

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

کتاب همراه هنر جو

رشته متالورژی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** کتاب همراه هنرجو (رشته متالورژی) - ۲۱۰۵۳۴
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** حسن طیب‌زاده، امیر ریاحی، میثم بهربر، محمد معتمدی، حسن حامد، حسن عبدالله‌زاده، اسدالله عابدی و غلامرضا خلج (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - ایمان اوگیان (طراح یونیفورم) - توفیق علائی (صفحه‌آرا)
- نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
- تلفن:** ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، **دورنگار:** ۰۹۲۶۶۰۸۸۳، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه:** www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
- ناشر:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش) **تلفن:** ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰
- سندوق پستی:** ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ دوم ۱۳۹۶

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

- فصل ۱: علوم پایه ۷
- فصل ۲: استانداردهای نقشه‌کشی ۱۹
- فصل ۳: کمیت‌ها، محاسبات فنی ۶۱
- فصل ۴: کاربرد مواد ۷۱
- فصل ۵: شکل‌ها و نمودارها ۹۷
- فصل ۶: مواد و قطعات استاندارد ۱۰۵
- فصل ۷: ایمنی، بهداشت و ارگونومی ۱۲۱

هنرجوی گرامی کتاب همراه هنرجو از جمله اجزای بسته آموزشی است که در نظام جدید آموزشی برای شما طراحی و تألیف و در جهت تقویت اعتمادبه‌نفس و ایجاد انگیزه در نظر گرفته شده است. این کتاب شامل محتواهای مرتبط و استخراج شده از دروس دیگر رشته تحصیلی شما می‌باشد تا به‌جای حفظ کردن آنها، با مراجعه به این کتاب از آن مطالب برای انجام فعالیت‌های کارگاهی و حل مسائل استفاده نمایید. در این صورت دیگر نیازی به مراجعه به کتاب‌های درسی متعدد حین انجام کار نیست و وابستگی شما به کتاب درسی کم می‌شود.

با توجه به اینکه کتاب همراه هنرجو برای کل رشته تدوین می‌شود، موجب پیوند خوردن دروس و مطالب در ذهن شما در پایه‌های مختلف تحصیلی می‌گردد. کتاب همراه هنرجو دارای کاربرد واقعی در دنیای کار است و بر اساس نیازهای بازار کار (فعلی و آتی) و ارتقاء توان کارآفرینی در آموزش فنی و حرفه‌ای تألیف شده است. بهبود زمان یاددهی-یادگیری، ایجاد فرصت برای پیوند نظر و عمل، کاهش حجم کتاب‌های درسی، کاهش اضطراب در ارزشیابی، استانداردسازی و ایجاد زبان مشترک و کمک به تحقق شایستگی‌های مادام‌العمر فنی و حرفه‌ای از ویژگی‌های دیگر کتاب همراه هنرجو است.

قطع کتاب به‌گونه‌ای در نظر گرفته شده است تا امکان جابه‌جایی آسان برای شما فراهم باشد و بتوانی در محیط‌های مختلف آموزشی و حتی محیط کار از آن استفاده نمایید.

از محتوای این کتاب ارزشیابی صورت نمی‌گیرد، بلکه می‌توانید از اطلاعات مندرج در کتاب برای حل مسائل و انجام فعالیت‌های تعیین شده استفاده نمایید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

فصل ۱

علوم پایه

نسبت و تناسب

۱ در حالت کلی، دو نسبت a به b و c به d مساوی‌اند، هرگاه برای یک عدد مانند k داشته باشیم:

$$c = kd \text{ و } a = kb \text{ یا } \frac{a}{b} = \frac{c}{d} = k$$

۲ اگر a و b مقادیر متناظر دو کمیت باشند که با هم رابطه معکوس دارند، مقدار $k = a \times b$ ثابت است و اگر c و d دو مقدار متناظر دیگر از همین کمیت باشند، داریم:

$$a = \frac{k}{b} \text{ و } c = \frac{k}{d} \text{ یا } k = a \times b = c \times d$$

۳ خواص عملیات:

در عبارت‌های زیر، فرض بر آن است که مخرج‌ها مخالف صفر هستند.

| | | |
|--|--|--------------------------------------|
| $\frac{a}{b} = \frac{ca}{cb} \quad (c \neq 0)$ | $c \times \frac{a}{b} = \frac{ca}{b}$ | $\frac{a}{b} = a \times \frac{1}{b}$ |
| $\frac{a+b}{c} = \frac{\frac{a}{c} + \frac{b}{c}}$ | $-\frac{a}{b} = \frac{-a}{b} = \frac{a}{-b}$ | |
| $\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$ | $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$ | |

تساوی $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ معادل است با $a \times d = b \times c$

درصد و کاربردهای آن

۱ معادله درصد: رابطه بین مقدار اولیه، درصدی از مقدار اولیه و مقدار نهایی را نشان می‌دهد.

$$b = x \times a$$

← مقدار نهایی
→ مقدار اولیه

↓
 درصد به صورت عدد اعشاری / کسری

۲ درصد تغییر: برای هر کمیتی مقدار

$$\frac{\text{مقدار اولیه} - \text{مقدار نهایی}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 = \frac{\text{میزان تفاوت در مقدار}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 = \text{نسبت تغییر} = 100$$

را درصد تغییر آن کمیت می‌نامند.

درصد تغییر می‌تواند منفی هم باشد که به معنای کاهش است.

واحدهای اندازه‌گیری انگلیسی

۱ واحدهای اندازه‌گیری طول

- ۱ میلی‌متر (mm) = ۲۵/۴ سانتی‌متر (cm) = ۲/۵۴ اینچ (in)
- ۱ فوت (ft) = ۱۲ اینچ (in)
- ۱ سانتی‌متر (cm) \cong ۹۰ اینچ (in) = ۳۶ فوت (ft) = ۳ یارد (yd)
- ۱ متر (m) = ۱۶۰۹/۳۴۴ اینچ (in) = ۶۳۳۶۰ فوت (ft) = ۵۲۸۰ مایل خشکی (mil)
- ۱ متر (m) \cong ۱۸۵۳ فوت \cong ۶۰۸۰ مایل دریایی
- ۱ مایل خشکی \cong ۱/۱۵ مایل دریایی

| ضریب تبدیل (با تقریب کمتر از ۰/۰۱) | به | برای تبدیل از |
|------------------------------------|-----------|---------------|
| ۱/۶۱ | کیلومتر | مایل |
| ۲/۵۴ | سانتی‌متر | اینچ |
| ۰/۳۱ | متر | فوت |
| ۰/۹۱ | متر | یارد |
| ۰/۶۲ | مایل | کیلومتر |
| ۰/۳۹ | اینچ | سانتی‌متر |
| ۳/۲۸ | فوت | متر |
| ۱/۰۹ | یارد | متر |

۲ واحدهای اندازه‌گیری جرم

- ۱ گرم (g) = ۰/۰۳۵ اونس (oz) ۱ اونس (oz) \cong ۲۸ گرم (g)
- ۱ کیلوگرم (kg) \cong ۳۵/۲۷ اونس (oz) ۱ پوند (lb) = ۱۶ اونس (oz) \cong ۴۵۰ (g)
- ۱ پوند (lb) \cong ۰/۴۵ کیلوگرم (kg) ۱ تن (T) \cong ۲۲۰۰ پوند (lb)

۳ واحدهای اندازه‌گیری حجم

- ۱ میلی‌لیتر (ml) = ۵ قاشق چایخوری (tsp)
- ۱ میلی‌لیتر (ml) = ۱۵ قاشق سوپ‌خوری (tbsp)
- ۱ فنجان (C) = ۲۴۰ میلی‌لیتر (ml)

توان رسانی و ریشه گیری

۱ قوانین مربوط به توان رسانی

| | | |
|---------------------------|-----------------------------|--|
| $(ab)^n = a^n \cdot b^n$ | $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$ | $a^0 = 1 \quad (a \neq 0)$ $a^1 = a$ |
| $a^n \cdot a^m = a^{n+m}$ | $\frac{1}{a^n} = a^{-n}$ | $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$ |

۲ اتحادهای جبری

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$$

$$(x+a)(x+b) = x^2 + (a+b)x + ab$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

اتحاد مربع دو جمله‌ای

اتحاد مزدوج

اتحاد جمله مشترک

۳ معادله درجه دوم

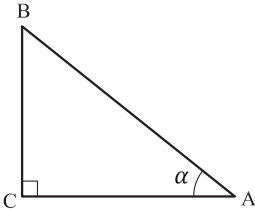
$$\Delta = b^2 - 4ac \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta > 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \\ \Delta = 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b}{2a} \\ \Delta < 0 \Rightarrow \text{معادله ریشه ندارد} \end{array} \right.$$

مثلثات

۱ یکی از حالات تشابه دو مثلث، تساوی زاویه‌های آن دو مثلث می‌باشد.

۲ رابطه فیثاغورس: در مثلث قائم‌الزاویه ABC داریم:

$$(AB)^2 = (AC)^2 + (BC)^2$$



۳ نسبت‌های مثلثاتی یک زاویه تند:

در مثلث قائم‌الزاویه ABC زاویه تند α را در نظر بگیرید. بنا به تعریف داریم:

$$\tan \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبه‌روی زاویه } \alpha}{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha} = \frac{BC}{AC}$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبه‌روی زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{BC}{AB}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{AC}{AB}$$

۴ جدول نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های 0° و 30° و 45° و 60° و 90° :

| زاویه α نسبت مثلثاتی | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
|--------------------------------|-----------|---|----------------------|----------------------|------------|
| $\sin \alpha$ | 0 | $\frac{1}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | 1 |
| $\cos \alpha$ | 1 | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | 0 |
| $\tan \alpha$ | 0 | $\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ | 1 | $\sqrt{3}$ | ∞ |
| $\cot \alpha$ | ∞ | $\sqrt{3}$ | 1 | $\frac{\sqrt{3}}{3}$ | 0 |

۵ روابط بین نسبت‌های مثلثاتی:

الف) $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

ب) $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$

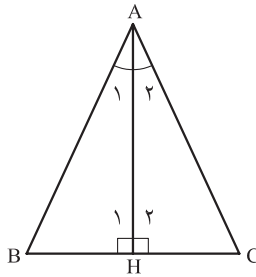
۶ محیط و مساحت دایره:

ر شعاع) $P = 2\pi r$ محیط دایره

ر شعاع) $S = \pi r^2$ مساحت دایره

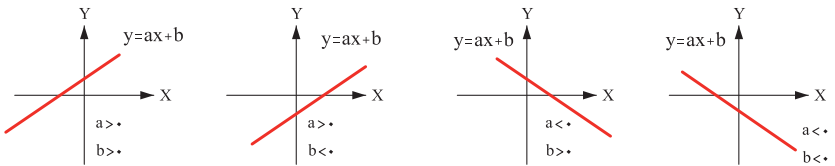
۷ در مثلث متساوی‌الساقین ABC داریم:

$\left\{ \begin{array}{l} A_1 = A_2 \Rightarrow \text{AH نیمساز زاویه A است} \\ H_1 = H_2 = 90^\circ \Rightarrow \text{AH بر BC عمود است} \\ BH = HC \Rightarrow \text{AH منصف ضلع BC است} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{AH عمود منصف BC است}$

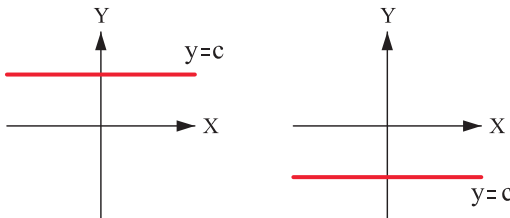


نمودار تابع خاص

۱ نمودار تابع خطی:



۲ نمودار تابع ثابت:



| کاربرد | فرمول (معادله، رابطه) | کاربرد | فرمول (معادله، رابطه) |
|--------------------------------------|---|--|---|
| نیروی وزن | $g = \frac{w}{m} \rightarrow w = mg$ | بازه زمانی | $\Delta t = t_f - t_i$ |
| بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی | $f_{s(max)} = \mu_s N$ | جابه جایی | $\Delta x = x_f - x_i$ |
| نیروی اصطکاک جنبشی | $f_k = \mu_k N$ | سرعت متوسط | $\bar{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ |
| شدت جریان الکتریکی متوسط | $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ | رابطه مکان زمان حرکت یکنواخت | $x = vt + x_i$ |
| قانون اهم | $R = \frac{V}{I}$ | شتاب متوسط | $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ |
| مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت | $R = \frac{\rho L}{A}$ | شتاب لحظه‌ای حرکت با شتاب ثابت | $a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ |
| انرژی الکتریکی مصرفی | $U = I^2 R t$ | رابطه سرعت زمان حرکت با شتاب ثابت | $v = v_i + at$ |
| توان مصرفی | $P = I^2 R$ و $P = \frac{U}{t}$ $P = VI$ و $P = \frac{V^2}{R}$ | سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت | $\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2}$ |
| جریان مقاومت‌های متوالی (سری) | $I_1 = I_2 = I_3 = I_{eq}$ | رابطه مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت | $v_f^2 - v_i^2 = 2a(x - x_i)$ |
| ولتاژ مقاومت‌های متوالی (سری) | $V_1 + V_2 + V_3 = V_{eq}$ | رابطه جابه جایی در حرکت با شتاب ثابت | $\Delta x = x_f - x_i = \frac{1}{2} at^2 + v_i t$ |
| مقاومت معادل مقاومت‌های متوالی (سری) | $R_1 + R_2 + R_3 = R_{eq}$ | قانون دوم نیوتن | $\bar{a} = \frac{\bar{F}}{m}$ |

| کاربرد | فرمول (معادله، رابطه) |
|--|---|
| جریان مقاومت‌های موازی | $I_1 + I_2 + I_3 = I_{eq}$ |
| ولتاژ مقاومت‌های موازی | $V_1 = V_2 = V_3 = V_{eq}$ |
| مقاومت معادل مقاومت‌های موازی | $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{eq}}$ |
| فشار و ارتباط آن با نیروی عمودی و سطح تماس | $P = \frac{F}{A}$ |
| اختلاف فشار دو نقطه شاره ساکن | $P_2 - P_1 = +\rho g \Delta h$ |
| فشار یک نقطه شاره ساکن | $p = \rho g \Delta h + p_{atm}$ |
| اصل پاسکال | $P_2 = P_1 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ |
| چگالی | $\rho = \frac{m}{v}$ |
| چگالی نسبی | $d = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ |
| رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس فارنهایت | $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ |
| رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس کلوین | $T = \theta + 273$ |
| رابطه دما در مقیاس فارنهایت و مقیاس کلوین | $T = (F + 459) \div 1.8$ |
| مقدار گرمای داده شده به یک جسم | $Q = mC(\theta_2 - \theta_1) = mC\Delta\theta$ |
| تعادل گرمایی | $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$ |
| گرمای منتقل شده از طریق رسانش | $Q = \frac{KA t(T_2 - T_1)}{L} = \frac{KA t \Delta T}{L}$ |
| انبساط خطی | $L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta\theta$ $L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta\theta)$ |
| انبساط سطحی | $A_2 - A_1 = 2\alpha A_1 \Delta\theta$ $A_2 = A_1(1 + 2\alpha \Delta\theta)$ |
| انبساط حجمی | $V_2 - V_1 = 3\alpha V_1 \Delta\theta$ $V_2 = V_1(1 + 3\alpha \Delta\theta)$ |

جدول تناوبی عنصرها

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | He | Li | Be | B | C | N | O | F | Ne | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Pb | Bi | Po | At | Rn | Fr | Ra | Ac | Th | Pa | U | Np | Pm | Sr | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | No |

ثابت تفکیک اسیدها (K_a) و بازها (K_b)

توجه: در شرایط یکسان (دما و غلظت) هر چه ثابت تفکیک اسید یا بازی بزرگ تر باشد، آن اسید یا باز قوی تر است.

| ثابت تفکیک (K_a) | فرمول شیمیایی | نام اسید | ثابت تفکیک (K_a) | فرمول شیمیایی | نام اسید |
|-----------------------|---------------|--------------------|----------------------|---------------|--------------------|
| $6,9 \times 10^{-3}$ | H_2PO_4 | فسفریک اسید | | $HClO_4$ | پرکلریک اسید |
| $1,3 \times 10^{-3}$ | CH_3ClCO_2H | کلرو استیک اسید | | H_2SO_4 | سولفوریک اسید |
| $7,4 \times 10^{-4}$ | $C_6H_8O_7$ | سیتریک اسید | | HI | هیدرویدیک اسید |
| $6,3 \times 10^{-4}$ | HF | هیدروفلوئوریک اسید | | HCl | هیدروکلریک اسید |
| $5,6 \times 10^{-4}$ | HNO_2 | نیترو اسید | | HNO_3 | نیتریک اسید |
| $6,2 \times 10^{-5}$ | $C_6H_5CO_2H$ | بنزواتیک اسید | $2,2 \times 10^{-1}$ | CCl_3CO_2H | تری کلرواستیک اسید |
| $1,7 \times 10^{-5}$ | CH_3CO_2H | استیک اسید | $1,8 \times 10^{-1}$ | H_2CrO_4 | کرومیک اسید |
| $4,5 \times 10^{-7}$ | H_2CO_3 | کربنیک اسید | $1,7 \times 10^{-1}$ | HIO_3 | یودیک اسید |
| $8,9 \times 10^{-8}$ | H_2S | هیدروسولفوریک اسید | $5,6 \times 10^{-1}$ | $C_7H_5O_2$ | اگزالیک اسید |
| 4×10^{-8} | $HClO$ | هیپوکلوریک اسید | 5×10^{-2} | H_3PO_3 | فسفرو اسید |
| $5,4 \times 10^{-10}$ | H_2BO_3 | بوریک اسید | $4,5 \times 10^{-1}$ | $CHCl_2CO_2H$ | دی کلرواستیک اسید |
| | | | $1,4 \times 10^{-2}$ | H_2SO_3 | سولفوریک اسید |
| | | | | | |
| ثابت تفکیک (K_b) | فرمول شیمیایی | نام باز | ثابت تفکیک (K_b) | فرمول شیمیایی | نام باز |
| 4×10^{-4} | $C_2H_5NH_2$ | بوتیل آمین | | KOH | پتاسیم هیدروکسید |
| $6,3 \times 10^{-5}$ | $(CH_3)_3N$ | تری متیل آمین | | $NaOH$ | سدیم هیدروکسید |
| $1,8 \times 10^{-5}$ | NH_3 | آمونیاک | | $Ba(OH)_2$ | باریم هیدروکسید |
| $1,7 \times 10^{-9}$ | C_6H_5N | پیریدین | | $Ca(OH)_2$ | کلسیم هیدروکسید |
| $7,4 \times 10^{-10}$ | $C_6H_5NH_2$ | آنیلین | $5,4 \times 10^{-4}$ | $(CH_3)_3NH$ | دی متیل آمین |
| | | | $4,5 \times 10^{-4}$ | $C_2H_5NH_2$ | اتیل آمین |

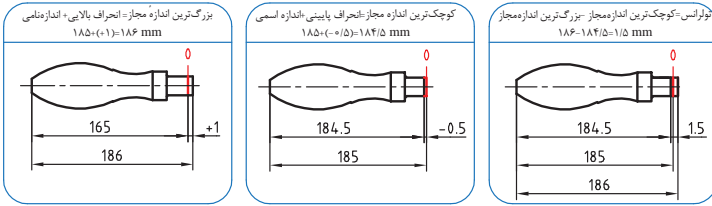
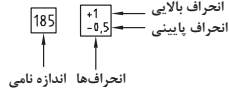
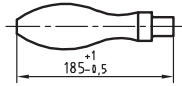
| نمونه‌ها | نام کلویید | حالت فیزیکی | نوع کلویید | فاز پخش کننده | فاز پخش شونده |
|---|-----------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
| - | - | - | - | گاز | گاز |
| کف صابون | کف | مایع | گاز در مایع | مایع | |
| سنگ پا، یونالیت | کف جامد | جامد | گاز در جامد | جامد | |
| مه، افشانه‌ها (اسپری‌ها) | آیروسول مایع | گاز | مایع در گاز | گاز | مایع |
| شیر، کره، مایونز | امولسیون | مایع | مایع در مایع | مایع | |
| ژله، ژل موی سر | ژل | جامد | مایع در جامد | جامد | |
| دود، غبار | آیروسول جامد | گاز | جامد در گاز | گاز | جامد |
| رنگ‌های روغنی، چسب مایع | سول | مایع | جامد در مایع | مایع | |
| سرامیک، شیشه رنگی، یاقوت، لعل، فیروزه | سول جامد | جامد | جامد در جامد | جامد | |



فصل ۲

استانداردهای نقشه‌کشی

تولرانس‌های ابعادی عمومی



جدول تولرانس‌های عمومی و آزاد برحسب درجه تولرانس

| اندازه نامی درجه تولرانس | از ۰/۵ تا ۳ | بالای ۳ تا ۶ | بالای ۶ تا ۳۰ | بالای ۳۰ تا ۱۲۰ | بالای ۱۲۰ تا ۴۰۰ | بالای ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ | بالای ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ | بالای ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ |
|-----------------------------|-------------|--------------|---------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| ظریف f | ±۰/۰۵ | ±۰/۰۵ | ±۰/۱ | ±۰/۱۵ | ±۰/۲ | ±۰/۳ | ±۰/۵ | - |
| متوسط m | ±۰/۱ | | ±۰/۲ | ±۰/۳ | ±۰/۵ | ±۰/۸ | ±۱/۲ | ±۲ |
| خشن c | ±۰/۲ | ±۰/۳ | ±۰/۵ | ±۰/۸ | ±۱/۲ | ±۲ | ±۳ | ±۴ |
| خیلی خشن v | - | ±۰/۵ | ±۱ | ±۱/۵ | ±۲/۵ | ±۴ | ±۶ | ±۸ |

محدوده انحراف اندازه‌ها برای اندازه‌های نامی با توجه به ضلع کوتاه‌تر زاویه (بر حسب میلی‌متر)

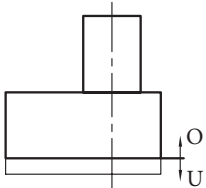
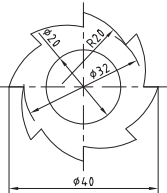
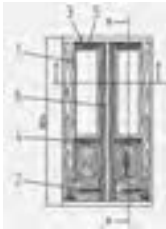
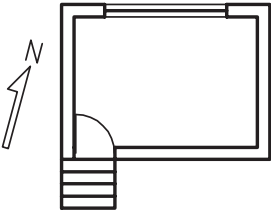
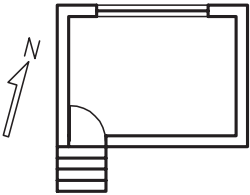
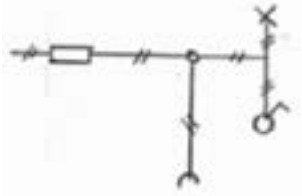
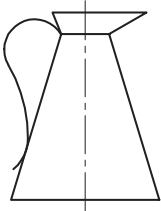
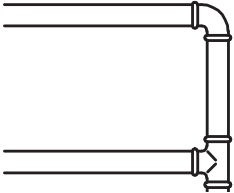
| اندازه نامی | درجه تولرانس | تا ۱۰ | بالای ۱۰ تا ۵۰ | بالای ۵۰ تا ۱۲۰ | بالای ۱۲۰ تا ۴۰۰ | بالای ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ |
|-------------|--------------|----------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| ظریف f | ±۰/۱° | ±۰/۱° | ±۰/۱° | ±۰/۱° | ±۰/۱° | ±۰/۱° |
| متوسط m | | | | | | |
| خشن c | ±۰/۱°۳۰' | ±۰/۱°۳۰' | ±۱° | ±۱° | ±۱° | ±۱° |
| خیلی خشن v | ±۳° | ±۳° | ±۲° | ±۲° | ±۲° | ±۲° |

محدوده انحراف اندازه‌ها برای اندازه‌های شعاع قوس‌ها، پخ‌ها و ارتفاع خزیننه‌ها (بر حسب میلی‌متر)

| اندازه نامی | درجه تولرانس | از ۰/۵ تا ۳ | بالای ۳ تا ۶ | بالای ۶ |
|-------------|--------------|-------------|--------------|---------|
| ظریف f | ±۰/۲ | ±۰/۲ | ±۰/۵ | ±۱ |
| متوسط m | | | | |
| خشن c | ±۰/۴ | ±۰/۴ | ±۱ | ±۲ |
| خیلی خشن v | | | | |

نقشه در حرفه‌های مختلف

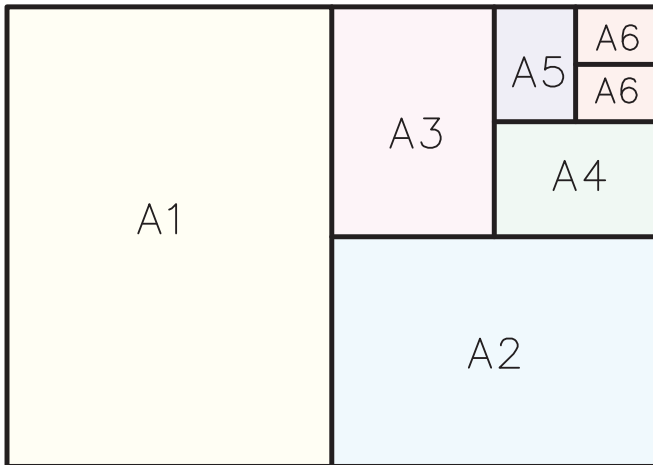
با آنکه مطالب و عناوین پایه در همه نقشه‌کشی‌ها یکسان است، اما نقشه‌ها در حرفه‌های مختلف تفاوت‌هایی را با هم خواهند داشت. به نمونه‌هایی نگاه کنید.

| | |
|---|--|
|  <p>ریخته‌گری</p> |  <p>ماشین ابزار</p> |
|  <p>صنایع چوب</p> |  <p>ساختمان</p> |
|  <p>الکترونیک</p> |  <p>برق</p> |
|  <p>صنایع فلزی</p> |  <p>تاسیسات</p> |

| | | | | | |
|-----|--------|------|----------|-------|---------|
| DIN | آلمان | AS | استرالیا | ISIRI | ایران |
| ASA | آمریکا | BS | انگلستان | UNI | ایتالیا |
| FN | فرانسه | Gost | روسیه | CAS | چین |
| | | | | CSA | کانادا |

ضمناً استانداردهای ISO در مورد نقشه‌کشی (و نیز در موارد دیگر) با یک شماره منتشر می‌شوند. برای نمونه به چند مورد توجه کنید (که پس از انتشار تا زمانی که منسوخه اعلام نشوند اعتبار خواهند داشت). برای نمونه:

| | |
|------------|--------------------|
| ISO - ۱۲۸ | اصول نقشه‌کشی |
| ISO - ۱۲۹ | اندازه‌گذاری |
| ISO - ۲۰۶ | تولرانس‌های ابعادی |
| ISO - ۱۱۰۱ | تولرانس‌های هندسی |
| ISO - ۲۷۶۸ | تولرانس‌های هندسی |




$$A_0 = 1\text{m}^2 = 1000000\text{mm}^2$$

$$\frac{a}{b} = \sqrt{2}$$

اندازه کاغذهای نقشه‌کشی برحسب میلی‌متر

| | | | |
|-------|----------|-------|---------|
| A_0 | ۱۱۸۹×۸۴۱ | A_3 | ۴۲۰×۲۹۷ |
| A_1 | ۸۴۱×۵۹۴ | A_4 | ۲۹۷×۲۱۰ |
| A_2 | ۵۹۴×۴۲۰ | A_5 | ۲۱۰×۱۴۸ |

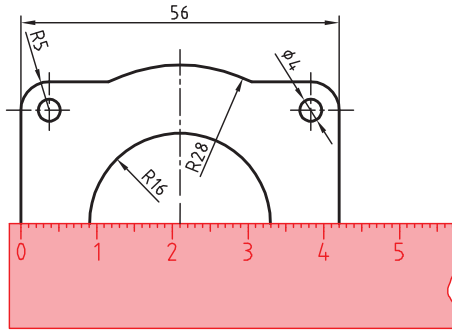
این جدول، گروه‌های خط و کاربرد آنها در کاغذهای گوناگون را نشان می‌دهد.

| مناسب برای کاغذ | پهنای خط اصلی | خط نازک d'' | خط متوسط d' | خط اصلی d | گروه |
|---------------------------|---|---------------|---------------|-------------|------|
| خیلی بزرگ |  | ۱ | ۱/۴ | ۲ | ۱ |
| A_0 |  | ۰/۷ | ۱ | ۱/۴ | ۲ |
| A_0 |  | ۰/۵ | ۰/۷ | ۱ | ۳ |
| $A_0 - A_1$ |  | ۰/۳۵ | ۰/۵ | ۰/۷ | ۴ |
| $A_0 - A_1 - A_2 - (A_3)$ |  | ۰/۲۵ | ۰/۳۵ | ۰/۵ | ۵ |
| $A_2 - A_3 - A_4$ |  | ۰/۱۸ | ۰/۲۵ | ۰/۳۵ | ۶ |
| $A_4 - A_5$ |  | ۰/۱۳ | ۰/۱۸ | ۰/۲۵ | ۷ |

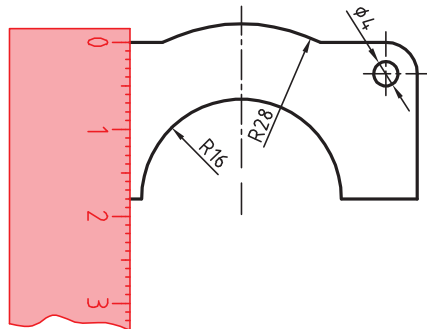
تعیین مقیاس نقشه

گاهی با تصویربرداری، چاپ یا کپی نقشه، مقیاس آن تغییر می‌کند. برای تعیین مقیاس نقشه‌ای که دارای اندازه‌گذاری است باید یکی از اندازه‌های طولی (ترجیحاً یکی از اندازه‌های بزرگ‌تر) را با خط‌کش اندازه‌گیری کرد و آن را بر عدد اندازه‌ای که روی نقشه نوشته شده است تقسیم نمود تا مقیاس نقشه به دست آید. با داشتن مقیاس می‌توان بقیه طول‌هایی که اندازه‌گذاری نشده‌اند را نیز تعیین کرد.

در نقشه داده‌شده، طول قطعه ۴۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. بنابراین مقیاس نقشه ۰/۷۵ یا



است. ارتفاع قطعه نیز که اندازه‌گذاری نشده است با خط‌کش ۱۸ میلی‌متر اندازه‌گیری شد که در واقع ۲۴ میلی‌متر است. $\frac{18}{0.75} = 24$



رسم‌های هندسی با کمک جدول

الف) قطر دایره محیطی چندضلعی منتظم معین است. طبق جدول می‌توان با توجه به تعداد ضلع چندضلعی (n) و قطر دایره محیطی (D)، ضریب K مشخص است. پس دهانه پرگار به اندازه $Ln=KD$ باز و دایره تقسیم می‌شود (Ln طول ضلع چندضلعی).

| K' | n | K' | n | K' | n | K' | n |
|---------|-----|---------|-----|---------|-----|--------|-----|
| ۲۴,۱۹۸۵ | ۷۶ | ۱۶,۸۸۰۳ | ۵۱ | ۸,۹۳۱۴ | ۲۶ | --- | ۱ |
| ۲۴,۵۱۶۷ | ۷۷ | ۱۷,۱۹۸۴ | ۵۲ | ۹,۲۴۹۱ | ۲۷ | --- | ۲ |
| ۲۴,۸۳۴۹ | ۷۸ | ۱۷,۵۱۶۶ | ۵۳ | ۹,۵۶۶۸ | ۲۸ | ۱,۱۵۴۷ | ۳ |
| ۲۵,۱۵۳۱ | ۷۹ | ۱۷,۸۳۴۷ | ۵۴ | ۹,۸۸۴۵ | ۲۹ | ۱,۴۱۴۲ | ۴ |
| ۲۵,۴۷۱۴ | ۸۰ | ۱۸,۱۵۲۹ | ۵۵ | ۱۰,۲۰۲۳ | ۳۰ | ۱,۷۰۱۳ | ۵ |
| ۲۵,۷۸۹۶ | ۸۱ | ۱۸,۴۷۱۰ | ۵۶ | ۱۰,۵۲۰۱ | ۳۱ | ۲,۰۰۰۰ | ۶ |
| ۲۶,۱۰۷۸ | ۸۲ | ۱۸,۷۸۹۲ | ۵۷ | ۱۰,۸۳۸۰ | ۳۲ | ۲,۳۰۴۸ | ۷ |
| ۲۶,۴۲۶۱ | ۸۳ | ۱۹,۱۰۷۳ | ۵۸ | ۱۱,۱۵۵۸ | ۳۳ | ۲,۶۱۳۱ | ۸ |
| ۲۶,۷۴۴۳ | ۸۴ | ۱۹,۴۲۵۵ | ۵۹ | ۱۱,۴۷۳۷ | ۳۴ | ۲,۹۲۳۸ | ۹ |
| ۲۷,۰۶۲۵ | ۸۵ | ۱۹,۷۴۳۷ | ۶۰ | ۱۱,۷۹۱۶ | ۳۵ | ۳,۲۳۶۱ | ۱۰ |
| ۲۷,۳۸۰۸ | ۸۶ | ۲۰,۰۶۱۹ | ۶۱ | ۱۲,۱۰۹۶ | ۳۶ | ۳,۵۴۹۵ | ۱۱ |
| ۲۷,۶۹۹۰ | ۸۷ | ۲۰,۳۸۰۰ | ۶۲ | ۱۲,۴۲۷۵ | ۳۷ | ۳,۸۶۳۷ | ۱۲ |
| ۲۸,۰۱۷۲ | ۸۸ | ۲۰,۶۹۸۲ | ۶۳ | ۱۲,۷۴۵۵ | ۳۸ | ۴,۱۷۸۶ | ۱۳ |
| ۲۸,۳۳۵۵ | ۸۹ | ۲۱,۰۱۶۴ | ۶۴ | ۱۳,۰۶۳۵ | ۳۹ | ۴,۴۹۴۰ | ۱۴ |
| ۲۸,۶۵۳۷ | ۹۰ | ۲۱,۳۳۴۶ | ۶۵ | ۱۳,۳۸۱۵ | ۴۰ | ۴,۸۰۹۷ | ۱۵ |
| ۲۸,۹۷۲۰ | ۹۱ | ۲۱,۶۵۲۸ | ۶۶ | ۱۳,۶۹۹۵ | ۴۱ | ۵,۱۲۵۸ | ۱۶ |
| ۲۹,۲۹۰۲ | ۹۲ | ۲۱,۹۷۱۰ | ۶۷ | ۱۴,۰۱۷۶ | ۴۲ | ۵,۴۴۲۲ | ۱۷ |
| ۲۹,۶۰۸۵ | ۹۳ | ۲۲,۲۸۹۲ | ۶۸ | ۱۴,۳۳۵۶ | ۴۳ | ۵,۷۵۸۸ | ۱۸ |
| ۲۹,۹۲۶۷ | ۹۴ | ۲۲,۶۰۷۴ | ۶۹ | ۱۴,۶۵۳۷ | ۴۴ | ۶,۰۷۵۵ | ۱۹ |
| ۳۰,۲۴۵۰ | ۹۵ | ۲۲,۹۲۵۶ | ۷۰ | ۱۴,۹۷۱۷ | ۴۵ | ۶,۳۹۲۵ | ۲۰ |
| ۳۰,۵۶۳۲ | ۹۶ | ۲۳,۲۴۳۸ | ۷۱ | ۱۵,۲۸۹۸ | ۴۶ | ۶,۷۰۹۵ | ۲۱ |
| ۳۰,۸۸۱۵ | ۹۷ | ۲۳,۵۶۲۰ | ۷۲ | ۱۵,۶۰۷۹ | ۴۷ | ۷,۰۲۶۷ | ۲۲ |
| ۳۱,۱۹۹۷ | ۹۸ | ۲۳,۸۸۰۲ | ۷۳ | ۱۵,۹۲۶۰ | ۴۸ | ۷,۳۴۳۹ | ۲۳ |
| ۳۱,۵۱۸۰ | ۹۹ | ۱۶,۸۸۰۳ | ۷۴ | ۱۶,۲۴۴۱ | ۴۹ | ۷,۶۶۱۳ | ۲۴ |
| ۳۱,۸۳۶۳ | ۱۰۰ | ۱۷,۱۹۸۴ | ۷۵ | ۱۶,۵۶۲۲ | ۵۰ | ۸,۰۱۳۸ | ۲۵ |

ب) و در صورت داشتن طول چندضلعی می‌توان پس از به دست آوردن قطر دایره محیطی طبق

$$\text{رابطه } D = \frac{L_n}{\sin \frac{180^\circ}{n}} = L_n \times K' \text{ آن را در دایره ساخت. جدول ضرایب } K' \text{ را می‌دهد}$$

| K' | n | K' | n | K' | n | K' | n |
|---------|-----|---------|----|---------|----|--------|----|
| ۲۴,۱۹۸۵ | ۷۶ | ۱۶,۸۸۰۳ | ۵۱ | ۸,۹۳۱۴ | ۲۶ | --- | ۱ |
| ۲۴,۵۱۶۷ | ۷۷ | ۱۷,۱۹۸۴ | ۵۲ | ۹,۲۴۹۱ | ۲۷ | --- | ۲ |
| ۲۴,۸۳۴۹ | ۷۸ | ۱۷,۵۱۶۶ | ۵۳ | ۹,۵۶۶۸ | ۲۸ | ۱,۱۵۴۷ | ۳ |
| ۲۵,۱۵۳۱ | ۷۹ | ۱۷,۸۳۴۷ | ۵۴ | ۹,۸۸۴۵ | ۲۹ | ۱,۴۱۴۲ | ۴ |
| ۲۵,۴۷۱۴ | ۸۰ | ۱۸,۱۵۲۹ | ۵۵ | ۱۰,۲۰۲۳ | ۳۰ | ۱,۷۰۱۳ | ۵ |
| ۲۵,۷۸۹۶ | ۸۱ | ۱۸,۴۷۱۰ | ۵۶ | ۱۰,۵۲۰۱ | ۳۱ | ۲,۰۰۰۰ | ۶ |
| ۲۶,۱۰۷۸ | ۸۲ | ۱۸,۷۸۹۲ | ۵۷ | ۱۰,۸۳۸۰ | ۳۲ | ۲,۳۰۴۸ | ۷ |
| ۲۶,۴۲۶۱ | ۸۳ | ۱۹,۱۰۷۳ | ۵۸ | ۱۱,۱۵۵۸ | ۳۳ | ۲,۶۱۳۱ | ۸ |
| ۲۶,۷۴۴۳ | ۸۴ | ۱۹,۴۲۵۵ | ۵۹ | ۱۱,۴۷۳۷ | ۳۴ | ۲,۹۲۳۸ | ۹ |
| ۲۷,۰۶۲۵ | ۸۵ | ۱۹,۷۴۳۷ | ۶۰ | ۱۱,۷۹۱۶ | ۳۵ | ۳,۲۳۶۱ | ۱۰ |
| ۲۷,۳۸۰۸ | ۸۶ | ۲۰,۰۶۱۹ | ۶۱ | ۱۲,۱۰۹۶ | ۳۶ | ۳,۵۴۹۵ | ۱۱ |
| ۲۷,۶۹۹۰ | ۸۷ | ۲۰,۳۸۰۰ | ۶۲ | ۱۲,۴۲۷۵ | ۳۷ | ۳,۸۶۳۷ | ۱۲ |
| ۲۸,۰۱۷۲ | ۸۸ | ۲۰,۶۹۸۲ | ۶۳ | ۱۲,۷۴۵۵ | ۳۸ | ۴,۱۷۸۶ | ۱۳ |
| ۲۸,۳۳۵۵ | ۸۹ | ۲۱,۰۱۶۴ | ۶۴ | ۱۳,۰۶۳۵ | ۳۹ | ۴,۴۹۴۰ | ۱۴ |
| ۲۸,۶۵۳۷ | ۹۰ | ۲۱,۳۳۴۶ | ۶۵ | ۱۳,۳۸۱۵ | ۴۰ | ۴,۸۰۹۷ | ۱۵ |
| ۲۸,۹۷۲۰ | ۹۱ | ۲۱,۶۵۲۸ | ۶۶ | ۱۳,۶۹۹۵ | ۴۱ | ۵,۱۲۵۸ | ۱۶ |
| ۲۹,۲۹۰۲ | ۹۲ | ۲۱,۹۷۱۰ | ۶۷ | ۱۴,۰۱۷۶ | ۴۲ | ۵,۴۴۲۲ | ۱۷ |
| ۲۹,۶۰۸۵ | ۹۳ | ۲۲,۲۸۹۲ | ۶۸ | ۱۴,۳۳۵۶ | ۴۳ | ۵,۷۵۸۸ | ۱۸ |
| ۲۹,۹۲۶۷ | ۹۴ | ۲۲,۶۰۷۴ | ۶۹ | ۱۴,۶۵۳۷ | ۴۴ | ۶,۰۷۵۵ | ۱۹ |
| ۳۰,۲۴۵۰ | ۹۵ | ۲۲,۹۲۵۶ | ۷۰ | ۱۴,۹۷۱۷ | ۴۵ | ۶,۳۹۲۵ | ۲۰ |
| ۳۰,۵۶۳۲ | ۹۶ | ۲۳,۲۴۳۸ | ۷۱ | ۱۵,۲۸۹۸ | ۴۶ | ۶,۷۰۹۵ | ۲۱ |
| ۳۰,۸۸۱۵ | ۹۷ | ۲۳,۵۶۲۰ | ۷۲ | ۱۵,۶۰۷۹ | ۴۷ | ۷,۰۲۶۷ | ۲۲ |
| ۳۱,۱۹۹۷ | ۹۸ | ۲۳,۸۸۰۲ | ۷۳ | ۱۵,۹۲۶۰ | ۴۸ | ۷,۳۴۳۹ | ۲۳ |
| ۳۱,۵۱۸۰ | ۹۹ | ۱۶,۸۸۰۳ | ۷۴ | ۱۶,۲۴۴۱ | ۴۹ | ۷,۶۶۱۳ | ۲۴ |
| ۳۱,۸۳۶۳ | ۱۰۰ | ۱۷,۱۹۸۴ | ۷۵ | ۱۶,۵۶۲۲ | ۵۰ | ۸,۰۱۳۸ | ۲۵ |

خط مماس بر دایره از نقطه‌ای خارج از دایره

روش اول: به کمک دو گونیا

۱ ابتدا یک ضلع قائمه گونیا را طوری قرار دهید که از نقطه A گذشته و بر دایره به صورت ظاهری مماس باشد.

