# جلسه سیزدهم

| ردیف | برنامه زمان‌بندی جلسه سیزدهم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام و احوالپرسی، حضور و غیاب و اعلام نتایج آزمون پایان فصل سرعت متوسط | ۱۰ |
| ۲ | تدریس مبحث شیب در قطعات صنعتی و یادآوری نسبت‌های مثلثاتی | ۲۰ |
| ۳ | تدریس مبحث شیب در جاده‌ها | ۱۰ |
| ۴ | تدریس مبحث شیب و باریک شدن در قطعات مخروطی | ۱۰ |
| ۵ | حل تمرین‌های حل شده کتاب | ۳۰ |
| ۶ | مشخص نمودن تکالیف منزل هنرجویان | ۱۰ |

**پرسش**

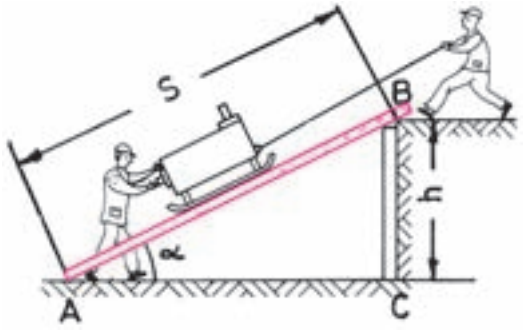
از هنرجویان به‌منظور آمادگی برای فراگرفتن درس

۱ــ نسبت‌های مثلثاتی در یک مثلث قائم‌الزاویه را با رسم شکل و با یک مثال بیان کنید.

۲ــ سطح شیب‌دار را با رسم شکل ساده تعریف کنید.

۳ــ موارد استفاده سطح شیب‌دار در صنعت کجاست؟ چند نمونه ذکر کنید.

**جواب :** ۱ــ سطح شیب‌دار سطحی است که با افق زاویه معینی مانند $\alpha$ می‌سازد.

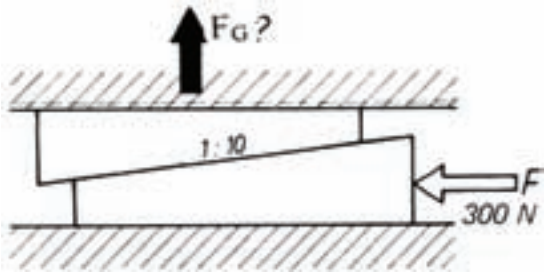



**جواب :** ۲ــ از سطوح شیب‌دار در بسیاری از مکانیزم‌ها استفاده می‌شود همانند گوه یک طرفه، گوه دوطرفه، پیچ و مهره، مخروط‌ها در ماشین‌های ابزار (گلوئی مرغک، مرغک، دنباله مته‌های دنباله مخروطی، ریل‌های v شکل و دم چلچله و بسیاری از موارد دیگر.

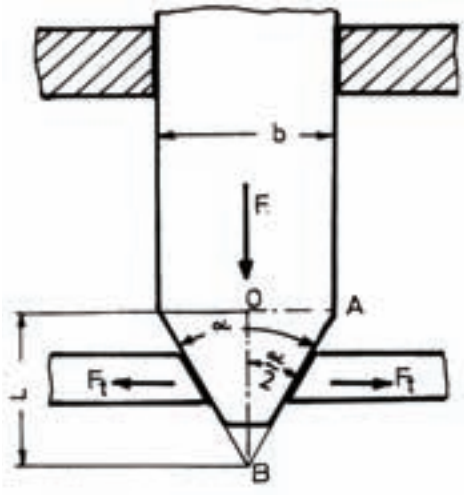
## گوه

یکی از موارد استفاده سطح شیب‌دار در صنعت گوه است، گوه از یک و یا دو سطح شیب‌دار متصل به هم تشکیل شده است که کار بریدن، بلند کردن بارهای سنگین و محکم کردن قطعات ماشین روی یکدیگر را آسان می‌کند.

## گوه یک طرفه



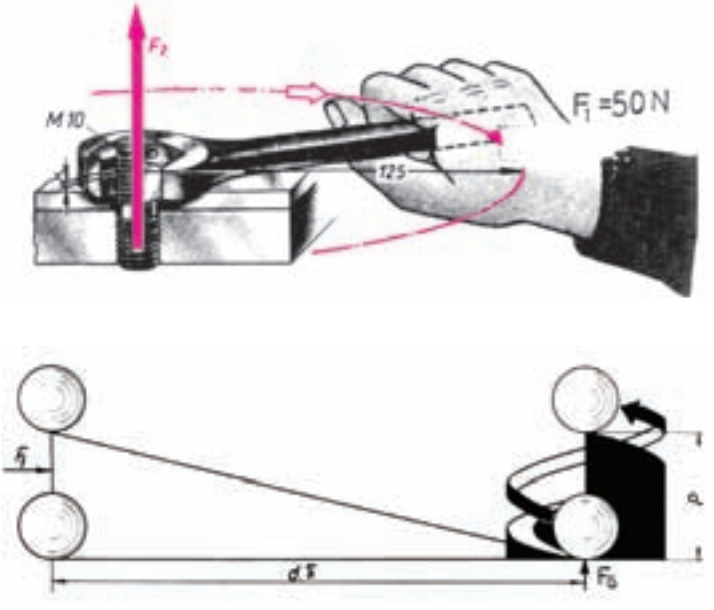

## گوه دو طرفه




## پیچ و مهره

یکی دیگر از موارد استفاده سطح شیب‌دار در صنعت پیچ‌ها می‌باشند در حقیقت مسیر دندانه‌های پیچ همان سطح شیب‌داری است که به‌دور 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.



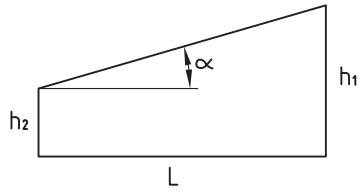
## محاسبه شیب

شیب در قطعات صنعتی به دو دسته تقسیم می‌شود.

الف) شیب یک‌طرفه

ب) شیب دوطرفه

**الف) شیب یک‌طرفه** : به عنوان مثال گوه




$h_1$ = ارتفاع بیشتر

$h_2$ = ارتفاع کمتر

L = طول قطعه شیب‌دار

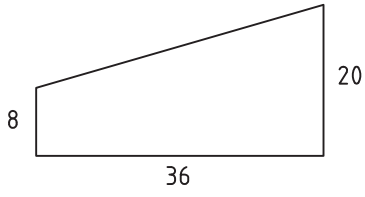
$\alpha$ = زاویه شیب

به دلیل اختلاف ارتفاع در طول معین (L) سطح بالای قطعه دارای شیب است و با افق زاویهٔ $\alpha$ می‌سازد که برای محاسبه شیب آن از رابطه

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

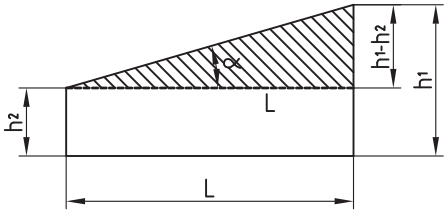
استفاده می‌کنیم. کسر $\frac{h_1 - h_2}{L}$ را تا حد ممکن ساده می‌کنیم و آن را به‌صورت کسری می‌نویسیم. مثال :

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




علامت شیب، مثلث قائم‌الزاویه است که از آن در نقشه‌کشی صنعتی استفاده می‌شود. (۳ : ۱ ◺)

برای محاسبه زاویه سطح شیب‌دار ($\alpha$) در مثلث قائم‌الزاویه (هاشورخورده) رابطهٔ $\tan\alpha$ را می‌نویسیم.

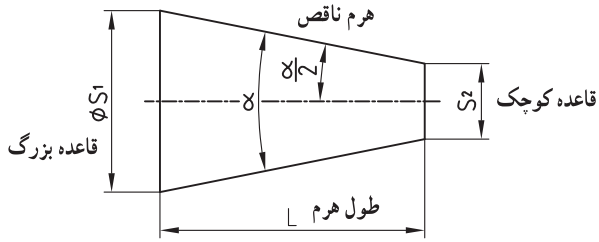


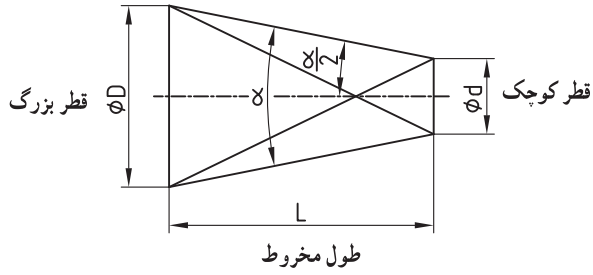

$$\text{شیب} = \frac{h_1 - h_2}{L} = \tan(\alpha)$$

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

و از جدول صفحه ۱۷۸ و ۱۷۹ مقدار زاویه $\alpha$ را محاسبه می‌کنیم.

**ب) شیب دوطرفه** (هرم و مخروط کامل یا ناقص)



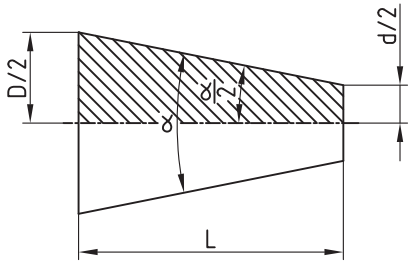
در قطعاتی که شیب دوطرفه دارند مانند هرم و مخروط قاعدهٔ شکل رفته رفته باریک می‌شود پس می‌توان نسبت باریک شدن را به‌دست آورد که آن را با حرف C نمایش می‌دهند.

که از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

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

این عدد باید به‌صورت کسری نوشته شود و تا حدامکان ساده شود.

علامت نسبت باریک شدن در نقشه‌کشی صنعتی مثلث متساوی‌الساقین است. برای محاسبه شیب یک‌طرف این قطعات کافیست به‌صورت فرضی شکل را به دو قسمت تقسیم کرد و سپس مشابه شیب یک طرفه آن را حساب کرد.



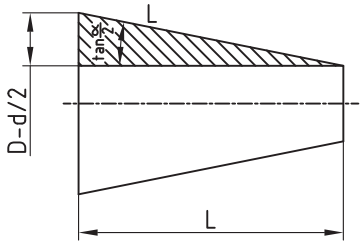

$$\text{شیب} = \frac{\frac{D}{2} - \frac{d}{2}}{L} = \frac{\frac{D-d}{2}}{\frac{L}{1}} = \frac{D-d}{2L}$$

$$\text{شیب} = \frac{D-d}{2L} = C$$

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

علامت شیب مثلث قائم‌الزاویه و عدد آن به‌صورت کسری نوشته می‌شود.

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




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

و مشابه شیب یک‌طرفه از جدول ص ۱۷۸ و ۱۷۹ $\frac{\alpha}{2}$ به‌دست می‌آوریم.

