بسم الله الرحمن الرحیم

کتاب معلّم

(راهنمای تدریس)

محاسبات فنی (۲)

رشته‌های ساخت و تولید ـ نقشه‌کشی عمومی

مؤمن، ولی‌اله
محاسبات فنی (۲) / مؤلف : ولی‌اله‌مؤمن ــ تهران : شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
۱۲۴ ص. : مصور.ــ (شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۱۵۵۳)
متون درسی رشته‌های ساخت و تولید ــ نقشه‌کشی عمومی، زمینهٔ صنعت.
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش.
۱. ریاضیات مهندسی. ۲. آنالیز عددی. الف.نصیری زنوزی، بهروز. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ ساخت و تولید. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) info @ tvoccd . sch . ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www . tvoccd . sch . ir

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **کتاب معلم محاسبات فنی (۲) ـ ۵۵۴/۷**

مؤلف : **ولی‌اله مؤمن**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب سایت : www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ : **لیدا نیک‌روش**

صفحه‌آرا : **زهره بهشتی‌شیرازی**

حروفچین : **فاطمه باقری‌مهر**

مصحح : **فاطمه قوامی، مژگان وفائی‌نیا**

امور آماده‌سازی خبر : **فریبا سیر**

امور فنی رایانه‌ای : **حمید ثابت‌کلاچاهی، ناهید خیام‌باشی**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)**

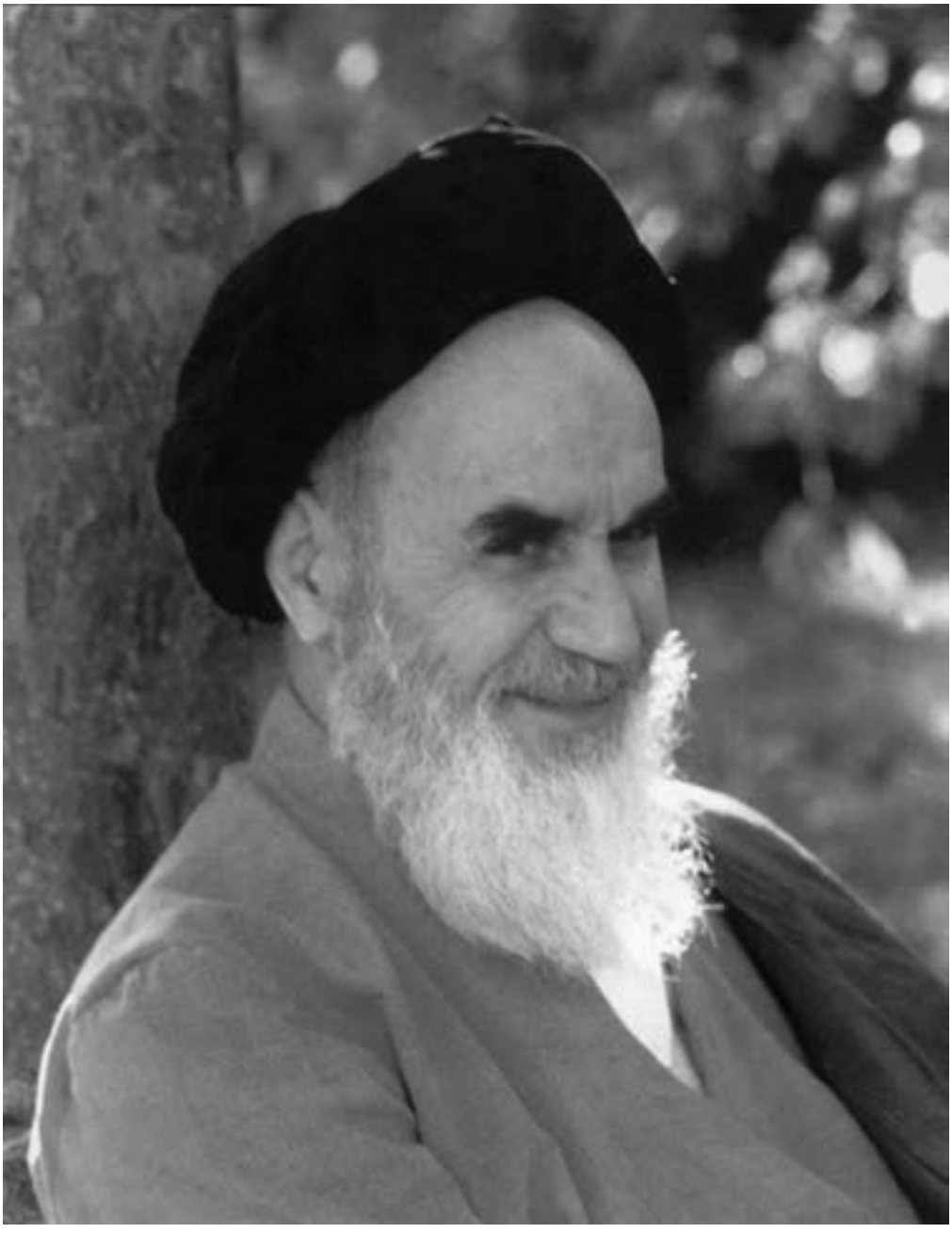
تلفن : ۵ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»**

سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ اوّل ۱۳۹۴**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۵-۲۰۳۴-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ ISBN 978-964-05-2034-5



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

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست و برنامه زمان‌بندی سالانه

جلسه	رئوس مطالب و فعالیت	صفحه
جلسه اوّل	معارفه، آزمون ورودی، نحوه تدریس و ارزشیابی، یادآوری روابط محاسبات فنی ۱ با حل چند سؤال نمونه	۶ـ۱
جلسه دوم	وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای توسط تسمه (Piv)، انتقال حرکت اصطکاکی و مخروطی، انتقال حرکت غیرپله‌ای اصطکاکی بشقابی، مشخص کردن تکالیف هنرجویان	۱۷ـ۷
جلسه سوم	بررسی تکالیف هنرجویان، حل تمرینات ۱ و ۳ صفحه ۹، حل تمرینات ۵ و ۶ صفحه ۱۰، حل تمرینات ۷ و ۸ و ۹ صفحه ۱۱ و حل تمرین ۱۰ صفحه ۱۲، آزمون پایان فصل	۲۳ـ۱۸
جلسه چهارم	محاسبه اجزای چرخ‌دنده ساده، محاسبات انتقال حرکت توسط چرخ‌دنده‌های ساده با نسبت ساده، دوبل و مرکب، حل مسائل نمونه حل شده کتاب در صفحات ۱۵، ۱۶ و ۱۷، تکالیف هنرجویان برای منزل	۳۲ـ۲۳
جلسه پنجم	بررسی تکالیف هنرجویان، حل تمرین شماره۳ صفحه ۱۶، تمرین شماره ۳ صفحه ۱۷، تمرین شماره ۶ صفحه ۱۸، تمرین شماره ۴ صفحه ۲۴، تمرین شماره ۶ صفحه ۲۵ و تمرین شماره ۹ صفحه ۲۶، آزمون پایان فصل	۳۵ـ۳۳
جلسه ششم	انتقال حرکت توسط چرخ و شانه، انتقال حرکت توسط پیچ حلزون و چرخ حلزون، انتقال حرکت توسط پیچ و مهره، حل تمرین‌های نمونه حل شده کتاب صفحات ۲۸، ۲۹، ۳۲، ۳۵ و ۳۶، مشخص کردن تکالیف هنرجویان برای منزل	۴۳ـ۳۶
جلسه هفتم	بازدید و بررسی تکالیف هنرجویان، حل کردن تمرین‌های شماره ۴ صفحه ۳۰، شماره ۴ صفحه ۳۳، شماره ۳ صفحه ۳۷، شماره ۴ صفحه ۳۷ و آزمون پایان فصل	۴۵ـ۴۴
جلسه هشتم	اعلام نتایج آزمون جلسه قبل، محاسبات چرخ‌دنده‌های تعویضی در حالت‌های ۱ـ گام پیچ تراشیدنی و میله هادی هر دو برحسب میلی‌متر ۲ـ گام پیچ تراشیدنی و میله هادی هر دو برحسب اینچ ۳ـ گام پیچ تراشیدنی برحسب اینچ و گام میله هادی برحسب میلی‌متر ۴ـ گام پیچ تراشیدنی برحسب میلی‌متر و گام میله هادی برحسب اینچ، حل تمرین‌های حل شده کتاب در صفحات ۴۰، ۴۱ و ۴۴، مشخص کردن تکالیف هنرجویان	۵۰ـ۴۶
جلسه نهم	بررسی دفاتر و تکالیف هنرجویان، حل تمرین‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ صفحه ۴۸، محاسبات پیچ تراشیدنی برحسب مدول و میله‌های برحسب میلی‌متر و محاسبات لازم، چرخ‌دنده‌های تعویضی برای تراشیدن پیچ مدولی با دستگاه تراش دارای میله هادی با گام اینچی، مشخص کردن تکالیف هنرجویان برای منزل	۵۴ـ۵۱
جلسه دهم	بررسی دفاتر هنرجویان و تمرین‌های حل شده توسط آنها، حل تمرین‌های کتاب شماره ۶ و ۷ صفحه ۴۸ و شماره ۸ و ۹ صفحه ۴۹، آزمون پایان فصل	۵۶ـ۵۵
جلسه یازدهم	اعلام نتایج آزمون پایان فصل، چرخ‌دنده‌های تعویضی، محاسبه سرعت متوسط در لنگ ماشین ارّه کمانی، محاسبه سرعت متوسط در لنگ صفحه تراش، محاسبه سرعت متوسط در لنگ پیستون، مشخص کردن تکالیف هنرجویان برای منزل	۶۰ـ۵۷
جلسه دوازدهم	بررسی تکالیف منزل جلسه قبل، حل تمرین شماره ۱ صفحه ۵۵، شماره ۳، ۴ و ۶ صفحه ۵۶، آزمون پایان فصل	۶۲ـ۶۱

جلسه سیزدهم	اعلام نتایج آزمون، شیب در قطعات صنعتی، شیب در جاده‌ها، شیب و باریک شده در مخروط، حل تمرین‌های حل شده کتاب و مشخص نمودن تکالیف هنرجویان	۶۳ـ۶۶
جلسه چهاردهم	بررسی تکالیف جلسه قبل، حل تمرین‌های شماره ۱ صفحه ۶۳، شماره ۴ صفحه ۶۴، شماره ۸ صفحه ۶۵، شماره ۹ صفحه ۶۵، شماره ۱۰ و ۱۱ صفحه ۶۶، آزمون پایان فصل	۶۷ـ۶۹
جلسه پانزدهم	اعلام نتایج آزمون، اصطلاحات و مفاهیم اصلی در تولرانس، لقی و سفتی میدان و مقدار تولرانس، تعیین تکالیفی که هنرجویان در منزل باید حل کنند.	۷۰ـ۷۴
جلسه شانزدهم	محاسبه تولرانس، حضور در کارگاه تراشکاری و یا اندازه‌گیری دقیق و اندازه‌گیری ابعاد چند قطعه به‌عنوان نمونه و مقایسه اندازه واقعی با اندازه اسمی روی نقشه، حل مسائل نمونه کتاب و مشخص کردن تکالیف هنرجویان	۷۵ـ۷۶
جلسه هفدهم	بررسی تکالیف هنرجویان، انواع انطباق (آزاد، عبوری، پرسی) حل تمرین‌های ۳ و ۴ صفحه ۸۳، دادن تکالیف به هنرجویان برای منزل و یادآوری آزمون پایان فصل که در جلسه آینده برگزار می‌شود.	۷۷ـ۸۱
جلسه هجدهم	حل مسائل باقیمانده، فصل انطباقات تمرین‌های شماره ۵ صفحه ۸۴، شماره ۶ صفحه ۸۵، شماره ۸ صفحه ۸۶ با نظر هنرآموز	۸۲
جلسه نوزدهم	اعلام نتایج آزمون هفته قبل، رابطه توان و نیروی براده‌برداری با سرعت برش و سطح مقطع براده و جنس کار در تراشکاری، رابطه توان و نیروی براده‌برداری با سرعت تراش و سطح مقطع براده و جنس قطعه کار در فرزکاری، حل تمرین‌های حل شده کتاب، مشخص کردن تکالیف منزل هنرجویان	۸۳ـ۸۵
جلسه بیستم	بررسی تکالیف هنرجویان و حل تکالیف تابلو، توان و نیروی براده‌برداری در سوراخکاری، حل تمرین‌های باقیمانده پایان فصل، آزمون پایان فصل	۸۶ـ۸۸
جلسه بیست و یکم	اعلام نتایج آزمون، محاسبه زمان اصلی انجام کار در تراشکاری حل تمرینات حل شده کتاب و مشخص کردن تکالیف هنرجویان برای منزل	۸۹ـ۹۳
جلسه بیست و دوم	بازدید تکالیف هنرجویان و دادن امتیاز به آنها، حل تمرین‌های مهم، محاسبه زمان اصلی انجام کار در سوراخکاری و برقوکاری، حل تمرین‌های نمونه کتاب، مشخص کردن تکالیف هنرجویان برای منزل	۹۳ـ۹۸
جلسه بیست و سوم	بازدید دفاتر هنرجویان و بررسی آن از نظر نظافت، خط‌کشی، رسم شکل و حل صحیح تمرین، محاسبه زمان اصلی انجام کار در فرزکاری و صفحه تراشی، حل مسائل نمونه کتاب و مشخص کردن تکالیف هنرجویان برای منزل	۹۹ـ۱۰۶
جلسه بیست و چهارم	بازدید تکالیف، حل تمرین‌های منزل روی تابلو، آزمون پایان فصل مشتمل بر محاسبه زمان اصلی در تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری و صفحه تراشی، آزمون پایان فصل	۱۰۷ـ۱۱۱
جلسه بیست و پنجم	اعلام نتایج آزمون جلسه قبل، محاسبه قیمت تمام شده و تعیین زمان انجام کار، حل مسائل حل شده کتاب و تعیین تکالیف هنرجویان برای جلسه آینده	۱۱۲ـ۱۱۳
جلسه بیست و ششم	بازدید دفاتر و تکالیف هنرجویان، حل تمرین‌هایی که به عهده هنرجویان گذاشته شده بود روی تابلو آزمون پایان فصل	۱۱۴ـ۱۱۶
جلسه بیست و هفتم	اعلام نتایج آزمون جلسه قبل، نمایش ترسیمی، حل تمرین‌های حل شده کتاب، تکالیف هنرجویان برای جلسه قبل	۱۱۷ـ۱۲۰
جلسه بیست و هشتم	بازدید تکالیف هنرجویان، حل تمرین‌ها توسط هنرجویان در پای تابلو، آزمون پایانی کتاب از سؤال تشریحی	۱۲۱ـ۱۲۴

روش تدریس محاسبات فنی ۲

جلسه اول

جدول زمان‌بندی جلسه اول

فعالیت	زمان
مدیریت کلاس در جلسه ابتدایی	۳۵ دقیقه
آزمون ورودی	۲۵ دقیقه
مرور مطالب فصل چهارم محاسبات فنی ۱	۳۰ دقیقه

آماده‌سازی فضای کلاس

در ابتدای جلسه چون اولین جلسه حضور شما در کلاس درس این هنرجویان است بهتر است بلافاصله به سراغ مطالب درس نروید بلکه با پرسش و پاسخ با هنرجویان آشنا شده تا استرس ناشی از نام درس محاسبات در ذهن هنرجویان را به علاقه تبدیل نمایید. این ارتباط به شما کمک خواهد کرد که بتوانید در طول تدریس خود از هنرجویان در جهت روند تعاملی برای بهبود تدریس استفاده نمایید.

