان به طوردلخواه انتخاب و مطابق تلرانسهای عمومی یا تلرانس استاندارد ISO نشان داد .

$G_o = N + A_o$

$G_u = N - A_u$

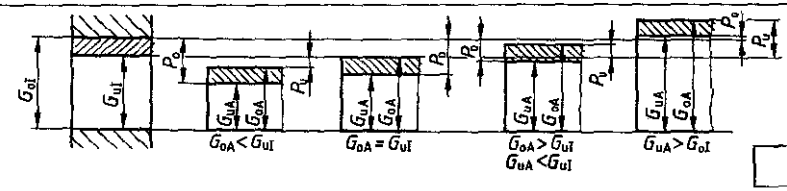
$T = A_o + A_u$

$T = G_o - G_u$



N	اندازهٔ نامی
G_O	اندازهٔ حداکثر
G_U	اندازهٔ حداقل
A_O	حدّ بالا
A_U	حدّ پایین
T	تلرانس

اندازه های حداکثر و حداقل ، انطباقات

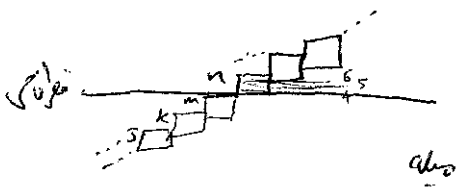


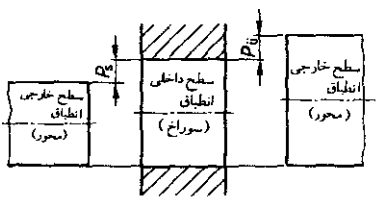
$P_o = G_{oI} - G_{uA}$

$P_u = G_{uI} - G_{oA}$

$P_T = P_o - P_u$

علامت کوتاه	توضیح
G_{oI}	اندازهٔ حداکثر سطح داخلی انطباق
G_{uI}	اندازهٔ حداقل سطح داخلی انطباق
G_{oA}	اندازهٔ حداکثر سطح خارجی انطباق
G_{uA}	اندازهٔ حداقل سطح خارجی انطباق
P_o	حداکثر لقی حداقل سفتی
P_u	حداقل لقی حداکثر سفتی
P_T	تلرانس انطباق



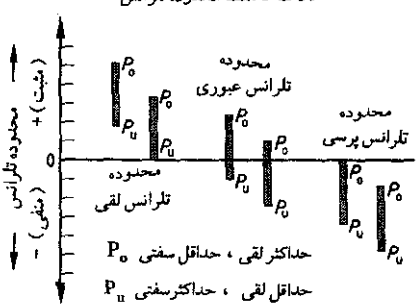


انطباق لقی (P_o ، انطباق مثبت) : اختلاف اندازه های سطح داخلی انطباق از سطح خارجی انطباق ، مثبت است .

انطباق پرسی (P_u ، انطباق منفی) : اختلاف اندازه های سطح داخلی انطباق از سطح خارجی انطباق ، منفی است .

محدودهٔ تلرانس

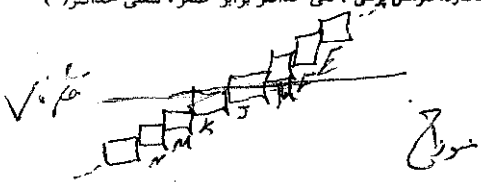
حالات مختلف محدودهٔ تلرانس



محدودهٔ تلرانس لقی : لقی حداکثر (+) ، سفتی حداقل برابر صفر

محدودهٔ تلرانس عبوری : لقی حداکثر (+) ، سفتی حداکثر (-)

محدودهٔ تلرانس پرسی : لقی حداکثر برابر صفر ، سفتی حداکثر(-)



انطباقات – ISO

DIN 7154 T1 (8.66) مقایسه با

سیستم ثبوت سوراخ

محدوده تلرانس به µm (1µm = 0,001 mm)

محدوده اندازه نامی تا... بالای mm	سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق					سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق								
		محدودهٔ تلرانس						محدودهٔ تلرانس								
		لقی		عبوری		پرسی		لقی			عبوری			پرسی		
	H6	h5	j6	k6	n5	p5	H7	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	r6	s6
1...3	+ 6 0	0 - 4	+ 4 - 2	+ 6 0	+ 8 + 4	+ 10 + 6	+ 10 0	- 6 - 16	- 2 - 8	0 - 6	+ 4 - 2	+ 6 0	+ 8 + 2	+ 10 + 4	+ 16 + 10	+ 20 + 14
3...6	+ 8 0	0 - 5	+ 6 - 2	+ 9 + 1	+ 13 + 8	+ 17 + 12	+ 12 0	- 10 - 22	- 4 - 12	0 - 8	+ 6 - 2	+ 9 + 1	+ 12 + 4	+ 16 + 8	+ 23 + 15	+ 27 + 19
6...10	+ 9 0	0 - 6	+ 7 - 2	+ 10 + 1	+ 16 + 10	+ 21 + 15	+ 15 0	- 13 - 28	- 5 - 14	0 - 9	+ 7 - 2	+ 10 + 1	+ 15 + 6	+ 19 + 10	+ 28 + 19	+ 32 + 23
10...14	+ 11 0	0 - 8	+ 8 - 3	+ 12 + 1	+ 20 + 12	+ 26 + 18	+ 18 0	- 16 - 34	- 6 - 17	0 - 11	+ 8 - 3	+ 12 + 1	+ 18 + 7	+ 23 + 12	+ 34 + 23	+ 39 + 28
14...18																
18...24	+ 13 0	0 - 9	+ 9 - 4	+ 15 + 2	+ 24 + 15	+ 31 + 22	+ 21 0	- 20 - 41	- 7 - 20	0 - 13	+ 9 - 4	+ 15 + 2	+ 21 + 8	+ 28 + 15	+ 41 + 28	+ 48 + 35
24...30																
30...40	+ 16 0	0 - 11	+ 11 - 5	+ 18 + 2	+ 28 + 17	+ 37 + 26	+ 25 0	- 25 - 50	- 9 - 25	0 - 16	+ 11 - 5	+ 18 + 2	+ 25 + 9	+ 33 + 17	+ 50 + 34	+ 59 + 43
40...50																
50...65	+ 19 0	0 - 13	+ 12 - 7	+ 21 + 2	+ 33 + 20	+ 45 + 32	+ 30 0	- 30 - 60	- 10 - 29	0 - 19	+ 12 - 7	+ 4 - 2	+ 30 + 11	+ 39 + 20	+ 60 + 41	+ 72 + 53
65...80															+ 62 + 43	+ 78 + 59
80...100	+ 22 0	0 - 15	+ 13 - 9	+ 25 + 3	+ 38 + 23	+ 52 + 37	+ 35 0	- 36 - 71	- 12 - 34	0 - 22	+ 13 - 9	+ 25 + 3	+ 35 + 13	+ 45 + 23	+ 73 + 51	+ 93 + 71
100...120															+ 76 + 54	+101 + 79
120...140	+ 25 0	0 - 18	+ 14 - 11	+ 28 + 3	+ 45 + 27	+ 61 + 43	+ 40 0	- 43 - 83	- 14 - 39	0 - 25	+ 14 - 11	+ 28 + 3	+ 40 + 15	+ 52 + 27	+ 88 + 63	+117 + 92
140...160															+ 90 + 65	+125 +100
160...180															+ 93 + 68	+133 +108
180...200	+ 29 0	0 - 20	+ 16 - 13	+ 33 + 4	+ 51 + 31	+ 70 + 50	+ 46 0	- 50 - 96	- 15 - 44	0 - 29	+ 16 - 13	+ 33 + 4	+ 46 + 17	+ 60 + 31	+106 + 77	+151 +122
200...225															+109 - 80	+159 +130
225...250															+113 + 84	+169 +140
250...280	+ 32 0	0 - 23	+ 16 - 16	+ 36 + 4	+ 57 + 34	+ 79 + 56	+ 52 0	- 56 -108	- 17 - 49	0 - 32	+ 16 - 16	+ 36 + 4	+ 52 + 20	+ 66 + 34	+126 + 94	+190 +158
280...315															+130 + 98	+202 +170
315...355	+ 36 0	0 - 25	+ 18 - 18	+ 40 + 4	+ 62 + 37	+ 87 + 62	+ 57 0	- 62 -119	- 18 - 54	0 - 36	+ 18 - 18	+ 40 + 4	+ 57 + 21	+ 73 + 37	+144 +108	+226 +190
355...400															+150 +114	+244 +208
355...400	+ 40 0	0 - 27	+ 20 - 20	+ 45 + 5	+ 67 + 40	+ 95 + 67	+ 63 0	- 68 -131	- 20 - 60	0 - 40	+ 20 - 20	+ 45 + 5	+ 63 + 23	+ 80 + 40	+166 +126	+272 +232
355...500															+171 +132	+292 +252

3

انطباقات - ISO

مقایسه با DIN 7154 T1 (8.66)

سیستم ثبوت سوراخ

محدوده تلرانس به (1 µm = 0,001 mm)

محدوده اندازه نامی تا... بالای mm	سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق					سطح داخلی انطباق	سطح خارجی انطباق				
		محدودهٔ تلرانس						محدودهٔ تلرانس				
		لقی			پرسی			لقی				
	H8	d9	e8	h9	u8	x8	H11	a11	c11	d9	h11	h9
1...3	+14 0	-20 -45	-14 -28	0 -25	- -	+34 +20	+60 0	-270 -330	-60 -120	-20 -45	0 -60	0 -25
3...6	+18 0	-30 -60	-20 -38	0 -30	- -	+46 +28	+75 0	-270 -345	-70 -145	-30 -60	0 -75	0 -30
6...10	+22 0	-40 -76	-25 -47	0 -36	- -	+56 +34	+90 0	-280 -370	-80 -170	-40 -76	0 -90	0 -36
10...14	+27 0	-50 -93	-32 -59	0 -43	- -	+67 +40	+110 0	-290 -400	-95 -205	-50 -93	0 -110	0 -43
14...18					- -	+72 +45						
18...24	+33 0	-65 -117	-40 -73	0 -52	- -	+87 +54	+130 0	-300 -430	-110 -240	-65 -117	0 -130	0 -52
24...30					+81 +48	+97 +64						
30...40	+39 0	-80 -142	-50 -89	0 -62	+99 +60	+119 +80	+160 0	-310 -470	-120 -280	-80 -142	0 -160	0 -62
40...50					+109 +70	+136 +97		-320 -480	-130 -290			
50...65	+46 0	-100 -174	-60 -106	0 -74	+133 +87	+168 +122	+190 0	-340 -530	-140 -330	-100 -174	0 -190	0 -74
65...80					+148 +102	+192 +146		-360 -550	-150 -340			
80...100	+54 0	120 -207	-72 -126	0 -87	+178 +124	+232 +178	+220 0	-380 -600	-170 -390	-120 -207	0 -220	0 -87
100...120					+198 +144	+264 +210		-410 -630	-180 -400			
120...140	+63 0	-145 -245	-85 -148	0 -100	+233 +170	+311 +248	+250 0	-460 -710	-200 -450	-145 -245	0 -250	0 -100
140...160					+253 +190	+343 +280		-520 -770	-210 -460			
160...180					+273 +210	+373 +310		-580 -830	-230 -480			
180...200	+72 0	-170 -285	-100 -172	0 -115	+308 +236	+422 +350	+290 0	-660 -950	-240 -530	-170 -285	0 -290	0 -115
200...225					+330 +258	+457 +385		-740 -1030	-260 -550			
225...250					+356 +284	+497 +425		-820 -1110	-280 -570			
250...280	+81 0	-190 -320	-110 -191	0 -130	+396 +315	+556 +475	+320 0	-920 -1240	-300 -620	-190 -320	0 -320	0 -130
280...315					+431 +350	+606 +525		-1050 -1370	-330 -650			
315...355	+89 0	-210 -350	-125 -214	0 -140	+479 +390	+679 +590	+360 0	-1200 -1560	-360 -720	-210 -350	0 -360	0 -140
355...400					+524 +435	- -		-1350 -1710	-400 -760			
400...450	+97 0	-230 -385	-135 -232	0 -155	+587 +490	- -	+400 0	-1500 -1900	-440 -840	-230 -385	0 -400	0 -155
450...500					+637 +540	- -		-1650 -2050	-480 -880			