۲ گونیای دوم را زیر گونیای اول قرار دهید.

۳ در حالی که گونیای دوم ثابت است گونیای اول را طوری حرکت دهید که لبه قائمه آن از مرکز دایره بگذرد. در این حالت روی دایره یک خط نازک رسم کنید.

۴ حال با مشخص شدن نقطه مماس، خط مماس را رسم کنید.

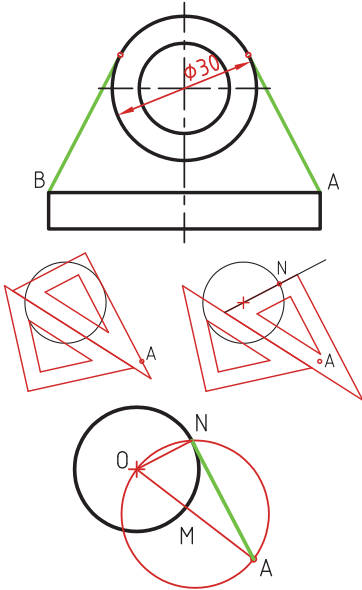
روش دوم: ترسیمی

۱ خطی از نقطه A به مرکز دایره رسم کنید.

۲ نقطه M وسط OA را پیدا کنید.

۳ به مرکز M دایره MA را رسم کنید.

۴ نقطه N محل تقاطع دو دایره نقطه مماس است.



خط مماس دو دایره

۱ ابتدا یک ضلع قائمه گونیا را طوری قرار دهید که بر دایره به صورت ظاهری مماس باشد.

۲ گونیای دوم را زیر گونیای اول قرار دهید.

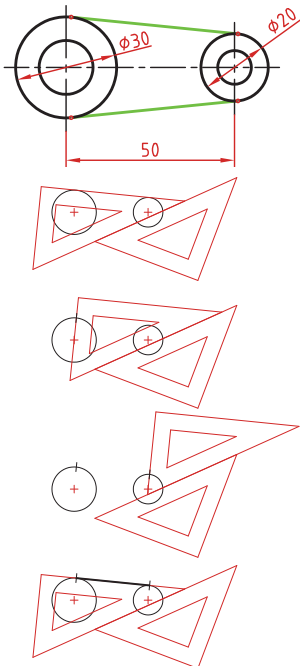
۳ در حالی که گونیای دوم ثابت است گونیای اول را طوری حرکت دهید که لبه قائمه آن از مرکز دایره بگذرد. در این حالت روی دایره یک خط نازک رسم کنید.

۴ برای دایره دوم نیز همین مرحله را تکرار کنید.

۵ حال با مشخص شدن نقاط مماس، خط مماس را رسم کنید.

رسم قوس‌های مماس

۶ برای ترسیم قوس مماس علاوه بر معلوم بودن شعاع مماس نیاز به مشخص کردن نقاط مماس و مرکز قوس مماس است.

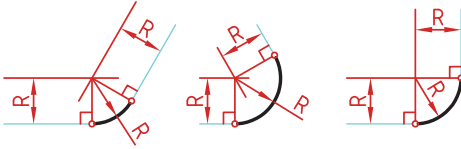
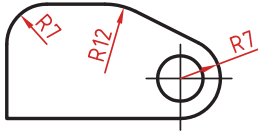


مماس بین دو خط متقاطع

۱ خطی موازی ضلع اول به فاصله R رسم کنید.

۲ خطی موازی ضلع دوم به فاصله R رسم کنید. محل تقاطع این دو خط مرکز قوس مماس است.

۳ از مرکز مماس بر اضلاع عمود کنید تا نقاط مماس به دست آید.

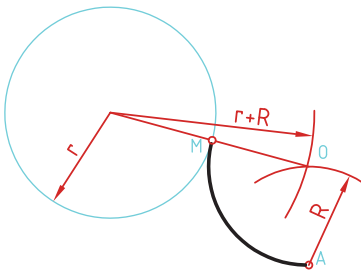
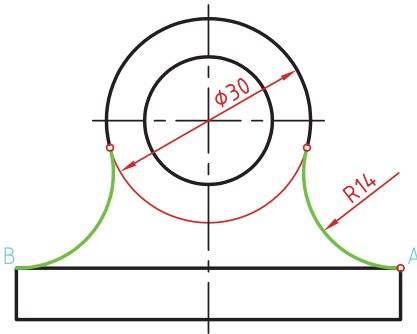


مماس از یک نقطه بر دایره

۱ به مرکز A کمانی به شعاع R (شعاع معلوم مماس) رسم کنید.

۲ به مرکز دایره کمانی به شعاع $r+R$ (شعاع دایره به علاوه شعاع معلوم مماس) رسم کنید. محل تقاطع این دو کمان (O) مرکز قوس مماس است.

۳ از مرکز مماس، خطی به مرکز دایره رسم کنید تا نقطه مماس M به دست آید.



مماس بین خط و دایره

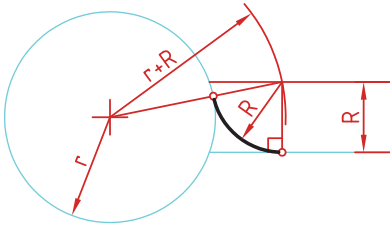
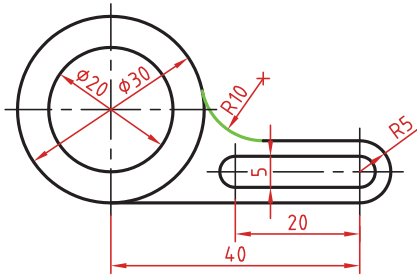
برای تعیین مرکز قوس مماس باید ابتدا توجه نمود که مماس در داخل دایره و یا خارج دایره و همین‌طور در کدام سمت خط قرار دارد. در صورتی که مماس داخل دایره باشد از $r-R$ و اگر خارج دایره بود از $r+R$ برای شعاع کمان استفاده کنید.

۱ خطی موازی خط به فاصله R رسم کنید (بالای خط).

۲ کمانی به شعاع $r+R$ (شعاع دایره به علاوه شعاع معلوم مماس) رسم کنید. محل تقاطع این خط و کمان، مرکز قوس مماس است.

۳ از مرکز مماس بر خط عمود کنید تا نقطه مماس روی خط به دست آید.

۴ از مرکز مماس خطی به مرکز دایره رسم کنید تا نقطه مماس روی دایره نیز به دست آید.



مماس بین دو دایره (مماس خارج)

در این مماس فاصله مرکز قوس مماس با مرکز دایره مجموع دو شعاع است. دایره‌های معلوم را در موقعیت موردنظر ترسیم کنید.

کمانی به شعاع r_1+R (شعاع دایره اول به علاوه شعاع معلوم مماس) رسم کنید.

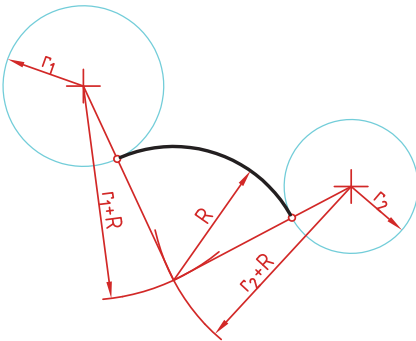
کمانی به شعاع r_2+R (شعاع دایره دوم به علاوه شعاع معلوم مماس) رسم کنید.

از مرکز مماس، خطی به مرکز دایره اول رسم کنید تا نقطه مماس روی این دایره به دست آید.

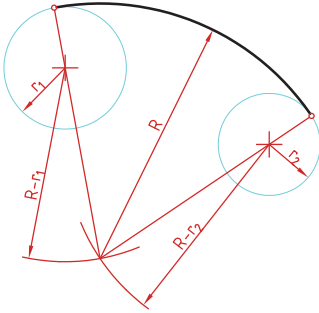
از مرکز مماس خطی به مرکز دایره دوم رسم کنید تا نقطه مماس روی این دایره نیز به دست آید.

مماس بین دو دایره (مماس داخل)

در این مماس فاصله مرکز قوس مماس با مرکز دایره تفاضل شعاع مماس با شعاع دایره است.



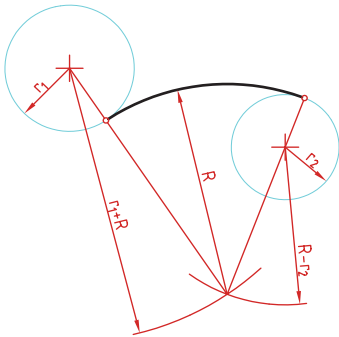
دایره‌های معلوم را در موقعیت مورد نظر ترسیم کنید.
 از مرکز دایره اول کمانی به شعاع $R-r_1$ (شعاع مماس منهای دایره اول) رسم کنید.
 از مرکز دایره دوم کمانی به شعاع $R-r_2$ (شعاع مماس منهای دایره دوم) رسم کنید.
 از مرکز مماس خطی به مرکز دایره اول رسم کرده و امتداد دهید تا نقطه مماس روی این دایره به دست آید.
 از مرکز مماس خطی به مرکز دایره دوم رسم کرده و امتداد دهید تا نقطه مماس روی این دایره نیز به دست آید.



مماس محدب مقعر (مماس ترکیبی)

در این مماس فاصله مرکز قوس مماس با مرکز یکی از دایره‌ها مجموع دو شعاع است و با دایره دیگر تفاضل شعاع مماس با شعاع دایره است.

دایره‌های معلوم را در موقعیت مورد نظر ترسیم کنید.
 کمانی به شعاع r_1+R (شعاع دایره‌ای که خارج از قوس مماس قرار دارد به علاوه شعاع معلوم قوس مماس) رسم کنید.

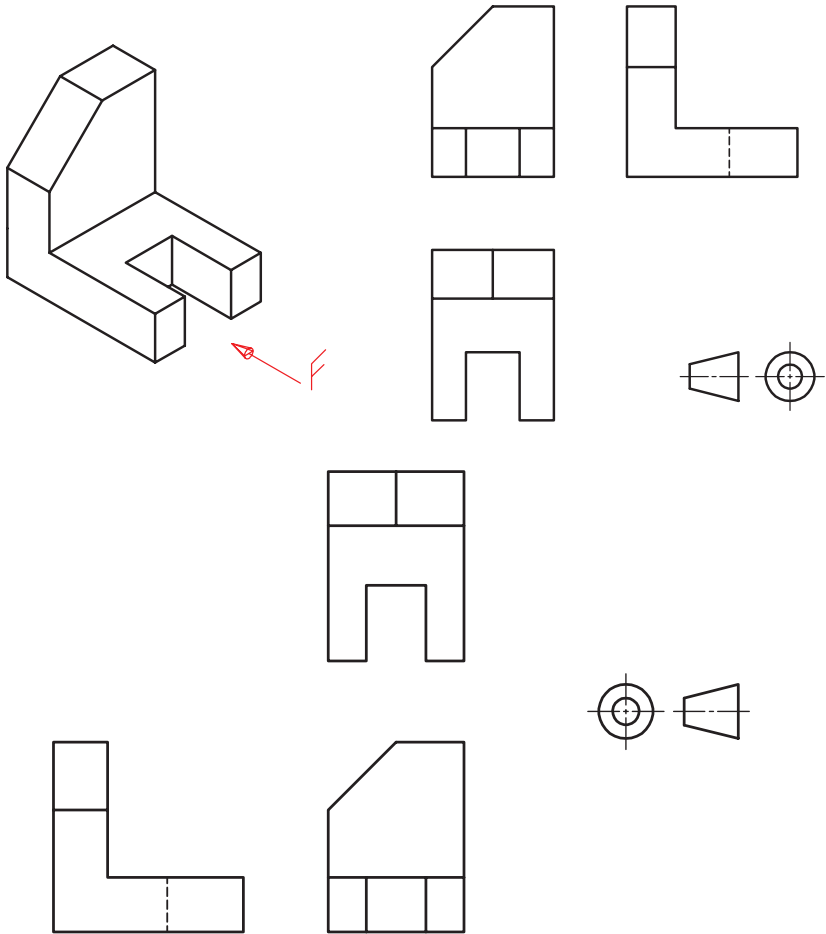


کمانی به شعاع $R-r_2$ (شعاع مماس منهای شعاع دایره‌ای که داخل قوس مماس قرار دارد) رسم کنید.
 از مرکز مماس خطی به مرکز دایره اول رسم کنید تا نقطه مماس روی این دایره به دست آید.
 از مرکز مماس خطی به مرکز دایره دوم رسم کرده و امتداد دهید تا نقطه مماس روی این دایره نیز به دست آید.

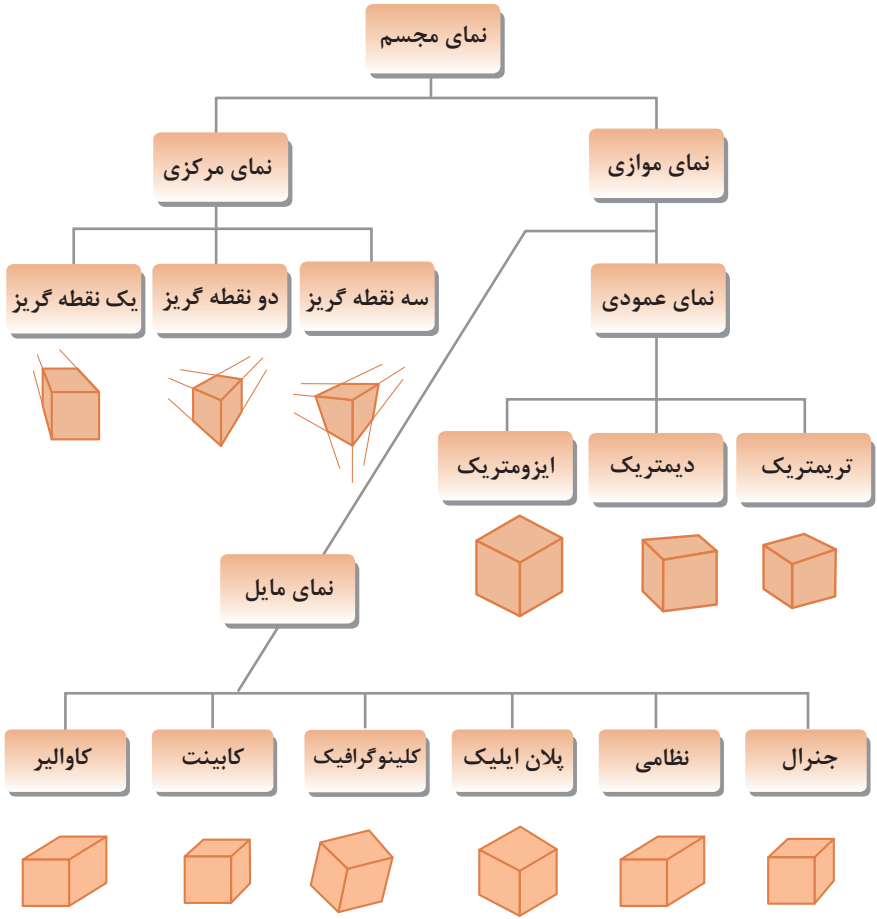
رسم نما (در روش‌های مختلف)

رسم نما از قطعات در دو روش فرجه اول و فرجه سوم انجام می‌شود. فرجه اول را با علامت‌های E یا $\ominus \oplus$ مشخص می‌کنند. در ایران این روش متداول است. در این روش نمای افقی در زیر نمای روبه‌رو و دید از چپ در سمت راست نمای روبه‌رو ترسیم می‌شود.

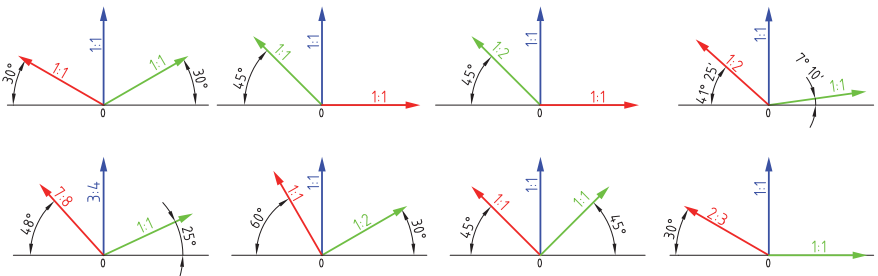
در فرجه سوم که با A یا $\oplus \ominus$ مشخص می‌شود، نمای از بالا در بالای نمای روبه‌رو و دید از راست در سمت راست نمای روبه‌رو رسم می‌شود.



انواع تصویر مجسم



زاویه و مقیاس انواع تصویر مجسم موازی



روش ترسیم دایره در تصویر مجسم ایزومتریک

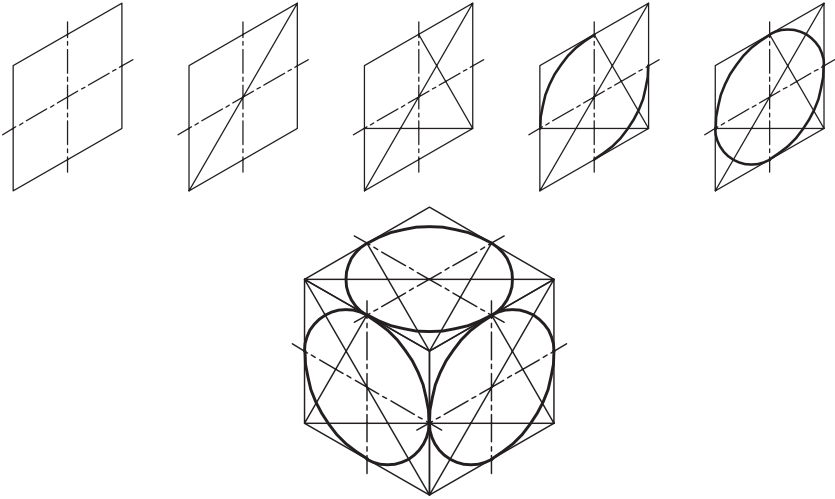
مرحله ۱- ترسیم خطوط محور

مرحله ۲- ترسیم خطوط موازی با محورها به فاصله شعاع دایره از مرکز به طوری که یک متوازی الاضلاع تشکیل شود.

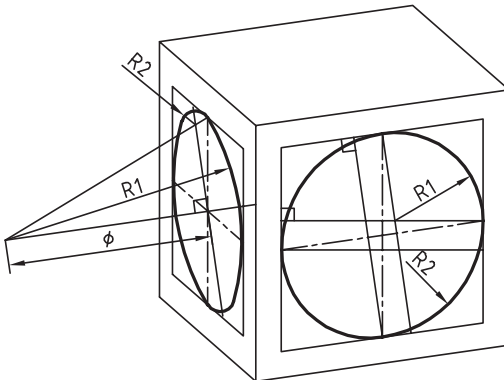
مرحله ۳- ترسیم خطوط از گوشه باز متوازی الاضلاع به محل تقاطع محورها با اضلاع

مرحله ۴- ترسیم قوس‌های بزرگ به مرکزیت گوشه باز متوازی الاضلاع

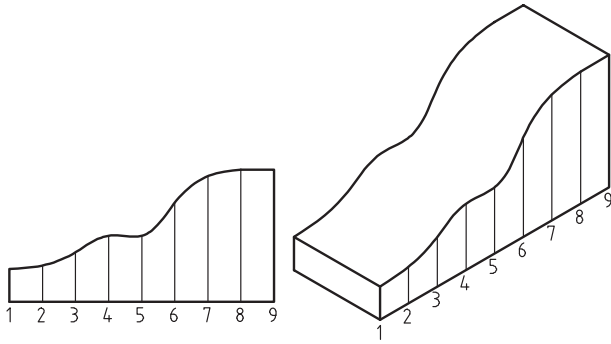
مرحله ۵- ترسیم قوس‌های کوچک به مرکزیت محل تقاطع خطوط ترسیمی از گوشه‌ها



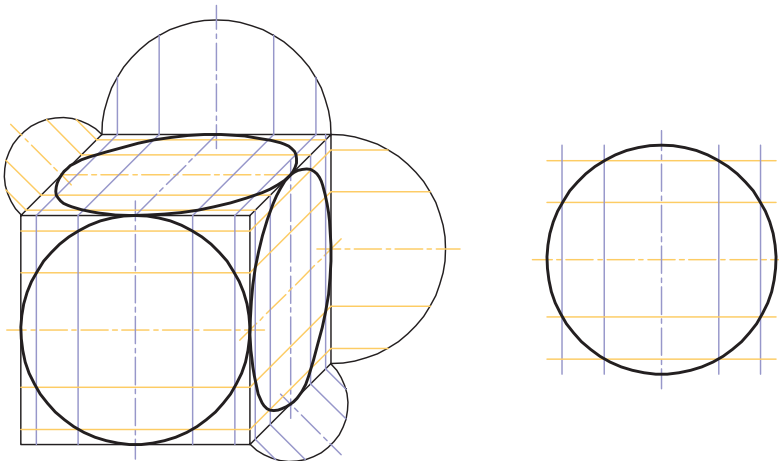
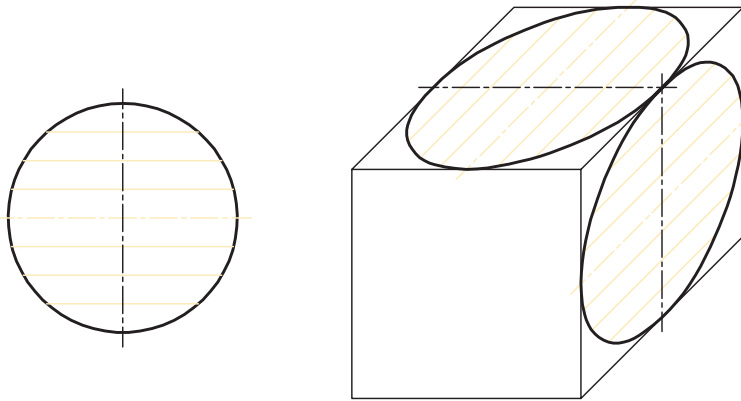
ترسیم دایره در تصویر مجسم دیمتریک



ترسیم منحنی‌های نامنظم در تصویر مجسم



روش ترسیم دایره به روش نقطه‌یابی در تصویر مجسم



اصول و قواعد برش بر اساس استاندارد ISO

اصول زیر در مورد هاشور در برش باید رعایت شود:

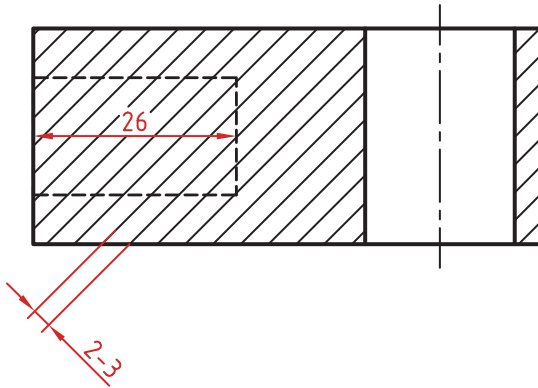
هاشور با خط نازک رسم می‌شود. فاصله هاشورها بین ۲ تا ۳ میلی‌متر در کاغذهای A_۳ و A_۴ مناسب است.

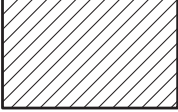
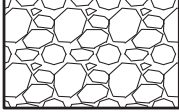
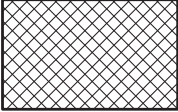
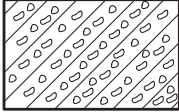
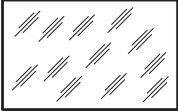




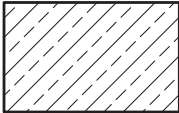
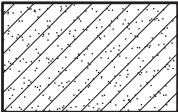
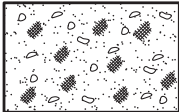
زاویه هاشورها معمولاً ۴۵ درجه است. هاشور به خط‌چین تکیه نمی‌کند. هاشور می‌تواند گاهی به خط محور یا خط نازک متکی شود.

هاشور از روی خط اصلی نمی‌گذرد. در داخل هاشور می‌توان اندازه‌گذاری کرد (در محل نوشتن عدد اندازه، باید خطوط هاشور پاک شود).

هاشور در سطوح بزرگ می‌تواند ناقص باشد. در قطعات با ضخامت کم می‌توان به جای هاشور سطح را سیاه کرد.

قطعات کنار یکدیگر در برش را می‌توان کمی نسبت به هم فاصله داد. هاشورهای معرفی شده عمومی است، اما برای برخی مواد هاشور مخصوص وجود دارد.



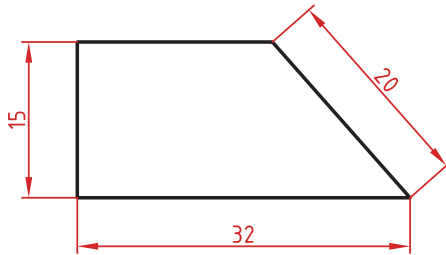
| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  | فولاد - فلزات سخت - چدن |  | بتن |
|  | غیر فلزات به استثنای آنها که در جدول هست و همچنین برخی فلزات نرم مثل روی و سرب |  | بتن مسلح |
|  | شیشه و سایر اجسام شفاف |  | آجر |
|  | چوب در جهت الیاف |  | مایعات |
|  | چوب در مقطع |  | آجر نسوز - آجر ضد اسید |
|  | شن و ماسه |  | خاک |

اصول اندازه‌گذاری مطابق ISO – ۱۲۹

در نقشه هیچ اندازه‌ای نباید تکرار شود.
نقشه باید کاملاً اندازه‌گذاری شود و نیاز به اندازه دیگری نداشته باشد.
واحد اندازه‌گیری در نقشه‌های صنعتی میلی‌متر است و باید اندازه واقعی قطعه نوشته شود.
اندازه‌های کوچک‌تر قبل از اندازه‌های بزرگ‌تر درج شود تا خطوط اندازه و رابط یکدیگر را قطع نکنند.
فلش اندازه می‌تواند به خط اصلی و در صورت نیاز به خط‌چین تکیه کند.
اندازه‌ها را می‌توان در صورت نیاز داخل نقشه و روی نماهای مختلف درج کرد.
اندازه هر جزء باید در جایی درج شود که بهتر آن جزء را نمایش دهد.
اجزای یک اندازه باید تماماً در یک نما باشد.

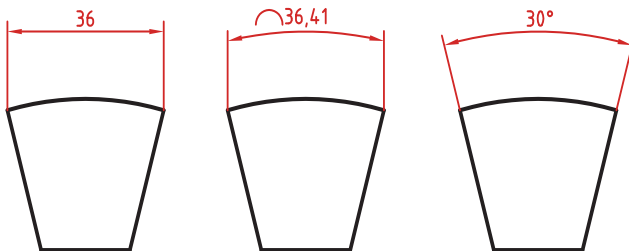
اندازه‌گذاری طولی

این اندازه‌ها شامل اندازه‌های افقی، عمودی و مورب است.
در اندازه‌های افقی عدد اندازه وسط خط اندازه و بالای آن نوشته می‌شود.
در اندازه‌های عمودی عدد اندازه وسط خط اندازه و سمت چپ آن (از پایین به بالا) نوشته می‌شود.



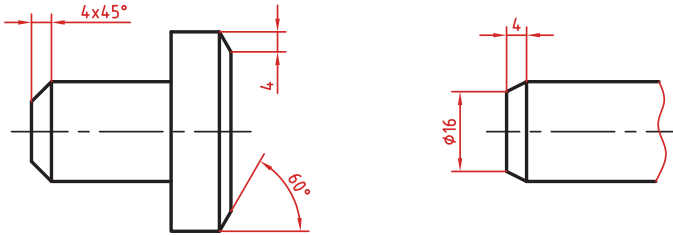
اندازه‌گذاری طول کمان، طول وتر و زاویه رأس کمان

در اندازه‌گذاری طول کمان، قبل از عدد اندازه و یا بالای آن یک کمان گذاشته می‌شود.
اگر زاویه رأس کمان بیشتر از 90° درجه باشد، خطوط رابط اندازه به صورت شعاعی خواهد بود.



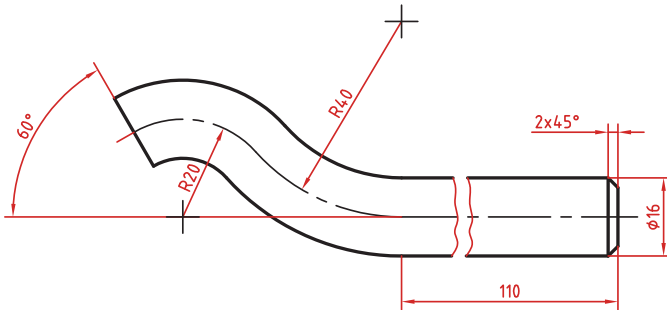
اندازه‌گذاری پخ‌ها

پخ‌های ۴۵ درجه با یک اندازه طولی مشخص می‌شود.
پخ‌های غیر ۴۵ درجه با یک اندازه طولی و یک زاویه و یا دو اندازه طولی نشان داده می‌شوند.



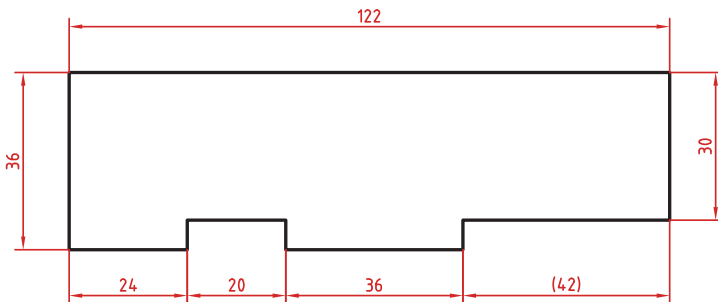
اندازه کوتاه‌شده

اگر طول قطعه‌ای که دارای شکلی یکنواخت است زیاد باشد می‌توان آن را با خط شکسته کوتاه کرد اما اندازه آن باید کامل نوشته شود.



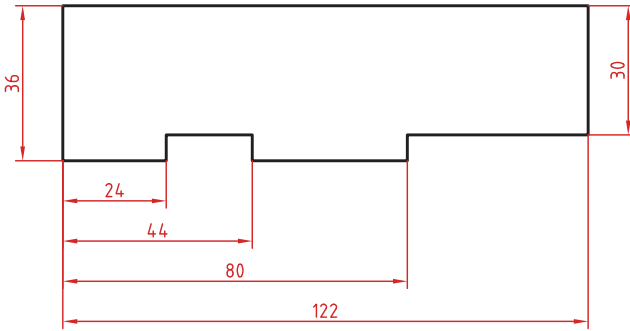
اندازه‌گذاری زنجیره‌ای

در این روش تمام اندازه‌ها به صورت ردیفی روی یک خط اندازه مشترک داده می‌شود. انتهای یک اندازه، ابتدای اندازه بعدی است.



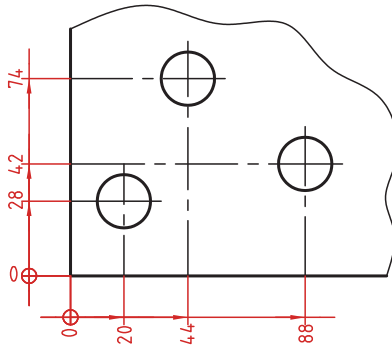
اندازه‌گذاری پله‌ای

در این روش اندازه‌ها نسبت به یک سطح مبنا گذاشته می‌شوند. فاصله بین خطوط اندازه ۷ میلی‌متر است.



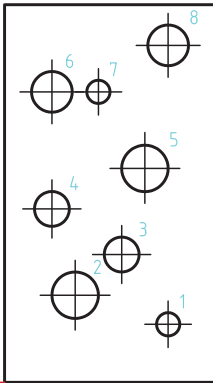
اندازه‌گذاری مختصاتی

در این روش اندازه‌ها نسبت به یک نقطه مشترک (نقطه صفر یا نقطه مبنا) گذاشته می‌شوند.



اندازه‌گذاری جدولی

برای اندازه‌گذاری موقعیت سوراخ‌ها زمانی که تعداد آنها زیاد باشد از این روش استفاده می‌شود. در جدول علاوه بر موقعیت مرکز سوراخ می‌توان قطر، عمق و دیگر مشخصات سوراخ را نیز قید کرد.



| | X | Y | ϕ |
|---|----|-----|--------|
| 1 | 56 | 20 | 8 |
| 2 | 24 | 30 | 16 |
| 3 | 40 | 44 | 12 |
| 4 | 16 | 60 | 12 |
| 5 | 48 | 74 | 16 |
| 6 | 16 | 100 | 14 |
| 7 | 24 | 100 | 8 |
| 8 | 56 | 116 | 14 |

علائم و نشانه‌ها

علائم و نشانه‌هایی که در اندازه‌گذاری مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:
 ϕ (فی): قبل از عدد اندازه قطر دایره نوشته می‌شود.

R: همیشه قبل از عدد اندازه شعاع دایره و کمان حرف R گذاشته می‌شود.

S: قبل از درج شعاع یا قطر کره باید حرف S که مخفف (Sphere) است آورده شود.

$^{\circ}$ (علامت درجه): در اندازه‌گذاری زاویه باید حتماً علامت درجه و در صورت نیاز علامت دقیقه و ثانیه درج شود.

\square (مربع): اگر اندازه مربوط به یک مقطع مربعی باشد قبل از عدد اندازه علامت مربع درج می‌شود.

\frown (کمان): در اندازه‌گذاری طول کمان قبل یا بالای عدد اندازه کمان گذاشته می‌شود.

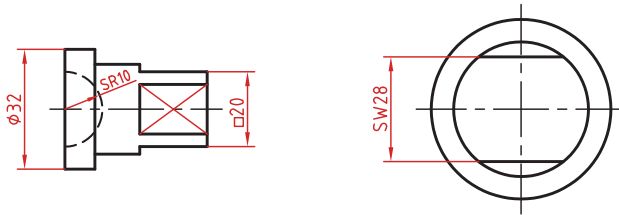
SW: آچارخور را با حروف SW نمایش می‌دهند.

t: ضخامت قطعه کار را با حرف t نشان می‌دهند.

(): اندازه‌های کمکی داخل پرانتز نوشته می‌شود.

—: زیر اعداد اندازه‌هایی که با مقیاس نمی‌خواند خط کشیده می‌شود.

[]: اندازه خام و پیش‌ساخته قطعه را داخل کروشه نشان می‌دهند.



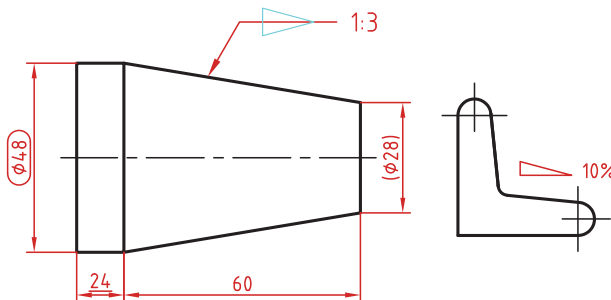
کادر گرد: اندازه‌های بازرسی و کنترل و اندازه‌هایی که با دقت خاصی توسط سفارش‌دهنده خواسته شده است در کادر گرد قرار می‌گیرد.

کادر چهارگوش: اندازه‌های دقیق تئوری در کادر چهارگوش قرار می‌گیرد.

∇ : شیب سطوح را به درصد یا به صورت یک نسبت عددی بعد از این علامت که جهت آن باید مطابق با شیب سطح باشد نشان می‌دهند.

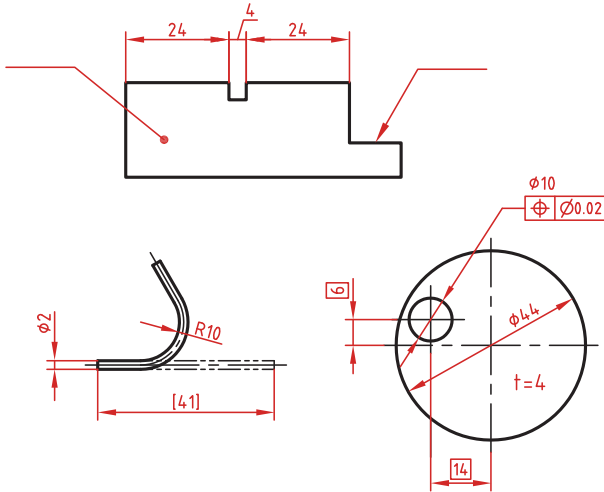
\triangleright : میزان باریک‌شدگی مخروط و هرم به صورت یک نسبت عددی بعد از این علامت نوشته می‌شود. جهت این علامت نیز باید مطابق با باریک شدن قطعه باشد.

به نقشه‌های زیر که علائم فوق در آنها نشان داده شده است دقت کنید.

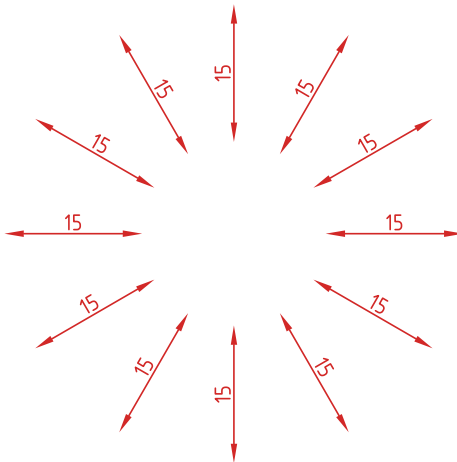


خط راهنما

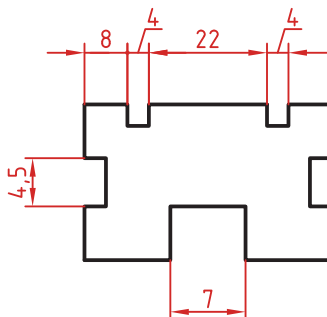
خط راهنما خطی است که به یک جزء اشاره می‌کند و اطلاعاتی را به آن نسبت می‌دهد. اگر انتهای خط راهنما داخل جزء باشد با یک نقطه توپر نشان داده می‌شود. اگر خط راهنما به لبه یک جزء اشاره کند با فلش معمولی نشان داده می‌شود. انتهای خطوط راهنمایی که به یک خط اندازه یا خط راهنمای دیگر اشاره می‌کنند فلش یا نقطه توپر گذاشته نمی‌شود.



در اندازه‌های مورب عدد اندازه طبق الگوی زیر نوشته می‌شود.

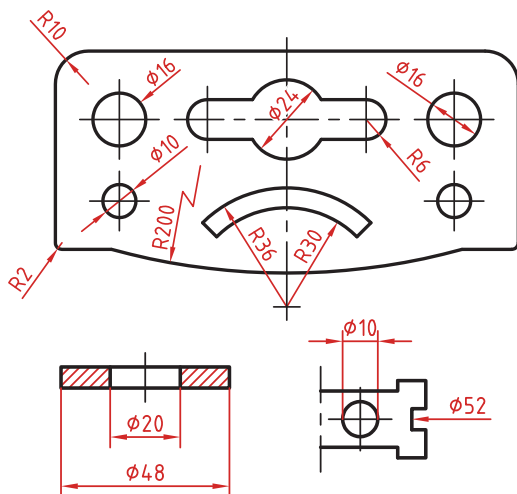


وقتی طول خط اندازه کمتر از ۱۰ میلی‌متر باشد فلش بیرون ترسیم می‌شود. عدد اندازه نیز اگر فضای کافی نداشته باشد می‌تواند در امتداد خط اندازه نوشته شود.
در اندازه‌های پی‌درپی اگر فضای کافی برای درج فلش توپر نباشد به جای آن از نقطه توپر استفاده می‌شود. در این اندازه‌ها اگر فضای کافی برای درج عدد اندازه نیز نباشد می‌توان با خط راهنما عدد اندازه را نمایش داد.



