

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه سیزدهم	زمان به دقیقه
۱	سلام و احوالپرسی، حضور و غیاب و اعلام نتایج آزمون پایان فصل سرعت متوسط	۱
۲	تدریس مبحث شیب در قطعات صنعتی و یادآوری نسبت های مثلثاتی	۲
۳	تدریس مبحث شیب در جاده ها	۱
۴	تدریس مبحث شیب و باریک شدن در قطعات مخروطی	۱
۵	حل تمرین های حل شده کتاب	۳
۶	مشخص نمودن تکالیف منزل هنرجویان	۱

پرسش

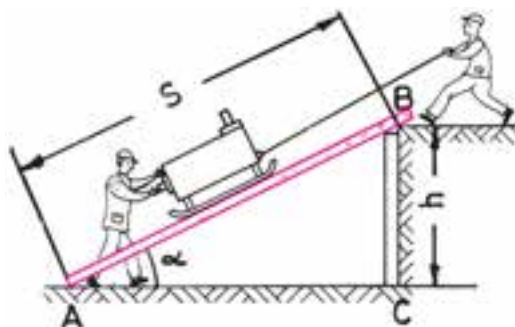
از هنرجویان به منظور آمادگی برای فراگرفتن درس

۱- نسبت های مثلثاتی در یک مثلث قائم الزاویه را با رسم شکل و با یک مثال بیان کنید.

۲- سطح شیب دار را با رسم شکل ساده تعریف کنید.

۳- موارد استفاده سطح شیب دار در صنعت کجاست؟ چند نمونه ذکر کنید.

جواب: ۱- سطح شیب دار سطحی است که با افق زاویه معینی مانند α می سازد.



جواب: ۲- از سطوح شیب دار در بسیاری از مکانیزم ها استفاده می شود همانند گوه یک طرفه، گوه دوطرفه، پیچ و مهره،

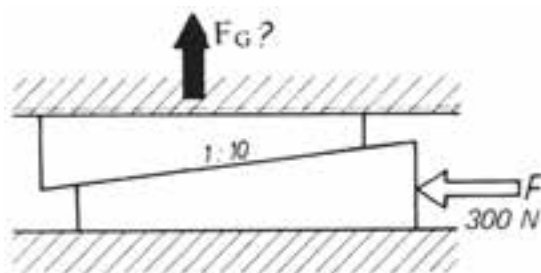
مخروط ها در ماشین های ابزار (گلوئی مرغک، مرغک، دنباله مته های دنباله مخروطی، ریل های v شکل و دم چلچله و بسیاری از موارد دیگر.

گوه

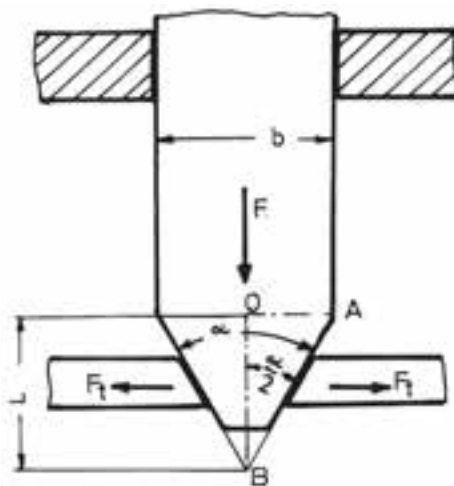
یکی از موارد استفاده سطح شیب دار در صنعت گوه است، گوه از یک و یا دو سطح شیب دار متصل به هم تشکیل شده است

که کار بریدن، بلند کردن بارهای سنگین و محکم کردن قطعات ماشین روی یکدیگر را آسان می کند.

گوه یک طرفه



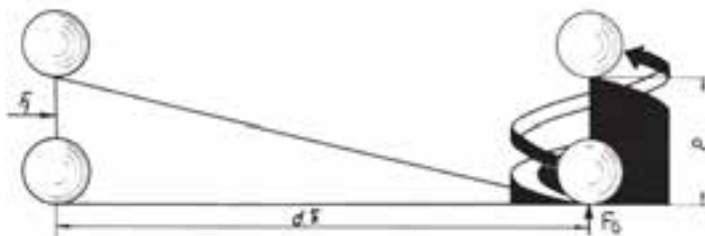
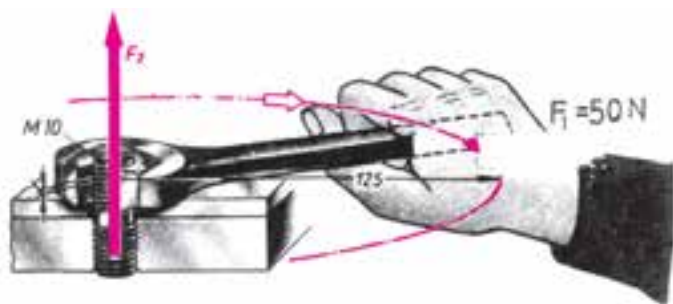
گوه دو طرفه



پیچ و مهره

یکی دیگر از موارد استفاده سطح شیب‌دار در صنعت پیچ‌ها می‌باشند در حقیقت مسیر دندانه‌های پیچ همان سطح شیب‌داری است که به دور بدنه پیچ قرار گرفته‌اند.

وقتی پیچ و یا مهره، را با استفاده از آچار و نیروی دست سفت می‌کنیم کار انجام شده توسط نیروی دست در یک دور گردش آچار با مقدار کار انجام شده در محور پیچ در اثر تغییر مکان نیروی آن به اندازه یک گام برابر خواهد بود.



محاسبه شیب

شیب در قطعات صنعتی به دو دسته تقسیم می‌شود.

الف) شیب یک طرفه

ب) شیب دو طرفه

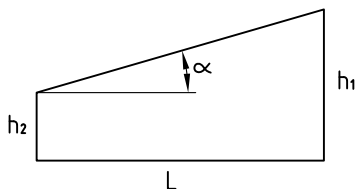
الف) شیب یک طرفه : به عنوان مثال گوه

h_1 ارتفاع بیشتر

h_2 ارتفاع کمتر

L طول قطعه شیب دار

α زاویه شیب



به دلیل اختلاف ارتفاع در طول معین (L) سطح بالای قطعه دارای شیب است و با افق زاویه α می‌سازد که برای محاسبه شیب

آن از رابطه

$$\text{شیب} = \frac{\text{اختلاف ارتفاع}}{\text{طول معین}} = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

استفاده می‌کنیم. کسر $\frac{h_1 - h_2}{L}$ را تا حد ممکن ساده می‌کنیم و آن را به صورت کسری می‌نویسیم. مثال :

$$\text{شیب} = \frac{20 - 8}{36} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3}$$

علامت شیب، مثلث قائم الزاویه است که از آن در نقشه کشی صنعتی

استفاده می‌شود. ($\triangle 1:3$)

برای محاسبه زاویه سطح شیب دار (α) در مثلث قائم الزاویه

هاشورخورده) رابطه $\tan \alpha$ را می‌نویسیم.

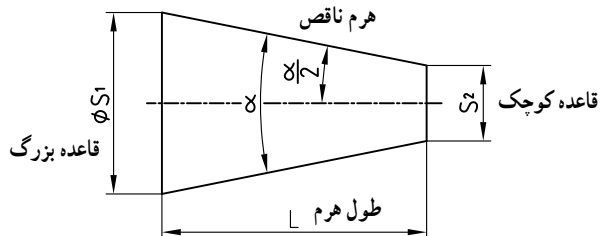
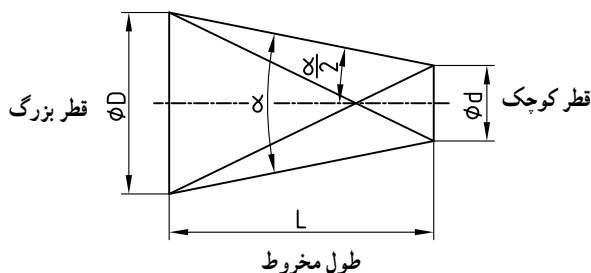
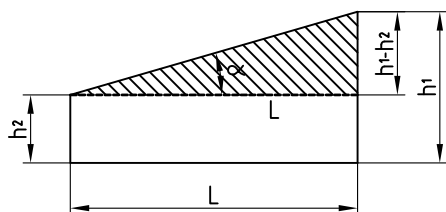
$$\tan(\alpha) = \frac{h_1 - h_2}{L} = \text{شیب}$$

(اعشاری می‌نویسیم) شیب $\tan \alpha$ پس

و از جدول صفحه ۱۷۸ و ۱۷۹ مقدار زاویه α را محاسبه

می‌کنیم.

ب) شیب دو طرفه (هرم و مخروط کامل یا ناقص)



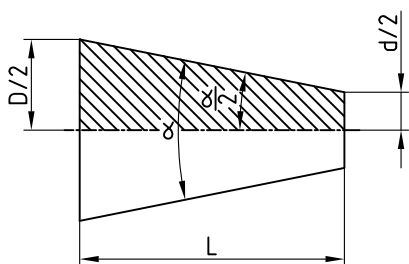
در قطعاتی که شیب دو طرفه دارند مانند هرم و مخروط قاعده شکل رفته رفته باریک می‌شود پس می‌توان نسبت باریک شدن را به دست آورد که آن را با حرف C نمایش می‌دهند.

$$C = \frac{\text{اختلاف قاعده‌ها}}{\text{طول معین}} = \frac{D-d}{L} = \frac{S_1 - S_2}{L}$$

که از رابطه زیر به دست می‌آید.

این عدد باید به صورت کسری نوشته شود و تا حد امکان ساده شود.

علامت نسبت باریک شدن در نقشه کشی صنعتی مثلث متساوی الساقین است. برای محاسبه شیب یک طرف این قطعات کفایت به صورت فرضی شکل را به دو قسمت تقسیم کرد و سپس مشابه شیب یک طرفه آن را حساب کرد.



$$\text{شیب} = \frac{\frac{D}{2} - \frac{d}{2}}{L} = \frac{D-d}{2L} = \frac{D-d}{2L}$$

$$\text{شیب} = \frac{D-d}{2L} = C$$

$$\text{علامت شیب مثلث قائم الزاویه} = \frac{D-d}{2L} = \frac{S_1 - S_2}{2L} = \frac{C}{2}$$

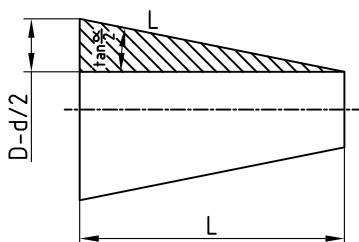
و عدد آن به صورت کسری نوشته می‌شود.

برای محاسبه زاویه $\frac{\alpha}{2}$ از مثلث هاشور خورده مقابل استفاده می‌کنیم.

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{D-d}{2L} \text{ شیب}$$

و مشابه شیب یک طرفه از جدول ص ۱۷۸ و ۱۷۹ $\frac{\alpha}{2}$ به دست می‌آوریم.

$\frac{\alpha}{2}$ زاویه شیب زاویه انحراف سوپرت زاویه مخروط تراش زاویه تنظیم



جلسه چهاردهم

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه چهاردهم	زمان به دقیقه
۱	آماده کردن کلاس شامل احوالپرسی، حضور و غیاب و وضعیت هنرجویان	۱
۲	بررسی دفاتر تکالیف هنرجویان، نحوه حل تمرین، مرتب بودن، رسم تصاویر و دادن امتیاز	۲
۳	حل تمرین های نمونه ۱ ص ۶۳، ۴ ص ۶۴	۱
۴	حل تمرین ۸ ص ۶۵ و ۹ ص ۶۵	۱
۵	حل تمرین ۱ ص ۶۶	۱
۶	حل تمرین ۱۱ ص ۶۶	۱
۸	امتحان پایان فصل	۲

تمرین صفحه ۶۳: گوه یک طرفه $\frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{24 - 22/6}{160}$ شیب $L = 160 \text{ mm}$

$h_1 = 22/6 \text{ mm}$

$h_2 = 24 \text{ mm}$

شیب ؟

$$\text{شیب} = \frac{1/4}{160} = \frac{1}{80} \text{ شیب گوه موجود}$$

حل:

$$\text{شیب استاندارد} = \frac{1}{100}$$

مطابقت ندارد.