انطباقات - ISO

مقایسه با DIN 7155 T1 (8.66)

سیستم ثبوت میله

محدوده تلرانس به µm (1µm = 0,001mm)

محدوده اندازه نامی تا... بالای mm	سطح خارجی انطباق h5	سطح داخلی انطباق — محدودهٔ تلرانس — لقی H6	لقی J6	عبوری M6	عبوری N6	پرسی P5	سطح خارجی انطباق h6	سطح داخلی انطباق — محدودهٔ تلرانس — لقی F7	لقی G7	لقی H7	عبوری J7	عبوری K7	عبوری M7	عبوری N7	پرسی R7	پرسی S7
1...3	0 -4	+6 0	+2 -4	-2 -8	-4 -10	-6 -12	0 -6	+16 +6	+12 +2	+10 0	+4 -6	0 -10	-2 -12	-4 -14	-10 -20	-14 -24
3...6	0 -5	+8 0	+5 -3	-1 -9	-5 -13	-9 -17	0 -8	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-11 -23	-15 -27
6...10	0 -6	+9 0	+5 -4	-3 -12	-7 -16	-12 -21	0 -9	+28 +13	+20 +5	+15 0	+8 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-13 -28	-17 -32
10...18	0 -8	+11 0	+6 -5	-4 -15	-9 -20	-15 -26	0 -11	+34 +16	+24 +6	+18 0	+10 -8	+6 -12	0 -18	-5 -23	-16 -34	-21 -39
18...30	0 -9	+13 0	+8 -5	-4 -17	-11 -24	-18 -31	0 -13	+41 +20	+28 +7	+21 0	+12 -9	+6 -15	0 -21	-7 -28	-20 -41	-27 -48
30...40	0 -11	+16 0	+10 -6	-4 -20	-12 -28	-21 -37	0 -16	+50 +25	+34 +9	+25 0	+14 -11	+7 -18	0 -25	-8 -33	-25 -50	-34 -59
40...50																
50...65	0 -13	+19 0	+13 -6	-5 -24	-14 -33	-26 -45	0 -19	+60 +30	+40 +10	+30 0	+18 -12	+9 -21	0 -30	-9 -39	-30 -60	-42 -72
65...80															-32 -62	-48 -78
80...100	0 -15	+22 0	+16 -6	-6 -28	-16 -38	-30 -52	0 -22	+71 +36	+47 +12	+35 0	+22 -13	+10 -25	0 -35	-10 -45	-38 -73	-58 -93
100...120															-41 -76	-66 -101
120...140	0 -18	+25 0	+18 -7	-8 -33	-20 -45	-36 -61	0 -25	+83 +43	+54 +14	+40 0	+26 -14	+12 -28	0 -40	-12 -52	-48 -88	-77 -117
140...160															-50 -90	-85 -125
160...180															-53 -93	-93 -133
180...200	0 -20	+29 0	+22 -7	-8 -37	-22 -51	-41 -70	0 -29	+96 +50	+61 +15	+46 0	+30 -16	+13 -33	0 -46	-14 -60	-60 -106	-108 -151
200...225															-63 -109	-113 -159
225...250															-67 -113	-123 -169
250...280	0 -23	+32 0	+25 -7	-9 -41	-25 -57	-47 -79	0 -32	+108 +56	+69 +17	+52 o	+36 -16	+16 -36	0 -52	-14 -66	-74 -126	-138 -190
280...315															-78 -130	-150 -202
315...355	0 -25	+36 0	+29 -7	-10 -46	-26 -62	-51 -87	0 -36	+119 +62	+75 +18	+57 0	+39 -18	+17 -40	0 -57	-16 -73	-87 -144	-169 -226
355...400															-93 -150	-187 -244
400...450	0 -27	+40 0	+33 -7	-10 -50	-27 -67	-55 -97	0 -40	+131 +68	+83 +20	+63 0	+43 -20	+18 -45	0 -63	-17 -80	-103 -166	-209 -272
450...500															-109 -172	-229 -292

DIN 7166 T1 (8.66)

انطباقات – ISO

سیستم ثبوت میله

محدوده تلرانس به µm (1µm = 0,001mm)

محدوده اندازه نامی تا... بالای mm	سطح خارجی انطباق h9	سطح داخلی انطباق: محدوده تلرانس لقی C11	D10	E9	F8	H11	عبوری H8	P9	سطح خارجی انطباق h11	سطح داخلی انطباق: محدوده تلرانس لقی A11	C11	D11	H11
1...3	0 - 25	+ 120 + 60	+ 60 + 20	+ 39 + 14	+ 20 + 6	+ 60 0	+ 14 0	- 6 - 31	0 - 60	+ 330 + 270	+ 120 + 60	+ 80 + 20	+ 60 0
3...6	0 - 30	+ 145 + 70	+ 78 + 30	+ 50 + 20	+ 28 + 10	+ 75 0	+ 18 0	- 12 - 42	0 - 75	+ 345 + 270	+ 145 + 70	+ 105 + 30	+ 75 0
6...10	0 - 36	+ 170 + 80	+ 98 + 40	+ 61 + 25	+ 35 + 13	+ 90 + 0	+ 22 0	- 15 - 51	0 - 90	+ 370 + 280	+ 170 + 80	+ 130 + 40	+ 90 0
10...18	0 - 43	+ 205 + 95	+ 120 + 50	+ 75 + 32	+ 43 + 16	+ 110 0	+ 27 0	- 18 - 61	0 - 110	+ 400 + 290	+ 205 + 95	+ 160 + 50	+110 0
18...30	0 - 52	+ 240 + 110	+ 149 + 65	+ 92 + 40	+ 53 + 20	+ 130 0	+ 33 0	- 22 - 74	0 - 130	+ 430 + 300	+ 240 + 110	+ 195 + 65	+130 0
30...40	0 - 62	+ 280 + 120	+ 180 + 80	+ 112 + 50	+ 65 + 25	+ 160 0	+ 39 0	- 26 - 88	0 - 160	+ 470 + 310	+ 280 + 120	+ 240 + 80	+160 0
40...50		+ 290 + 130								+ 480 + 320	+ 290 + 130		
50...65	0 - 74	+ 330 + 140	+ 220 + 100	+ 134 + 60	+ 76 + 30	+ 190 0	+ 46 0	- 32 - 106	0 - 190	+ 530 + 340	+ 330 + 140	+ 290 + 100	+190 0
65...80		+ 340 + 150								+ 550 + 360	+ 340 + 150		
80...100	0 - 87	+ 390 + 170	+ 260 + 120	+ 159 + 72	+ 90 + 36	+ 220 0	+ 54 0	- 37 - 124	0 - 220	+ 600 + 380	+ 390 + 170	+ 340 + 120	+ 220 0
100...120		+ 400 + 180								+ 630 + 410	+ 400 + 180		
120...140	0 - 100	+ 450 + 200	+ 305 + 145	+ 185 + 85	+ 106 + 43	+ 250 0	+ 63 0	- 43 - 143	0 - 250	+ 710 + 460	+ 450 + 200	+ 395 + 145	+ 220 0
140...160		+ 460 + 210								+ 770 + 520	+ 460 + 210		
160...180		+ 480 + 230								+ 820 + 580	+ 480 + 230		
180...200	0 - 115	+ 530 + 240	+ 355 + 170	+ 215 + 100	+ 122 + 50	+ 290 + 0	+ 72 0	- 50 - 165	0 - 290	+ 950 + 660	+ 530 + 240	+ 460 + 170	+ 290 0
200...225		+ 550 + 560								+ 1030 + 740	+ 550 + 260		
225...250		+ 570 + 280								+ 1110 + 820	+ 570 +280		
250...280	0 - 130	+ 620 + 300	+ 400 + 190	+ 240 + 110	+ 137 + 56	+ 320 0	+ 81 0	- 56 - 186	0 - 320	+ 1240 + 920	+ 620 + 300	+ 510 + 190	+ 320 0
280...315		+ 650 + 330								+ 1370 + 1050	+ 650 + 330		
315...355	0 - 140	+ 720 + 360	+ 400 + 210	+ 265 + 125	+ 151 + 62	+ 360 0	+ 89 0	- 62 - 202	0 - 360	+ 1560 + 1200	+ 720 + 360	+ 570 + 210	+ 360 0
355...400		+ 760 + 400								+ 1710 + 1350	+ 760 + 400		
400...450	0 - 155	+ 840 + 440	+ 480 + 230	+ 290 + 135	+ 165 + 68	+ 400 0	+ 97 0	- 68 - 223	0 - 400	+ 1900 + 1500	+ 840 + 440	+ 630 + 230	+ 400 0
450...500		+ 880 + 480								+ 2050 + 1650	+ 880 + 480		

انتخاب نوع انطباق ، انطباقات یاتاقانهای غلتشی

انتخاب نوع انطباق

مقایسه با DIN 7157 (1.66)

کاربرد	ملاحظات	ثبوت میله[a]	ثبوت سوراخ[a]
لقی			
تأسیسات نوار نقاله ، ماشینهای کشاورزی	اجزاء گردان با لقی زیاد می گردند.	D10/h9	H8/d9
یاتاقان با روغنکاری حلقه‌ای ، محور گردان	اجزاء گردان با لقی کافی می گردند .	E9/ h9	H8/e8
کشوئیهای راهنما	اجزاء گردان با لقی قابل توجهی می گردند.	F8/ h6	H7/ f7
یاتاقان محور سنگ ، چرخدنده های کشوئی ، محور ـ دستگاه تقسیم	اجزاء گردان بدون لقی قابل توجهی می گردند.	G7/h6	H7/g6
مرغک در دستگاه مرغک ، بوش میل راهنما	این اجزاء به صورت سرشی در یکدیگر عمل کرده و با دست قابل حرکت هستند .	H7/ h6	H7/ h6
لقی یا پرسی			
فلکه های تسمه ، چرخدنده ها ، توپیها و محور ها با اتصال خارفنری و گوه ای	اجزاء با ضربه های آرام و یا با دست جا به جا می شوند.	تعیین نشده	H7/j6
بوش یاتاقان ، گژنپین، میل راهنما	اجزاء با نیروی کم جا به جا می شوند .		H7/n6
پرسی			
بوش یاتاقان در پوسته	این اجزاء رامی توان با را صرف نیروی زیاد جازد .	تعیین نشده	H7/ r6
تاج چرخدنده ، حلقه های انقباضی	این اجزاء را می توان فقط با صرف نیروی زیاد ، و یا با استفاده از انبساط و انقباض جازد.		H7/s6
چرخ روی محور ، کوپلینگ روی محور	این اجزاء فقط با انبساط و یا انقباض در یکدیگر جازده می شوند .		H8/u8

a موارد ذکر شدهٔ پر رنگ ارجحیت دارد .