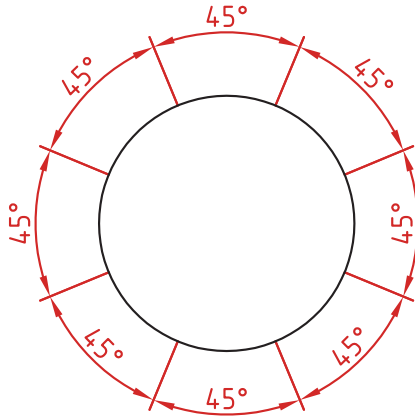
اندازه‌گذاری قطری و شعاعی

این اندازه‌ها شامل اندازه‌های قطر و شعاع دایره و کمان است.
اندازه‌گذاری شعاع با حرف R و اندازه‌گذاری قطر با حرف ϕ نشان داده می‌شود.
خط اندازه یا امتداد آن باید از مرکز دایره بگذرد.
در صورتی که داخل دایره یا کمان جای کافی برای درج عدد اندازه و فلش نباشد می‌توان آنها را در بیرون درج کرد.
اندازه قطری را به صورت طولی نیز می‌توان ارائه کرد اما علامت ϕ را نباید فراموش نمود.
اندازه قطری با یک فلش و بیرون دایره نیز قابل ارائه است.
در صورتی که مرکز دایره خارج از کادر و نقشه بوده و یا با ناهای دیگر تداخل داشته باشد می‌توان با شکستگی خط اندازه آن را کوتاه کرد.
قبل از عدد اندازه شعاع و قطر «کره» با حرف S نوشته شود.



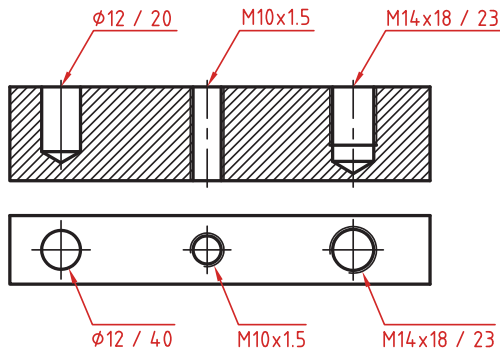
اندازه گذاری زاویه ای

خط رابط اندازه در امتداد اضلاع زاویه ترسیم می شود.
خط اندازه کمانی است که مرکز آن همان رأس زاویه است.
بعد از عدد اندازه علامت درجه گذاشته می شود.
جهت و موقعیت عدد اندازه زاویه مطابق با الگوی زیر است.



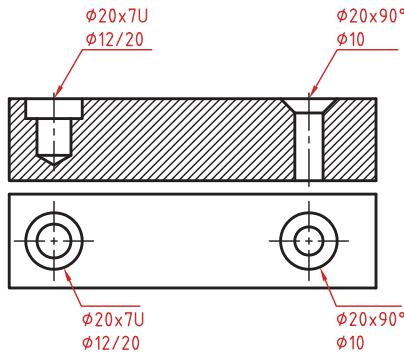
اندازه سوراخ

اطلاعات مربوط به سوراخ را در صورت لزوم می توان با یک اندازه نشان داد.
عمق سوراخ با یک اسلش از قطر سوراخ جدا می شود (۲۱/۲۰).
گام سوراخ با یک ضربدر از اندازه اسمی سوراخ جدا می شود (M۱۰ × ۱/۵).
طول رزوه و عمق سوراخ با یک اسلش از هم جدا می شوند (M۱۴ × ۱۸/۲۳).



سوراخ‌های پله‌دار زیر هم نوشته می‌شوند. اندازه بزرگ‌تر اول نوشته شده و عمق پله با حرف U مشخص می‌شود ($\phi 20 \times 7U$ / $\phi 12/20$).

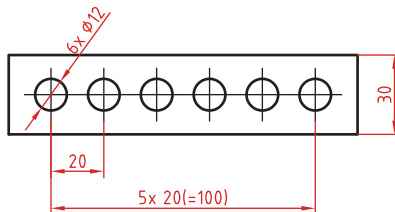
در سوراخ‌های خزینه‌دار قطر بزرگ و زاویه خزینه ابتدا نوشته می‌شود ($\phi 20 \times 90^\circ$ / $\phi 10$).



اندازه‌گذاری عناصر تکراری

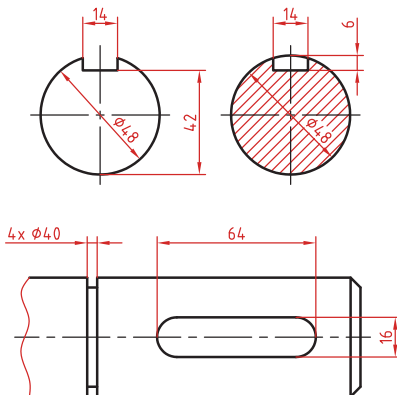
در اندازه‌گذاری عناصر و سوراخ‌های یکسان کافی است تعداد آنها را در ابتدای اندازه یکی از آنها ذکر کرد.



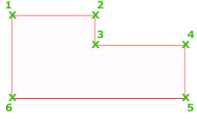








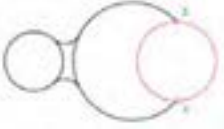


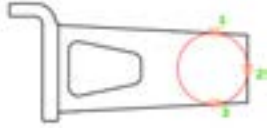
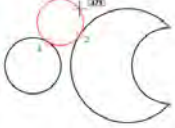
در عناصر تکراری یکی از عناصر به صورت مجزا اندازه‌گذاری می‌شود (مثلاً فاصله 20° در شکل زیر). تعداد عناصر و اندازه بین آنها نوشته می‌شود. می‌توان فاصله کلی را نیز به صورت اندازه کمکی قید کرد.


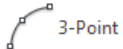
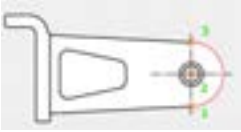

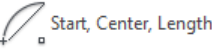
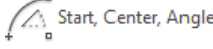
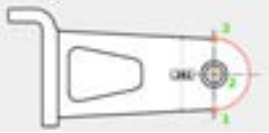
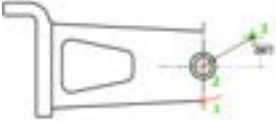
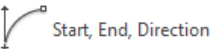
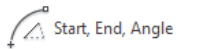
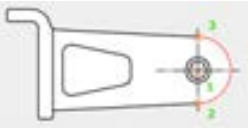
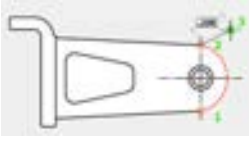
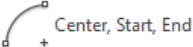
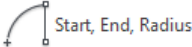
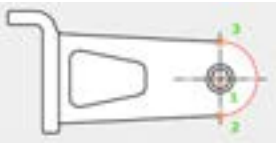
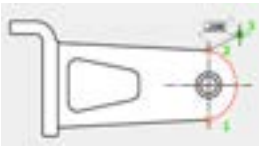




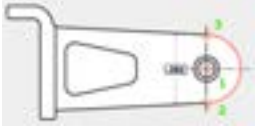
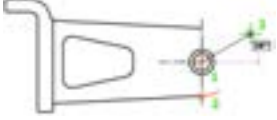










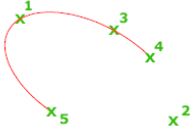

اندازه جای خار












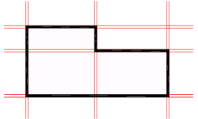




اندازه جای خار روی شفت ب شکل زیر توجه کنید.








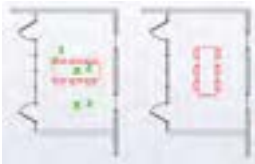

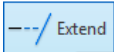
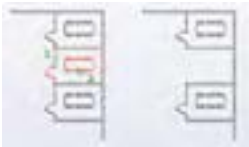




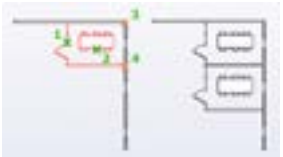





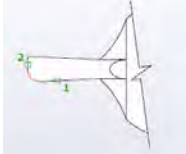











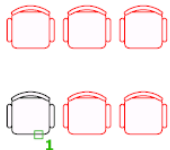
| | |
|--|--|
| <p>Pline pl Home > Polyline </p> | <p>Line l Home > Draw </p> |
| <p>ترسیم چندخطی. یک موضوع یکپارچه مشتمل بر خط و کمان با ضخامت‌های مختلف.</p>  | <p>ترسیم پاره‌خط. هر بخش از خط به صورت مجزا قابل ویرایش است.</p>  |
| <p>Circle c Home > Circle ></p>  Center, Diameter | <p>Circle c Home > Circle ></p>  Center, Radius |
| <p>ترسیم دایره با تعیین نقطه مرکز و قطر.</p>  | <p>ترسیم دایره با تعیین نقطه مرکز و شعاع.</p>  |
| <p>Circle c Home > Circle ></p>  3-Point | <p>Circle c Home > Circle ></p>  2-Point |
| <p>ترسیم دایره با تعیین نقطه مرکز و قطر.</p>  | <p>ترسیم دایره با تعیین دو نقطه قطری.</p>  |
| <p>Circle c Home > Circle ></p>  Tan, Tan, Tan | <p>Circle c Home > Circle ></p>  Tan, Tan, Radius |
| <p>ترسیم دایره مماس بر سه موضوع.</p>  | <p>ترسیم دایره مماس بر دو موضوع با شعاع معین.</p>  |







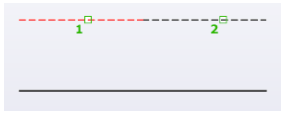
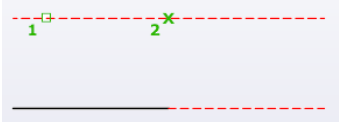




| | |
|---|--|
| <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Start, Center, End</p> | <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>3-Point</p> |
| <p>ترسیم کمان با تعیین نقطه شروع، مرکز و نقطه انتهای کمان.</p>  | <p>ترسیم کمان با تعیین سه نقطه.</p>  |
| <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Start, Center, Length</p> | <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Start, Center, Angle</p> |
| <p>ترسیم کمان با تعیین نقطه شروع، مرکز و طول وتر.</p>  | <p>ترسیم کمان با تعیین نقطه شروع، مرکز و زاویه.</p>  |
| <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Start, End, Direction</p> | <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Start, End, Angle</p> |
| <p>ترسیم کمان با تعیین نقطه شروع، نقطه انتها و راستای مماس بر نقطه شروع.</p>  | <p>ترسیم کمان با تعیین نقطه شروع، نقطه انتهای کمان و زاویه.</p>  |
| <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Center, Start, End</p> | <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Start, End, Radius</p> |
| <p>ترسیم کمان با تعیین مرکز، نقطه شروع و نقطه انتهای کمان.</p>  | <p>ترسیم کمان با تعیین نقطه شروع، نقطه انتها و شعاع.</p>  |












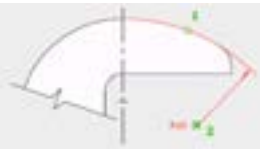




| | |
|--|--|
| <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Center, Start, Length</p> | <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Center, Start, Angle</p> |
| <p>ترسیم کمان با تعیین مرکز، نقطه شروع و طول وتر.</p>  | <p>ترسیم کمان با تعیین مرکز، نقطه شروع و زاویه.</p>  |
| <p>Rectang rec Home > Rectangle</p>  | <p>Arc a Home > Arc ></p>  <p>Continue</p> |
| <p>ترسیم مستطیل چندخطی با تعیین دو گوشه مقابل هم.</p>  | <p>ترسیم کمان مماس بر آخرین کمان یا خط ترسیم شده.</p>  |
| <p>Ellipse el Home > Ellipse ></p>  <p>Center</p> | <p>Polygon pol Home > Polygon</p>  |
| <p>ترسیم بیضی با تعیین نقطه مرکز و دو نقطه رأسی.</p>  | <p>ترسیم چندضلعی منتظم با تعیین مرکز و شعاع دایره محیطی یا محاطی.</p>  |
| <p>Ellipse el Home > Ellipse ></p>  <p>Elliptical Arc</p> | <p>Ellipse el Home > Ellipse ></p>  <p>Axis, End</p> |
| <p>ترسیم کمان بیضی.</p>  | <p>ترسیم بیضی با تعیین نقاط رأسی.</p>  |







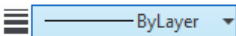
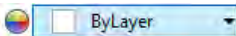



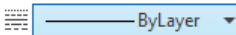
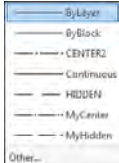
| | |
|---|--|
| <p>Gradient gd Home > Gradient ></p>  | <p>Hatch h Home > Hatch ></p>  |
| <p>سایه‌زنی با کلیک کردن در داخل محدوده‌ها.</p>  | <p>هاشورزنی با کلیک کردن در داخل محدوده‌ها.</p>  |
| <p>Spline spl Home > Spline Fit ></p>  | <p>Boundary bo Home > Boundary ></p>  |
| <p>ترسیم منحنی با تعیین نقاط مختلف آن.</p>  | <p>ایجاد یک ناحیه یا چندخطی بسته با کلیک کردن در داخل محدوده‌ها.</p>  |
| <p>Ray Home > Ray></p>  | <p>Xline xl Home > Construction Line ></p>  |
| <p>ترسیم نیم‌خط.</p>  | <p>ترسیم خطوط دو سر بی‌انتهای ساختاری (افقی، عمودی، مورب، نیمساز و آفست).</p>  |
| <p>Divide div Home > Divide></p>  | <p>Point po Home > Multiple Points ></p>  |
| <p>تقسیم یک موضوع به چند قسمت مساوی.</p>  | <p>ترسیم نقطه.</p>  |

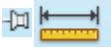

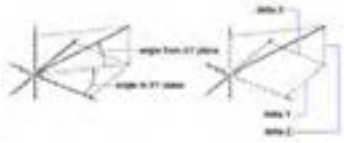









| | |
|---|---|
| <p>Move m Modify > Move</p>  | <p>Measure me Home > Measure ></p>  |
| <p>جابه‌جا کردن یک یا چند موضوع از یک نقطه به یک نقطه دیگر.</p>  | <p>جدا کردن تقسیمات مساوی روی یک موضوع.</p>  |
| <p>Trim tr Modify > Trim ></p>  | <p>Rotate ro Modify > Rotate ></p>  |
| <p>حذف بخشی از موضوعات که با موضوعات دیگر برخورد دارد.</p>  | <p>دوران موضوعات حول یک نقطه.</p>  |
| <p>Erase e Modify > Erase ></p>  | <p>Extend ex Modify > Extend ></p>  |
| <p>حذف موضوعات انتخاب شده از نقشه.</p>  | <p>امتداد موضوعات تا یک لبه مشخص.</p>  |
| <p>Mirror mi Modify > Mirror ></p>  | <p>Copy co Modify > Copy ></p>  |
| <p>ایجاد تصاویر متقارن موضوعات انتخاب شده.</p>  | <p>تکثیر موضوعات ترسیم شده.</p>  |

| | |
|--|---|
| <p>Chamfer cha Modify > Chamfer ></p>  | <p>Fillet f Modify > Fillet ></p>  |
| <p>پخ زدن گوشه‌ها با طول و یا زاویه مشخص.</p>  | <p>گرد کردن گوشه‌ها با شعاع مشخص.</p>  |
| <p>Stretch s Modify > Stretch ></p>  | <p>Explode x Modify > Explode ></p>  |
| <p>کشیدن یا فشردن موضوعات در یک راستای مشخص.</p>  | <p>تجزیه چندخطی‌ها و احجام صلب به اجزای تشکیل دهنده آنها.</p>  |
| <p>Offset o Modify > Offset ></p>  | <p>Scale sc Modify > Scale ></p>  |
| <p>ایجاد تصاویر موازی با یک فاصله مشخص.</p>  | <p>کوچک یا بزرگ کردن اندازه موضوعات با ضریب مقیاس مشخص.</p>  |
| <p>Array ar Modify > Polar Array ></p>  | <p>Array ar Modify > Rectangular Array ></p>  |
| <p>ایجاد آرایه یا الگویی قطبی (دایره‌ای) از موضوعات.</p>  | <p>ایجاد آرایه یا الگویی سطری ستونی از موضوعات.</p>  |




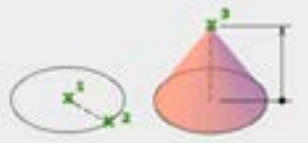


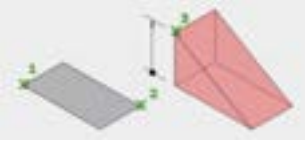



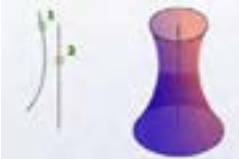
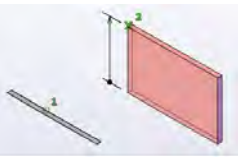




| | |
|---|---|
| <p>Break br Modify > Break ></p>  | <p>Array ar Modify > Path Array ></p>  |
| <p>بریدن بخشی از موضوعات.</p>  | <p>ایجاد آرایه یا الگویی مسیری از موضوعات.</p>  |
| <p>Join j Modify > Join ></p>  | <p>Break br Modify > Break at Point ></p>  |
| <p>اتصال خطوط و کمان‌های متصل به هم یا در راستای یکدیگر و تبدیل آنها به یک موضوع.</p>  | <p>بریدن یک موضوع و تبدیل آن به دو موضوع مجزا.</p>  |
| <p>Text dt Annotation > Text > Single Line Text</p>  | <p>Mtext t Annotation > Text > Multiline Text</p>  |
| <p>نوشتن حروف یا متن‌های ساده یک‌سطری.</p> | <p>ایجاد یادداشت یا متن‌های چندسطری.</p> |
| <p>Dim Annotation > Dimension ></p>  | <p>Style st > Text Style ></p>  |
| <p>اندازه‌گذاری انواع موضوعات با یک دستور.</p> | <p>ایجاد، ویرایش و انتخاب سبک متن.</p> |












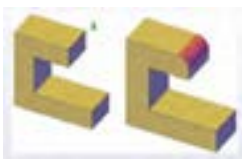


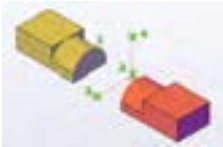

| | |
|--|--|
| <p>Dimaligned dal Annotation > Aligned ></p>  | <p>Dimlinear dli Annotation > Linear ></p>  |
| <p>اندازه‌گذاری هم‌راستا با موضوعات.</p>  | <p>اندازه‌گذاری خطی افقی و عمودی.</p>  |
| <p>Dimarc dar Annotation > Arc Length ></p>  | <p>Dimangular dan Annotation > Angular ></p>  |
| <p>اندازه‌گذاری هم‌راستا با موضوعات.</p>  | <p>اندازه‌گذاری زاویه.</p>  |
| <p>Dimdiameter ddi Annotation > Diameter ></p>  | <p>Dimradius dra Annotation > Radius ></p>  |
| <p>اندازه‌گذاری هم‌راستا با موضوعات.</p>  | <p>اندازه‌گذاری شعاع کمان و دایره.</p>  |
| <p>Dimbaseline dba Annotate > Dimension > Baseline></p>  | <p>Dimcontinue dco Annotate > Dimension > Continue></p>  |
| <p>اندازه‌گذاری پلکانی در ادامه اندازه قبلی.</p>  | <p>اندازه‌گذاری زنجیری در امتداد اندازه قبلی.</p>  |

| | |
|---|---|
| <p>Dimstyle dst Home > Annotation > Dimension Style ></p>  | <p>Dimedit Annotate > Dimension > Oblique ></p>  |
| <p>ایجاد، ویرایش و انتخاب سبک اندازه‌گذاری.</p> | <p>اریب کردن خطوط کمکی اندازه.</p>  |
| <p>Matchprop ma Home > Properties > Match Properties ></p>  | <p>Layer la Home > Layers > Layer Properties ></p>  |
| <p>اعمال خواص عمومی موضوع انتخاب شده به موضوعات دیگر.</p> | <p>لایه‌گذاری: ایجاد، ویرایش و انتخاب لایه.</p>  |
| <p>Lweight lw Home > Properties > Lineweight ></p>  | <p>Color Home > Properties > Object Color ></p>  |
| <p>تعیین و تغییر ضخامت خط موضوعات.</p>  | <p>تعیین و تغییر رنگ موضوعات.</p>  |
| <p>Transparency Home > Properties > Transparency ></p>  | <p>Linetype Home > Properties > Linetype ></p>  |
| <p>تعیین و تغییر شفافیت موضوعات.</p> | <p>تعیین و تغییر نوع خط موضوعات.</p>  |















| | |
|---|---|
| <p>Measuregeom Home > Utilities > Measure> Distance ></p>  | <p>Quickcalk Home> Utilities > Quick Calcula- tor ></p>  |
| <p>اندازه‌گیری و نمایش فاصله بین دو نقطه.</p>  | <p>نمایش و استفاده از ماشین حساب علمی و هندسی.</p>  |
| <p>Measuregeom Home > Utilities > Measure> Angle ></p>  | <p>Measuregeom Home > Utilities > Measure> Radius ></p>  |
| <p>اندازه‌گیری و نمایش زاویه بین دو خط یا زاویه یک کمان.</p> | <p>اندازه‌گیری و نمایش قطر و شعاع یک کمان یا دایره.</p> |
| <p>Measuregeom Home > Utilities > Measure> Volume ></p>  | <p>Measuregeom Home > Utilities > Measure> Area ></p>  |
| <p>اندازه‌گیری و نمایش حجم موضوعات صلب.</p> | <p>اندازه‌گیری و نمایش مساحت موضوعات بسته.</p> |
| <p>View Cube View > Viewport Tools > ></p>  | <p>Ucsicon View > Viewport Tools > UCS Icon ></p>  |
| <p>نمایش و عدم نمایش جعبه دید.</p>  | <p>نمایش و عدم نمایش نماد سیستم مختصات.</p>  |

| | |
|--|---|
| <p>Tool Palettes Ctrl+۳ View > Palettes > Tool Palettes ></p>  | <p>Navigation Bar View > Viewport Tools > Navigation Bar ></p>  |
| <p>نمایش و عدم نمایش پالت ابزار.</p>  | <p>نمایش و عدم نمایش نماد سیستم مختصات.</p>  |
| <p>Design Center Ctrl+۲ View > Palettes > Design Center ></p>  | <p>Command Line Ctrl+۹ View > Palettes > Command Line ></p>  |
| <p>نمایش و عدم پالت مرکز طراحی.</p>  | <p>نمایش و عدم نمایش پنجره فرمان.</p>  |
| <p>Layout Tabs View > Interface > Layout Tabs ></p>  | <p>File Tabs View > Interface > File Tabs ></p>  |
| <p>نمایش و عدم نمایش نوار لی آت.</p>  | <p>نمایش و عدم نمایش نوار تب یا سربرگ فایل.</p>  |
| <p>Cylinder Home > Create > Cylinder ></p>  | <p>Box Home > Create > Box Tabs ></p>  |
| <p>مدل سازی استوانه.</p>  | <p>مدل سازی یک مکعب صلب.</p>  |

| | |
|---|---|
| <p>Sphere Home > Create > Sphere ></p>  | <p>Cone Home > Create > Cone ></p>  |
| <p>مدل سازی کره.</p>  | <p>مدل سازی مخروط.</p>  |
| <p>Wedge Home > Create > Wedge ></p>  | <p>Pyramid Home > Create > Pyramid ></p>  |
| <p>مدل سازی گوه.</p>  | <p>مدل سازی هرم و منشور.</p>  |
| <p>Revolve rev Home > Create > Revolve ></p>  | <p>Extrude ext Home > Create > Extrude ></p>  |
| <p>مدل سازی اجسام دورا.</p>  | <p>حجم دادن به شکل های بسته دوبعدی.</p>  |
| <p>Sweep Home > Create > Sweep ></p>  | <p>Loft Home > Create > Loft ></p>  |
| <p>مدل سازی با استفاده از حرکت یک شکل در یک مسیر.</p>  | <p>مدل سازی بین مقاطع.</p>  |

| | |
|--|--|
| <p>Union uni Home > Edit > Union ></p>  | <p>Presspull Home > Edit > Presspull ></p>  |
| <p>یکپارچه کردن اجسام و نواحی، ترکیب اجسام با استفاده از جمع کردن.</p>  | <p>برجسته و فرورفته کردن سطوح و وجوه مدل.</p>  |
| <p>Intersect in Home > Edit > Intersect ></p>  | <p>Subtract su Home > Edit > Subtract ></p>  |
| <p>ترکیب اجسام با استفاده از فصل مشترک.</p>  | <p>ترکیب اجسام با استفاده از کسر کردن.</p>  |
| <p>Chamferedge Home > Edit > Chamfer Edge ></p>  | <p>Filletedge Home > Edit > Fillet Edge ></p>  |
| <p>پخ زدن لبه‌های مدل.</p>  | <p>گرد کردن لبه‌های مدل.</p>  |
| <p>Mirror3d Home > Modify > 3D Mirror ></p>  | <p>Slice Home > Edit > Slice ></p>  |
| <p>پخ زدن لبه‌های مدل.</p>  | <p>بریدن مدل با تعریف یک صفحه برش.</p>  |

| | |
|--|--|
| <p>3darray Home > Modify > 3D Array ></p>  | <p>3dalign Home > Modify > 3D Align ></p>  |
| <p>ایجاد آرایه سه بعدی.</p>  | <p>تراز کردن اجسام در مدل سازی.</p>  |
| <p>Edge Home > Selection > Edge ></p>  | <p>Vertex Home > Selection > Vertex ></p>  |
| <p>انتخاب لبه های مدل.</p> | <p>انتخاب گوشه های مدل.</p> |
| <p>Solid History Home > Selection > Solid History ></p>  | <p>Face Home > Selection > Face ></p>  |
| <p>انتخاب اجسام زیرمجموعه مدل.</p> | <p>انتخاب وجوه مدل.</p> |
| <p>Rotate Gizmo Home > Selection > Rotate Gizmo ></p>  | <p>Move Gizmo Home > Selection > Move Gizmo ></p>  |
| <p>دوران اجسام حور محورهای مختصات.</p> | <p>جابه جایی مدل در راستای محورها یا در صفحات مختصات.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Ucs Home > Coordinates > X ></p>  | <p>Ucs Home > Coordinates > World ></p>  |
| <p>چرخاندن سیستم مختصات حول محور X.</p>  | <p>برگرداندن سیستم مختصات به حالت پیش فرض.</p> |
| <p>Ucs Home > Coordinates > Z ></p>  | <p>Ucs Home > Coordinates > Y ></p>  |
| <p>چرخاندن سیستم مختصات حول محور X.</p>  | <p>چرخاندن سیستم مختصات حول محور Y.</p>  |
| <p>Ucs Home > Coordinates > Z ></p>  | <p>Ucs Home > Coordinates > 3 Points ></p>  |
| <p>فراخواندن سیستم مختصات قبلی.</p> | <p>تعریف سیستم مختصات با استفاده از تعیین سه نقطه.</p>  |
| <p>Ucs Home > Coordinates > Face ></p>  | <p>Ucs Home > Coordinates > View ></p>  |
| <p>تعریف سیستم مختصات منطبق بر یکی از وجوه مدل.</p>  | <p>تعریف سیستم مختصات منطبق بر نمای جاری.</p>  |

| | |
|---|--|
| <p>Base Layout > Create View > Base ></p>  | <p>Ucs Home > Coordinates > Object ></p>  |
| <p>نماگیری از مدل (ایجاد نمای پایه).</p> | <p>تعریف سیستم مختصات تراز با یک موضوع.</p>  |
| <p>Viewsection Layout > Create View > Section View ></p>  | <p>Viewproj Layout > Create View > Projected View ></p>  |
| <p>ایجاد نماهای برش خورده ارتوگرافیک از نمای موجود.</p> | <p>ایجاد نماهای ارتوگرافیک از نمای موجود.</p> |
| <p>Viewedit Layout > Modify View > Edit View ></p>  | <p>Viewdetile Layout > Create View > Detile ></p>  |
| <p>ویرایش نمای موجود.</p> | <p>ایجاد نماهای جزء یا دتایل از نمای موجود.</p> |

فصل ۳

کمیت‌ها، محاسبات فنی

کمیت‌های اصلی سیستم SI

جدول ۱-۳- کمیت‌های اصلی در سیستم SI

| نماد | یکا | کمیت‌های اصلی SI |
|------|---------|-------------------------|
| m | متر | طول |
| kg | کیلوگرم | جرم |
| s | ثانیه | زمان |
| A | آمپر | شدت زمان جریان الکتریکی |
| K | کلوین | دما |
| mol | مول | مقدار ماده |
| cd | کاندلا | شدت نور |

پیشوندهای یکاهای SI (ضرایب)

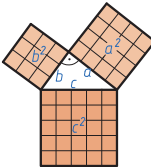
برای نشان دادن اجزا و اضعاف متر، از پیشوندهای جدول ۲-۳ استفاده می‌شود که پیشوندها در جلوی یکای اصلی قرار می‌گیرند.

جدول ۲-۳- پیشوندهای یکاهای سیستم SI

| ضریب | پیشوند | نماد |
|----------------------------------|--------|-------|
| 10^{12} یا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ | ترا | T |
| 10^9 یا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ | گیگا | G |
| 10^6 یا ۱۰۰۰۰۰۰ | مگا | M |
| 10^3 یا ۱۰۰۰ | کیلو | K |
| 10^2 یا ۱۰۰ | هکتو | h |
| 10^1 یا ۱۰ | دکا | da |
| 10^{-1} یا ۰/۱ | دسی | d |
| 10^{-2} یا ۰/۰۱ | سانتی | c |
| 10^{-3} یا ۰/۰۰۱ | میلی | m |
| 10^{-6} یا ۰/۰۰۰۰۰۱ | میکرو | μ |
| 10^{-9} یا ۰/۰۰۰۰۰۰۰۱ | نانو | n |
| 10^{-12} یا ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱ | پیکو | p |
| 10^{-15} یا ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱ | فمنو | f |
| 10^{-18} یا ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱ | آنو | a |

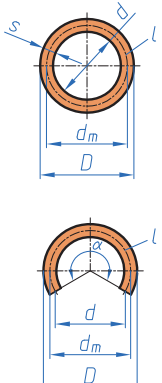
در این بخش نمادهای ریاضی و فرمول‌ها و همچنین نیازمندی‌های محاسباتی رشته ماشین ابزار برای استفاده هنرجویان به صورت موضوعی طبقه‌بندی شده است.

جدول ۳-۳

| | |
|--|---|
|  | <p>a ضلع مجاور زاویه قائمه b ضلع مجاور به زاویه قائمه c وتر</p> <p>قانون فیثاغورس $c^2 = a^2 + b^2$</p> <p>مثال ۱: c=۲۵mm a=۲۰mm b=? $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(25mm)^2 - (20mm)^2} = 15mm$ مثال ۲: a=۲۰mm b=۲۵mm c=? $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(20mm)^2 + (25mm)^2} = 32mm$</p> |
|--|---|

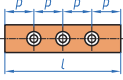
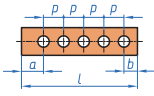
محاسبات مربوط به طول گسترده زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم از میلگردها و یا تسمه‌ها قطعاتی با روش خم کاری بسازیم.

جدول ۳-۴

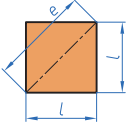
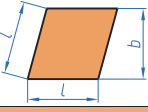
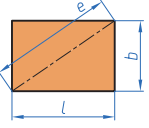
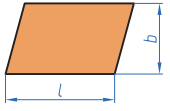
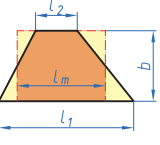
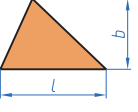
| | |
|---|--|
| طول‌های گسترده | |
|  | <p>D قطر خارجی طول گسترده حلقه دایروی d قطر داخلی d_m قطر متوسط طول گسترده برش حلقه دایروی s ضخامت l طول گسترده زاویه کمان</p> <p>$d = 10mm$ $D = 160mm$ $= 275$ $d_m = \frac{D+d}{2} = \frac{160+10}{2} = 140$ $L = d_m \cdot \frac{\pi}{360} = 140 \times 3/14 = 439/6$</p> <p>قطر متوسط $d_m = D - S$ $d_m = D + S$</p> |

زمانی از این فرمول‌های تقسیمات طولی استفاده می‌شود که خواهیم روی یک قطعه مانند تسمه سوراخ‌هایی با فاصله یکسان و یا قطعاتی با فواصل مساوی قرار دهیم به‌طور مثال در ساخت نرده‌های آهنی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

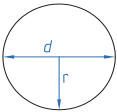
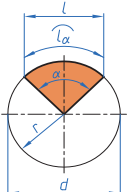
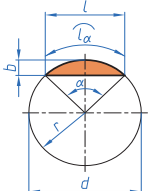



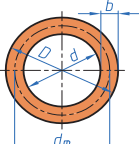
جدول ۳-۵

| تقسیم طول‌ها | |
|---|--|
|  | <p>گام l طول کل n تعداد سوراخ‌ها</p> <p>گام p = فاصله از مبدأ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $P = \frac{l}{n+1}$ </div> <p>مثال:</p> <p>مثال: فاصله لبه تا مرکز سوراخ = p</p> <p>$n=22$ سوراخ $P=?$</p> <p>$12m$</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $p = \frac{l}{n+1} = \frac{12000\text{ mm}}{23+1} = 500\text{ mm}$ </div> |
|  | <p>گام l طول کل n تعداد سوراخ‌ها</p> <p>گام p = فاصله از مبدأ</p> <p>$a = b$</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $P = \frac{l - 2 \times a}{n - 1}$ </div> <p>مثال:</p> <p>$l = 2000\text{ mm} : a = 100\text{ mm}$</p> <p>$n=25$ سوراخ $P=?$</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $P = \frac{l - 2 \times a}{n - 1} = \frac{2000\text{ mm} - 2 \times 100\text{ mm}}{25 - 1} = 75\text{ mm}$ </div> |

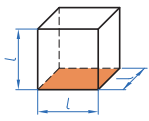
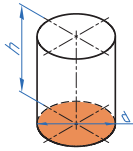
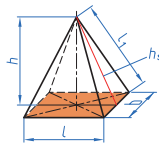
جدول ۳-۶

| مربع | |
|---|--|
|  | <p>مساحت A قطر a طول ضلع l</p> <p>مساحت</p> $A = l^2$ <p>مثال:</p> <p>قطر</p> $e = \sqrt{2} \cdot l$ <p>$l = 50 \text{ mm}$ $A = l^2 = 50^2 = 2500 \text{ mm}^2$</p> <p>$e = \sqrt{2} \times l = \sqrt{2} \times 50 = 70.71$</p> |
| لوزی | |
|  | <p>مساحت A ارتفاع b طول ضلع l</p> <p>مساحت</p> $A = l \cdot b$ <p>مثال:</p> <p>$l = 60 \text{ mm}$ $b = 55 \text{ mm}$ $A = 60 \times 55 = 3300 \text{ mm}^2$</p> |
| مستطیل | |
|  | <p>مساحت A عرض b قطر a طول ضلع l</p> <p>مساحت</p> $A = l \cdot b$ <p>مثال:</p> <p>قطر</p> $e = \sqrt{l^2 + b^2}$ <p>$b = 25 \text{ mm}$ $l = 45 \text{ mm}$ $A = ?$</p> <p>$A = l \cdot b = 45 \times 25 = 1125 \text{ mm}^2$</p> <p>$e = \sqrt{l^2 + b^2} = \sqrt{2025 + 625} = 57 \text{ mm}$</p> |
| متوازی الاضلاع | |
|  | <p>مساحت A ارتفاع b طول قاعده l</p> <p>مساحت</p> $A = l \cdot b$ <p>مثال:</p> <p>$b = 10 \text{ mm}$ $l = 15 \text{ mm}$ $A = ?$</p> <p>$A = l \cdot b = 15 \times 10 = 150 \text{ mm}^2$</p> |
| دوزنقه | |
|  | <p>مساحت مساحت A طول قاعده بزرگ l_1 طول قاعده کوچک l_2 طول متوسط قاعده l_m</p> <p>مساحت</p> $A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$ <p>مثال:</p> <p>$l_1 = 70 \text{ mm}$ $l_2 = 30 \text{ mm}$ $b = 40 \text{ mm}$</p> <p>$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b = \frac{70 + 30}{2} \times 40 = 2000 \text{ mm}^2$</p> <p>$\sqrt{l^2 + b^2} = \sqrt{2025 + 1225} = 57 \text{ mm}$</p> <p>طول متوسط</p> $l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$ |
| مثلث | |
|  | <p>مساحت A ارتفاع b طول قاعده l</p> <p>مساحت</p> $A = \frac{l \times b}{2}$ <p>مثال:</p> <p>$l = 10 \text{ mm}$ $b = 5 \text{ mm}$</p> <p>$A = \frac{l \times b}{2} = \frac{10 \times 5}{2} = 25 \text{ mm}^2$</p> |

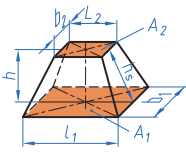
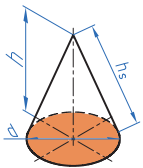
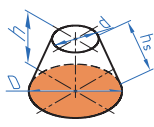

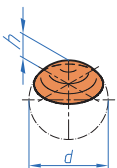
جدول ۷-۳- محاسبه مساحت سطوح قوس دار

| دایره | |
|---|--|
|  | <p>مساحت</p> $A = \pi \cdot r^2$ $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $A = 0.785 d^2$ <p>شعاع دایره r قطر دایره d مثال: r = 10 mm $A = \pi \cdot r^2 = 3.14 \times 10^2 = 314 \text{ mm}^2$</p> |
| قطاع دایره . برش دایره . حلقه دایروی | |
| قطاع دایره | |
|  | <p>مساحت A طول وتر l قطر شعاع r طول کمان l_a زاویه کمان α مثال: $\alpha = 60^\circ$ d = 50 m</p> $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360} = 3.14$ <p>مساحت</p> $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360}$ <p>طول وتر</p> $l = r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ <p>طول کمان</p> $l_a = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180}$ |
| برش دایره | |
|  <p>طول کمان شعاع</p>    | <p>مساحت A پهنای برش b قطر شعاع r طول کمان l_a زاویه کمان α طول وتر l</p> <p>مساحت</p> $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360} \cdot \frac{l \cdot (r - b)}{2}$ $A = \frac{l_e \cdot r - l(r - b)}{2}$ <p>طول وتر</p> $l = r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ $l = r \cdot \sqrt{b \cdot (2r - b)}$ <p>پهنای برش</p> $b = \frac{1}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$ $b = r - \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}}$ <p>طول کمان</p> $l_a = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180}$ <p>مساحت</p> $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360} \cdot \frac{l \cdot (r - b)}{2}$ <p>مثال:</p> $d = 40 \text{ m} \quad 60^\circ \cdot l = 2 \cdot r \cdot \sin \alpha = \frac{\alpha}{2}$ $l = 2 \times 20 \times \frac{1}{2} = 20 \text{ mm}$ $b = \frac{1}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{20}{2} \times 0.577$ $b = 5.77 \text{ mm}$ $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360} - \frac{l \cdot (r - b)}{2}$ $A = \left(\frac{3.14 \times (40)^2}{4} \right) \times \frac{60}{360} - \frac{20 \cdot (20 - 5.77)}{2} = 195.1 \text{ mm}^2$ <p>شعاع</p> $r = \frac{b}{2} + \frac{l^2}{8 \cdot b}$ |
| حلقه دایروی | |
|  | <p>مساحت A پهنای حلقه b قطر متوسط d_m قطر خارجی D قطر داخلی d</p> <p>مساحت</p> $A = \pi \cdot d_m \cdot b$ $A = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$ |

جدول ۸-۳- فرمول های محاسبه حجم منشورها و هرم ها

| مکعب مربع. مکعب مستطیل. استوانه. استوانه توخالی. هرم | | |
|---|--|--|
| مکعب مربع | | |
|  | <p>حجم v طول ضلع l مساحت A_0</p> <p>حجم $v = l^3$</p> <p>مثال: $l = 6.5 \text{ mm}$ $v = l^3 = (6.5)^3 = 274.625 \text{ cm}^3$</p> <p>مساحت $A_0 = 6 \cdot l^2$</p> <p>مثال: $A_0 = 6 \cdot l^2 = 6 \times (6.5)^2 = 252.3 \text{ cm}^2$</p> | |
| | مکعب مستطیل | |
| | <p>حجم v ارتفاع h طول l عرض b</p> <p>مساحت A_0 طول ضلع l</p> <p>حجم $V = l \cdot b \cdot h$</p> <p>مثال: $l = 25 \text{ mm}$ $b = 20$ $h = 30$</p> <p>$V = 25 \times 20 \times 30 = 15000 \text{ mm}^3$</p> <p>مساحت $A_0 = 2 \cdot (l \cdot b + l \cdot h + b \cdot h)$</p> | |
| استوانه | | |
|  | <p>حجم v ارتفاع h قطر d</p> <p>مساحت A_0 مساحت پیرامون A_u</p> <p>حجم $V = \frac{\pi \cdot d}{4} \cdot h$</p> <p>مثال: $h = 60$ $d = 20 \text{ m}$</p> <p>مساحت $V = \frac{\pi \cdot \sigma}{4} \cdot h = \frac{3.14 \times 400}{4} \times 60 = 18840 \text{ mm}^3$</p> <p>مساحت پیرامون $A_0 = \pi \cdot d \cdot h + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$</p> <p>$A_u = \pi \cdot d \cdot h$</p> | |
| | استوانه توخالی | |
| | <p>حجم v قطر D, d ارتفاع h</p> <p>مساحت A_0</p> <p>حجم $V = \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot (D^2 - d^2)$</p> <p>مثال: $h = 60$ $D = 60 \text{ m}$ $d = 20 \text{ m}$</p> <p>مساحت $V = \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot (D^2 - d^2) = \frac{3.14 \times 6}{4} \cdot (3600 - 400) = 15072 \text{ cm}^3$</p> | |
| هرم | | |
|  | <p>حجم v طول قاعده l ارتفاع h</p> <p>حجم $v = \frac{l \cdot b \cdot h}{3}$</p> <p>طول یال l_1 ارتفاع وجه h_0</p> <p>حجم $l_1 = \sqrt{h_0^2 + \frac{b^2}{4}}$</p> <p>ارتفاع وجه $h_0 = \sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}$</p> <p>حجم $v = \frac{A \cdot h}{3}$</p> <p>مثال: $l = 25$ $b = 40$ $h = 60$</p> <p>$v = \frac{l \cdot b \cdot h}{3} = \frac{25 \times 40 \times 60}{3} = 20000 \text{ mm}^3$</p> | |

جدول ۹-۳ محاسبه حجم اجسام استاندارد

| هرم ناقص. مخروط. مخروط ناقص. کره | |
|---|--|
| هرم ناقص | |
|  | <p>عرض قاعده b_1, b_2 طول قاعده l_1, l_2</p> <p>حجم V مساحت قاعده پایین A_1</p> <p>ارتفاع وجه h_0 ارتفاع h</p> <p>مساحت قاعده بالا A_2</p> <p>حجم</p> $V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$ <p>ارتفاع وجه</p> $h_0 = \sqrt{h^2 + \left(\frac{l_1 - l_2}{2}\right)^2}$ |
| مخروط | |
|  | <p>حجم V قطر قاعده</p> <p>طول یال h_r مساحت پیرامون A_U</p> <p>ارتفاع h</p> <p>مثال: $d = 50m, h = 60$</p> $V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{h}{3} = \frac{3/14 \times 50^2}{4} \times \frac{6}{3}$ $V = 39/25 cm^3$ <p>حجم</p> $V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{h}{3}$ <p>مساحت پیرامون</p> $A_U = (\pi \cdot d \cdot h_r) / 2$ <p>طول یال</p> $h_r = \sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2}$ |
| مخروط ناقص | |
|  | <p>حجم V قطر کوچک (قطر قاعده بالا)</p> <p>مساحت پیرامون A_U طول یال h_r</p> <p>ارتفاع مخروط h قطر قاعده D</p> <p>حجم</p> $V = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$ <p>مساحت پیرامون</p> $A_U = (\pi \cdot h_r) / 2 (D + d)$ <p>طول یال</p> $h_r = \sqrt{h^2 + \left(\frac{D - d}{2}\right)^2}$ |
| کره | |
|  | <p>حجم V مساحت A_0 قطر کره d</p> <p>مثال: $d = 60$</p> $V = \frac{\pi \cdot d^3}{6} = \frac{3/14 \times 60^3}{6} = 113/0^2 cm^3$ <p>حجم</p> $V = (\pi \cdot d^3) / 6$ <p>مساحت</p> $A_0 = \pi \cdot d^2$ |
| عرق چین برش وتری کره | |
|  | <p>حجم V مساحت A_0 قطر کره d ارتفاع h</p> <p>مساحت پیرامون A_U مساحت A_0</p> <p>حجم</p> $V = \pi \cdot h^2 \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{h}{3}\right)$ <p>مساحت</p> $A_0 = \pi \cdot (2 \cdot d - h)$ <p>مساحت پیرامون</p> $A_U = \pi \cdot d \cdot h$ |

جدول ۳-۱۰

حجم قطعات مرکب

حجم کل

$$V = V_1 + V_2 + \dots - V_3 - V_4$$

حجم کل V اجزا V_1, V_2

مثال پوسته مخروطی:

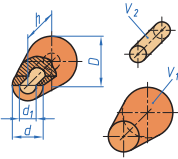
$$D = 42mm \quad d = 26mm \quad ; \quad d = 16mm \quad h = 45mm \quad V = ?$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$$

$$= \frac{\pi \cdot 45mm}{12} \cdot (42^2 + 26^2 + 42 \cdot 26)mm^2 = 41610mm^3$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 16^2mm^2}{4} \cdot 45mm = 9048mm^3$$

$$V = V_1 - V_2 = 41610mm^3 - 9048mm^3 = 32562mm^3$$



زمانی که بخواهیم جرم قطعاتی مانند میل گردها، پروفیل ها و ... که دارای مقطع یکنواخت هستند را محاسبه کنیم بهتر است مقدار جرم طولی را از جدول استخراج نموده در فرمول قرار داد.