$L = 72 \text{ mm}$

$h_1 = 42 \text{ mm}$

$h_2 = 30 \text{ mm}$

α ؟

$$\text{شیب} = \tan \alpha = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{42 - 30}{72} = \frac{12}{72} = \frac{1}{6}$$

تمرین ۴ صفحه ۶۴:

$$\text{شیب } \tan \alpha = 0/1666$$

α از جدول تانژانت ها $9, 27', 44''$

$$\tan 9, 20' = 0/1644$$

$$\tan 9, 30' = 0/1673$$

یادآوری:

$$9, 30' - 0/1673 - 0/1673 -$$

$$\frac{9, 20'}{10'} \text{ و } \frac{0/1644}{0/0029} \text{ و } \frac{0/1666}{0/0007}$$

تناسب می گیریم

$$10' \quad 0/0029$$

$$x \quad 0/0007$$

$$x = \frac{10 \times 7}{29} = 2/4'$$

۹ ، ۲۷/۴' ، ۳۰' ، ۲/۴' پس زاویه موجود

تمرین ۸ صفحه ۶۵

$$\Rightarrow C = \frac{D-d}{1} \Rightarrow \frac{1}{50} = \frac{D-8}{90}$$

$$d \quad 800$$

$$c = \frac{1}{50}$$

$$L \quad 90 \text{ mm}$$

$$D \quad ?$$

$$D-8 = \frac{90}{50} \Rightarrow D = 8 + \frac{9}{5} = 9/8 \text{ mm}$$

$$C = \frac{D-d}{1} \Rightarrow C = \frac{40-832}{80}$$

$$D \quad 40 \text{ mm}$$

$$C = \frac{8}{80} = \frac{1}{10}$$

$$d \quad 32 \text{ mm}$$

$$L \quad 80 \text{ mm}$$

$$\text{شیب} = \frac{C}{2} = \frac{D-d}{2L} \quad \text{یا} \quad \text{شیب} = \frac{C}{\frac{1}{2}} = \frac{10}{\frac{1}{2}}$$

$$C \quad ?$$

$$\frac{\alpha}{2} = ?$$

$$\text{شیب} = \frac{1}{2} = 0/05$$

۵۲' ، ۲ زاویه از جدول

$$L \quad 50 \quad 1 \quad 49 \text{ mm}$$

$$C = \frac{D-d}{1} \Rightarrow \frac{3/5}{12} = \frac{D-17/4}{49}$$

تمرین ۱۰ صفحه ۶۶

$$d \quad 17/4 \text{ mm}$$

$$C = \frac{3/5}{12}$$

$$D \quad ?$$

$$D-17/4 = \frac{49 \times 3/5}{12} \Rightarrow D = 17/4 + 14/29$$

$$\frac{\alpha}{2} = ?$$

$$D \quad 31/69 \text{ mm}$$

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{C}{2} = \frac{\frac{3/5}{12}}{2} = \frac{3/5}{24} = 0/1458$$

از جدول $\frac{\alpha}{2} \quad 8^\circ, 18'$

$$C \quad ۱: ۲/۵$$

$$d_۱ \quad ۳۰ \text{ mm}$$

$D_۱ \quad ۵۰ \text{ mm}$ مخروط خارجی

$$C = \frac{D-d}{l} \Rightarrow \frac{۱}{۲/۵} = \frac{۳۰-d_۲}{(۴۰+۲۰-۵۰)} =$$

$$\Rightarrow d_۲ = ۳۰ - \frac{۱}{۲/۵} \Rightarrow d_۲ = ۲۶ \text{ mm}$$

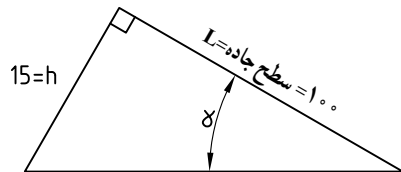
$$C = \frac{D-d}{l} \Rightarrow \frac{۱}{۲/۵} = \frac{d_۱-۳۰}{۳۰}$$

$$d_۱ = ۳۰ + \frac{۳۰}{۲/۵} = ۴۲ \text{ mm}$$

شیب در جاده‌ها



چنانچه به شمال مسافرت کرده باشید تابلوهایی را مشاهده کرده‌اید که در آن عددی بر حسب درصد نوشته شده است مانند $\frac{۱۵}{۱۰۰}$ که نشان‌دهنده شیب‌دار بودن آن قسمت از جاده است و اگر به عنوان مثال شیب جاده‌ای ۱۵٪ باشد به معنی آن است که در هر صد متر از طول جاده خط عمود بر سطح جاده دارای طول ۱۵ متر است.



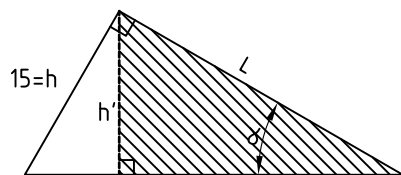
$$L \quad ۱۰۰ \text{ m}$$

$$h \quad ۱۵ \text{ m}$$

شیب ؟

اگر در مثلث مربوطه $\tan \alpha$ را محاسبه کنیم داشت

شیب جاده $\tan \alpha$



$$\boxed{\tan \alpha = \frac{h}{L}} \quad \tan \alpha \quad \text{شیب} \quad \frac{۱۵}{۱۰۰} = \%۱۵$$

در این حالت برای محاسبه اختلاف ارتفاع جاده نسبت به افق h' از رابطه زیر

استفاده می‌شود.

$$\sin \alpha = \frac{h'}{L} \Rightarrow \boxed{h' = L \times \sin \alpha}$$

ابتدا α را به کمک شیب و جدول \tan ها به دست آورده سپس \sin این زاویه را از جدول \sin های کتاب محاسبه کرده و در فرمول

h' قرار داده و آن را محاسبه می‌کنیم.

مثال : مسئله نمونه صفحه ۶۱

جلسه پانزدهم: شروع مبحث انطباقات

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه پانزدهم	زمان به دقیقه
۱	سلام و احوالپرسی و حضور و غیاب و نظر خواستن از هنرجویان در مورد امتحان پایان فصل گذشته	۱
۲	اعلام نتایج آزمون پایان فصل شیب و نسبت باریک شدن	۲
۳	تدریس مبحث تولرانس اندازه اسمی، انحراف بالایی و پایینی، بزرگترین و کوچکترین اندازه و تولرانس	۳
۴	تدریس اصطلاح لقی و سفتی، میدان تولرانس و مقدار تولرانس	۳
۵	مشخص کردن تمرین‌هایی که هفته آینده هنرجویان باید حل کنند ۱ و ۲ صفحات ۸۱ و ۸۲	۱

پرسش

برای درک و فهم بهتر هنرجویان از مفهوم انطباقات و اصطلاحات آن نمونه سؤالات زیر پیشنهاد می‌گردد.
 ۱- برای جاگیری دقیق و مطمئن یک قطعه در داخل قطعه دیگر در هنگام طراحی و ساخت قطعات چه فاکتورهایی را باید مدنظر قرار داد.

۲- جاگیری یک مهره در داخل پیچ (انطباق) در هنگامی که مهره به انتها نرسیده چند حالت ممکن است داشته باشد.

۳- جاگیری محور مرغک دستگاه تراش در سوراخ مرغک چگونه است؟

ارتباط بین محدوده‌های تولرانسی دو یا چند قطعه متصل به هم را انطباق می‌گویند و برای اینکه دو قطعه در داخل یکدیگر قرار گرفته و انطباق موردنظر را ایجاد کنند هر یک از آنها باید اندازه معین داشته باشند و قطعات یدکی مانند پیچ و مهره‌ها، بلبرینگ‌ها، خارها، شفت‌ها و ... با توجه به قانون انطباقات و به صورت انبوه تولید، انبار و در مواقع لزوم استفاده می‌شوند همچنین قطعات بزرگ و خاص بر طبق نقشه با تولرانس مورد نیاز طراحی و ساخته می‌شوند تا در هنگام مونتاژ دچار مشکل نگردند برای هماهنگی در بین کشورهای مختلف اعم از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان مؤسسه‌ای به نام ISO انطباقات و تولرانس‌ها را استاندارد نموده و همه کشورها خود را ملزم به رعایت آن می‌دانند.

برای شناخت بهتر انطباقات لازم است که ابتدا تعاریف و اصطلاحات به کار برده در انطباقات بیان گردد.

اندازه اسمی (N)

اندازه نوشته شده روی نقشه را اندازه اسمی گویند. ساخت یک قطعه حتی با دقیق‌ترین ماشین‌های تغییر فرم و اندازه‌گیری دقیق‌ترین وسایل اندازه‌گیری با اندازه اسمی امکان‌پذیر نمی‌باشد به عبارت دیگر ساخت یک میله با اندازه اسمی $40/000000$ mm غیرممکن است برای حل این مشکل باید انحراف مجازی برای آن در نظر گرفته و اعمال نمود.

خط صفر

خط صفر منطبق بر اندازه اسمی بوده و مرزی است که در آن انحراف اندازه برابر صفر است.

انحراف فوقانی (A_O): فاصله بین خط صفر و بزرگترین اندازه مجاز O را انحراف فوقانی می‌گویند. $A_O = 0.08mm$

انحراف تحتانی (A_U): فاصله بین خط صفر و کوچکترین اندازه مجاز را انحراف تحتانی می‌گویند. $A_U = 0.03mm$

نکته: در بعضی از موارد انحراف فوقانی و یا تحتانی ممکن است صفر باشد که روی نقشه نوشته نمی‌شود.

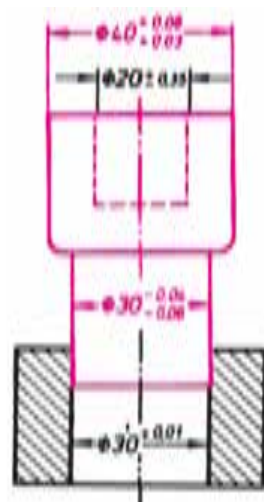
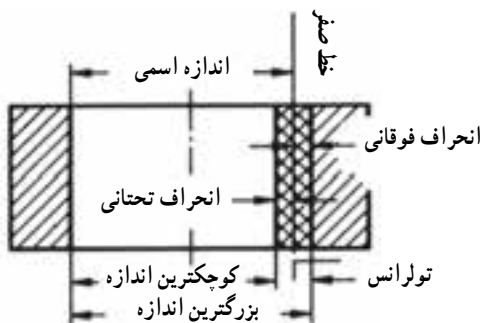
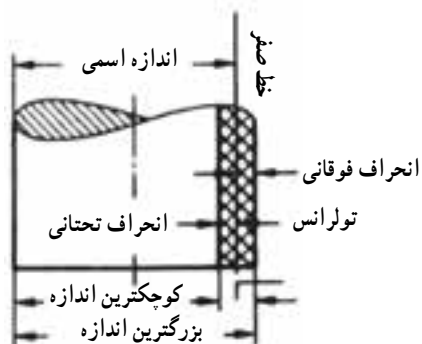
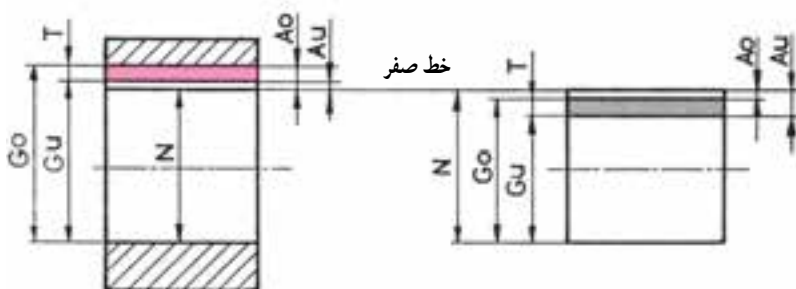
بزرگترین اندازه G_O : عبارتست از بزرگترین حد مجاز و از جمع جبری اندازه رسمی و انحراف فوقانی حاصل می‌شود.

$$G_O = 30 + 0.04 = 29.96mm$$

کوچکترین اندازه G_U : عبارتست از کوچکترین حد مجاز و از جمع جبری اندازه اسمی و انحراف تحتانی حاصل

$$G_U = 30 - 0.06 = 29.94mm$$

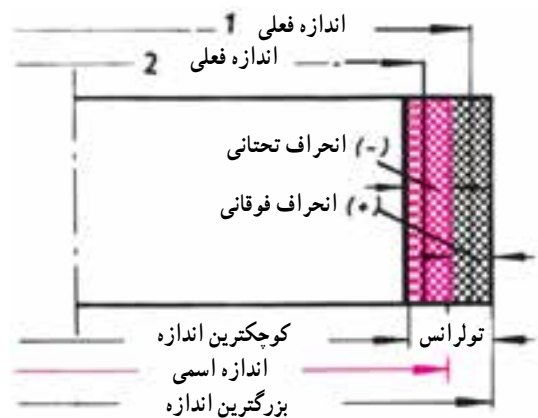
می‌شود.



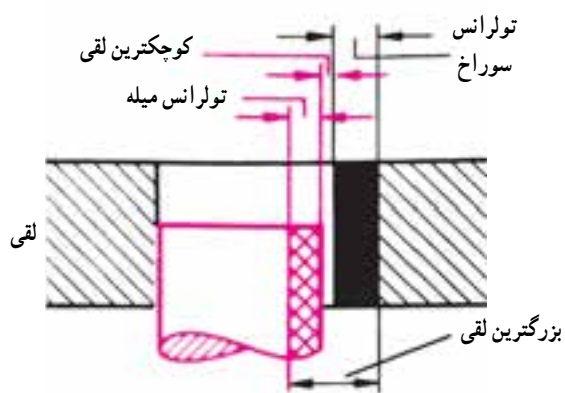
تولرانس T: عبارتست از حد تغییرات مجاز در اندازه و متراژ

آن از تفاضل بزرگترین و کوچکترین اندازه قطعه به دست می‌آید. مقدار

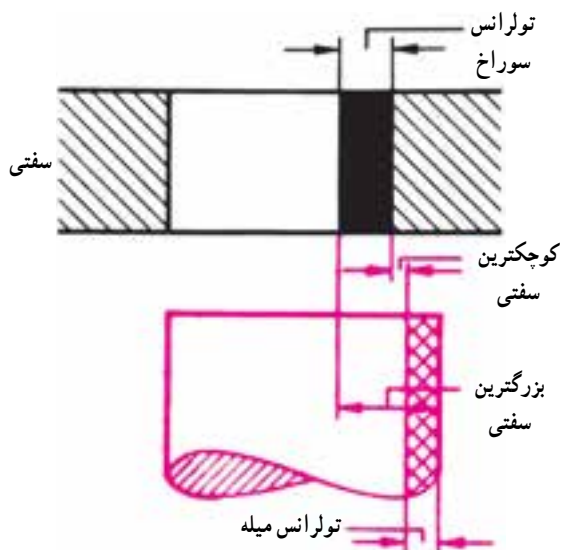
تولرانس از جمع جبری انحراف فوقانی و تحتانی نیز حاصل می‌گردد.