تلرانسهای مورد نیاز برای مونتاژ یاتاقانها (غلتشی)

مقایسه با DIN 5425 T1 (11.84)

یاتاقان محوری

روی پوسته یاتاقان		روی محور		نوع یاتاقان	نوع بار وارده
تلرانس پوسته	نوع بار	تلرانس محور	نوع بار		
H J	متمرکز	j k m	محیطی (گسترده)	یاتاقانهای محوری : ساچمه ای مایل ، بشکه ای خود تنظیم ، مخروطی	بار ترکیبی محوری/شعاعی
K M	محیطی (گسترده)	j	متمرکز		
H G E	ـ	h j k	ـ	یاتاقانهای محوری : ساچمه ای ، استوانه ای و بشکه ای	فقط بار محوری

انطباقات یاتاقانهای غلتشی(بلبیرینگها) و تلرانسهای عمومی

تلرانس مونتاژ یاتاقانهای غلتشی

مقایسه با DIN 5425 T1 (11.84)

یاتاقان شعاعی

حلقهٔ بیرونی (پوسته)				حلقهٔ داخلی (محور)			
تلرانس یاتاقان ساچمه ای ، استوانه ای ، بشکه ای		مقدار بار	انطباق	نوع بار	تلرانس یاتاقان ساچمه ای ، استوانه ای ، بشکه ای	مقدار بار	انطباق	نوع بار
J H G F		به اندازهٔ دلخواه بزرگ	تکیه گاه آزاد مجاز است	متمرکز	k m	کم	تکیه گاه ثابت لازم است	محیطی (گسترده)
					k m n p	متوسط		
					n p r	زیاد		
K	J	کم	تکیه گاه ثابت لازم است	محیطی	j h g f	به اندازهٔ دلخواه بزرگ	تکیه گاه آزاد مجاز است	متمرکز
M N	K M	متوسط						
N P	–	زیاد						

تلرانس عمومی (قدیمی، منسوخ)

تلرانس طول

مقایسه با DIN 7168 T1(5.81)

درجهٔ تلرانس		از 0,5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400	از 400 تا 1000	از 1000 تا 2000	از 2000 تا 4000	از 4000 تا 8000
f	(ظریف)	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	-
m	(متوسط)	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3
g	(خشن)	± 0,15	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4	± 5
sg	(خیلی خشن)	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8

تلرانس گردیها ، پخها و زوایا

مقایسه با DIN 7168 T1(5.81)

درجهٔ تلرانس		شعاع گردیها و پخها محدوده تلرانس به mm برای محدودهٔ اندازه نامی از 0,5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400	اندازه زوایا محدوده تلرانس به درجه یا دقیقه برای محدودهٔ اندازه نامی (ضلع کوتاهتر) تا 10	از 10 تا 50	از 50 تا 120	از 120 تا 400	بالای 400
f m	(ظریف) (متوسط)	± 0,2	± 0,5	± 1	± 2	± 4	± 1°	± 30′	± 20′	± 10′	± 5′
g	(خشن)	± 0,2	± 1	± 2	± 4	± 8	± 1° 30′	± 50′	± 25′	± 15′	± 10′
sg	(خیلی خشن)						± 3°	± 2°	± 1°	± 30′	± 20′

تلرانسهای عمومی هندسی و وضعی

مقایسه با DIN 7168 T2 (7.86)

درجهٔ تلرانس	محدوده تلرانسهای عمومی به mm برای راستی و تختی از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400	از 400 تا 1000	از 1000 تا 2000	از 2000 تا 4000	تلرانس تقارن	تلرانس لنگی طولی و عرضی
R	0,004	0, 01	0,02	0,04	0,07	0,1	-	0,3	0,1
S	0,008	0,02	0,04	0,08	0,15	0,2	0,3	0,5	0,2
T	0,025	0,06	0,12	0,25	0,4	0,6	0,9	1	0,5
U	0,1	0,25	0,5	1	1,5	2,5	3,5	2	1

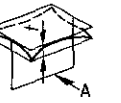
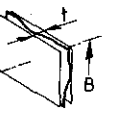
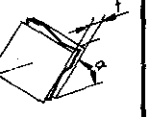
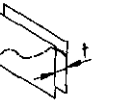
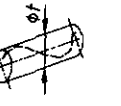
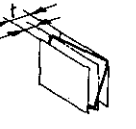
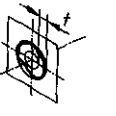
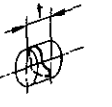
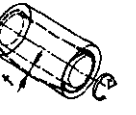
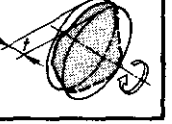
تلرانسهای هندسی و وضعی

نحوه بیان در نقشه کشی — **مقایسه با DIN ISO 1101(3.85)**

اجزاء مورد نظر	مرجع	اصطلاحات عمومی
حروف کمکی(در صورت لزوم) // 0,3 B — مقدار تلرانس، علامت تلرانس، خط یا پیکان مرجع، جزء تلرانس	حرف مرجع، خط مرجع، مثلث مرجع، جزء مرجع (B)	هنگامی از تلرانسهای هندسی و وضعی در نقشه ها استفاده می شود که بنا به دلایل ساخت ، عملکرد یا قابلیت تعویض شدن قطعهٔ کار، به آن نیاز باشد.
تلرانس بر اساس سطح وخط مرجع	مرجع یک سطح و یا یک خط است. (A, B)	
تلرانس بر اساس سطح وسط شیار و محور قطر مرجع	مرجع ،سطح وسط شیار و محور قطر است. (B, C)	ابعاد چار چوب تلرانس: 1/10h، // 0,1 C، A، 2h، 2h، 4h، 2h — ارتفاع حروف h
تلرانس بر اساس محور یا خط مرکزی مشترک	مرجع ، محور یا خط مرکزی مشترک است. (A)	

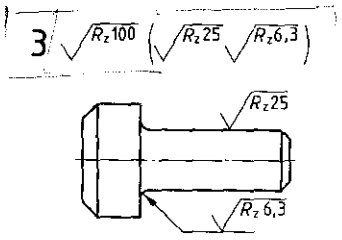
منطقه تلرانس	توضیحات	علائم در نقشهٔ فنی	علائم و معانی		انواع تلرانس
	محور تلرانس استوانه (استوانهٔ بیرون) باید در داخل استوانه ای به قطر t = 0,04 mm قرار گیرد.	⌀ 0,04	راستی	—	تلرانس هندسی
	سطح تلرانسی باید بین دو سطح موازی که فاصلهٔ آنها از یکدیگر t = 0,03 mm است قرار گیرد.	▱ 0,03	تختی	▱	
	خط پیرامون درهرسطح برش عمود بر محور باید بین دو دایرهٔ هم مرکزکه فاصله آنهااز یکدیگر t = 0,08 mm می باشد ، قرار گیرد.	○ 0,08	گردی	○	
	سطح پیرامون تلرانسی استوانه باید بین دو استوانه هم‌محور که به فاصلهٔ t = 0,2 mm از یکدیگر می‌باشند، قرار گیرد.	⌭ 0,2	استوانه‌ای	⌭	
	پروفیل تلرانسی باید بین دو خط پوش که فاصلهٔ آنها توسط دوایری به قطر t = 0,06 mm محدود شده است، قرار گیرد . مرکز این دایره ها برروی خط ایده‌آل قرار می گیرد.	⌒ 0,06	فرم خطی	⌒	
⌀t کره	سطح تلرانسی بایستی بین دو سطح پوش که فاصلهٔ آنها توسط کره هائی به قطر t = 0,3 mm از یکدیگر محدود شده است ، قرار گیرد. مرکز کره ها برروی سطح ایده آل هندسی قرار دارد.	⌓ 0,3	فرم سطحی	⌓	

تلرانسهای هندسی و وضعی

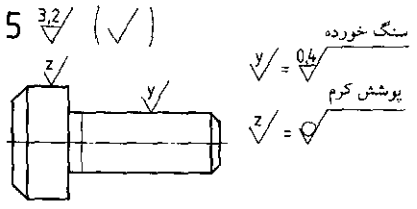
انواع تلرانس		علائم ومعانی	علائم درنقشهٔ فنی	توضیحات	منطقهٔ تلرانس
تلرانس وضعی	تلرانس راستا	موازی بودن	// 0,3 A	سطح تلرانسی باید بین دو سطح که با محور مرجع Aموازی بوده وفاصلهٔ آنهااز یکدیگر $t = 0,3$ mm می باشد قرارگیرد .	
		عمود بودن	⊥ 0,04 B	سطح عرضی تلرانسی باید بین دو سطح موازی که بر محور مرجع B عمودبوده وفاصلهٔ آنها از یکدیگر برابر $t = 0,04$ mm باشد، قرار گیرد.	
		شیب دار بودن	∠ 0,2 B 60°	سطح تلرانسی شیب دار باید بین دو سطح موازی که نسبت به محور مرجع B شیب دار بوده و فاصلهٔ آنها ازیکدیگر $t = 0,2$ mm می باشد ، قرار گیرد. زاویهٔ ایده آل هندسی $60°$ است.	
	تلرانس مکانی	تلرانس موقعیت	⌖ 0,08 3 Linien	هر خط تلرانسی مشخص شده باید بین دو خط موازی با فاصله $t = 0,08$ mm قرار گیرد.	
		هم مرکزی و هم محوری	A ◎ Ø0,3 A-B B	محور قسمت تلرانس میله باید درداخل استوانه ای هم مرکز نسبت به محور مرجع A-B و به قطر $t = 0,3$ mm قرار گیرد.	
		تقارن	= 0,05 E	سطح تلرانس میانی شیار باید بین دو سطح موازی با فاصلهٔ $t = 0,05$ mm قرار گیرد،که نسبت به دو سطح Eخارجی متقارن می باشد .	
	تلرانس دورانی	لنگی طولی	A // 0,3 A-B B	به هنگام دوران میله حول محور مرجع A-B انحراف لنگی طولی هر سطح اندازه گیری عمود بر محور نباید از $t = 0,3$ mm تجاوز نماید.	
		لنگی عرضی	// 0,3 F	به هنگام دوران میله حول محور مرجع f، انحراف لنگی عرضی در هر استوانهٔ اندازه گیری نباید از $t = 0,3$ mm تجاوز نماید.	
	تلرانس دورانی کل	لنگی طولی	C // 0,3 C-D D	به هنگام دوران حول محور مرجع C-D و جابه جائی محوری ، تمام نقاط سطوح باید در داخل استوانهٔ تو خالی به ضخامت $t = 0,3$ mm قرار گیرد.	
		لنگی عرضی	// 0,2 F	به هنگام دوران حول محور مرجع F و با جابه جایی در همه شعاعها تمام نقاط سطوح باید در فاصلهٔ $t =$ 0,2mm قرار گیرند.	

مشخصات صافی سطح و سختکاری

نمونه های چگونگی درج مشخصات درنقشه ها



مقدار زبری چند سطح مختلف را درکنار عدد موقعیت می نویسند.
درجهٔ زبری روی نقشه را درپرانتز درج می کنند.



برای سادگی بیان ، مشخصات صافی سطح را با حروف نوشته وسپس آنها را جداگانه توضیح می دهند.

زبری میانگین R_a به µm ودرجهٔ زبری N

R_a	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
N	N 12	N 11	N 10	N 9	N 8	N 7	N 6	N 5	N 4	N 3	N 2	N 1

مشخصات صافی سطح

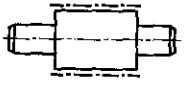
مقایسه با (منسوخ) DIN 3141

معنی طبق DIN 140	علائم صافی سطح	$R_z(R_t)$ µm				R_a µm			
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
سطح خام با روش ساخت دقیق بدون براده برداری		دلخواه				نحوه انتخاب: خام			
زبر شیارهامحسوس بوده ویا چشم غیرمسلح دیده می شوند		160	100	63	25	25	12,5	6,3	3,2
پرداخت شیارها باچشم غیرمسلح هم دیده می شوند.		40	25	16	10	6,3	3,2	1,6	1,6
پرداخت ظریف شیارها دیگر باچشم غیرمسلح دیده نمی شوند.		16	6,3	4	2,5	1,6	0,8	0,4	0,2
		–	1	1	0,4	–	0,1	0,1	0,025

علائم سختکاری

مقایسه با DIN 6773 T3 (11.76); T2, T 4 (5.77)

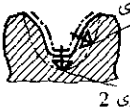
سختکاری نفوذی



سخت کاری کربوره بابرگشت به 58 + 5HRC Eht = 0,8 + 0,2
نفوذ کربن درتمام قطعه مجازاست

سختی سطحی باید 63 HRC ... 58 باشد .
عمق سختی نفوذی 1,8 mm ... 1,0 mm

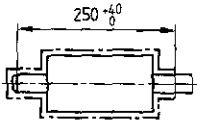
سختکاری سطحی



محل اندازه گیری 2

سختکاری سطحی ، تمام قطعه برگشت به 600 + 120 HV 30
محل اندازه گیری 1:
Rht 450 = 1,8 + 1,3
محل اندازه گیری 2:
Rht 450 = 1,2 + 1,2
عمق نفوذ محل اندازه گیری 1 باسختی 450 HV 30 (سختی ویکرز)
باید حداقل 1,8 mm و حداکثر 3,1 mm باشد.