جدول ۳-۱۱

محاسبه هرم

جرم کلی هرم

جرم

$$m = V \cdot \sigma$$

جرم m مخصوص σ

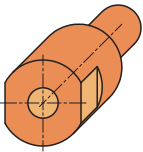
حجم V

مثال قطعه آلومینیومی:

$$V = 6.4 \text{ cm}^3 \quad \sigma = \frac{2.7 \text{ kg}}{\text{dm}^3} \quad m = ?$$

$$m = 17.28 \text{ kg}$$

مقادیر جرم مخصوص جامدات مایعات و گازها در ص ۱۱۸ و ۱۱۹



جدول ۳-۱۲

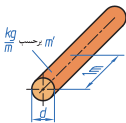
جرم طولی

جرم

$$m = m' \cdot l$$

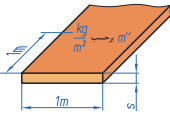
جرم m طول l جرم طولی m'

$$m' = 1.39 \text{ kg/m}$$



فرمول جرم سطحی برای محاسبه جرم ورق‌ها به کار می‌رود با استخراج مقدار جرم سطحی m''

جدول ۳-۱۳

| جرم سطحی | |
|---|--|
|  | <p>جرم m مساحت A جرم سطحی m''</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $m = m'' \cdot A$ </div> <p>مثال: ورق فولادی:</p> $m = m'' \cdot A = \frac{11.8 \text{ kg}}{\text{m}^2} \cdot 7.5 \text{ m}^2 = 88.5 \text{ kg}$ |

فصل ۴

کاربرد مواد

جدول درجه حرارت بارریزی، عمر تقریبی قالب و درجه حرارت پیشگرم قالب در ریخته‌گری چند آلیاژ صنعتی:

| درجه حرارت پیشگرم C° | تعداد دفعات بارریزی | درجه حرارت بارریزی C° | فلز یا آلیاژ |
|----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| ۳۱۵-۴۲۵ | ۵-۲۰۰۰۰ | ۱۲۶۰-۱۴۸۰ | چدن خاکستری |
| ۳۴۰-۴۲۵ | تا ۱۰۰۰۰۰ | ۷۰۰-۷۶۰ | آلیاژهای آلومینیوم |
| ۱۲۰-۲۶۰ | ۵-۲۰۰۰۰ | ۱۰۴۰-۱۱۵۰ | آلیاژهای مس |
| ۱۵۰-۳۱۵ | ۲۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰ | ۶۵۰-۷۰۰ | آلیاژهای منیزیم |
| ۲۰۰-۲۶۰ | بالاتر از ۱۰۰۰۰۰ | ۳۸۵-۴۲۵ | آلیاژهای روی |

جدول مشخصات چند نمونه از ماسه‌های طبیعی ایران:

| استحکام خشک PSI | استحکام تر PSI | قلیبت عبور گاز تر | درصد خاک رس | تقلیل وزن حرارتی | ضریب گوسه‌دار بودن | عدد ریزی A.F.S | نقطه زینتر | معدن ماسه |
|-----------------|----------------|-------------------|-------------|------------------|--------------------|----------------|------------|-------------|
| ۲۰ | ۷ | ۳۰ | ۵/۷۸ | %۵/۱۸ | ۱/۱۹ | ۸۹ | ۱۱۳۰C° | گرمسار |
| | | | ۳/۸۲ | %۴/۶ | ۱/۴۹ | ۵۰ | ۱۱۳۰C° | صوفیان |
| ۲۰ | ۷/۵ | ۲۰ | %۶/۶۷ | %۱/۷۲ | ۱/۴۷ | ۷۸ | ۱۱۵۰C° | لاکان رشت |
| ۷/۴ | ۳/۳ | ۳۵ | %۹/۸۵ | %۶/۳ | ۱/۱ | ۸۴ | ۱۱۳۰C° | حسن آباد قم |

جدول مشخصات چند نمونه از ماسه‌های مصنوعی ایران:

| تقلیل وزن حرارتی | ضریب گوسه‌دار بودن | عدد ریزی A.F.S | نقطه زینتر C° | معدن ماسه |
|------------------|--------------------|----------------|----------------|-------------------------|
| %۱/۴ | ۱/۵۴ | ۵۳ | ۱۳۵۰ | مبارک آباد (جاده ابدلی) |
| %۰/۶۱ | ۱/۱۸ | ۷۴ | بالاتر از ۱۵۰۰ | سرنزا (فیروزکوه) |

جدول ترکیب شیمیایی برخی ماسه‌های مصنوعی و طبیعی ایران:

| % Na ₂ O | % K ₂ O | % MgO | % CaO | % TiO ₂ | % Fe ₂ O ₃ | % Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | نام ماسه |
|---------------------|--------------------|-------|-------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------|
| ۲/۲۸ | ۲/۶۴ | ۳/۶۲ | ۶/۵۳ | ۱/۱۰ | ۷/۵۷ | ۱۲/۵۷ | ۵۸/۱۸ | حسن آباد قم |
| ۰/۰۳ | ۰/۰۵ | ۰/۸۸ | ۰/۲۲ | ناچیز | ۱/۴۰ | ۰/۸۵ | ۹۵/۸۸ | مبارک آباد |
| ۰/۰۵ | ۰/۰۵ | ۰/۳۶ | ۰/۵۹ | - | ۱/۲۰ | ۱/۱۵ | ۹۶/۶ | سرنزا |

جدول ترکیب شیمیایی سه نوع ماسه ریخته‌گری

| ترکیبات | ماسه سیلیسی مرغوب (%) | ماسه سیلیسی معمولی () | ماسه قرمز نامرغوب (%) |
|--|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Na ₂ O | ۹۷/۹۱ | ۸۵ | ۷۸/۱ |
| SiO ₂ | ۱/۱۳ | ۱۰ | ۱۰/۱۲ |
| Al ₂ O ₃ | ۰/۵ | ۲ | - |
| Fe ₂ O ₃ | ۰/۱۱ | ۱ | ۲/۴ |
| CaO | ۰/۰۲ | ۰/۵ | ۱/۸ |
| MgO | ۰/۶۵ | ۰/۷۵ | ۳/۱ |
| K ₂ O | ۰/۰۷ | ۰/۵ | ۰/۲ |
| مواد قابل اشتعال و ناخالصی‌های دیگر | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۴/۱ |

جدول ماسه‌های دیرگداز غیرسیلیسی:

| اجزای معدنی اصلی | محل معدن | ماسه |
|--|---------------|--------|
| سیلیکات زیر کنیم (ZrO ₂ , SiO ₂) | استرالیا | زیرکن |
| کرومیت (FeO, Cr ₂ O ₃) | آفریقای جنوبی | کرومیت |
| فرستریت ۲(Mg, Fe)O, SiO ₂ فایالیت ۲FeO, SiO ₂ | نروژ | الیون |

مشخصات چسب‌های قالب‌گیری:

- تأمین استحکام کافی در حالت تر و خشک با توجه به نوع، اندازه و وزن قالب
- حداقل تولید گاز به هنگام تماس با مذاب
- حفظ نمودن شک قالب به هنگام قالب‌گیری
- حداقل جذب رطوبت
- قابلیت توزیع یکنواخت در مخلوط ماسه
- اقتصادی بودن
- قابلیت از هم پاشیدگی خوب پس از ذوب‌ریزی و جلوگیری از عیوب ناشی از انبساط قالب
- نداشتن چسبندگی به درجه قالب‌گیری

جدول مشخصات مواد قالب در روش‌های ریخته‌گری:

| نوع قالب | ماده اصلی | | چسب | | | مکانیسم اتصال و چسبیدگی | روش عمومی و کاربرد |
|---------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------|------------------------|---|---|
| | طبیعت شیمیایی | اندازه ذرات | طبیعت شیمیایی | درصد وزنی | درصد آب | | |
| ماسه تر (ساختگی) بدون خاک | کوارتز معدنی SiO_2 اولیوین Mg_2SiO_4 زیر کنت $ZrSiO_4$ | درشت ۰/۳۵ - ۰/۶۵ متوسط ۰/۱۵ - ۰/۳۵ ریز ۰/۱ - ۰/۱۵ | خاک مونت موریلین (بنتونیت) | ۲-۳ ۳-۵ ۵-۷ | ۲-۳ ۳-۴ ۵/۵ - | ذرات چسب به وسیله نیروی یونی اطراف ذرات ماسه را به صورت فیلم احاطه می‌کنند. | مخلوط ماسه، چسب و آب برای عموم ریخته‌گری‌های قطعات مختلف به کار می‌رود. |
| ماسه تر (طبیعی) | سیلیس معدنی SiO_2 | متوسط و ریز | خاک ایلیت یا کائولین | ۱۰-۱۵ | ۷-۹ | مانند فوق ولی با حالت پلاستیکی و چسبندگی کمتر | مانند فوق ولی کنترل مشکل‌تر است و چسبیدگی ذرات ماسه به قطعه بیشتر می‌شود. |
| ماسه خشک و ساختگی طبیعی | | | مانند ماسه تر | | | خارج کردن آب در ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ - ۷۲ ساعت باعث تقلیل ضلع اتصال و افزایش مقاومت قالب می‌شود. | برای قطعات دیردوب با اندازه‌های بزرگ و متوسط |

| نوع قالب | ماده اصلی | | چسب | | | مکانیسم اتصال و چسبندگی | روش عمومی و کاربرد |
|---------------|---------------|----------------|-----------------------|------------------------------|--|---|--|
| | طبیعت شیمیایی | اندازه ذرات mm | طبیعت شیمیایی | درصد وزنی | درصد آب | | |
| ماسه‌های خاکی | | | مانند ماسه تر و خشک | ۵-۱۵ | ۱۵-۲۵ | مانند چسب‌های فوق ولی توسط رشته‌های طبیعی آلی محکم‌تر می‌شود. | برای کارهایی که شکل ساده و بزرگ دارند و می‌توان آن‌را خشک نمود. |
| گاز CO_2 | | | مانند ماسه‌های ساختگی | محلول سیلیکات سدیم | درشت ۲/۵ متوسط ۲/۵ -۲ ریز -۱ | تغییرات شیمی، فیزیکی در سیلیکات به وسیله گاز CO_2 و یا خروج آب. | تهیه قالب و ماهیچه برای اغلب آلیاژها در هر اندازه. |
| قالب پوسته | | | مانند ماسه تر | فئول یا اوره فرمالدئید | ماهیچه ۳-۵ قالب ۴/۶ | مانند رزین‌های ترموست | مدل معمولاً تا ۲۶۰ درجه حرارت دارد و عمل تهیه قالب ۲-۶ ثانیه است و برای قطعات متوسط به کار می‌رود. |

| نوع قالب | ماده اصلی | | چسب | | مکانیسم اتصال و چسبندگی | روش عمومی و کاربرد |
|---------------------------------|---|--|---|--|--|---|
| | طبیعت شیمیایی | اندازه ذرات mm | طبیعت شیمیایی | درصد آب و درصد وزنی | | |
| مدل‌های مومی (قالب‌های سرامیکی) | مانند ماسه تر سیلومینیت و سیلیکات آلومینیم بدون کلسیم | پوسته اولیه ۰/۰۵ بقیه پوسته‌ها ذرات متوسط | محلول سیلیکات سیلین ژلاتینی سیلیکات سدیم | سیلیکات اتیلین ۴۷٪ الکل ۴۱٪ آب ۱۲٪ CIH ۲۵٪ و ذرات ریز ماسه ۱۵۰ گرم | فیلیم جامد سیلیس که به وسیله هیدرولیز حاصل می‌گردد و می‌تواند به وسیله pli اسیدی کنترل شود محلول‌های بسیار متفاوتی در این ضمیمه به کار می‌رود. | چسب سیلیس به آهستگی در حرارت ۱۰۰ درجه خشک می‌شود می‌تواند برای کارهای پیچیده و بسیار دقیق به کار رود. |
| سیمان | مانند ماسه تر | ذرات متفاوت مخلوط می‌شود | معمولاً سیمان ترکیبی از کلسیم آلومینیم است $hsio, Al_2O_3, cao$ | سیمان ۸-۱۰ درصد آب ۸-۶ درصد | ایجاد ترکیبات متفاوت | برای قطعات بزرگ و متوسط |

| نوع قالب | ماده اصلی | | چسب | | مکانیسم اتصال و چسبندگی | روش عمومی و کاربرد |
|-------------|-------------------|-----------------|--|---------------------|---|---|
| | طبیعت شیمیایی | اندازه ذرات | طبیعت شیمیایی | درصد آب و درصد وزن | | |
| ماسه ماهیچه | مانند ماسه ساختگی | ماسه تر | کربوهیدرات‌ها صمغ‌ها ملاس‌ها - آرد غلات روغن‌های طبیعی ماهی دانه‌های روغنی رزین‌های حرارتی فنول‌ها، اوردها | ۲-۴ ۱-۲/۵ ۱-۳ | تغییرات فیزیکی در آب محلول در مخلوط و استحکام کافی روغن‌های پلی‌مره شدن و در مقابل اکسیژن استحکام می‌یابد. پلی‌مره شدن رزین | سخت شدن در حرارت ۱۵۰-۱۸۰ درجه برای ۱-۴ ساعت و برای ساخت ماهیچه‌های متوسط و کوچک و قالب سخت ۲۵۰-۲۰۰ درجه برای ماهیچه سبک ۱-۱۰ دقیقه در حرارت ۱۵۰ درجه برای ماهیچه متوسط. |
| گچ پاریس | | نرم ریز تا درشت | گچ پاریس | ۲۰ تا ۳۰ درصد آب | فیلیم گچ به وسیله گسیوم و از دست دادن آب استحکام می‌یابد. | برای قطعات کوچک و زود ذوب |

جدول مشخصات ماسه بر حسب وزن و اندازه قطعه:

| وزن مخصوص (kg) | ضخامت قطعه (cm) | قابلیت نفوذ | استحکام تر (Kg / cm ²) | رطوبت % |
|----------------|-----------------|-------------|------------------------------------|---------|
| تا ۱ | تا ۱ | ۲۰ | $\frac{1}{2}$ | ۶/۵ |
| ۱ تا ۵ | ۱ تا ۲/۵ | ۳۰ | $\frac{1}{2}$ | ۶ |
| ۵ تا ۲۵ | ۲/۵ تا ۵ | ۴۰ | $\frac{1}{2}$ | ۶ |
| ۲۵ تا ۵۰ | ۵ تا ۷/۵ | ۵۰ | $\frac{1}{2}$ | ۵/۵ |
| ۵۰ تا ۱۰۰ | ۷/۵ تا ۱۰ | ۶۰ | $\frac{1}{2}$ | ۵/۵ |
| ۱۰۰ تا ۵۰۰ | ۱۰ تا ۱۵ | ۸۰ | ۱ | ۵/۵ |
| ۵۰۰ به بالا | ۱۵ | ۹۸ | ۱-۱/۵ | ۵ |

ماسه قالب‌گیری بر حسب نوع آلیاژ و ترکیبات آن و همچنین اندازه و وزن قطعات ریختگی، متفاوت است.

در جدول فوق استحکام در حالت تر، نفوذ گاز و رطوبت آن برحسب وزن و ضخامت قطعه خلاصه شده است.

براساس جدول فوق، قابلیت نفوذ گاز به خصوص برای قطعات سنگین و ضخیم به دلیل ارتباط شدید این مشخصه در جلوگیری از نفوذ گازهای حاصل از فعل و انفعالات قالب و مذاب به داخل قطعه و در نتیجه تخلخل‌های ریز و درشت در سطح قطعه ریختگی است. از طرف دیگر برای قطعات کوچک و قطعاتی که باید سطح ریختگی صاف و دقت زیاد داشته باشد، قابلیت نفوذ گاز عامل محدودکننده محسوب نمی‌شود.

لذا در این موارد از ماسه‌های نرم، که قابلیت نفوذ زیادی ندارند استفاده می‌شود تا سطح مرغوب‌تری ایجاد گردد.

جدول مواد افزودنی در مخلوط ماسه قالب‌گیری:

| نوع ماده | نقش (هدف از افزودن) |
|--|--|
| ملاس سولفیت لای آرد حبوبات اتیلن گلیکول | افزایش استحکام تر و خشک |
| اکسید آهن پودر سیلیس | بالا بردن «استحکام در درجه حرارت بالا» |
| پودر سیلیس پودر زغال چوب | بهبود کیفیت سطح تمام شده و مقاومت به نفوذ مذاب |
| گوگرد اسید بوریک بی فلوئورید آمونیم | جلوگیری از انجام واکنش های فلز- قالب |
| آرد حبوبات خاک اره | بهبود قابلیت از هم پاشیدگی و جلوگیری از عیوب ناشی از انبساط قالب |

مواد افزودنی متداول، با توجه به نقش آنها در مخلوط ماسه قالب‌گیری، در جدول فوق آمده است.

جدول مشخصات چند نمونه مخلوط ماسه قالب‌گیری برای ریخته‌گری قطعات فولادی.

| درصد اجزای تشکیل دهنده | | | | | | نوع قالب |
|------------------------|-------------|------|--------------|------------|----------------------|--|
| آب | آرد حیوانات | ملاس | بنتونیت | پودر سیلیس | ماسه سیلیسی | |
| ۳-۴ | ۱ | - | ۴ (سدیمی) | - | ۹۵ | ماسه رویه قالب (تر) |
| ۲/۵-۴ | - | - | ۵ | - | ۹۵ ماسه (نامرغوب) | ماسه پشت بند قالب |
| ۶-۷ | - | ۱/۵ | ۵/۵ | ۲۳ | ۷۰ | ماسه رویه قالب (خشک) برای قطعات ضخیم |
| ۶-۷ | - | ۱ | ۳ | ۲۰ | ۷۵ | ماسه رویه قالب (خشک) برای قطعات نازک |

جدول مشخصات عمومی مواد مورد استفاده در ساخت مدل‌ها:

| جنس | | | | مشخصات |
|---------|-------|-----------|-------|---|
| پلاستیک | فولاد | آلومینیوم | چوب | |
| خوب | متوسط | خوب | عالی | شکل پذیری (قابلیت ماشین‌کاری) مقاومت سایشی استحکام وزن قابلیت تعمیر‌کاری مقاومت به خوردگی مقاومت به جذب رطوبت و تغییر ابعاد |
| متوسط | عالی | خوب | ضعیف | |
| خوب | عالی | خوب | متوسط | |
| خوب | ضعیف | خوب | عالی | |
| ضعیف | خوب | ضعیف | عالی | |
| عالی | ضعیف | عالی | عالی | |
| عالی | عالی | عالی | ضعیف | |

جدول درصد انقباض مجاز مدل سازی مربوط به آلیاژهای صنعتی:

| توضیحات | درصد انقباض مدل سازی | جنس قطعه ریختگی |
|--|----------------------|-------------------------|
| برای قطعه‌های کمتر از صد میلی متر | ۱ | چدن خاکستری |
| برای قطعه های بین ۱۰۰۰-۱۰۰ میلی متر برای قطعه های بزرگ تر از ۱۰۰۰ میلی متر برای قطعه های بزرگ به اندازه ۰/۵٪ کاهش می یابد. | ۰/۸ ۰/۷ ۲ | چدن سفید |
| با توجه به اینکه چدن سفید به هنگام تبدیل به چدن مایلین دارای ۱ درصد انبساط است. بنابراین انقباض کلی در مقایسه با چدن سفید برای ۱=۲ درصد می باشد. | ۱ | چدن چکش خوار (مایلین) |
| این مقدار برای قطعه‌های بزرگ تا ۰/۵ درصد کاهش می یابد. | ۱/۶ | آلومینیوم و آلیاژهای آن |
| این مقدار برای قطعه‌های بزرگ تا ۰/۵ درصد کاهش می یابد. | ۲ | برنز |
| این مقدار برای قطعه های بزرگ تا ۰/۵ درصد کاهش می یابد. | ۱/۶ | برنج |
| این مقدار برای قطعه‌های بزرگ تا ۰/۵ درصد کاهش می یابد. | ۲ | فولاد |

در جدول فوق، میزان اضافه مجاز انقباضی مربوط به چند آلیاژ صنعتی درج شده است. مقدار اضافی که به منظور جبران کاهش حجمی ناشی از انقباض، به ابعاد مدل اضافه می شود، به اضافه مجاز انقباضی موسوم است. این میزان اضافه مجاز انقباضی به عامل‌هایی همچون جنس فلز یا آلیاژ، ابعاد مدل و نیز فرایند قالب گیری و طرح ماهیچه‌ها بستگی دارد.

جدول میزان اضافه مجاز ماشین کاری آلیاژهای صنعتی (برحسب میلی‌متر):

| میزان اضافه مجاز ماشین کاری | | | ابعاد مدل | جنس قطعه ریختگی |
|-----------------------------|--------------------|------|-----------|--------------------|
| سطح فوقانی قطعه ریختگی | سطح قسمت‌های داخلی | سطوح | | |
| ۵ | ۳ | ۲/۵ | تا ۱۵۰ | چدن |
| ۵/۵ | ۳/۵ | ۳ | ۱۵۰-۳۰۰ | |
| ۶ | ۵ | ۴ | ۳۰۰-۵۰۰ | |
| ۶/۵ | ۵/۵ | ۴/۵ | ۵۰۰-۹۰۰ | |
| ۸ | ۶ | ۵ | ۹۰۰-۱۵۰۰ | |
| ۶ | ۳ | ۳ | تا ۱۵۰ | فولاد ریختگی |
| ۶ | ۶ | ۵ | ۱۵۰-۳۰۰ | |
| ۸ | ۶ | ۶ | ۳۰۰-۵۰۰ | |
| ۹/۵ | ۷ | ۶ | ۵۰۰-۹۰۰ | |
| ۱۲ | ۸ | ۶ | ۹۰۰-۱۵۰۰ | |
| ۲ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱۰-۷۵ | فلزات غیر آهنی |
| ۲/۵ | ۲ | ۱/۵ | ۷۵-۲۰۰ | |
| ۳ | ۲/۵ | ۲ | ۲۰۰-۳۰۰ | |
| ۳/۵ | ۳ | ۲/۵ | ۳۰۰-۵۰۰ | |
| ۴/۵ | ۳/۵ | ۳ | ۵۰۰-۹۰۰ | |
| ۵ | ۴ | ۳ | ۹۰۰-۱۵۰۰ | |

در جدول فوق میزان اضافه مجاز ماشین کاری برای فلزات و آلیاژهای مختلف برحسب میلی‌متر درج شده است. قطعات ریختگی، معمولاً از کیفیت سطحی مطلوبی برخوردار نیستند و پس از ریخته‌گری باید تحت عملیات ماشین کاری قرار گیرند. از این رو در سطح‌هایی که لازم است ماشین کاری شوند، اضافه مجازی به نام اضافه مجاز ماشین کاری در نظر گرفته می‌شود. این اضافه مجاز به عواملی همچون جنس و طرح قطعه ریختگی و روش ریخته‌گری و تمیزکاری آن بستگی دارد.

جدول نسبت‌های راهگاهی مربوط به فلزات و آلیاژهای صنعتی:

| نسبت راهگاهی متداول $A_p : A_s : A_G$ | نوع سیستم | فلز یا آلیاژ |
|---|--|--|
| ۱ : ۲ : ۱/۵ ۱ : ۳ : ۳ ۱ : ۱ : ۵/۷ ۱ : ۲ : ۲ ۱ : ۱ : ۱ | غیرفشاری غیرفشاری فشاری غیرفشاری - | فولاد |
| ۱ : ۴ : ۴ ۱ : ۱/۳ : ۱/۱ | غیرفشاری فشاری | چدن خاکستری |
| ۱۰ : ۹ : ۸ ۱ : ۲ : ۲ ۴ : ۸ : ۳ ۱/۲ : ۱ : ۲ | فشاری غیرفشاری فشاری غیرفشاری | (ریخته‌گری در قالب ماسه ای خشک) چدن نشکن (ریخته‌گری در قالب پوسته‌ای به‌طور عمودی) |
| ۱ : ۲ : ۴ ۱ : ۲ : ۱ ۱ : ۳ : ۳ | غیرفشاری فشاری غیرفشاری | آلومینیوم |
| ۱ : ۱ : ۱ ۱ : ۱ : ۳ | - غیرفشاری | برنج (آلیاژ مس - روی) |

جدول انواع مواد پوششی جامد برای قالب‌های موقت:

| مواد اکسیدی | مواد کربنی | مواد سیلیکاتی |
|---|--|--|
| SiO _۲ پودر سیلیس Al _۲ O _۳ پودر آلومین MgO پودر اکسید منیزیم Cr _۲ O _۳ , FeO پودر کرومیت ZrO _۲ , SiO _۲ پودر زیرکنت ۳MgO, ۴SiO _۲ پودر تالک ۲H _۲ O | گرافیت پودر زغال آنتراسیت پودر کک | سیلومینیت شاموت مولوکیت کانولن ترکیبات، Al _۲ O _۳ , SiO _۲ و H _۲ O که نسبت آنها در هر یک متفاوت است. |
| غیر آهنی‌ها | آرد، تالک، مواد سیلیکاتی، سنگ گچ | |
| چدن‌ها | مواد کربنی | |
| فولادها | مواد غیر کربنی، اکسیدها و سیلیکات‌ها | |

جدول مشخصات مواد پوششی مخلوط مایع:

| نوع آبیاز | مواد پوششی (درصد) | درصد آب |
|-----------------------------|---|---------|
| آبیازهای مس | ۲ تالک - ۶/۵ پودر زغال - ۶/۵ ملاس | ۶۷ |
| برنز سرب یا فسفر | ۱۱/۵ خاک چینی - ۲۳ مواد کربنی - ۸/۵ ملاس | ۵۷ |
| آبیازهای آلومینیوم | ۲۲ تالک - ۱۱ پودر گچ - ۱۱ ملاس | ۵۶ |
| چدن پوششی سطحی (نازک) | ۲۲ پودر زغال - ۴ بنتونیت - ۴ دکسترین | ۷۰ |
| پوشش سطحی ضخیم | ۲۱ پودر زغال - ۶/۵ خاک نسوز - ۶/۵ گرافیت | ۶۶ |
| پوشش ضخیم | ۲۵ پودر سیلیس - ۶ بنتونیت - ۳ دکسترین | ۶۷ |
| | ۳ روغن بزرگ | ۶۳ |
| فولاد پوشش نازک فولاد منگنز | ۳۰ پودر زیرکون و یا پودر سیلیس - ۱/۵ بنتونیت | ۶۴ |
| | ۴/۵ روغن ماهیچه | |
| | ۴۲/۵ نیتريت - ۵ بنتونیت - ۲/۵ دکسترین | ۵۰ |
| منیزیم | برای ریخته‌گری آبیازهای منیزیم معمولاً ماسه را با ۱ درصد اسید بوریک و ۱ درصد اسید سولفوریک مخلوط می‌کنند. در بعضی موارد نیز قالب را در معرض گاز قرار می‌دهند. | |

جدول مشخصات مربوط به چند روش ماهیچه سازی:

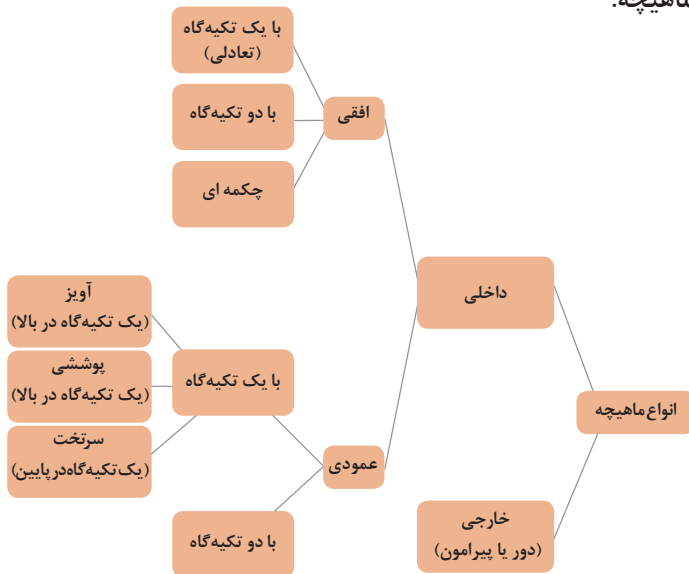
| شرایط عمل | روش معمولی | روش | روش جعبه ماهیچه گرم | روش ماهیچه سرد |
|-----------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|----------------|
| جعبه ماهیچه | چوب - فلز | چوب - فلز | فلز با شکل و طرحی مخصوص | چوب - فلز |
| عمر مفید | طولانی | متوسط | متوسط | کوتاه |
| میزان کوبش | متوسط - فشار هوا | بسیار کم - فشار هوا | فشار هوا | بسیار کم - دمش |
| زمان قالب‌گیری | متوسط | سریع | سریع | آهسته |
| تولید گاز | زیاد | کم | متوسط | متوسط |
| امکان استفاده در مشاغل کوچک | بله | بله | خیر | بله |
| قابلیت میزان تولید | زیاد | زیاد | زیاد | - |
| قابلیت متلاشی شدن | خوب | ضعیف | خوب | خوب |

جدول برخی از مخلوط‌های ماسه ماهیچه مناسب در ریخته‌گری قطعات فولادی:

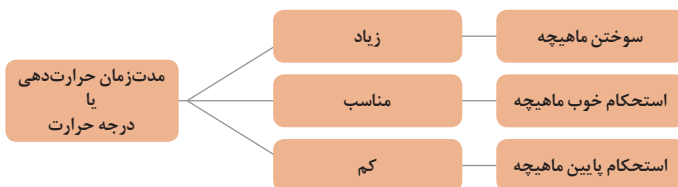
| درصد اجزا (درصد وزنی) | | | | | نوع کاربرد |
|-----------------------|---------|-------------|------------|-------------|--|
| آرد حیوانات | بنتونیت | روغن ماهیچه | پودر سیلیس | ماسه سیلیسی | |
| ۱ | ۱ | ۲ | ۶ | ۹۰ | قطعات نازک |
| - | ۱/۵ | ۲/۵ | ۱۶ | ۸۰ | ماهیچه‌های کوچک برای قطعاتی با ضخامت متوسط |
| - | ۴ | ۴ | ۴۸/۵ | ۴۳/۵ | قطعات ضخیم |

در جدول فوق نمونه‌های عملی از مخلوط‌های ماسه ماهیچه برای ریخته‌گری قطعات فولادی درج شده است.

انواع ماهیچه:



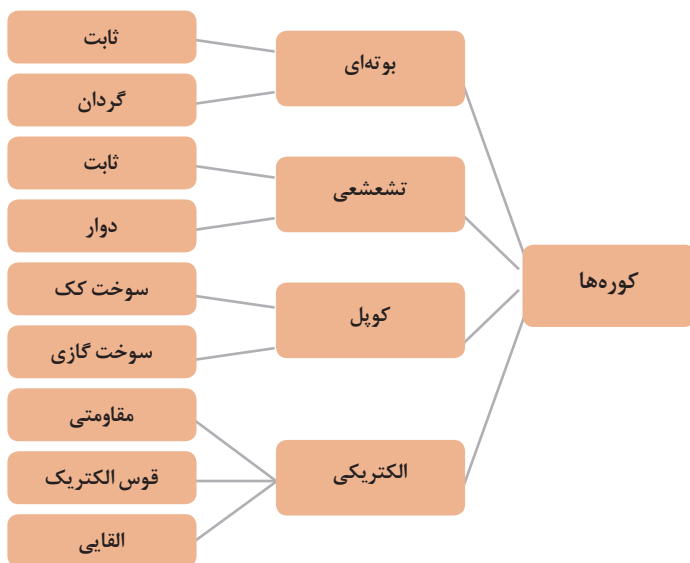
حرارت‌دهی قالب ماهیچه:



جدول نقطه ذوب برخی از عناصر صنعتی (درجه سانتی گراد):

| نقطه ذوب | نماد شیمیایی | نام عنصر | نقطه ذوب | نماد شیمیایی | نام عنصر |
|----------|--------------|----------|----------|--------------|-----------|
| ۹۷/۵ | Na | سدیم | ۶۶۰ | Al | آلومینیوم |
| ۳۲۷ | Pb | سرب | ۶۳۰ | Sb | آنتیموان |
| ۲۱۷ | Se | سلنیوم | ۱۵۳۹ | Fe | آهن |
| ۱۴۱۰ | Si | سیلیسیم | ۱۵۴۰ | Sr | استرانسیم |
| ۱۰۶۳ | Au | طلا | ۱۱۳۲ | U | اورانیوم |
| ۲۳۲ | Sn | قلع | ۲۴۵۵ | Ir | ایریدیم |
| ۳۲۱ | Cd | کادمیوم | ۱۵۶ | In | ایندیوم |
| ۱۴۹۵ | Co | کوبالت | ۷۱۴ | Ba | باریم |
| ۳۷۰۰ | C | کربن | (۲۱۰۰) | B | بر |
| ۱۸۷۵ | Cr | کرم | ۱۲۷۷ | Be | برلیوم |
| ۸۳۹ | Ca | کلسیم | ۲۷۱ | Bi | بیسموت |
| ۳۰ | Ga | گالیوم | ۶۳/۷ | K | پتاسیم |
| ۱۸۰ | Li | لیتیم | ۱۷۶۹ | Pt | پلاتین |
| ۱۰۸۳ | Cu | مس | ۲۵۰ | Pu | پلونیوم |
| ۱۲۴۵ | Mn | منگنز | ۳۴۱۰ | W | تنگستن |
| ۶۵۱ | Mg | منیزیم | ۱۷۵۰ | Th | توریم |
| ۲۶۱۰ | Mo | مولیبدن | ۱۶۷۰ | Ti | تیتانیوم |
| ۹۶۰ | Ag | نقره | (-۳۹) | Hg | جیوه |
| ۱۴۵۳ | Ni | نیکل | ۷۰۰ | Ra | رادیوم |
| ۲۴۷۰ | Nb | نیوبیوم | ۴۱۹ | Zn | روی |
| ۱۸۶۰ | V | وانادیم | ۱۸۵۲ | Zr | زیرکنیوم |
| | | | ۹۳۷ | Ge | ژرمنیوم |

انواع کوره‌ها:



انواع کوره القایی:



جدول کنترل هوا و سوخت در یک کوره دوار با سوخت نفتی:

| کنترل هوا و سوخت هنگامی که حداقل اکسیداسیون مذاب مورد نظر است. (C) | کنترل هوای با فشار مثبت و سوخت (b) | کنترل هوا و سوخت به طریق مشاهده ای (a) | |
|--|------------------------------------|--|---|
| ۴۴ | ۴۰ | ۴۲ | |
| ۱۳۰ | ۱۵۰ | معلوم نیست | دبی سوخت گالن/ساعت |
| ۱۳۰ | ۱۳۹ | ۱۴۰ | فوت مکعب هوا/ پوند سوخت |
| ۱۰۳ | ۱۰۳ | ۱۰۰ | طول مدت اولین ذوب |
| | | | طول مدت چهارمین ذوب |
| | | | تفاوت ترکیب شیمیایی با ترکیب تئوریک |
| +۰/۰۵ | -۰/۱۵ | -۰/۴۵ | درصد کربن |
| -۰/۱۲ | -۰/۱۲ | -۰/۳۶ | درصد سیلیسیم |
| -۰/۱۲ | -۰/۱۲ | -۰/۳۶ | درصد منگنز |
| | | | حداکثر درجه حرارت رکوپراتور (درجه سانتی گراد) |
| ۹۰۰ | ۷۰۰ | حدود ۹۵۰ | حداکثر درجه حرارت هوا |
| ۵۵۰ | ۴۲۵ | ۲۵۰ | درصد آهن موجود در سر باره |
| ۳/۴ | ۵/۴ | ۱۸ | مصرف سوخت، گالن/تن |
| ۳۹/۵ | ۳۱ | معلوم نیست | درجه حرارت مذاب، سانتی گراد |
| ۱۴۸۰ | ۱۴۹۰ | معلوم نیست | |

مصرف دیرگداز کوره : ۶۰ lb / Ton

مصرف لبه دود کش: ۲۷lb / Ton

قدرت : ۲۱۵Kwh

نحوه کار یک کوره ۳ تنی در جدول فوق نشان داده شده است. هنگامی که ۲۲۵۰ تا ۲۷۵۰ کیلوگرم شارژ در این کوره ذوب گردد، حالت (a) برای موردی است که هوا و سوخت و در حقیقت شعله دستی کنترل می‌گردد، (b) کنترل هوای مثبت و سوخت و (c) حالتی است که حداقل اکسیداسیون مذاب مورد نظر باشد.