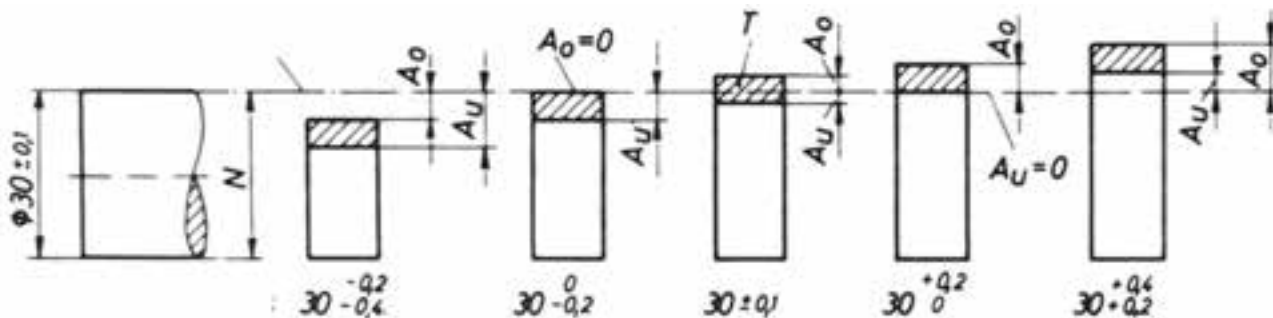
لقی (P): تفاضل اندازه قطر سوراخ از قطر میله را لقی می‌گویند (اگر قطر سوراخ از قطر میله بزرگتر باشد) از آنجایی که میله و سوراخ هرکدام دارای تولرانس می‌باشند لذا در عمل ممکن است لقی از کم تا زیاد به وجود آید به عبارت دیگر بزرگترین لقی وقتی پیش می‌آید که سوراخ بزرگترین و میله کوچکترین اندازه ممکن را داشته باشند و کوچکترین لقی وقتی حاصل می‌گردد که سوراخ کوچکترین و میله بزرگترین اندازه ممکن را دارا باشند.



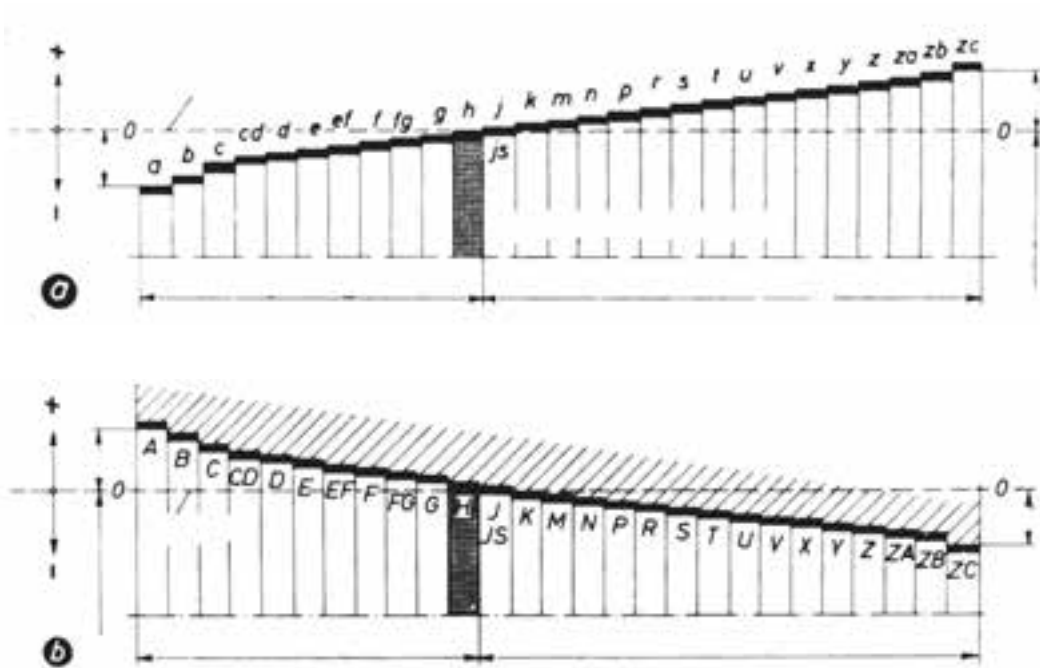
سفتی (H): تفاضل اندازه قطر میله از قطر سوراخ را سفتی می‌گویند اگر قطر میله از سوراخ بزرگتر باشد با توجه به تولرانس سوراخ و میله در اینجا نیز سفتی‌های متفاوتی از کم تا زیاد بین دو قطعه وجود خواهد داشت. در صورتی که میله بزرگترین و سوراخ کوچکترین اندازه ممکن را داشته باشند بزرگترین سفتی و در مواردی که میله کوچک و سوراخ بزرگ (در محدود تولرانس) بشود کوچکترین سفتی حاصل می‌شود.



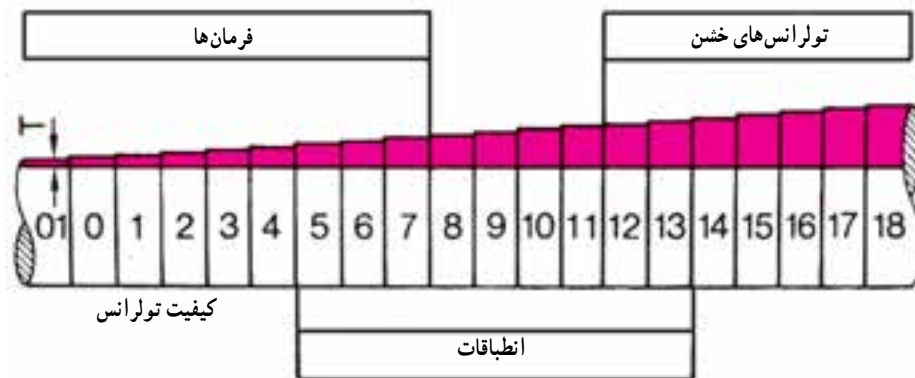
میدان تولرانس: میدان تولرانس کیفیت و همچنین موقعیت تولرانس را نسبت به خط صفر نشان می‌دهد به‌طور کلی بیچ نوع میدان تولرانس در نقشه‌ها مطرح می‌گردد.



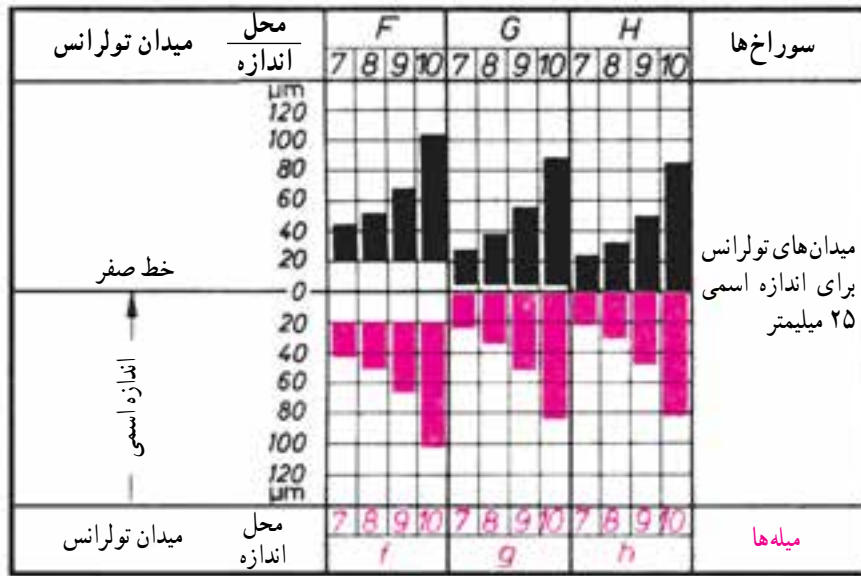
به علت کافی نبودن ۵ مرحله برای مشخص کردن انواع میدان تولرانس در سیستم ISO هرکدام از آنها را به مراحل بیشتری تقسیم می‌کنند حروف I, L, O, Q, W و حذف و به‌جای آنها از حروف ZA, ZB, ZC (za, zb, zc) و همچنین JS, FG, EF, CD استفاده می‌گردد. بنابراین ۲۸ موقعیت نسبت به خط صفر وجود خواهد داشت.



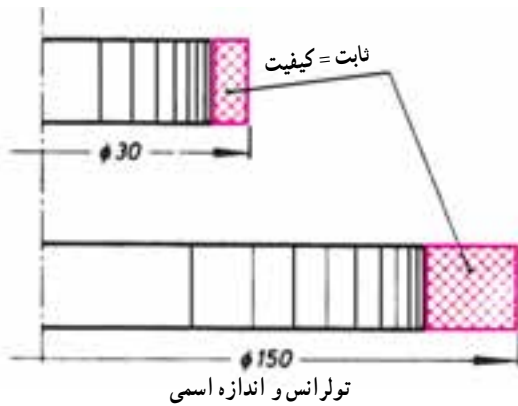
برای نشان دادن کیفیت (مرغوبیت) تولرانس در سیستم ISO از اعداد استفاده می‌شود و بدین منظور 2° کیفیت در نظر گرفته شده است. $1^\circ/10$ برای تولرانس‌ها. فرامین اندازه‌گیری و کنترل کیفیت‌های ۵ الی ۱۳ برای انطباقات در ماشین‌سازی و کیفیت ۱۲ الی ۱۸ برای کارهای غیر دقیق مانند نورد، ریخته‌گری، آهن‌گری و غیره در نظر گرفته شده است.



به طوری که مشاهده می‌شود هرچه از کیفیت ۰۱ به طرف کیفیت ۱۸ حرکت کنیم مقدار تولرانس بیشتر می‌شود. در شکل صفحه بعد میدان‌های تولرانس مختلف با کیفیت در موقعیت‌های متفاوت نشان داده شده است حروف، موقعیت میدان تولرانس نسبت به خط صفر و اعداد کیفیت آن را نشان می‌دهد.



مقدار تولرانس : مقدار تولرانس با اندازه اسمی و کیفیت ساخت رابطه مستقیم دارد هرچه اندازه اسمی و عدد کیفیت قطعه‌ای بیشتر باشد میدان تولرانس بیشتر و دقت ساخت آن کمتر است.



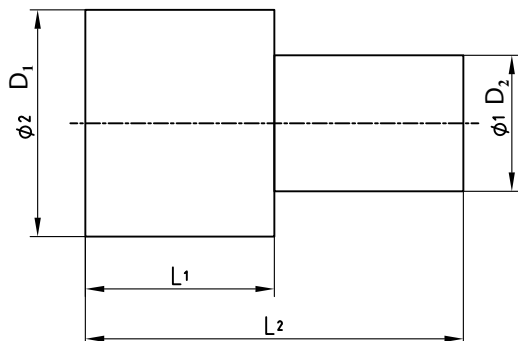
جلسه شانزدهم: ادامه مبحث انطباقات (دومین جلسه)

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه شانزدهم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب	۱
۲	حضور در کارگاه و اندازه گیری ابعادی و مقایسه اندازه واقعی با اندازه اسمی و تولرانس های مربوطه	۴
۳	حل مسائل نمونه کتاب در مبحث محاسبه تولرانس و انواع انطباقات	۳
۴	مشخص کردن مسائل پایان فصل برای حل هنرجویان در منزل در هفته آینده	۱

پرسش

برای یادگیری عملی هنرجویان در محاسبه تولرانس و انواع انطباقات نمونه سؤالات زیر پیشنهاد می شود.

- از هنرجویان بپرسید آیا تاکنون مقایسه ای بین اندازه های داده شده از نقشه (اسمی N) و اندازه های حاصل از ماشین کاری در قطعاتی که در کارگاه تراشکاری تولید کرده اید داشته اید تکمیل جدول زیر کمک زیادی در یادگیری تولرانس و محاسبه آن می کند.
- جاگیری (انطباق) یک پیچ با مهره معمولی و پیچ و مهره به کار رفته در میکرومتر چه تفاوتی دارند؟



بعد	L_1	L_2	D_1	D_2
اندازه اسمی (نقشه)				
اندازه واقعی				
تولرانس				

۳- انطباق میله مرغک و سوراخ مرغک و یک شفت در سوراخ یک بلبرینگ چه فرقی دارند؟

۴- کاربرد سیستم ثبوت سوراخ و میله را با مطالعه مسئله ۵ صفحه ۸۴ و مسئله ۶ صفحه ۸۵ را بگویند.