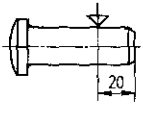
سختکاری موضعی



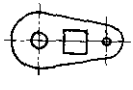
سخت وآنیل شده تا 58+3HRC

محلوده مشخص نشده را نباید سختکاری کرده وبرگشت داد .

عملیات حرارتی تمام قطعه



سخت شده 59 + 4 HRC



بهسازی شده 300 + 50HB
2,5/187,5

علامت مشخصهٔ محل اندازه گیری

تعریف زبری سطح Ra

Ra عبارت است از میانگین ارتفاعات زبری سطح . برای درک بهتر مطلب به(شکل-۱) توجه کنید. طولی از سطح مورد نظر را به مقدار ۲/۵mm برای ارزیابی انتخاب کردیم، سپس توسط میکروسکوپ قوی طول مورد ارزیابی L را چند برابر بزرگ تر کردیم تا (شکل- ۲) به دست آید.

حالا خط میانگین (خط میانی) ox را به طور تقریبی به گونه ای در نظر می گیریم که در حد متوسط پستی ها (دره ها) و بلندی ها (قله ها) قرار بگیرد . به عبارت دیگر، باید مساحت انحراف بالایی خط (S۱) با مساحت انحراف های پایینی خط (S۲) تقریباً مساوی باشد (شکل -۳).

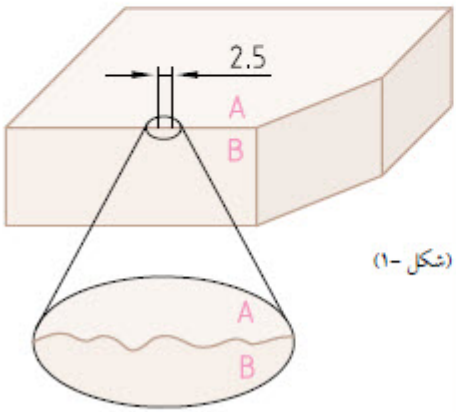
در (شکل -۴) داریم :

$$A۱+A۲+A۳+\ldots = A'۱+A'۲+A'۳$$

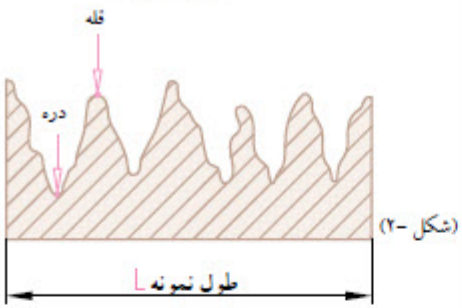
حال اگر مجموع مساحت ها را به طول نمونهٔ مورد ارزیابی تقسیم کنیم، مقدار Ra به دست می آید .

$$Ra = \frac{\text{مجموعه سطوح}}{\text{طول نمونه}}$$

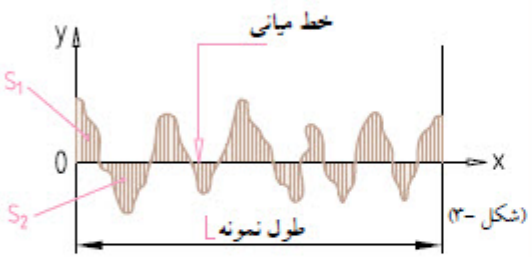
$$Ra = \frac{(A۱+A۲+A۳+\ldots)+(A'۱+A'۲+A'۳+\ldots)}{L}$$



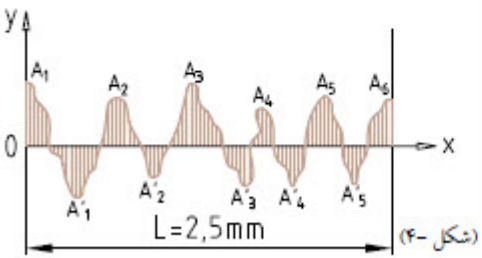
(شکل -۱)



(شکل -۲)



(شکل -۳)



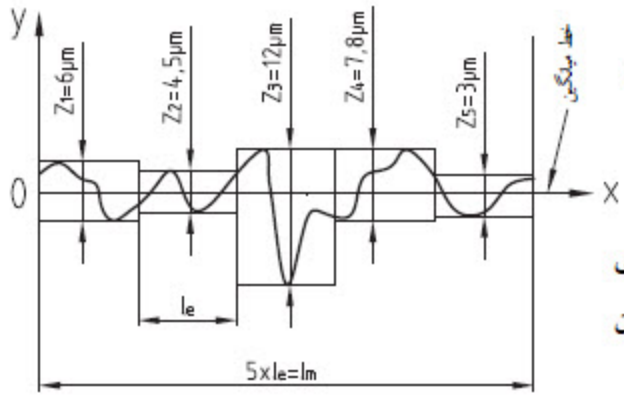
(شکل -۴)

تعریف زبری سطح Rz

Rz عبارت است از میانگین بلندترین قله های (ارتفاعات) زبری در ۵ طول نمونهٔ (le)

برای درک بهتر مطلب به شکل مقابل توجه کنید.

همانند آن چه که برای Ra گفته شد ، طول نمونهٔ مشخصی را برای ارزیابی در نظر می گیریم . در این جا خط میانگین ox نیز مطرح است .



$$Rz = \frac{۱}{۵}(Z_۱ + Z_۲ + Z_۳ + Z_۴ + Z_۵)$$

$$Rz = \frac{۱}{۵}(۶\mu m + ۴.۵\mu m + ۱۲\mu m + ۷.۸\mu m + ۳\mu m)$$

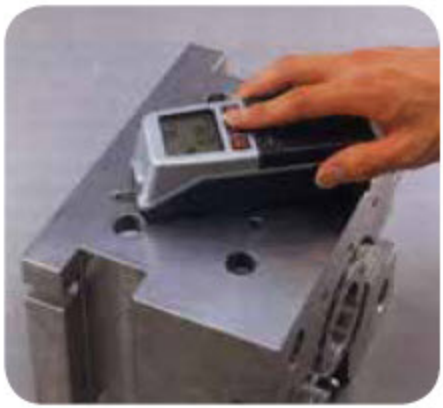
$$Rz = \frac{۳۳.۳}{۵} = ۶/۶۶\mu m$$

طول نمونهٔ L را به پنج قسمت مساوی (le) تقسیم می کنیم.

Rz برابر با میانگین ۵ ارتفاع Z۱ تا Z۵ در طول مورد ارزیابی L است. هر عمق ناصافی Z ، فاصلهٔ بین بالاترین و پایین ترین نقطه در فاصلهٔ اندازه گیری le است.

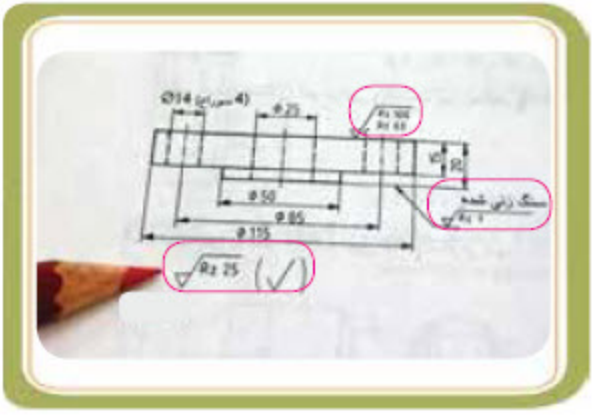
مقدار Rz(مانند Ra) به طور خودکار توسط وسایل اندازه گیری قابل سنجش و نمایش است.

با دستگاه های ثابت یا سیار مقدار کیفیت سطح برای Ra یا Rz قابل نمایش است و چاپ نمودار آن ، به همراه سایر مقادیر و پارامترهای دیگر زبری سطح نیز ، امکان پذیر است .



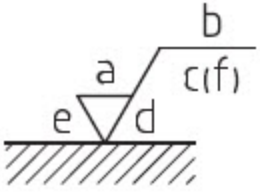
مشخصات ویژهٔ کیفیت سطح

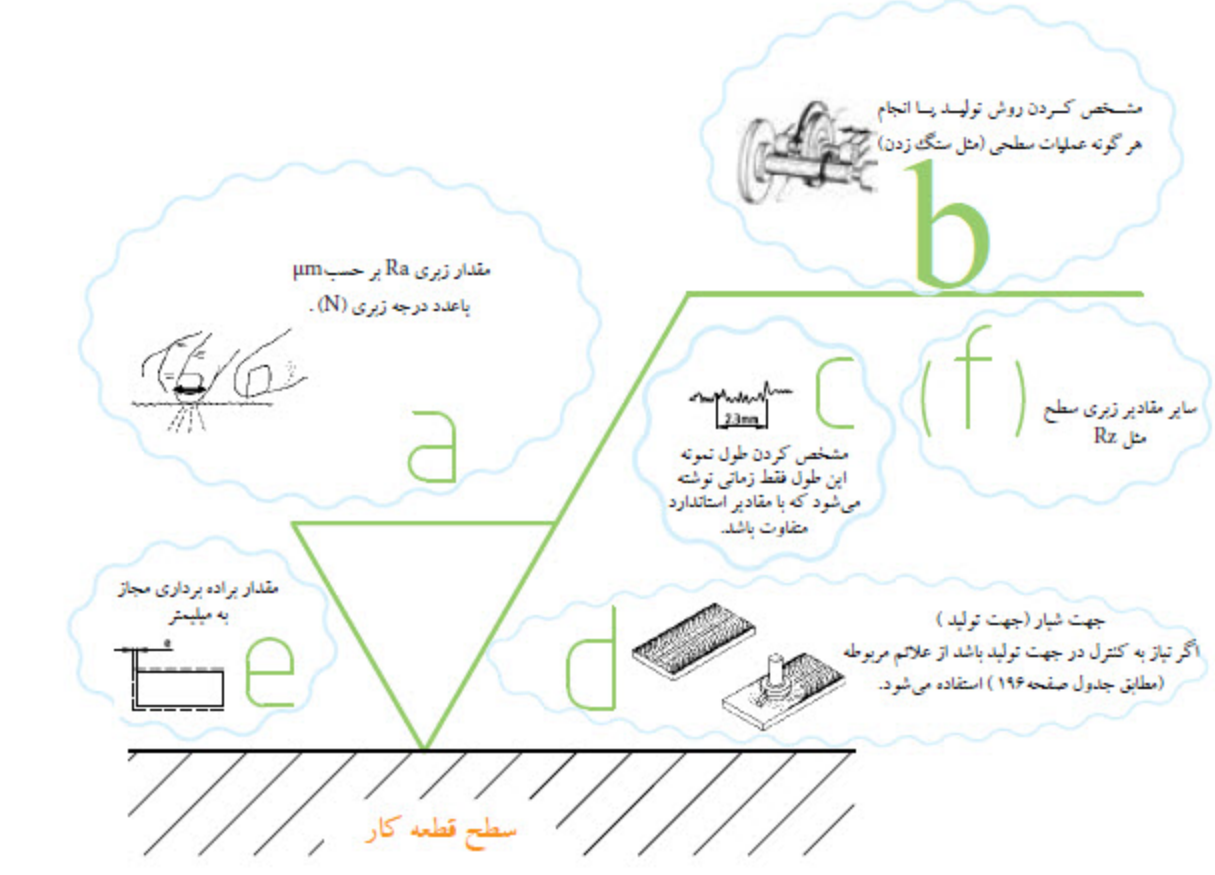
در استاندارد جدید(رادیکالی) مشخصات مختلفی از سطح،از جمله جهت خواب سطح ، طول نمونهٔ مورد اندازه گیری ، مقدار مجاز ماشین کاری و ... آورده می شود .