آزمون ورودی

هنرجویان در سال دوم محاسبات پایه را گذرانده و پا به مرحله بعدی گذارده‌اند پس بهترین و مؤثرترین قدم در هنگام شروع یک درس جدید اطلاع از پیش دانسته‌های هنرجویان است.

با آزمون ورودی می‌توان سطح اطلاعات هنرجویان را مورد شناسایی قرار داده و در صورت وجود ضعف، سمت و سوی نحوه تدریس را به سمتی سوق داد که بتواند به فرایند یادگیری و یاددهی کمک نموده و از ایجاد توقعات نابه‌جا از هنرجویان جلوگیری کند.

این آزمون می‌تواند از مطالب چند فصل از محاسبات فنی ۱ که پیش‌نیاز محاسبات ۲ مانند فصل چهارم انتقال حرکت و قسمت‌هایی از فصل سوم یعنی سرعت محیطی و سرعت برش باشد و همچنین از فصل یک قسمت مثلثات نیز مورد توجه قرار گیرد.

نکات مهم در مورد آزمون

۱ــ در هنگام طرح سؤال به تفاوت‌های فردی توجه شود.

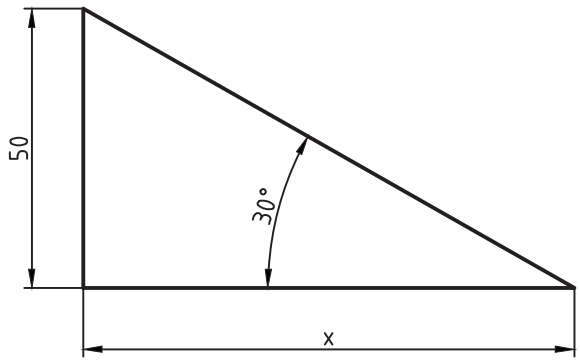
۲ــ به یاد داشته باشید که این آزمون باید به شما کمک کند تا به مرحله جدید بروید نه به هنرجو

۳ــ روند طراحی سؤال را به‌گونه‌ای مدیریت کنید که ایجاد انگیزه نماید نه ایجاد ترس

۴ــ قبل از آزمون به هنرجویان منظور خود را در مورد آزمون ورودی به‌طور کامل توضیح دهید.
۵ــ در حین آزمون سعی کنید به گونه‌ای برخورد کنید که فضای کلاس فضای آرامی باشد.
۶ــ پس از تصحیح او را آزمون هیچ‌گاه هنرجویان را مورد مواخذه قرار ندهید.

نمونه سؤالات آزمون ورودی

۱ــ در شکل مقابل طول x را محاسبه کنید.

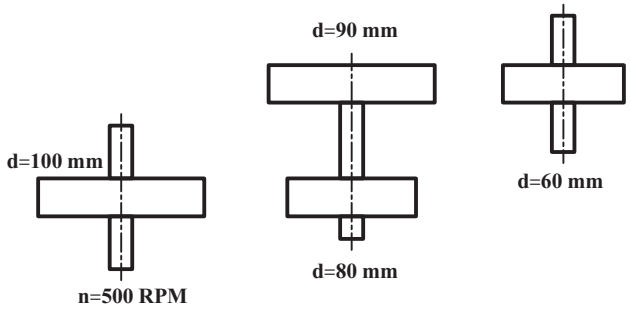


۲ــ با مته‌ای به قطر ۴۰ میلی‌متر به وسیله دستگاه دریلی با عده دوران ۱۲۰ دور بر دقیقه سوراخ‌کاری می‌کنیم. سرعت برش این مته چقدر است؟

۳ــ در دستگاه انتقال حرکت شکل زیر مطلوب است

الف) نسبت انتقال حرکت

ب) تعداد دوران خروجی



همان‌طور که مشاهده می‌کنید در این آزمون فقط سه سؤال مطرح شد و سؤالات دارای سطح دشواری متوسط هستند شما هم می‌توانید با رعایت اصول و نکات مهم به طرح سؤالات یا استفاده از همین آزمون از هنرجویان آزمون ورودی را به عمل آورید.

مرور مطالب فصل چهارم محاسبات ۱

در ابتدا به هنرجویان بگویید که یک دفتر جداگانه برای این درس در نظر گرفته و تمام مطالب عنوان شده در کلاس را یادداشت نمایند.

با توجه به اینکه ممکن است هنرجویان دفتر همراه نداشته باشند، لذا توجه کنید که در این جلسه مطالب درسی را در یک ورقه یادداشت نموده و هفته آینده به دفتر اصلی منتقل نمایند و متذکر شوید که دفاتر را بازدید خواهید نمود.

این امر باعث خواهد شد که جدیت شما را نسبت به کار و یادداشت‌های کلاسی درک نموده و بستر مناسبی جهت تدریس به‌وجود خواهد آمد.

برای مرور ابتدا از مثال‌های کاربردی استفاده نمایید. مثال را می‌توانید به این‌گونه مطرح کنید :

یک انسان بزرگ‌سال و یک کودک را درنظر بگیرید اگر این دو فرد بخواهند یک مسیر را با هم طی کنند و با هم در یک زمان به مقصد برسند باید سرعت آن‌ها یکسان باشد با توجه به اینکه قدم‌های بزرگسال بزرگ، قدم‌های کودک کوتاه خواهد بود پس باید کودک تعداد قدم‌های بیشتری را بردارد. همین امر را می‌توان برای انتقال حرکت در چرخ تسمه‌ها به کاربرد یعنی در انتقال حرکت سرعت در چرخ با هم برابر است پس چرخی که کوچک است باید تعداد دوران بیشتری را نسبت به چرخ بزرگ داشته باشد.

مطالب را به صورت فرمول بنویسید.

$V_۱=V_۲$

در این قسمت یادآور شوید که از این پس در محاسبات مربوط به عده دوران و انتقال حرکت در تمام کتاب عدد ۱ را به عنوان محرک و عدد ۲ را به عنوان متحرک در نظر بگیرید.

پس عنوان کنید این $V_۱$ و $V_۲$ همان سرعت محیطی در چرخ است پس معادل آن‌ها را استفاده نمایید یعنی

$V_۱=d_۱ \times \pi \times n_۱$

$V_۲=d_۲ \times \pi \times n_۲$

$d_۱ \times \pi \times n_۱ = d_۲ \times \pi \times n_۲$

سپس دور فرمول آخری را در یک کادر قرار دهید و بگویید این فرمول کلی انتقال حرکت است.

$$\boxed{d_۱ \times n_۱ = d_۲ \times n_۲}$$

پس توضیحاتی در مورد نسبت انتقال حرکت و تأثر آن در حل مسائل برای هنرجویان ارائه نمایید.

با یک مثال فرمول‌های نسبت انتقال حرکت و فرمول کلی را به‌کار ببرید.

پس از حل کامل مثال به قسمت انتقال حرکت دوبل رفته و همانند مرحله قبلی توضیحات را به‌طور کامل بیان نموده و با حل مثال آموخته‌های سال دوم را در ذهن هنرجویان فراخوانی نمایید.

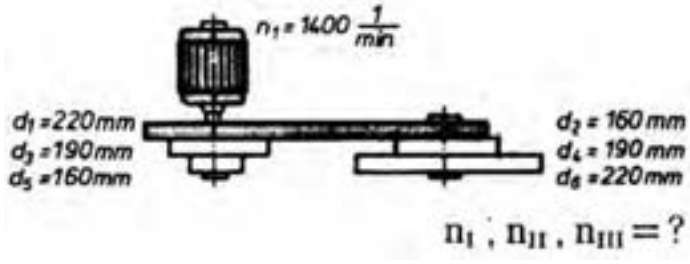
در پایان کلاس یک تمرین بسیار ساده برای هنرجویان مطرح نموده و از یکی از آن‌ها بخواهید که روی تابلو جواب را بنویسند سعی کنید با ایجاد انگیزه هنرجویان را ترغیب به فعالیت‌های کلاسی نمایید.

قبل از ورود به کلاس تمرین‌های فصل چهارم کتاب محاسبات ۱ را کپی کرده و در پایان کلاس در اختیار آن‌ها بگذارید و یادآور شوید که حل این تمرینات به عنوان کار در منزل امتیازهای مثبت و تأثیر مستقیم در نمرات مستمر شما خواهد داشت.

در دستگاه انتقال حرکت پله‌ای مطابق شکل و با مشخصات داده شده حساب کنید :

الف) عده دوران محور متحرک در مراحل مختلف را .

ب) طول تسمه را در صورتی که فاصله دو محور a =۳۳۰ mm و ضخامت تسمه ۵ میلی‌متر باشد.



$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{d_۲}{d_۱} \Rightarrow n_{۲I} = \frac{۱۴۰۰ \times ۲۲۰}{۱۶۰} = ۱۹۲۵ \, u/min$$

$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{d_۴}{d_۳} \Rightarrow n_{۲II} = \frac{۱۴۰۰ \times ۱۹۰}{۱۹۰} = ۱۴۰۰ \, u/min$$

$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{d_۶}{d_۵} \Rightarrow n_{۲III} = \frac{۱۴۰۰ \times ۱۶۰}{۲۲۰} = ۱۰۱۸/۱۸ \, u/min$$

$$a = \frac{d_۱ + d_۲}{۲} = \frac{d_۳ + d_۴}{۲} = \frac{d_۵ + d_۶}{۲}$$

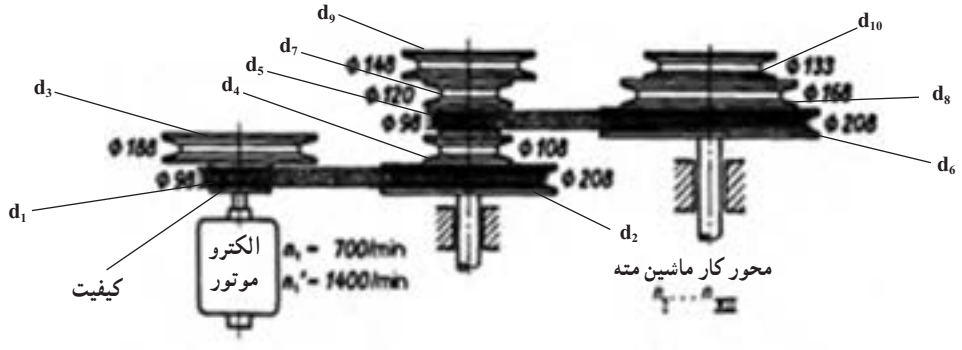
$$a = \frac{۲۲۰ + ۱۶۰}{۲} = ۱۹۰ mm$$

جهت درک بهتر می‌توان درپوش تسمه‌های دریل ستونی کارگاه مثلاً M۳۲ (ماشین‌سازی تبریز) را برداشته و توضیح داد که همواره دوچرخ تسمه کار انتقال و تبدیل حرکت را انجام می‌دهند به عبارت دیگر نسبت انتقال ساده است و نه مرکب.

برای انتقال حرکت الکتروموتور به محور کار ماشین مته‌ای از دستگاه انتقال حرکت مطابق شکل استفاده شده است. حساب کنید :

الف) قطر مؤثر هر یک از چرخ‌ها را در صورتی که عرض تسمه b =۱۳mm باشد.

ب) عده دوران محور کار ماشین مته را در هر یک از مراحل تعداد دور.



علائم اختصاری :

dw_1 : قطر مؤثر چرخ محرک بر حسب میلی‌متر

n_1 : عده دوران چرخ محرک در هر دقیقه

dw_2 : قطر مؤثر چرخ متحرک بر حسب میلی‌متر

n_2 : عده دوران چرخ متحرک در هر دقیقه

c : فاصله قطر مؤثر تا قطر خارجی چرخ بر حسب میلی‌متر

$$i = \frac{dw_2}{dw_1} \quad \text{یا} \quad i = \frac{n_1}{n_2} \qquad dw_1 \times n_1 = dw_2 \times n_2$$

جدول مقدار c به ازای پهنای تسمه (b)

پهنای تسمه b mm	۳	۱۳	۱۷	۲۰	۲۲	۲۵	۳۲	۴۰
مقدار c mm	۱۰	۴	۵	۶	۷	۸	۱۰	۱۲

برای به‌دست آوردن قطر مؤثر، از قطر خارجی دو برابر c را کم می‌کنیم.