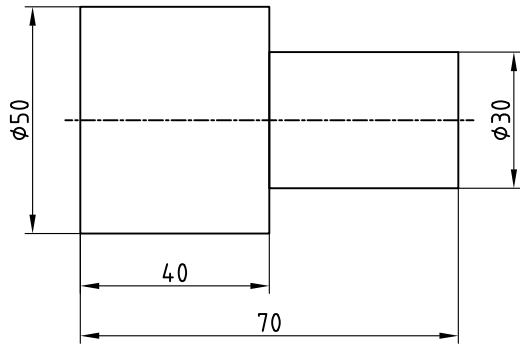
نکته: می توان با آوردن قطعات با تولرانس های متفاوت و انطباق لق، جذب و پرسی و یا حضور در کارگاه روی ماشین تراش و

یا فرز با شرح نمونه های عملی مفهوم ترانس و انطباقات را بهتر بیان کرد به تولرانس روداری و به انطباق خوردن نیز می گویند.

۵- آیا تا به حال دیده اید که برای جازدن و یا درآوردن دو قطعه از ضربات چکش، پرسی و یا گرم کردن و سرد کردن استفاده

نمایند؟ شرح دهید.

محاسبه تolerانس



همان طوری که گفته شد ساخت یک قطعه با اندازه اسمی با دقیق ترین ماشین های تولیدی امکان پذیر نمی باشد لذا انحراف از اندازه مجازی را در ساخت قطعه برحسب کیفیت ساخت در نظر می گیرند هرچه کیفیت کار بالاتر باشد مقدار انحراف مجاز کمتر و هزینه ساخت بیشتر خواهد بود.

انحراف اندازه مجاز طولی ± 0.1

- $N_{O1} \ 5^{\circ} \text{mm} \quad G_O \ N \ A_O \ 5^{\circ} \ 0.1 \ 5^{\circ} / 1 \ \text{mm}$
- برای قطر $N_{O2} \ 3^{\circ} \text{mm} \quad G_U \ N \ A_U \ 5^{\circ} \ (0.1) \ 49/9 \ \text{mm}$
- $A_O \ 0.1 \ \text{mm} \quad T \ G_O \ G_U \ 5^{\circ} / 1 \ 49/9 \ 0.2 \ \text{mm}$
- $A_U \ 0.1 \ \text{mm} \quad \text{یا} \ T \ A_O \ A_U \ 0.1 \ (0.1) \ 0.2 \ \text{mm}$
- برای قطر $3^{\circ} \quad G_O \ N \ A_O \ 3^{\circ} \ 0.1 \ 3^{\circ} / 1 \ \text{mm}$
- $G_U \ N \ A_U \ 3^{\circ} \ (0.1) \ 29/9 \ \text{mm}$
- $T \ G_O \ G_U \ 3^{\circ} / 1 \ 29/9 \ 0.2 \ \text{mm}$
- برای طول $7^{\circ} \quad G_O \ N \ A_O \ 7^{\circ} \ 0.1 \ 7^{\circ} / 1 \ \text{mm}$
- $G_U \ N \ A_U \ 7^{\circ} \ (0.1) \ 69/9 \ \text{mm}$
- $T \ G_O \ G_U \ 7^{\circ} / 1 \ 69/9 \ 0.2 \ \text{mm}$
- برای طول $4^{\circ} \quad G_O \ N \ A_O \ 4^{\circ} \ 0.1 \ 4^{\circ} / 1 \ \text{mm}$
- $G_U \ N \ A_U \ 4^{\circ} \ (0.1) \ 39/9 \ \text{mm}$
- $T \ G_O \ G_U \ 4^{\circ} / 1 \ 39/9 \ 0.2 \ \text{mm}$
- یا $T \ A_O \ A_U \ 0.1 \ (0.1) \ 0.2 \ \text{mm}$

حل مسئله ۱ ص ۸۱

علائم انطباقی	۴ j۶	۴ k۶	۴۷k۱۱	۶ d۹	۹ e۸	۱۱ e۸
انحراف فوقانی	+۱۱	+۱۸		-۱	-۷۲	-۷۲
انحراف تحتانی	-۵	+۲	-۱۶	-۱۴۷	-۱۲۶	-۱۲۶

حل مسئله ۲ ص ۸۲

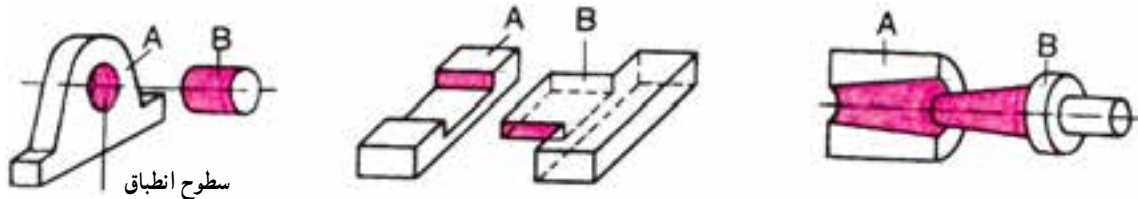
علائم انطباقی	۲ H۱۱	۲۵D۱	۳ e۸	۳ HV	۵ d۹	۵ h۹	۶ HV	۷ h۱۱	۸ f۷	۱ c۱۱
انحراف تحتانی	+۱۳	+۱۴۹	-۵	+۲۵	-۱		+۳		-۱۸	
انحراف فوقانی		+۶۵	-۸۹		-۱۷۴	-۷۴		-۱۹	-۴	

جلسه هفدهم: ادامه مبحث انطباقات (سومین جلسه)

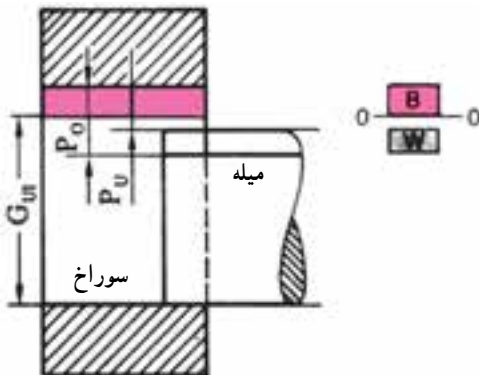
ردیف	برنامه زمانبندی جلسه هفدهم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب	۱
۲	تدریس مبحث سیستم انطباق و تمایز آنها از یکدیگر	۱
۳	تدریس مبحث انطباق بازی دار	۱۵
۴	تدریس مبحث انطباق عبوری	۱۵
۵	تدریس مبحث انطباق پرسی	۱۵
۶	حل مسائل ۳ و ۴ صفحه ۸۳	۱۵
۷	مشخص کردن مسائل باقیمانده فصل انطباقات برای جلسه آینده	۱
۸	یادآوری انجام آزمون پایان فصل در جلسه آینده	

انواع انطباقات

وقتی دو قطعه در داخل یکدیگر قرار گیرند گوئیم آن دو قطعه برهم منطبق شده (خورده) و انطباقی (خورند) را به وجود آورده اند تعریف انطباق می تواند به این صورت بیان گردد رابطه موجود بین اندازه های دو قطعه انطباقی قبل از مونتاژ کردن آنها به یکدیگر را انطباق گویند.



انطباق بازی دار (لق) $\varnothing 25_{F7}^{H7}$: اگر مابین اجزای متصل به هم همیشه (در هر حال) فاصله ای به عنوان لقی وجود داشته باشد برای این انطباق از حرف a تا h برای نمایش موقعیت میدان تolerانس میله ها و از حرف A تا H برای نمایش موقعیت میدان تolerانس سوراخ ها استفاده می شود مقدار لقی مابین حداقل و حداکثر نوسان خواهد داشت به عبارت ساده تر همواره و همواره قطر سوراخ از قطر میله بزرگتر خواهد بود.



کوچکترین اندازه میله بزرگترین اندازه سوراخ بزرگترین لقی

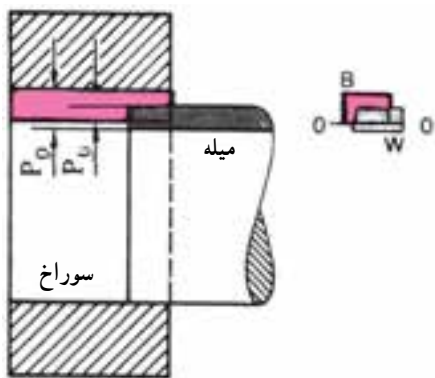
$$P_O \quad G_O \quad G_{UA}$$

بزرگترین اندازه میله کوچکترین اندازه سوراخ کوچکترین لقی

$$P_U \quad G_U \quad G_{OA}$$

کوچکترین لقی بزرگترین لقی تolerانس انطباق

$$P \quad P_O \quad P_U$$



انطباق عبوری (جذب) $\text{H}_k^{\text{Hv}} \text{Ø} 25$: به این انطباق بینایی نیز می‌گویند و در واقع انطباق بین حالت بازداری (لق) و پرس می‌باشد و اندازه قطر میله حسب مورد کاربرد می‌تواند از اندازه قطر سوراخ بزرگتر و یا کوچکتر باشد و میدان تولرانس دو قطعه همدیگر را قطع می‌کنند جاخوردن دو قطعه می‌تواند با فشار کم و یا ضربه ملایم (دست) انجام شود در انطباق عبوری بزرگترین لقی و بزرگترین سفتی (جذبی) مطرح می‌گردد. در این انطباق از حروف Z تا n برای میله‌ها و J تا N برای نمایش سوراخ‌ها استفاده می‌شود.

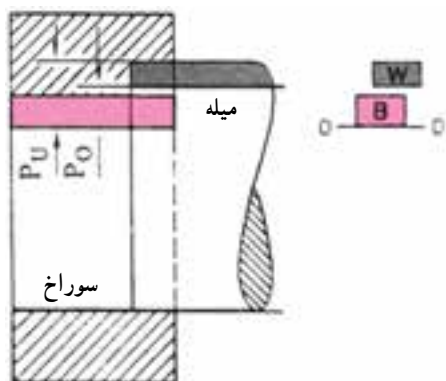
$P_O \quad G_O \quad G_{UA}$

کوچکترین اندازه میله بزرگترین اندازه سوراخ بزرگترین لقی

$P_U \quad P_U \quad G_{OA}$

بزرگترین اندازه میله کوچکترین اندازه سوراخ بزرگترین سفتی

انطباق پرس (محکم) $\text{H}_f^{\text{Hv}} \text{Ø} 25$: در این نوع خوردند همواره و همواره میله (سفت) از سوراخ بزرگتر است و میدان‌های تولرانس دو قطعه همدیگر را قطع می‌کنند در این حالت دو قطعه با فشار چکش، پرس و یا به کمک انبساط و انقباض داخل یکدیگر قرار می‌گیرند به عبارت دیگر در انطباق محکم همواره سفتی وجود دارد و میزان آن بین حداقل سفتی و حداکثر سفتی نوسان می‌کند. در این انطباق حروف p تا z برای نمایش موقعیت میدان تولرانس میله‌ها و از حروف P تا Z برای نمایش موقعیت تولرانس سوراخ‌ها استفاده می‌شود.