❖ جایگاه نشانه ها نسبت به علامت کلی مطابق شکل زیر است:

a) مقدار زبری Ra بر حسب µm (یا عدد درجهٔ زبری N)
b) روش تولید، نوع پوشش و ...
c) طول نمونه
d) جهت شیار (جهت تولید)
e) اضافهٔ تراش (مقدار مجاز ماشین کاری)
f) سایر مقادیر کیفیت سطح که داخل پرانتز نوشته می شود.





ارتباط Ra و Rz با همدیگر

نمودار تبدیل (مقایسه ای) مقدار زبری Ra و Rz

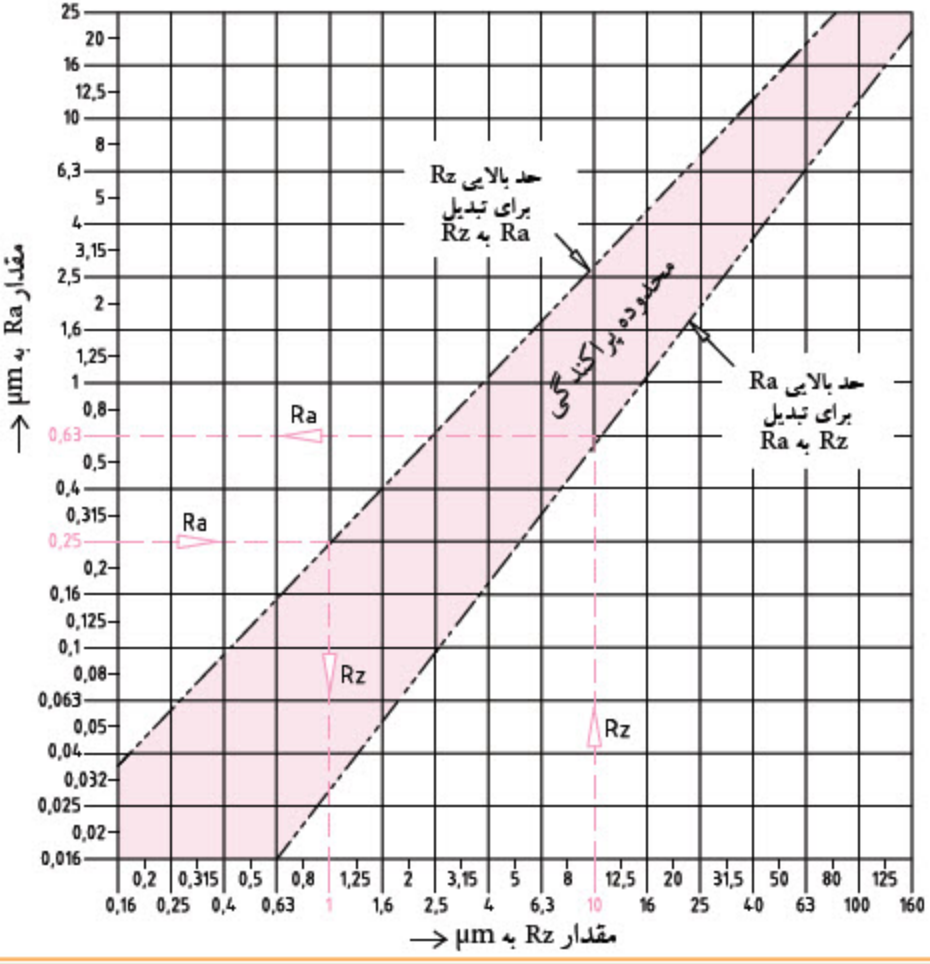
مشخصات کیفیت سطح در برخی از نقشه ها به روش Ra و در برخی دیگر به روش Rz معرفی می شوند . برای تبدیل مقادیر Ra به Rz و بالعکس می توانید از نمودار زیر استفاده کنید :

* برای تبدیل Ra به Rz از روی محور عمودی مثلاً مقدار $Ra = 0,25\mu m$ را انتخاب می کنیم به سمت راست امتداد می دهیم . پس از برخورد با اولین خط شیب دار (قسمت بالایی محدودهٔ پراکندگی) آن را به سمت پایین امتداد می دهیم تا مقدار $Rz = 1\mu m$ به دست می‌آید .

سوال : برای $Ra = 0,16\mu m$ معادل Rz آن چه مقدار است ؟.....

* برای تبدیل Rz به Ra از روی محور افقی مثلاً مقدار $Rz = 10\mu m$ را انتخاب می کنیم وبه سمت بالا امتداد می‌دهیم. پس از برخورد با اولین خط شیب‌دار (قسمت پایین محدودهٔ پراکندگی) آن را به سمت چپ امتداد می‌دهیم تا مقدار $Ra = 0,63\ \mu m$ به دست آید.

سوال: برای $Rz = 2,5\mu m$ معادل Ra آن چه مقدار است؟

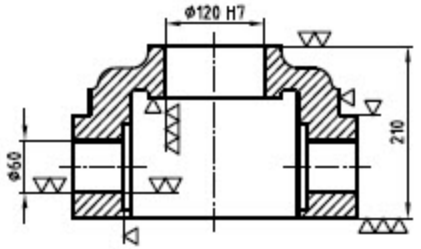


تبدیل علائم قدیم به علائم جدید

به دلایلی ممکن است نیاز داشته باشیم علائم قدیم را به جدید تبدیل کنیم .

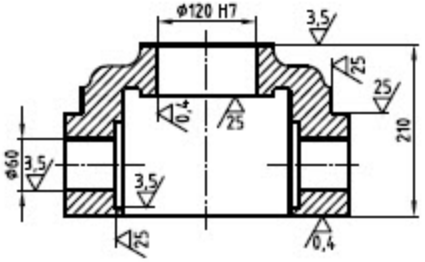
برای مثال ، (شکل -۱) نقشه ای قدیمی را نشان می دهد که با روش مثلث ها[۱] علامت گذاری شده است و باید به نقشه ای مطابق استاندارد جدید تبدیل شود .

به کمک جدول زیر می توانیم علائم پرداخت سطح این نقشه را از روش مثلث ها به روش جدید Ra (شکل -۲) یا Rz (شکل -۳) یا برحسب عدد درجهٔ زبری N (شکل -۴) ارائه کنیم .



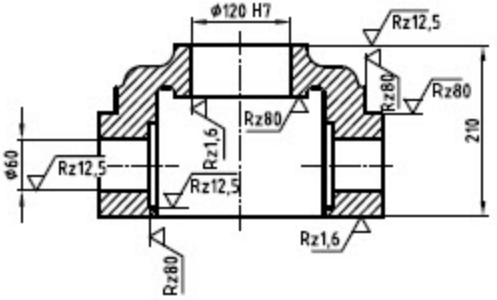
(شکل -۱)

(∼ , ▽, ▽▽, ▽▽▽)



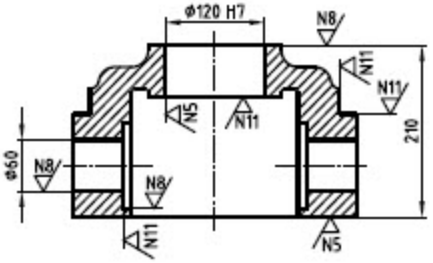
(شکل -۲)

(✓ , (0,4 / 3,5 / 25))



(شکل -۳)

(✓ , (Rz1,6 / Rz12,5 / Rz80))



(شکل -۴)

(✓ , (N5 / N8 / N11))

روش مثلث ها	Ra (μm)	Rz (μm)	N
∼	✓	✓	–
▽	50	Rz160	N12
	25	Rz80	N11
	12,5	Rz40	N10
▽▽	6,3	Rz25	N9
	3,2	Rz12,5	N8
	1,6	Rz6,3	N7
▽▽▽	0,8	Rz3,15	N6
	0,4	Rz1,6	N5
	0,2	Rz0,8	N4
▽▽▽▽	0,1	Rz0,4	N3
	0,05	Rz0,2	N2
	0,025	Rz0,16	N1

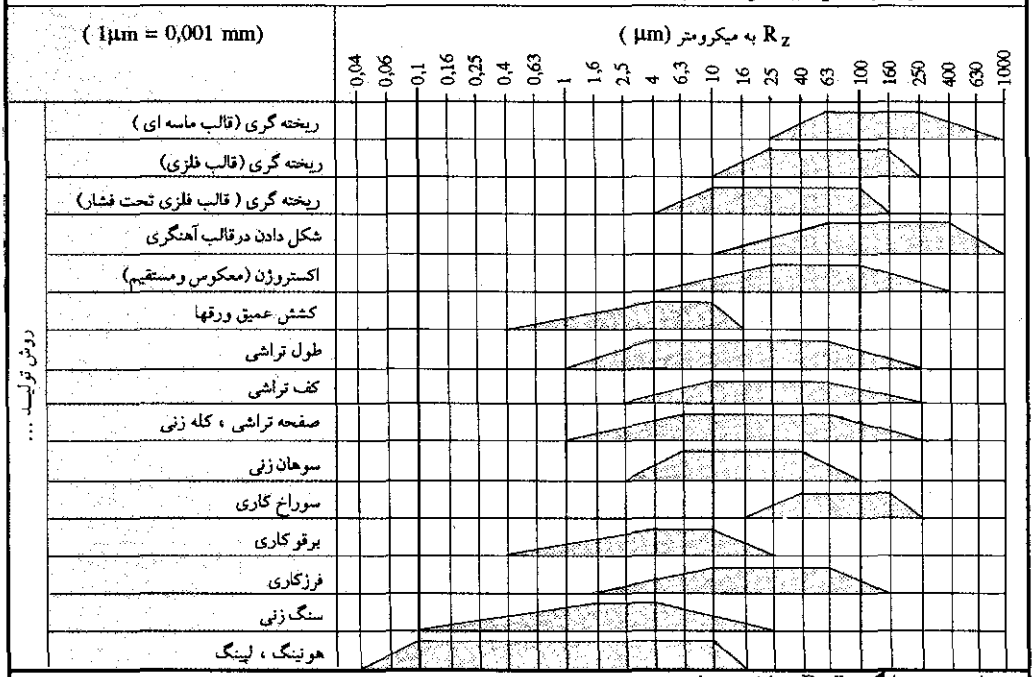
۱ ◦ در نقشه های جدید نباید از روش مثلث ها استفاده کرد .