$dw = d_a - 2c$

$dw = d - 2c \qquad c = 3mm$

$dw_1 = 98 - 2(3) = 92$ mm

$dw_2 = 202$ mm

$dw_3 = 182$ mm

$dw_4 = 106$ mm

$dw_5 = 194$ mm

$dw_6 = 202$ mm

$dw_7 = 114$ mm

$dw_8 = 162$ mm

$dw_9 = 142$ mm

$dw_{10} = 127$ mm

توضیح داده شود که در چرخ تسمه‌های ذوزنقه قطر محاسبه قطر مؤثر dw می‌باشد و باید با توجه به عرض تسمه (b) از جدول مقدار c را استخراج و dw را به‌دست آورد.

$$\frac{n_A}{n_E} = \frac{dw_2 \times dw_6 \times \cdots}{dw_1 \times dw_5 \times \cdots}$$

با دور الکتروموتور ۷۰۰u/min و چرخ تسمه الکتروموتور ۹۸∅ سه دور به دست می‌آید و در صورتی که از دور ۱۴۰۰ استفاده شود سه دور دیگر به‌دست می‌آید و دورها دو برابر می‌شوند.

$$\frac{۷۰۰}{n_{EI}} = \frac{۲۰۲ \times ۲۰۲}{۹۸ \times ۹۸}$$

$$n_{EI} = ۱۶۴ \text{ u/min}$$

$$\frac{۷۰۰}{n_{EII}} = \frac{۲۰۲ \times ۱۶۲}{۹۲ \times ۱۱۴} \Rightarrow n_{EII} = ۲۲۴ \text{ u/min} \qquad \frac{۷۰۰}{n_{III}} = \frac{۲۰۲ \times ۱۲۷}{۹۲ \times ۱۴۲} = ۳۵۶$$

$n_{IV} = ۳۲۸$ u/min $n_{V} = ۴۴۸$ u/min $n_{VI} = ۷۱۲$u/min

با درگیری تسمه الکتروموتور ۱۸۸∅ دورهای زیر به دست می‌آید.

$$\frac{۷۰۰}{n_{VII}} = \frac{۱۰۲ \times ۲۰۲}{۱۸۲ \times ۹۲} \Rightarrow$$

$$\frac{۷۰۰}{n_{VIII}} = \frac{۲۰۲ \times ۱۶۲}{۱۸۲ \times ۱۱۴} \Rightarrow$$

$$\frac{۷۰۰}{n_{IX}} = \frac{۲۰۲ \times ۱۲۷}{۱۸۲ \times ۱۴۲} \Rightarrow n$$

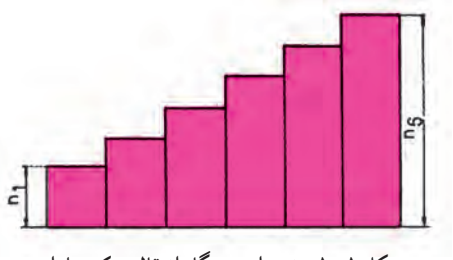
جلسه دوم

ردیف	برنامه زمان‌بندی	زمان (دقیقه)
۱	آماده کردن کلاس	۱۰
۲	تدریس مبحث وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای توسط تسمه (PIV)	۲۰
۳	تدریس مبحث وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای اصطکاکی استوانه‌ای و مخروطی	۱۰
۴	تدریس مبحث وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای اصطکاکی بشقابی	۱۰
۵	حل مثال نمونه از هر ۳ آیتم	۲۵
۶	جمع‌بندی و مقایسه انتقال حرکت توسط چرخ تسمه، چرخ‌های اصطکاکی استوانه‌ای، مخروطی و بشقابی	۱۰
۷	مشخص نمودن تمرین‌هایی که باید هنرجویان در منزل حل نمایند مثلاً۱و۳ صفحه ۹ ، ۵ و ۶ صفحه۱۰، ۷ و ۸ و ۹ صفحه ۱۱ و ۱۰ صفحه ۱۲	۵

محاسبات مربوط به وسایل انتقال حرکت

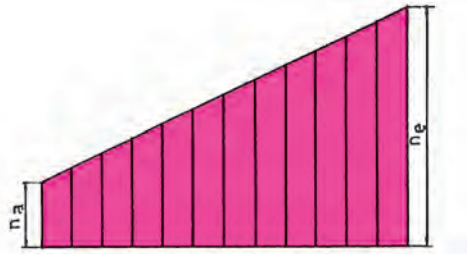
مقدمه : به‌منظور انتقال حرکت و تغییر تعداد دوران محور متحرک از وسایل انتقال حرکت پله‌ای و غیرپله‌ای استفاده می‌شود.

چرخ تسمه‌ها و جعبه دنده‌ها نمونه‌هایی از وسایل انتقال حرکت پله‌ای می‌باشند. به عنوان مثال در یک جعبه دنده تعداد دوران‌های ۴۵، ۶۳، ۹۰ و ۱۲۵ دور بر دقیقه وجود دارد که به‌صورت پله‌ای قابل تنظیم می‌باشد. شکل (۱ــ۱)



شکل ۱ــ۱ــ نمودار دستگاه انتقال حرکت پله‌ای

وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای به نحوی طراحی شده‌اند که تنظیم و تغییر تعداد دوران بین یک محدوده به‌صورت غیرپله‌ای امکان‌پذیر می‌باشد. به‌عنوان مثال در یک دستگاه تغییر دور غیرپله‌ای امکان تغییرات تعداد دوران بین ۵۰ تا ۳۰۰ دور بر دقیقه وجود دارد. شکل (۲ــ۱)



شکل ۲ــ۱ــ نمودار دستگاه انتقال حرکت غیر پله‌ای

وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای

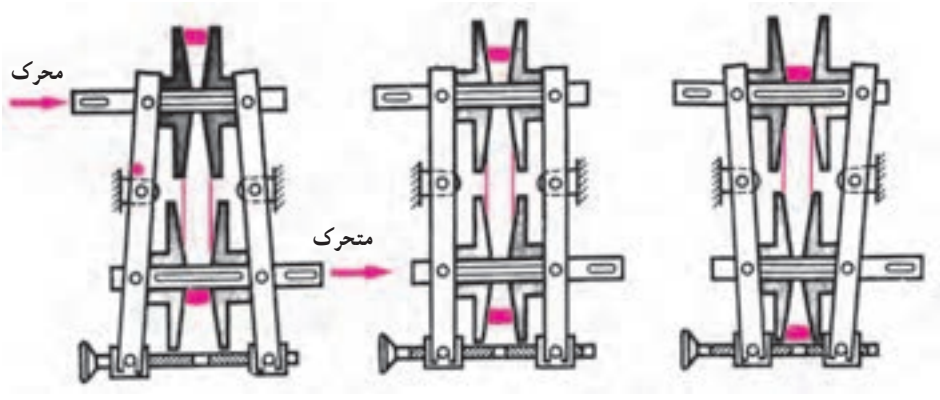
برای آنکه بتوان تعداد دوران میله کار ماشین‌های ابزار را در زمان براده‌برداری تنظیم نمود، آن‌ها را به وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای مجهز می‌کنند. این وسایل ممکن است با مکانیزم‌های مکانیکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی و یا الکتریکی و در طرح‌های مختلف ساخته شوند.

۱ــ دستگاه تغییر دور مکانیکی توسط مخروط‌های قابل تنظیم : این دستگاه به نام PIV معروف است و از چهار پولک مخروطی که دو به‌دو روی دو محور موازی هم قرار گرفته‌اند تشکیل شده است.

انتقال حرکت از محور محرک به محور متحرک از طریق زنجیر و یا تسمه پهنی امکان پذیر می‌گردد. زمانی که به وسیله پیچ تنظیم دو پولک مخروطی محور محرک را از هم دور کنیم، پولک‌های مخروطی محور متحرک به هم نزدیک می‌شوند و در نتیجه تسمه در بزرگترین قطر مؤثر چرخ متحرک قرار می‌گیرد. در این حالت حرکت محور متحرک کندتر می‌شود. شکل (۳ــ۱)

در صورتی که قطرهای مؤثر محور محرک و محور متحرک به یک اندازه تنظیم شوند، تعداد دوران تغییر نمی‌کند. شکل (۴ــ۱)

اگر پولک‌های مخروطی محور محرک را به هم نزدیک کنیم، پولک‌های مخروطی محور متحرک از هم دور شده و تسمه در کوچکترین قطر مؤثر چرخ متحرک قرار می‌گیرد. در این حالت حرکت محور متحرک تندتر می‌شود. شکل (۵ــ۱)



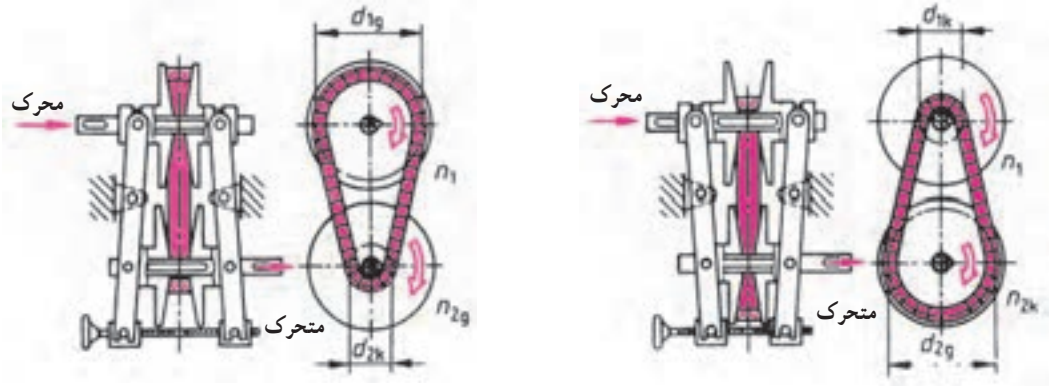
شکل ۳ــ۱ــ دور کند　　شکل ۴ــ۱ــ بدون تغییر　　شکل ۵ ــ۱ــ دور تند

تعداد دوران محور متحرک در دستگاه PIV را می‌توان از رابطه کلی نسبت انتقال حرکت در چرخ تسمه‌ها و با توجه به شکل (۶ــ۱) نتیجه گرفت.

علائم اختصاری :

n_1 = تعداد دوران محور محرک　　d_{2g} = بزرگترین قطر مؤثر چرخ متحرک

n_{2k} = کمترین تعداد دوران محور متحرک　　i_k = کمترین نسبت انتقال حرکت



دور تند　　دور کند

شکل ۶ ــ۱ــ دستگاه PIV

$n_{۲g}$ = بیشترین تعداد دوران محور متحرک

$d_{۱k}$ = کوچکترین قطر مؤثر چرخ محرک

$d_{۱g}$ = بزرگترین قطر مؤثر چرخ محرک

$d_{۲k}$ = کوچکترین قطر مؤثر چرخ متحرک

i_g = بیشترین نسبت انتقال حرکت

B = نسبت دامنه تغییرات تعداد دوران

$$i = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{d_۲}{d_۱}$$

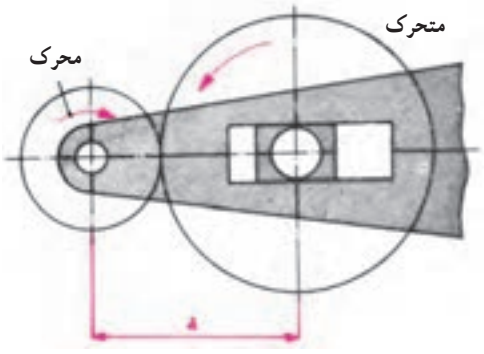
$$i_k = \frac{n_۱}{n_{۲g}} = \frac{d_{۲k}}{d_{۱g}} \qquad ig = \frac{n_۱}{n_{۲k}} = \frac{d_{۲g}}{d_{۱k}}$$

$$\boxed{n_{۲g} = n_۱ \times \frac{d_{۱g}}{d_{۲k}}} \qquad \boxed{n_{۲k} = n_۱ \times \frac{d_{۱k}}{d_{۲g}}}$$

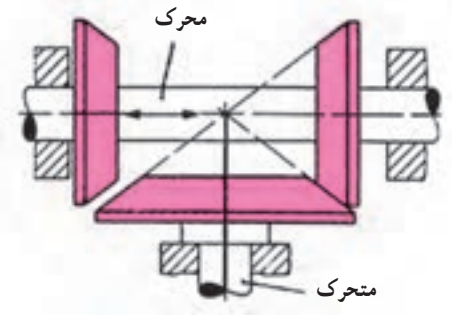
در وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای، نسبت بیشترین تعداد دوران محور متحرک به کمترین تعداد دوران آن را دامنه تغییرات تعداد دوران می‌نامند.

$$\boxed{B = \frac{n_{۲}g}{n_{۲}k}}$$

۲ــ چرخ‌های اصطکاکی : برای انتقال نیروهای کم از چرخ‌های اصطکاکی استفاده می‌شود. این چرخ‌ها را در فرم‌های مختلف از جمله استوانه‌ای شکل و مخروطی شکل طراحی می‌کنند.



چرخ اصطکاکی استوانه‌ای



چرخ اصطکاکی مخروطی

این چرخ‌ها جزو وسایل انتقال حرکت به‌حساب می‌آیند و فقط وظیفه انتقال دوران از محور محرک به محور متحرک را با نسبت ثابتی به‌عهده دارند. لذا رابطه کلی آن‌ها را می‌توان از تساوی سرعت محیطی چرخ محرک و متحرک نتیجه گرفت :

$$v_۱ = v_۲$$

$$d_۱ \times \pi \times n_۱ = d_۲ \times \pi \times n_۲$$

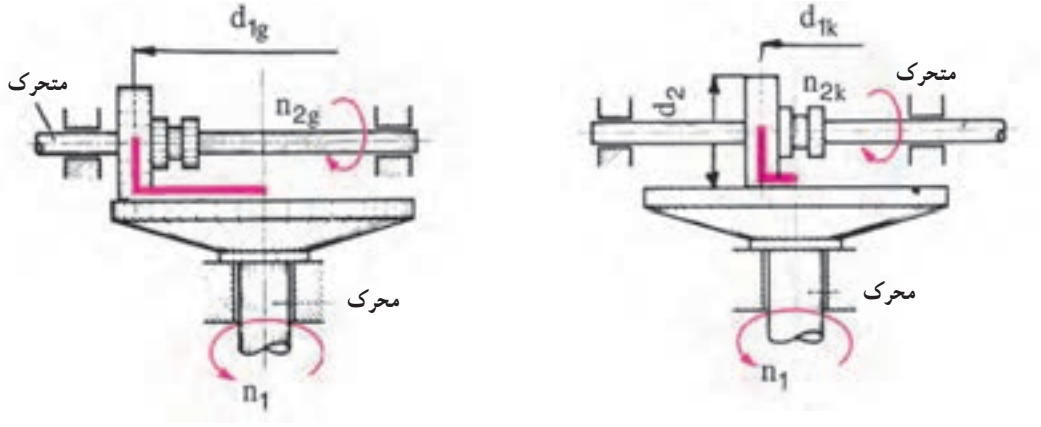
$$\boxed{d_۱ \times n_۱ = d_۲ \times n_۲}$$

$$\boxed{i = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{d_۲}{d_۱}}$$

فاصله محور چرخ محرک و متحرک را می‌توان با توجه به شکل از رابطه زیر به‌دست آورد :

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

۳ــ وسایل تغییر دور مجهز به چرخ‌های اصطکاکی : از چرخ‌های اصطکاکی به‌منظور تغییر تعداد دوران محور متحرک نیز استفاده می‌شود این وسایل جزو وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای می‌باشند؛ و در فرم‌های مختلف از جمله بشقابی شکل و مخروطی شکل ساخته می‌شوند.