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

# جلسه چهاردهم

| ردیف | برنامه زمان‌بندی جلسه چهاردهم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | آماده کردن کلاس شامل احوالپرسی، حضور و غیاب و وضعیت هنرجویان | ۱۰ |
| ۲ | بررسی دفاتر تکالیف هنرجویان، نحوه حل تمرین، مرتب بودن، رسم تصاویر و دادن امتیاز | ۲۰ |
| ۳ | حل تمرین‌های نمونه ۱ ص ۶۳، ۴ ص ۶۴ | ۱۰ |
| ۴ | حل تمرین ۸ ص ۶۵ و ۹ ص ۶۵ | ۱۰ |
| ۵ | حل تمرین ۱۰ ص ۶۶ | ۱۰ |
| ۶ | حل تمرین ۱۱ ص ۶۶ | ۱۰ |
| ۷ | | |
| ۸ | امتحان پایان فصل | ۲۰ |

**تمرین صفحه ۶۳ :**

$L = ۱۶۰mm$

$h_۱ = ۲۲/۶mm$

$h_۲ = ۲۴mm$

شیب $= ?$

گوه یک‌طرفه شیب $= \frac{h_۱ - h_۲}{L} = \frac{۲۴ - ۲۲/۶}{۱۶۰}$

**حل :**

شیب گوه موجود $= \frac{۱/۴}{۱۶۰} = \frac{۱}{۸۷/۵}$

شیب استاندارد $= \frac{۱}{۱۰۰}$

مطابقت ندارد.

**تمرین ۴ صفحه ۶۴ :**

$L = ۷۲mm$

$h_۱ = ۴۲mm$

$h_۲ = ۳۰mm$

$\alpha = ؟$

شیب $= \tan\alpha = \frac{h_۱ - h_۲}{L} = \frac{۴۲ - ۳۰}{۷۲} = \frac{۱۲}{۷۲} = \frac{۱}{۶}$

شیب $= \tan\alpha = ۰/۱۶۶۶$

$\alpha = ۹^\circ, ۲۷', ۴۴''$ از جدول تانژانت‌ها

**یادآوری :**

$\tan ۹^\circ, ۲۰' = ۰/۱۶۴۴$

$\tan ۹^\circ, ۳۰' = ۰/۱۶۷۳$

$۹^\circ, ۳۰' -$ $۰/۱۶۷۳ -$ $۰/۱۶۷۳ -$

$\frac{۹^\circ, ۲۰'}{۱۰'}$ و $\frac{۰/۱۶۴۴}{۰/۰۰۲۹}$ و $\frac{۰/۱۶۶۶}{۰/۰۰۰۷}$

تناسب می‌گیریم

۱۰′ ۰/۰۰۲۹

x ۰/۰۰۰۷

$x = \frac{۱۰ \times ۷}{۲۹} = ۲/۴'$

$۹^\circ, ۲۷/۴'$ پس زاویه موجود $۹^\circ, ۳۰' - ۲/۴' = ۹^\circ, ۲۷/۴'$

**تمرین ۸ صفحه ۶۵**

نسبت باریک شدن $\Rightarrow C = \frac{D-d}{۱} \Rightarrow \frac{۱}{۵۰} = \frac{D-۸}{۹۰}$

$d = ۸۰۰$

$c = \frac{۱}{۵۰}$

$L = ۹۰mm$

$D = ?$

$D - ۸ = \frac{۹۰}{۵۰} \Rightarrow D = ۸ + \frac{۹}{۵} = ۹/۸mm$

**تمرین ۹ صفحه ۶۵**

نسبت مخروطی $C = \frac{D-d}{۱} \Rightarrow C = \frac{۴۰-۸۳۲}{۸۰}$

$D = ۴۰mm$ $C = \frac{۸}{۸۰} = \frac{۱}{۱۰}$

$d = ۳۲mm$

$L = ۸۰mm$ شیب $= \frac{C}{۲} = \frac{D-d}{۲L}$ یا شیب $= \frac{C}{\frac{۱}{۲}} = \frac{\frac{۱}{۱۰}}{\frac{۱}{۲}}$

$C = ?$

$\frac{\alpha}{۲} = ?$ شیب $= \frac{۱}{۲۰} = ۰/۰۵$

$۲^\circ, ۵۲'$ زاویه از جدول

**تمرین ۱۰ صفحه ۶۶**

$L = ۵۰ - ۱ = ۴۹mm$ $C = \frac{D-d}{۱} \Rightarrow \frac{۳/۵}{۱۲} = \frac{D-۱۷/۴}{۴۹}$

$d = ۱۷/۴mm$

$C = \frac{۳/۵}{۱۲}$

$D = ?$ $D - ۱۷/۴ = \frac{۴۹ \times ۳/۵}{۱۲} \Rightarrow D = ۱۷/۴ + ۱۴/۲۹$

$\frac{\alpha}{۲} = ?$ $D = ۳۱/۶۹mm$

$\tan\frac{\alpha}{۲} = \frac{C}{۲} = \frac{\frac{۳/۵}{۱۲}}{۲} = \frac{۳/۵}{۲۴} = ۰/۱۴۵۸$

$\frac{\alpha}{۲}$ $۸^\circ, ۱۸'$ از جدول

**تمرین ۹ صفحه ۶۶**

$C = ۱ : ۲/۵$

$d_۱ = ۳۰ mm$

$D_۱ = ۵۰ mm$ مخروط خارجی

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

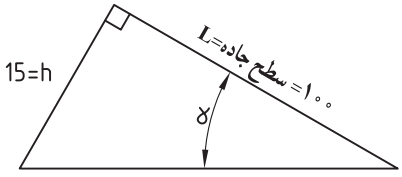
$$\Rightarrow d_۲ = ۳۰ - \frac{۱۰}{۲/۵} \Rightarrow d_۲ = ۲۶ mm$$

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

$$d_۱ = ۳۰ + \frac{۳۰}{۲/۵} = ۴۲ mm$$

**شیب در جاده‌ها**

چنانچه به شمال مسافرت کرده باشید تابلوهایی را مشاهده کرده‌اید که در آن عددی برحسب درصد نوشته شده است مانند که نشان‌دهندهٔ 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 ۱۵متر است.




$L = ۱۰۰ m$

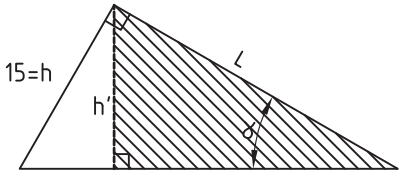
$h = ۱۵ m$

شیب = ?

اگر در مثلث مربوطه tanα را محاسبه کنیم خواهیم داشت

شیب جاده = tanα

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




در این حالت برای محاسبه اختلاف ارتفاع جاده نسبت به افق h′ از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود.

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

ابتدا α را به کمک شیب و جدول tanها به‌دست آورده سپس sin این زاویه را از جدول sinهای 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 زمان‌بندی جلسه پانزدهم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام و احوالپرسی و حضور و غیاب و نظر خواستن از هنرجویان در مورد امتحان پایان فصل گذشته | ۱۰ |
| ۲ | اعلام نتایج آزمون پایان فصل شیب و نسبت باریک شدن | ۲۰ |
| ۳ | تدریس مبحث تولرانس اندازه اسمی، انحراف بالایی و پایینی، بزرگترین و کوچکترین اندازه و تولرانس | ۳۰ |
| ۴ | تدریس اصطلاح لقی و سفتی، میدان تولرانس و مقدار تولرانس | ۳۰ |
| ۵ | مشخص کردن تمرین‌هایی که هفته آینده هنرجویان باید حل کنند ۱ و ۲ صفحات ۸۱ و ۸۲ | ۱۰ |

**پرسش**

برای درک و فهم بهتر هنرجویان از مفهوم انطباقات و اصطلاحات آن نمونه سؤالات زیر پیشنهاد می‌گردد.

۱ــ برای جاگیری دقیق و مطمئن یک قطعه در داخل قطعه دیگر در هنگام طراحی و ساخت قطعات چه فاکتورهایی را باید مدنظر قرار داد.

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

۳ــ 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 هریک از آنها باید اندازه معین داشته باشند و قطعات یدکی مانند پیچ و مهره‌ها، بلبرینگ‌ها، خارها، شفت‌ها و ... با توجه به قانون انطباقات و به‌صورت 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 به‌نام 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 به‌کار 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 دقیق ترین وسایل اندازه‌گیری با اندازه اسمی امکان‌پذیر نمی‌باشد به عبارت دیگر ساخت یک میله با اندازه اسمی ۴۰/۰۰۰۰۰۰ mm غیرممکن است برای حل این مشکل باید انحراف مجازی برای آن درنظر 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 C–O را انحراف فوقانی می‌گویند. $A_O = ۰/۰۸mm$

**انحراف تحتانی** ($A_U$) : فاصله بین خط صفر و کوچکترین اندازه مجاز را انحراف تحتانی می‌گویند. $A_U = ۰/۰۳mm$

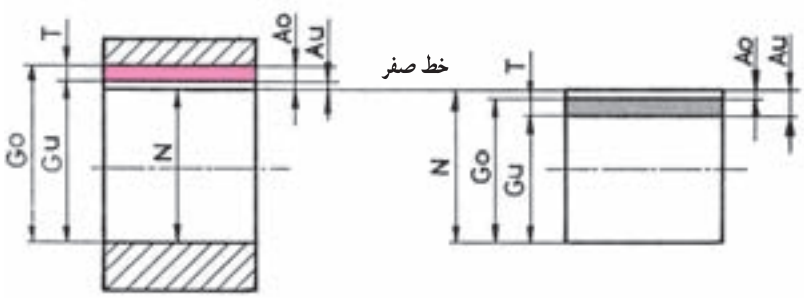
**نکته** : در بعضی از موارد انحراف فوقانی و یا تحتانی ممکن است صفر باشد که روی نقشه نوشته نمی‌شود.

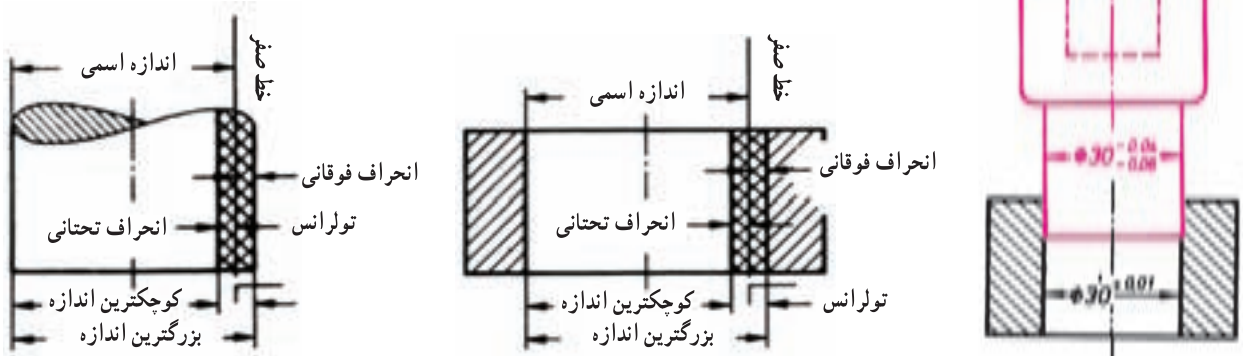
**بزرگترین اندازه** $G_O$ : عبارتست از بزرگترین حد مجاز و از جمع جبری اندازه رسمی و انحراف فوقانی حاصل می‌شود.

$$G_O = ۳۰ - ۰/۰۴ = ۲۹/۹۶mm$$

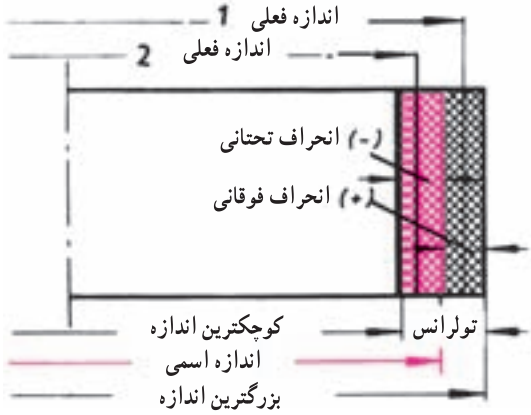
**کوچکترین اندازه** $G_U$ : عبارتست از کوچکترین حد مجاز و از جمع جبری اندازه اسمی و انحراف تحتانی حاصل می‌شود.