صافی سطح قابل دستیابی

مقدارمیانگین زبری "R_z" قابل دستیابی

مقایسه با DIN 4766 T1 (3.81)

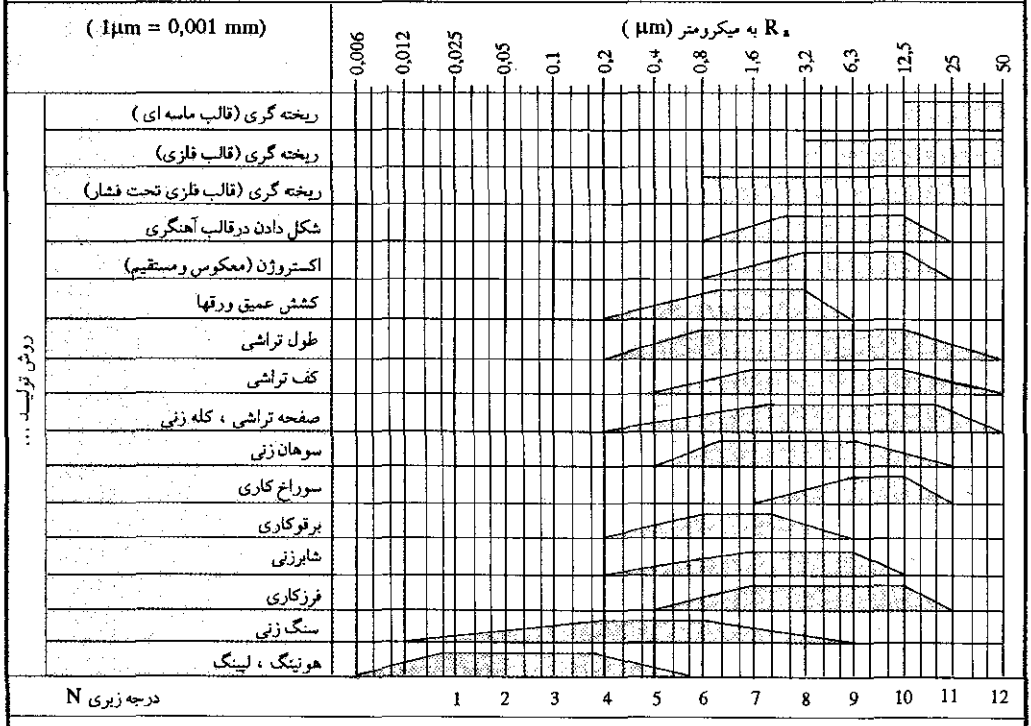
(1µm = 0,001 mm)



مقدار زبری میانگین "R_a" قابل دستیابی

مقایسه با DIN 4766 T2 (3.81)

(1µm = 0,001 mm)



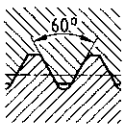
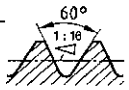
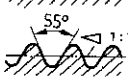
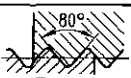
توضیح علامت: صافی سطح در تولید بی‌دقت

صافی سطح قابل دست یابی بادقت خاص

رزوه ها

خلاصه ای در باره رزوه‌ها — مقایسه با DIN 202 (1.88)

رزوه های راست گرد، یک راهه

کاربرد	اندازه نامی	مثال مشخصه	حروف مشخصه	پروفیل رزوه	نام رزوه
ساعت ، صنایع دقیق	0,3 تا 0,9 mm	DIN 14 – M 08	M		رزوه – ISO متریکی
عمومی (رزوه معمولی)	1 تا 68 mm	DIN 13 – M 30			
عمومی (رزوه معمولی)	1 تا 1000 mm	DIN 13 – M20×1			
پیچ بابنده کششی	12 تا 180 mm	DIN 2510 – M 36			رزوه متریکی با لقی زیاد
رزوه داخلی برای پیچهای بست و روغن خورها	6 تا 60 mm	DIN 158 – M 30 ×2			رزوه داخلی متریکی استوانه ای
پیچهای بست و روغن خورها	6 تا 60 mm	DIN 158 – M 30 × 2 keg			رزوه خارجی متریکی مخروطی
رزوه لوله ، بدون آب بندی	1/8 تا 6 inch	DIN ISO 228–G1 1/2 (داخل) DIN ISO 228–G1 1/2 (خارج)	G		رزوه لوله ، استوانه ای
رزوه لوله با آب بندی ، برای لوله های فیتینگ وماسوره ها	1/16 تا 6 inch	DIN 2999 – Rp 1/2	Rp		رزوه لوله ، استوانه ای (رزوه داخلی)
	1/8 تا 1 1/2 inch	DIN 3858 – Rp 1/8			
	1/16 تا 6 inch	DIN 2999 – R 1/2	R		رزوه لوله ، مخروطی (رزوه خارجی)
	1/8 تا 1 1/2 inch	DIN 3859 – R 1/8 – 1			
عمومی ، به عنوان رزوه انتقال حرکت	8 تا 300 mm	DIN 103 – Tr 40 × 7	Tr		رزوه ذوزنقه ای – ISO متریکی
عمومی ، به عنوان رزوه انتقال حرکت	10 تا 640 mm	DIN 513 – S 48 × 8	S		رزوه دنده اره ای
عمومی	8 تا 200 mm	DIN 405 – Rd 40 × 1/6	R d		رزوه دنده گرد
رزوه دنده گرد یا فاصله انتقال زیاد	10 تا 300 mm	DIN 20 400 – Rd 40 × 5			
الکروتکنیک	Pg 7 تا Pg 48	DIN 40 430 – Pg21	Pg		رزوه لوله های حامل کابل

رزوه های چپ گرد و رزوه‌های چند راهه

مشخصه کوتاه	توضیح	انواع رزوه
M 30 - LH Tr 40 × 7 – LH	علامت کوتاه "LH „ بعداز مشخصه کامل رزوه قرار می گیرد (LH=Left Hand).	رزوه چپ گرد
Tr 40 × 14 P7	بعد از علامت کوتاه و قطر رزوه گام حقیقی P_h و گام ظاهری P قرار می گیرد.	وزوه راست گرد چند راهه
Tr 40 × 14P7 - LH	بعد ازمشخصه رزوه چند راهه علامت "LH „قرار می گیرد.	وزوه چپ گرد چندراهه

درمورد اجزائی که رزوه های- راست گرد وچپ گرد دارند بعد از مشخصه رزوه راست گرد علامت کوتاه "RH„(RH=Right-Hand) وبعد از مشخصه رزوه چپ گرد علامت "LH „قرار می گیرد.

گام ظاهری P : گام حقیقی P_h =تعداد راه پیچ

5

انواع رزوه ها

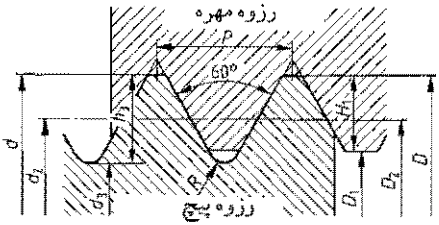
رزوه ها طبق استاندارد کشورهای خارجی (غیرازآلمان ، انتخابی)

مقایسه با DIN 202 (01.88)

کشور	معنی	مثال مشخصه	علامت کوتاه	پروفیل رزوه	نام رزوه
USA,GB, CDN	رزوه های-UNC با قطر- نامی 1/4 inch ، 20 دنده در اینچ ، درجه انطباق 2A	1/4 – 20 UNC – 2A	UNC		رزوه استاندارد آمریکا، دنده درشت **(Unified Coarse Thread)**
USA,GB, CDN	رزوه – UNF با قطرنامی 1/4 inch ، 28 دنده در اینچ ، درجه انطباق 3 A	1/4 – 28 UNF –3A	UNF	رزوه مهره 60° 60° رزوه پیچ P	رزوه استاندارد آمریکا، دنده ریز **(Unified fine Thread)**
USA,GB, CDN	رزوه –UNEF با قطرنامی 1/4 inch ، 32 دنده در اینچ درجه انطباق 3 A	1/4 – 32 UNEF – 3A	UNEF		رزوه استاندارد آمریکا، دنده خیلی ریز **(Unified fine Thread)**
USA,GB, CDN	رزوه –UNS با قطر نامی 1/4 inch ، 27 دنده در اینچ	1/4 – 27 UNS	UNS		رزوه استاندارد آمریکا خاص **(Unified Special thread)**
USA	رزوه – NPSM با قطرنامی 1/2 inch ، 14 دنده در اینچ	1/2 – 14 NPSM	NPSM	رزوه مهره استوانه ای P 60°	رزوه لوله استوانه ای برای اتصالات مکانیکی
USA	رزوه – NPT با قطرنامی 3/8 inch ، 18 دنده در اینچ	3/8 – 18 NPT	NPT	رزوه مهره مخروطی 1:16 60° P	رزوه لوله مخروطی استاندارد آمریکا
USA	رزوه – NPTF با قطرنامی 1/2 inch 14 دنده در اینچ	1/2 – 14 NPTF (آب بند خشک)	NPTF		رزوه لوله مخروطی استاندارد آمریکا، دنده ریز
USA,GB	رزوه Acme با قطرنامی 1 3/4 inch 4 دنده در اینچ	1 3/4 – 4 Acme – 2G	Acme	رزوه مهره P 29° رزوه پیچ	رزوه استاندارد آمریکا، دنده ذوزنقه $h = 0,5 \cdot P$
USA	رزوه Stub–Acme با قطرنامی 1/2 inch ، 20 دنده در اینچ	1/2 – 20 Stub – Acme	Stub – Acme		رزوه استانداردآمریکا، دنده ذوزنقه ای $h = 0,3 \cdot P$

رزوه های - ISO متریکی ،ابعاد

مقایسه با DIN 13 (12 .86)



قطر نامی	$d = D$
گام	P
عمق رزوه پیچ	$h_3 = 0{,}6134 \cdot P$
عمق رزوه مهره	$H_1 = 0{,}5413 \cdot P$
شعاع پای رزوه پیچ	$R = 0{,}1443 \cdot P$
قطر جناح	$d_2 = D_2 = d - 0{,}6495 \cdot P$
قطر داخلی پیچ	$d_3 = d - 1{,}2269 \cdot P$
قطر داخلی پیچ	$D_1 = d - 1{,}0825 \cdot P$
قطر مته	$= d - P$
زاویه رزوه	$60°$

$$A_s = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d_2 + d_3}{2}\right)^2$$

سری 1 رزوه های معمولی [1] ،اندازه به mm

مشخصه رزوه $d = D$	گام P	Ø - جناح $d_2 = D_2$	Ø - داخلی پیچ d_3	Ø - داخلی مهره D_1	عمق رزوه پیچ h_3	عمق رزوه مهره H_1	شعاع پای دنده پیچ R	سطح مقطع تنش A_s mm^2	Ø - مته	سوراخ سرتاسری برای عبور پیچ [2] ظریف	سوراخ سرتاسری برای عبور پیچ [2] متوسط	اندازه آچارخور [3]
M 1	0,25	0,84	0,69	0,73	0,15	0,14	0,04	0,46	0,76	1,1	1,2	–
M 1,2	0,25	1,04	0,89	0,93	0,15	0,14	0,04	0,73	0,95	1,3	1,4	–
M 1,6	0,35	1,38	1,17	1,22	0,22	0,19	0,05	1,27	1,3	1,7	1,8	3,2
M 2	0,4	1,74	1,51	1,67	0,25	0,22	0,06	2,07	1,6	2,2	2,4	4
M 2,5	0,45	2,21	1,95	2,01	0,28	0,24	0,07	3,39	2,1	2,7	2,9	5
M 3	0,5	2,68	2,39	2,46	0,31	0,27	0,07	5,03	2,5	3,2	3,4	5,5
M 4	0,7	3,55	3,14	3,24	0,43	0,38	0,10	8,78	3,3	4,3	4,5	7
M 5	0,8	4,48	4,02	4,13	0,49	0,43	0,12	14,2	4,2	5,3	5,5	8
M 6	1	5,35	4,77	4,92	0,61	0,54	0,14	20,1	5,0	6,4	6,6	10
M 8	1,25	7,19	6,47	6,65	0,77	0,68	0,18	36,6	6,8	8,4	9	13
M 10	1,5	9,03	8,16	8,38	0,92	0,81	0,22	58,0	8,5	10,5	11	16
M 12	1,75	10,86	9,85	10,11	1,07	0,95	0,25	84,3	10,2	13	13,5	18
M 16	2	14,70	13,55	13,84	1,23	1,08	0,29	157	14	17	17,5	24
M 20	2,5	18,38	16,93	17,29	1,53	1,35	0,36	245	17,5	21	22	30
M 24	3	22,05	20,32	20,75	1,84	1,62	0,43	353	21	25	26	36
M 30	3,5	27,73	25,71	26,21	2,15	1,89	0,51	561	26,5	31	33	46
M 36	4	33,40	31,09	31,67	2,45	2,17	0,58	817	32	37	39	55
M 42	4,5	39,08	36,48	37,13	2,76	2,44	0,65	1121	37,5	43	45	65
M 48	5	44,75	41,87	42,59	3,07	2,71	0,72	1473	43	50	52	75
M 56	5,5	52,43	49,25	50,05	3,37	2,98	0,79	2030	50,5	58	62	85
M 64	6	60,10	56,64	57,51	3,68	3,25	0,87	2676	58	66	70	95