کوچکترین اندازه سوراخ بزرگترین اندازه میله بزرگترین سفتی

$P_O \quad G_O \quad G_{UA}$

بزرگترین اندازه سوراخ کوچکترین اندازه میله کوچکترین سفتی

$P_U \quad G_U \quad G_{OA}$

کوچکترین سفتی بزرگترین سفتی تولرانس انطباق

$P \quad P_O \quad P_U$

سیستم انطباق

۱- سیستم ثبوت سوراخ (سوراخ مبنا): در

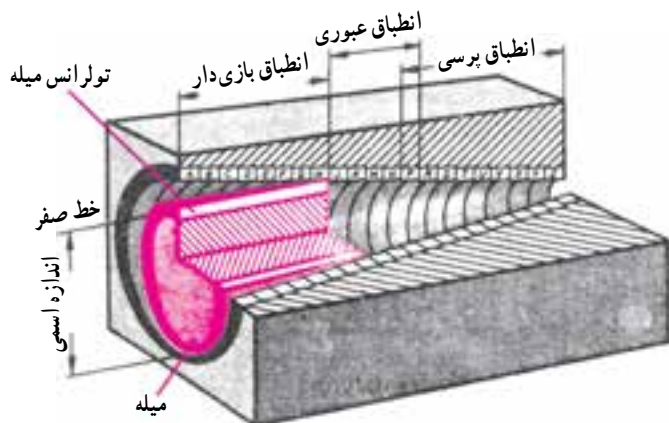
این سیستم اندازه قطر سوراخ را ثابت نگه داشته و با انتخاب تولرانس لازم قطر میله را برحسب نیاز تغییر داده تا هر انطباقی که می‌خواهند حاصل شود نوع انطباق برحسب موقعیت میدان تولرانس میله نسبت به خط صفر (از a تا z) مشخص می‌گردد مانند:

$$\frac{Hv}{fV} \quad \text{یا} \quad \frac{Hv}{n6}$$

در این سیستم حروف H مشخص کننده موقعیت تولرانس

سوراخ بوده و همواره سیستم ثبوت سوراخ را تداعی می‌کند و

میله‌ها با توجه به موقعیت میدان‌های تولرانس مربوطه از a تا z می‌توانند انطباق‌های متفاوتی را با سوراخ به‌وجود آورند. بدیهی است هرچه از حرف a به طرف z دورتر شویم نوع انطباق محکم‌تر می‌شود بدین ترتیب سوراخی را با موقعیت میدان تولرانس H با میله‌هایی با موقعیت میدان‌های تولرانس از a تا h انطباق بازی‌دار و از z یا n انطباق عبوری و از P تا Z انطباق پرسی را به‌وجود می‌آورد. سیستم ثبوت سوراخ امروزه بیشتر در صنایع ماشین‌سازی، اتومبیل‌سازی، لکوموتیوسازی و هواپیماسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



۲- سیستم ثبوت میله: در این سیستم اندازه قطر میله را ثابت نگه داشته و با انتخاب انحراف‌های لزوم اندازه قطر سوراخ را به‌نحوی تغییر می‌دهند تا انطباق مورد لزوم حاصل شود. در این سیستم بزرگترین اندازه میله روی خط صفر قرار داشته A_0 و برابر اندازه اسمی می‌باشد و کوچکترین اندازه میله از تفاضل مقدار تولرانس از اندازه اسمی حاصل می‌شود. نوع انطباق برحسب موقعیت میدان تولرانس سوراخ نسبت به خط صفر (از A تا Z) مشخص

$$\text{می‌گردد. مانند } \frac{SV}{h_6} \text{ یا } \frac{GV}{h_6}$$

در سیستم ثبوت میله حرف h مشخص کننده میدان تولرانس میله بوده و همواره سیستم ثبوت میله را تداعی می‌کند و سوراخ با توجه به موقعیت میدان تولرانس مربوطه (از A تا Z) می‌تواند انطباق‌های متفاوتی را با میله به‌وجود آورد. بدیهی است در اینجا نیز هرچه از حرف A به طرف Z دورتر شویم نوع انطباق محکم‌تر می‌شود. بدین ترتیب میله‌ای با موقعیت میدان تولرانس h با سوراخ‌هایی با موقعیت تولرانس A تا H انطباق بازی‌دار از J تا N انطباق عبوری و از P تا Z انطباق پرسی را به‌وجود آورد. از این سیستم در بعضی از رشته‌های صنعت از قبیل تولید ماشین‌آلات نساجی که در آنها تعداد زیادی میله به‌کار رفته است استفاده می‌گردد و همچنین در مکانیزم ماشین‌های برقی، کاسه ساچمه‌ها، ترانسسیسون‌ها ماشین‌های کشاورزی و مکانیزم ظریف از سیستم ثبوت میله استفاده می‌شود.

حل مسئله ۳ صفحه ۸۳: به کمک جدول انطباقات ص ۷۱ الی ۷۴ و روابط محاسبات تولرانس

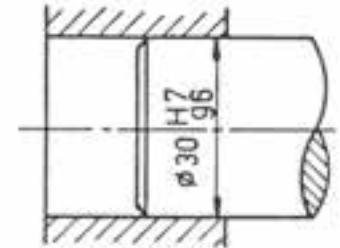
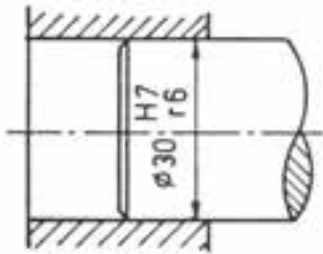
تمرین	علائم انطباقی	N mm	A ₀ μm	A _U μm	G ₀ mm	G _U mm	T μm
الف	∅۴ F۸	۴	+۶۴	+۲۵	۴ / ۶۴	۴ / ۲۵	۳۹
ب	∅۴۵ d۹	۴۵	-۸	-۱۴۲	۴۴/۹۲	۴۴/۸۵۸	۶۲
ج	∅۴۲ H۸	۴۲	۲۵		۴۲/ ۲۵	۴۲/	۲۵
د	∅۳۸ u۸	۳۸	+۹۹	+۶	۳۸/ ۹۹	۳۸/ ۶	۳۹
هـ	∅۳ D۱	۳	۱۸	۸	۳ / ۱۸	۳ / ۸	۱
و	∅۵ h۹	۵		-۷۴	۵	۴۹/۹۲۶	۷۴

$$G_O \quad N \quad A_O$$

$$G_U \quad N \quad A_U$$

$$T_{GO} \quad G_U \text{ یا } A_O \quad A_U$$

حل مسئله ۴ صفحه ۸۳



$$\varnothing 30 \frac{H7}{f6}$$

سوراخ

میله

$$N \quad 30 \text{ mm}$$

$$N \quad 30 \text{ mm}$$

(الف)

$$A_O \quad 25 \mu$$

$$A_O \quad 50$$

$$A_U \quad 0$$

$$A_U \quad 34$$

$$G_O \quad 30 / 25 \text{ mm}$$

$$G_{OA} \quad 30 / 50 \text{ mm}$$

$$G_U \quad 30 \text{ mm}$$

$$G_{UA} \quad 30 / 34 \text{ mm}$$

$$P_O \quad G_O \quad G_{UA} \quad 30 / 25 \quad 30 / 34 \quad 0 / 009$$

(ب)

$$P_U \quad G_U \quad G_{OA} \quad 30 \quad 30 / 50 \quad 0 / 50$$

حداقل سفتی ۰/۰۰۹ و حداکثر سفتی ۰/۰۵۰ می باشد به عبارت دیگر سفتی میله سوراخ بین ۹ الی ۵۰ میکرون بازی می کند.

$$\varnothing 30 \frac{H7}{k6}$$

سوراخ	میله
$N = 3 \text{ mm}$	$N = 3 \text{ mm}$
$A_O = 25 \mu\text{m}$	$A_O = 18 \mu\text{m}$
$A_U =$	$A_U = 2 \mu\text{m}$
$G_O = 3 / 25 \text{ mm}$	$G_{OA} = 3 / 18$
$G_U = 3 \text{ mm}$	$G_{UA} = 3 / 2$

$$P_O \quad G_O - G_{UA} \quad 30 / 25 \quad 30 / 2 \quad 0 / 23 \text{ mm}$$

$$P_U \quad G_U - G_{OA} \quad 30 \quad 30 / 18 \quad 0 / 18 \text{ mm}$$

با مقایسه ابعاد سوراخ و میله مشخص می شود که قطر میله بر حسب مورد می تواند از اندازه قطر سوراخ بزرگتر و یا کوچکتر باشد و از میله در داخل سوراخ می تواند حالت آزاد تا پرسی داشته باشد و بنابراین انطباق از نوع عبوری است. به عبارت دیگر بزرگترین لقی مثبت و بزرگترین سفتی منفی خواهد بود.

Ø ۳۰ H_v
g_۶

سوراخ	میله
N = ۳ mm	N = ۳ mm
A _O = ۲۵ μm	A _O = - ۹ μm
A _U =	A _U = - ۲۵ μm
G _O = ۳ / ۲۵ mm	G _{O_A} = ۲۴/۹۹۱ mm
G _U = ۳	G _{U_A} = ۲۴/۹۷۵ mm

$$P_O \quad G_O - G_{UA} \quad ۳۰/۰۲۵ \quad ۲۴/۹۷۵ \quad ۰/۰۵۰ \text{ mm}$$

$$P_U \quad G_U - G_{OA} \quad ۳۰ \quad ۲۴/۹۹۱ \quad ۰/۰۰۹ \text{ mm}$$

میله در هر شرایطی از سوراخ کوچکتر است لذا انطباق از نوع بازی دار (لق) می باشد.

جدول

اندازه اسمی	علائم انطباقی	انحراف	بزرگترین و کوچکترین لقی یا سفتی	نوع انطباق
Ø ۳۰	HV	۲۵	$P_O = / ۹$ سفتی $P_U = / ۵$ سفتی	پرسی
	r _۶	۵ ۳۴		
Ø ۳۰	HV	۲۵	$P_O = / ۲۳$ سفتی $P_U = / ۱۸$ لقی	عبوری
	K _۶	۱۸ ۲		
Ø ۳۰	HV	۲۵	$P_O = / ۵$ لقی $P_U = / ۹$ لقی	بازی دار
	g _۶	-۹ -۲۵		

ج) کوچکترین اندازه میله G uA بزرگتر از بزرگترین اندازه سوراخ G_O است لذا انطباق از نوع پرسبی می باشد

$$G_{UA} > G_O$$

$$۳۰/۰۳۴ > ۳۰/۰۲۵$$

جلسه هجدهم ادامه مبحث انطباقات (چهارمین جلسه نهایی)

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه هجدهم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب	۱
۲	حل مسائل باقیمانده پایان فصل م ۵ ص ۸۴، م ۶ ص ۸۵، م ۷ ص ۸۶ م ۸ ص ۸۶ (۶)	۴۵
۳	آزمون پایان فصل با سؤال تکثیر شده از قبل (مثلاً تمرین ۴ ص ۸۳)	۲
۴	ذکر عنوان مبحث جلسه آینده	۱۵

جلسه نوزدهم

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه نوزدهم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب	۱
۲	اعلام نتایج آزمون پایان فصل هفته قبل	۱
۳	تدریس مبحث رابطه توان و نیروی براده برداری با سرعت برش، سطح مقطع براده و جنس قطعه کار در تراشکاری ص ۲۵	۲۵
۴	تدریس مبحث رابطه توان و نیروی براده برداری با سرعت برش، سطح مقطع براده و جنس قطعه کار در فرزکاری	۱۵
۵	حل مسائل نمونه حل شده کتاب	۲
۶	مشخص کردن تمرین‌هایی که هنرجویان در جلسه آینده بایستی حل کنند	۱

پرسش

به منظور درک بهتر و عمیق هنرجویان از ارتباط توان و نیروی براده بردار با سرعت برش سطح مقطع براده و جنس قطعه نمونه

پرسش‌های زیر مفید به نظر می‌رسند.

۱- توان در فیزیک چگونه محاسبه می‌شود؟

$$\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{زمان}} \Rightarrow P_{\text{توان}} = \frac{W_j}{ts}$$

$$\begin{array}{ll} \text{ژول } 1 \text{ Nm} & \text{جا به جایی} \times \text{نیرو کار} \\ \text{وات } 1 \text{ W} & \text{F}_N \times S_m \end{array}$$

$$P = \frac{F \times s}{t} \Rightarrow P = F \times V$$

توان هر دستگاهی توسط الکتروموتور آن دستگاه تعیین گردیده است.

حداکثر توان قابل دستیابی توان الکتروموتور (محرک اصلی) هر دستگاه است می‌توان از سرعت کاسته و به نیرو اضافه کرده، از نیرو کم و به سرعت اضافه نمود به عبارت دیگر کار داده شده (الکتروموتور) با کار گرفته شده (سه نظام) برابر است لذا در یک دستگاه توان ثابت است و به صورت حاصلضرب نیرو \times سرعت قابل استفاده می‌باشد مثلاً در یک دریل هنگام سوراخکاری با مته بزرگ عده دوران الزاماً باید کم شده و هنگام کار با مته کوچکتر می‌توان سرعت آن را تا حد مجاز بالا برد.