$$G_U = ۳۰ - ۰/۰۶ = ۲۹/۹۴mm$$

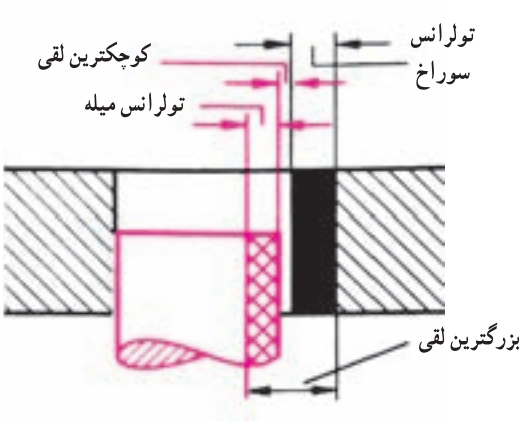


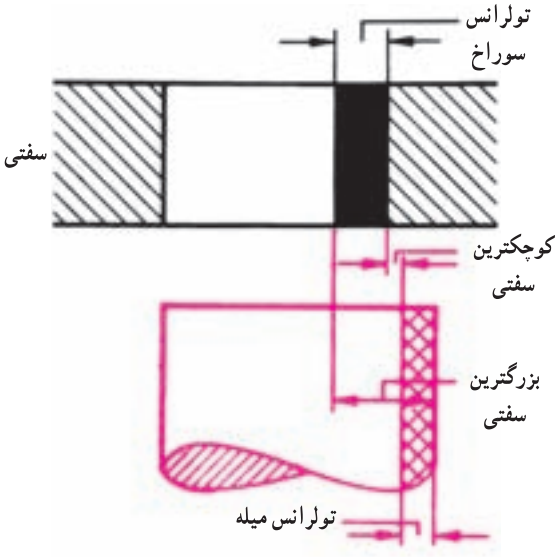

**تولرانس T** : عبارتست از حد تغییرات مجاز در اندازه و متراژ آن از تفاضل بزرگترین و کوچکترین اندازه قطعه به‌دست می‌آید. مقدار تولرانس از جمع جبری انحراف فوقانی و تحتانی نیز حاصل می‌گردد.



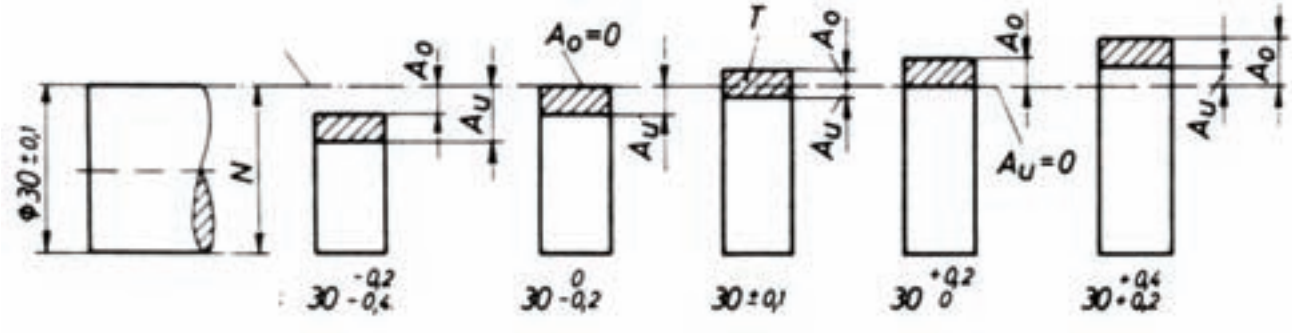
**لقی (P)** : تفاضل اندازه قطر سوراخ از قطر میله را لقی می‌گویند (اگر قطر سوراخ از قطر میله بزرگتر باشد) از آنجایی که میله و سوراخ هرکدام دارای تولرانس می‌باشند لذا در عمل ممکن است لقی از کم تا زیاد به‌وجود آید به‌عبارت دیگر بزرگترین لقی وقتی پیش می‌آید که سوراخ بزرگترین و میله کوچکترین اندازه ممکن را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



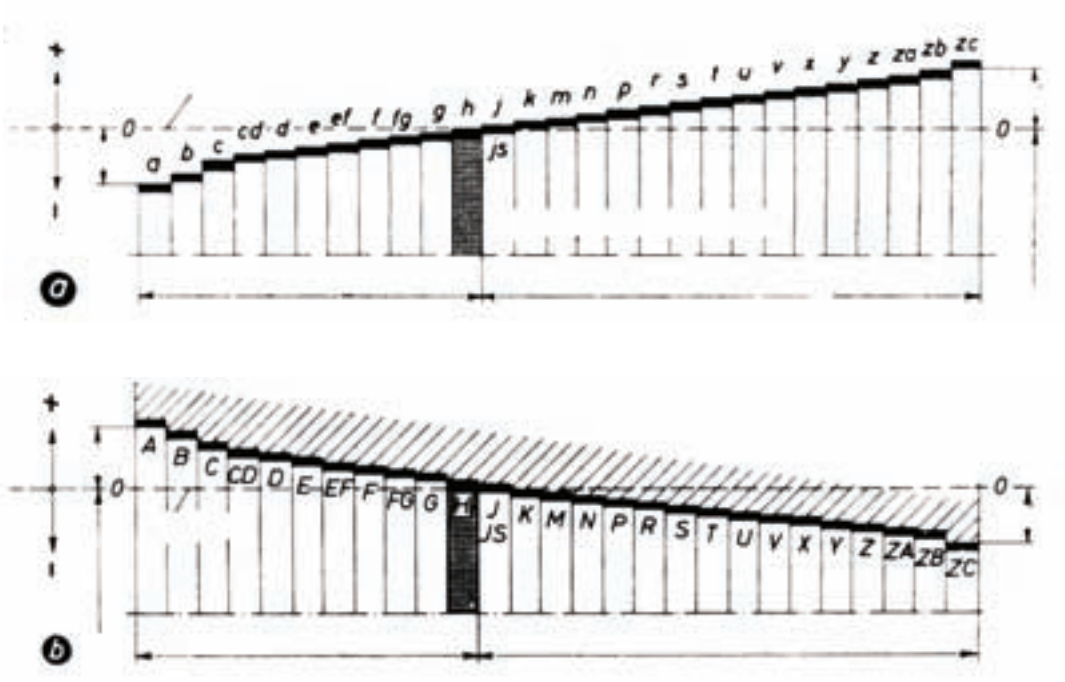

**سفتی (u)** : تفاضل اندازه قطر میله از قطر سوراخ را سفتی می‌گویند اگر قطر میله از سوراخ بزرگتر باشد با توجه به تولرانس سوراخ و میله در اینجا نیز سفتی‌های متفاوتی از کم تا زیاد بین دو قطعه وجود خواهد داشت. در صورتی که میله بزرگترین و سوراخ کوچکترین اندازه ممکن را داشته باشند بزرگترین سفتی و در مواردی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



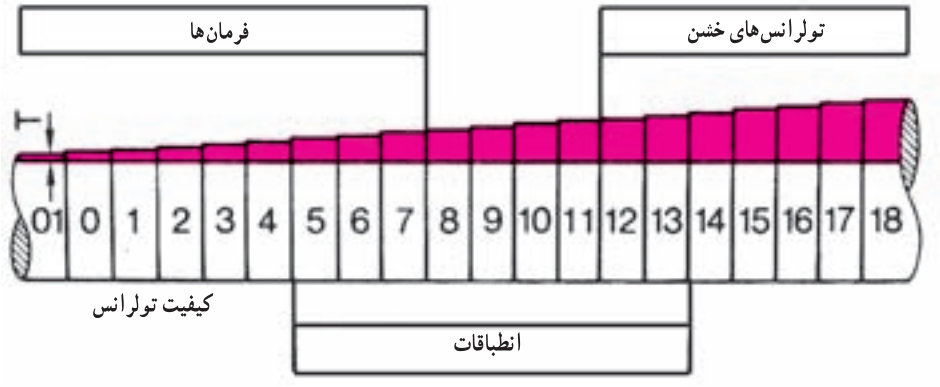

**میدان تولرانس** : میدان تولرانس کیفیت و همچنین موقعیت تولرانس را نسبت به خط صفر نشان می‌دهد به‌طور کلی پیچ نوع میدان تولرانس در نقشه‌ها مطرح می‌گردد.




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 ، O، L ، Q و W حذف و به‌جای آنها از حرف ZA ، ZB ، ZC (za, zb, zc) و همچنین JS, FG, EF, CD (js, fg, cf, cd)استفاده می‌گردد. بنابراین ۲۸ موقعیت نسبت به خط صفر وجود خواهد داشت.

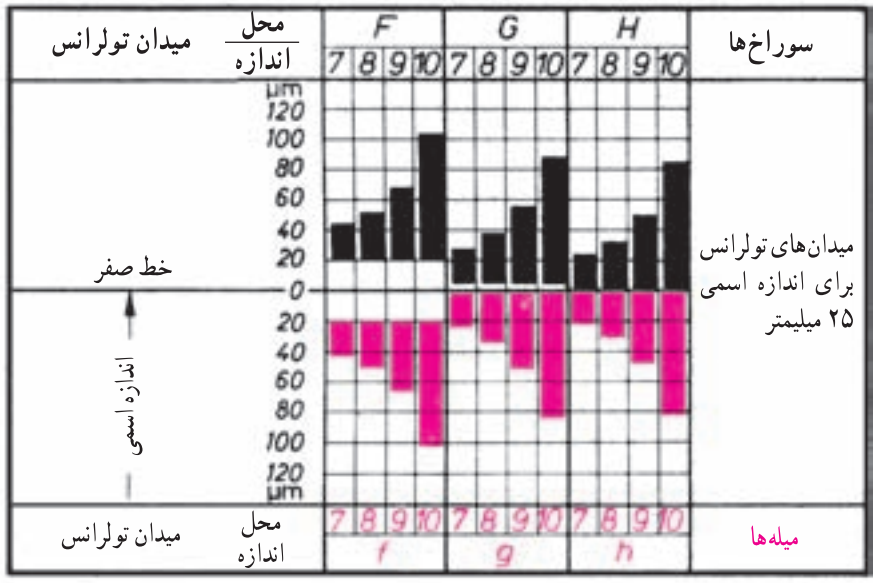



برای نشان دادن کیفیت (مرغوبیت) تولرانس در سیستم ISO از اعداد استفاده می‌شود و بدین منظور ۲۰ کیفیت در نظر گرفته شده است. ۰/۱ الی ۷ برای تولرانس‌ها. فرامین اندازه‌گیری و کنترل کیفت‌های ۵ الی ۱۳ برای انطباقات در ماشین‌سازی و کیفیت ۱۲ الی ۱۸ برای کارهای غیر دقیق مانند نورد، ریخته‌گری، آهنگری و غیره در نظر گرفته شده است.