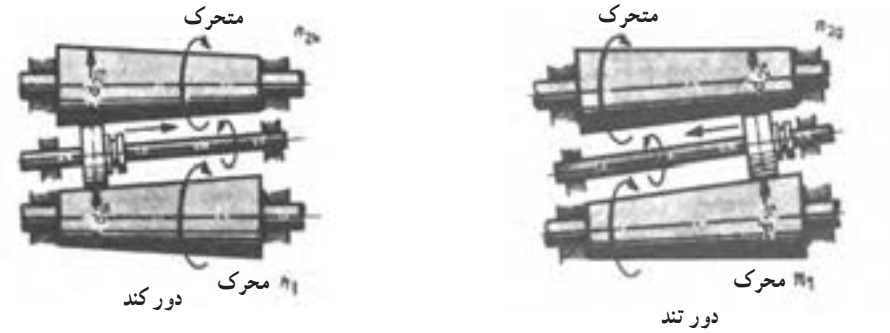
دور تند　　دور کند

چرخ اصطکاکی بشقابی

$$d_{2g} = d_{2k} = d_2$$

$$i_k = \frac{n_1}{n_{2g}} = \frac{d_2}{d_{1g}} \qquad ig = \frac{n_1}{n_{2k}} = \frac{d_2}{d_{1k}}$$

$$n_{2g} = n_1 \times \frac{d_{1g}}{d_2} \qquad n_{2k} = n_1 \times \frac{d_{1k}}{d_2}$$



دور کند　　دور تند

چرخ اصطکاکی مخروطی

$$i_k = \frac{n_1}{n_{2g}} = \frac{d_2}{d_{1g}} \qquad i_g = \frac{n_1}{n_{2k}} = \frac{d_2}{d_{1k}}$$

$$n_{2g} = n_1 \times \frac{d_{1g}}{d_{2k}} \qquad n_{2k} = n_1 \times \frac{d_{1k}}{d_{2g}}$$

فصل اول

انتقال حرکت

پرسش

از هنرجویان سؤال شود : چرخ تسمه‌ها و چرخ های اصطکاکی چه وظیفه‌ای دارند؟ ویژگی‌های مثبت و منفی انتقال حرکت با چرخ تسمه و چرخ اصطکاکی را بیان کنید. بعد از دریافت نظر هنرجویان و منعکس کردن مطالب آن‌ها روی تابلو چند مثال نیز اضافه شود (لازم به ذکر است نوشتن مطالب می‌تواند توسط یک هنرجوی خوش‌خط صورت گیرد تا هنرجویان نیز به مشارکت در کلاس تشویق گردند) کاربرد چرخ تسمه‌های مخروطی PIV و چرخ‌های اصطکاکی را به‌صورت زیر می‌توان بیان کرد.

استفاده از چرخ تسمه‌های مخروطی در دستگاه جمع کردن کاغذ روی غلطک

استفاده از چرخ تسمه‌های مخروطی در ماشین ابزار CNC برای تنظیم دور محور حسب برنامه ماشین

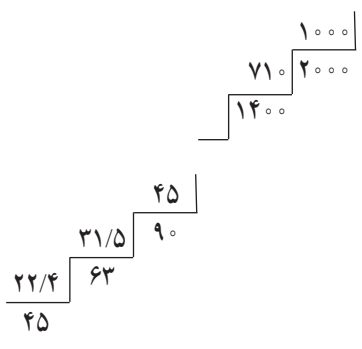
استفاده از چرخ‌های اصطکاکی در دستگاه همزن

استفاده از چرخ تسمه‌های اصطکاکی در دستگاه لوله گردان

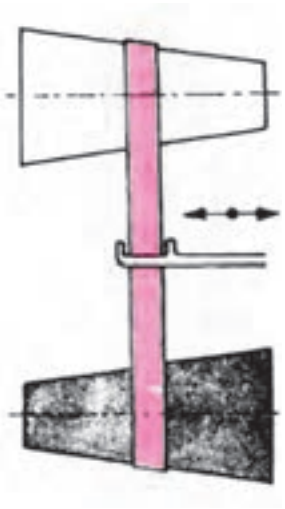
وسایل انتقال حرکت

امروزه در اکثر ماشین‌ها و مخصوصاً ماشین‌های ابزار از الکتروموتور به عنوان تأمین‌کننده حرکت اصلی استفاده می‌شود که معمولاً عده دوران ثابتی داشته و نمی‌توانند تمامی نیازهای حرکت و گشتاور را تأمین نمایند لذا لازم است از وسایلی استفاده شود که بتوانند علاوه بر انتقال حرکت از یک محور به محور دیگر نقش تغییردهنده مقدار دورها، جهت دور و نوع حرکت (خطی، دورانی) را نیز بازی نمایند. این وسایل به نام وسایل انتقال حرکت معروفند که می‌توان به چرخ تسمه‌ها، چرخ دنده‌ها، چرخ زنجیرها، چرخ‌های اصطکاکی و پیچ و مهره اشاره کرد.

وسایل انتقال حرکت پله‌ای : در این وسایل تنظیم و تغییر عده دوران در یک محدوده خاص تدریجی نبوده و بلکه به صورت پله‌ای امکان‌پذیر است به عنوان مثال می‌توان به عده دوران‌های جعبه دنده اصلی ماشین تراش TN۴۰ و TN۵۰ شرکت ماشین‌سازی تبریز اشاره کرد (شکل زیر) و دستیابی به سرعت‌های دیگر در این مکانیزم وجود ندارد.



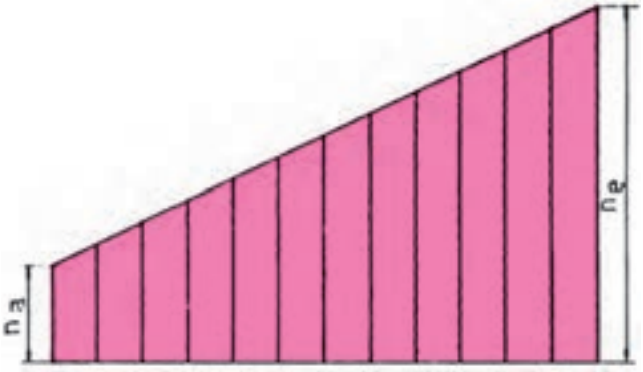
TN 40 - 50	z_1 z_2		z_2 z_1	
	22,4	180	45	355
	31,5	250	63	500
	45	355	90	710
	63	500	125	1000
	90	710	180	1400
	125	1000	250	2000
تعداد دوران قابل تنظیم میله کار U/min				

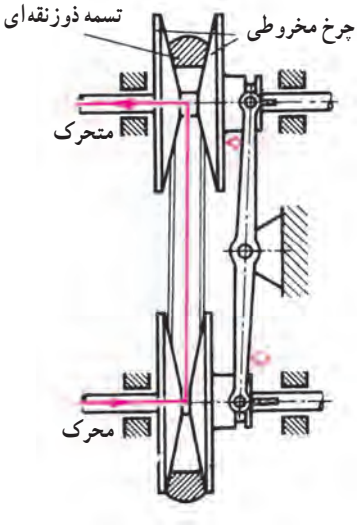


وسایل انتقال حرکت غیرپله‌ای : در دستگاه‌های غیرپله‌ای بین کمترین دوران محور خروجی C(nek)حداکثر دوران خروجی neg می‌توان تمام دوران‌ها را ایجاد کرد ضمن اینکه دستگاه در حال کار است.

طبقه‌بندی وسایل انتقال حرکت

۱ــ انتقال حرکت توسط چرخ تسمه‌ها
۲ــ انتقال حرکت توسط چرخ‌های اصطکاکی
۳ــ انتقال حرکت توسط چرخ زنجیر
۴ــ انتقال حرکت توسط چرخ دنده‌ها
۵ــ انتقال حرکت توسط چرخ و شانه
۶ــ انتقال حرکت توسط چرخ حلزون و پیچ حلزون
۷ــ انتقال حرکت توسط پیچ و مهره



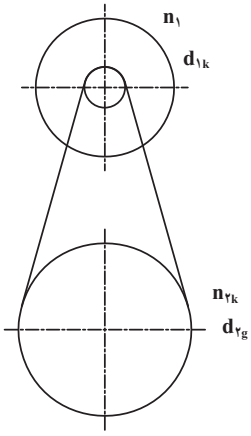


انتقال حرکت توسط چرخ تسمه‌های غیر پله‌ای مخروطی (PIV) : از چهار مخروط ناقص استفاده شده که دو به دو مقابل یکدیگر قرار گرفته و با تغییر فاصله آن‌ها می‌توان از طریق یک تسمه حرکت را از یک محور به محور دیگر منتقل نمود سیستم کار این دستگاه به این ترتیب است که با دور کردن مخروط‌های سوار شده در روی یکی از محورها، مخروط‌های محور دیگر به هم نزدیک می‌شوند و بنابراین نیروی کشش تسمه در تمامی حالات یکنواخت می‌ماند. جابه‌جایی مخروط‌های سوار شده روی یکی از محورها می‌تواند توسط مکانیزم پیچ و مهره با دست، استفاده از سیستم هوای فشرده پنوماتیک، استفاده از روغن تحت فشار هیدرولیک، استفاده از الکتروموتور و جعبه دنده و .... انجام شود.

در دستگاه PIV، به دلیل اهرم‌بندی خاص، چرخ محرک و چرخ متحرک برعکس هم تغییر قطر می‌دهند یعنی اگر قطر محرک زیاد شود (دو نیم مخروط به هم نزدیک شوند)، چرخ متحرک کاهش قطر می‌دهد (دو نیم مخروط از هم فاصله می‌گیرند)

برای دانش‌آموز دو حالت اصلی را بررسی می‌کنیم.

حالت اول : قطر چرخ محرک در کمترین حالت خود و قطر چرخ متحرک در بزرگترین حالت قرار دارد، دوران محور محرک



ثابت است و در چرخ متحرک به علت افزایش قطر دوران کاهش می‌یابد پس می‌توان فرمول نسبت انتقال را به‌صورت زیر نوشت :

$i_g = \frac{n_1}{n_{2k}} = \frac{d_{2g}}{d_{1k}}$ بیشترین نسبت انتقال حرکت نسبت در دور کند (n_{2k})

موافق

مخالف

نکته : اندیس i با صورت رابطه برابر و برعکس طرح است.

حالت دوم : قطر چرخ محرک در بزرگترین حالت خود و چرخ متحرک دارای کمترین قطر است پس با بیشترین دوران می‌چرخد.

پس می‌توان فرمول نسبت انتقال را به صورت زیر نوشت :

$i_k = \frac{n_1}{n_{2g}} = \frac{d_{2k}}{d_{1k}}$ کمترین نسبت انتقال حرکت نسبت در دور تند (n_{2g})

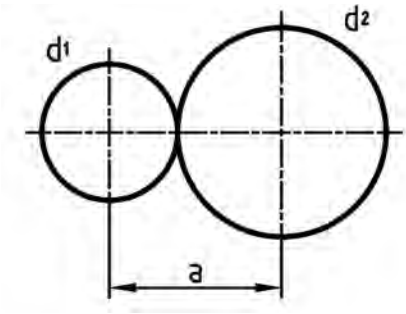
برای مقایسه بیشترین دوران خروجی (n_{2g}) نسبت به کمترین دوران خروجی از رابطه B نسبت دامنه تغییرات دور استفاده می‌کنیم.

$B = \frac{n_{2g}}{n_2 k} =$

اگر به‌جای n_{2g} و n_{2k} از فرمول ig و ik معادل قرار دهیم رابطه B کامل‌تر خواهد شد.

$$\frac{i_g}{i_k} = \frac{d_{1g} \times d_{2g}}{d_{1k} \times d_{2k}}$$

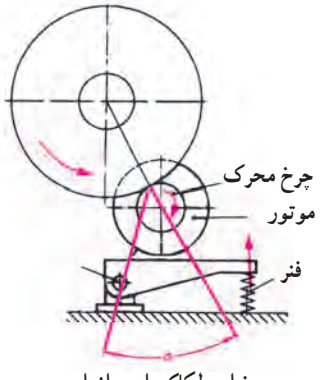
انتقال حرکت توسط چرخ‌های اصطکاکی استوانه‌ای و مخروطی



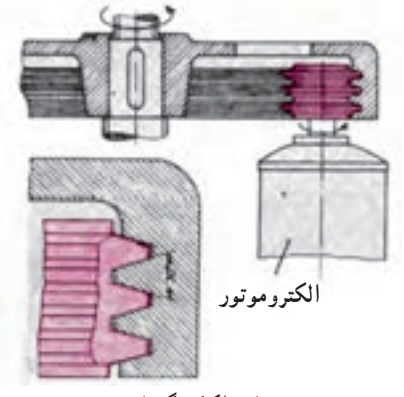
برای انتقال نیروهای کم از انتقال حرکت توسط چرخ‌های اصطکاکی استفاده می‌شود در این سیستم فشار وارد آمده به یاتاقان‌های چرخ زیاد است رابطه دورها و قطرها در آن‌ها عبارتند از :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

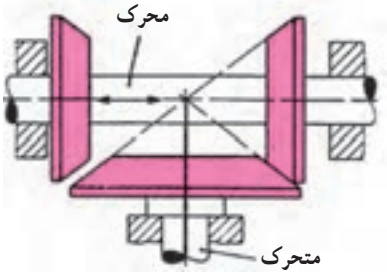
و برای به دست آوردن فاصله دو محور a در چرخ‌های استوانه‌ای از رابطه $a = \frac{d_1 + d_2}{2}$ استفاده می‌کنند.



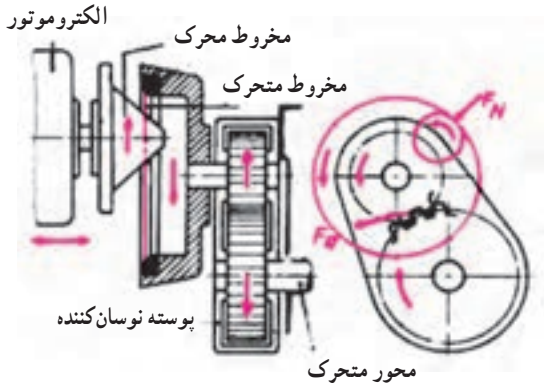
چرخ اصطکاکی استوانه‌ای

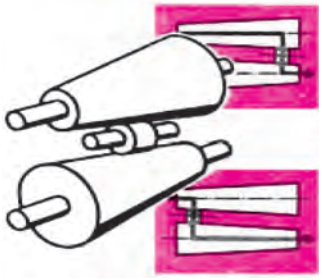


چرخ اصطکاکی گوه‌ای



چرخ اصطکاکی مخروطی





چرخ‌های اصطکاکی علاوه بر انتقال حرکت برای تغییر تعداد دوران محور متحرک نیز کاربرد دارند و رابطه عده دوران و قطرها با کمی تغییر در نوشتار به صورت زیر می‌باشد.

دستگاه تغییر دور غیرپله‌ای اصطکاکی بشقابی: در این دستگاه از دو چرخ استوانه‌ای عمود بر هم استفاده می‌شود که چرخ رویی کوچک بوده و می‌تواند روی محور خود حرکت رفت و برگشت داشته باشد که همین امر باعث تغییر در دوران محور خروجی می‌شود. باید یادآور شد که چرخ کوچک رویی دارای قطری ثابت است علاوه بر دوران محور محرک که آن نیز ثابت است. پس قطر چرخ کوچک رویی اندیس g یا k نمی گیرد.

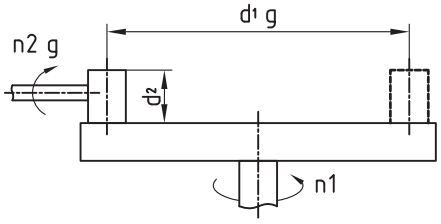
این دستگاه را در دو حالت بررسی می‌کنیم.