جدول انواع کوره‌های مصرفی در ریخته‌گری برای ذوب فلزات و آلیاژها به همراه نوع سوخت:

| نام سوخت | شکل سوخت | فلزی که ذوب می‌گردد | نوع کوره |
|---------------------------------------|--|---|--|
| زغال | پودر زغال نوع بیتومینی یا انتراسیت به صورت بریکت و تکه | چدن | شعله ای (رودباد ده) |
| کک مواد نفتی (گازوئیل یا مازوت) | به صورت تکه مایع | چدن فلزات غیر آهنی فلزات غیر آهنی | کوپل کوره بوت‌های بوت‌های زیمنس - مارتین بوت‌های زیمنس - مارتین کوپل |
| گاز | فوس مستقیم | چدن، فولاد فلزات غیر آهنی چدن | زیمنس - مارتین کوپل کوره فوس الکتریکی یک، دو و سه فازی کوره فوس تشعشی |
| الکتریسته | فوس غیر مستقیم | فلزات غیر آهنی چدن | کوره فوس الکتریکی یک، دو و سه فازی کوره فوس تشعشی |
| | مقاومتی القائی | چدن فلزات غیر آهنی تمام فلزات | کوره فوس مقاومتی بوت‌های و نوع گردان |

جدول تأثیر گرم کردن مواد شارژ در شرایط ذوب:

| شرایط ذوب | شارژ در درجه حرارت محیط | شارژ گرم شده تا درجه حرارت ۴۰۰ °C |
|---|-------------------------|-----------------------------------|
| سرعت ذوب (کیلوگرم بر ساعت) | ۹۰ | ۱۴۵ |
| درصد افزایش سرعت ذوب | ... | ۶۰ |
| افت درجه حرارت با شارژ ۱۰٪ ظرفیت بوت | ۳۵ | ۵ |
| مصرف سوخت برای ۱۰۰ کیلو مذاب برحسب کیلوگرم | ۶/۷ | ۴/۵ |
| درصد تقلیل مصرف سوخت درجه حرارت سوخت | ۱۰۵۵ | ۳۲/۸ |
| | | ۵۵۵ |

به دلیل اتلاف حرارت در آجرهای نسوز، بوت، محفظه کوره و خروج حرارت توسط منافذ متعدد کوره، راندمان حرارتی این کوره‌ها (کوره‌های بوت‌های) بسیار پایین و به سختی از ۲۰ درصد تجاوز می‌کند و فقط با گرم کردن مقدماتی مواد شارژ، می‌توان راندمان حرارتی آن را افزایش و درصد سوخت مصرفی آن را کاهش داد. در جدول فوق تأثیر گرم کردن موارد شارژ در چگونگی راندمان حرارتی و سوخت مصرفی درج گردیده است.

جدول درصد اتلافات عناصر مختلف در تحت شرایط نوع شارژ و کوره:

| عنصر | شمس های اولیه | | | برگشتی ها و قراضه ها | | |
|-----------|---------------|--------------|-------------|----------------------|--------------|-------------|
| | کوره الکتریکی | کوره شعله ای | کوره بوتهای | کوره الکتریکی | کوره شعله ای | کوره بوتهای |
| آلومینیوم | ۱-۱/۲ | ۱-۲ | ۱-۱/۵ | ۱-۲ | ۲/۵-۳ | ۱/۵-۲ |
| منیزیم | ۲-۳ | ۳-۵ | ۲/۵-۳/۵ | ۳-۵ | ۳-۱۰ | ۳-۶ |
| برلیوم | ۲-۳ | ۳-۵ | ۲/۵-۳/۵ | ۳-۵ | ۵-۱۰ | ۳-۶ |
| سدیم | ۲-۳ | ۳-۵ | ۲/۵-۳/۵ | ۳-۵ | ۵-۱۰ | ۴-۷ |
| روی | ۱-۳ | ۲-۴ | ۱-۳ | ۲-۳ | ۳-۵ | ۲-۴ |
| منگنز | ۰/۵ | ۱-۲ | ۰/۵-۱ | ۱-۲ | ۲-۳ | ۱-۲ |
| قلع | ۰/۵ | ۱-۱/۵ | ۰/۵-۱ | ۱-۱/۵ | ۱/۵-۲ | ۱/۵-۲ |
| آهن | ۰/۵ | ۰/۵-۱ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵-۱ | ۰/۵ |
| نیکل | ۰/۵ | ۰/۵-۱ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵-۱ | ۰/۵ |
| سیلیسیم | ۰/۵ | ۱-۱/۵ | ۰/۵-۱ | ۱-۱/۵ | ۱/۵-۲ | ۱-۲ |
| مس | ۰/۵ | ۱-۲ | ۰/۵-۱ | ۱-۲ | ۲-۳ | ۱-۲ |
| سرب | ۰/۵-۲ | ۱-۲ | ۱-۲ | ۱-۲ | ۱/۵-۲/۵ | ۱-۲ |

جدول قابلیت انحلال هیدروژن در آلومینیوم و چند آلیاژ آن:

| قابلیت انحلال PPM | آلیاژ |
|-------------------|---|
| ۱/۲ | آلومینیوم خالص |
| ۰/۸۱ | آلیاژ آلومینیوم با ۷ درصد سیلیسیم و ۳ درصد منیزیم |
| ۰/۸۸ | آلیاژ آلومینیوم با ۴/۵ درصد مس |
| ۰/۶۷ | آلیاژ آلومینیوم با ۱۶ درصد سیلیسیم و ۳/۵ درصد مس |
| ۱/۱۵ | آلیاژ آلومینیوم با ۴ درصد منیزیم و ۲ درصد سیلیسیم |

جدول مقایسه خواص مواد گاز زدا:

| | کلر Cl _۲ | هگزا کلرو اتان C _۲ Cl _۶ | کلرور آلومینیوم AlCl _۳ | ازت N _۲ |
|-----------------------------------|------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|
| حذف نیدروژن | خیلی خوب | خوب | خوب | تقریباً خوب |
| حذف اکسید آلومینیوم | خیلی خوب | خوب | خوب | کم |
| القاء گاز پوششی در سطح مذاب | خوب | خوب | خوب | کم |
| نوع سر باره | خشک | خشک | خشک | تر |
| مقدار فلز در سر باره استفاده برای | خیلی کم | کم | کم | زیاد |
| گاز زدایی تکباری (پاتیل) | بله | بله | بله | بله |
| گاز زدایی مداوم | بله | نه | نه | بله |
| کنترل مقدار گاز | خیلی خوب | خیلی خوب | خوب | خیلی خوب |
| قیمت نسبی | پائین | نسبتاً پائین | نسبتاً پائین | پائین |
| عیوب عمده | سمی و خورنده | نسبتاً خورنده | رطوبت گیر | تعداد زیاد فلز در سر باره |

جدول چگونگی گاززدایی و تصفیه مذاب از گازها و آخال‌ها:

| نوع فلز اصلی | گاز | نوع واکنش | نام عملیات | مواد موثر بر عملیات کیفی |
|--------------|----------------|--|---------------------------|---|
| آلومینیوم | H _۲ | انحلالی [H] _(Al) | گاززدایی | ازت، کلر، مخلوط ۳۰-۷۰ و یا ۱۰-۹۰ ازت و کلر مواد قابل تبخیر نظیر، انواع کلرورها و فلئورهای چندگانه |
| | O _۲ | ترکیبی <Al _۲ O _۳ > | آخال زدایی | کلرورها و فلئورهای سدیم، پتاسیم و گاه کلسیم |
| فولاد | H _۲ | انحلالی [O] _(Fe) | گاززدایی | گاز CO در ضمن تصفیه مقدار هیدروژن را کاهش می‌دهد. |
| | O _۲ | انحلالی [O] _(Fe) ترکیبی انواع اکسیدها | اکسیژن زدایی فلاکس زنی | منیزیم، آلومینیوم، تیتانیوم، سیلیسیم و آلیاژهای آنها استفاده از فلاکس های حاوی کلسیم و سدیم عموماً براساس ترکیبات کربناتی و کاربیدی |
| | S | انحلالی [S] _(Fe) | گوگرد زدایی | مواد حاوی منیزیم، منگنز، کلسیم، کاربید کلسیم |
| | N _۲ | انحلالی [N] _(Fe) ترکیبی نیترورها | گاززدایی | نظیر هیدروژن در آهن Al, Ti نیز می‌توانند نیترورها را خارج سازند، فلاکس های کلسیم و منیزیم |
| مس | H _۲ | انحلالی [H] _(Cu) | گاززدایی | ازت، گاز کربنیک و مواد قابل تبخیر، و در بسیاری موارد اکسیژن زدایی کافی است. |
| | O _۲ | انحلالی [O] _(Cu) ترکیبی Cu _۲ O | اکسیژن زدایی فلاکس زنی | فسفر، کربن، لیتیم، کلسیم فلاکس های حاوی سیلیس، براکس و ... |
| | S | انحلالی [S] _(Cu) ترکیبی Cu _۲ S | فلاکس زنی فلاکس زنی | کنترل در مواد شارژ فلاکس های حاوی سیلیسیم، براکس و بر |
| منیزیم | H _۲ | انحلالی [H] _(Mg) | گاززدایی | مانند آلومینیوم از ازت بیشتر و کلر کمتر استفاده می‌شود. |
| | O _۲ | ترکیبی <MgO> ترکیبی (Mg,N) | آخال زدایی آخال زدایی | مواد کلروره، کلور منیزیم، اسیدبوریک فلوبرات آمونیوم، ترکیبات حاوی گوگرد نظیر فوق |

جدول فوق چگونگی گاززدایی و تصفیه مذاب از گازها و آخال را برای فلزات مختلف نشان می‌دهد.

ازت برای آلومینیوم و آلیاژهای آن گاز بی اثر است. اگرچه برای برخی آلیاژهای آلومینیوم بی اثر محسوب نمی‌شود.

برای مس و آلیاژهای آن، گازهای ازت و گاز کربنیک به کار می‌رود. برای فولادها گاز کربنیک و اکسید کربن به کار می‌رود. برای منیزیم از ازت بیشتر استفاده می‌گردد.

جدول وزن مخصوص چند ترکیب در مقایسه با فلز مذاب:

| فلزات | وزن مخصوص در حالت مایع g/cm^3 | ترکیبات | وزن مخصوص ترکیبات g/cm^3 |
|-------|---------------------------------|--|------------------------------|
| Cu | ۸/۲۲ | CuCl _۲ CuO | ۳/۰۵ ۵/۶ |
| Al | ۲/۳ | Al _۲ O _۳ AlCl _۳ سرباره های اکسیدی | ۴ ۱/۵۲ ۱/۸ |
| Fe | ۶/۹ | FeO Fe _۲ O _۳ Fe _۳ O _۴ FeCl _۲ FeCl _۳ سرباره آهنی | ۵/۱ ۲/۵۲ ۲/۸۰ ۳-۴/۲ |
| Mg | ۱/۵ | MgO MgCl _۲ | ۳/۶ ۲/۳ |
| Zn | ۶/۵ | ZnS ZnCl _۲ ZnO | ۳/۹ ۲/۷۵ ۵/۶ |
| | | خاک نسوز و SiO _۲ | ۲ |

جدول اندازه استاندارد بوته‌های گرافیتی:

| شماره | ارتفاع بیرونی میلی‌متر | قطر بالای بوته میلی‌متر | قطر شکم میلی‌متر | قطر ته بوته میلی‌متر | ظرفیت بوته براساس گنجایش آب کیلوگرم | ظرفیت برای بونج قرمز بر حسب کیلوگرم |
|-------|---------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------|--|---|
| ۰۰۰ | ۷۴ | ۶۰ | ۶۰ | ۴۴ | ۰/۱۱ | ۰/۵۴ |
| ۱ | ۹۲ | ۸۳ | ۸۰ | ۵۷ | ۰/۲۳ | ۱/۳۵ |
| ۲ | ۱۱۴ | ۹۵ | ۹۴ | ۷۳ | ۰/۳۴ | ۲/۱۵ |
| ۳ | ۱۳۶ | ۱۰۸ | ۱۰۵ | ۷۶ | ۰/۴۵ | ۳/۸۵ |
| ۴ | ۱۴۶ | ۱۱۷ | ۱۱۶ | ۷۹ | ۰/۶۸ | ۴/۶۰ |
| ۶ | ۱۶۵ | ۱۳۳ | ۱۳۳ | ۹۸ | ۱/- | ۷/۰۰ |
| ۸ | ۱۸۱ | ۱۵۰ | ۱۵۰ | ۱۰۸ | ۱/۳۶ | ۹/۴۰ |
| ۱۰ | ۲۰۵ | ۱۵۴ | ۱۶۸ | ۱۲۵ | ۲/۱۸ | ۱۶/۳۵ |
| ۱۲ | ۲۱۶ | ۱۶۲ | ۱۷۴ | ۱۲۸ | ۲/۲۷ | ۱۹/۰۰ |
| ۱۴ | ۲۲۵ | ۱۶۷ | ۱۸۲ | ۱۳۳ | ۲/۶۰ | ۲۱/۷۵ |
| ۱۶ | ۲۳۵ | ۱۷۶ | ۱۹۰ | ۱۴۰ | ۳/۲۵ | ۲۴/۰۰ |
| ۱۸ | ۲۴۹ | ۱۸۵ | ۲۰۱ | ۱۴۸ | ۳/۹۰ | ۲۹/۰۰ |
| ۲۰ | ۲۶۲ | ۱۹۳ | ۲۱۳ | ۱۵۵ | ۴/۵۰ | ۳۳/۵۰ |
| ۲۵ | ۲۷۸ | ۲۰۸ | ۲۲۶ | ۱۶۵ | ۵/۴۰ | ۴۰/۴۰ |
| ۳۰ | ۲۹۲ | ۲۱۹ | ۲۳۷ | ۱۷۳ | ۶/۳۵ | ۴۷/۲۰ |
| ۳۵ | ۳۰۵ | ۲۲۸ | ۲۴۸ | ۱۸۱ | ۷/۲۵ | ۵۴/۰۰ |
| ۴۰ | ۳۱۷ | ۲۳۸ | ۲۵۷ | ۱۸۹ | ۸/۱۶ | ۶۰/۸۰ |
| ۴۵ | ۳۳۵ | ۲۵۰ | ۲۷۲ | ۱۹۸ | ۹/۵۲ | ۷۱/۲۰ |
| ۵۰ | ۳۵۰ | ۲۶۰ | ۲۸۲ | ۲۰۶ | ۱۰/۹۰ | ۸۱/۲۰ |
| ۶۰ | ۳۶۷ | ۲۷۵ | ۲۹۷ | ۲۱۷ | ۱۲/۷۰ | ۹۴/۸۰ |
| ۷۰ | ۳۸۳ | ۲۸۵ | ۳۱۰ | ۲۲۷ | ۱۴/۵۰ | ۱۰۸/۵۰ |
| ۸۰ | ۳۹۷ | ۲۹۷ | ۳۲۲ | ۲۳۵ | ۱۶/۳۰ | ۱۲۲/- |
| ۹۰ | ۴۱۱ | ۳۰۸ | ۳۳۳ | ۲۴۳ | ۱۸/۲۰ | ۱۳۵/۰۰ |
| ۱۰۰ | ۴۲۴ | ۳۱۸ | ۳۴۳ | ۲۵۱ | ۲۰/۰۰ | ۱۴۹/۰۰ |
| ۱۲۵ | ۴۴۱ | ۳۳۰ | ۳۵۷ | ۲۶۲ | ۲۲/۷۰ | ۱۷۰/۰۰ |
| ۱۵۰ | ۴۶۷ | ۳۵۰ | ۳۷۸ | ۲۷۶ | ۲۷/۷۰ | ۲۱۲/۰۰ |
| ۱۷۵ | ۴۸۹ | ۳۶۵ | ۳۹۵ | ۲۹۰ | ۳۱/۷۵ | ۲۳۷/۰۰ |
| ۲۰۰ | ۵۰۸ | ۳۸۱ | ۴۱۳ | ۳۰۱ | ۳۶/۳۰ | ۲۷۰/۰۰ |
| ۲۲۵ | ۵۲۷ | ۳۹۴ | ۴۲۷ | ۳۱۳ | ۴۰/۸۵ | ۲۸۵/۰۰ |
| ۲۵۰ | ۵۴۳ | ۴۰۶ | ۴۴۰ | ۳۲۲ | ۴۵/۴۰ | ۳۳۹/۰۰ |
| ۲۷۵ | ۵۵۹ | ۴۱۷ | ۴۵۲ | ۳۳۰ | ۴۹/۹۰ | ۳۷۳/۰۰ |
| ۳۰۰ | ۵۷۱ | ۴۲۹ | ۴۶۳ | ۳۴۰ | ۵۴/۴۰ | ۴۰۶/۰۰ |
| ۴۰۰ | ۶۱۷ | ۴۶۲ | ۵۰۰ | ۳۶۷ | ۷۲/۶۰ | ۵۴۲/۰۰ |

در جدول فوق شماره بوته‌ها براساس مقدار مذاب چدن برحسب کیلوگرم مشخص شده است. به این معنی که بوته شماره ۶۰، ۶۰ کیلوگرم مذاب چدن را در خود جای می‌دهد و برای تبدیل آن به فلزات دیگر از رابطه مقابل استفاده می‌شود.

$$\frac{\text{فلز } m}{\text{چدن } p} = \frac{\text{فلز } m}{\text{چدن } p}$$

جدول پاتیل‌های مصرفی برای ذوب انواع فلزات

| نام فلز | Bull adle با مخروطی جرثقیل | کمچه دو نفره | کمچه دستی | پاتیل لبه‌دار | پاتیل قوری شکل | پاتیل کف‌ریز | پاتیل چدنی و فولادی | پاتیل با جداره دیرگداز |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------|--------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------------|---------------------------|
| منیزیم | * | * | * | * | | | * | |
| آلومینیوم | * | * | * | * | | | * | * |
| چدن خاکستری | * | * | * | * | * | | | * |
| چدن مالی بل | * | * | * | * | | | | * |
| چدن با گرافیت کروی | * | * | * | * | * | | | * |
| برنج‌ها و برنرها | * | * | * | * | | | | * |
| فولاد بازی | * | * | * | * | * | * | | * |
| فولاد اسیدی | * | * | * | * | * | * | | * |

جدول ضخامت آستر نسوز پاتیل‌ها

| میانگین ضخامت آستر نسوز | | | | ظرفیت اسمی | | |
|-------------------------|----------|------------|----------|------------|----|-------------------|
| کف | | سطوح جانبی | | cwt | تن | تن (در واحد متری) |
| اینچ | میلی‌متر | اینچ | میلی‌متر | | | |
| ۳ | ۷۶ | ۲ | ۵۱ | ۱۰ | - | ۰/۵۱ |
| ۳ | ۷۶ | ۲ | ۵۱ | ۱۵ | - | ۰/۷۶ |
| ۳ | ۷۶ | ۲ | ۵۱ | ۰ | ۱ | ۱/۰۲ |
| ۳ | ۷۶ | ۲ | ۵۱ | ۵ | ۱ | ۱/۲۷ |
| ۳ | ۷۶ | ۲ | ۵۱ | ۱۰ | ۱ | ۱/۵۴ |
| ۳ | ۷۶ | ۲ | ۵۱ | ۰ | ۲ | ۲/۰۳ |
| ۴/۵ | ۱۱۴ | ۳ | ۷۶ | ۱۰ | ۲ | ۲/۵۴ |
| ۴/۵ | ۱۱۴ | ۳ | ۷۶ | ۰ | ۳ | ۳/۰۵ |
| ۴/۵ | ۱۱۴ | ۳ | ۷۶ | ۱۰ | ۳ | ۳/۵۶ |
| ۴/۵ | ۱۱۴ | ۳ | ۷۶ | ۰ | ۴ | ۴/۰۶ |
| ۷ | ۱۷۸ | ۴/۵ | ۱۱۴ | ۰ | ۵ | ۵/۰۸ |
| ۷ | ۱۷۸ | ۴/۵ | ۱۱۴ | ۰ | ۶ | ۶/۱۰ |
| ۷ | ۱۷۸ | ۴/۵ | ۱۱۴ | ۰ | ۷ | ۷/۱۱ |
| ۷ | ۱۷۸ | ۴/۵ | ۱۱۴ | ۰ | ۸ | ۸/۱۳ |
| ۷ | ۱۷۸ | ۴/۵ | ۱۱۴ | ۰ | ۱۰ | ۱۰/۱۶ |

در جدول فوق ضخامت انواع آسترهای نسوز مورد استفاده در پاتیل آمده است. مواد نسوزی که از آنها برای آسترکشی پاتیل استفاده می‌شوند، باید در برابر شوک حرارتی که به هنگام پر کردن مذاب در آنها ایجاد می‌شود پایداری زیادی داشته باشند و کنده نشوند. همچنین آستر باید در مقابل نفوذ فلز مذاب از خود پایداری نشان دهد. نسوز بودن، عموماً در درجه دوم اهمیت قرار دارد. چون مدت زمان نگهداری فلز در پاتیل اغلب خیلی کوتاه است و فرصت کافی برای نرم شدن مواد نسوز وجود ندارد. بعضی از اوقات یک لایه عایق یا آستر حفاظتی در پشت آستر معمولی قرار دارد.

جدول استاندارد شیب مدل بر اساس دین ۱۵۱۱

| ارتفاع برحسب میلی‌متر | شیب برحسب درجه | ارتفاع برحسب میلی‌متر | شیب برحسب میلی‌متر |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| تا ۱۰ | ۳ | تا ۲۵۰ | ۱/۵ |
| ۱۰-۱۸ | ۲ | ۲۵۰-۳۲۰ | ۲ |
| ۱۸-۳۰ | ۱ و ۳۰' | ۳۲۰-۵۰۰ | ۳ |
| ۳۰-۵۰ | ۱ | ۵۰۰-۸۰۰ | ۴/۵ |
| ۵۰-۸۰ | ۴۵' | ۸۰۰-۱۲۰۰ | ۷ |
| ۸۰-۱۸۰ | ۳۰' | ۱۲۰۰-۲۰۰۰ | ۱۱ |
| — | — | ۲۰۰۰-۴۰۰۰ | ۲۱ |

جدول شیب مدل براساس روش‌های قالب‌گیری دین ۱۵۱۱ آلمان

| نسبت شیب به ارتفاع | ارتفاع بر حسب میلی‌متر | شرح |
|-----------------------|---------------------------|---|
| ۱/۲۰ | تا ۱۰ | حالت اول: مدل از قالب جدا می‌شود. |
| ۱/۲۰۰ | تا ۱۰۰۰ | |
| —/۱۵ | تا ۱۰ | حالت دوم: قالب از مدل جدا می‌شود و مدل در قالب زیری باقی می‌ماند و یا قالب رویی همراه با مدل از قالب زیری جدا می‌شود. |
| ۱/۱۰۰ | تا ۱۰۰۰ | |
| ۱/۵ | تا ۱۰ | حالت سوم: ماسه از ماسه و یا قالب از قالب جدا می‌شود و مدلی در قالب وجود ندارد (مانند قالب‌گیری شابلونی). |
| ۱/۱۵ | تا ۱۰۰۰ | |

محاسبه مقدار انقباض: برای محاسبه مقدار انقباض فلزات ریختگی از جدول و رابطه‌های ۱ و ۲ استفاده می‌شود.

اندازه مدل LM =

اندازه قطعه LG =

درصد انقباض S =

$$\text{رابطه ۱. } \boxed{LM = \frac{LG \times 100}{100 - S}}$$

$$\text{رابطه ۲. } \boxed{LM = \frac{LG \times S}{100} + LG}$$

توجه: رابطه ۱ دقیق است و برای مدل‌های ماشینی به کار می‌رود، ولی رابطه ۲ تقریبی است و برای مدل‌های چوبی دستی مناسب است.

جدول درصد انقباض تئوری و عملی فلزات در قالب‌های موقت

| درصد انقباض عملی | درصد انقباض تئوری | جنس فلز |
|------------------|-------------------|---------------------------------------|
| ۱/۳ - ۰/۵ | ۱ | چدن خاکستری |
| ۲ - ۰/۸ | ۱/۲ | چدن با گرافیت کروی بدون عملیات حرارتی |
| ۰/۸ - ۰ | ۰/۵ | چدن گرافیت کروی با عملیات حرارتی |
| ۲ - ۱ | ۱/۶ | چدن تمپر سفید (GTW) |
| ۱/۵ - ۰ | ۰/۵ | چدن تمپر سیاه (GTS) |
| ۲/۵ - ۱/۵ | ۲ | فولاد ریختگی |
| ۲/۸ - ۲/۳ | ۲/۳ | فولاد منگنز |
| ۱/۵ - ۰/۸ | ۱/۲ | آلیاژهای آلومینیم |
| ۱/۵ - ۱ | ۱/۲ | آلیاژهای منیزیم |
| ۲/۱ - ۱/۵ | ۱/۹ | مس الکترولیت |
| ۲ - ۰/۸ | ۱/۵ | آلیاژ مس و قلع (برنز) |
| ۱/۶ - ۰/۸ | ۱/۳ | آلیاژ مس و قلع و روی (برنج قرمز) |
| ۱/۸ - ۰/۸ | ۱/۲ | آلیاژ مس و روی (برنج) |
| ۲/۳ - ۱/۸ | ۲ | آلیاژهای مس مخصوص [Cu-Zn-Mn(Fe-Al)] |
| ۲/۳ - ۱/۹ | ۲/۱ | آلیاژهای آلومینیم برنز |
| ۱/۵ - ۱/۱ | ۱/۳ | آلیاژ روی |
| ۰/۶ - ۰/۴ | ۰/۵ | فلزات سفید (آلیاژهای سرب و قلع) |

محاسبه مقدار شیب بر حسب میلی متر

$$F_s (\text{mm}) = \frac{\text{درجه} \times h \times 1/75}{100} \quad \text{رابطه ۳}$$

جدول شیب بر حسب درصد

| ارتفاع قالبگیری غیر معمولی | ارتفاع قالبگیری معمولی | شرح |
|----------------------------|------------------------|-----------|
| ۳ درصد | ۲ درصد | شیب خارجی |
| ۵ درصد | ۳ درصد | شیب داخلی |

جدول تعیین ارتفاع تکیه‌گاه زیری در ماهیچه‌های عمودی:

| ارتفاع تکیه‌گاه زیری بر حسب میلی‌متر = h_1 | | | | | | | | | | قطر ماهیچه = D ارتفاع ماهیچه = h |
|--|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------|---------------------------------------|
| بیش از ۲۵۰۰ | ۱۶۰۱ ۲۵۰۰ | ۱۰۰۱ ۱۶۰۰ | ۶۵۱ ۱۰۰۰ | ۴۰۱ ۶۵۰ | ۲۵۱ ۴۰۰ | ۱۶۱ ۲۵۰ | ۱۰۱ ۱۶۰ | ۵۱ ۱۰۰ | تا ۵۰ | |
| — | — | — | — | — | — | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | تا ۵۰ |
| — | — | — | — | — | ۵۰ | ۵۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۱۰۰ - ۵۱ |
| — | — | — | — | ۸۰ | ۶۰ | ۶۰ | ۵۰ | ۵۰ | ۴۰ | ۲۰۰ - ۱۰۱ |
| — | — | ۲۰۰ | ۱۰۰ | ۸۰ | ۷۰ | ۷۰ | ۶۰ | ۶۰ | ۵۰ | ۴۰۰ - ۲۰۱ |
| ۱۴۰ | ۱۲۰ | ۱۱۰ | ۱۱۰ | ۱۰۰ | ۸۰ | ۸۰ | ۷۰ | ۷۰ | ۶۰ | ۷۰۰ - ۴۰۱ |
| ۱۷۰ | ۱۵۰ | ۱۴۰ | ۱۴۰ | ۱۳۰ | ۱۱۰ | ۱۱۰ | ۱۰۰ | ۹۰ | — | ۱۲۰۰ - ۷۰۱ |
| ۱۹۰ | ۱۷۰ | ۱۷۰ | ۱۶۰ | ۱۵۰ | ۱۴۰ | ۱۴۰ | ۱۳۰ | — | — | ۲۰۰۰ - ۱۲۰۱ |
| ۲۲۰ | ۲۰۰ | ۲۰۰ | ۱۹۰ | ۱۸۰ | ۱۷۰ | ۱۷۰ | — | — | — | ۳۰۰۰ - ۲۰۰۱ |
| ۲۵۰ | ۲۳۰ | ۲۳۰ | ۲۲۰ | ۲۱۰ | ۲۰۰ | ۲۰۰ | — | — | — | ۵۰۰۰ - ۳۰۰۱ |

جدول تعیین طول تکیه‌گاه‌های افقی برحسب میلی‌متر

| طول تکیه‌گاه = $I_1 = I_2$ | | | | | | | | | | | طول مامیچه = L $D = \frac{D-d}{4}$ |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|----------|---|
| بیش از ۳۰۰۰ | ۲۵۰۰ ۳۰۰۰ | ۲۰۰۰ ۲۵۰۰ | ۱۵۰۰ ۲۰۰۰ | ۱۰۰۰ ۱۵۰۰ | ۷۵۰ ۱۰۰۰ | ۵۰۰ ۷۵۰ | ۳۰۰ ۵۰۰ | ۱۵۰ ۳۰۰ | ۵۰ ۱۵۰ | تا ۵۰ | |
| — | — | — | — | — | — | — | ۴۰ | ۳۰ | ۲۰ | ۱۵ | تا ۵۰ |
| — | — | — | — | — | ۷۰ | ۶۰ | ۵۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۲۰ | ۱۰۰ - ۵۰ |
| — | — | — | ۱۱۰ | ۱۰۰ | ۸۰ | ۷۰ | ۶۰ | ۵۰ | ۴۰ | — | ۲۰۰ - ۱۰۰ |
| ۱۵۰ | ۱۴۰ | ۱۳۰ | ۱۱۰ | ۹۰ | ۸۰ | ۷۰ | ۶۰ | ۶۰ | ۵۰ | — | ۳۰۰ - ۲۰۰ |
| ۱۶۰ | ۱۵۰ | ۱۴۰ | ۱۳۰ | ۱۲۰ | ۱۰۰ | ۹۰ | ۸۰ | ۷۰ | — | — | ۴۰۰ - ۳۰۰ |
| ۱۷۰ | ۱۶۰ | ۱۵۰ | ۱۴۰ | ۱۳۰ | ۱۱۰ | ۱۰۰ | ۹۰ | ۸۰ | — | — | ۵۰۰ - ۴۰۰ |
| ۱۸۰ | ۱۷۰ | ۱۶۰ | ۱۵۰ | ۱۴۰ | ۱۲۰ | ۱۱۰ | ۱۰۰ | — | — | — | ۷۰۰ - ۵۰۰ |
| ۱۹۰ | ۱۸۰ | ۱۷۰ | ۱۶۰ | ۱۵۰ | ۱۴۰ | ۱۲۰ | — | — | — | — | ۱۰۰۰ - ۷۰۰ |
| ۲۰۰ | ۱۹۰ | ۱۸۰ | ۱۷۰ | ۱۶۰ | ۱۵۰ | — | — | — | — | — | ۱۲۰۰ - ۱۰۰۰ |
| ۲۲۰ | ۲۱۰ | ۲۰۰ | ۱۹۰ | ۱۸۰ | — | — | — | — | — | — | ۱۵۰۰ - ۱۲۰۰ |
| ۲۴۰ | ۲۳۰ | ۲۲۰ | ۲۱۰ | ۲۰۰ | — | — | — | — | — | — | ۲۰۰۰ - ۱۵۰۰ |
| ۲۶۰ | ۲۵۰ | ۲۴۰ | ۲۳۰ | ۲۲۰ | — | — | — | — | — | — | ۲۵۰۰ - ۲۰۰۰ |
| ۲۸۰ | ۲۷۰ | ۲۶۰ | ۲۵۰ | — | — | — | — | — | — | — | ۳۰۰۰ - ۲۵۰۰ |
| ۳۰۰ | ۲۹۰ | ۲۸۰ | — | — | — | — | — | — | — | — | بیش از ۳۰۰۰ |

جدول استاندارد تراش مجاز در آلیاژهای مختلف برحسب میلی متر

| جنس قطعه | اندازه قطعه | سطوح زبری | سطوح داخلی و جانبی | سطوح رویی |
|----------------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| چدن | تا ۱۵۰ | ۲/۵ | ۳ | ۵ |
| | تا ۳۰۰ | ۳ | ۳/۵ | ۵/۵ |
| | ۳۰۰ - ۵۰۰ | ۴ | ۵ | ۶ |
| | ۵۰۰ - ۹۰۰ | ۴/۵ | ۵/۵ | ۶/۵ |
| | ۹۰۰ - ۱۵۰۰ | ۵ | ۶ | ۸ |
| فولاد | تا ۱۵۰ | ۳ | ۳ | ۶ |
| | ۱۵۰ - ۳۰۰ | ۵ | ۶ | ۶ |
| | ۳۰۰ - ۵۰۰ | ۶ | ۶ | ۸ |
| | ۵۰۰ - ۹۰۰ | ۶ | ۷ | ۹/۵ |
| | ۹۰۰ - ۱۵۰۰ | ۶ | ۸ | ۱۲ |
| فلزات غیر آهنی | ۱۰ - ۷۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۲ |
| | ۷۵ - ۲۰۰ | ۱/۵ | ۲ | ۲/۵ |
| | ۲۰۰ - ۳۰۰ | ۲ | ۲/۵ | ۳ |
| | ۳۰۰ - ۵۰۰ | ۲/۵ | ۳ | ۳/۵ |
| | ۵۰۰ - ۹۰۰ | ۳ | ۳/۵ | ۴/۵ |
| | ۹۰۰ - ۱۵۰۰ | ۳ | ۴ | ۵ |

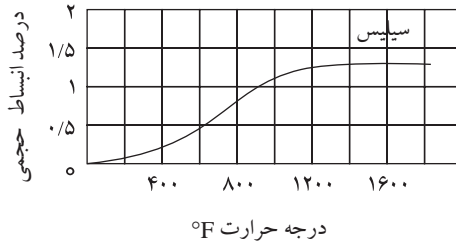
جدول استاندارد تراش مجاز در سوراخها برحسب میلی متر در شعاع

| طول سوراخ برحسب میلی متر | | | | | قطر سوراخ برحسب میلی متر | | | | |
|-----------------------------|------|-----|-----|-----|-----------------------------|-----|----|------|---------|
| ۱۰۰۰ | ۷۷۵ | ۵۴۵ | ۳۸۵ | ۲۲۵ | ۱۶۵ | ۸۵ | ۲۰ | از | تا |
| به بالا | ۱۰۰۰ | ۷۷۰ | ۵۴۰ | ۳۸۰ | ۲۲۰ | ۱۶۰ | ۸۰ | | |
| ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۲۰ | ۵۰ |
| ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۳ | ۵۵ | ۱۰۰ |
| ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱۰۵ | ۱۸۰ |
| ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۱۸۵ | ۲۲۰ |
| ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۲۲۵ | ۵۶۰ |
| ۹ | ۸ | ۷ | ۷ | ۷ | ۷ | ۷ | ۷ | ۵۶۵ | ۹۶۰ |
| ۹ | ۸ | ۸ | ۸ | ۸ | ۸ | ۸ | ۸ | ۹۶۵ | ۱۰۰۰ |
| ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۱۰۰۰ | به بالا |

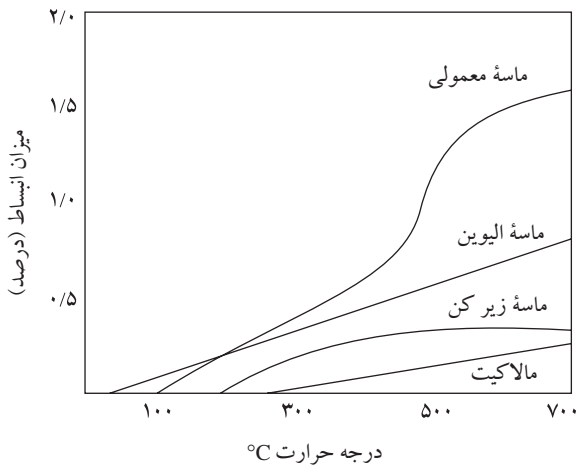


فصل ۵

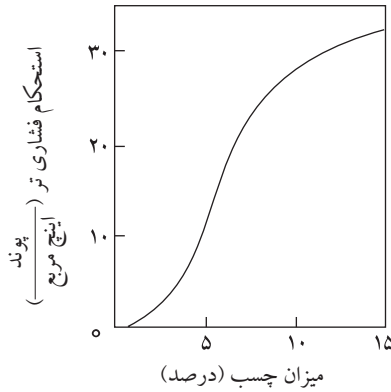
شکل‌ها و نمودارها



نمودار - تأثیر درجه حرارت بر روی انبساط حجمی سیلیس
 باتوجه به نمودار فوق چنانکه مشاهده می‌شود، با افزایش درجه حرارت، درصد انبساط حجمی سیلیس در ماسه‌های سیلیسی افزایش می‌یابد. افزایش درصد انبساط حجمی از درجه حرارت 80°C - تا 1100°C بیشتر از دماهای دیگر است و در دماهای حدود 1200°C درجه سانتی‌گراد به بالا افزایش درصد انبساط حجمی سیلیس مشاهده نمی‌شود.

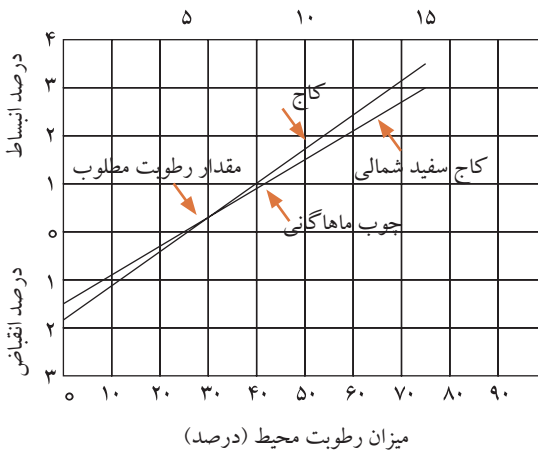


همان‌طور که اشاره شد، یکی از مزایای ماسه‌های غیر سیلیسی نسبت به نوع سیلیسی آن، داشتن انبساط حرارتی کم در درجه حرارت‌های بالاست. با توجه به نمودار فوق، ماسه معمولی (سیلیسی) بیشترین انبساط حرارتی را در درجه حرارت‌های بالا دارد و پس از آن به ترتیب ماسه‌های الیوینی، زیرکنی و مالاکیت قرار دارند.

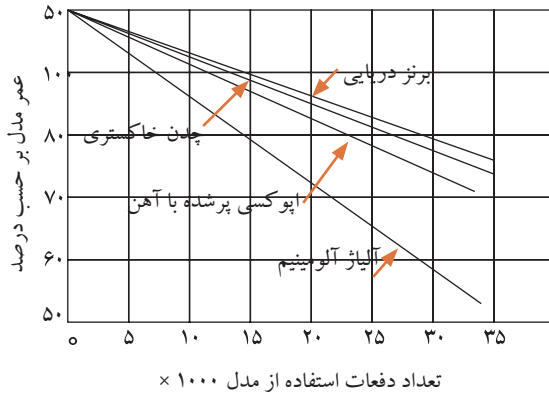


نمودار: تأثیر میزان چسب بر روی استحکام قالب‌گیری (نسبت خاک به آب ۲ تا ۴ بوده است).