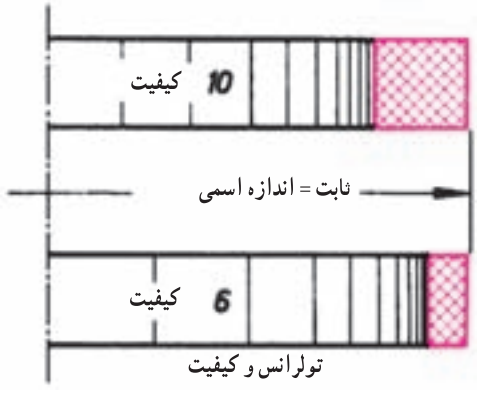



به طوری که مشاهده می‌شود هرچه از کیفیت ۰۱ به طرف کیفیت ۱۸ حرکت کنیم مقدار تولرانس بیشتر می‌شود.

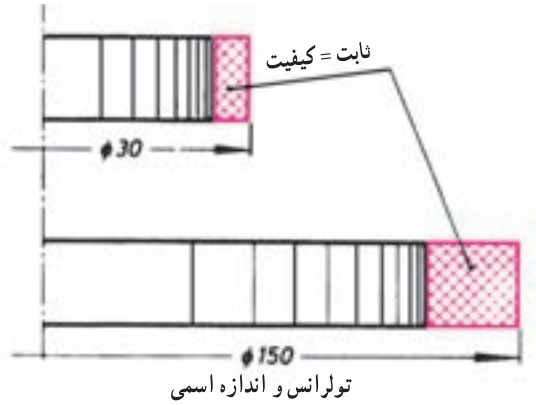
در شکل صفحه بعد میدان‌های تولرانس مختلف با کیفیت در موقعیت‌های متفاوت نشان داده شده است حروف، موقعیت میدان تولرانس نسبت به خط صفر و اعداد کیفیت آن را نشان می‌دهد.




**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.



تولرانس و کیفیت



تولرانس و اندازه اسمی

# جلسه شانزدهم: ادامه مبحث انطباقات (دومین جلسه)

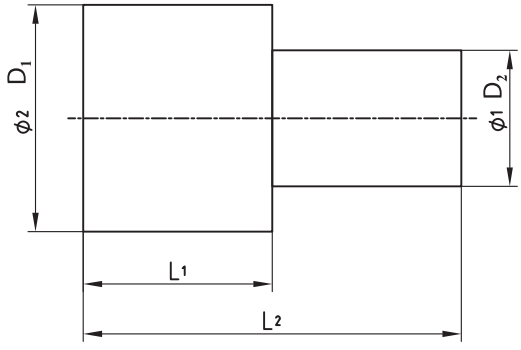
| ردیف | برنامه زمان‌بندی جلسه شانزدهم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب | ۱۰ |
| ۲ | حضور در کارگاه و اندازه‌گیری ابعادی و مقایسه اندازه واقعی با اندازه اسمی و تلرانس‌های مربوطه | ۴۰ |
| ۳ | حل مسائل نمونه کتاب در مبحث محاسبه تولرانس و انواع انطباقات | ۳۰ |
| ۴ | مشخص کردن مسائل پایان فصل برای حل هنرجویان در منزل در هفته آینده | ۱۰ |

**پرسش**

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

۱ــ از هنرجویان بپرسید آیا تاکنون مقایسه‌ای بین اندازه‌های داده شده از نقشه (اسمی N) و اندازه‌های حاصل از ماشین‌کاری در قطعاتی که در کارگاه تراشکاری تولید کرده‌اید داشته‌اید تکمیل جدول زیر کمک زیادی در یادگیری تولرانس و محاسبه آن می‌کند.

۲ــ جاگیری (انطباق) یک پیچ با مهره معمولی و پیچ و مهره به‌کار رفته در میکرومتر چه تفاوتی دارند؟




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

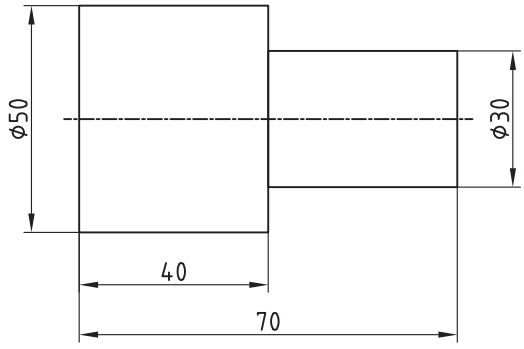
۳ــ انطباق میله مرغک و سوراخ مرغک و یک شفت در سوراخ یک بلبرینگ چه فرقی دارند؟

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

**نکته** : می‌توان با آوردن قطعات با تولرانس‌های متفاوت و انطباق لق، جذب و پرس و یا حضور در کارگاه روی ماشین تراش و یا فرز با شرح نمونه‌های عملی مفهوم ترانس و انطباقات را بهتر بیان کرد به تولرانس **رواداری** و به انطباق **خورند** نیز می‌گویند.

۵ــ آیا تابه حال دیده‌اید که برای جازدن و یا درآوردن دو قطعه از ضربات چکش، پرس و یا گرم کردن و سردکردن استفاده نمایند؟ شرح دهید.

## محاسبه تولرانس




همان‌طوری که گفته شد ساخت یک قطعه با اندازه اسمی با دقیق‌ترین ماشین‌های تولیدی امکان‌پذیر نمی‌باشد لذا انحراف از اندازه مجازی را در ساخت قطعه برحسب کیفیت ساخت درنظر می‌گیرند هرچه کیفیت کار بالاتر باشد مقدار انحراف مجاز کمتر و هزینه ساخت بیشتر خواهد بود.

انحراف اندازه مجاز طولی ۰/۱±

$N_{O1} = ۵۰ mm$ $G_O = N + A_O = ۵۰ + ۰/۱ = ۵۰/۱ mm$

برای قطر $N_{O2} = ۳۰ mm$ $G_U = N + A_U = ۵۰ + (-۰/۱) = ۴۹/۹ mm$

$A_O = +۰/۱ mm$ $T = G_O - G_U = ۵۰/۱ - ۴۹/۹ = ۰/۲ mm$

$A_U = -۰/۱ mm$ یا $T = A_O - A_U = ۰/۱ - (-۰/۱) = ۰/۲ mm$

برای قطر ۳۰ $G_O = N + A_O = ۳۰ + ۰/۱ = ۳۰/۱ mm$

$G_U = N + A_U = ۳۰ + (-۰/۱) = ۲۹/۹ mm$

$T = G_O - G_U = ۳۰/۱ - ۲۹/۹ = ۰/۲ mm$

برای طول ۷۰ $G_O = N + A_O = ۷۰ + ۰/۱ = ۷۰/۱ mm$

$G_U = N + A_U = ۷۰ + (-۰/۱) = ۶۹/۹ mm$

$T = G_O - G_U = ۷۰/۱ - ۶۹/۹ = ۰/۲ mm$

برای طول ۴۰ $G_O = N + A_O = ۴۰ + ۰/۱ = ۴۰/۱ mm$

$G_U = N + A_U = ۴۰ + (-۰/۱) = ۳۹/۹ mm$

$T = G_O - G_U = ۴۰/۱ - ۳۹/۹ = ۰/۲ mm$

یا $T = A_O - A_U = ۰/۱ - (-۰/۱) = ۰/۲ mm$

### حل مسئله ۱ ص ۸۱

| علائم انطباقی | ۴۰j۶ | ۴۰k۶ | ۴۷k۱۱ | ۶۰d۹ | ۹۰e۸ | ۱۱۰e۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| انحراف فوقانی<br>انحراف تحتانی | $\frac{+۱۱}{-۵}$ | $\frac{+۱۸}{+۲}$ | $\frac{۰}{-۱۶۰}$ | $\frac{-۱۰۰}{-۱۴۷}$ | $\frac{-۷۲}{-۱۲۶}$ | $\frac{-۷۲}{-۱۲۶}$ |

### حل مسئله ۲ ص ۸۲

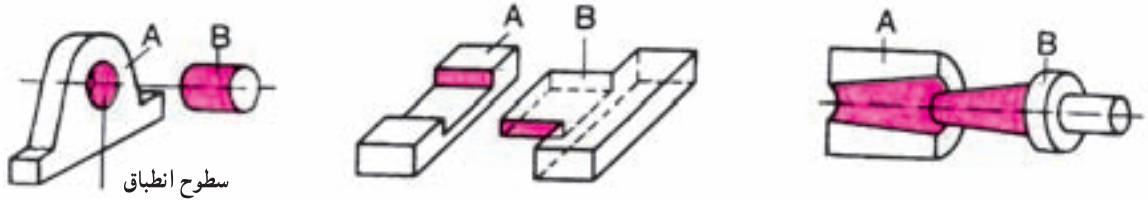
| علائم انطباقی | ۲۰H۱۱ | ۲۵D۱۰ | ۳۰e۸ | ۳۰H۷ | ۵۰d۹ | ۵۰h۹ | ۶۰H۷ | ۷۰h۱۱ | ۸۰f۷ | ۱۰۰c۱۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| انحراف تحتانی<br>انحراف فوقانی | $\frac{+۱۳۰}{۰}$ | $\frac{+۱۴۹}{+۶۵}$ | $\frac{-۵۰}{-۸۹}$ | $\frac{+۲۵}{۰}$ | $\frac{-۱۰۰}{-۱۷۴}$ | $\frac{۰}{-۷۴}$ | $\frac{+۳۰}{۰}$ | $\frac{۰}{-۱۹۰}$ | $\frac{-۱۸۰}{-۴۰۰}$ | |

# جلسه هفدهم: ادامه مبحث انطباقات (سومین جلسه)

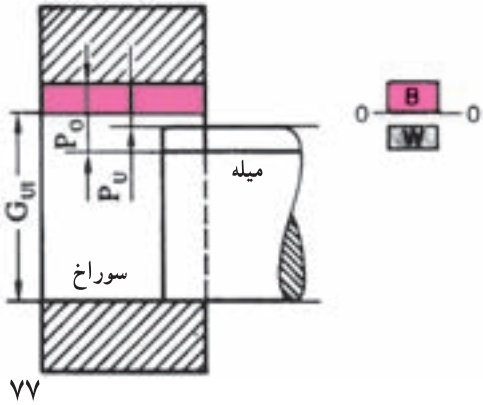
| ردیف | برنامه زمانبندی جلسه هفدهم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب | ۱۰ |
| ۲ | تدریس مبحث سیستم انطباق و تمایز آنها از یکدیگر | ۱۰ |
| ۳ | تدریس مبحث انطباق بازی‌دار | ۱۵ |
| ۴ | تدریس مبحث انطباق عبوری | ۱۵ |
| ۵ | تدریس مبحث انطباق پرسی | ۱۵ |
| ۶ | حل مسائل ۳ و ۴ صفحه ۸۳ | ۱۵ |
| ۷ | مشخص کردن مسائل باقیمانده فصل انطباقات برای جلسه آینده | ۱۰ |
| ۸ | یادآوری انجام آزمون پایان فصل در جلسه آینده | |

## انواع انطباقات

وقتی دو قطعه در داخل یکدیگر قرار گیرند گوییم آن دوقطعه برهم منطبق شده (خورده) و انطباقی (خورند) را به‌وجود آورده‌اند تعریف انطباق می‌تواند به این صورت بیان گردد رابطه موجود بین اندازه‌های دو قطعه انطباقی قبل از مونتاژ کردن آنها به یکدیگر را انطباق گویند.