دینام به چرخ بزرگ متصل است (چرخ بزرگ محرک است)

۱ــ چرخ کوچک در دورترین فاصله از مرکز چرخ محرک و بزرگ

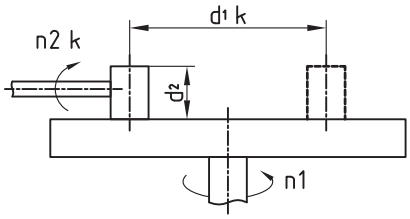
چرخ کوچک با بزرگترین قطر چرخ محرک در تماس است پس با حداکثر محیطی چرخ بزرگ دوران می‌کند پس n_{2g} خواهد بود.

(قطر چرخ بزرگ= محور تقارن چرخ کوچک تا قرینه آن)



$$i_g = \frac{n_1^{\text{ثابت}}}{n_{2k}} = \frac{d_2^{\text{ثابت}}}{d_{1g}}$$

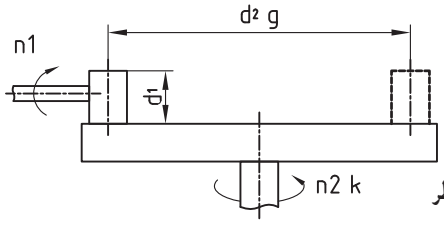
۲ــ چرخ کوچک در نزدیک‌ترین فاصله به مرکز چرخ محرک (بزرگ)



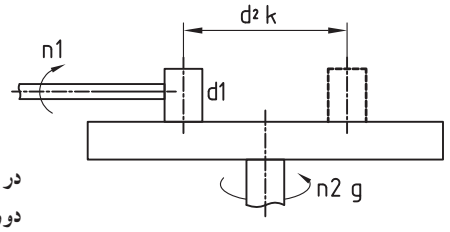
$$ig = \frac{n_1}{n_{2k}} = \frac{d_2}{d_{1k}}$$

$$B = \frac{n_{2g}}{n_{2k}} = \frac{ig}{ik}$$ نسبت دامنه تغییرات دور

دینام به چرخ کوچک متصل است (چرخ کوچک محرک است)



$$i_g = \frac{n_1}{n_{2k}} = \frac{d_{2g}}{d_1}$$



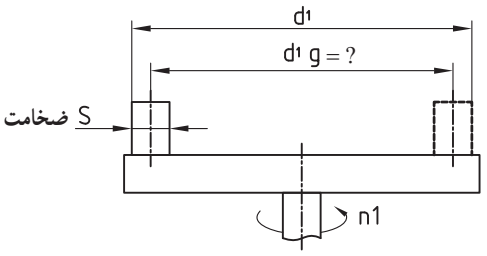
$$i_k = \frac{n_1}{n_{2g}} = \frac{d_{2k}}{d_1}$$

در چرخ متحرک با افزایش قطر دوران کاهش می‌یابد.

$d_{2g} \Rightarrow n_{2k}$

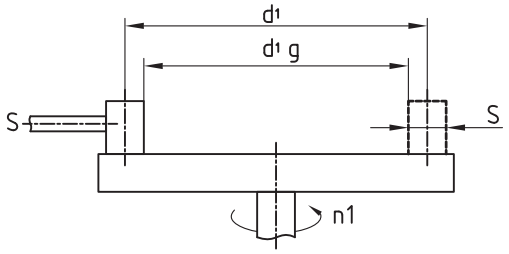
$$B = \frac{n_{2g}}{n_{2k}} = \frac{ig}{ik}$$

اگر در چرخ‌های اصطکاکی بشقابی پشت تا پشت چرخ کوچک داده شود باید ضخامت چرخ کوچک را از آن کم کرد تا به وسط تا وسط چرخ کوچک یعنی قطر چرخ بزرگ رسید.



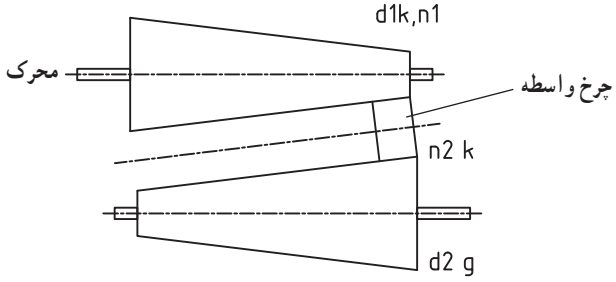
مثال : $d_{۱g} = d_{۱} - S$

و در صورتی که داخل تا داخل چرخ کوچک داده شود آن را با ضخامت جمع می‌کنیم.

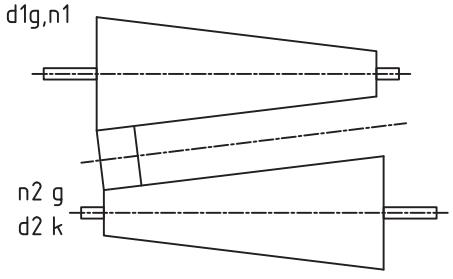


$$d_{۱g} = d_{۱} + S$$

۳ــ دستگاه تغییر دور غیرپله‌ای مخروطی: در این دستگاه از دو مخروط ناقص مشابه که برعکس یکدیگر روی دو محور محرک و متحرک قرار گرفته‌اند استفاده می‌شود که توسط یک چرخ اصطکاکی استوانه‌ای باهم مرتبط هستند که این چرخ واسطه می‌تواند روی محور خود حرکت رفت یا برگشتی داشته باشد با جابه‌جا کردن چرخ واسطه دوران محور خروجی از $n_{۲g}$ تا $n_{۲k}$ تغییر می‌کند.



$$i_g = \frac{n_{۱}}{n_{۲k}} = \frac{d_{۲g}}{d_{۱k}}$$



$$i_k = \frac{n_{۱}}{n_{۲g}} = \frac{d_{۲k}}{d_{۱g}}$$

$$B = \frac{n_{۲g}}{n_{۲k}} = \frac{ig}{ik} = \frac{d_{۱g} \times d_{۲g}}{d_{۱k} \times d_{۲k}}$$

از هنرجویان پرسیده شود :

۱ــ با چه مکانیزم‌هایی می‌توان مخروط‌ها و چرخ اصطکاکی متحرک را (بشقابی) و چرخ واسطه مخروطی را جابجا کرد تا دور براساس آن تغییر کند.

۲ــ شکل کتاب چه مکانیزمی را نشان می‌دهد.

۳ــ انتقال حرکت با چرخ‌های PIV دارای چه مزایا و معایبی است.

۴ــ آیا تاکنون چنین مکانیزم‌هایی را دیده‌اید؟

جواب سؤال ۱ : پیچ و مهره توسط اهرم دستی، چرخ و شانه، چرخ حلزون و پیچ حلزون لازم به ذکر است محرک اولیه می‌تواند اهرم دستی، الکتروموتور، موتور بادی، موتور هیدرولیکی و الکتروموتور باشد.

جواب سؤال ۲ : پیچ و مهره تنظیم دستی

جواب سؤال ۳ : حرکت نرم و بدون لرزش، تنظیم در حین کار از مزایا و افت دور و لغزش از عیوب آن می‌باشد. به طوری که سرعت محیطی محور متحرک از سرعت محیطی محور محرک کمتر می‌شود.

جواب سؤال ۴ : اگر هنرجو جوابش بله است می‌تواند پای تابلو آمده و با رسم شکل اختصاری توضیح دهد.

جلسه سوم

ردیف	برنامه زمان‌بندی	زمان به (دقیقه)
۱	آماده کردن کلاس، احوالپرسی، حضور و غیاب بررسی دفاتر هنرجویان از نظر حل تمرین‌ها	۱۰
۲	حل تمرین‌های در نظر گرفته شده ۱ و ۳ صفحه ۹	۲۰
۳	حل تمرین‌های در نظر گرفته شده ۵ و ۶ صفحه ۱۰	۲۰
۴	حل تمرین‌های در نظر گرفته شده ۷ و ۸ و ۹صفحه ۱۱	۳۰
۵	حل تمرین‌های در نظر گرفته شده ۱۰ صفحه ۱۲	۱۰

تمرین ۱ صفحه ۹ :

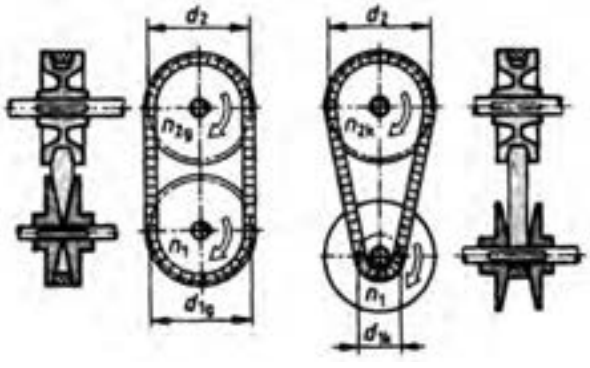
حل :

$B = ۴:۱$

$n_۱ = ۲۸۰۰ u/min$

$d_۱ = ۱۵۵mm$

$d_۲ = d_{۲g} = d_{۲k} = ۱۵۵m$ چرخ متحرک ثابت فرض شده است



$n_{۲g} = ?$

$n_{۲k} = ?$

الف) $\frac{n_۱}{n_{۲g}} = \frac{d_۲}{d_{۱g}} \Rightarrow n_{۲g} = \frac{۲۸۰۰ \times ۱۵۵}{۱۵۵} = ۲۸۰۰ u/min$

$d_{۱k} = ?$

ب) $B = \frac{n_{۲g}}{n_{۲k}} \Rightarrow \frac{۴}{۱} = \frac{۲۸۰۰}{n_{۲k}} \Rightarrow n_{۲k} = \frac{۲۸۰۰}{۴} = ۷۰۰ u/min$

$I_g = ?$

$I_g = \frac{n_۱}{n_{۲k}} = \frac{۲۸۰۰}{۷۰۰} = ۴:۱$

$I_k = ?$

$I_k = \frac{n_۱}{n_{۲g}} = \frac{۲۸۰۰}{۲۸۰۰} = ۱:۱$

تمرین ۳ صفحه ۹ و ۱۰ :

چرخ متحرک و محرک ثابت فرض شده است

$n_۱ = ۹۰۰ u/min$

$d_{۱g} = d_{۲g} = ۳۵۴ mm$

$d_{۱k} = d_{۲k} = ۱۱۲ mm$

حل :

$I_g = ?$ الف) $I_g = \frac{d_۲}{d_{۱k}} = \frac{۳۵۴}{۱۱۲}$

$n_{۲k} = ?$ $I_g = \frac{n_۱}{n_{۲k}} \Rightarrow \frac{۳۵۴}{۱۱۲} = \frac{۹۰۰}{n_{۲k}} \Rightarrow n_{۲k} = \frac{۹۰۰ \times ۱۱۲}{۳۵۴} = ۲۸۴/۷۴ u/min$

$I_k = ?$ ب) $I_k = \frac{d_۲}{d_{۱g}} = \frac{۱۱۲}{۳۵۴}$

$n_{۲g} = ?$ $I_k = \frac{n_۱}{n_{۲g}} \Rightarrow \frac{۱۱۲}{۳۵۴} = \frac{۹۰۰}{n_{۲g}} \Rightarrow n_{۲g} = \frac{۹۰۰ \times ۳۵۴}{۱۱۲} = ۲۸۴۴/۶ u/min$

$B = ?$ ج) $B = \frac{n_{۲g}}{n_{۲k}} = \frac{۲۸۴۴}{۲۸۴/۷} \simeq ۱۰:۱$

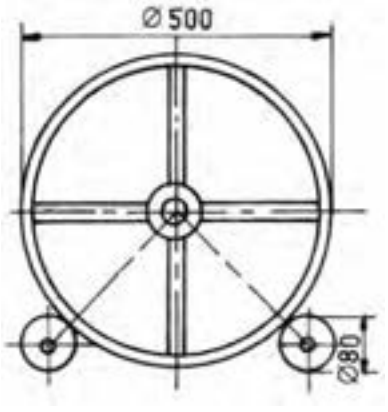
مسئله ۵ ص ۱۰ :

لوله گردان مطابق شکل با سرعت محیطی ۲۴ متر بر دقیقه می‌گردد. مطلوب است محاسبه :

الف) تعداد دوران لوله.

ب) تعداد دوران قرقره‌های محرک.

ج) تعداد دوران لوله در شرایطی که به دلیل فرسودگی از قطر آن ۱۲ میلی‌متر کم شود.



الف) $V_۲ = \frac{d_۲ . \pi . n}{۱۰۰۰} \Rightarrow ۲۴ = \frac{۵۰۰ \times ۳/۱۴ \times n_۲}{۱۰۰۰}$

$n_۲ = ۱۵/۲۸$ عده دوران لوله

$V_۱ = V_۲$

$V_۲ = \frac{d_۱ \times \pi \times n}{۱۰۰۰} \Rightarrow ۲۴ = \frac{۸۰ \times ۳/۱۴ \times n_۱}{۱۰۰۰}$

ب) $n_۱ = \frac{۲۴ \times ۱۰۰۰}{۸۰ \times ۳/۱۴} = ۹۵/۵ u/min$

ج) $\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{d_۲}{d_۱} \Rightarrow \frac{۹۵/۵}{n_۲} = \frac{۵۰۰ - ۱۲}{۸۰}$

$n_۲ = \frac{۹۵/۵ \times ۸۰}{۴۸۸} = ۱۵/۶۶ u/min$

تمرین ۶ صفحه ۱۰ :

حل :

$d_۱ = ۵۰ mm$ $I = \frac{d_۲}{d_۱} = \frac{۷۵}{۵۰} = ۱/۵:۱$

$d_۲ = ۷۵$ mm

$n_۱ = ۱۲۰$ u/min

$I = ?$

$n_۲ = ?$

$$I = \frac{n_۱}{n_۲} \Rightarrow \frac{۱/۵}{۱} = \frac{۱۲۰}{n_۲}$$

$n_۲ = ۸۰$ u/min

تمرین ۷ صفحه ۱۱ :

$n_۱ = ۱۰۰$ u/min

$n_۲ = ۳۰۰$ u/min

$a = ۳۶۰$ mm

$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{d_۲}{d_۱} \qquad \frac{۱۰۰}{۳۰۰} = \frac{d_۲}{d_۱}$$

$$a = \frac{d_۱ + d_۲}{۲} \qquad ۳۶۰ = \frac{d_۱ + d_۲}{۲}$$

حل :

$$\Rightarrow \begin{vmatrix} d_۱ = ۳d_۲ \\ d_۱ + d_۲ = ۷۲۰ \end{vmatrix} \Rightarrow ۳d_۲ + d_۲ = ۷۲۰$$

$$۴d_۲ = ۷۲۰$$

$$d_۲ = \frac{۷۲۰}{۴} = ۱۸۰ \text{mm}$$

$$d_۱ = ۳d_۲ = ۳ \times ۱۸۰ = ۵۴۰ \text{mm}$$

مسئله ۸ صفحه ۱۱ :

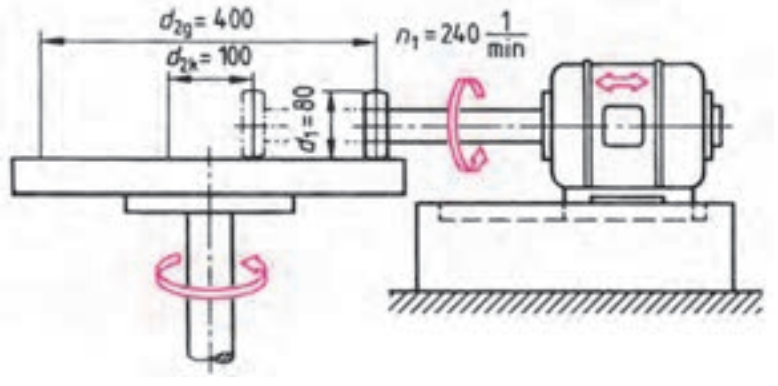
تعداد دوران محور محرک چرخ اصطکاکی شکل برابر ۲۴۰ دور بر دقیقه می‌باشد. حساب کنید :

الف) بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین نسبت انتقال حرکت را.