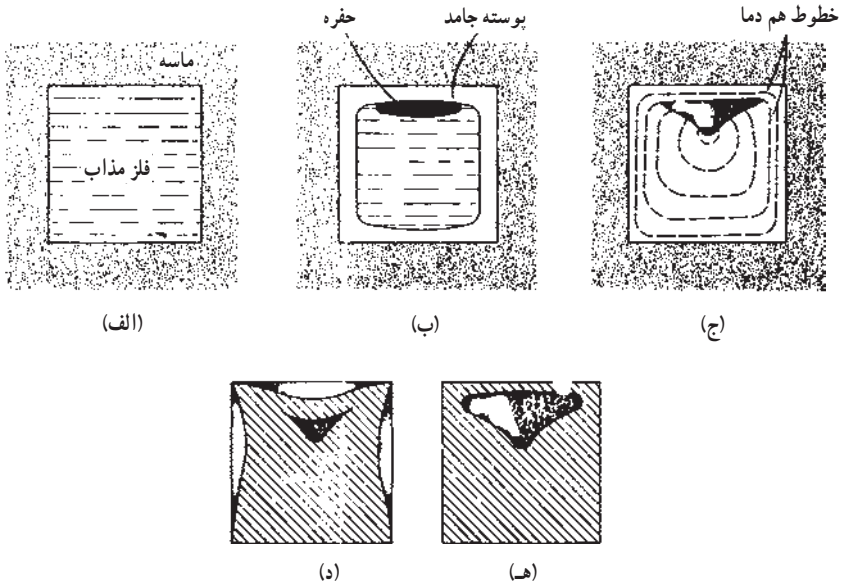
میزان رطوبت چوب



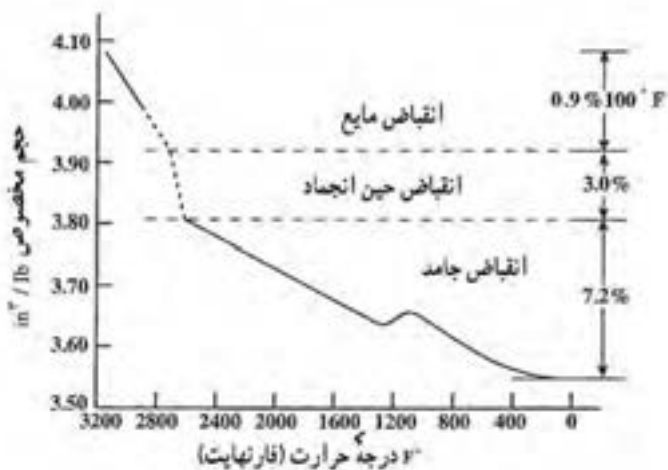
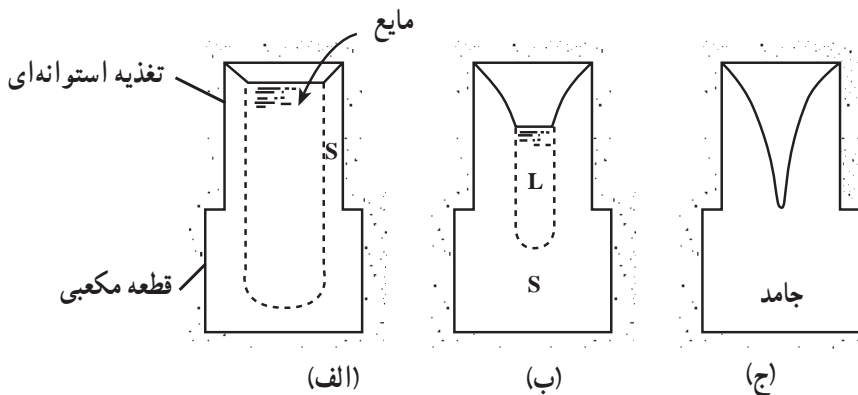
در نمودار فوق تغییرات انقباض و انبساط چند نمونه چوب، با توجه به میزان رطوبت موجود در آن و رطوبت محیط، نشان داده شده است. همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، در صورتی که رطوبت موجود در چوب زیاد شود و به ۱۰ درصد برسد (یعنی رطوبت محیط حدود ۵۰ درصد باشد) انبساط حجمی ایجاد شده در مدل برابر ۱/۵ درصد است. در محیطی با ۷۵ درصد رطوبت میزان این انقباض به ۳ درصد یا بیشتر می‌رسد.



در نمودار فوق عمر مدل‌های ساخته شده از چند ماده مختلف، براساس دفعات قالب‌گیری نشان داده شده است. چگونگی مراحل انجماد و به‌وجود آمدن حفره در قطعه ریختگی مکعبی شکل به صورت زیر است:



در شکل زیر رفتار یک تغذیه استوانه‌ای، که روی یک قطعه مکعبی قرار گرفته نشان داده شده است. در این مثال تغذیه و قطعه کاملاً در داخل قالب قرار گرفته‌اند.

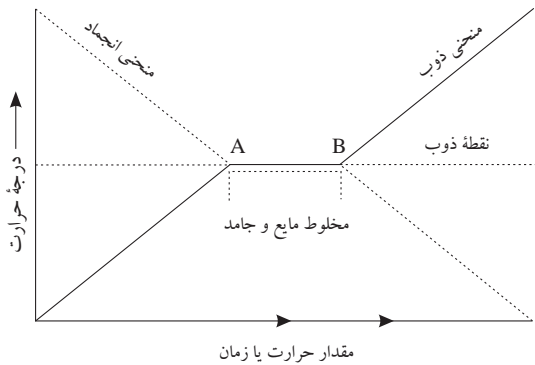


در نمودار فوق، مراحل انقباض در یک فولاد ساده کم کربن آمده است. چنانکه مشاهده می‌شود، انقباض سه مرحله دارد.

انقباض مایع: از درجه حرارت ریختن مذاب آغاز می‌شود و تا رسیدن به نقطه انجماد فلز ادامه می‌یابد.

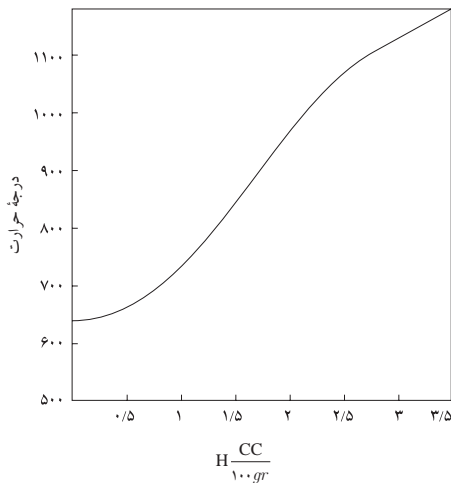
انقباض حین انجماد: از هنگام شروع تا خاتمه انجماد صورت می‌گیرد.

انقباض جامد: از خاتمه انجماد یعنی جامد شدن، نقطه شروع می‌شود و تا رسیدن فلز به درجه حرارت محیط ادامه می‌یابد.

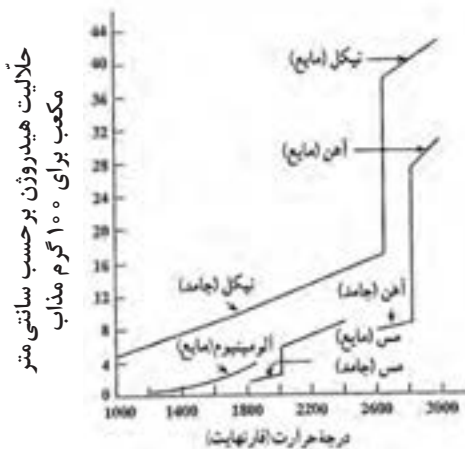


در شکل فوق منحنی ذوب و انجماد یک فلز خالص نشان داده شده است. همان طور که در شکل فوق مشاهده می‌شود، انجماد فلز تابعی از زمان و درجه حرارت است.

هنگامی که فلز خالص از حالت مایع به جامد تبدیل می‌شود و تغییرات فیزیکی در چنین فلزی در درجه حرارت ثابتی انجام می‌گیرد، یعنی انجماد از نقطه A شروع می‌شود و تا هنگامی که تمام مذاب به جامد تبدیل نگردد، درجه حرارت تغییر نمی‌کند. پس از آنکه تمام مذاب در نقطه B جامد گردید با گذشت زمان درجه حرارت فلز جامد نیز کاهش می‌یابد تا فلز منجمد گردد. همچنین در هنگام ذوب، با افزایش درجه حرارت دمای فلز جامد افزایش می‌یابد و ذوب شدن از نقطه A شروع می‌شود و تا هنگامی که تمام جامد به مذاب تبدیل نگردد درجه حرارت تغییر نمی‌کند و پس از آنکه تمام جامد در نقطه B به مذاب تبدیل شد با گذشت زمان، درجه حرارت فلز مذاب نیز افزایش می‌یابد.



نمودار فوق میزان حلالیت هیدروژن در آلومینیوم مذاب را نشان می‌دهد. چنانکه مشاهده می‌شود، با افزایش دمای مذاب آلومینیوم میزان هیدروژن حل شده در مذاب افزایش می‌یابد.




در نمودار فوق، تأثیر درجه حرارت در حلالیت هیدروژن نشان داده شده است. چنانکه مشاهده می‌شود در بسیاری از فلزات و آلیاژها اختلاف حلالیت گاز در حالت جامد و مذاب بسیار زیاد است. به طور مثال میزان حلالیت هیدروژن در نیکل جامد به مراتب کمتر از نیکل مایع است. همچنین برای فلزات دیگر نظیر آهن، آلومینیوم و مس نیز به همین صورت است.








فصل ۶

مواد و قطعات استاندارد

جدول ۶-۱

| مفتول فولادی نورد گرم | | | | | | | |
|--|--------------------|--|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|
| طبق DIN EN 10060 (2004-02) جایگزین برای DIN 10131 | | | | | | | |
| <p>جنس: فولاد ساختمانی آلیاژی طبق DIN ۱۰۰۲۵ یا فولاد بهسازی طبق DIN ۱۰۰۸۳</p> <p>نوع تحویل: طول ساخت (M) $۱۲\text{ m} > ۳\text{ m}$، طول بریده بلند (F) $۱۲\text{ m} \pm ۱۰۰\text{ mm}$</p> <p>طول بریده کوتاه (E) $۱۲\text{ m} > ۲۵\text{ mm} \pm ۰.۶\text{ m}$، $۰.۶\text{ m} > ۶\text{ mm} \pm ۵۰\text{ mm}$</p> | | | | | | | |
|  | | <p>قطر d به mm</p> <p>۱۰-۱۲-۱۳-۱۴-۱۵-۱۶-۱۸-۱۹-۲۰-۲۲-۲۴-۲۵-۲۶-۲۷-۲۸-۳۰-۳۲-۳۵-۳۶-۳۸-۴۰-۴۲-۴۵-۴۸-۵۰-۵۲-۵۵-۶۰-۶۳-۶۵-۷۰-۷۳-۷۵-۸۰-۸۵-۹۰-۹۵-۱۰۰-۱۰۵-۱۱۰-۱۱۵-۱۲۰-۱۲۵-۱۳۰-۱۳۵-۱۴۰-۱۴۵-۱۵۰-۱۵۵-۱۶۰-۱۶۵-۱۷۰-۱۷۵-۱۸۰-۱۹۰-۲۰۰-۲۲۰-۲۵۰</p> | | | | | |
| تولانس حدى | قطر d به mm | تولانس حدى | قطر d به mm | تولانس حدى | قطر d به mm | تولانس حدى | قطر d به mm |
| به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm |
| ± ۳.۰ | ۲۲۰ | ± ۰.۸ | ۳۶...۵۰ | ± ۱.۵ | ۱۰۵...۱۲۰ | ± ۰.۴ | ۱۰...۱۵ |
| ± ۴.۰ | ۲۵۰ | ± ۱.۰ | ۵۲...۸۰ | ± ۲.۰ | ۱۲۵...۱۶۰ | ± ۰.۵ | ۱۶...۲۵ |
| | | ± ۱.۳ | ۸۵...۱۰۰ | ± ۲.۵ | ۱۶۵...۲۰۰ | ± ۰.۶ | ۲۶...۳۵ |
| مفتول فولادی نورد گرم، $d=۴۰\text{ mm}$ EN 10025.S235JR فولاد EN 10060 – 40 × 6000 F مفتول گرد. | | | | | | | |
| طول بریده بلند $S۲۳۵JR$ از ۲۶۰۰۰ mm | | | | | | | |
| مفتول فولادی چهار گوش نورد گرم | | | | | | | |
| طبق DIN EN 10059 (2004-02) جایگزین برای DIN 10141 | | | | | | | |
| <p>جنس: فولاد ساختمانی غیر آلیاژی طبق DIN ۱۰۰۲۵</p> <p>نوع تحویل: طول ساخت (M) $۱۲\text{ m} > ۳\text{ m}$، طول بریده بلند (F) $۱۲\text{ m} \pm ۱۰۰\text{ mm}$</p> <p>طول بریده کوتاه (E) $۱۲\text{ m} > ۲۵\text{ mm} \pm ۰.۶\text{ m}$، $۰.۶\text{ m} \pm ۵۰\text{ mm} > ۶\text{ mm} \pm ۱۲\text{ mm}$</p> | | | | | | | |
|  | | <p>طول ضلع a به mm</p> <p>۸-۱۰-۱۲-۱۳-۱۴-۱۵-۱۶-۱۸-۲۰-۲۲-۲۴-۲۵-۲۶-۲۸-۳۰-۳۲-۳۵-۴۰-۴۵-۵۰-۵۵-۶۰-۶۵-۷۰-۷۵-۸۰-۹۰-۱۰۰-۱۱۰-۱۲۰-۱۳۰-۱۴۰-۱۵۰</p> | | | | | |
| تولانس حدى | طول ضلع a به mm | تولانس حدى | طول ضلع a به mm | تولانس حدى | طول ضلع a به mm | تولانس حدى | طول ضلع a به mm |
| به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm |
| ± ۱.۵ | ۱۱۰...۱۲۰ | ± ۰.۶ | ۲۶...۳۵ | ± ۱.۰ | ۵۵...۹۰ | ± ۰.۴ | ۸...۱۴ |
| ± ۱.۸ | ۱۳۰...۱۵۰ | ± ۰.۸ | ۴۰...۵۰ | ± ۱.۳ | ۱۰۰ | ± ۰.۵ | ۱۵...۲۵ |
| فولاد چهار گوش نورد گرم، $S۲۳۵JR$ فولاد EN 10025.S235JR فولاد EN 10059 – 60 × 6000 F مفتول چهار گوش $a=60\text{ mm}$ طول بریده بلند ۲۶۰۰۰ mm از $S۲۳۵JR$ | | | | | | | |
| تسمه فولادی نورد گرم | | | | | | | |
| طبق DIN EN 10058 (2004-02) جایگزین برای DIN 10171 | | | | | | | |
| <p>جنس: فولاد ساختمانی غیر آلیاژی طبق DIN ۱۰۰۲۵</p> <p>نوع تحویل: طول ساخت (M) $۱۲\text{ m} > ۳\text{ m}$، طول بریده بلند (F) $۱۲\text{ m} \pm ۱۰۰\text{ mm}$</p> <p>طول بریده کوتاه (E) $۱۲\text{ m} > ۲۵\text{ mm} \pm ۰.۶\text{ m}$، $۰.۶\text{ m} \pm ۵۰\text{ mm} > ۶\text{ mm} \pm ۱۲\text{ mm}$</p> | | | | | | | |
|  | | <p>عرض نامی b به mm</p> <p>۱۰-۱۲-۱۵-۱۶-۲۰-۲۵-۳۰-۳۵-۴۰-۴۵-۵۰-۶۰-۷۰-۸۰-۹۰-۱۰۰-۱۲۰-۱۵۰</p> | | | | | |
| <p>ضخامت نامی s به mm</p> <p>۵-۶-۸-۱۰-۱۲-۱۵-۲۰-۲۵-۳۰-۳۵-۴۰-۵۰-۶۰-۸۰</p> | | | | | | | |
| تولانس حدى | عرض نامی b به mm | تولانس حدى | عرض نامی b به mm | تولانس حدى | عرض نامی b به mm | تولانس حدى | عرض نامی b به mm |
| به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm |
| ± ۲.۵ | ۱۵۰ | ± ۱.۵ | ۸۵...۱۰۰ | ± ۲.۰ | ۱۰۰ | ± ۰.۷۵ | ۱۰...۴۰ |
| | | | ۱۲۰ | | | ± ۱.۰ | ۴۵...۸۰ |
| انحراف مجاز ضخامت نامی S | | | | | | | |
| تولانس حدى | ضخامت نامی S به mm | تولانس حدى | ضخامت نامی S به mm | تولانس حدى | ضخامت نامی S به mm | تولانس حدى | ضخامت نامی S به mm |
| به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm | به mm |
| ± ۱.۵ | ۵۰...۸۰ | ± ۱.۰ | ۲۵...۴۰ | ± ۰.۵ | ۵...۲۰ | | |
| تسمه فولادی نورد گرم، $S۲۳۵JR$ فولاد EN 10025.S235JR فولاد EN 10058 – 20 × 5 × 6000 F فولاد تسمه $s=5\text{ mm}$ ، $b=20\text{ mm}$ طول بریده بلند ۲۶۰۰۰ mm از $S۲۳۵JR$ | | | | | | | |

جدول ۲-۶

| مفتول فولادی براق (کشش سرد) | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|---------------|--------|------------------|------------------|-------------|--------|---|--------|-----|--------|
| ابعاد رایج مفتول‌های فولادی براق | | | | | | | | | | | | |
| مشخصه | اندازه نامی | | | | | | | | | | | |
| | عرض b، ارتفاع h به mm | | | | | | | | | | | |
|  | b | h | b | h | b | h | b | h | b | h | b | h |
| | ۵ | ۲...۳ | ۱۲ | ۲...۱۰ | ۱۸ | ۲...۱۲ | ۲۸ | ۲...۲۰ | ۴۵ | ۲...۲۲ | ۷۰ | ۴...۴۰ |
| | ۶ | ۲...۴ | ۱۴ | ۲...۱۰ | ۲۰ | ۲...۱۶ | ۳۲ | ۲...۲۵ | ۵۰ | ۲...۳۲ | ۸۰ | ۵...۲۵ |
| | ۸ | ۲...۶ | ۱۵ | ۲...۱۲ | ۲۲ | ۲...۱۲ | ۳۶ | ۲...۲۰ | ۵۶ | ۳...۳۲ | ۹۰ | ۵...۲۵ |
| | ۱۰ | ۲...۸ | ۱۶ | ۲...۱۲ | ۲۵ | ۲...۲۰ | ۴۰ | ۲...۳۲ | ۶۳ | ۳...۴۰ | ۱۰۰ | ۵...۲۵ |
| ضخامت نامی h به mm: ۲-۲.۵-۳-۴-۵-۶-۸-۱۰-۱۲-۱۵-۱۶-۲۰-۲۵-۳۰-۳۲-۳۵-۴۰ | | | | | | | | | | | | |
|  | طول ضلع a به mm | | | | | | | | | | | |
| | ۴ | ۶ | ۹ | ۱۲ | ۱۶ | ۲۲ | ۳۶ | ۵۰ | ۸۰ | | | |
| | ۴.۵ | ۷ | ۱۰ | ۱۳ | ۱۸ | ۲۵ | ۴۰ | ۶۳ | ۱۰۰ | | | |
| | ۵ | ۸ | ۱۱ | ۱۴ | ۲۰ | ۲۸ | ۴۵ | ۷۰ | | | | |
|  | طول ضلع s به mm | | | | | | | | | | | |
| | ۲ | ۴ | ۷ | ۱۲ | ۱۷ | ۲۷ | ۴۱ | ۶۵ | ۹۰ | | | |
| | ۲.۵ | ۴.۵ | ۸ | ۱۳ | ۱۹ | ۳۰ | ۴۶ | ۷۰ | ۹۵ | | | |
| | ۳ | ۵ | ۹ | ۱۴ | ۲۱ | ۳۲ | ۵۰ | ۷۵ | ۱۰۰ | | | |
| | ۳.۲ | ۵.۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۲ | ۳۶ | ۵۵ | ۸۰ | | | | |
| ۳.۵ | ۶ | ۱۱ | ۱۶ | ۲۴ | ۳۸ | ۶۰ | ۸۵ | | | | | |
|  | قطر d به mm | | | | | | | | | | | |
| | ۲.۵ | ۶.۵ | ۱۱ | ۱۹ | ۲۷ | ۳۸ | ۵۸ | ۹۰ | ۱۶۰ | | | |
| | ۳ | ۷ | ۱۲ | ۲۰ | ۲۸ | ۴۰ | ۶۰ | ۱۰۰ | ۱۸۰ | | | |
| | ۳.۵ | ۷.۵ | ۱۳ | ۲۱ | ۲۹ | ۴۲ | ۶۳ | ۱۱۰ | ۲۰۰ | | | |
| | ۴ | ۸ | ۱۴ | ۲۲ | ۳۰ | ۴۵ | ۶۵ | ۱۲۰ | | | | |
| | ۴.۵ | ۸.۵ | ۱۵ | ۲۳ | ۳۲ | ۴۸ | ۷۰ | ۱۲۵ | | | | |
| | ۵ | ۹ | ۱۶ | ۲۴ | ۳۴ | ۵۰ | ۷۵ | ۱۳۰ | | | | |
| | ۵.۵ | ۹.۵ | ۱۷ | ۲۵ | ۳۵ | ۵۲ | ۸۰ | ۱۴۰ | | | | |
| | ۶ | ۱۰ | ۱۸ | ۲۶ | ۳۶ | ۵۵ | ۸۵ | ۱۵۰ | | | | |
| مفتول گرد پولیش شده | قطر معمول تحویلی | | ۱ mm تا ۱۳ mm | | | ۱۳ mm < تا ۲۵ mm | | | ۲۵ mm < تا ۵۰ mm | | | |
| | اختلاف قطر معمول تحویلی | | ۰.۵ mm | | | ۱ mm | | | ۵ mm | | | |
| وضعیت تحویلی طبق DIN EN 10278 (1999/12) | | | | | | | | | | | | |
|  | نام | | +C | | +SH | | +SL | | +PL | | | |
| | وضعیت تولید | | کشش سرد | | پوسته‌گیری شده | | سنگ‌زنی شده | | پولیش شده | | | |
| گروه جنس و وضعیت تحویلی مربوطه طبق DIN EN 10277 (1999/10) | | | | | | | | | | | | |
| گروه جنس | وضعیت تحویل | | | | | | | | | | | |
| | +SH | +C | +C+QT | +QT+C | +A+SH | +A+C | +FP+SH | +FP+C | | | | |
| فولاد برای کاربردهای فنی عمومی | • | • | | | | | | | | | | |
| فولادهای اتومات | • | • | | | | | | | | | | |
| فولادهای کربوره اتومات | • | • | | | | | | | | | | |
| فولادهای بهسازی اتومات | • | • | • | • | | | | | | | | |
| فولادهای کربوره غیرآلیاژی | • | • | | | | | | | | | | |
| فولادهای کربوره آلیاژی | | | | | • | • | | | | | | |
| فولادهای بهسازی غیرآلیاژی | • | • | • | • | | | • | • | | | | |
| فولادهای بهسازی آلیاژی | | | • | • | • | • | | | | | | |
| (۱) توضیح در صفحات ۱۲۵ و ۱۲۶ | | | | | | | | | | | | |
| گروه جنس و وضعیت تحویلی مربوطه طبق DIN EN 10278 (1999/12) | | | | | | | | | | | | |
| نوع طول | طول‌ها به mm | | | | تولانس حدی به mm | | | | داده‌های سفارش | | | |
| | طول‌های ساخت | | | | ۳۰۰۰...۹۰۰۰ | | | | طول‌ها | | | |
| | طول‌های انبار | | | | ۳۰۰۰...۶۰۰۰ | | | | مثلاً ۶۰۰۰ انبار | | | |
| | طول‌های دقیق | | | | تا ۹۰۰۰ | | | | طول‌ها و تولانس‌های حدی طبق توافق، حداقل ±۵ | | | |

جدول ۳-۶

| پروفیل‌های توخالی | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-----------------------|--|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|--|
| جنس: فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی DIN EN 10025 یا فولادهای ساختمانی دانه‌ریز DIN EN 10113 نوع توپول: DIN EN 10210-2 طول‌های ساخت ۱۶ m تا ۴۴ m. ابعاد پروفیل ۴۰۰ × ۴۰۰ × ۲۰...۴۰۰ × ۲۰۰ × ۴۰۰ DIN EN 10219-2 طول‌های ساخت ۱۶ m تا ۴۴ m. ابعاد پروفیل ۴۰۰ × ۴۰۰ × ۲۰...۴۰۰ × ۲۰۰ × ۴۰۰ استانداردهای 10210 و DIN EN 10219 علاوه بر پروفیل‌های چهارگوش مربع و مستطیل پروفیل‌های گرد توخالی هم دارند. | | | | | | | | | | | |
| پروفیل‌های توخالی چهارگوش مربع و مستطیل تولید گرم طبق DIN EN 102102 (1997-1) | | | | | | | | | | | |
| اندازه نامی a × a a × b mm | ضخامت دیواره S mm | وزن طولی M Kg/m | مساحت سطح مقطع S Cm ² | ممان سطحی و مدول مقطع برای محورهای خم | | | | | | | |
| | | | | x-x | | | | y-y | | | |
| | | | | I _{xx} cm | W _{xx} cm | I _{yy} cm | W _{yy} cm | I _{pt} cm | W _{pt} cm | | |
| ۴۰ × ۴۰ | ۳,۰ | ۳,۴۱ | ۴,۳۴ | ۹,۷۸ | ۴,۸۹ | ۹,۷۸ | ۴,۸۹ | ۱۵,۷ | ۷,۱۰ | | |
| | ۴,۰ | ۴,۳۹ | ۵,۵۹ | ۱۱,۸ | ۵,۹۱ | ۱۱,۸ | ۵,۹۱ | ۱۹,۵ | ۸,۵۴ | | |
| ۵۰ × ۵۰ | ۲,۵ | ۳,۶۸ | ۳,۶۸ | ۱۷,۵ | ۶,۹۹ | ۱۷,۵ | ۶,۹۹ | ۲۷,۵ | ۱۰,۲ | | |
| | ۳,۰ | ۴,۳۵ | ۵,۵۴ | ۲۰,۲ | ۸,۰۸ | ۲۰,۲ | ۸,۰۸ | ۳۲,۱ | ۱۱,۸ | | |
| ۶۰ × ۶۰ | ۳,۰ | ۵,۲۹ | ۶,۷۴ | ۲۶,۲ | ۱۲,۱ | ۳۶,۲ | ۱۲,۱ | ۵۶,۹ | ۱۷,۷ | | |
| | ۴,۰ | ۶,۹۰ | ۸,۷۹ | ۳۵,۴ | ۱۵,۱ | ۴۵,۴ | ۱۵,۱ | ۷۲,۵ | ۲۴,۰ | | |
| | ۵,۰ | ۸,۴۲ | ۱۰,۷ | ۵۳,۳ | ۱۷,۸ | ۵۳,۳ | ۱۷,۸ | ۸۶,۴ | ۲۵,۷ | | |
| ۵۰ × ۲۰ | ۳,۰ | ۳,۴۱ | ۴,۳۴ | ۱۳,۶ | ۵,۴۳ | ۵,۹۴ | ۳,۹۶ | ۱۳,۵ | ۶,۵۱ | | |
| | ۴,۰ | ۴,۳۹ | ۵,۵۹ | ۱۶,۵ | ۶,۶۰ | ۷,۰۸ | ۴,۷۲ | ۱۶,۶ | ۷,۷۷ | | |
| ۶۰ × ۴۰ | ۳,۰ | ۴,۳۵ | ۵,۵۴ | ۲۶,۵ | ۸,۸۲ | ۱۲,۹ | ۶,۹۵ | ۲۹,۳ | ۱۱,۲ | | |
| | ۴,۰ | ۵,۶۴ | ۷,۱۹ | ۳۳,۸ | ۱۰,۹ | ۱۷,۰ | ۸,۵۲ | ۳۶,۷ | ۱۳,۷ | | |
| ۸۰ × ۴۰ | ۴,۰ | ۶,۹۰ | ۸,۷۹ | ۶۸,۲ | ۱۷,۱ | ۲۲,۲ | ۱۱,۱ | ۵۵,۲ | ۱۸,۹ | | |
| | ۵,۰ | ۸,۴۲ | ۱۰,۷ | ۸۰,۳ | ۲۰,۱ | ۲۵,۷ | ۱۲,۹ | ۶۵,۱ | ۲۱,۹ | | |
| | ۶,۰ | ۹,۸۷ | ۱۲,۶ | ۹۰,۵ | ۲۲,۶ | ۲۸,۵ | ۱۴,۲ | ۷۳,۴ | ۲۴,۲ | | |
| ۱۰۰ × ۵۰ | ۴,۰ | ۸,۷۸ | ۱۱,۲ | ۱۴۰ | ۲۷,۹ | ۴۶,۲ | ۱۸,۵ | ۱۱۳ | ۳۱,۴ | | |
| | ۵,۰ | ۱۰,۸ | ۱۳,۷ | ۱۶۷ | ۳۳,۳ | ۵۴,۳ | ۲۱,۷ | ۱۳۵ | ۳۶,۹ | | |
| پروفیل توخالی مربع، a=۶ mm، s=۵ mm، S=۵۵۵ cm ² ، I=۳۵۵۵ cm ⁴ ، W=۶۰ × ۶۰ × ۴۰ × ۴۰ - DIN EN 10210-2 پروفیل توخالی | | | | | | | | | | | |
| پروفیل‌های توخالی مربع، مستطیل، جوشکاری شده تولید سرد طبق DIN EN 102192 (1997-1) | | | | | | | | | | | |
| اندازه نامی a × a a × b mm | ضخامت دیواره S mm | وزن طولی M Kg/m | مساحت سطح مقطع S Cm ² | ممان سطحی و مدول مقطع برای محورهای خم | | | | | | | |
| | | | | x-x | | | | y-y | | | |
| | | | | I _{xx} cm | W _{xx} cm | I _{yy} cm | W _{yy} cm | I _{pt} cm | W _{pt} cm | | |
| ۳۰ × ۲۰ | ۲,۰ | ۱,۶۸ | ۲,۱۴ | ۲,۷۲ | ۱,۸۱ | ۲,۷۲ | ۱,۸۱ | ۴,۵۴ | ۲,۷۵ | | |
| | ۲,۵ | ۲,۰۳ | ۲,۵۹ | ۳,۱۶ | ۲,۱۰ | ۳,۱۶ | ۲,۱۰ | ۵,۴۰ | ۳,۲۰ | | |
| | ۳,۰ | ۲,۳۶ | ۳,۰۱ | ۳,۵۰ | ۲,۳۴ | ۳,۵۰ | ۲,۳۴ | ۶,۱۵ | ۳,۵۸ | | |
| ۴۰ × ۴۰ | ۲,۰ | ۲,۳۱ | ۲,۹۴ | ۶,۹۴ | ۳,۴۷ | ۶,۹۴ | ۳,۴۷ | ۱۱,۳ | ۵,۳۳ | | |
| | ۲,۵ | ۲,۸۲ | ۳,۵۹ | ۸,۲۲ | ۴,۱۱ | ۸,۲۲ | ۴,۱۱ | ۱۳,۶ | ۶,۲۱ | | |
| | ۳,۰ | ۳,۳۰ | ۴,۲۱ | ۹,۲۲ | ۴,۶۶ | ۹,۲۲ | ۴,۶۶ | ۱۵,۸ | ۷,۰۷ | | |
| | ۴,۰ | ۴,۳۰ | ۵,۳۵ | ۱۱,۱ | ۵,۵۴ | ۱۱,۱ | ۵,۵۴ | ۱۹,۴ | ۸,۴۸ | | |
| ۸۰ × ۸۰ | ۳,۰ | ۷,۰۷ | ۹,۰۱ | ۸۷,۸ | ۲۲,۰ | ۸۷,۸ | ۲۲,۰ | ۱۴۰ | ۳۳,۰ | | |
| | ۴,۰ | ۹,۲۲ | ۱۱,۷ | ۱۱۱ | ۲۷,۸ | ۱۱۱ | ۲۷,۸ | ۱۸۰ | ۴۱,۸ | | |
| | ۵,۰ | ۱۱,۳ | ۱۴,۴ | ۱۳۱ | ۳۲,۹ | ۱۳۱ | ۳۲,۹ | ۲۱۸ | ۴۹,۷ | | |
| ۴۰ × ۲۰ | ۲,۰ | ۱,۶۸ | ۲,۱۴ | ۴,۰۵ | ۲,۰۲ | ۱,۳۴ | ۱,۳۴ | ۳,۴۵ | ۲,۳۶ | | |
| | ۲,۵ | ۲,۰۳ | ۲,۵۹ | ۴,۶۹ | ۲,۳۵ | ۱,۵۴ | ۱,۵۴ | ۴,۰۶ | ۲,۷۲ | | |
| | ۳,۰ | ۲,۳۶ | ۳,۰۱ | ۵,۲۱ | ۲,۶۰ | ۱,۶۸ | ۱,۶۸ | ۴,۵۷ | ۳,۰۰ | | |
| ۶۰ × ۴۰ | ۳,۰ | ۴,۳۵ | ۵,۶۱ | ۲۵,۴ | ۸,۴۶ | ۱۳,۴ | ۶,۷۲ | ۲۹,۳ | ۱۱,۲ | | |
| | ۴,۰ | ۵,۴۵ | ۶,۹۵ | ۳۱,۰ | ۱۰,۳ | ۱۶,۳ | ۸,۱۴ | ۳۶,۷ | ۱۳,۷ | | |
| | ۵,۰ | ۶,۵۶ | ۸,۳۶ | ۳۵,۳ | ۱۱,۸ | ۱۸,۴ | ۹,۲۱ | ۴۲,۸ | ۱۵,۶ | | |
| ۸۰ × ۴۰ | ۳,۰ | ۵,۱۹ | ۶,۶۱ | ۵۲,۳ | ۱۳,۱ | ۱۷,۶ | ۸,۷۸ | ۴۳,۹ | ۱۵,۳ | | |
| | ۴,۰ | ۶,۷۱ | ۸,۵۵ | ۶۴,۸ | ۱۶,۲ | ۲۱,۵ | ۱۰,۷ | ۵۵,۲ | ۱۸,۸ | | |
| | ۵,۰ | ۸,۱۳ | ۱۰,۴ | ۷۵,۱ | ۱۸,۸ | ۲۴,۶ | ۱۲,۳ | ۶۵,۰ | ۲۱,۷ | | |
| ۱۰۰ × ۴۰ | ۳,۰ | ۶,۱۳ | ۷,۸۱ | ۹۲,۳ | ۱۸,۵ | ۲۱,۷ | ۱۰,۸ | ۵۹,۰ | ۱۹,۴ | | |
| | ۴,۰ | ۷,۹۷ | ۱۰,۱ | ۱۱۶ | ۲۳,۱ | ۲۶,۷ | ۱۲,۳ | ۷۴,۵ | ۲۴,۰ | | |
| | ۵,۰ | ۹,۷۰ | ۱۲,۴ | ۱۳۶ | ۲۷,۱ | ۳۰,۸ | ۱۵,۴ | ۸۷,۹ | ۲۷,۹ | | |
| پروفیل توخالی مستطیل، a=۶ mm، b=۴۰ mm، S=۵۵۵ cm ² ، I=۳۵۵۵ cm ⁴ ، W=۶۰ × ۴۰ × ۴۰ - DIN EN 10219-2 پروفیل توخالی | | | | | | | | | | | |

جدول ۴-۶

| وزن طولی ^(۱) (مقادیر جدول برای فولاد با جرم مخصوص $\gamma = 7.85 \text{ kg/dm}^3$) | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------------------|-----|------|--|-------|------|-------------------|------|------|
| سیم فولادی | | | | | | مفتول فولادی | | | | | |
| م | | | d | | | m | | | d | | |
| mm | | | mm | | | kg/1000m | | | kg/m | | |
| ۰.۱۰ | ۰.۰۶۲ | ۰.۵۵ | ۱.۸۷ | ۱.۱ | ۷.۴۶ | ۳ | ۰.۰۵۵ | ۱۸ | ۲.۰۰ | ۶۰ | ۲۲.۲ |
| ۰.۱۶ | ۰.۱۵۸ | ۰.۶۰ | ۲.۲۲ | ۱.۲ | ۸.۸۸ | ۴ | ۰.۰۹۹ | ۲۰ | ۲.۴۷ | ۷۰ | ۳۰.۲ |
| ۰.۲۰ | ۰.۲۴۷ | ۰.۶۵ | ۲.۶۰ | ۱.۳ | ۱۰.۴ | ۵ | ۰.۱۵۴ | ۲۵ | ۳.۸۵ | ۸۰ | ۳۹.۵ |
| ۰.۲۵ | ۰.۳۸۵ | ۰.۷۰ | ۳.۰۲ | ۱.۴ | ۱۲.۱ | ۶ | ۰.۲۲۲ | ۳۰ | ۵.۵۵ | ۱۰۰ | ۶۱.۷ |
| ۰.۳۰ | ۰.۵۵۵ | ۰.۷۵ | ۳.۴۷ | ۱.۵ | ۱۳.۹ | ۸ | ۰.۳۹۵ | ۳۵ | ۷.۵۵ | ۱۲۰ | ۸۸.۸ |
| ۰.۳۵ | ۰.۷۵۵ | ۰.۸۰ | ۳.۹۵ | ۱.۶ | ۱۵.۸ | ۱۰ | ۰.۶۱۷ | ۴۰ | ۹.۸۶ | ۱۴۰ | ۱۲۱ |
| ۰.۴۰ | ۰.۹۸۶ | ۰.۸۵ | ۴.۴۵ | ۱.۷ | ۱۷.۸ | ۱۲ | ۰.۸۸۸ | ۴۵ | ۱۲.۵ | ۱۵۰ | ۱۳۹ |
| ۰.۴۵ | ۱.۲۵ | ۰.۹۰ | ۴.۹۹ | ۱.۸ | ۲۰.۰ | ۱۵ | ۱.۳۹ | ۵۰ | ۱۵.۴ | ۱۶۰ | ۱۵۸ |
| ۰.۵۰ | ۱.۵۴ | ۱.۰ | ۶.۱۷ | ۲.۰ | ۲۴.۷ | ۱۶ | ۱.۵۸ | ۵۵ | ۱۸.۷ | ۲۰۰ | ۲۴۷ |
| مفتول چهارگوش | | | | | | مفتول شش گوش | | | | | |
| a | | | m' | | | SW | | | m' | | |
| mm | | | kg/m | | | mm | | | kg/m | | |
| ۶ | ۰.۲۸۳ | ۲۰ | ۳.۱۴ | ۴۰ | ۱۲.۶ | ۶ | ۰.۲۴۵ | ۲۰ | ۲.۷۲ | ۴۰ | ۱۰.۹ |
| ۸ | ۰.۵۰۲ | ۲۲ | ۳.۸۰ | ۵۰ | ۱۹.۶ | ۸ | ۰.۴۳۵ | ۲۲ | ۳.۲۹ | ۵۰ | ۱۷.۰ |
| ۱۰ | ۰.۷۸۵ | ۲۵ | ۴.۹۱ | ۶۰ | ۲۸.۳ | ۱۰ | ۰.۶۸۰ | ۲۵ | ۴.۲۵ | ۶۰ | ۲۴.۵ |
| ۱۲ | ۱.۱۳ | ۲۸ | ۶.۱۵ | ۷۰ | ۳۸.۵ | ۱۲ | ۰.۹۷۹ | ۲۸ | ۵.۳۳ | ۷۰ | ۳۳.۳ |
| ۱۴ | ۱.۵۴ | ۳۰ | ۷.۰۷ | ۸۰ | ۵۰.۲ | ۱۴ | ۱.۳۳ | ۳۰ | ۶.۱۲ | ۸۰ | ۴۳.۵ |
| ۱۶ | ۲.۰۱ | ۳۲ | ۸.۰۴ | ۹۰ | ۶۳.۶ | ۱۶ | ۱.۷۴ | ۳۲ | ۶.۹۶ | ۹۰ | ۵۵.۱ |
| ۱۸ | ۲.۵۴ | ۳۵ | ۹.۶۲ | ۱۰۰ | ۷۸.۵ | ۱۸ | ۲.۲۰ | ۳۵ | ۸.۳۳ | ۱۰۰ | ۶۸.۰ |
| وزن طولی سایر پروفیلها | | | | | | | | | | | |
| پروفیل | | | صفحه | | | پروفیل | | | صفحه | | |
| EN ۱۰۰۵۵ فولاد T شکل | | | ۱۴۷ | | | EN ۱۰۲۱۰-۲ پروفیل توخالی | | | ۱۵۲ | | |
| EN ۱۰۰۵۶-۱ نبشی، دوشلی مساوی | | | ۱۴۹ | | | EN ۱۰۲۱۹-۲ پروفیل توخالی | | | ۱۵۲ | | |
| EN ۱۰۰۵۶-۱ نبشی، دوشلی نامساوی | | | ۱۴۸ | | | DIN ۱۷۹۸ گرد آلومینیومی | | | ۱۶۸ | | |
| DIN ۱۰۲۶-۱ ناودانی | | | ۱۴۷ | | | DIN ۱۷۹۶ مفتول چهارگوش مربع آلومینیومی | | | ۱۶۸ | | |
| DIN ۱۰۲۵-۵ IPE شکل | | | ۱۵۰ | | | DIN ۱۷۶۹ مفتول چهارگوش مستطیل آلومینیومی | | | ۱۶۹ | | |
| DIN ۱۰۲۵-۲ تیر شکل IPB | | | ۱۵۰ | | | DIN ۱۷۹۵ لوله آلومینیومی | | | ۱۷۰ | | |
| DIN ۱۰۲۵-۱ تیر شکل . پاریک | | | ۱۵۱ | | | DIN ۹۷۱۳ پروفیل ناودانی آلومینیومی | | | ۱۷۰ | | |
| وزن سطحی ^(۱) (مقادیر جدول برای فولاد با جرم مخصوص $\gamma = 7.85 \text{ kg/dm}^3$) | | | | | | | | | | | |
| وزن | | | | | | | | | | | |
| S ضخامت ورق | | | | | | | | | | | |
| m ^۲ وزن سطحی | | | | | | | | | | | |
| s | | | m ^۲ | | | s | | | m ^۲ | | |
| mm | | | kg/m ^۲ | | | mm | | | kg/m ^۲ | | |
| ۰.۳۵ | ۲.۷۵ | ۰.۷۰ | ۵.۵۰ | ۱.۲ | ۹.۴۲ | ۳.۰ | ۲۳.۶ | ۴.۷۵ | ۲۷.۳ | ۱۰.۰ | ۷۸.۵ |
| ۰.۴۰ | ۳.۱۴ | ۰.۸۰ | ۶.۲۸ | ۱.۵ | ۱۱.۸ | ۳.۵ | ۲۷.۵ | ۵.۰ | ۳۹.۳ | ۱۲.۰ | ۹۴.۲ |
| ۰.۵۰ | ۳.۹۳ | ۰.۹۰ | ۷.۰۷ | ۲.۰ | ۱۵.۷ | ۴.۰ | ۳۱.۴ | ۶.۰ | ۴۷.۱ | ۱۴.۰ | ۱۱۰ |
| ۰.۶۰ | ۴.۷۱ | ۱.۰ | ۷.۸۵ | ۲.۵ | ۱۹.۶ | ۴.۵ | ۳۵.۳ | ۸.۰ | ۶۲.۸ | ۱۵.۰ | ۱۱۸ |
| (۱) مقادیر جدول را به نسبت جرم مخصوص مواد دیگر به جرم مخصوص فولاد ($\gamma = 7.85 \text{ kg/dm}^3$) می توان تغییر داد. | | | | | | | | | | | |