**انطباق بازی‌دار (لق)** $\varnothing 25^{H_7}_{f_7}$ : اگر مابین اجزای متصل به هم همیشه (در هرحال) فاصله‌ای به عنوان لقی وجود داشته باشد برای این انطباق از حرف a تا h برای نمایش موقعیت میدان تولرانس میله‌ها و از حرف A تا H برای نمایش موقعیت میدان تولرانس سوراخ‌ها استفاده می‌شود مقدار لقی مابین حداقل و حداکثر نوسان خواهد داشت به عبارت ساده‌تر همواره و همواره قطر سوراخ از قطر میله بزرگتر خواهد بود.




کوچکترین اندازه میله – بزرگترین اندازه سوراخ = بزرگترین لقی

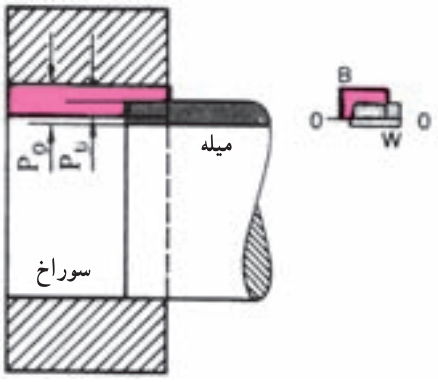
$Po = G_{OI} - G_{UA}$

بزرگترین اندازه میله – کوچکترین اندازه سوراخ = کوچکترین لقی

$P_U = G_{UI} - G_{OA}$

کوچکترین لقی – بزرگترین لقی = تولرانس انطباق

$P_T = Po - P_U$




**انطباق عبوری (جذب)** $\varnothing 25^{H_V}_{k_6}$ : به این انطباق بینابینی نیز می‌گویند و در واقع انطباق بین حالت بازداری (لق) و پرسی 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 j تا n برای میله‌ها و J تا N برای نمایش سوراخ‌ها استفاده می‌شود.

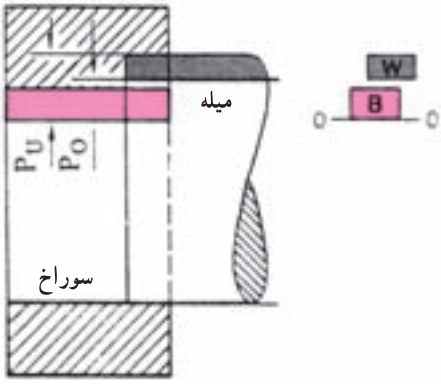
کوچکترین اندازه میله – بزرگترین اندازه سوراخ = بزرگترین لقی

$$Po = G_{OI} - G_{UA}$$

بزرگترین اندازه میله – کوچکترین اندازه سوراخ = بزرگترین سفتی

$$P_U = P_{UI} - G_{OA}$$

**انطباق پرسی (محکم)** $\varnothing 25^{H_V}_{r_6}$ : در این نوع خورند همواره و همواره میله (شفت) 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

$$P_O = G_{OI} - G_{UA}$$

بزرگترین اندازه سوراخ – کوچکترین اندازه میله = کوچکترین سفتی

$$P_U = G_{UI} - G_{OA}$$

کوچکترین سفتی – بزرگترین سفتی = تولرانس انطباق

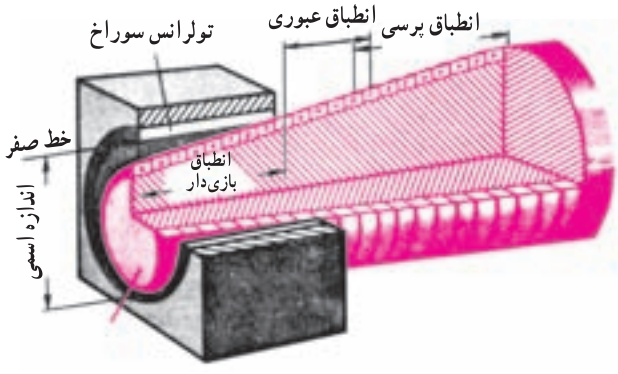
$$P_T = P_O - P_U$$

## سیستم انطباق

**۱ــ 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 :

$$\frac{H_V}{f_V} \text{ یا } \frac{H_V}{n_6}$$

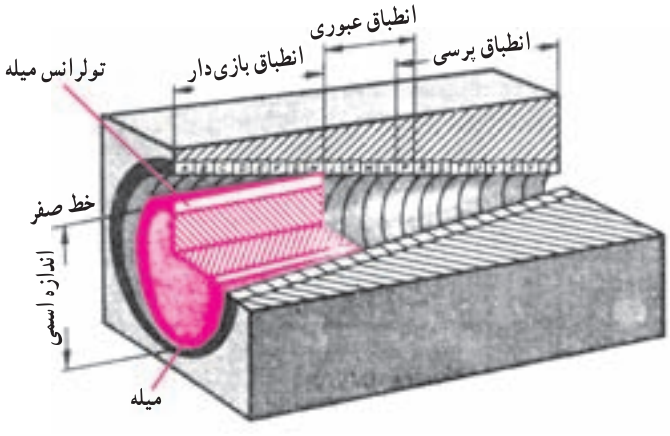
در این سیستم حروف H مشخص کننده موقعیت تولرانس سوراخ بوده و همواره سیستم ثبوت سوراخ را تداعی می‌کند و




سیستم ثبوت سوراخ

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 j 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.




**۲ــ 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 ۰ = Ao 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 می‌گردد. مانند $\frac{S۷}{h۶}$ یا $\frac{G۷}{h۶}$

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 ماشین آلات نساجی که در آنها تعداد زیادی میله به‌کار رفته است استفاده می‌گردد و همچنین در مکانیزم ماشین‌های برقی، کاسه ساچمه‌ها، ترانسیسیون‌ها 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

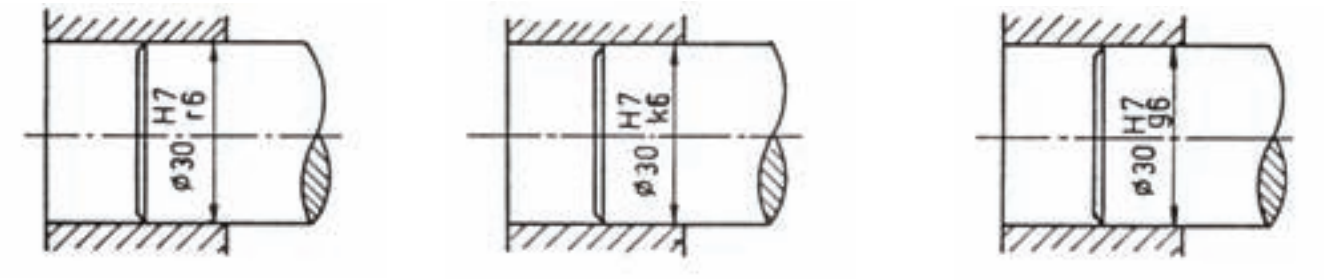
| تمرین | علائم انطباقی | N mm | $A_O$ µm | $A_U$ µm | $G_O$ mm | $G_U$ mm | T µm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الف | Ø۴۰F۸ | ۴۰ | +۶۴ | +۲۵ | ۴۰/۰۶۴ | ۴۰/۰۲۵ | ۳۹ |
| ب | Ø۴۵d۹ | ۴۵ | −۸۰ | −۱۴۲ | ۴۴/۹۲۰ | ۴۴/۸۵۸ | ۶۲ |
| ج | Ø۴۲H۸ | ۴۲ | ۲۵ | ۰ | ۴۲/۰۲۵ | ۴۲/۰۰ | ۲۵ |
| د | Ø۳۸u۸ | ۳۸ | +۹۹ | +۶۰ | ۳۸/۰۹۹ | ۳۸/۰۶۰ | ۳۹ |
| هـ | Ø۳۰D۱۰ | ۳۰ | ۱۸۰ | ۸۰ | ۳۰/۱۸۰ | ۳۰/۰۸۰ | ۱۰۰ |
| و | Ø۵۰h۹ | ۵۰ | ۰ | −۷۴ | ۵۰ | ۴۹/۹۲۶ | ۷۴ |

$G_O = N + A_O$

$G_U = N + A_U$

$T_{GO} - G_U$ یا $Ao - A_U$

**حل مسئله ۴ صفحه ۸۳**




| | میله | سوراخ | $\varnothing ۳۰ ^{H_۷}_{r_۶}$ |
|---|---|---|---|
| الف) | $N = ۳۰mm$ | | $N = ۳۰mm$ |
| | $A_O = ۵۰$ | | $A_O = ۲۵\mu$ |
| | $A_U = ۳۴$ | | $A_U = ۰$ |
| | $G_{OA} = ۳۰/۰۵۰mm$ | | $G_{OI} = ۳۰/۰۲۵mm$ |
| | $G_{UA} = ۳۰/۰۳۴mm$ | | $G_{UI} = ۳۰mm$ |
| ب) | $P_O = G_{OI} - G_{UA} = ۳۰/۰۲۵ - ۳۰/۰۳۴ = ۰/۰۰۹$ | | |
| | $P_U = G_{UI} - G_{OA} = ۳۰ - ۳۰/۰۵۰ = ۰/۰۵۰$ | | |

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

$\varnothing ۳۰ ^{H_۷}_{k_۶}$

| میله | سوراخ |
|---|---|
| $N = ۳۰mm$ | $N = ۳۰mm$ |
| $A_O = ۱۸\mu m$ | $A_O = ۲۵\mu m$ |
| $A_U = ۲\mu m$ | $A_U = ۰$ |
| $G_{OA} = ۳۰/۰۱۸۰$ | $G_{OI} = ۳۰/۰۲۵mm$ |
| $G_{UA} = ۳۰/۰۰۲$ | $G_{UI} = ۳۰mm$ |

$P_O = G_{OI} - G_{UA} = ۳۰/۰۲۵ - ۳۰/۰۲ = ۰/۰۲۳mm$

$P_U = G_{UI} - G_{OA} = ۳۰ - ۳۰/۰۱۸۰ = - ۰/۰۱۸mm$

با مقایسه ابعاد سوراخ و میله مشخص می‌شود که قطر میله بر حسب مورد می‌تواند از اندازه قطر سوراخ بزرگتر و یا کوچکتر باشد و از میله در داخل سوراخ می‌تواند 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.