رزوه های دنده ریز ،اندازه به mm

مشخصه رزوه $d \times P$	Ø - جناح $d_2 = D_2$	Ø - داخلی پیچ d_3	Ø - داخلی مهره D_1	مشخصه رزوه $d \times P$	Ø - جناح $d_2 = D_2$	Ø - داخلی پیچ d_3	Ø - داخلی مهره D_1	مشخصه رزوه $d \times P$	Ø - جناح $d_2 = D_2$	Ø - داخلی پیچ d_3	Ø - داخلی مهره D_1
M 2 ×0,2	1,870	1,755	1,783	M 10×1	9,350	8,773	8,917	M 30×1,5	29,026	28,160	28,376
M 2,5×0,25	2,338	2,193	2,229	M 12×1	11,350	10,773	10,917	M 30×2	28,701	27,546	27,835
M 3 ×0,35	2,773	2,571	2,621	M 12×1,25	11,188	10,466	10,647	M 36×1,5	35,026	34,160	34,376
M 4 ×0,5	3,675	3,387	3,459	M 16×1	15,350	14,773	14,917	M 36×2	34,701	33,546	33,835
M 5 ×0,5	4,675	4,387	4,459	M 16×1,5	15,026	14,160	14,376	M 42×1,5	41,026	40,160	40,376
M 6 ×0,75	5,513	5,080	5,188	M 20×1	19,350	18,773	18,917	M 42×2	40,701	39,546	39,835
M 8 ×0,75	7,513	7,080	7,188	M 20×1,5	19,026	18,160	18,376	M 48×1,5	47,026	46,160	46,376
M 8 ×1	7,350	6,773	6,917	M 24×1,5	23,026	22,160	22,376	M 48×2	46,701	45,546	45,835
M 10 ×0,75	9,513	9,080	9,188	M 24×2	22,701	21,546	21,835	M 56×1,5	55,026	54,160	54,376

اندازه رزوه هایی که درجدول نیستند،طبق فرمولهای بالا محاسبه می شود.

[1] سری 2 وسری 3 شامل مقادیرمیانی نیز هستند (مثلاً M14 ، M9 و M7) .

[2] مقایسه با DIN ISO 273

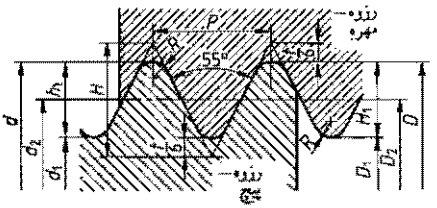
[3] مقایسه با DIN ISO 272

5

رزوه ها

رزوه های - ویت ورث

استاندارد نشده است .



قطر خارجی	$d = D$
قطر داخلی	$d_1 = D_1 = d - 1,28 \cdot P$ $= d - 2 \cdot t_1$
قطر جناح	$d_2 = D_2 = d - 0,640 \cdot P$
تعداد رزوه در اینچ	Z
گام	$P = \frac{25,4\ mm}{Z}$
عمق پیچ	$h_1 = H_1 = 0,640 \cdot P$
شعاع رزوه	$R = 0,137 \cdot P$
زاویه دنده	55°

مشخصه پیچ d	اندازه پیچ ومهره به mm						مشخصه پیچ d	اندازه پیچ ومهره به mm					
	-Ø خارجی $d = D$	-Ø داخلی $d_1 = D_1$	-Ø جناح $d_2 = D_2$	تعداد رزوه در اینچ Z	عمق رزوه $h_1 = H_1$	سطح مقطع داخلی mm^2		-Ø خارجی $d = D$	-Ø داخلی $d_1 = D_1$	-Ø جناح $d_2 = D_2$	تعداد رزوه در اینچ Z	عمق رزوه $h_1 = H_1$	سطح مقطع داخلی mm^2
1/4 "	6,35	4,72	5,54	20	0,813	17,5	1 1/4 "	31,75	27,10	29,43	7	2,324	577
5/16"	7,94	6,13	7,03	18	0,904	29,5	1 1/2 "	38,10	32,68	35,39	6	2,711	839
3/8 "	9,53	7,49	8,51	16	1,017	44,1	1 3/4 "	44,45	37,95	41,20	5	3,253	1131
1/2 "	12,70	9,99	11,35	12	1,355	78,4	2	50,80	43,57	47,19	4 1/2	3,614	1491
5/8 "	15,88	12,92	14,40	11	1,479	131	2 1/4 "	57,15	49,02	53,09	4	4,066	1886
3/4 "	19,05	15,80	17,42	10	1,627	196	2 1/2 "	63,50	55,37	59,44	4	4,066	2408
7/8 "	22,23	18,61	20,42	9	1,807	272	3	76,20	66,91	72,56	3 1/2	4,647	3516
1 "	25,40	21,34	23,37	8	2,033	358	3 1/2 "	88,90	78,89	83,89	3 1/4	5,000	4888

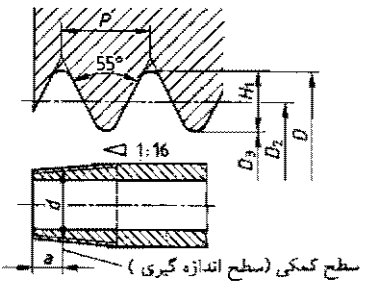
رزوه لوله - ویت ورث

مقایسه با DIN ISO 228 (4.85),DIN 2999 (7.83)

DIN. 2999 رزوه لوله

رزوه داخلی استوانه ای ، رزوه خارجی مخروطی ؛

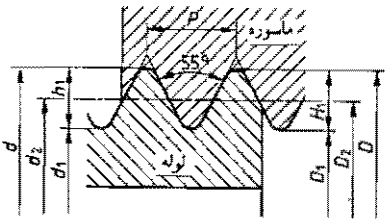
آب بندی در رزوه ها



DIN ISO 228 رزوه لوله

رزوه داخلی و خارجی استوانه ای ؛

عدم آب بندی در رزوه ها

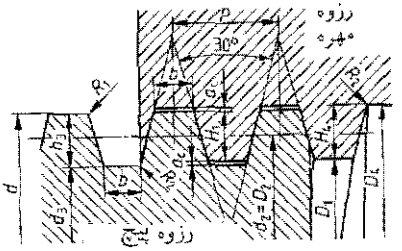


رزوه خارجی با درجه تلرانس Aیا Bساخته می شود ، مثلاA G1 1/2 .

علائم کوتاه DIN ISO 228 رزوه خارجی و داخلی	DIN 2999 رزوه خارجی	DIN 2999 رزوه داخلی	-Ø خارجی $d = D$	-Ø جناح $d_2 = D_2$	-Ø داخلی $d_1 = D_1$	گام P	تعداد رزوه در اینچ Z	عمق رزوه $h_1 = H_1$	فاصله از سطح کمکی a
G 1/16	R 1/16	Rp 1/16	7,72	7,14	6,56	0,91	28	0,58	4,0
G 1/8	R 1/8	Rp 1/8	9,73	9,15	8,57	0,91	28	0,58	4,0
G 1/4	R 1/4	Rp 1/4	13,16	12,30	11,45	1,34	19	0,86	6,0
G 3/8	R 3/8	Rp 3/8	16,66	15,81	14,95	1,34	19	0,86	6,4
G 1/2	R 1/2	Rp 1/2	20,96	19,79	18,63	1,81	14	1,16	8,2
G 3/4	R 3/4	Rp 3/4	26,44	25,28	24,12	1,81	14	1,16	9,5
G 1	R 1	Rp1	33,25	31,77	30,29	2,31	11	1,48	10,4
G 1 1/4	R 1 1/4	Rp1 1/4	41,91	40,43	38,95	2,31	11	1,48	12,7
G 1 1/2	R 1 1/2	Rp1 1/2	47,80	46,32	44,85	2,31	11	1,48	12,7
G	R 2	Rp2	59,61	58,14	56,66	2,31	11	1,48	15,9
G 2 1/2	R 2 1/2	Rp2 1/2	75,18	73,71	72,23	2,31	11	1,48	17,5
G 3	R 3	Rp3	87,88	86,41	84,93	2,31	11	1,48	20,6
G 4	R 4	Rp4	113,03	111,55	110,07	2,31	11	1,48	25,4
G 5	R 5	Rp5	138,43	136,95	135,37	2,31	11	1,48	28,6
G 6	R 6	Rp6	163,83	162,35	160,87	2,31	11	1,48	28,6

رزوه‌های دنده دوزنقه‌ای - ISO متریکی

مقایسه با DIN 103 T1 (4.77)



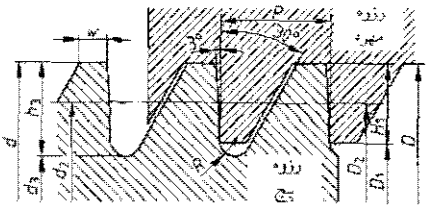
قطر نامی	d
گام ظاهری	P
گام حقیقی	P_h
تعداد راه (تیغ)	$n = P_h : P$
قطر داخلی رزوه پیچ	$d_3 = d - (P+2\cdot a_c)$
قطر خارجی رزوه مهره	$D_4 = d+2\cdot a_c$
قطر داخلی رزوه مهره	$D_1 = d-p$
قطر جناح رزوه	$d_2 = D_2 = d-0,5\cdot P$
عمق رزوه پیچ و مهره	$h_3 = H_4 = 0,5\cdot P + a_c$
ارتفاع درگیری دنده ها	$H_1 = 0,5\cdot P$
لقی سر رزوه	a_c
شعاع لبه رزوه	R_1 , R_2
عرض رنده تراشکاری	$b = 0,366\cdot P - 0,54\cdot a_c$
زاویه رزوه	30°

اندازه	گام ظاهری P به mm			
	1,5	2...5	6...12	14...44
a_c	0,15	0,25	0,5	1
R_1	0,075	0,125	0,25	0,5
R_2	0,15	0,25	0,5	1

مشخصه رزوه	اندازه رزوه به mm						مشخصه رزوه	اندازه رزوه به mm					
	Ø- جناح	Ø - داخلی		Ø- خارجی	عمق رزوه	عرض رنده تراش		Ø- جناح	Ø - داخلی		Ø- خارجی	عمق رزوه	عرض رنده تراش
		پیچ	مهره						پیچ	مهره			
d × P	$d_2=D_2$	d_3	D_1	D_4	$h_3=H_4$	b	d × P	$d_2=D_2$	d_3	D_1	D_4	$h_3=H_4$	b
Tr 10 × 2	9	7,5	8	10,5	1,25	0,60	Tr 40 × 7	36,5	32	33	41	4	2,29
Tr 12 × 3	10,5	8,5	9	12,5	1,75	0,96	Tr 44 × 7	40,5	36	37	45	4	2,29
Tr 16 × 4	14	11,5	12	16,5	2,25	1,33	Tr 48 × 8	44	39	40	49	4,5	2,66
Tr 20 × 4	18	15,5	16	20,5	2,25	1,33	Tr 52 × 8	48	43	44	53	4,5	2,66
Tr 24 × 5	21,5	18,5	19	24,5	2,75	1,70	Tr 60 × 9	55,5	50	51	61	5	3,02
Tr 28 × 5	25,5	22,5	23	28,5	2,75	1,70	Tr 70 × 10	65	59	60	71	5,5	3,39
Tr 32 × 6	29	25	26	33	3,5	1,93	Tr 80 × 10	75	69	70	81	5,5	3,39
Tr 36 × 3	34,5	32,5	33	36,5	2,0	0,83	Tr 90 × 12	84	77	78	91	6,5	4,12
Tr 36 × 6	33	29	30	37	3,5	1,93	Tr 100 × 12	94	87	88	101	6,5	4,12
Tr 36 × 10	31	25	26	37	5,5	3,39	Tr 140 × 14	133	124	126	142	8	4,58