جدول ۵-۶

| بروفیل‌های توخالی | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|------|-----------------|--|
| جنس: فولادهای ساختمانی غیرآلیاژی DIN 10025 یا فولادهای ساختمانی دانه‌ریز DIN 10113 | | | | | | | | | | | |
| نوع تحویل: DIN 10210-2 | | | | | | | | | | | |
| طول‌های ساخت $b \times f \times m$ ، ۱۶م. | | | | | | | | | | | |
| ابعاد بروفیل $a \times a = 20 \times 20 \dots 400 \times 400$ و $a \times b$ | | | | | | | | | | | |
| DIN 10219-2 | | | | | | | | | | | |
| طول‌های ساخت $b \times f \times m$ ، ۱۶م. | | | | | | | | | | | |
| ابعاد بروفیل $a \times a = 20 \times 20 \dots 400 \times 400$ و $a \times b$ | | | | | | | | | | | |
| استانداردهای ۱۰۲۱۰ و DIN 10219-1 | | | | | | | | | | | |
| علاوه بر بروفیل‌های چهارگوش مربع و مستطیل بروفیل‌های گرد توخالی هم دارند. | | | | | | | | | | | |
| بروفیل‌های توخالی چهارگوش مربع و مستطیل تولید گرم طبق DIN 102102 (1997-11) | | | | | | | | | | | |
| اندازه نامی $a \times a$ $a \times b$ mm | ضخامت دیواره S mm | وزن طولی M Kg/m | مساحت سطح مقطع S Cm ² | ممان سطحی و مدول مقطع | | | | | | | |
| | | | | برای محوره‌های خم | | | | برای بیضی | | | |
| | | | | x-x | | y-y | | I _{yy} | | W _{py} | |
| I _{xx} cm | W _{px} cm | I _{yy} cm | W _{py} cm | I _{yy} cm | W _{py} cm | I _{yy} cm | W _{py} cm | | | | |
| ۴۰ × ۴۰ | ۳،۰ | ۳،۴۱ | ۴،۳۴ | ۹،۷۸ | ۴،۸۹ | ۹،۷۸ | ۴،۸۹ | ۱۵،۷ | ۷،۱۰ | | |
| | ۴،۰ | ۴،۳۹ | ۵،۵۹ | ۱۱،۸ | ۵،۹۱ | ۱۱،۸ | ۵،۹۱ | ۱۹،۵ | ۸،۵۴ | | |
| | ۵،۰ | ۴،۳۵ | ۷،۰۷ | ۱۵،۷ | ۸،۰۸ | ۲۰،۲ | ۸،۰۸ | ۲۳،۱ | ۱۱،۸ | | |
| ۵۰ × ۵۰ | ۳،۰ | ۳،۶۸ | ۴،۶۸ | ۱۷،۵ | ۶،۹۹ | ۱۷،۵ | ۶،۹۹ | ۲۷،۵ | ۱۰،۲ | | |
| | ۴،۰ | ۴،۳۵ | ۵،۵۴ | ۲۰،۲ | ۸،۰۸ | ۲۰،۲ | ۸،۰۸ | ۳۲،۱ | ۱۱،۸ | | |
| | ۵،۰ | ۴،۳۹ | ۸،۷۹ | ۳۶،۲ | ۱۲،۱ | ۳۶،۲ | ۱۲،۱ | ۵۶،۹ | ۱۷،۷ | | |
| ۶۰ × ۶۰ | ۳،۰ | ۴،۰۵ | ۵،۲۹ | ۲۶،۲ | ۸،۷۹ | ۲۶،۲ | ۸،۷۹ | ۴۰،۵ | ۱۵،۷ | | |
| | ۴،۰ | ۴،۳۹ | ۶،۹۰ | ۳۶،۲ | ۱۲،۱ | ۳۶،۲ | ۱۲،۱ | ۵۶،۹ | ۱۷،۷ | | |
| | ۵،۰ | ۴،۳۹ | ۱۰،۷ | ۵۳،۳ | ۱۷،۸ | ۵۳،۳ | ۱۷،۸ | ۸۶،۴ | ۲۵،۷ | | |
| ۸۰ × ۴۰ | ۳،۰ | ۳،۴۱ | ۴،۳۴ | ۱۳،۶ | ۵،۴۳ | ۵،۹۴ | ۳،۹۶ | ۱۳،۵ | ۶،۵۱ | | |
| | ۴،۰ | ۴،۳۹ | ۵،۵۴ | ۱۶،۵ | ۶،۶۰ | ۷،۰۸ | ۴،۷۲ | ۱۶،۶ | ۷،۷۷ | | |
| | ۵،۰ | ۴،۳۵ | ۸،۷۹ | ۲۶،۵ | ۸،۸۲ | ۱۳،۹ | ۶،۹۵ | ۲۹،۲ | ۱۱،۲ | | |
| ۱۰۰ × ۴۰ | ۳،۰ | ۳،۴۱ | ۴،۳۴ | ۱۳،۶ | ۵،۴۳ | ۵،۹۴ | ۳،۹۶ | ۱۳،۵ | ۶،۵۱ | | |
| | ۴،۰ | ۴،۳۹ | ۵،۵۴ | ۱۶،۵ | ۶،۶۰ | ۷،۰۸ | ۴،۷۲ | ۱۶،۶ | ۷،۷۷ | | |
| | ۵،۰ | ۴،۳۵ | ۸،۷۹ | ۲۶،۵ | ۸،۸۲ | ۱۳،۹ | ۶،۹۵ | ۲۹،۲ | ۱۱،۲ | | |
| ۱۰۰ × ۵۰ | ۳،۰ | ۳،۶۸ | ۴،۶۸ | ۱۷،۵ | ۶،۹۹ | ۱۷،۵ | ۶،۹۹ | ۲۷،۵ | ۱۰،۲ | | |
| | ۴،۰ | ۴،۳۵ | ۵،۵۴ | ۲۰،۲ | ۸،۰۸ | ۲۰،۲ | ۸،۰۸ | ۳۲،۱ | ۱۱،۸ | | |
| | ۵،۰ | ۴،۳۹ | ۸،۷۹ | ۳۶،۲ | ۱۲،۱ | ۳۶،۲ | ۱۲،۱ | ۵۶،۹ | ۱۷،۷ | | |
| بروفیل توخالی مربع، $a = 50 \text{ mm}$ از $S555$ ، $S555$ - $S555$ - $50 \times 50 \times 60 \times 60$ DIN 10210-2 بروفیل توخالی | | | | | | | | | | | |
| بروفیل‌های توخالی مربع، مستطیل، جوشکاری شده تولید سرد طبق DIN 102192 (1997-1) | | | | | | | | | | | |
| اندازه نامی $a \times a$ $a \times b$ mm | ضخامت دیواره S mm | وزن طولی M Kg/m | مساحت سطح مقطع S Cm ² | ممان سطحی و مدول مقطع | | | | | | | |
| | | | | برای محوره‌های خم | | | | برای بیضی | | | |
| | | | | x-x | | y-y | | I _{yy} | | W _{py} | |
| I _{xx} cm | W _{px} cm | I _{yy} cm | W _{py} cm | I _{yy} cm | W _{py} cm | I _{yy} cm | W _{py} cm | | | | |
| ۳۰ × ۳۰ | ۲،۰ | ۱،۶۸ | ۲،۱۴ | ۲،۷۲ | ۱،۸۱ | ۲،۷۲ | ۱،۸۱ | ۴،۵۴ | ۲،۷۵ | | |
| | ۲،۵ | ۲،۰۴ | ۲،۵۹ | ۳،۱۶ | ۲،۱۰ | ۳،۱۶ | ۲،۱۰ | ۵،۴۰ | ۳،۲۰ | | |
| | ۳،۰ | ۲،۳۶ | ۳،۰۱ | ۳،۵۰ | ۲،۳۴ | ۳،۵۰ | ۲،۳۴ | ۶،۱۵ | ۳،۵۸ | | |
| ۴۰ × ۴۰ | ۲،۰ | ۲،۳۱ | ۲،۹۴ | ۶،۹۴ | ۳،۴۷ | ۶،۹۴ | ۳،۴۷ | ۱۱،۳ | ۵،۲۳ | | |
| | ۲،۵ | ۲،۸۲ | ۳،۵۹ | ۸،۲۲ | ۴،۱۱ | ۸،۲۲ | ۴،۱۱ | ۱۳،۶ | ۶،۲۱ | | |
| | ۳،۰ | ۳،۳۰ | ۴،۲۱ | ۹،۲۲ | ۴،۶۶ | ۹،۲۲ | ۴،۶۶ | ۱۵،۸ | ۷،۰۷ | | |
| ۸۰ × ۸۰ | ۳،۰ | ۷،۰۷ | ۹،۰۱ | ۸۷،۸ | ۲۲،۰ | ۸۷،۸ | ۲۲،۰ | ۱۴۰ | ۳۳،۰ | | |
| | ۴،۰ | ۹،۲۲ | ۱۱،۷ | ۱۱۱ | ۲۷،۸ | ۱۱۱ | ۲۷،۸ | ۱۸۰ | ۴۱،۸ | | |
| | ۵،۰ | ۱۱،۳ | ۱۴،۴ | ۱۳۱ | ۳۲،۹ | ۱۳۱ | ۳۲،۹ | ۲۱۸ | ۴۹،۷ | | |
| ۴۰ × ۲۰ | ۲،۰ | ۱،۶۸ | ۲،۱۴ | ۴،۰۵ | ۲،۰۲ | ۱،۳۴ | ۱،۳۴ | ۲،۴۵ | ۲،۳۶ | | |
| | ۲،۵ | ۲،۰۴ | ۲،۵۹ | ۴،۶۹ | ۲،۳۵ | ۱،۵۴ | ۱،۵۴ | ۴،۰۶ | ۲،۷۲ | | |
| | ۳،۰ | ۲،۳۶ | ۳،۰۱ | ۵،۲۱ | ۲،۶۰ | ۱،۶۸ | ۱،۶۸ | ۴،۵۷ | ۳،۰۰ | | |
| ۶۰ × ۴۰ | ۳،۰ | ۴،۳۵ | ۵،۴۱ | ۲۵،۴ | ۸،۴۶ | ۱۳،۴ | ۶،۷۲ | ۲۹،۲ | ۱۱،۲ | | |
| | ۴،۰ | ۵،۲۵ | ۶،۹۵ | ۳۱،۰ | ۱۰،۳ | ۱۶،۳ | ۸،۱۴ | ۳۶،۷ | ۱۳،۷ | | |
| | ۵،۰ | ۶،۵۶ | ۸،۳۶ | ۳۵،۳ | ۱۱،۸ | ۱۸،۴ | ۹،۲۱ | ۴۲،۸ | ۱۵،۶ | | |
| ۸۰ × ۴۰ | ۳،۰ | ۵،۱۹ | ۶،۶۱ | ۵۲،۳ | ۱۳،۱ | ۱۷،۶ | ۸،۷۸ | ۴۳،۹ | ۱۵،۳ | | |
| | ۴،۰ | ۶،۷۱ | ۸،۵۵ | ۶۴،۸ | ۱۶،۲ | ۲۱،۵ | ۱۰،۷ | ۵۵،۲ | ۱۸،۸ | | |
| | ۵،۰ | ۸،۱۳ | ۱۰،۴ | ۷۵،۱ | ۱۸،۸ | ۲۴،۶ | ۱۲،۳ | ۶۵،۰ | ۲۱،۷ | | |
| ۱۰۰ × ۴۰ | ۳،۰ | ۶،۱۳ | ۷،۸۱ | ۹۲،۳ | ۱۸،۵ | ۲۱،۷ | ۱۰،۸ | ۵۹،۰ | ۱۹،۴ | | |
| | ۴،۰ | ۷،۹۷ | ۱۰،۱ | ۱۱۶ | ۲۳،۱ | ۲۶،۷ | ۱۲،۳ | ۷۴،۵ | ۲۴،۰ | | |
| | ۵،۰ | ۹،۷ | ۱۲،۴ | ۱۳۶ | ۲۷،۱ | ۳۰،۸ | ۱۵،۴ | ۸۷،۹ | ۲۷،۹ | | |
| بروفیل توخالی مستطیل، $a = 60 \text{ mm}$ از $S555$ ، $S555$ - $S555$ - $60 \times 40 \times 40 \times 40$ DIN 10219-2 بروفیل توخالی | | | | | | | | | | | |
| $S555$ از $S = 4 \text{ mm}$ | | | | | | | | | | | |

جدول ۶-۶

| مایع خنک کننده مناسب در حدیده کاری | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------------------------------|------------------|-----------|-----------------------|
| جنس قطعه کار | فولاد | فولاد ریخته - فولادهای آلیاژی | مس و آلیاژهای آن | آلومینیوم | چدن و آلیاژهای منیزیم |
| مایع خنک کننده | روغن برش | تربانتین یا روغن برش | روغن برش | نفت | خشک |

جدول ۶-۷

| مقادیر سرعت برش مناسب در سوراخکاری بر حسب m/min | | | | |
|---|------------|-----------|----------|--|
| مایع خنک کننده | جنس مته | | | جنس کار |
| | HM | SS | WS | |
| آب صابون | ۵۰ تا ۴۰ | ۳۵ تا ۲۵ | ۱۵ تا ۱۰ | فولاد تا استحکام $\frac{N}{mm^2}$ |
| آب صابون | ۴۰ تا ۳۰ | ۲۵ تا ۱۵ | ۱۰ تا ۵ | فولاد با استحکام بیشتر از $\frac{N}{mm^2}$ |
| خشک | ۹۰ تا ۶۰ | ۲۵ تا ۱۵ | ۱۲ تا ۸ | چدن خاکستری |
| خشک | ۱۰۰ تا ۸۰ | ۳۵ تا ۲۵ | ۲۵ تا ۱۵ | برنج، برنز |
| خشک | ۲۰۰ تا ۱۰۰ | ۸۰ تا ۶۰ | ۳۵ تا ۳۰ | مس |
| خشک | ۲۰۰ تا ۱۰۰ | ۱۰۰ تا ۹۰ | ۸۰ تا ۶۰ | فلزات سبک |
| خشک | ۱۰۰ تا ۸۰ | ۴۰ تا ۳۰ | ۱۵ تا ۱۰ | مواد مصنوعی پرس شده |

جدول ۶-۸

| مقدار پیشروی مته بر حسب میلیمتر در هر دو گردش آن | | | | جنس کار |
|--|--------------|-------------|--------------|---|
| قطر مته بر حسب میلیمتر | | | | |
| ۴۰ تا ۲۱ | ۲۰ تا ۱۱ | ۱۰ تا ۶ | تا ۵ میلیمتر | فولاد تا استحکام $50 \frac{N}{mm^2}$ فولاد با استحکام بیشتر از $50 \frac{N}{mm^2}$ چدن خاکستری برنج، برنز مس فلزات سبک |
| ۰/۴ تا ۰/۳ | ۰/۳ تا ۰/۲ | ۰/۱۵ تا ۰/۱ | با دست | |
| ۰/۳ تا ۰/۲ | ۰/۲ تا ۰/۱۵ | ۰/۱۲ تا ۰/۱ |) | |
| ۰/۵ تا ۰/۳ | ۰/۳ تا ۰/۲ | ۰/۴ تا ۰/۱۵ |) | |
| ۰/۳۵ تا ۰/۲۵ | ۰/۳۵ تا ۰/۱۵ | ۰/۲ تا ۰/۱ |) | |
| ۰/۴ تا ۰/۳ | ۰/۳ تا ۰/۲ | ۰/۱۵ تا ۰/۱ |) | |
| ۰/۵ تا ۰/۳ | ۰/۳ تا ۰/۲ | ۰/۲ تا ۰/۱ |) | |

مقدار پیشروی با دست معمولاً ۰/۳ تا ۰/۴ میلیمتر در هر دور انتخاب می شود.

جدول ۶-۹

| مقادیر سرعت برش و پیشروی در خزینه کاری | | | | جنس کار |
|--|------------|----------------|------------|---|
| جنس مته خزینه | | فولاد ابزار WS | | |
| S mm/u | V m/min | S mm/u | V m/min | |
| ۰/۷ تا ۰/۱۵ | ۳۵ تا ۲۰ | ۰/۴ تا ۰/۱ | ۱۲ تا ۸ | چدن خاکستری تا استحکام $180 \frac{N}{mm^2}$ |
| ۰/۴ تا ۰/۱ | ۲۰ تا ۱۵ | ۰/۴ تا ۰/۱ | ۶ تا ۳ | چدن خاکستری تا استحکام $300 \frac{N}{mm^2}$ |
| ۰/۶۵ تا ۰/۱ | ۳۵ تا ۲۰ | ۰/۳ تا ۰/۱ | ۱۴ تا ۱۲ | فولاد تا استحکام $500 \frac{N}{mm^2}$ |
| ۰/۵۵ تا ۰/۱ | ۳۰ تا ۲۰ | ۰/۳ تا ۰/۱ | ۱۰ تا ۸ | فولاد تا استحکام $700 \frac{N}{mm^2}$ |

جدول ۱۰-۶

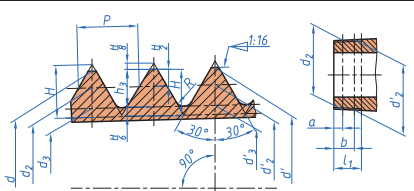
اندازه قطر سوراخ برای قلاویز کاری

| پیچ متریک | | | پیچ اینچی (وینورث) | | |
|-----------------|--|--|--|---|------|
| اندازه اسمی پیچ | قطر مته بر حسب میلیمتر | | قطر مته بر حسب میلیمتر | | |
| | فلزات شکننده، چدن خاکستری برنز، برنج | اجسام قابل انعطاف محکم، فولاد، مس، آلیاژهای روی | فلزات شکننده چدن خاکستری، برنز، برنج | فلزات قابل انعطاف محکم فولاد، مس، آلیاژهای روی | |
| M۳ | ۲/۴ | ۲/۵ | $\frac{1}{8}$ | ۲/۵ | ۲/۶ |
| M۳/۵ | ۲/۸ | ۲/۹ | $\frac{5}{32}$ | ۳/۱ | ۳/۲ |
| | | | $\frac{3}{16}$ | ۳/۶ | ۳/۷ |
| M۴ | ۳/۲ | ۳/۳ | $\frac{7}{32}$ | ۴/۴ | ۴/۵ |
| M۵ | ۴/۱ | ۴/۲ | | | |
| | | | $\frac{1}{4}$ | ۵ | ۵/۱ |
| M۶ | ۴/۸ | ۵ | $\frac{5}{16}$ | ۶/۴ | ۶/۵ |
| M۸ | ۶/۵ | ۶/۷ | | | |
| M۱۰ | ۸/۲ | ۸/۴ | $\frac{3}{8}$ | ۷/۷ | ۷/۹ |
| M۱۲ | ۹/۹ | ۱۰ | $\frac{1}{2}$ | ۱۰/۲۵ | ۱۰/۵ |
| M۱۴ | ۱۱/۵ | ۱۱/۷۵ | | | |
| M۱۶ | ۱۳/۵ | ۱۳/۷۵ | $\frac{9}{16}$ | ۱۱/۷۵ | ۱۲ |
| M۱۸ | ۱۵ | ۱۵/۳۵ | $\frac{5}{8}$ | ۱۳/۲۵ | ۱۳/۵ |
| M۲۰ | ۱۷ | ۱۷/۳۵ | $\frac{11}{16}$ | ۱۴/۷۵ | ۱۵ |
| | | | $\frac{3}{4}$ | ۱۶/۲۵ | ۱۶/۵ |

جدول ۱۱-۶

| رزه های معمولی و دندانان ریز متریک | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|------------------------|
| طبق (۱) ۱۳-۱۹ (۱۹۹۹-۱) DIN | | | | | رزه ISO متریک برای کاربرد عمومی، پروفیل نامی | | | | | | |
| | | | | | <p>د = D قطر نامی رزه P گام H_۲ = ۰.۶۱۳۴P عمق رزه خارجی H_۱ = ۰.۵۴۱۳P عمق رزه داخلی R = ۰.۱۴۴۳P شعاع پای رزه بیچ d_۱ = D_۲ - d - ۰.۶۴۹۵P قطر جناح d_۱ = D_۲ - d - ۰.۶۴۹۵P قطر داخلی بیچ D_۱ = d - ۱.۲۲۶۹P قطر داخلی مهره = d - P قطر منته ϕ = زاویه جناح رزه S = $\frac{\pi}{\Delta} (d^2 - d_1^2)$ سطح مقطع تنش</p> | | | | | | |
| | | | | | اندازه نامی رزه معمولی سری ۱ (اندازه ها به mm) | | | | | | |
| مشخصه رزه d-D | گام P | قطر جناح d _۲ -D _۲ | قطر داخلی | | عمق رزه | | شعاع پای دندانان R بیچ | سطح مقطع تشنه S | قطر منته مهره | اندازه آچارخور | |
| | | | رزه خارجی d _۲ | رزه داخلی D _۱ | رزه خارجی h _۲ | رزه داخلی H _۱ | | mm ^۲ | | | |
| M ۱ | ۰.۲۵ | ۰.۸۴ | ۰.۶۹ | ۰.۷۳ | ۰.۱۵ | ۰.۱۴ | ۰.۰۴ | ۰.۴۹ | ۰.۷۵ | - | |
| M ۱.۲ | ۰.۲۵ | ۱.۰۴ | ۰.۸۹ | ۰.۹۳ | ۰.۱۵ | ۰.۱۴ | ۰.۰۴ | ۰.۷۳ | ۰.۹۵ | - | |
| M ۱.۶ | ۰.۲۵ | ۱.۲۸ | ۱.۱۷ | ۱.۲۲ | ۰.۲۲ | ۰.۱۹ | ۰.۰۵ | ۱.۲۷ | ۱.۲۵ | ۳.۲ | |
| M ۲ | ۰.۴ | ۱.۷۴ | ۱.۵۱ | ۱.۵۷ | ۰.۲۵ | ۰.۲۲ | ۰.۰۶ | ۲.۰۷ | ۱.۶ | ۴ | |
| M ۲.۵ | ۰.۴۵ | ۲.۲۱ | ۱.۹۵ | ۲.۰۱ | ۰.۲۸ | ۰.۲۴ | ۰.۰۷ | ۳.۳۹ | ۲.۰۵ | ۵ | |
| M ۳ | ۰.۵ | ۲.۶۸ | ۲.۳۹ | ۲.۴۶ | ۰.۳۱ | ۰.۲۷ | ۰.۰۷ | ۵.۰۳ | ۲.۵ | ۵.۵ | |
| M ۴ | ۰.۷ | ۳.۵۵ | ۳.۱۴ | ۳.۲۴ | ۰.۳۴ | ۰.۳۸ | ۰.۱۰ | ۸.۸۷ | ۳.۲ | ۷ | |
| M ۵ | ۰.۸ | ۴.۴۸ | ۴.۰۲ | ۴.۱۳ | ۰.۳۹ | ۰.۴۳ | ۰.۱۲ | ۱۳.۲ | ۴.۲ | ۸ | |
| M ۶ | ۱ | ۵.۲۵ | ۴.۷۷ | ۴.۹۲ | ۰.۴۱ | ۰.۵۴ | ۰.۱۴ | ۲۰.۱ | ۵.۰ | ۱۰ | |
| M ۸ | ۱.۲۵ | ۷.۱۹ | ۶.۴۷ | ۶.۶۵ | ۰.۷۲ | ۰.۶۸ | ۰.۱۸ | ۳۶.۶ | ۶.۸ | ۱۳ | |
| M ۱۰ | ۱.۵ | ۹.۰۳ | ۸.۱۶ | ۸.۳۸ | ۰.۹۲ | ۰.۸۲ | ۰.۲۲ | ۵۸.۰ | ۸.۵ | ۱۶ | |
| M ۱۲ | ۱.۷۵ | ۱۰.۶۶ | ۹.۸۵ | ۱۰.۱۱ | ۱.۰۷ | ۰.۹۵ | ۰.۲۵ | ۸۴.۳ | ۱۰.۲ | ۱۸ | |
| M ۱۶ | ۲ | ۱۴.۷۰ | ۱۳.۵۵ | ۱۳.۸۴ | ۱.۲۳ | ۱.۰۸ | ۰.۲۹ | ۱۵۷ | ۱۴ | ۲۴ | |
| M ۲۰ | ۲.۵ | ۱۸.۳۸ | ۱۶.۹۳ | ۱۷.۲۹ | ۱.۵۳ | ۱.۳۵ | ۰.۳۶ | ۲۴۵ | ۱۷.۵ | ۳۰ | |
| M ۲۴ | ۳ | ۲۲.۰۵ | ۲۰.۳۲ | ۲۰.۷۵ | ۱.۸۴ | ۱.۶۲ | ۰.۴۳ | ۳۵۳ | ۲۱ | ۳۶ | |
| M ۳۰ | ۳.۵ | ۲۷.۷۳ | ۲۵.۷۱ | ۲۶.۲۱ | ۲.۱۵ | ۱.۸۹ | ۰.۵۱ | ۵۱۱ | ۲۶.۵ | ۴۶ | |
| M ۳۶ | ۴ | ۳۳.۴۰ | ۳۱.۰۹ | ۳۱.۶۷ | ۲.۴۵ | ۲.۱۷ | ۰.۵۸ | ۸۱۷ | ۳۲ | ۵۵ | |
| M ۴۲ | ۴.۵ | ۳۹.۰۸ | ۳۶.۴۸ | ۳۷.۱۳ | ۲.۷۶ | ۲.۴۴ | ۰.۶۵ | ۱۱۲۳ | ۳۷.۵ | ۶۵ | |
| M ۴۸ | ۵ | ۴۴.۷۵ | ۴۱.۸۷ | ۴۲.۵۹ | ۳.۰۷ | ۲.۷۱ | ۰.۷۲ | ۱۴۷۳ | ۴۴ | ۷۵ | |
| M ۵۴ | ۵.۵ | ۵۲.۴۳ | ۴۹.۲۵ | ۵۰.۰۵ | ۳.۳۷ | ۲.۹۸ | ۰.۷۹ | ۲۰۰۰ | ۵۰.۵ | ۸۵ | |
| M ۶۴ | ۶ | ۶۰.۱۰ | ۵۶.۶۴ | ۵۷.۵۱ | ۳.۶۸ | ۳.۲۵ | ۰.۸۷ | ۲۶۷۶ | ۵۸ | ۹۵ | |
| طبق (۱) ۱۳-۱۹ (۱۹۹۹-۱) DIN | | | | | | | | | | | |
| نامی رزه معمولی سری ۱ (اندازه ها به mm) | | | | | | | | | | | |
| مشخصه رزه P x d | قطر جناح d _۲ -D _۲ | قطر داخلی | | مشخصه رزه P x d | قطر جناح d _۲ -D _۲ | قطر داخلی | | مشخصه رزه P x d | قطر جناح d _۲ -D _۲ | قطر داخلی | |
| | | بیچ d _۲ | مهره D _۱ | | | بیچ d _۲ | مهره D _۱ | | | بیچ d _۲ | مهره D _۱ |
| M ۲x ۰.۲۵ | ۱.۸۴ | ۱.۶۹ | ۱.۷۳ | M ۱۰x ۰.۲۵ | ۹.۸۴ | ۹.۶۹ | ۹.۷۳ | M ۲۴x ۲ | ۲۲.۷۰ | ۲۱.۵۵ | ۲۱.۸۴ |
| M ۳x ۰.۲۵ | ۲.۸۴ | ۲.۶۹ | ۲.۷۳ | M ۱۰x ۰.۵ | ۹.۸۸ | ۹.۶۹ | ۹.۶۶ | M ۳۰x ۰.۵ | ۲۹.۰۳ | ۲۸.۱۶ | ۲۸.۳۸ |
| M ۴x ۰.۲ | ۳.۸۷ | ۳.۶۶ | ۳.۷۸ | M ۱۰x ۱ | ۹.۳۵ | ۸.۷۷ | ۸.۹۲ | M ۳۰x ۲ | ۲۸.۷۵ | ۲۷.۵۵ | ۲۶.۸۴ |
| M ۴x ۰.۳۵ | ۳.۷۷ | ۳.۵۷ | ۳.۶۲ | M ۱۲x ۰.۳۵ | ۱۱.۷۷ | ۱۱.۵۷ | ۱۱.۶۲ | M ۱۲x ۱.۵ | ۳۵.۰۳ | ۳۴.۱۶ | ۳۴.۳۸ |
| M ۵x ۰.۲۵ | ۴.۸۴ | ۴.۶۹ | ۴.۷۳ | M ۱۲x ۰.۵ | ۱۱.۶۸ | ۱۱.۳۹ | ۱۱.۶۶ | M ۱۲x ۲ | ۳۴.۷۰ | ۳۳.۵۵ | ۳۳.۸۴ |
| M ۵x ۰.۵ | ۴.۶۸ | ۴.۳۹ | ۴.۴۶ | M ۱۲x ۱ | ۱۱.۳۵ | ۱۰.۷۷ | ۱۰.۹۲ | M ۱۲x ۱.۵ | ۴۱.۰۳ | ۴۰.۱۶ | ۴۰.۳۸ |
| M ۶x ۰.۲۵ | ۵.۸۴ | ۵.۶۹ | ۵.۷۳ | M ۱۶x ۰.۵ | ۱۵.۶۸ | ۱۵.۳۹ | ۱۵.۶۶ | M ۱۶x ۲ | ۴۰.۷۰ | ۳۹.۵۵ | ۳۹.۸۴ |
| M ۶x ۰.۵ | ۴.۶۸ | ۵.۳۹ | ۵.۴۶ | M ۱۶x ۱ | ۱۵.۳۵ | ۱۴.۷۷ | ۱۴.۷۱ | M ۱۶x ۱.۵ | ۴۷.۰۳ | ۴۶.۱۶ | ۴۶.۳۸ |
| M ۶x ۰.۷۵ | ۵.۵۱ | ۵.۰۸ | ۵.۱۹ | M ۱۶x ۱.۵ | ۱۵.۰۳ | ۱۴.۱۶ | ۱۴.۳۸ | M ۱۶x ۲ | ۴۶.۷۰ | ۴۵.۵۵ | ۴۵.۸۴ |
| M ۸x ۰.۲۵ | ۷.۸۴ | ۷.۶۹ | ۷.۷۳ | M ۲۰x ۱ | ۱۹.۳۵ | ۱۸.۷۷ | ۱۸.۹۲ | M ۲۰x ۱.۵ | ۵۵.۰۳ | ۵۴.۱۶ | ۵۴.۳۸ |
| M ۸x ۰.۵ | ۷.۶۸ | ۷.۳۹ | ۷.۴۶ | M ۲۰x ۱.۵ | ۱۹.۰۳ | ۱۸.۱۶ | ۱۸.۳۸ | M ۲۰x ۲ | ۵۴.۷۰ | ۵۳.۵۵ | ۵۳.۸۴ |
| M ۸x ۱ | ۷.۳۵ | ۶.۷۷ | ۶.۹۲ | M ۲۰x ۱.۵ | ۲۳.۰۳ | ۲۲.۱۶ | ۲۲.۳۸ | M ۲۰x ۲ | ۶۲.۷۰ | ۶۱.۵۵ | ۶۱.۸۴ |
| (۱) سری ۲ و سری ۳ شامل اندازه های میانی هم هست (مثلا M۹-M۱۲) | | | | | | | | | | | |
| طبق (۲) DIN ISO ۲۲۲(۱۹۷۹-۱۰) | | | | | طبق (۲) DIN ۲۲۶(۲۰۰۳-۰۷) | | | | | | |

جدول ۱۲-۶

| طبق (2) DIN 336 (2003-07) | | طبق (3) DIN ISO 272 (1979-10) | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------------------|--------------|-----------|-------------|-------|--------------|-------|--------|--------|
| رزوه های مخروطی متریک | | | | | | | | | | |
| رزوه های خارجی (بیج) مخروطی متریک با رزوه های داخلی (مهده) مخروطی (طرح معمولی) (1) | | | | | | | | | | |
| اندازه های رزوه خارجی | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |
| قطر جناح $d_1 = d - 0.650 \cdot P$ قطر داخلی $d_2 = d - 1.133 \cdot P$ عمق (ارتفاع) $H_1 = 0.866 \cdot P$ عمق رزوه (ارتفاع) $HT = 0.613 \cdot P$ شعاع پای رزوه بیج $R = 0.144 \cdot P$ | | | | | | | | | | |
| مشخصه رزوه $d \times P$ | طول رزوه L_1 | عمق رزوه $h_3 \max.$ | قطر داخلی | | عمق رزوه | | فاصله b | d' | d'_2 | d'_3 |
| | | | فاصله a | $d_2 = D$ | $d_3 = D_2$ | d_3 | | | | |
| M 5 keg | 5 | 0.52 | 2 | 5 | 4.48 | 4.02 | 2.8 | 5.05 | 4.5 | 4.07 |
| M 6 keg | 5.5 | 0.66 | 2.5 | 6 | 5.35 | 4.77 | 3.5 | 6.06 | 5.4 | 4.84 |
| M 8 x1 keg | | | | 8 | 7.35 | 6.77 | | 8.06 | 7.4 | 6.84 |
| M 10 x1 keg | | | | 10 | 9.35 | 8.77 | | 10.06 | 9.4 | 8.84 |
| M 12 x1 keg | | | | 12 | 11.35 | 10.77 | | 12.06 | 11.4 | 10.84 |
| M 10 x1 keg | 7 | 0.82 | 3 | 10 | 9.19 | 8.47 | 5 | 10.13 | 9.3 | 8.59 |
| M 12 x1 keg | | | | 12 | 11.19 | 10.47 | | 12.13 | 11.3 | 10.59 |
| M 12 x1 keg | 8.5 | 0.98 | 3.5 | 12 | 11.03 | 10.16 | 6.5 | 12.19 | 11.3 | 10.35 |
| M 14 x1 keg | | | | 14 | 13.03 | 12.16 | | 14.19 | 13.3 | 12.35 |
| M 16 x1 keg | | | | 16 | 15.03 | 14.16 | | 16.19 | 15.3 | 14.35 |
| M 18 x1 keg | | | | 18 | 17.03 | 16.16 | | 18.19 | 17.3 | 16.35 |
| M 20 x1 keg | | | | 20 | 19.03 | 18.16 | | 20.19 | 19.3 | 18.35 |
| M 22 x1 keg | | | | 22 | 21.03 | 20.16 | | 22.19 | 21.3 | 20.35 |
| M 24 x1 keg | | | | 24 | 23.03 | 22.16 | | 24.19 | 23.3 | 22.35 |
| M 26 x1 keg | | | | 26 | 25.03 | 24.16 | | 26.19 | 25.3 | 24.35 |
| M 20 x1 keg | 10.5 | 1.01 | 4.5 | 30 | 29.03 | 28.16 | 8 | 30.19 | 29.3 | 28.35 |
| M 26 x1 keg | | | | 36 | 35.03 | 34.16 | | 36.19 | 35.3 | 34.35 |
| M 28 x1 keg | | | | 38 | 37.03 | 36.16 | | 38.19 | 37.3 | 36.38 |
| M 42 x1 keg | | | | 42 | 41.03 | 40.16 | | 42.19 | 41.3 | 40.38 |
| M 45 x1 keg | | | | 45 | 44.03 | 43.16 | | 45.19 | 44.3 | 43.38 |
| M 48 x1 keg | | | | 48 | 47.03 | 46.16 | | 48.19 | 47.3 | 46.38 |
| M 52 x1 keg | | | | 52 | 51.03 | 50.16 | | 52.19 | 51.3 | 50.38 |
| M 27 x1 keg | | | | 12 | 1.22 | 5 | | 27 | 25.70 | 24.5 |
| M 30 x1 keg | 30 | 28.70 | 27.55 | | | | 30.25 | 28.9 | 27.80 | |
| M 33 x1 keg | 33 | 31.70 | 30.55 | | | | 33.25 | 31.9 | 30.80 | |
| M 36 x1 keg | 36 | 34.70 | 33.55 | | | | 36.25 | 34.9 | 33.80 | |
| M 39 x1 keg | 13 | 1.24 | 6 | 39 | 37.70 | 36.55 | 10 | 39.25 | 37.9 | 36.80 |
| M 42 x1 keg | | | | 42 | 40.70 | 39.55 | | 42.25 | 40.9 | 39.80 |
| M 45 x1 keg | | | | 45 | 43.70 | 42.55 | | 45.25 | 43.9 | 42.80 |
| M 48 x1 keg | | | | 48 | 46.70 | 45.55 | | 48.25 | 46.9 | 45.80 |
| M 52 x1 keg | | | | 52 | 50.70 | 49.55 | | 52.25 | 50.9 | 49.80 |
| M 56 x1 keg | | | | 56 | 54.70 | 53.55 | | 56.25 | 54.9 | 53.80 |
| M 60 x1 keg | | | | 60 | 58.70 | 57.55 | | 60.25 | 58.9 | 57.80 |

رزوه خارجی مخروطی متریک، $P = T \text{mm}$, $d = \text{rmm}$ (مخروطی) DIN 158-M 30x2 keg رزوه طرح معمولی

(1) برای اتصالات خود آببند (مثلا بیج های درپوش، روغن خور، گریش خور) برای قطرهای نامی بزرگ استفاده از مواد آببند رزوه توصیه می شود.