$\varnothing ۳۰ ^{H_۷}_{g_۶}$

| میله | سوراخ |
|---|---|
| N = ۳۰mm | N = ۳۰mm |
| $A_O$ = – ۹μm | $A_O$ = ۲۵μm |
| $A_U$ =– ۲۵μm | $A_U$ = ۰ |
| $G_{OA}$ = ۲۴/۹۹۱mm | $G_{OI}$ = ۳۰/۰۲۵mm |
| $G_{UA}$ = ۲۴/۹۷۵ mm | $G_{UI}$ = ۳۰ |

$P_O = G_{OI} - G_{UA} = ۳۰/۰۲۵ - ۲۴/۹۷۵ = ۰/۰۵۰$ mm

$P_U = G_{UI} - G_{OA} = ۳۰ - ۲۴/۹۹۱ = - ۰/۰۰۹$mm

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

**جدول**

| نوع انطباق | بزرگترین و کوچکترین لقی یا سفتی | انحراف | علائم انطباقی | اندازه اسمی |
|---|---|---|---|---|
| پرسی | سفتی $P_O$ = ۰/۰۰۹ | ۲۵<br>۰ | H۷ | Ø۳۰ |
| | سفتی $P_U$ = ۰/۰۵۰ | ۵۰<br>۳۴ | r۶ | |
| عبوری | سفتی $P_O$ = ۰/۰۲۳ | ۲۵<br>۰ | H۷ | Ø۳۰ |
| | لقی $P_U$ = ۰/۰۱۸ | ۱۸<br>۲ | K۶ | |
| بازی‌دار | لقی $P_O$ = ۰/۰۵۰ | ۲۵<br>۰ | H۷ | Ø۳۰ |
| | لقی $P_U$ = ۰/۰۰۹ | –۹<br>–۲۵ | g۶ | |

ج) کوچکترین اندازه میله G–uA بزرگتر از بزرگترین اندازه سوراخ Goi است لذا انطباق از نوع پرسی می‌باشد

$G_{UA} > G_{OI}$

۳۰/۰۳۴ > ۳۰/۰۲۵

# جلسه هجدهم ادامه مبحث انطباقات (چهارمین جلسه نهایی)

| ردیف | برنامه زمان‌بندی جلسه هجدهم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب | ۱۰ |
| ۲ | حل مسائل باقیمانده پایان فصل م ۵ ص ۸۴، م ۶ ص ۸۵، م ۷ ص ۸۶ م ۸ ص ۸۶ (۶۰) | ۴۵ |
| ۳ | آزمون پایان فصل با سؤال تکثیر شده از قبل (مثلاً تمرین ۴ ص ۸۳) | ۲۰ |
| ۴ | ذکر عنوان مبحث جلسه آینده | ۱۵ |

# جلسه نوزدهم

| ردیف | برنامه زمان‌بندی جلسه نوزدهم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب | ۱۰ |
| ۲ | اعلام نتایج آزمون پایان فصل هفته قبل | ۱۰ |
| ۳ | تدریس مبحث رابطه توان و نیروی براده‌برداری با سرعت برش، سطح مقطع براده و جنس قطعه کار در تراشکاری ص ۲۵ | ۲۵ |
| ۴ | تدریس مبحث رابطه توان و نیروی براده‌برداری با سرعت برش، سطح مقطع براده و جنس قطعه کار در فرزکاری | ۱۵ |
| ۵ | حل مسائل نمونه حل شده کتاب | ۲۰ |
| ۶ | مشخص کردن تمرین‌هایی که هنرجویان در جلسه آینده بایستی حل کنند | ۱۰ |

**پرسش**

به‌منظور درک بهتر و عمیق هنرجویان از ارتباط توان و نیروی براده‌بردار با سرعت برش سطح مقطع براده و جنس قطعه نمونه پرسش‌های زیر مفید به‌نظر می‌رسند.

۱ــ توان در فیزیک چگونه محاسبه می‌شود؟

$$\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{زمان}} \Rightarrow P_{\text{وات}w} = \frac{Wj}{ts}$$

ژول ۱ Nm = ۱ j　　جابه‌جایی × نیرو = کار

وات ۱ j/s = ۱ W　　$W_j = F_N \times S_m$

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

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 به‌عبارت دیگر کار داده شده (الکتروموتور) با کار گرفته شده (سه نظام) برابر است لذا در یک دستگاه توان ثابت است و به‌صورت حاصلضرب نیرو × 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 تاحد مجاز بالا برد.

۲ــ نیرویی که به وسط لبهٔ برنده ابزار در هنگام براده‌برداری وارد می‌شود چه نام دارد؟

مقدار این نیرو به چه عواملی بستگی دارد؟

۳ــ نیروی براده‌برداری مخصوص چیست؟ این نیرو برای آلومینیم و فولاد St۳۴ چقدر است؟

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

۵ــ 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 به‌خوبی 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 قطعه‌کار در تراشکاری و صفحه تراش مشابه یکدیگر است با این تفاوت که در صفحه تراش از سرعت برش متوسط در محاسبات استفاده می‌کنند (Vm)

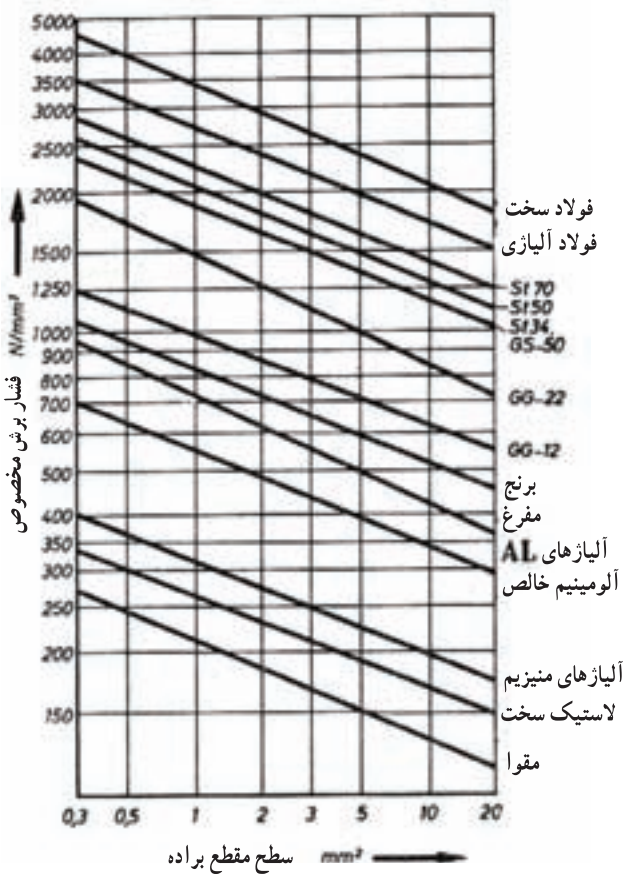
$$A = S \times a$$

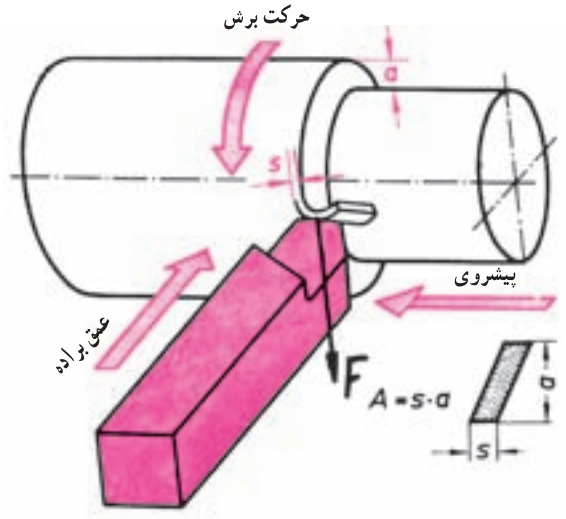
$$F = A \times Kc$$

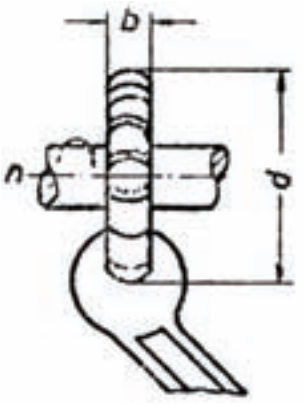
در تراشکاری $P = F \times V$ و $V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰}$

در صفحه تراشی $L = l + la + lu$ و $V_n = \frac{۲l.n}{۱۰۰۰}$

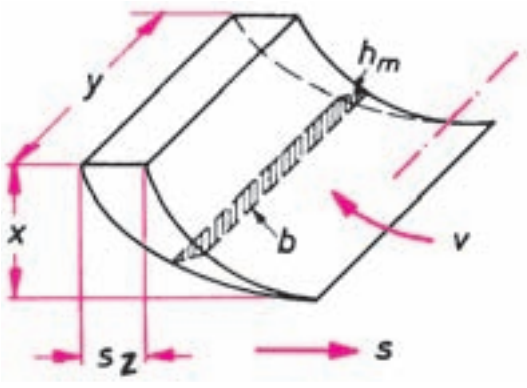
در روابط فوق A سطح مقطع براده ($mm^۲$)، S مقدار پیشروی رنده به ازای یک دور قطعه کار mm/u، F نیروی براده‌برداری (N)، Kc نیروی براده‌برداری مخصوص $(\frac{N}{mm^۲})$ با استفاده از جدول و بستگی به جنس کار و سطح مقطع دارد، P توان براده‌برداری (kW) و V سرعت برش در تراشکاری (m/min) و Vm سرعت برش متوسط در صفحه تراش (m/min)، D قطر قطعه‌کار (mm) و n عده دوران سه نظام (u/min) می‌باشند.






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




$$h_m = \frac{S_Z}{۲}$$

$$A = \frac{b \times S_Z}{۲} \times Z$$

$$F = A \times Kc \qquad \text{نیروی براده‌برداری N}$$

$$P = F \times V \qquad \text{توان براده‌برداری kW}$$

$$V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰} \qquad \text{سرعت برش در فرزکاری m/min}$$

در رابطه توان سرعت برش باید برحسب m/s در محاسبات دخالت داده شود تا توان برحسب $\frac{Nm}{s}$ یا وات به‌دست آید با تقسیم توان بر عدد ۱۰۰۰ وات به کیلووات تبدیل می‌شود که در صنعت متداول است.

سرعت برش

$$V_{m/min} = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰} \qquad P_W = F_N \times V_{m/s}$$

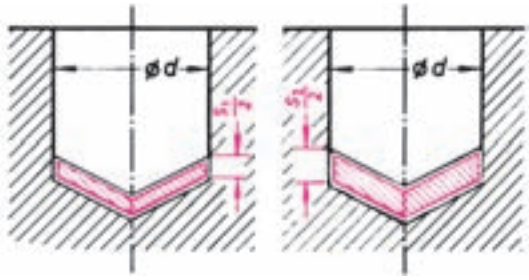
$$V_{m/s} = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰ \times ۶۰} \qquad P_{KW} = \frac{F_N \times V_{m/s}}{۱۰۰۰}$$

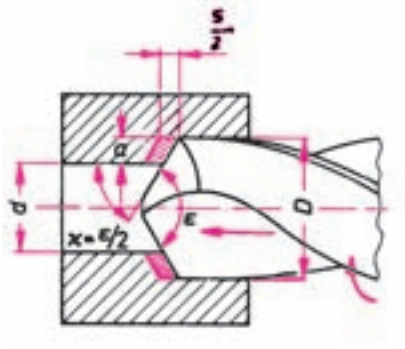
# جلسه بیستم

| ردیف | برنامه زمان‌بندی جلسه بیستم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب | ۱۰ |
| ۲ | حل تمرین‌های تعیین شده از قبل | ۳۰ |
| ۳ | تدریس مبحث توان و نیروی براده‌برداری در سوراخکاری | ۱۰ |
| ۴ | حل مسائل باقیمانده آخر فصل | ۳۰ |
| ۵ | آزمون پایان فصل | ۱۰ |

## روابط فصل ششم در مورد سوراخکاری با مته

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




نیروی براده‌برداری مشابه دستگاه‌های قبل

$$F = A \times Kc$$

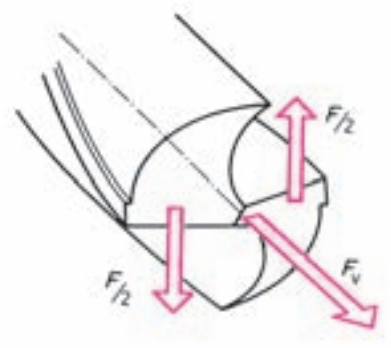
سرعت برش در سوراخکاری

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

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

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

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




و آن را در رابطه توان قرار داد. سپس توان P از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$P_W = \frac{F \times V}{۲}$$