رزوه‌های دنده اره‌ای

مقایسه با DIN 513 (4,85)



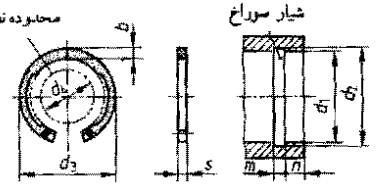
اندازه نامی رزوه	d = D
گام	P
قطر داخلی پیچ	$d_3 = d-1,736\cdot P$
قطر داخلی مهره	$D_1 = d-1,5\cdot P$
قطر متوسط	$d_2 = D_2 = d-0,75\cdot P$
عمق رزوه پیچ	$h_3 = 0,868\cdot P$
عمق رزوه مهره	$H_1 = 0,75\cdot P$
شعاع پای رزوه پیچ	$R = 0,124\cdot P$
عرض رزوه در قطر خارجی	$w = 0,264\cdot P$
زاویه رزوه	33°

مشخصه رزوه	پیچ		مهره		Ø- جناح	مشخصه رزوه	پیچ		مهره		Ø- جناح
	Ø- داخلی	عمق رزوه	Ø- داخلی	عمق رزوه			Ø- داخلی	عمق رزوه	Ø- داخلی	عمق رزوه	
d × P	d_3	h_3	D_1	H_1	$d_2=D_2$	d × P	d_3	h_3	D_1	H_1	$d_2=D_2$
S10× 2	6,79	2,60	7,5	2,25	9,75	S 44 × 7	31,85	6,08	33,5	5,25	38,75
S12× 3	9,09	3,47	10	3	13	S 48 × 8	34,12	6,94	36	6	42,00
S16 ×4	13,06	3,47	14	3	17	S 52 × 8	38,11	6,94	40	6	46
S20 ×4	15,32	4,34	16.5	3,75	20,25	S 60 × 9	44,38	7,81	46,5	6,75	53,25
S24× 5	19,32	4,34	20,5	3,75	24,25	S 70 × 10	52,64	8,68	55	7,5	62,50
S30× 6	21,58	5,21	23	4,5	27,5	S 80 × 10	62,64	8,68	65	7,5	72,50
S36×6	25,59	5,21	27	4,5	31,50	S 90 × 12	69,17	10,41	72	9	81,00
S40×7	27,85	6,07	29,5	5,25	34,75	S 100 × 12	79,17	10,41	82	9	91,00

خار فنری، خار واشری

خار فنری

خار فنری سوراخ — مقایسه با DIN 472 (9.81)

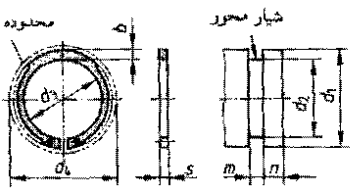


اندازه نامی	خار فنری				شیار		
d_1 mm	s	d_3	d_4	b ≈	d_2	m min.	n min.
10	1	10,8	3,3	1,4	10,4	1,1	0,6
12	1	13	4,9	1,7	12,5	1,1	0,8
15	1	16,2	7,2	2	15,7	1,1	1,1
18	1	19,5	9,4	2,2	19	1,1	1,5
20	1	21,5	11,2	2,3	21	1,1	1,5
22	1	23,5	13,2	2,5	23	1,1	1,5
25	1,2	26,9	15,5	2,7	26,2	1,3	1,8
28	1,2	30,1	17,9	2,9	29,4	1,3	2,1
30	1,2	32,1	19,9	3	31,4	1,3	2,1
32	1,2	34,4	20,6	3,2	33,7	1,3	2,6
35	1,5	37,8	23,6	3,4	37	1,6	3
38	1,5	40,8	26,4	3,7	40	1,6	3
40	1,75	43,5	27,8	3,9	42,5	1,85	3,8
42	1,75	45,5	29,6	4,1	44,5	1,85	3,8
45	1,75	48,5	32	4,3	47,5	1,85	3,8
48	1,75	51,5	34,5	4,5	50,5	1,85	3,8
50	2,0	54,2	36,3	4,6	53,0	2,15	4,5
60	2,0	64,2	44,7	5,4	63,0	2,15	4,5
65	2,5	69,2	49,0	5,8	68,0	2,65	4,5
72	2,5	76,5	55,6	6,4	75,0	2,65	4,5
75	2,5	79,5	58,6	6,6	78,0	2,65	4,5
80	2,5	85,5	62,1	7,0	83,5	2,65	5,3
90	3,0	95,5	71,9	7,6	93,5	3,15	5,3

مشخصه خارفنری با $d_1 = 80$ mm و $s = 2,5$ mm :

خارفنری DIN 472 – 80 × 2,5

خار فنری محور — مقایسه با DIN 471 (9.81)



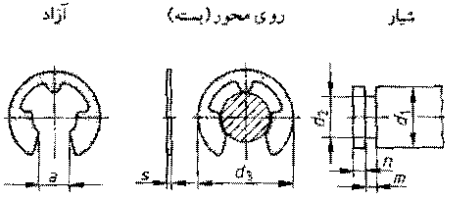
اندازه نامی	خار فنری				شیار		
d_1 mm	s	d_3	d_4	b ≈	d_2	m min	n min.
10	1	9,3	17	1,8	9,6	1,1	0,6
12	1	11	19	1,8	11,5	1,1	0,8
15	1	13,8	22,6	2,2	14,3	1,1	1,1
18	1,2	16,5	26,2	2,4	17	1,3	1,5
20	1,2	18,5	28,4	2,6	19	1,3	1,5
22	1,2	20,5	30,8	2,8	21	1,3	1,5
25	1,2	23,2	34,2	3	23,9	1,3	1,7
28	1,5	25,9	37,9	3,2	26,6	1,6	2,1
30	1,5	27,9	40,5	3,5	28,6	1,6	2,1
32	1,5	29,6	43	3,6	30,3	1,6	2,6
35	1,5	32,2	46,8	3,9	33	1,6	3
38	1,75	35,2	50,2	4,2	36	1,85	3
40	1,75	36,5	52,6	4,4	37,5	1,85	3,8
42	1,75	38,5	55,7	4,5	39,5	1,85	3,8
45	1,75	41,5	59,1	4,7	42,5	1,85	3,8
48	1,75	44,5	62,5	5	45,5	1,85	3,8
50	2,0	45,8	64,5	5,1	47,0	2,15	4,5
60	2,0	55,8	75,6	5,8	57,0	2,15	4,5
65	2,5	60,8	81,4	6,3	62,0	2,65	4,5
70	2,5	65,5	87	6,0	67,0	2,65	4,5
75	2,5	70,5	92,7	7,0	72,0	2,65	4,5
80	2,5	74,5	98,1	7,4	76,5	2,65	5,3
90	3,0	84,5	108,5	8,2	86,5	3,15	5,3

مشخصه خارفنری با $d_1 = 40$ mm و $s = 1,75$ mm :

خارفنری DIN 471 – 40 × 1,75

خار واشری

مقایسه با DIN 6799 (9.81)



خار واشری				شیار محور			
d_2 h11	d_3 بسته	a	s ±0,03	d_1 از	d_1 تا	m +0,06	
8	16,3	6,52	1,0	9	12	1,05	1.0
12	23,4	10,45	1,3	13	18	1,35	2.5
15	29,4	12,61	1,5	16	24	1,55	3.0
19	37,6	15,91	1,75	20	31	1,80	3.5
24	44,6	21,88	2,0	25	38	2,05	4.0

مشخصه خار واشری با $d_2 = 15$ mm :

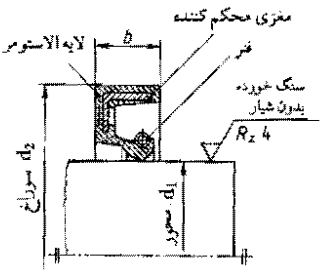
خار واشری DIN 6799 – 15

کاسه نمد محور، آ-رینگ (O-رینگ)، واشر تخت انطباقی، اشپیل

کاسه نمد

مقایسه با DIN 3760 (4.72)

فرم A



d_1 h11	d_2 H8		b ±0,2	d_1 h11	d_2 H8		b ±0,2	d_1 h11	d_2 H8		b ±0,2
16	28	32	7	36	52	62	7	63	85	90	10
	30	35	7	40	52	55	7	70	90	100	10
25	35	40	7		62	72	7	80	100	110	10
	42	52	7	45	60	62	8	90	110	120	12
30	40	42	7		65	72	8	100	120	125	12
	52	62	7	50	65	68	8	110	130	140	12
36	47	50	7		72	80	8	130	160	170	12

اندازه های فرم AS (با لبه محافظ) با فرم A مطابقت دارد.

مشخصه کاسه نمد محور (WDR) فرم A با $b = 7$ mm ، $d_2 = 40$ mm ، $d_1 = 25$ mm و لایه الاستومر از کائوچوی نیتریل - بوتادین (NB):

WDR DIN 3760 – A 25 × 40 × 7 – NB

آ - رینگ

مقایسه با DIN 3770 (5.80)

$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$	$d_1 \times d_2$
2×1,6	4×2	6,3×2	10×2	25×3,15	45×4	80×6,3	125×8
2,5×1,6	4,5×2	7,1×2	12,5×25	3,15×4	50×4	90×6,3	140×8
3,15×1,6	5×2	8×2	16×2,5	35,5×4	63×5	100×6,3	160×8
3,55×1,6	5,6×2	9×2	20×3,15	40×4	71×5	112×6,3	180×8

d_1 قطر داخلی آ-رینگ

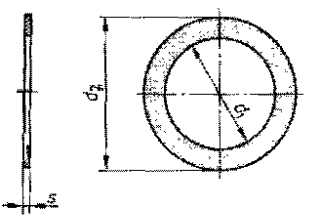
d_2 ضخامت آ-رینگ

مشخصه آ - رینگ (RDR) با $d_1 = 63$ mm ، $d_2 = 5$ mm ، علامت مشخصه B از کائوچوی نیتریل بوتادین (NB) با سختی شور - A برابر 70 :

RDR DIN 3770 – 63 ×5B – NB 70

واشر تخت انطباقی

مقایسه با DIN 988 (5.71)



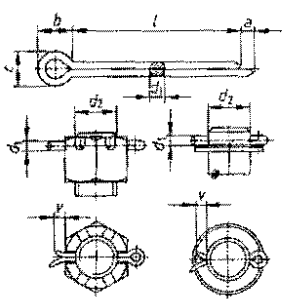
d_1 D12		3	6	10	14	20	25	30	40	50
d_2 d12		6	12	16	20	28	36	42	50	62
s	از	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	تا	1,2	1,4	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

مشخصه واشر تخت انطباقی با $d_1 = 40$ mm ، $d_2 = 50$ mm و $s = 0,5$ mm :

DIN 988 – 40 × 50 × 0,5 واشر تخت انطباقی

اشپیل

مقایسه با DIN 94 (9.83)



برای پین d_2		برای پیچ d_2		Ø - اشپیل / Ø - سوراخ d_1	طول نامی l		a max.	b	c		v min.
از	تا	از	تا		از	تا			min.	max.	
3	4	3,5	4,5	1	6	18	1,6	3	1,6	1,8	4
5	6	5,5	7	1,6	8	32	2,5	3,2	2,4	2,8	5
6	8	7	9	2	10	40	2,5	4	3,2	3,6	6
9	12	11	14	3,2	18	80	3,2	6,4	5,1	5,8	8
12	17	14	20	4	20	125	4	8	6,5	7,4	8
17	23	20	27	5	20	125	4	10	8	9,2	10
23	29	27	39	6,3	28	140	4	12,6	10,3	11,8	12
44	69	56	80	10	56	140	6,3	20	16,6	19	16

طول استاندارد l : 4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56, 63,71,80,90,100,112,125,140,160,180,200,224,250,280 mm

مشخصه اشپیل با قطر نامی 5 mm و طول 50 mm از St 37

اشپیل DIN 94 – 5 × 50 – St