۲- نیرویی که به وسط لبه برنده ابزار در هنگام براده برداری وارد می‌شود چه نام دارد؟

مقدار این نیرو به چه عواملی بستگی دارد؟

۳- نیروی براده برداری مخصوص چیست؟ این نیرو برای آلومینیم و فولاد St34 چقدر است؟

۴- چرا با افزایش عمق براده باید سرعت سه نظام در ماشین تراش کم شود؟

۵- چرا با افزایش تعداد سرنشین در ماشین سواری و یا افزایش میزان بار در کامیون سرعت آن باید کاهش یابد؟

سؤالات فوق ذهنیت هنرجویان را به سمت رابطه توان، سرعت و نیرو سوق داده و اگر این سؤال‌ها و جواب آنها با تراشیدن یک قطعه با دو جنس مختلف (نرم و سخت) روی دستگاه تراش همراه باشد آنها عمیقاً به رابطه مستقیم سرعت محور، عمق براده، جنس قطعه کار و میزان پیشروی واقف می‌شوند و حاصلضرب آنها در یکدیگر (توان) را به خوبی درک می‌کنند.

$$A = S \times a$$

$$F = A \times Kc$$

$$P = F \times V$$

محاسبات توان و نیروی براده برداری با سرعت برش، سطح مقطع براده و جنس قطعه کار در تراشکاری و صفحه تراش مشابه یکدیگر است با این تفاوت که در صفحه تراش از سرعت برش متوسط در محاسبات استفاده می‌کنند (V_m)

$$A = S \times a$$

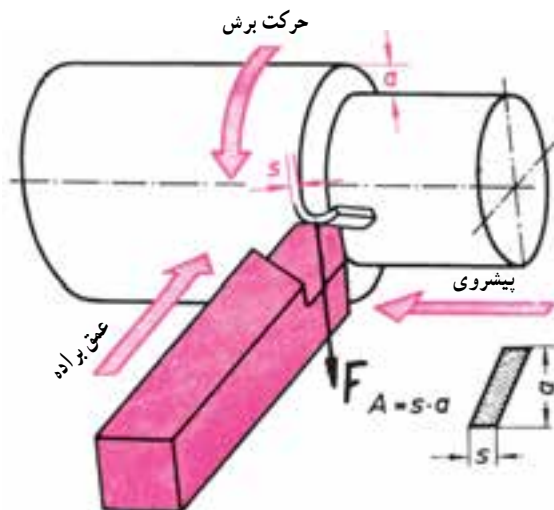
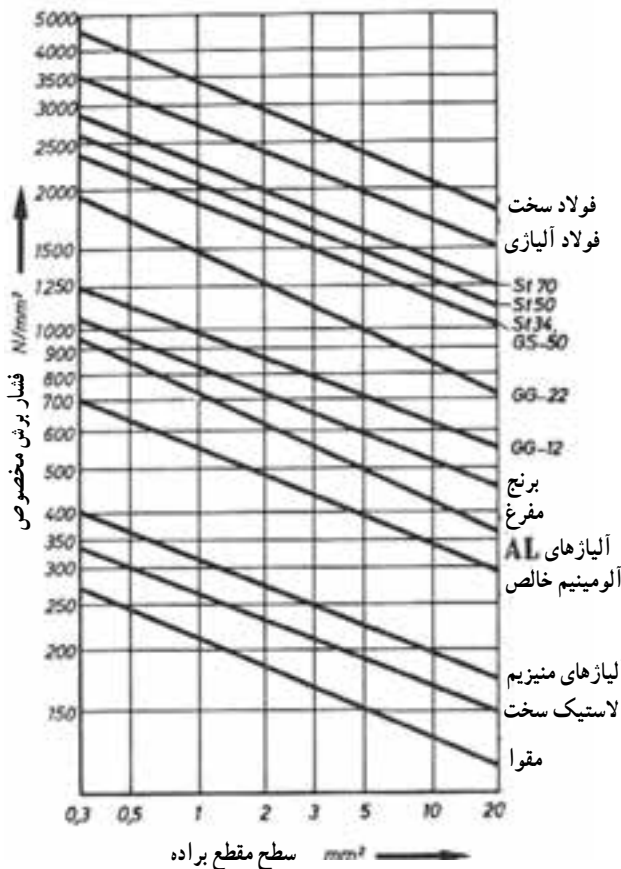
$$F = A \times Kc$$

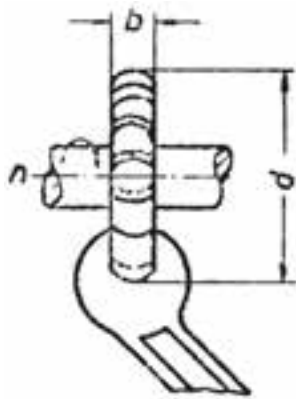
$$P = F \times V \text{ و } V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$
 در تراشکاری

$$V_n = \frac{\gamma \cdot l \cdot n}{1000} \text{ و } L = l_a + l_u$$
 در صفحه تراشی

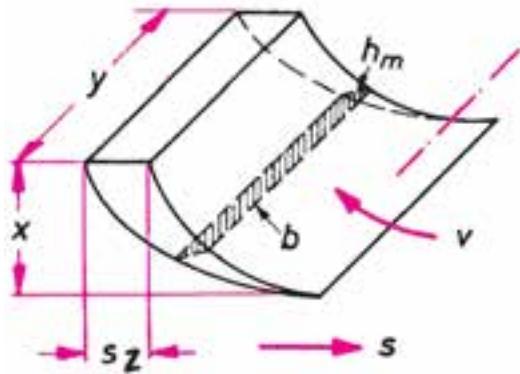
در روابط فوق A سطح مقطع براده (mm^2)، S مقدار پیشروی رنده به ازای یک دور قطعه کار mm/u ، F نیروی براده برداری

Kc ، $(\frac{N}{\text{mm}^2})$ با استفاده از جدول و بستگی به جنس کار و سطح مقطع دارد، P توان براده برداری (kW) و V سرعت برش در تراشکاری (m/min) و V_m سرعت برش متوسط در صفحه تراش (m/min)، D قطر قطعه کار (mm) و n عده دوران سه نظام (u/min) می‌باشند.





محاسبات توان و نیروی براده برداری در فرزکاری نیز شبیه تراشکاری می باشد با این تفاوت که در فرزکاری فرم براده و سطح مقطع آن با تراشکاری متفاوت است در فرزکاری سطح مقطع در شروع براده برداری صفر و در لحظه پایان براده برداری حداکثر مقدار خود را دارد (در روش براده برداری معکوس یعنی جهت حرکت میز با جهت گردش تیغه فرس مخالف است) چون سطح مقطع متغیر است از حدوسط آن در محاسبات استفاده می کنند همچنین چون تیغه فرز دارای چندین لبه است تعداد لبه های آن را (Z) نیز در محاسبه دخالت می دهند.



$$h_m = \frac{S_z}{\psi}$$

$$A = \frac{b \times S_z}{\psi} \times Z$$

$$F = A \times K_c \quad \text{نیروی براده برداری N}$$

$$P = F \times V \quad \text{توان براده برداری kW}$$

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \quad \text{سرعت برش در فرزکاری m/min}$$

در رابطه توان سرعت برش باید برحسب m/s در محاسبات

دخالت داده شود تا توان برحسب $\frac{Nm}{s}$ یا وات به دست آید با تقسیم

توان بر عدد ۱۰۰۰ وات به کیلووات تبدیل می شود که در صنعت متداول است.

$$P_W = F_N \times V_{m/s}$$

$$V_{m/min} = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

سرعت برش

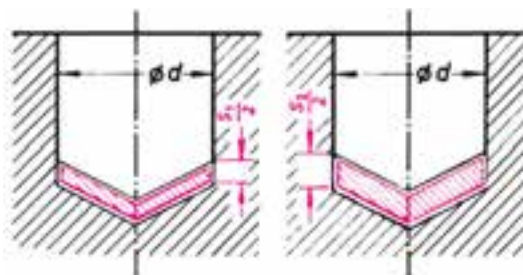
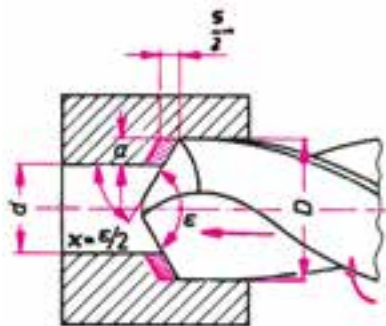
$$P_{KW} = \frac{F_N \times V_{m/s}}{1000}$$

$$V_{m/s} = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000 \times 60}$$

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه بیستم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالرسی و حضور و غیاب	۱
۲	حل تمرین های تعیین شده از قبل	۳
۳	تدریس مبحث توان و نیروی براده برداری در سوراخکاری	۱
۴	حل مسائل باقیمانده آخر فصل	۳
۵	آزمون پایان فصل	۱

روابط فصل ششم در مورد سوراخکاری با مته

مساحت مقطع براده $A(\text{mm}^2)$ میزان تغییر مکان یکی از لبه های مته در سوراخکاری نصف مقدار پیشروی $(\frac{S}{\pi})$ است سپس برای محاسبه مساحت مقطع براده از رابطه $A = \frac{d \times S}{\pi}$ استفاده می کنیم که d قطر مته است.



$$F = A \times Kc$$

نیروی براده برداری مشابه دستگاه های قبل

$$V_{m/min} = \frac{n \cdot \pi \cdot d}{1000}$$

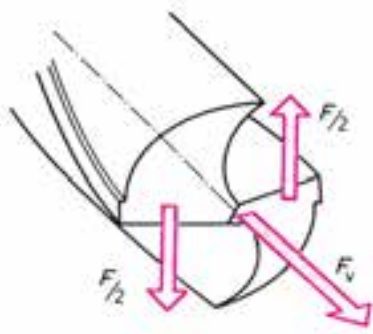
سرعت برش در سوراخکاری

$$V_{m/s} = \frac{n \cdot \pi \cdot d}{1000 \times 60}$$

در محاسبه توان باید دقت کرد سرعت برش در نوک لبه برنده به دلیل نزدیک بودن قطر به عدد صفر خواهد بود ($V \rightarrow 0$) و در انتهای لبه برنده به دلیل ماکزیمم بودن قطر حداکثر خواهد بود (V) که نیاز است میانگین سرعت برش ابتدا و انتهای لبه برنده محاسبه شود.

$$V = \frac{0 + V}{2} = \frac{V}{2}$$

و آن را در رابطه توان قرار داد. سپس توان P از رابطه زیر محاسبه می شود.



$$\frac{F \times V}{}$$

D ۳۶۰۰ mm

مسئله ۱ ص ۹۵ :

P ۲/۲ kW

P F × V

n ۲۸۲۰ u/min

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000 \times 60} = \frac{3600 \times 3.14 \times 2820}{1000 \times 60} = 531.288 \text{ m/s}$$

F ?

$$V = \frac{P}{F} = \frac{2.2 \times 1000}{531.288} = 4.14 \text{ N}$$

D ۱۰۰ mm

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \Rightarrow$$

مسئله ۲ ص ۹۵ :

n ۶۳ u/min

P ۲ kW

$$V = \frac{100 \times 3.14 \times 63}{1000} = 19.782 \text{ m/min}$$

F ?

$$F = \frac{P}{V} = \frac{2 \times 1000}{19.782} = 60.66 \text{ N}$$

۵۰ جنس

P F × V

مسئله ۳ ص ۹۵ :

P ۵ kW

$$V = \frac{2L \cdot n}{1000} = \frac{2 \times 200 \times 50}{1000} = 20 \text{ m/min}$$

L ۲۰۰ mm

n ۵۰ n/min

Kc ۱۲۵۰ N/mm^۲

$$F = \frac{P}{V} = \frac{5000}{\frac{20}{60}} = 15000 \text{ N}$$

A ? mm^۲

F A × Kc

$$A = \frac{15000}{1250} = 12 \text{ mm}^2$$

D ۱۰۰ mm

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

مسئله ۴ ص ۹۵ :

n ۹۵/۵ u/min

$$F = 24000 \text{ N}$$

$$P = ?$$

$$V = \frac{1000 \times 3 / 14 \times 95 / 5}{1000} = 29 / 98 = 30 \text{ m/min}$$

$$P = F \times V$$

$$P = 24000 \times \frac{29 / 98}{60} = 12000 \text{ N}$$

$$P = 120 \text{ kW}$$

۷۰ St جنس

$$a = 96 \text{ } 90 \text{ } 6 \text{ mm}$$

$$F = ?$$

$$S = 1 \text{ mm}$$

$$P = ?$$

$$n = 355 \text{ u/min}$$

$$A = S \times a$$

$$A = 6 \times 1 \text{ } 6 \text{ mm}^2$$

Kc از نمودار

$$F = Kc \times A$$

$$P = F \times V$$

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} = \frac{96 \times 3 / 14 \times 355}{1000} = 107 \text{ m/min}$$

مسئله ۵ ص ۹۵ :

جلسه بیست و یکم

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه بیست و یکم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب	۱
۲	اعلام نتایج آزمون پایان فصل هفته قبل	۱
۳	تدریس مبحث زمان اصلی انجام کار در تراشکاری	۳
۴	حل مسائل نمونه حل شده کتاب	۳
۵	مشخص کردن تمرین‌هایی که هنرجویان در منزل باید حل نمایند	۱

توجه: به منظور درک بهتر هنرجویان از محاسبه زمان انجام کار پرسش‌های نمونه زیر مفید به نظر می‌رسد.

۱- زمان مورد نیاز برای مباحث یک قطعه روی دستگاه تراش و در حالت انتخاب روش اتومات به چه عواملی بستگی دارد؟

۲- چرا باید در تراشکاری قسمتی از یک قطعه کار تعداد دوران و مقدار پیشروی را ثابت در نظر گرفت؟

۳- چه مرجعی را برای انتخاب عده دوران مناسب و مقدار پیشروی می‌شناسید؟

۴- رابطه $n = \frac{V \times 1000}{d \times \pi}$ در رشته ساخت و تولید کاربرد دائمی دارد؟ چرا جواب سؤال‌های فوق را می‌توان چنین بیان کرد. در این درس زمان مورد محاسبه زمان اصلی انجام کار بوده و از سایر زمان‌های فرعی، اضافی و غیره که برای ساخت یک قطعه ضروری است صرف نظر شده است مانند زمان طراحی، تهیه و حمل، بریدن و بستن و تنظیم روی دستگاه و ... زمان اصلی انجام کار به عواملی مانند طول قطعه l پیرو و پیشروی La و Lu (طول پیشروی) مقدار پیشروی در هر دور S و عده دوران n و تعداد دفعات تراشکاری بستگی دارد.