**مسئله ۱ ص ۹۵ :**

D = ۳۶۰۰ mm

P = ۲/۲ kW

n = ۲۸۲۰u/min

F = ?

$$P = F \times V$$

$$V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰ \times ۶۰} = \frac{۳۶۰۰ \times ۳/۱۴ \times ۲۸۲۰}{۱۰۰۰ \times ۶۰} = ۵۳۱/۲۸۸ \text{ m/s}$$

$$V = \frac{P}{V} = \frac{۲/۲ \times ۱۰۰۰}{۵۳۱/۲۸۸} = ۴/۱۴ \text{ N}$$

**مسئله ۲ ص ۹۵ :**

D = ۱۰۰mm

n = ۶۳u/min

P = ۲kW

F = ?

$$V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰} \Rightarrow$$

$$V = \frac{۱۰۰ \times ۳/۱۴ \times ۶۳}{۱۰۰۰} = ۱۹/۷۸۲ \text{ m/min}$$

$$F = \frac{P}{V} = \frac{۲ \times ۱۰۰۰}{\frac{۱۹/۷۸۲}{۶۰}} = ۶۰۶۶\text{N}$$

**مسئله ۳ ص ۹۵ :**

جنس st ۵۰

P = ۵kW

L = ۲۰۰mm

n = ۵۰ n/min

Kc = ۱۲۵۰ N/mm$^۲$

A = ?mm$^۲$

$$P = F \times V$$

$$V = \frac{۲L.n}{۱۰۰۰} = \frac{۲ \times ۲۰۰ \times ۵۰}{۱۰۰۰} = ۲۰ \text{ m/min}$$

$$F = \frac{P}{V} = \frac{۵۰۰۰}{\frac{۲۰}{۶۰}} = ۱۵۰۰۰\text{N}$$

$$F = A \times Kc$$

$$A = \frac{۱۵۰۰۰}{۱۲۵۰} = ۱۲\text{mm}^۲$$

**مسئله ۴ ص ۹۵ :**

D = ۱۰۰ mm

n = ۹۵/۵ u/min

$$V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰}$$

$F = ۲۴۰۰N$

$P = ?$

$$V = \frac{۱۰۰۰ \times ۳/۱۴ \times ۹۵/۵}{۱۰۰۰} = ۲۹/۹۸ = ۳۰\ m/min$$

$$P = F \times V$$

$$P = ۲۴۰۰ \times \frac{۲۹/۹۸}{۶۰} = ۱۲۰۰N$$

$$P = ۱۲۰kW$$

**مسئله ۵ ص ۹۵ :**

جنس st ۷۰

$a = ۹۶ - ۹۰ = ۶mm$

$F = ?$

$S = ۱mm$

$P = ?$

$n = ۳۵۵\ u/min$

$$A = S \times a$$

$$A = ۶ \times ۱ = ۶mm^۲$$

از نمودار Kc

$$F = Kc \times A$$

$$P = F \times V$$

$$V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰} = \frac{۹۶ \times ۳/۱۴ \times ۳۵۵}{۱۰۰۰} = ۱۰۷\ m/min$$

# جلسه بیست و یکم

| ردیف | برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و یکم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب | ۱۰ |
| ۲ | اعلام نتایج آزمون پایان فصل هفته قبل | ۱۰ |
| ۳ | تدریس مبحث زمان اصلی انجام کار در تراشکاری | ۳۰ |
| ۴ | حل مسائل نمونه حل شده کتاب | ۳۰ |
| ۵ | مشخص کردن تمرین‌هایی که هنرجویان در منزل باید حل نمایند. | ۱۰ |

**توجه :** به‌منظور درک بهتر هنرجویان از محاسبه زمان انجام کار پرسش‌های نمونه زیر مفید به‌نظر می‌رسد.

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

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

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

۴ــ رابطه $n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d \times \pi}$ 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 صرفنظر 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 پسرو و پیشرو 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 th 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 یا 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 به‌صورت پوستر در کارگاه و کلاس نصب کنند و جدول در کاتالوگ همه سازندگان موجود است. رابطه $n = \frac{u \times ۱۰۰۰}{d \times n}$ در رشته ساخت و تولید برای همه فرایندها اعم از تراش‌کاری، فرزکاری، صفحه‌تراشی، سوراخکاری، سنگ‌زنی 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 $V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰}$ و $F = Kc \times A$ و $A = S \times a$ هرچه جنس قطعه از استحکام بالاتر و مقدار پیشروی و عمق بار بیشتر باشد باید تعداد دور را کاهش داد تا توان گرفته شده از حد دستگاه الکتروموتور بیشتر نباشد.

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

L ← طول پیشروی ابزار

Vf ← سرعت پیشروی

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

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

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

تعداد دوران  مقدار پیشروی

پس : $Vf_{mm/min} = S_{mm} \times n_{\backslash/min}$

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) L طول پیشروی با احتساب پیشرو و پسرو lu و la می‌باشد $L = l + la + lu$.

به علت تنوع در شکل قطعات تراشکاری شده (جدول **۲ــ۷ 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. همان‌طوری 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.

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

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

۳ــ ایمنی اپراتور و دستگاه

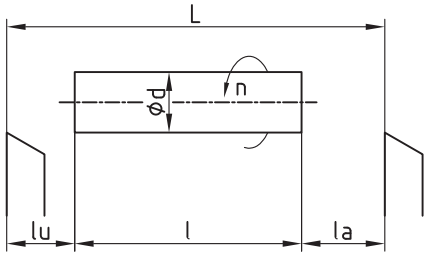
## محاسبه طول پیشروی ابزار (L) در تراشکاری

در تراشکاری، سه عمل اصلی روتراشی ــ کف‌تراشی یا پیشانی تراشی و پیچ بُری صورت می‌گیرد. که می‌توان برای هرکدام (L) را محاسبه کرد.

**۱ــ روتراشی** : بدون پله (بدون زبانه)

$L = la + l + lu$

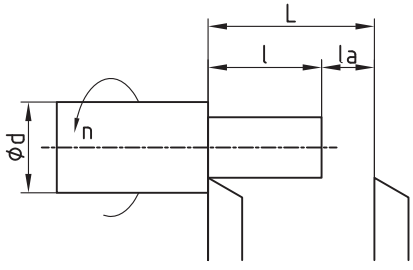
پیشرو  طول قطعه  پسرو




با پله (با زبانه)

$L = la + l$

طول پله



قطرقطعه کار  سرعت برش

در این حالت دوران از رابطه مقابل به‌دست می‌آید. $V = \frac{n \times \pi \times d}{۱۰۰۰} \Rightarrow n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{\pi \times d}$

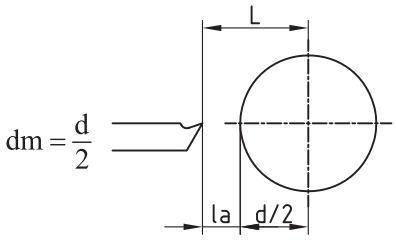
**نکته** : داخل تراشی مشابه روتراشی بوده فقط با این تفاوت که برای محاسبه n از قطر سوراخ استفاده می شود.

**۲ــ پیشانی تراشی یا کف‌تراشی** : در این حالت برای محاسبه n از رابطه $n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{\pi \times dm}$ استفاده می‌شود.

قطر متوسط

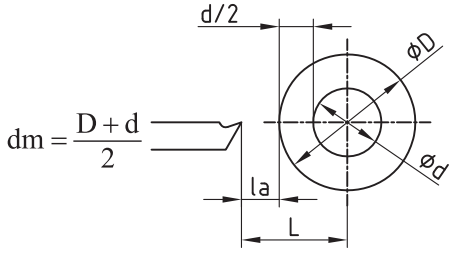
**بسیار مهم** :

بدون زبانه (بدون پله) : $L = la + \frac{d}{۲}$

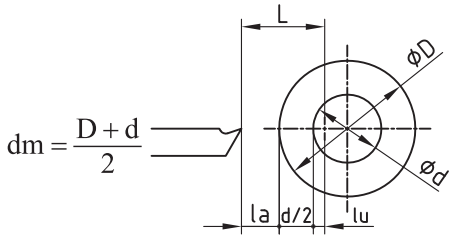



**توضیح** : بریدن قطعهٔ توپر توسط رندهٔ برش روی دستگاه تراش (مثال برای این حالت)

با زبانه : $L = la + \frac{D - d}{۲}$




استوانه توخالی $L = la + \frac{D - d}{۲} + la$




**۳ــ پیچ‌بری** : (عمل پیچ‌بری شبیه به عمل روتراشی می‌باشد که معمولاً برای محاسبه L طول پیشروی ابزار از حالت بدون پله $(L = la + l + lu)$ استفاده می‌شود.

طول پیچ

اما فرمول th زمان اصلی تغییراتی پیدا می‌کند.

تعداد راه  دفعات پیچ‌بری  طول پیشروی ابزار

$$th = \frac{L \times i \times Z_۱}{P \times n}$$

گام  گام پیچ  تعداد دوران

چون در پیچ‌بری به ازای یک دور گردش سه نظام رنده باید معادل یک گام پیچ حرکت کند پس به‌جای S از P استفاده می‌شود.

و در صورت $Z_۱$ تعداد راه پیچ ضرب می‌شود. مثلاً پیچ دوراهه، دو برابر پیچ یک راهه زمان نیاز دارد.

پارامتری مهم بعدی در پیچ‌بری عمق رزوه یا عمق رنده پیچ است (h) که از رابطه $h = ۰/۶۱۳ \times P$ محاسبه می‌شود. ولی ما معمولاً به رندهٔ 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 به‌دست آمده اعشاری بود باید آن را به سمت عدد بالاتر گرد کنیم.

**مثال :** گام پیچ $h = ۰/۶۱۳ \times ۳ = ۱/۸۳۹mm$ عمق رزوه

$a = ۰/۱۵mm \Rightarrow i = \frac{۱/۸۳۹}{۰/۱۵} = ۱۲/۲۶ \approx \boxed{۱۳ = i}$ بار عمقی در هر مرحله

# جلسه بیست و دوم

| ردیف | برنامه زمان‌بندی جلسه بیستم و دوم | زمان به دقیقه |
|---|---|---|
| ۱ | سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب | ۱۰ |
| ۲ | بازدید تکالیف جلسه قبل مربوط به زمان اصلی انجام کار در تراشکاری و حل آن توسط هنرجویان درپای تابلو | ۴۰ |
| ۳ | تدریس مبحث زمان اصلی در سوراخکاری و برقوکاری | ۲۰ |
| ۴ | حل مسائل نمونه کتاب | ۱۵ |
| ۵ | مشخص کردن تمرین‌هایی که هنرجویان در منزل باید حل نمایند.<br>تمرین‌های ۲، ۴ صفحه ۱۰۷ و ۶ صفحه ۱۰۸ و ۷ صفحه ۱۰۹ | 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.

جنس قطعه St۳۷ – ۲

قطر $D = ۲۰۰mm$ $dm = \frac{۲۰۰}{۲} = ۱۰۰$

طرف مرحله

برای یک قطعه $i = ۱ \times ۲ = \boxed{۲ = i}$ عمل دفعات برای یک طرف $i = ۱$

سرعت برش $V = ۱۸۰m/min$

پیشروی $S = ۰/۱ mm/u$

$n = ? RPM$

$th = ؟$

تعداد قطعات $Z = ۱۵$

طول پیشرو $La = ۲mm$

$$n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d_m \times \pi} = \frac{۱۸۰ \times ۱۰۰۰}{۱۰۰ \times ۳/۱۴} \Rightarrow n = ۵۷۳RPM$$

در مبحث چرخ‌های PiV گفته شده که عده دوران بر مبنای قطر درگیری تسمه به‌صورت تناسبی در دامنه‌ای از تنظیمات امکان‌پذیر می‌باشد به عبارت دیگر عده دوران به‌دست آمده از رابطه فوق را می‌توان روی دستگاه نیز تنظیم کرده و به دست آورد.