(2) قطر خارجی رزوه داخلی (مهده) D_1 , (3) قطر جناح رزوه داخلی D_2

جدول ۶-۱۳

رزوه‌های ویس‌ورت (Whitworth)

رزوه‌های ویس‌ورت

قطر خارجی $d=D$
 قطر داخلی $d_1=D_1=d-1.28 \cdot P$
 $=d-2 \cdot t_1$
 قطر جناح $d_2=D_2=d-0.64 \cdot P$
 تعداد دندانه در اینچ Z
 گام $P = \frac{25.4}{Z}$
 عمق رزوه $h_1=H_1=0.64 \cdot P$
 شعاع پای رزوه $R=0.127 \cdot P$
 زاویه جناح دندانه 55°

| مشخصه رزوه D | اندازه رزوه‌های خارج و داخلی | | | | عمق رزوه $h_1=H_1$ | مساحت مقطع داخلی mm^2 | مشخصه رزوه D | اندازه رزوه‌های خارج و داخلی | | | | | |
|---------------|------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|------|------|
| | قطر خارجی $d=D$ | قطر داخلی $d_1=D_1$ | قطر جناح $d_2=D_2$ | تعداد دندانه در اینچ Z | | | | قطر خارجی $d=D$ | قطر داخلی $d_1=D_1$ | قطر جناح $d_2=D_2$ | تعداد دندانه در اینچ Z | | |
| $\frac{1}{4}$ | 6.35 | 4.72 | 5.54 | 20 | 17.5 | 17.5 | $\frac{1}{4}$ | 31.75 | 27.10 | 29.42 | 7 | 2.32 | 577 |
| $\frac{3}{8}$ | 7.94 | 6.13 | 7.03 | 18 | 29.5 | 29.5 | $\frac{3}{8}$ | 38.10 | 32.68 | 35.39 | 6 | 2.71 | 829 |
| $\frac{1}{2}$ | 9.53 | 7.49 | 8.51 | 16 | 44.1 | 44.1 | $\frac{1}{2}$ | 44.45 | 37.95 | 41.20 | 5 | 3.25 | 1121 |
| $\frac{3}{4}$ | 12.70 | 9.99 | 11.25 | 12 | 78.4 | 78.4 | $\frac{3}{4}$ | 58.80 | 43.57 | 47.19 | 4 | 3.61 | 1491 |
| $\frac{1}{2}$ | 15.88 | 12.92 | 14.40 | 11 | 1.48 | 1.31 | $\frac{1}{2}$ | 57.15 | 49.02 | 52.09 | 4 | 4.07 | 1886 |
| $\frac{3}{4}$ | 19.05 | 15.80 | 17.22 | 10 | 1.62 | 1.96 | $\frac{3}{4}$ | 63.50 | 55.27 | 58.44 | 4 | 4.07 | 2408 |
| $\frac{1}{2}$ | 22.23 | 18.61 | 20.42 | 9 | 1.81 | 2.72 | $\frac{1}{2}$ | 76.20 | 66.91 | 72.56 | 3.5 | 4.65 | 3516 |
| 1 | 25.40 | 21.24 | 23.27 | 8 | 2.03 | 3.58 | $\frac{1}{2}$ | 88.90 | 78.89 | 82.89 | 3.25 | 5.00 | 4888 |

رزوه‌های لوله طبق DIN EN 10226-1 (2004-10), DIN ISO 228-1 (2003-05)

رزوه‌های لوله






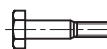
DIN EN 10226-1 رزوه لوله ویس‌ورت
 DIN ISO 228-1 رزوه لوله



برای اتصالات بدون اسپند، رزوه‌های داخلی و خارجی مخروطی استاندارد رزوه داخلی

| مشخصات رزوه رزوه داخلی و خارجی | DIN ISO 10226-1 | | قطر خارجی $d=D$ | قطر جناح $d_1=D_1$ | قطر داخلی $d_2=D_2$ | گام P | تعداد دندانه در اینچ Z | عمق رزوه $h=H_1=H_2$ | طول مفید رزوه خارجی |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-------|------------------------|----------------------|---------------------|
| | رزوه خارجی | رزوه داخلی | | | | | | | |
| $G \frac{1}{8}$ | $R \frac{1}{8}$ | $Rp \frac{1}{8}$ | 7.72 | 7.14 | 6.56 | 0.91 | 28 | 0.58 | 6.5 |
| $G \frac{1}{4}$ | $R \frac{1}{4}$ | $Rp \frac{1}{4}$ | 9.72 | 9.15 | 8.57 | 0.91 | 28 | 0.58 | 6.5 |
| $G \frac{3}{8}$ | $R \frac{3}{8}$ | $Rp \frac{3}{8}$ | 12.16 | 12.30 | 11.45 | 1.24 | 19 | 0.86 | 9.7 |
| $G \frac{1}{2}$ | $R \frac{1}{2}$ | $Rp \frac{1}{2}$ | 16.66 | 15.81 | 14.95 | 1.24 | 19 | 0.86 | 10.1 |
| $G \frac{3}{4}$ | $R \frac{3}{4}$ | $Rp \frac{3}{4}$ | 20.96 | 19.79 | 18.63 | 1.81 | 14 | 1.16 | 12.2 |
| $G 1$ | $R 1$ | $Rp 1$ | 26.44 | 25.28 | 24.12 | 1.81 | 14 | 1.16 | 14.5 |
| $G 1 \frac{1}{4}$ | $R 1 \frac{1}{4}$ | $Rp 1 \frac{1}{4}$ | 32.25 | 31.77 | 30.29 | 2.31 | 11 | 1.48 | 16.8 |
| $G 1 \frac{1}{2}$ | $R 1 \frac{1}{2}$ | $Rp 1 \frac{1}{2}$ | 41.91 | 40.42 | 38.95 | 2.31 | 11 | 1.48 | 19.1 |
| $G 2$ | $R 2$ | $Rp 2$ | 47.90 | 46.22 | 44.85 | 2.31 | 11 | 1.48 | 19.1 |
| $G 2 \frac{1}{2}$ | $R 2 \frac{1}{2}$ | $Rp 2 \frac{1}{2}$ | 59.61 | 58.14 | 56.66 | 2.31 | 11 | 1.48 | 22.4 |
| $G 3$ | $R 3$ | $Rp 3$ | 75.18 | 72.71 | 72.23 | 2.31 | 11 | 1.48 | 26.7 |
| $G 3 \frac{1}{2}$ | $R 3 \frac{1}{2}$ | $Rp 3 \frac{1}{2}$ | 87.88 | 86.41 | 84.93 | 2.31 | 11 | 1.48 | 28.8 |
| $G 4$ | $R 4$ | $Rp 4$ | 112.03 | 111.55 | 110.07 | 2.31 | 11 | 1.48 | 35.8 |
| $G 5$ | $R 5$ | $Rp 5$ | 138.42 | 137.95 | 135.27 | 2.31 | 11 | 1.48 | 40.1 |
| $G 6$ | $R 6$ | $Rp 6$ | 162.82 | 162.35 | 160.87 | 2.31 | 11 | 1.48 | 40.1 |



جدول ۱۴-۶

انواع پیچ‌ها

| پیچ‌ها - نگاه کلی | | | | |
|--|--|-----------------------------|------------------|---|
| شکل | اجزاء | محدوده استاندارد تا..... از | استاندارد | کاربرد، خواص |
| پیچ‌های سرشش گوش | | | | |
|   | با تنه و رزوه معمولی | M1/۶...M۶۴ | DIN EN ISO ۴۰۱۴ | بیشترین نوع پیچ به کار رفته در ماشین‌سازی، دستگاه‌ها و خودروسازی در پیچ بارزوه تا سر: استحکام خستگی بالا |
| | با رزوه معمولی تا سر پیچ | M1/۶...M۶۴ | DIN EN ISO ۴۰۱۷ | |
| | با تنه و رزوه دندانه‌ریز | M۸×۱...M۶۴×۴ | DIN EN ISO ۸۷۶۵ | در مقایسه با رزوه معمولی: عمق کم رزوه، گام کوچک، قابلیت بارگذاری بالا، حداقل طول بست Le بیشتری لازم است. |
| | با رزوه دندانه‌ریز تا سر پیچ | M۸×۱...M ۶۴×۴ | DIN EN ISO ۸۶۷۶ | |
|   | با تنه باریک | M۳...M۲۰ | DIN EN ISO ۲۴۰۱۵ | پیچ‌های انبساطی (کششی)، برای بارگذاری دینامیکی، در مونتاژ فنی درست و اصولی هیچگونه ضامنی (واشر) لازم نیست. |
| | پیچ‌های انطباقی | M۸...M۴۸ | DIN ۶۰۹ | تعیین دقیق موقعیت اجزاء در مقابل جابه‌جایی، تنه انطباقی نیروهای عرضی را منتقل می‌کند. |
| پیچ‌های سرشش گوش برای سازه‌های فولادی | | | | |
|  | با اندازه آچارگیر بزرگ | M۱۲...M۳۶ | DIN ۶۹۱۴ | سازه‌های فولادی؛ اتصالات مقاوم به جابه‌جایی (GVP)، اتصالات تحت نیروهای برشی |
|  | پیچ‌های انطباقی با اندازه آچارگیر بزرگ | M۱۲...M۳۰ | DIN ۷۹۹۹ | سازه‌های فولادی، اتصالات مقاوم به جابه‌جایی (GVP)، اتصالات تحت نیروهای برشی |
| پیچ‌های سر استوانه‌ای | | | | |

| | | | | |
|---|---------------------------|--------------|---------------------|---|
|  | پیچ آلنی، رزوه معمولی | M۱/۶...M۶۴ | DIN EN ISO ۴۷۶۲ | ماشین‌سازی، تجهیزات و دستگاه‌ها و خودروسازی، جاگیری کم، با کلگی قابل خزینه در سر کوتاه: ارتفاع کم، بارگذاری پایین پیچ‌های با فشار تخت: پیچ‌های کوچک، بارگذاری پایین |
| | پیچ آلنی، رزوه دندانه ریز | M۸×۱...M۶۴×۴ | DIN EN ISO ۲۱۲۶۹ | رزوه دندانه ریز: عمق کوچک رزوه، قابلیت بارگذاری بالا، حداقل عمق بست L بزرگ |
| | پیچ آلنی با سر کوتاه | M۳...M۲۴ | DIN ۷۹۸۴ | |
|  | با شیار تخت | M۱.۶...M۱۰ | DIN EN ISO ۱۲۰۷ | |

پیچ‌های سر خزینه

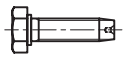
| | | | | |
|--|--------------------------|-------------|---------------------|--|
|   | با شیار تخت | M۱.۶...M۱۰ | DIN EN ISO ۲۰۰۹ | کاربردهای متنوع در ماشین‌سازی، تجهیزات و خودروسازی؛ در پیچ‌های آلنی: قابلیت بارگذاری بالا در پیچ‌های با شیار چهارسو: بستن مطمئن و لق نشدن نسبت به پیچ‌های شیار تخت |
| | آلنی | M۳...M۲ | DIN EN ISO ۱۰۶۴۲ | |
| | کلگی عدسی با شیار تخت | M ۱/۶...M۱۰ | DIN EN ISO ۲۰۱۰ | |
| | کلگی عدسی با شیار چهارسو | M۱/۶...M ۱۰ | DIN EN ISO ۷۰۴۷ | |

پیچ‌های ورق با رزوه ورق


جدول ۱۵-۶

| پیچ‌ها - نگاه کلی - مشخصه پیچ‌ها | | | | |
|---|--|--------------------------|-----------------------|---|
| شکل | اجزا | محدوده استاندارد تا...از | استاندارد | کاربرد خواص |
| پیچ ورق سوراخ‌کن | | | | |
|  | سرتخت با شیار چهارسو | ST ۲.۲...ST ۶.۳ | DIN EN ISO ۱۵۴۸۱ | بدنه خوردور ورق کاری، ورق کاری، این پیچ‌ها هنگام بستن ورق را سوراخ و قلاویز می‌کنند. |
| | سرعدسی با شیار چهارسو | ST ۲.۲...ST ۶.۳ | DIN EN ISO ۱۵۴۸۳ | |
| پیچ‌های دوسر رزوه انطباقی | | | | |
|  | $L_e \approx 2.d$ | M ۴...M ۲۴ | DIN ۸۳۵ | برای آلیاژ آلومینیومی برای چدن‌ها برای فولاد |
| | $L_e \approx 1.5.d$ | M ۴...M ۴۸ | DIN ۹۳۹ | |
| | $L_e \approx 1.d$ | M ۳...M ۴۸ | DIN ۹۳۸ | |
| پیچ‌های مغزی | | | | |
|  | با دنباله پینی و سر پیچ گوشتی خور با دنباله پینی سرآلنی | M ۱/۶...M ۱۲ | DIN EN ۲۷۴۳۵ | پیچ تحت تنش فشاری جهت نگهداری مطمئن موقعیت قطعات نسبت به هم، مثلاً اهرم‌ها، بوش‌های یاتاقان، توپی‌ها؛ پیچ‌های مغزی جهت انتقال توان گشتاور پیچشی، مثلاً به عنوان اتصال محور و توپی مناسب نیست. |
| | | M ۱/۶...M ۲۴ | DIN EN SIO ۴۰۲۸ | |
|  | با دنباله مخروطی و سر پیچ گوشتی خور با دنباله مخروطی و سرآلنی | M ۱/۶...M ۱۲ | DIN EN ۲۷۴۳۴ | |
| | | M ۱/۶...M ۲۴ | DIN EN ISO ۴۰۲۷ | |
|  | با دنباله پخ خورده و سر پیچ گوشتی خور با دنباله پخ خورده و سرآلنی | M ۱/۶...M ۱۲ | DIN EN ۲۴۷۶۶ | |
| | | M ۱/۶...M ۲۴ | DIN EN ISO ۴۰۲۶ | |
| پیچ‌های درپوش | | | | |
|  | بقه‌دار، سرشش گوش یا آلنی | M ۱۰×۱... M ۵۲×۱/۵ | DIN ۹۰۸ DIN ۹۱۰ | گیربکس‌ها، پیچ‌های تخلیه، سرریز و پر کردن روغن، ماشین‌کاری سطح نشین فلانچ روی بدنه لازم است، کاربرد با آب بندهای DIN ۷۶۰۳ |

پیچ‌های رزوه کردن (بدون براده برداری)

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------------------|--|
|  | <p>فرم‌های مختلف کلگی، مثلاً سرشش گوش، آلنی</p> | <p>M ۲.....M ۱۰</p> | <p>DIN ۷۵۰۰-۱</p> | <p>پیچ‌های تحت بار کم در مواد با شکل دهی بدون برداری، مثلاً DC ۰۴..... DC ۰۴ S۲۳۵ فلزات غیر آهنی، کاربرد بدون واشر قفل</p> |
|---|---|---------------------|-------------------|--|

پیچ‌های گوشواره‌ای، پیچ‌های قلاب

| | | | | |
|---|-----------------------|---------------------|----------------|--|
|  | <p>یا رزوه معمولی</p> | <p>M۸....M۱۰۰×۶</p> | <p>DIN ۵۸۰</p> | <p>گوشواره‌های حمل روی ماشین‌ها، تجهیزات، مقدار بارگذاری بستگی به زاویه بار دارد، ماشین کاری سطح نشیمن فلانچ لازم است.</p> |
|---|-----------------------|---------------------|----------------|--|

مشخصه پیچ‌ها

مثال: A۲-۷۰ - M۱۲×۸۰ - ISO ۴۰۱۷ - پیچ سرشش گوش
 St - M۲۴×۱/۵ - DIN ۹۱۰ - پیچ درپوش
 A۸/۸ - M۱۰×۵۵ - ISO ۴۷۶۲ - پیچ استوانه‌ای
 کلاس استحکام مثلاً A۸/۸، A۱۰/۹، A۲-۷۰، A۴-۷۰، جنس فولاد مثلاً St (فولاد)، CuZn (آلیاژ مس - روی)
 اطلاعات نامی، مثلاً
 M ← رزوه متریک
 ۲۱ ← قطر نامی d
 ۰۸ ← طول l
 استاندارد مربوطه، مثلاً ISO، DIN، EN، شماره برگه استاندارد^(۱)
 نام

(۱) پیچ‌های طبق استانداردهای ISO، DIN EN یا ISO، DIN EN دارای علامت ISO در نام گذاری هستند.
 پیچ‌های طبق استاندارد DIN، دارای علامت DIN در نام گذاری هستند.

فصل ۷

ایمنی، بهداشت و ارگونومی

| رنگ‌های ایمنی | | | | |
|------------------|---|--|--|--|
| رنگ | قرمز | زرد | سبز | آبی |
| معنی | ایست، ممنوع | احتیاط احتمال خطر | بدون خطر، کمک‌های اولیه | علائم پیشنهادی راهنمایی |
| رنگ زمینه | سفید | سیاه | سفید | سفید |
| رنگ علائم | سفید | سیاه | سفید | سفید |
| مثال‌های کاربردی | علائم ایست، اضطراری، خاموش، علائم ممنوع، مواد آتش‌نشانی | اشاره و تذکر خطر (مثلاً آتش، انفجار، تابش)، اشاره و تذکر موانع (مثلاً گودال و برآمدگی) | مشخصه راه نجات و خروجی اضطراری، کمک‌های اولیه و ایستگاه‌های نجات | موظف به استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی، محل کیوسک |

| علائم پیشنهادی | | | | | | |
|----------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------------|
| | | | | | | |
| باید قفل شود | باید از ماسک جوشکاری استفاده شود | باید از کلاه ایمنی استفاده شود | باید از لباس ایمنی استفاده شود | باید از ماسک ایمنی استفاده شود | عابرپیاده باید از این مسیر استفاده کند | باید از کمربند ایمنی استفاده شود |
| | | | | | | |
| دست‌ها باید شسته شود | باید از ماسک محافظ استفاده شود | کفش ایمنی باید بپوشید | عینک حفاظتی باید بپوشید | قبل از شروع به کار قطع کنید | باید از پل استفاده شود | باید از گوشی محافظ استفاده شود |

| علائم نجات در مسیرهای فرار و خروجی‌های اضطراری | | | | |
|--|--------------------------------|-----------|---------------------------|----------------------|
| | | | | |
| اطلاعات مسیر کمک‌های اولیه، مسیرهای فرار و خروجی‌های اضطراری | کمک‌های اولیه | برانکاردر | دوش اضطراری | تجهیزات شست‌وشوی چشم |
| | | | | |
| تلفن اضطراری | پنجره اضطراری خروج نردبان فرار | | خروجی اضطراری / مسیر فرار | |

علامت ایمنی حریق و علایم اضافی

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| تلفن اضطراری | کلید هشدار آتش | کلاه ایمنی | نردبان آتش | شینلنگ خاموش کننده دیوارک | کیسول آتش نشانی |

BGVA ۸۱(۰۴-۲۰۰۲) و (۰۲-۲۰۰۱) ۲-۴۸۴۴ DIN

علایم ممنوع

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| ممنوع | سیگار کشیدن ممنوع | کبریت، شعله و سیگار کشیدن ممنوع | عبور عابر پیاده ممنوع | خاموش کردن با آب ممنوع | این آب آشامیدنی نیست |
|  |  |  |  |  |  |
| ورود افراد متفرقه ممنوع | برای وسایل نقلیه بالابر ممنوع | دست زدن و تماس ممنوع | استفاده از وان حمام، دوش یا ظرفشویی ممنوع | وصل کردن ممنوع | گذاشتن یا انبار کردن ممنوع |
|  |  |  |  |  |  |
| ممنوعیت دسترسی برای افرادی که در بدن ایمپلنت‌های فلزی دارند | عکسبرداری ممنوع | پوشیدن دستکش ممنوع | ورود به محوطه ممنوع | استفاده از تلفن همراه ممنوع | حمل نفر ممنوع |

| | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| | | | | | |
| هشدار قبل از نقطه خطر | خطر اشتعال | خطر انفجار | هشدار، مواد سمی | هشدار، مواد خورنده | خطر مواد رادیواکتیو |
| | | | | | |
| هشدار، بارها آویزان و معلق | هشدار، رفت و آمد بالا بر | خطر برق گرفتگی | هشدار لبه‌های برنده | هشدار، تابش لیزری | هشدار، مواد آتش‌زا |
| | | | | | |
| هشدار، پرتوهای غیر یونی‌کننده و الکترومغناطیس | هشدار، میدان مغناطیسی | هشدار، نسبت به زمین خوردن و گیر کردن | هشدار سقوط | اشعه | خطر بیخ‌زدگی |
| | | | | | |
| هشدار، سطوح داغ | هشدار، کپسول‌های گاز | هشدار، خطر باتری | هشدار، آسیب دیدگی دست | هشدار، خطر سر خوردن | خطر خرد شدن |

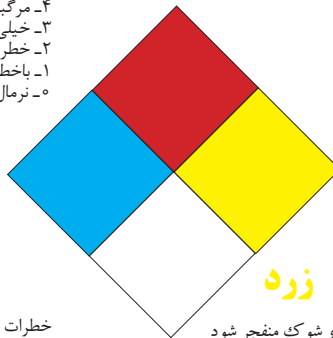
لوزی خطر

آبی

- واکنش پذیر
 ۴- مرگبار
 ۳- خیلی خطرناک
 ۲- خطرناک
 ۱- باخطر کم‌تر
 ۰- نرمال

قرمز

- خطرات آتش‌سوزی نقطه اشتعال
 ۴- زیر ۷۲ درجه فارنهایت
 ۳- زیر ۱۰۰ درجه فارنهایت
 ۲- زیر ۲۰۰ درجه فارنهایت
 ۱- بالای ۲۰۰ درجه فارنهایت
 ۰- نمی‌سوزد



سفید

- خطرات خاص
 OX اکسیدکننده
 ACID اسیدی
 ALK قلیایی
 COR خورنده

زرد

- واکنش پذیری
 ۴- ممکن است منفجر شود
 ۳- ممکن است در اثر حرارت و شوک منفجر شود
 ۲- تغییرات شیمیایی شدید
 ۱- در اثر استفاده از حرارت ناپایدار می‌گردد
 ۰- پایدار است

| تشریح راهنمای لوزی خطر | | |
|--|------------------------|---|
| بهداشت | واکنش پذیری | |
| نحوه حفاظت | قابلیت آزاد کردن انرژی | |
| ۴- حفاظت کامل و استفاده از دستگاه‌های تنفسی | ۴ | ممکن است تحت شرایط عادی منفجر شود |
| ۳- حفاظت کامل و استفاده از دستگاه‌های تنفسی | ۳ | ممکن است در اثر حرارت و شوک منفجر شود |
| ۲- از دستگاه تنفسی همراه ماسک کامل صورت استفاده گردد | ۲ | تغییرات شیمیایی شدید می‌دهد ولی منفجر نمی‌شود |
| ۱- بایستی از دستگاه تنفسی استفاده گردد | ۱ | در اثر استفاده از حرارت ناپایدار می‌گردد |
| ۰- وسیله خاصی مورد نیاز نمی‌باشد | ۰ | در حالت عادی پایدار است |

مقایسه انواع کلاس‌های آتش

| نوع حریق | اروپایی |
|-------------------------------|-----------|
| جامدات قابل اشتعال (مواد خشک) | Class A |
| مایعات قابل اشتعال | Class B |
| گازهای قابل اشتعال | Class C |
| وسایل الکتریکی (برقی) | Class F/D |
| فلزات قابل اشتعال | Class D |
| روغن آشیزی | Class F |

جدول مقایسه انواع کلاس‌های آتش

روش‌های متفاوت اطفای حریق

| طبقه‌بندی آتش‌سوزی‌ها | مواد | خاموش‌کننده توصیه شده |
|----------------------------------|---|--|
| جامدات احتراق پذیر به جز فلزات A | موادی که از سطح می‌سوزند مانند، چوب، کاغذ، پارچه موادی که از عمق می‌سوزند مانند چوب، زغال سنگ، پارچه، موادی که در اثر حریق شکل خود را از دست می‌دهند مانند لاستیک نرم، پلاستیک نرم | خاموش‌کننده‌های نوع آبی پودری چند منظوره CO ₂ هالون خاموش‌کننده‌ها پودری چند منظوره خاموش‌کننده‌های نوع آبی خاموش‌کننده‌های CO ₂ خاموش‌کننده‌های هالون خاموش‌کننده‌های پودری خاموش‌کننده‌های چندمنظوره |
| مایعات قابل اشتعال B | نفت، بنزین، رنگ، لاک، روغن و غیره (غیر قابل حل در آب) مایعات سنگین مانند قیر و آسفالت و گریس الکل، کتونها و غیره (قابل حل در آب) | خاموش‌کننده‌های پودری خاموش‌کننده‌ها کف شیمیایی و مکانیکی خاموش‌کننده‌ها پودری و CO ₂ خاموش‌کننده‌های هالون خاموش‌کننده‌های AFFF |
| گازهای قابل اشتعال C | گازها یا موادی که اگر با آب ترکیب شوند تولید گاز قابل اشتعال می‌نمایند مانند کاربید | خاموش‌کننده‌های پودری خاموش‌کننده‌های CO ₂ خاموش‌کننده‌های هالون |
| تجهیزات برقی D | کلید و پریز برق، تلفن، رایانه، ترانسفورماتورها | خاموش‌کننده‌های CO ₂ خاموش‌کننده‌های هالون |
| فلزات قابل اشتعال E | منیزیم، سدیم، پتاسیم، آلومینیم | خاموش‌کننده‌های پودر خشک |

میزان شدت نور در محیط‌های کار (لوکس)

| درجه بندی | فعالیت کاری | لوکس |
|-----------|--|-------------|
| ۱ | فضاهای عمومی با محیط تاریک | ۲۰-۵۰ |
| ۲ | گذرگاه‌های و راهروهای کارهای موقت | ۵۰-۱۰۰ |
| ۳ | فضاهای کاری برای کارهایی که گاهی انجام می‌شود | ۱۰۰-۲۰۰ |
| ۴ | کارهایی که معمولاً با کنتراست بالا یا بر روی قطعه بزرگ انجام می‌شود | ۲۰۰-۵۰۰ |
| ۵ | کارهایی که معمولاً با کنتراست متوسط یا بر روی قطعه کوچک انجام می‌شود | ۵۰۰-۱۰۰۰ |
| ۶ | کارهایی که معمولاً با کنتراست پایین یا بر روی قطعه کوچک انجام می‌شود | ۱۰۰۰-۲۰۰۰ |
| ۷ | کارهایی که معمولاً با کنتراست پایین یا بر روی قطعات ریز و یا تکرار زیاد انجام می‌شود | ۲۰۰۰-۵۰۰۰ |
| ۸ | انجام کارهای ممتد و طولانی با دقت بالا | ۵۰۰۰-۱۰۰۰۰ |
| ۹ | انجام کارهای خیلی خاص با کنتراست بسیار پایین | ۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰ |

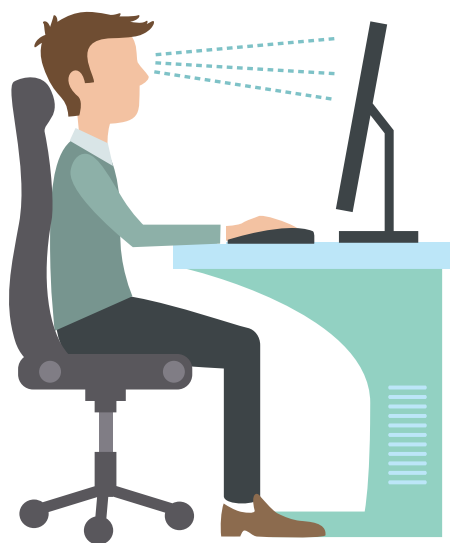
ارگونومی

حدود مجاز توصیه شده در خصوص نیروی کشیدن و هل دادن بار در راستای افقی

| شرایط | نیروهایی که نباید از آن تجاوز کرد (بر حسب کیلوگرم) | مثال‌هایی از نوع کار |
|---|--|--|
| الف) وضعیت ایستاده ۱- تمام بدن در کار دخالت دارد | ۲۳ کیلوگرم نیرو | حمل بار با فرغون |
| ۲- عضلات اصلی دست و شانه دست‌ها کاملاً کشیده شده‌اند | ۱۱ کیلوگرم نیرو | خم شدن بر روی یک مانع برای حرکت یک شیء یا هل دادن یک شیء در ارتفاع بالاتر از شانه |
| ب) زانو زدن | ۱۹ کیلوگرم نیرو | برداشتن یا جابه‌جا کردن یک قطعه از دستگاه هنگام تعمیر نگهداری جابه‌جا کردن اشیا در محیط‌های کاری سربسته نظیر تونل‌ها یا کانال‌های بزرگ |
| ج) در حالت نشسته | ۱۳ کیلوگرم نیرو | کار کردن با یک فرم عمودی نظیر دستگیره‌های کنترل در ماشین‌آلات سنگین برداشتن و گذاشتن سینی‌های با محصول بر روی نوار نقاله |

حدود مجاز توصیه شده در خصوص نیروی کشیدن و هل دادن بار در راستای عمودی

| مثال‌هایی از نوع کار | نیروهایی که نباید از آن تجاوز کرد (بر حسب کیلوگرم) | شرایط |
|--|--|---|
| کارکردن یا سیستم کنترل گرفتن قلاب نظیر دستگیره ایمنی یا کنترل دستی بکار انداختن یک جرنقیل زنجیری گیره‌های برقی، سطح گیره قطری کمتر از ۵ سانتیمتر باشد. | ۵۵ کیلوگرم نیرو ۶۰ کیلوگرم نیرو | کشیدن اجسام به سمت پایین در ارتفاع بالای سن |
| بکار انداختن کنترل، گرفتن قلاب | ۲۲ کیلوگرم نیرو | کشیدن به سمت پایین تا ارتفاع شانه |
| بلند کردن شیئی با یک دست بلند کردن در یا درپوش | ۲۷ کیلوگرم نیرو ۱۵ کیلوگرم نیرو ۷/۵ کیلوگرم نیرو | کشیدن به سمت بالا ۲۵cm (10 in) بالای سطح زمین ارتفاع آرنج ارتفاع شانه |
| بسته‌بندی کردن باربندی، مهر و موم کردن بسته‌ها | ۲۹ کیلوگرم نیرو | فشار دادن به سمت پایین تا ارتفاع آرنج |
| بلند کردن یک گوشه یا انتهای شیئی نظیر یک لوله یا تیر آهن بلند کردن یک شیء تا قسمت بالای تخته | ۲۰ کیلوگرم نیرو | فشار دادن به سمت بالا تا ارتفاع شانه |



پشتی صندلی باید کاملاً به کمر بچسبد و پایین آن قوس طبیعی کمر را پوشش دهد.

زاویه آرنج برابر ۹۰ درجه واقعی باشد شانه‌ها نیز در وضعیت راحت قرار داشته باشند

ران به صورت افقی بوده و زاویه آن با مفصل زانو بین ۹۰ تا ۱۱۰ درجه باشد.

کف پاها باید کاملاً روی زمین قرار گیرد اگر ارتفاع مناسب نیست از زیرپایی استفاده شود.










مچ دست در حالت طبیعی مستقیم روی صفحه کلید قرار می‌گیرد.

میزان خطر و احتمال وقوع آن بر حسب مسیر جریان برق

| مسیر جریان | میزان خطر مرگ | احتمال وقوع |
|-------------------------|--------------------|-------------|
| از سر به اندام‌های دیگر | خیلی زیاد (مرگبار) | خیلی کم |
| از یک دست به دست دیگر | زیاد | متوسط |
| از دست به پا | خیلی زیاد | زیاد |
| از یک پا به یک دست | کم | کم |

زمان تست هیدرو استاتیک خاموش کننده‌ها

| ردیف | نوع خاموش کننده آتش نشانی | دوره زمان تست (سال) |
|------|--|---------------------|
| ۱ | خاموش کننده آب و گاز تحت فشار و یا حاوی ترکیبات ضد یخ | ۵ |
| ۲ | خاموش کننده حاوی AFFF یا FFFP | ۵ |
| ۳ | خاموش کننده پودری یا سیلندر فولادی | ۵ |
| ۴ | خاموش کننده دی اکسید کربن | ۵ |
| ۵ | خاموش کننده حاوی پودر تر شیمیایی | ۵ |
| ۶ | خاموش کننده‌های حاوی پودر خشک شیمیایی با سیلندرهای آلومینیوم و یا برنجی | ۱۲ |
| ۷ | خاموش کننده‌های حاوی پودر خشک شیمیایی با سیلندرهای فولادی ریخته‌گری و مواد هالوژنه | ۱۲ |
| ۸ | خاموش کننده‌های حاوی پودر و دارای بالن (کارتریج) یا سیلندرهای فولادی ریخته‌گری شده | ۱۲ |

| توضیحات | کد | توضیحات | کد |
|---|---|--|---|
| پارچه |  | شیشه رنگی (معمولاً سبز) کدهای ۷۰ تا ۷۹ مربوط به انواع شیشه‌های است |  |
| کنف |  | کاغذ یا مقوای ممزوج با پلاستیک یا آلومینیوم |  |
| شیشه ممزوج |  | آلومینیوم |  |
| شیشه بدون رنگ شفاف |  | چوب |  |
| کدهای ۶۰ تا ۶۹ به طور کلی مربوط به انواع پارچه‌ها است | | چوب پنبه |  |

علائم و کدهای بازیافت مواد مختلف

امروزه بازیافت به عنوان یکی از پارامترهای مؤثر بر طراحی محصولات محسوب می‌گردد و به‌خصوص در مباحثی همچون طراحی و توسعه پایدار توجه به بازیافت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از عوامل که می‌تواند پس از استفاده از محصول، به سهولت تفکیک زباله در مبدأ کمک نماید علائم بازیافت مندرج بر روی بدنه کالا است که نوع جنس محصول را بیان می‌دارد که در ذیل، به بیان برخی از متداول‌ترین آنها شده است.

| توضیحات | کد | توضیحات | کد |
|---|--|--|--|
| پلی اتیلن با چگالی بالا |  02 PE-HD | پلی اتیلن تری فتالات |  01 PET |
| پلی اتیلن با چگالی پایین |  04 PE-LD | پلی وینیل کلراید |  03 PVC |
| پلی استایرن |  06 PS | پلی پروپیلن |  05 PP |
| کدهای ۸ تا ۱۴ به ترتیب مربوط به باتری‌های سرب - اسیدی، قلیایی، نیکل کادمیوم، نیکل متال هیدرید، لیتیوم، اکسید نقره، و زینک کربن (باتری‌های قلمی معمولی) است. | | سایر پلاستیک‌ها که عمدتاً شامل اکریلیک‌ها، فایبرگلاس، پلی آمید و ملامین (اوره فرمالدئید) |  07 O |
| کاغذهای ممزوج با سایر مواد، کاغذ روزنامه، پاکت نامه و غیره |  21 PAP | مقوا |  20 PAP |
| آهن |  40 FE | کاغذ |  22 PAP |

PETE - ۱- پلاستیک کد ۱: (پلی اتیلن ترفتالات، قابل بازیافت ترین و معمول ترین پلاستیک است که به عنوان بطری های آب، نوشابه و ظرف های یکبار مصرف و غیره استفاده می شود. محکم و در برابر گرما مقاوم است و با بازیافت به بطری های آب، ساک، لباس، کفش، روکش مبل، فیبرهای پلی استر و غیره تبدیل می شود.

HDPE - ۲- پلاستیک کد ۲: (پلی اتیلن با غلظت بالا که به راحتی و به سرعت بازیافت می شود. پلاستیک نوع خشک است، اما زود شکل می گیرد و معمولاً در قوطی شوینده های، بطری های شیر، قوطی آبمیوه، کیسه های زباله و غیره به کار می رود. با بازیافت تبدیل به لوله های پلاستیکی، قوطی شوینده ها، خودکار، نیمکت و غیره می شود.

PVC - ۳- پلاستیک کد ۳: (پلی وینیل کلراید سخت بازیافت می شود. با آنکه محیط زیست و سلامت افراد را به خطر می اندازد، هنوز در همه جا در لوله ها، میزها، اسباب بازی و بسته بندی و غیره به چشم می خورد. **PVC** بازیافت شده به عنوان کفش، سرعت گیر، پنل و گل پخش کن ماشین استفاده می شود.

LDPE - ۴- پلاستیک کد ۴: (پلی اتیلن با غلظت پایین است. ویژگی آن قابل انعطاف بودنش است. معمولاً در نخ های شیرینی، بسته بندی، قوطی های فشاری، کاورهای خشکشویی به کار می رود. بعد از بازیافت به عنوان بسته های حمل نامه، سطل های زباله، سیم بند و غیره استفاده می شود.

PP - ۵- پلاستیک کد ۵: (پلی پروپیلن با غلظت پایین و در برابر حرارت فوق العاده مقاوم است. به عنوان نی، درهای بطری و قوطی استفاده می شود **PP** بازیافت شده در چراغ راهنمایی و رانندگی، پارو، جای پارک دوچرخه و قفسه های کشویی کاربرد دارد.

PS - ۶- پلاستیک کد ۶ پلی استایرن که به فوم معروف است و در ظروف یکبار مصرف دردار و غیره به کار می رود. فوق العاده سبک ولی حجیم است. **PS** به دلیل آنکه گرما را زیاد منتقل نمی کند، کاربرد زیادی دارد. با آنکه این ماده جزو برنامه های بازیافت شهرداری ها نیست اما می تواند به عایق های حرارتی، شانه های تخم مرغ، خط کش و ظروف پلاستیکی تبدیل شود.

۷- سایر موارد - پلاستیک کد ۷: سایر پلاستیک ها مانند پلی اورتان می توانند ترکیبی از پلاستیک های فوق باشند. جزو بازیافت نیستند محصولات با کد ۷ می توانند هرچیز از زین دوچرخه گرفته تا ظرف های ۵ گالنی را شامل شوند. بسیاری از بازیافت کنندگان، پلاستیک با این کد را قبول نمی کنند، اما زین این پلاستیک ها قابل تبدیل به الوارهای پلاستیکی و مواد سفارشی هستند.

| | |
|--------------------------------|--|
| ۱. casting | ریخته‌گری |
| ۲. Rolling | نوردکاری |
| ۳. Extrusion | فشارکاری |
| ۴. Forging | پتک‌کاری |
| ۵. Powder metallurgy | متالوژی پودر |
| ۶. Mandrel | ماندرل میله‌ای است که برای شکل دادن فضای داخلی لوله و پروفیل در فشارکاری به کار می‌رود. |
| ۷. Sintering | زنیتر |
| ۸. Asbestos | آزبست |
| ۹. Viscosity | گرانروی یا ویسکوزیته مقدار مقاومتی است که یک سیال نسبت به جاری شدن از خود نشان می‌دهد. |
| ۱۰. Electric Furnace | کوره‌های الکتریکی |
| ۱۱. slag | سرباره ترکیبات غیرفلزی است که روی مذاب تشکیل می‌گردد و می‌تواند برای تصفیه مذاب از ناخالصی‌ها مورد استفاده قرار گیرد |
| ۱۲. Die cavity | قالب‌های دائمی |
| ۱۳. Zircon | زیرکن |
| ۱۴. Chromite | کرومیت |
| ۱۵. Olivine | اولیوین |
| ۱۶. Compounded sand grains | ماسه مختلط |
| ۱۷. kaolinite | کائولینیت |
| ۱۸. Montmorillonite | مونت موریلونیت |
| ۱۹. Illite | ایلیت |
| ۲۰. Swelling | قابلیت بادکردگی |
| ۲۱. Sulphite Lye | سولفیت لای |
| ۲۲. Hot strength | بالا بردن «استحکام در درجه حرارت بالا» |
| ۲۳. Floor sand | ماسه پشت بند |
| ۲۴. Burnt sand | ماسه سوخته |
| ۲۵. dead or Calsined clay | خاک مرده یا کلینه |
| ۲۶. Pneumatic Scrubbing system | سیستم‌های پنوماتیکی |
| ۲۷. Facing Sand | ماسه رویه |
| ۲۸. Classifier | جداننده ماسه از ذرات ریز |
| ۲۹. Fire clay | خاک‌نسوز |
| ۳۰. Batch Muller | تک باری |
| ۳۱. Continuous Muller | مداوم |

| | |
|-------------------------------|--|
| ۳۲. Core | ماهیچه |
| ۳۳. Core Plate | صفحه ماهیچه |
| ۳۴. Core blowing | ماهیچه‌سازی به روش دستی |
| ۳۵. Hot. Box cores | جعبه ماهیچه گرم |
| ۳۶. Cold Set | روش سرد |
| ۳۷. Pattern | مدل |
| ۳۸. Pattern Allowances | اضافه‌ها و تغییرهای مجاز |
| ۳۹. Calcium Stearate | استئارات کلسیم |
| ۴۰. Dump Box Molding | روش مخزن جعبه‌ای |
| ۴۱. Molding Blowing | روش دمشی |
| ۴۲. Investment Casting | روش ریخته‌گری دقیق |
| ۴۳. Shell investment process | روش پوسته‌ای |
| ۴۴. Solid investment process | روش توپر |
| ۴۵. Gravity Die Casting | ریخته‌گری در قالب‌های ویژه (روش ثقلی) |
| ۴۶. Pressure die casting | ریخته‌گری تحت فشار |
| ۴۷. High pressure Die casting | ریخته‌گری تحت فشار زیاد |
| ۴۸. Low pressure Die casting | ریخته‌گری تحت فشار کم |
| ۴۹. Toggle link | سیستم اتصالات زانوئی |
| ۵۰. Hot chamber process | ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار با محفظه گرم |
| ۵۱. Cold chamber process | ماشین‌های ریخته‌گری تحت فشار با محفظه سرد |
| ۵۲. Plunger | پیستون تزریق مذاب |
| ۵۳. Accumulator | مخزن فشار |
| ۵۴. Centrifugal casting | ریخته‌گری گریز از مرکز |
| ۵۵. Refractory Filler | ماده پرکننده دیرگداز |
| ۵۶. Suspension Agent | عامل غوطه‌ورسازی |
| ۵۷. Binder Agent | چسب |
| ۵۸. Carrier Vehicle | ماده حامل یا واسطه (آب، الکل، روغن) |
| ۵۹. Blows, Blowholes | سوسه و مک |
| ۶۰. Shrinkage cavities | کشیدگی (ناشی از انقباض) به صورت متمرکز یا پراکنده (حفره‌های انقباضی) |
| ۶۱. Misruns or cold shuts | نیامد (سرد جوش) «اتصال سرد» |

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| ۶۲. Inclusion | آخال |
| ۶۳. Pinhole Gas porosity | تخلخل - مک گازی |
| ۶۴. Drops cuts : Washes Erosion Scabs | ماسه انداختن - ماسه شوری و ماسه ریزی |
| ۶۵. Fusion= sand Burning | ماسه سوزی و ماسه جوشی |
| ۶۶. Fash Fin | پلیسه |
| ۶۷. Rough surface, Metal Penetration | زبری، نفوذ مذاب |
| ۶۸. Shot Metal | ساچمه |
| ۶۹. Hot Tears = Hot cracks | تَرَک گرم |
| ۷۰. Cold cracks | تَرَک سرد |
| ۷۱. Hardspots | سخت ریزه |
| ۷۲. Warped casting | پیچیدگی - تاب برداشتن |
| ۷۳. Coarse grain Structure | درشت دانگی |
| ۷۴. Buckles and Expansion scab | طبله یا زخمه |
| ۷۵. Crushes | خردشدگی |
| ۷۶. Shift | تکان خوردن |
| ۷۷. Core rise | بلند شدن ماهیچه (قالب) |
| ۷۸. Bleeder Run outs | بیرون زدن |
| ۷۹. Cold lip | لب گرد |
| ۸۰. Micro | ریزمک |
| ۸۱. Scab | زخمه |
| ۸۲. Sinter | زنیتتر (تف جوشی) |

شایستگی های

تفکر

- استدلال
 - تصمیم گیری
 - حل مساله
- تفکر منطقی

تفکر انتقادی

تفکر اخلاقی

- تفکر سیستمی
 - درک درست از سیستم
 - تنظیم و اصلاح عملکرد
 - بهبود عملکرد

نوآوری و کارآفرینی

جمع آوری اطلاعات

ساماندهی اطلاعات

تفسیر و تبادل اطلاعات

کاربرد فناوری اطلاعات

سواد اطلاعاتی

آموزش دیگران

مستند سازی

کاربرد فناوری

انتخاب فناوری مناسب

به کارگیری فناوری مناسب

نگهداری فناوری

محاسبه و ریاضی