زمان اصلی انجام کار t_h یکی از پارامتری مهم در تیراژ تولید و قیمت تمام شده قطعه می‌باشد برای انتخاب عده دوران و سرعت پیشروی همه سازندگان ماشین جداولی را طراحی و به مشتری ارائه می‌دهند و با روی ماشین در محل دید نصب می‌نمایند مانند جدول عده دوران مناسب با توجه به سرعت برش و قطر قطعه کار، جدول میزان پیشروی با توجه به جنس رنده و جنس قطعه، توان ماشین و ... که توصیه می‌شود همکاران این جداول را در سایز مناسب به صورت پوستر در کارگاه و کلاس نصب کنند و جدول در کاتالوگ همه سازندگان موجود است. رابطه $n = \frac{u \times 1000}{d \times n}$ در رشته ساخت و تولید برای همه فرایندها اعم از تراش کاری، فرزکاری، صفحه تراشی، سوراخکاری، سنگ زنی مورد نیاز است چرا که هنرجو باید بتواند دور مناسب برای انجام کار را محاسبه و دستگاه را روی آن تنظیم کند ضمناً تذکر رابطه معکوس قطر با عده دوران دائماً ضروری است چرا که توان دستگاه ثابت $P = F \times V$ ، P_{KW} و $V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$ و $F = K_c \times A$ و $S \times a$ هرچه جنس قطعه از استحکام بالاتر و مقدار پیشروی و عمق بار بیشتر باشد باید تعداد دور را کاهش داد تا بتوان گرفته شده از حد دستگاه الکتروموتور بیشتر نباشد.

$$\text{زمان} = \frac{\text{مسافت}}{\text{سرعت}} \Rightarrow t = \frac{L}{Vf}$$

طول پیشروی ابزار ← L
سرعت پیشروی ← Vf

سرعت پیشروی (ابزار با قطعه کار) که آن را با Vf نمایش می‌دهند به دو عامل بستگی دارد :

۱- مقدار پیشروی S که معنی آن جابه‌جایی ابزار به ازای یک دور گردش سه نظام یا قطعه کار (در تراشکاری) می‌باشند.

۲- تعداد دوران n در دقیقه که هرچه در یک دقیقه تعداد دور بیشتری زده شود پیشروی نیز سریعتر انجام می‌شود.

تعداد دوران مقدار پیشروی

$$Vf_{mm\ min} = S_{mm} \times n_{\min} \quad \text{پس:}$$

در صورتی که عمل تراشکاری یک قطعه از چندین بار (I) صورت گیرد باید تعداد دفعات را نیز در زمان اصلی مدنظر قرار

داد.

$$t_h = \frac{L \times i}{Vf} = \frac{L \times i}{S \times n}$$

در رابطه زمان اصلی انجام در تراشکاری (th) طول پیشروی با احتساب پیشرو و پسرو lu و la می‌باشد L 1 la lu

به علت تنوع در شکل قطعات تراشکاری شده (جدول ۲-۷ صفحه ۹۹) باید برای هنرجویان شرح داده شود پیشنهاد می‌گردد

نمونه قطعات در کارگاه نمونه‌سازی و به کلاس آورده شده تا درک بیشتری پیدا شود. همان طوری که قبلاً گفته شده استفاده از جداول

انتخاب سرعت برش، عده دوران و میزان پیشروی برای همه کسانی که در رشته ساخت و تولید فعالیت می‌کنند بسیار ضروری است

انتخاب میزان درست سرعت برش، مقدار پیشروی و عده دوران هنگام تراشکاری یک قطعه باعث می‌شود.

۱- انجام کار با کیفیت سطح مناسب و برابر با تولرانس‌های ابعادی و هندسی خواسته شده.

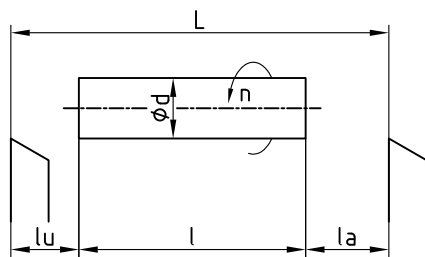
۲- رسیدن به تیراژ تولید واقعی و جلوگیری از خرابی قطعات

۳- ایمنی اپراتور و دستگاه

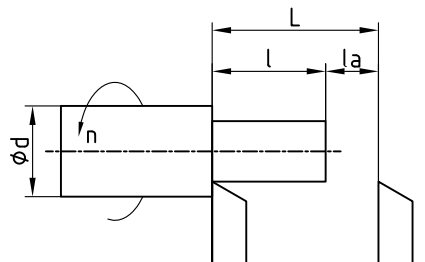
محاسبه طول پیشروی ابزار (L) در تراشکاری

در تراشکاری، سه عمل اصلی روتراشی - کف تراشی یا پیشانی تراشی و پیچ بری صورت می‌گیرد. که می‌توان برای هر کدام (L)

را محاسبه کرد.



۱- روتراشی : بدون پله (بدون زبانه)
 L la l lu
 پسرو طول قطعه پیشرو



با پله (با زبانه)
 L la l
 طول پله

قطر قطعه کار سرعت برش

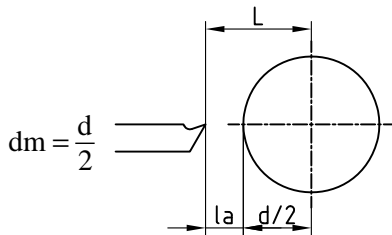
$$V = \frac{n \times \pi \times d}{1000} \Rightarrow n = \frac{V \times 1000}{\pi \times d}$$

در این حالت دوران از رابطه مقابل به دست می آید.

نکته: داخل تراشی مشابه روتراشی بوده فقط با این تفاوت که برای محاسبه n از قطر سوراخ استفاده می شود.

۲- پیشانی تراشی یا کف تراشی: در این حالت برای محاسبه n از رابطه $n = \frac{V \times 1000}{\pi \times dm}$ استفاده می شود.

قطر متوسط



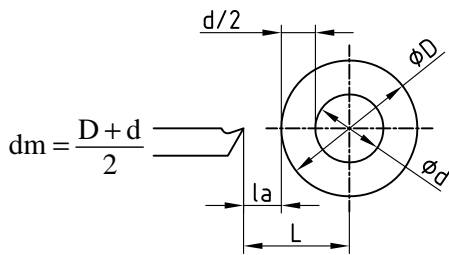
$$L = la + \frac{d}{2}$$

بسیار مهم:

بدون زیانه (بدون پله):

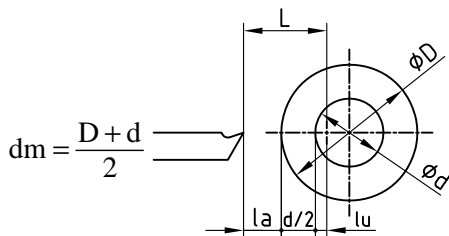
توضیح: بریدن قطعه توپر توسط رنده برش روی دستگاه تراش (مثال برای

این حالت)



$$L = la + \frac{D-d}{2}$$

با زیانه:



$$L = la + \frac{D-d}{2} + la$$

استوانه توخالی

۳- پیچ بری: (عمل پیچ بری شبیه به عمل روتراشی می باشد که معمولاً برای محاسبه L طول پیشروی ابزار از حالت بدون پله

$(L \quad la \quad l_u)$ استفاده می شود.

تعداد راه دفعات پیچ بری طول پیشروی ابزار

طول پیچ

$$th = \frac{L \times i \times Z_1}{P \times n}$$

اما فرمول th زمان اصلی تغییراتی پیدا می کند.

گام گام پیچ تعداد دوران

چون در پیچ بری به ازای یک دور گردش سه نظام رنده باید معادل یک گام پیچ حرکت کند پس به جای S از P استفاده

می شود.

و در صورت Z_1 تعداد راه پیچ ضرب می شود. مثلاً پیچ دورا، دو برابر پیچ یک راه زمان نیاز دارد.

پارامتری مهم بعدی در پیچ‌بری عمق رزوه یا عمق رنده پیچ است (h) که از رابطه $P \times 0.613 \times h$ محاسبه می‌شود. ولی ما معمولاً به رنده پیچ‌بری بار عمقی کمی را می‌دهیم که به آن (a) می‌گوییم که توسط h و a می‌توانیم تعداد دفعات حرکت رنده را محاسبه کنیم. $i = \frac{h}{a}$ اگر دفعات به دست آمده اعشاری بود باید آن را به سمت عدد بالاتر گرد کنیم. مثال:

گام پیچ $h = 0.613 \times 3 = 1.839 \text{ mm}$ عمق رزوه

بار عمقی در هر مرحله $a = 0.15 \text{ mm} \Rightarrow i = \frac{1.839}{0.15} = 12.26 \approx \boxed{13 = i}$

جلسه بیست و دوم

ردیف	برنامه زمان بندی جلسه بیستم و دوم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب	۱
۲	بازدید تکالیف جلسه قبل مربوط به زمان اصلی انجام کار در تراشکاری و حل آن توسط هنرجویان دریای تابلو	۴
۳	تدریس مبحث زمان اصلی در سوراخکاری و برقوکاری	۲
۴	حل مسائل نمونه کتاب	۱۵
۵	مشخص کردن تمرین‌هایی که هنرجویان در منزل باید حل نمایند تمرین‌های ۲، ۴، ۷ صفحه ۱ و ۶ صفحه ۸ و ۷ و ۹ صفحه ۱	۵

حل چند مسئله نمونه

لازم به یادآوری است انتخاب کیفیت و کمیت سؤالات با هنرآموزان محترم است و راهنمای معلم بنا به تشخیص مؤلف تمرین‌ها را انتخاب و حل نموده است.

مسئله ۲ صفحه ۱۰۲: مسئله مربوط به پیشانی تراشی بدون پله است.

۲ St۳۷ جنس قطعه

$$D \quad 200 \text{ mm قطر} \quad d_m = \frac{2^\circ}{2} = 100$$

طرف مرحله

برای یک قطعه $i = 1 \times 2 = 2$ عمل دفعات برای یک طرف i

$V \quad 180 \text{ m/min}$ سرعت برش

$S \quad 0.1 \text{ mm/u}$ پیشروی

$n \quad ? \text{ RPM}$

$th \quad ?$

$Z \quad 15$ تعداد قطعات

$La \quad 2 \text{ mm}$ طول پیشروی

$$n = \frac{V \times 1000}{d_m \times \pi} = \frac{180 \times 1000}{100 \times 3.14} \Rightarrow n = 573 \text{ RPM}$$

در مبحث چرخ‌های Piv گفته شده که عده دوران بر مبنای قطر درگیری تسمه به صورت تناسبی در دامنه‌ای از تنظیمات

امکان پذیر می‌باشد به عبارت دیگر عده دوران به دست آمده از رابطه فوق را می‌توان روی دستگاه نیز تنظیم کرده و به دست آورد.

$$th = \frac{L \times i}{S \times n} \times Z \Rightarrow L = la + \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{2^\circ}{2} + 2 = 102 \text{ mm}$$

$$th = \frac{102 \times 2}{0.1 \times 573} \times 15 = 53.4 \text{ min}$$

تعداد دفعات \rightarrow زمان پیشانی تراشی یک قطعه

i ۱

V ۱۲۰ m/min

S ۰/۱ mm/u

n ?

th ?