ب) بیشترین و کمترین تعداد دوران چرخ متحرک را.

ج) نسبت دامنه تغییر دور را.

قطر چرخ محرک ثابت است.



الف) $I_g = \frac{d_{2g}}{d_1} = \frac{۴۰۰}{۸۰} = ۵۰:۱$

الف) $I_k = \frac{d_{2k}}{d_1} = \frac{۱۰۰}{۸۰} = ۱/۲۵:۱$

ب) $\frac{n_1}{n_{2g}} = \frac{d_{2k}}{d_1} \Rightarrow \frac{۲۴۰}{n_{2g}} = \frac{۱۰۰}{۸۰} \Rightarrow n_{2g} = \frac{۲۴۰\times۸۰}{۱۰۰} = ۱۹۲ u/min$

ب) $\frac{n_1}{n_{2k}} = \frac{d_{2g}}{d_1} \Rightarrow \frac{۲۴۰}{n_{2k}} = \frac{۴۰۰}{۸۰} \Rightarrow n_{2k} = \frac{۲۴۰\times۸۰}{۴۰۰} = ۴۸ u/min$

$B = \frac{n_{2g}}{n_{2k}} = \frac{۱۹۲}{۴۸} = ۴:۱$

تمرین ۹ صفحه ۱۱ :

$I_g = ?$

$n_{2k} = ?$

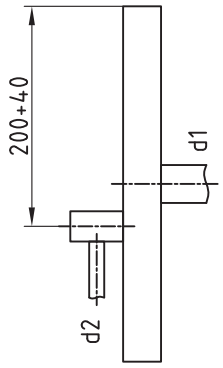
$I_k = ?$

$n_{2g} = ?$

$n_1 = ۱۹۶ u/min$

$d_2 = ?$

$I = ?$



حل :

الف) $I_g = \frac{d_2}{d_{1k}} = \frac{۹۶}{۲۴۰} = ۱:۲/۵$ یا ۰/۴

$I_g = \frac{n_1}{n_{2k}} \Rightarrow \frac{۱}{۲/۵} = \frac{۴۸}{n_{2k}} \Rightarrow n_{2k} = ۱۲۰ u/min$

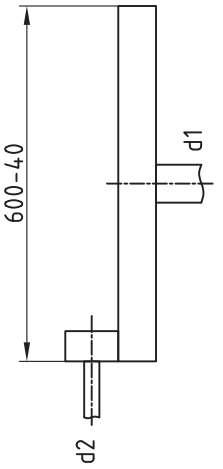
ب) $I_k = \frac{d_2}{d_{1g}} = \frac{۹۶}{۵۶۰} = ۵/۸:۱$ یا ۰/۱۷

$I_k = \frac{n_1}{n_{2g}} = \frac{۹۶}{۵۶۰} = \frac{۴۸}{n_{2g}} \Rightarrow n_{2g} = ۲۸۰ u/min$

ج) $\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{۴۸}{۱۹۶} = \frac{۹۶}{d_1}$

$\Rightarrow d_1 = \frac{۱۹۶\times۹۶}{۴۸} = ۳۹۲ mm$

$I = \frac{d_2}{d_1} = \frac{۹۶}{۳۹۲} = ۱:۴$



مسئله ۱۰ صفحه ۱۲ :

$n_۱ = ۵۰۰\ u/min$

$d_{۱k} = d_{۲k} = ۶۰\ mm$

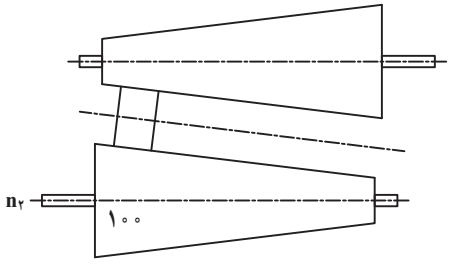
$d_{۱g} = d_{۲g} = ۱۰۰ mm$

$I_g = ?$

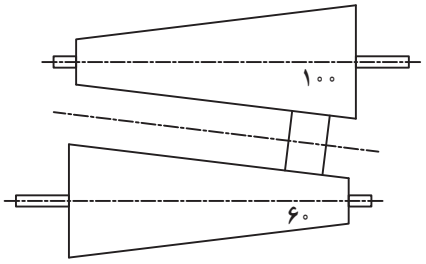
$n_{۲k} = ?$

$I_k = ?$

$n_{۲g} = ?$



(درگیری ۱)



(درگیری ۲)

$$I_g = \frac{d_{۲g}}{d_{۱k}} = \frac{۱۰۰}{۶۰} = ۱۰:۶$$

$$I_g = \frac{n_۱}{n_{۲k}} \Rightarrow \frac{۱۰}{۶} = \frac{۵۰۰}{n_{۲k}} \Rightarrow n_{۲k} = \frac{۵۰۰ \times ۶}{۱۰} = ۳۰۰\ u/min$$

$$I_k = \frac{d_{۲k}}{d_{۱g}} = \frac{۶۰}{۱۰۰} = ۶:۱۰$$

$$I_k = \frac{n_۱}{n_{۲g}} = \frac{۶}{۱۰} = \frac{۵۰۰}{n_{۲g}} \Rightarrow n_{۲g} = \frac{۵۰۰ \times ۱۰}{۶} = \frac{۵۰۰۰}{۶} = ۸۳۳\ u/min$$

جلسه چهارم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه چهارم	زمان به (دقیقه)
۱	آماده کردن کلاس شامل احوالپرسی و حضور و غیاب، بررسی وضعیت هنرجویان	۱۰
۲	تدریس مبحث محاسبه اجزای چرخ‌دنده ساده با رسم مقطع چرخ دنده روی تابلو	۱۵
۳	تدریس مبحث محاسبات انتقال حرکت توسط چرخ دنده‌های ساده با نسبت ساده، دوبل و مرکب	۳۰
۴	حل مسئله نمونه صفحه ۱۵ کتاب	۱۰
۵	حل مسئله نمونه صفحه ۱۶ کتاب	۱۰
۶	حل مسئله نمونه صفحه ۱۷ کتاب	۱۰
۷	مشخص کردن تکالیف هنرجویان برای منزل	۵

پرسش

ــ **از هنرجویان سؤال شود** : چرخ دنده‌ها چه وظیفه‌ای دارند؟

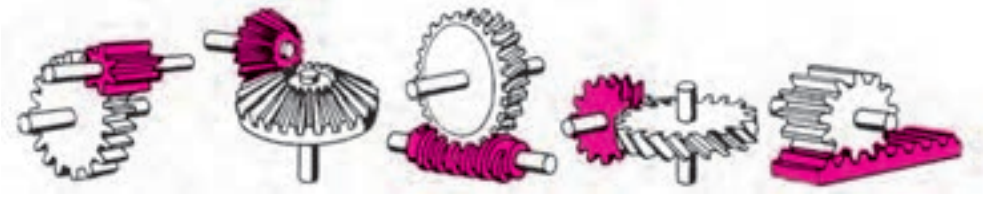
ــ در ماشین تراش استفاده از دنده‌ها در کدام قسمت از ماشین و به چه منظوری به کار گرفته شده است؟

جواب : از چرخ دنده‌ها برای انتقال حرکت و همچنین تغییر عده دوران در مکانیزم‌ها استفاده می‌شود. انتقال بدون لغزش و افت دور، با نسبت و قدرت بالا از مزایای آن و سرو صدا و لزوم نگهداری خصوصاً روانکاری از معایب آن به‌حساب می‌آید.

در جعبه دنده اصلی ماشین تراش برای دستیابی به دوره‌های مختلف سه نظام، در جعبه دنده پیچ‌بری و پیشروی ماشین تراش برای دستیابی به سرعت اتومات سوپرت طولی و عرضی، در بسیاری از جاها از دنده‌ها استفاده شده است.

محاسبات مربوط به انتقال حرکت با چرخ‌دهنده

با انواع چرخ‌دنده‌ها امکان انتقال نیروهای زیاد بدون افت دور امکان‌پذیر است. در صنعت انواع مختلف چرخ‌دهنده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که در شکل زیر نمونه‌ای از آن‌ها را مشاهده می‌نمایید.



چرخ و شانه — چرخ دنده مارپیچی — حلزون و چرخ حلزون — چرخ دنده مخروطی — چرخ دنده ساده

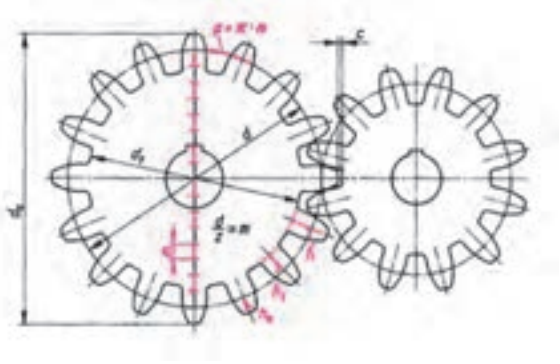
نمونه‌هایی از انواع چرخ‌دنده‌ها

۱ــ محاسبه اجزای چرخ‌دنده ساده : انتقال حرکت و نیرو در چرخ‌دنده‌ها روی دایره‌ای موسوم به دایره تقسیم که همان دایره گام می‌باشد انجام می‌گیرد. شایان توجه است که سرعت محیطی دو چرخ‌دنده روی این دایره سنجیده می‌شود.

گام عبارت است از فاصله بین دو دندانه چرخ‌دنده روی دایره گام . تعداد گام در هر چرخ‌دنده نشان‌دهنده تعداد دندانه آن چرخ‌دنده می‌باشد. در شکل زیر اجزای چرخ دنده ساده معرفی شده است.

علائم اختصاری :

d = قطر دایره گام	h_a = ارتفاع سر دندانه
d_a = قطر سر دندانه	h_f= ارتفاع پای دندانه
d_f= قطر پای دندانه	z= تعداد دندانه
m = مدول	c= لقی سردندانه
p= گام	b= ضخامت دندانه
h= ارتفاع دندانه	



محیط دایره گام (U) را می‌توان از حاصل‌ضرب گام در تعداد دندانه به‌دست آورد.

$$U = p \times z$$

از طرف دیگر محیط دایره گام برابر است با :

$$U = \pi \times d$$

بنابراین می‌توان نوشت :

$$\pi \times d = p \times z \Rightarrow d = \frac{p \times z}{\pi}$$

حاصل تقسیم گام برعدد π در چرخ‌دنده‌ها را مدول[1] می‌نامند. لذا خواهیم داشت :

$$\frac{p}{\pi} = m \Rightarrow \boxed{p = \pi \times m}$$

و با جایگزینی رابطه گام در رابطه قطر دایره گام خواهیم داشت :

$$d = \frac{p \times z}{\pi} = \frac{\pi \times m \times z}{\pi} \Rightarrow \boxed{d = m \times z}$$

۱ــ مدول یک عدد انتخابی و بر حسب میلی‌متر «در سیستم متریک» است که نشان‌دهندهٔ بزرگی یا کوچکی دندانه چرخ‌دنده می‌باشد.

بین پای دندانه یک چرخ و سر دندانه چرخ دوم لازم است مقداری لقی «c» درنظر گرفته شود. مقدار این لقی بر حسب نوع ساخت از ۰/۱ تا ۰/۴ مدول استاندارد شده است. در صورتی‌که مدول، تعداد دندانه و مقدار لقی در دسترس باشد می‌توان به‌منظور ساخت یک چرخ‌دنده محاسبات لازم را انجام داد.

ارتفاع سر دندانه همیشه برابر مدول انتخاب می‌شود بنابراین ارتفاع پای دندانه برابر مدول به اضافه مقدار لقی انتخابی خواهد شد.

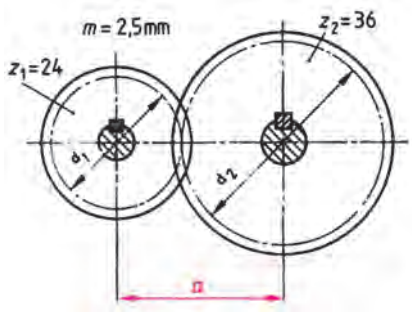
با توجه به مطالب مذکور روابط چرخ‌دنده ساده را در جدول زیر مشاهده می‌نمایید.

جدول ۱ــ روابط چرخ دنده ساده

مدول = ارتفاع سردندانه	$h_a=m$
لقی سردندانه + مدول = ارتفاع ته دندانه	$h_f=m+c$
ارتفاع ته دندانه+ ارتفاع سر دندانه = ارتفاع دندانه (عمق فرزکاری)	$h= h_a + h_f$ $h= ۲m + c$
۲ برابر ارتفاع سردندانه + قطر دایره گام = قطر سردندانه	$d_a = d + ۲ \times ha$ $d_a = m \times z + ۲ \times m$ $d_a = m \times (z + ۲)$
۲ برابر ارتفاع پای دندانه – قطر دایره گام= قطر ته دندانه	$d_f = d - f \times h_f$ $d_f = d - ۲ (m +c)$

ضخامت دندانه چرخ‌دنده بستگی به مقدار نیروی انتقالی دارد و مقدار آن را معمولاً بین ۶ تا ۱۵ برابر مدول و در نیروهای متوسط تقریباً ۱۰ برابر مدول درنظر می‌گیرند.

۲ــ محاسبه فاصله بین محورها : فاصله محوری در دو چرخ دنده خارجی درگیر با هم (مطابق شکل) از مجموع نصف قطر دایره‌های گام دو چرخ‌دنده به‌دست می‌آید. شایان توجه است که در دو چرخ‌دنده درگیر با هم قطر دایره‌های گام بر هم مماس می‌باشند و هر دو بایستی مدول واحدی داشته باشند.