تعداد قطعه

$$th = \frac{L \times i}{S \times n} \times Z \Rightarrow L = la + \frac{d}{۲} \Rightarrow \frac{۲۰۰}{۲} + ۲ = ۱۰۲mm$$

$$th = \frac{۱۰۲ \times ۲}{۰/۱ \times ۵۷۳} \times ۱۵ = ۵۳/۴ min$$

تعداد دفعات ← زمان پیشانی تراشی یک قطعه

**مسئله ۳ ص ۱۰۲**

$i = ۱$

$V = ۱۲۰ m/min$

$S = ۰/۱ min/u$

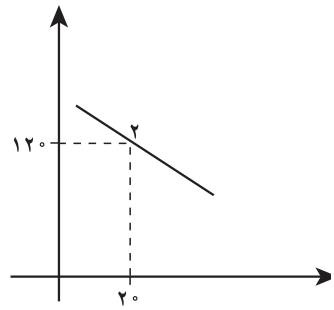
$n = ?$

$th = ?$

$Z = ۲۰۰$ تعداد قطعه

$La = ۲mm$ طول پیشرو

$n = ۱۴۰۰ RPM$ دور انتخابی از دیاگرام ۳ـ۷ ص ۹۹




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

$L = l + la = ۲۵ + ۲ = ۲۷mm$ زبانه سمت چپ قطعه

$L = l + la = ۲۰ + ۲ = ۲۲mm$ زبانه سمت راست قطعه

$th = (th$ زبانه سمت چپ $+ th$ زبان سمت راست$) \times Z$ تعداد

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

$th = (۰/۱۹۲۸ + ۰/۱۵۷) \times ۲۰۰ = ۷۰ min$

**مسئله ۵ ص ۱۰۳**

$la = ۲mm$ طول پیشرو

$lu = ۱mm$ طول پیشرو

$n_{\nabla} = ?$ عده دوران خشن‌کاری

$n_{\nabla\nabla} = ?$ عده دوران پرداخت‌کاری

$th = ?$ زمان اصلی انجام کار

$V_{\nabla} = ۴۰ m/min$

$V_{\nabla\nabla} = ۷۰ m/min$

$S_{\nabla} = ۰/۳ mm/u$

$S_{\nabla\nabla} = ۰/۱ mm/u$

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

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

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

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

$h_{\nabla} = ۱۲۵ RPM$ دوران خش‌کاری مشترک برای سطح (I) و (II) قابل تنظیم از دیاگرام

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

$h_{\nabla\nabla} = ۱۸۰ RPM$ دوران پرداخت‌کاری مشترک برای سطح (I) و (II) قابل تنظیم از دیاگرام

یک طرف (I) $th_{\nabla} = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{۲۳ \times ۱}{۰/۳ \times ۱۲۵} = ۰/۶۴ \min$ زمان خشن‌کاری سطح I

$th_{\nabla} = \frac{۲۲ \times ۱}{۱۲۵ \times ۰/۳} = ۰/۵۸ \min$ سطح خشن‌کاری سطح II

$th_{\nabla\nabla} = \frac{۲۳ \times ۱}{۱۸۰ \times ۰/۱} = ۱/۲۷ \min$ پرداخت‌کاری سطح I

$th_{\nabla\nabla} = \frac{۲۲ \times ۱}{۱۸۰ \times ۰/۱} = ۱/۲۲ \min$ پرداخت‌کاری سطح II

کل $th = ۰/۶۴ + ۰/۵۸ + ۱/۲۷ + ۱/۲۲ = ۳/۷ \min$

**مسئله ۷ ص ۱۰۴ :**

پیچ M۲۰

$Z_۱ = ۱$ راهه

$d = ۲۰ mm$ 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

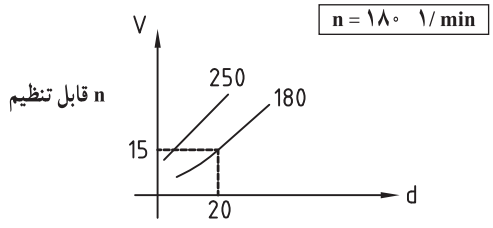
$V = ۱۵ m/min$ سرعت برش

$th = ۲$

$L = ۳۰۰ mm$

$i = \frac{h}{a} = \frac{۱/۶۲۴}{۰/۵} = ۳/۲۴ \approx \boxed{۴ = i}$

$th = \frac{L \times i \times Z_۱}{P \times n} = \frac{۳۰۰ \times ۴ \times ۱}{۲/۵ \times ۱۸۰} = ۲/۶۶ \min$




## زمان اصلی انجام کار در سوراخکاری

برای درک بهتر طرح سؤال‌های زیر پیشنهاد می‌شود.

۱ــ سرعت در سوراخکاری را شرح دهید.

۲ــ برای انتخاب سرعت برش چه عواملی دخالت دارند؟

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

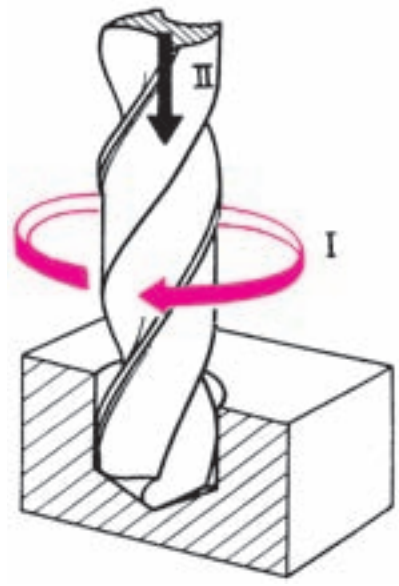
۴ــ زاویه شیار مته (براده) چه وظیفه‌ای دارد و طبقه‌بندی آن چگونه است؟

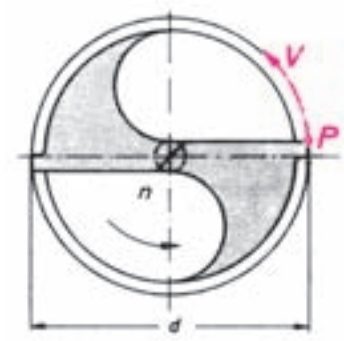
۵ــ محدوده زاویه رأس مته برای فلزات مختلف چند درجه است؟

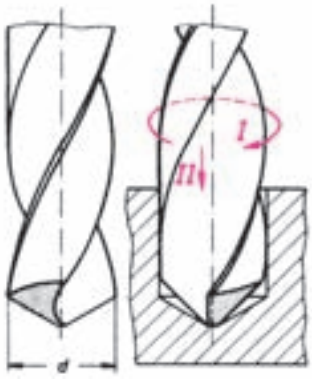
برای سوراخکاری به‌وسیله مته و برقو دو حرکت همزمان لازم است.

۱ــ حرکت برش یا حرکت اصلی که آن‌را حرکت دورانی نیز می‌نامند.

۲ــ پیشروی مته




سرعت برش در سوراخکاری و برقوکاری عبارت از مقدار راهی است که خارجی‌ترین لبه برنده برحسب متر در هر دقیقه طی می‌کند و مقدار آن از رابطه $V = \frac{d \times \pi.n}{۱۰۰۰}$ به‌دست می‌آید.

d = مته و برقو برحسب 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 می‌شود. سایر عوامل تعیین‌کننده سرعت برش مانند مواد خنک‌کاری، توان ماشین و غیره باید با توجه به شرایط محیط کار و توان دستگاه توسط اپراتور درنظر گرفته شود تجربه رل مهمی را در انتخاب سرعت برش بازی می‌کند و اعداد جداول سرعت برش در روی دستگاه‌ها از تجربه قطعه‌سازان به‌دست 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 خنک‌کننده |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | v = m/min | s = mm/U | v = m/min | s = mm/U | v = m/min | s = mm/U | |
| فولاد تا 500N/mm² | 12...16 | 0,03...0,03 | 20...35 | 0,05...0,45 | — | — | آب صابون |
| فولاد تا 700N/mm² | 8...12 | 0,03...0,3 | 20...30 | 0,05...0,45 | — | — | آب صابون |
| فولاد تا 900N/mm² | 6...9 | 0,02...0,2 | 15...20 | 0,03...0,35 | 40...70 | 0,02...0,12 | آب صابون |
| فولاد کرمی نیکل‌دار تا 1100N/mm² | 4...7 | 0,01...0,15 | 10...20 | 0,03...0,3 | 15...32 | 0,02...0,06 | آب صابون |
| فولاد ابزار تا 2000N/mm² | 4...6 | 0,01 | 6...9 | 0,02 | 9...12 | 0,03...0,06 | خشک |
| فولاد سخت مانگان‌دار | — | — | — | — | 6...15 | 0,02...0,04 | خشک |
| فولاد ریخته تا 200N/mm² | 6...12 | 0,05...0,4 | 20...40 | 0,07...1,3 | 50...80 | 0,15...0,3 | خشک |
| فولاد ریخته تا 300N/mm² | 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 | تربانتین |

## جدول سرعت برش و مقدار پیشروی در خزینه‌کاری

| 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 برقوکاری سوراخ‌ها ابتدا آنها را با مته سوراخ نموده و در صورت لزوم با ماشین‌کاری و داخل تراشی سوراخ را به اندازه پیش سوراخ رسانده و در خاتمه آن‌را به‌وسیله برقوی دستی و یا برقوی ماشینی برقوکاری کرده و کامل می‌کنند. هدف از برقوکاری ایجاد سوراخ با اندازه دقیق و کیفیت سطح خوب است که با روش مته‌کاری به‌دست نمی‌آید.

در برقوکاری باید سرعت برش را کمتر و سرعت پیشروی را بیشتر از سوراخ‌کاری درنظر گرفت و در حین برقوکاری از

سیال مناسبی برای خنک‌کاری باید استفاده کرد.

**جدول سرعت برش، پیشروی و ماده خنک‌کننده مناسب در برقوکاری**

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

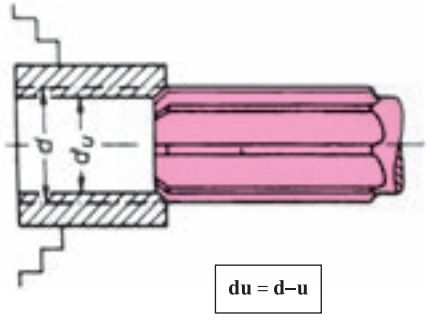
زمان اصلی انجام کار سوراخکاری در برقوکاری مشابه زمان اصلی انجام کار در تراشکاری است.

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

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

محاسبه طول پیشروی در جدول ۸ــ۷ صفحه ۱۰۴ نشان داده شده است. همچنین طول رأس مته با توجه به قطر مته و زاویه رأس آن در جدول شکل ۹ــ۷ در صفحه ۱۰۵ نشان داده شد که باید به هنرجویان تفهیم گردد اگر با سوراخکاری چند قطعه در کارگاه توأم باشد هیچ‌گاه از ذهن هنرجویان پاک نمی‌شود و عملاً یاد می‌گیرند.

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




du = d–u