Z تعداد قطعه ۲۰۰

La طول پیشرو ۲ mm

n ۱۴۰۰ RPM دور انتخابی از دیاگرام ۷-۳ ص ۹۹

$$th = \frac{L \times i}{s \times n} \times Z \text{ تعداد قطعه}$$

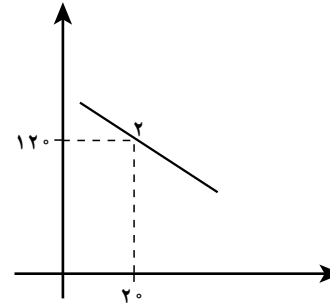
L 1 la ۲۵ ۲ ۲۷ mm زبانه سمت چپ قطعه

L 1 la ۲۰ ۲ ۲۲ mm زبانه سمت راست قطعه

th (Z × (زبان سمت راست th زبانه سمت چپ th))

$$th = \left(\frac{۲۷ \times ۱}{۰/۱ \times ۱۴۰۰} + \frac{۲۲ \times ۱}{۰/۱ \times ۱۴۰۰} \right) \times ۲۰۰$$

th (۰/۱۹۲۸ ۰/۱۵۷) × ۲۰۰ ۷۰ min



la ۲ mm طول پیشرو

V_∇ ۴۰ m/min

lu ۱ mm طول پیشرو

V_{∇∇} ۷۰ m/min

n_∇ ? عده دوران خشن کاری

S_∇ ۰/۳ mm/u

n_{∇∇} ? عده دوران پرداخت کاری

S_{∇∇} ۰/۱ mm/u

th ? زمان اصلی انجام کار

$$d_m = \frac{D+d}{۲} = \frac{۱۳۰+۹۰}{۲} = ۱۱۰ \text{ mm}$$

$$L = \frac{D-d}{۲} + la + lu = \frac{۱۳۰-۹۰}{۲} + ۲ + ۱ = ۲۳ \text{ mm} \quad \textcircled{I} \text{ طول پیشروی سطح}$$

$$L = \frac{D-d}{۲} + la = \frac{۱۳۰-۹۰}{۲} + ۲ = ۲۲ \text{ mm} \quad \textcircled{II} \text{ طول پیشروی سطح}$$

$$n_{\nabla} = \frac{U \times ۱۰۰۰}{d_m \times \pi} = \frac{۴۰ \times ۱۰۰۰}{۱۱۰ \times ۳/۱۴} = ۱۱۵/۸ \text{ RPM} \text{ توری}$$

h_∇ ۱۲۵ RPM دوران خش کاری مشترک برای سطح \textcircled{I} و \textcircled{II} قابل تنظیم از دیاگرام

$$h_{\nabla\nabla} = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d_m \times \pi} = \frac{۷۰ \times ۱۰۰۰}{۱۱۰ \times ۳/۱۴} = ۲۰۲ \text{ RPM} \text{ توری}$$

h_{∇∇} ۱۸۰ RPM دوران پرداخت کاری مشترک برای سطح \textcircled{I} و \textcircled{II} قابل تنظیم از دیاگرام

یک طرف (I) $th_{\nabla} = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{23 \times 1}{0.3 \times 125} = 0.64 \text{ min}$ زمان خشن کاری سطح I

II سطح خشن کاری سطح $th_{\nabla} = \frac{22 \times 1}{125 \times 0.3} = 0.58 \text{ min}$

I پرداخت کاری سطح $th_{\nabla\nabla} = \frac{23 \times 1}{180 \times 0.1} = 1.27 \text{ min}$

II پرداخت کاری سطح $th_{\nabla\nabla} = \frac{22 \times 1}{180 \times 0.1} = 1.22 \text{ min}$

کل th ۰/۶۴ ۰/۵۸ ۱/۲۷ ۱/۲۲ ۳/۷ min

مسئله ۷ ص ۱۰۴ :

پیچ $M20$

Z_1 راهه ۱

d ۲۰ mm قطر پیچ

h ۱/۶۲۴ mm عمق دندانه

L ۳۰۰ طول پیشروی

P ۲/۵ mm گام پیچ

a ۰/۵ بار عمقی در هر مرحله

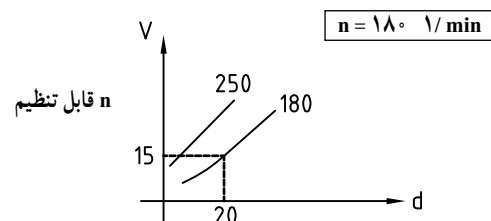
V ۱۵ m/min سرعت برش

th ۲

L ۳۰۰ mm

$$i = \frac{h}{a} = \frac{1/624}{0.5} = 3/24 \approx \boxed{4 = i}$$

$$th = \frac{L \times i \times Z_1}{P \times n} = \frac{300 \times 4 \times 1}{2.5 \times 180} = 2.66 \text{ min}$$



زمان اصلی انجام کار در سوراخکاری

برای درک بهتر طرح سؤال‌های زیر پیشنهاد می‌شود.

۱- سرعت در سوراخکاری را شرح دهید.

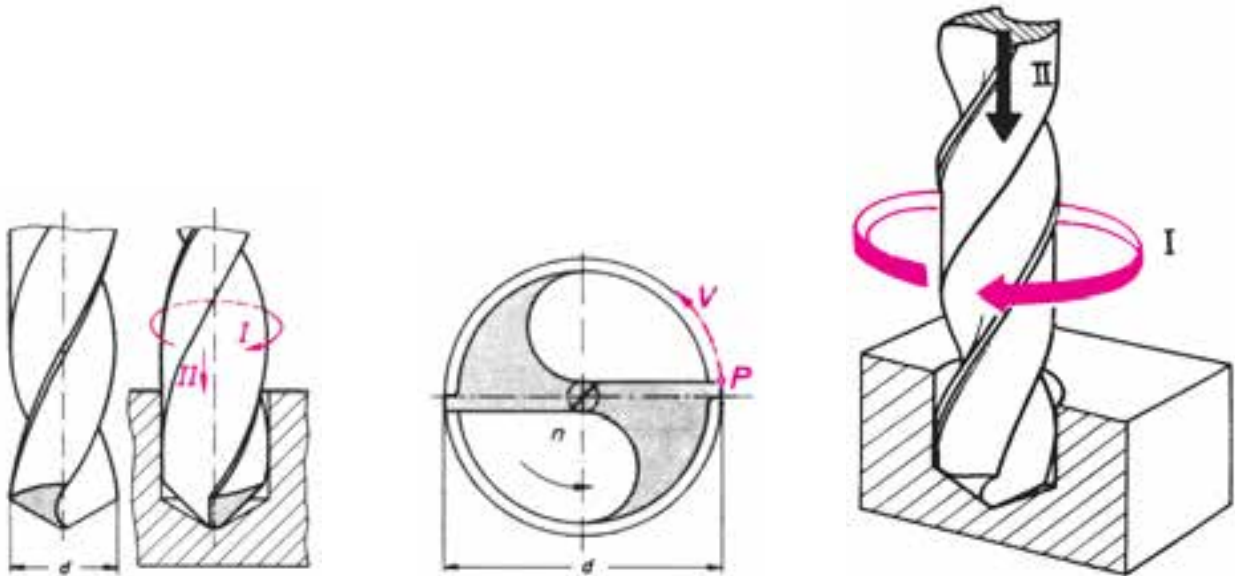
۲- برای انتخاب سرعت برش چه عواملی دخالت دارند؟

۳- سرعت عمل سوراخکاری با استفاده از مته‌های HSS و الماسه متفاوت است و یا نه؟

۴- زاویه شیار مته (براده) چه وظیفه‌ای دارد و طبقه‌بندی آن چگونه است؟

۵- محدوده زاویه رأس مته برای فلزات مختلف چند درجه است؟

- برای سوراخکاری به وسیله مته و برقو دو همزمان لازم است.
- ۱- حرکت برش یا حرکت اصلی که آن را حرکت دورانی نیز می نامند.
 - ۲- پیشروی مته



سرعت برش در سوراخکاری و برقوکاری عبارت از مقدار راهی است که خارجی ترین لبه برنده بر حسب متر در هر دقیقه طی می کند و مقدار آن از رابطه $V = \frac{d \times \pi \cdot n}{1000}$ به دست می آید.

d مته و برقو بر حسب mm

n عدد دوران مته و برقو در دقیقه RPM

V سرعت برش m/min

در تنظیم جداول سرعت برش بیشتر به جنس قطعه کار، جنس مته و برقو و مقدار پیشروی توجه می شود. سایر عوامل تعیین کننده سرعت برش مانند مواد خنک کاری، توان ماشین و غیره باید با توجه به شرایط محیط کار و توان دستگاه توسط اپراتور در نظر گرفته شود تجربه رل مهمی را در انتخاب سرعت برش بازی می کند و اعداد جداول سرعت برش در روی دستگاه ها از تجربه قطعه سازان به دست آمده است.

جدول سرعت برش و پیشروی در سوراخکاری

جنس قطعه کار	جنس مته از فولاد ابزار با آلیاژ کم		جنس مته از فولاد تندبر		جنس مته از فلزات سخت		ماده خنک کننده
	v = m/min	s = mm/U	v = m/min	s = mm/U	v = m/min	s = mm/U	
فولاد تا 500N/mm ²	12...16	0,03...0,03	20...35	0,05...0,45	—	—	آب صابون
فولاد تا 700N/mm ²	8...12	0,03...0,3	20...30	0,05...0,45	—	—	آب صابون
فولاد تا 900N/mm ²	6...9	0,02...0,2	15...20	0,03...0,35	40...70	0,02...0,12	آب صابون
فولاد کرمی نیکل دار تا 1100N/mm ²	4...7	0,01...0,15	10...20	0,03...0,3	15...32	0,02...0,06	آب صابون
فولاد ابزار تا 2000N/mm ²	4...6	0,01	6...9	0,02	9...12	0,03...0,06	خشک
فولاد سخت مانگان دار	—	—	—	—	6...15	0,02...0,04	خشک
فولاد ریخته تا 200N/mm ²	6...12	0,05...0,4	20...40	0,07...1,3	50...80	0,15...0,3	خشک
فولاد ریخته تا 300N/mm ²	3...5	0,02...0,2	12...20	0,05...0,4	25...45	0,1...0,25	آب صابون
فولاد و تمپرگوس	8...12	0,03...0,3	18...25	0,05...0,45	20...40	0,1...0,3	آب صابون
چدن سخت	—	—	—	—	20	0,03...0,06	آب صابون
مفرغ و برنز	20...50	0,04...0,4	50...100	0,06...0,5	90...125	0,05...0,4	
برنز سخت	7...15	0,03...0,3	18...25	0,05...0,45	60...90	0,05...0,3	
آلیاژهای CuZn40	25...70	0,05...0,7	50...100	0,1...0,8	90...125	0,04...0,4	خشک
آلیاژهای CuZn20	25...35	0,02...0,2	40...60	0,04...0,5	60...90	0,03...0,2	خشک
آلیاژهای CuZn10	18...25	0,01...0,15	30...35	0,02...0,4	75...120	0,04...0,3	خشک
آلومینیم خالص	40...100	0,1...0,4	50...200	0,15...0,6	200...300	0,05...0,25	
آلیاژهای آلومینیم	25...40	0,02...0,2	35...60	0,03...0,4	90...125	0,03...0,4	
مس	25...50	0,1...0,4	35...70	0,15...0,5	—	—	
مواد مصنوعی	8...20	0,02...0,2	20...30	0,03...0,3	45...60	0,03...0,2	
لاستیک سخت	20...30	0,02...0,3	30...50	0,03...0,35	50...80	0,02...0,25	
سنگ مرمر	—	—	10	0,05...0,1	20...30	0,08...0,15	آب
شیشه	—	—	—	—	8...15	0,04...0,05	ترباتین

جدول سرعت برش و مقدار پیشروی در خزینه کاری

جنس کار	مته خزینه با جنس WS		مته خزینه با جنس SS	
	V _s	s	V _s	s
تا St50	12...14	0,1...0,3	20...35	0,1...0,65
بیشتر از St50	8...10	0,1...0,3	20...30	0,1...0,55
تا GG-20	8...12	0,1...0,4	20...30	0,15...0,7
بیشتر از GG-20	3...6	0,1...0,3	15...20	0,1...0,4

برای برقوقاری سوراخها ابتدا آنها را با مته سوراخ نموده و در صورت لزوم با ماشین کاری و داخل تراشی سوراخ را به اندازه پیش سوراخ رسانده و در خاتمه آنرا به وسیله برقوی دستی و یا برقوی ماشینی برقوقاری کرده و کامل می کنند. هدف از برقوقاری ایجاد سوراخ با اندازه دقیق و کیفیت سطح خوب است که با روش مته کاری به دست نمی آید. در برقوقاری باید سرعت برش را کمتر و سرعت پیشروی را بیشتر از سوراخ کاری در نظر گرفت و در حین برقوقاری از

سیال مناسبی برای خنک کاری باید استفاده کرد.

جدول سرعت برش، پیشروی و ماده خنک کننده مناسب در برقکاری

جنس مواد	سرعت برش m/min	min/U پیشروی قطر برقو				ماده خنک کننده
		5 کمتر از	5 20	21 50	50 بیشتر از	
فولاد غیرآلیاژی فولاد ریختگی	3...6	0,2...0,3	0,3...0,5	0,5...0,6	0,6...1,2	Eod S
چدن	4...6	0,3...0,5	0,5...1	1...1,5	1,5...3	tr
برنز	3...6	0,2...0,3	0,3...0,5	0,5...0,6	0,6...1,2	Eod tr
مفرغ برنج	8...14	0,3...0,5	0,5...1	1...1,5	1,5...3	tr
آلومینیوم و آلیاژهای نرم آن	12...20	0,3...5	0,5...5	1...1,5	1,5...3	یا نفت، الکل صابون
آب صابون E =		روغن برش و یا خنک کاری S =		خشک tr =		

زمان اصلی انجام کار سوراخکاری در برقکاری مشابه زمان اصلی انجام کار در تراشکاری است.

$$th = \frac{L \times i}{S \times n}$$

تعداد سوراخ ها $L \times i$

در رابطه فوق th زمان اصلی انجام کار برحسب دقیقه، L طول پیشروی مته با احتساب عمق سوراخ i ، طول پیشروی la ، طول پسروی l_u و طول رأس مته L_s ، n عده دوران مته و S مقدار پیشروی در هر دور مته است.

محاسبه طول پیشروی در جدول ۸-۷ صفحه ۱۰۴ نشان داده شده است. همچنین طول رأس مته با توجه به قطر مته و زاویه رأس آن در جدول شکل ۹-۷ در صفحه ۱۰۵ نشان داده شد که باید به هنرجویان تفهیم گردد اگر با سوراخکاری چند قطعه در کارگاه توأم باشد هیچ گاه از ذهن هنرجویان پاک نمی شود و عملاً یاد می گیرند.

یادآور می شود که میزان اختلاف اندازه قطر سوراخکاری و برقکاری نیز در جداول مربوطه درج گردید، که برای استفاده همکاران به آن اشاره می شود.