علائم اختصاری :

a = فاصله بین دو محور

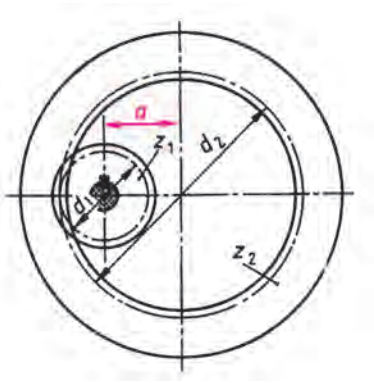
m = مدول

$z_۱$= تعداد دندانه چرخ‌دنده محرک

$z_۲$= تعداد دندانه چرخ‌دنده متحرک

$$a = \frac{d_۱ + d_۲}{۲} = \frac{m \times z_۱ + m \times z_۲}{۲} \Rightarrow \boxed{a = \frac{m(z_۱ + z_۲)}{۲}}$$

اندازه فاصله دو محور (a) در چرخ‌دنده‌های داخلی با توجه به شکل از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.



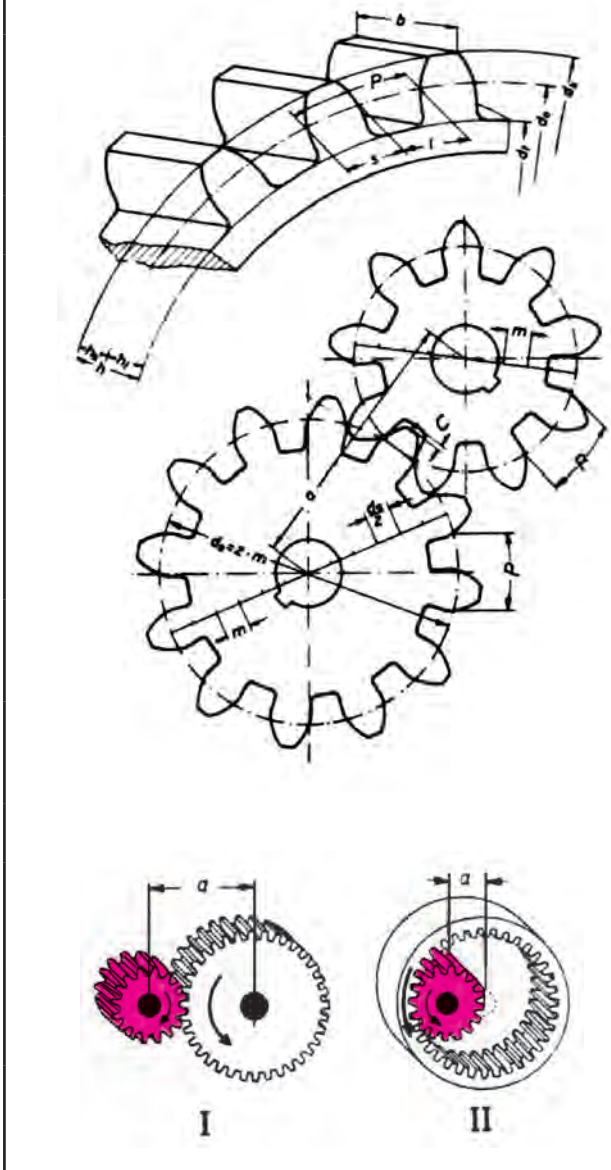
$$a = \frac{d_1 - d_2}{2}$$

و با توجه به $d_O = m \times z$ خواهیم داشت :

$$a = \frac{m(z_1 - z_2)}{2}$$

جدول ۲ ــ روابط چرخ دنده‌های ساده

نام	فرمول
گام	$P = m \times \pi$
مدول	$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d_k}{z+2}$
قطردایره گام	$d = m \times z = d - 2m$
ارتفاع سردنده	$h = m$
لقی	$c = \frac{1}{6}m = 0/167m$ در صورتی که داده نشده باشد
ارتفاع پای‌دنده	$h_f = m + c = 1/167\ m$
ارتفاع دنده	$h = m + m + c = 2/167\ m$
قطرسردنده	$d_a = d + 2m$ $d_a = m\ (z + 2)$
قطر پای‌دنده	$d_f = d_o - 2/334m$ $d_f = m\ (z - 2/334)$
تعداد دنده	$z = \frac{d_o}{m} = \frac{d_k - 2m}{m}$
پهنای دنده	$b = 10\ m$
ضخامت دنده	$s = \frac{19}{40}p$
فاصله شیار دنده	$I = \frac{21}{40}p$
فاصله بین دو محور	I $a = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$ II $a = \frac{m(z_2 - z_1)}{2}$



هر یک از مفاهیم زیر برای هنرجویان با توجه به رسم شکل روی تابلو شرح داده شود.

d = قطر دایره گام (متوسط)

d_a = قطر سردندانه (تراش)

d_f= قطر پای دندانه

m = مدول

p = گام

h = ارتفاع دندانه

h_k = ارتفاع سردنده

h_f = ارتفاع پای دنده

z= تعداد دندانه

c= لقی سر دندانه

b = ضخامت دندانه

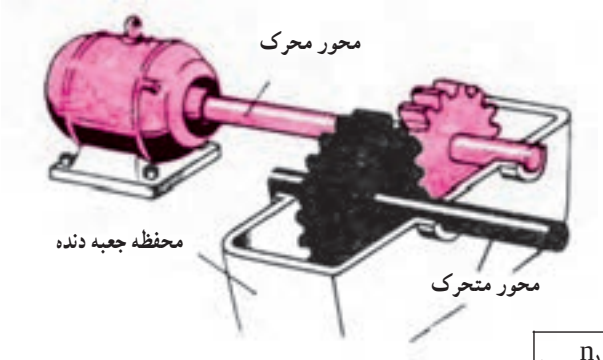
a = فاصله دو محور

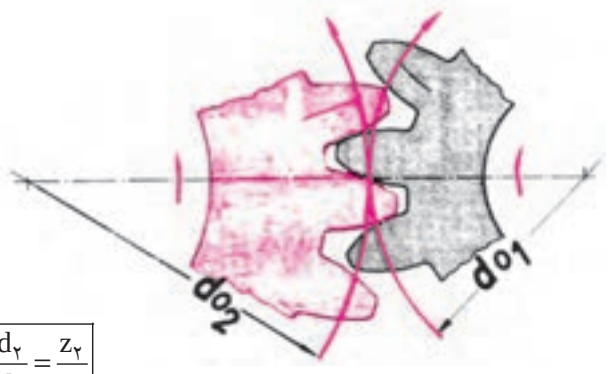
و .....

انتقال حرکت توسط چرخ دنده‌های ساده

به کمک چرخ‌دنده‌ها می‌توان علاوه بر انتقال حرکت، درمقدار عده دوران نیز تغییر به وجود آورد. دستگاه‌هایی را که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان برحسب تعداد و ترتیب قرار گرفتن چرخ‌دنده‌هایی که در آن‌ها به کار رفته‌اند به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود.

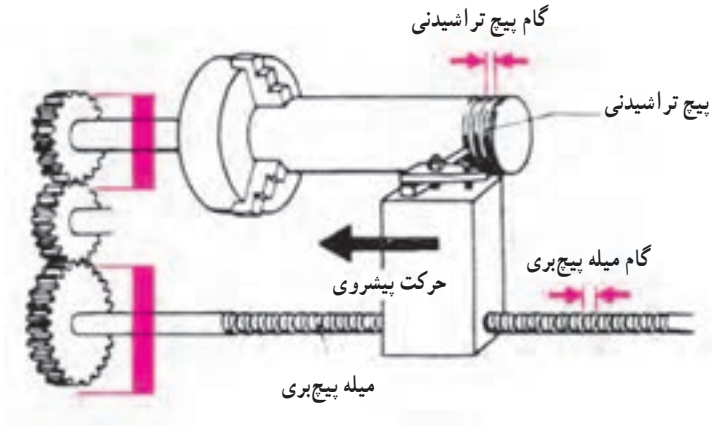
۱ــ انتقال حرکت با دو چرخ‌دنده : در این حالت هر یک از چرخ‌دنده‌ها روی یکی از محورهای محرک و متحرک سوار شده و حرکت را منتقل می‌کنند. بدیهی است که در اینجا نیز مشابه چرخ تسمه‌ها نسبت انتقال حرکت متناسب با قطر درگیری آن‌ها (قطر دایره تقسیم d_o) بوده و برای به‌دست آوردن این نسبت می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود.





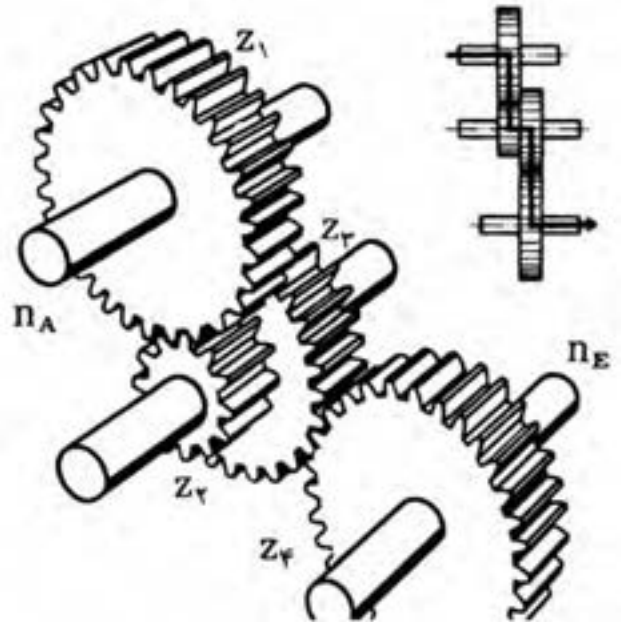
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

در مواردی که فاصله بین دو محور زیاد بوده و یا لازم باشد که جهت گردش محور متحرک تغییر یابد می‌توان از یک یا چند چرخ دنده واسطه استفاده کرد. بدیهی است که چرخ دنده واسطه نباید با محور خود درگیر بوده و بایستی به صورت هرز گرد عمل کند.



لازم به تذکر است که تعداد دندانه‌های چرخ دنده واسطه و همچنین عده دوران آن نقشی در نسبت انتقال حرکت ندارد.

۲ــ انتقال حرکت به صورت دوبل یا مرکب : در مواردی که نسبت انتقال حرکت بزرگ بوده و و صرفه‌جویی در جا نیز مورد نظر باشد می‌توان با استفاده از چند زوج چرخ دنده حرکت را منتقل نمود.



در این حالت استفاده از محور فرعی ضروری بوده و چرخ‌دندانه‌هایی که روی محور فرعی سوار می‌شوند بایستی یا از طریق محور فرعی به یکدیگر متصل بوده و یا به‌صورت یک‌پارچه ساخته شده باشند تا بتوانند دارای عده دوران مساوی بوده و حرکت را از محور محرک به متحرک منتقل نمایند.

نسبت حرکتی که در این حالت به‌وجود می‌آید نسبت مرکب نام داشته و مقدار آن از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$i = \frac{n_A}{n_B} = \frac{z_2 \times z_4 \times \ldots}{z_1 \times z_3 \times \ldots}$$

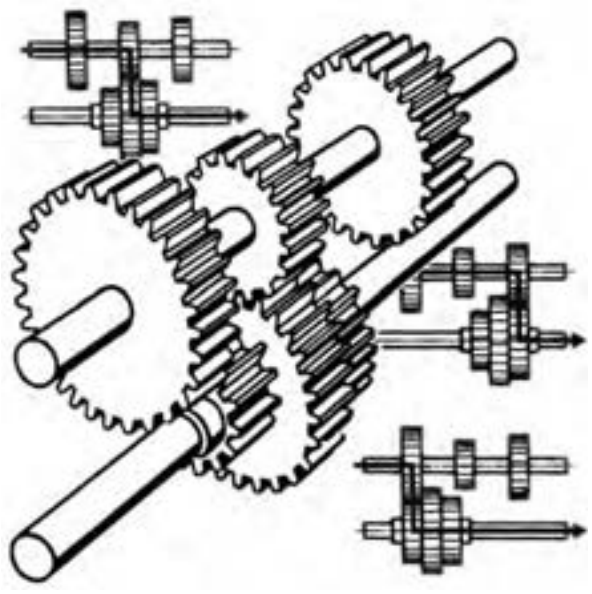
تغییرات عده دوران به کمک چرخ دنده‌ها به‌صورت پله‌ای: در مواردی که عده دوران‌های متعددی در روی محور متحرک مورد نیاز باشد از جعبه‌دنده‌هایی که نسبت‌های گوناگونی راعرضه می‌کنند استفاده می‌نمایند.

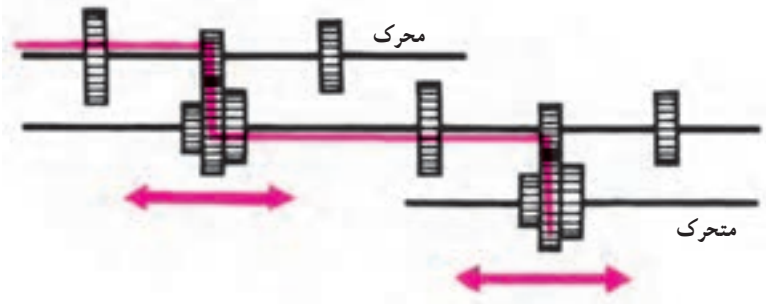
در این دستگاه‌ها تنظیم عده دوران قابل انتخاب، سریع‌تر و مطمئن‌تر انجام شده و این عمل با استفاده از اهرم‌هایی انجام می‌گیرد که چرخ دندانه‌ها را از درگیری خارج کرده و یا محل درگیری آن‌ها را برای تأمین نسبت لازم، تغییر می‌دهند.

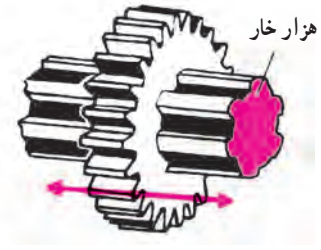
از آنجایی که تغییرات عده دوران در این نوع دستگاه‌های انتقال حرکت پله‌ای بوده و مجموعه آن در داخل محفظه‌ای به نام جعبه دنده قرار دارد آن‌ها را جعبه‌دنده‌های پله‌ای نیز می‌نامند؛ که برحسب نوع اهرم‌بندی و ترتیب انتقال حرکت از چرخ دندانه‌ها به‌محورها و بالعکس ممکن است که دارای مکانیزم‌های گوناگونی باشد.

تغییر عده دوران به کمک چرخ‌دنده‌های لغزان: در این نوع جعبه دنده‌ها در روی یکی از محورها، دو یا سه چرخ دندانه

قرار گرفته‌اند که می‌توان آن‌ها را به کمک یک اهرم، در حالات گوناگونی با چرخ دنده‌های نصب شده بر روی محور دیگر درگیر نمود. با توجه به متفاوت بودن تعداد دندانه چرخ‌دنده‌هایی که در هر مرحله با هم درگیر می‌شوند می‌توان نسبت‌های مختلفی را به‌دست آورد. بدیهی است که عده دوران‌های قابل انتخاب متناسب با تعداد زوج چرخ‌دنده‌های موجود در جعبه دنده خواهد بود به‌عنوان مثال اگر از سه زوج چرخ دنده استفاده شده باشد امکان انتخاب سه عده دوران وجود داشته و از ترکیب دو سری از آن‌ها می‌توان به ۹ و







همچنین از ترکیب سه سری می‌توان به ۲۷ دور مختلف نیز رسید.

بایستی توجه داشت که در این جعبه دنده‌ها تعویض دور در حالت سکون چرخ‌دنده‌ها انجام گیرد.

از هنرجویان پرسیده شود :

۱ــ وجه مشترک و وجه تمایز انتقال حرکت با چرخ‌تسمه‌ها وچرخ‌دنده‌ها را بگویند و روی تابلو بنویسند.

۲ــ جهت دوران در دو چرخ‌دنده درگیر به‌صورت خارجی چگونه است و چطور می‌توان جهت گردش چرخ‌دنده متحرک را عوض کرد.

پاسخ :

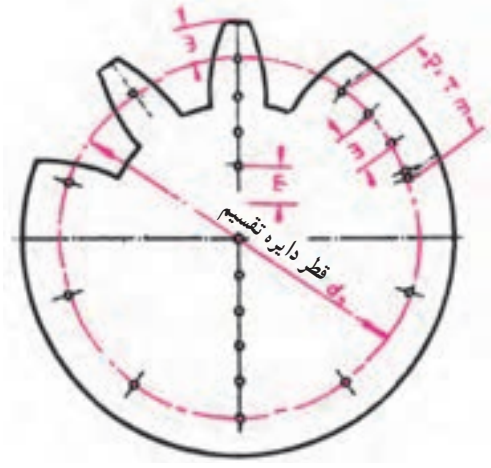
۱ــ وجه مشترک چرخ تسمه‌ها و چرخ‌دنده‌ها : انتقال دور از یک محور به محور دیگر، تبدیل عده دوران با نسبت کاهنده و یا افزاینده.

وجه تمایز : حرکت در تسمه‌ها نرم‌تر از دنده‌ها است، افت دور و لغزش در تسمه‌ها وجود دارد اما در چرخ‌دنده‌ها لغزش وجود ندارد، سرو صدای دنده‌ها بیشتر از تسمه‌ها است، چرخ تسمه‌ها نیاز به روغن‌کاری نداشته بلکه باید عاری از هر گونه روغن، گریس و کثافات باشند امّا چرخ‌دنده‌ها حتماً باید روانکاری شوند.

۲ــ با استفاده از چرخ‌دنده واسطه جهت دور متحرک عوض می‌شود واسطه فقط جهت دور را عوض کرده و نقش دیگری ندارد.

محاسبه چرخ دندهٔ ساده

انتقال حرکت در چرخ‌دنده‌ها مانند چرخ‌های اصطکاکی می‌باشد؛ با این فرق که در چرخ‌دنده‌ها به‌دلیل وجود دندانه، انتقال حرکت بدون افت دور انجام می‌گیرد.



در چرخ‌دنده‌ها، انتقال حرکت و نیرو روی دایره‌ای به نام دایره گام که به نام دایره تقسیم نیز معروف است انجام گرفته و سرعت محیطی دو چرخ نیز روی این دایره سنجیده می‌شود.

گام (p) : گام عبارت‌است از فاصله بین دو دنده روی دایره گام (روی قوس اندازه گرفته شود.)

برای محاسبه مقدار عددی گام یک ضریب انتخابی برای عدد π در نظر گرفته و آن را مدول نام گذاشته و با حرف m نشان می‌دهند :

$$P = m \times \pi$$

مدول : مدول یک عدد انتخابی و برحسب میلی‌متر (درسیستم متریک) است که از تقسیم گام بر عدد π و یا از تقسیم قطر دایره تقسیم بر تعداد دنده چرخ دنده به‌دست می‌آید.

$$\text{مدول} = \frac{\text{قطر دایره تقسیم}}{\text{تعداد دنده}} \Rightarrow \quad = -$$

و

$$\text{مدول} = \frac{\text{گام}}{\pi} \Rightarrow m = \frac{P}{\pi}$$

باید توجه داشت که عدد مدول نشان‌دهندهٔ بزرگی یا کوچکی دندانه چرخ‌دنده می‌باشد.

یکی از شرایط درگیری دو چرخ دنده با هم، داشتن مدول مساوی می‌باشد. برای اینکه چرخ‌دنده‌های ساخته شده در کارخانجات مختلف با مدول‌های یکسان بتوانند با هم درگیر شوند با توجه به نیروهای انتقالی توسط آن‌ها و جنس چرخ‌دنده‌ها، مدول‌ها را پس از محاسبه تحت نرم درآورده و محدود کرده‌اند که کوچک‌ترین آن ۰/۳ و بزرگ‌ترین آن ۷۵ میلی‌متر می‌باشد. تعدادی از مدول‌ها که احتمالاً در کارگاه هنرستان می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند به شرح زیر می‌باشند :

مدول ۱ — مدول ۱/۵ — مدول ۲ — مدول ۳

... و ۵ ـ ۴/۵ ـ ۴ ـ ۳/۷۵ ـ ۳/۵ ـ ۳/۲۵ ـ ۳ ـ ۲/۷۵ ـ ۲/۵ ـ ۲/۲۵ ـ ۲ ـ ۱/۷۵ ـ ۱/۵ ـ ۱/۲۵ ـ ۱

با توجه به اینکه محیط دایره گام برابر گام ضربدر تعداد دندانه چرخ‌دنده می‌باشد می‌توان نوشت :

تعداد دنده × گام = محیط دایره گام

$$U = d \times \pi = P \times z$$

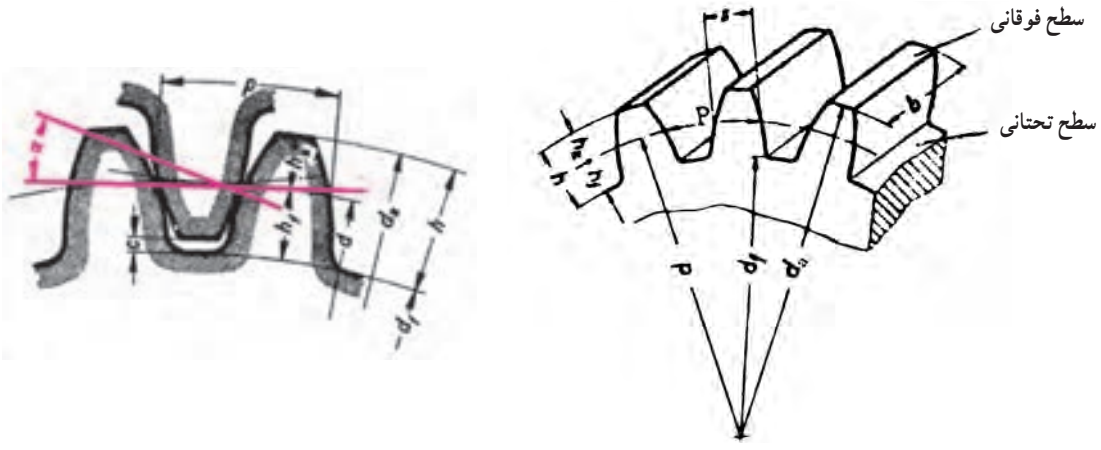
$$d \times \pi = \overbrace{m \times \pi}^{P} \times z \Rightarrow \boxed{d = m \times z} \qquad \boxed{m = \frac{d}{z}}$$

با داشتن فرمول قطر دایره گام (d) و با توجه به شکل زیر می‌توان سایر مشخصات یک چرخ‌دنده را به شرح زیر تعریف و محاسبه کرد :

ارتفاع سردنده (h_a) : عبارت است از فاصله شعاعی بین سطح فوقانی و دایره گام و مقدار آن برابر مدول می‌باشد.

$$\boxed{h_a = m}$$

مقدار لقی (c) : بین یک دنده پر و یک دنده خالی دو چرخ‌دنده درگیر با هم، فاصله مجازی است که آن را لقی بین دو دنده گویند و مقدار آن را در موارد مختلف بین $\frac{۱}{۱۰}$ تا $\frac{۳}{۱۰}$ مدول در نظر می‌گیرند. این مقدار را در ماشین‌سازی معمولاً $c = \frac{۱}{۶}m = ۰/۱۶۷m$ انتخاب می‌کنند.



ارتفاع پای دنده (h_f) : عبارت‌است از فاصله شعاعی بین سطح تحتانی و دایره گام و مقدار آن با توجه به تعریف مقدار لقی برابر است با :

$$h_f = h_a + c = m + ۰/۱۶۷ \Rightarrow \boxed{h_f = ۱/۱۶۷m}$$

عمق دنده (h) : عبارتست از مجموع ارتفاع سر دنده و پای دنده.

$$h = h_k + h_f = m + ۱/۱۶۷m \Rightarrow \boxed{h = ۲/۱۶۷m}$$

قطر سر دنده (d_a) : بزرگ‌ترین قطر چرخ‌دنده‌ها را، قطر سر دنده یا قطر تراش گفته و با توجه به شکل، مقدار آن برابر است با :

قطرسر دنده = قطر دایره گام + ارتفاع سر دنده + ارتفاع سر دنده

$$d_a = d + m + m \Rightarrow \boxed{d_a = d + ۲m}$$

در فرمول فوق اگر به جای قطر دایره گام مقدار آن ($d_o = m \times z$) را قرار دهیم فرمول دیگری جهت محاسبه قطر سر دنده

حاصل می‌شود :

$$d_k = d_o + ۲m = m \times z + ۲m = m(z+۲) \Rightarrow \boxed{d_a = m(z+۲)}$$

قطر پای‌دنده (d_f) : کوچک‌ترین قطر چرخ‌دنده بوده و مقدار آن از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

ارتفاع پای دنده − ارتفاع پای دنده − قطر دایره گام = قطرپای دنده

$$d_f = d_o - ۱/۶۷m - ۱/۶۷m = d_o - ۲/۳۳۴m \Rightarrow \boxed{d_f = d - ۲/۳۳۴m}$$

اگر به‌جای قطر دایره گام مقدار آن ($d_o = m \times z$) را در فرمول فوق قرار دهیم خواهیم داشت :

$$d_f = d_o - ۲/۳۲m = m \times z - ۲/۳۲m \Rightarrow \boxed{d_f = m(z - ۲/۳۳۴)}$$

جلسه پنجم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسهٔ پنجم	زمان (دقیقه)
۱	آماده کردن کلاس شامل احوالپرسی، حضور و غیاب بررسی و وضعیت هنرجویان	۱۰
۲	بررسی دفاتر هنرجویان، نحوه حل تمرین، مرتب بودن و دادن امتیاز به آن‌ها	۲۰
۳	حل تمرین‌های نمونه مثلاً شماره ۳ صفحه ۱۶	۱۰
۴	حل تمرین‌های نمونه مثلاً شماره ۳ صفحه ۱۷	۱۰
۵	حل تمرین‌های نمونه مثلاً شماره ۶ صفحه ۱۸	۱۰
۶	حل تمرین‌های نمونه مثلاً شماره ۴ صفحه ۲۴	۱۰
۷	حل تمرین‌های نمونه مثلاً شماره ۶ صفحه ۲۵	۱۰
۸	حل تمرین‌های نمونه مثلاً شماره ۹ صفحه ۲۶	۱۰

تمرین ۳ صفحه ۱۶ :

حل :

$z = ۱۶$

$d_a = ۴۵$ $\qquad d_a = m(z+۲)$

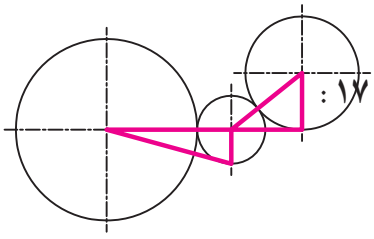
$C = ۰/۲۵\ m$ $\qquad m = \frac{۴۵}{۱۶\ \ ۲} = ۲/۵mm$

$m = ?$ مدول $\qquad h = \frac{۱۳}{۶}m = \frac{۱۳}{۶} \times ۲/۵$

$h = ?$ ارتفاع دنده $\qquad h = ۵/۴۱۶mm$

$b = ?$ پهنای دنده $\qquad b = ۱۰mm = ۱۰ \times ۲/۵ = ۲۵mm$

تمرین ۳ صفحه ۱۷ :



$d_۱ = m \times z_۱ = ۶۴ \times ۱/۵ = ۹۶mm$

$d_۲ = m \times z_۲ = ۲۴ \times ۱/۵ = ۳۶mm$

$d_۳ = m \times z_۳ = ۴۰ \times ۱/۵ = ۶۰mm$

حل :

$$a = \frac{m(z_۱ + z_۲)}{۲} = \frac{۱/۵(۶۴ + ۲۴)}{۲} = ۶۶mm$$

یا $a = \frac{d_1 + d}{2} = \frac{۹۶ + ۳۶}{2} = ۶۶mm$

$a_2 = \frac{d_2 + d_3}{2} = \frac{۳۶ + ۶۰}{2} = ۴۸mm$

یا $a_2 = \frac{m(z_2 + z_3)}{2} = \frac{۱/۵(۲۴ + ۴۰)}{2} = ۴۸mm$

مسئله ۶ صفحه ۱۸

$a = ۸۲/۵mm$

$z_2 = ۲۴$

$m = ۲/۵mm$

$Z_1 = ?$

$d_1 = ?$

$d_2 = ?$

$x = ?$

$a = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} \Rightarrow \frac{۸۲/۵}{1} = \frac{۲/۵(z_1 + ۲۴)}{2}$

$۱۶۵ = ۲/۵ (z_1 + ۲۴)$

$\frac{۱۶۵}{۲/۵} = z_1 + ۲۴$

الف) $z_1 = ۶۶ - ۲۴ = ۴۲$

$d_1 = m \times z_1$

$d_1 = ۲/۵ \times ۴۲$

$d_1 = ۱۰۵ mm$

$x = ۱۰ + \frac{da_1}{2} + ۸۲/۵ + \frac{da_2}{2} + ۱۰$

ب) $d_{a1} = m(z_1 + ۲) = ۲/۵ (۴۲ + ۲) = ۱۱۰mm$

$d_{a2} = m(z_2 + ۲) = ۲/۵ (۲۴ + ۲) = ۶۵mm$

$d_2 = m \times z_2$

$d_2 = ۲/۵ \times ۲۴$

$d_2 = ۶۰ mm$

$x = ۱۰ + \frac{۱۱۰}{2} + ۸۲/۵ + \frac{۶۵}{2} + ۱۰$

ج) $x = ۱۹۰mm$

تمرین ۴ صفحه ۲۴

$m = ۱/۵ m$

$z_1 = ۲۵$

$d_2 = ۲۲۸/۵$

$c = ۰/۱۶۷m$

$d_2 = ?$

$z_2 = ?$

حل :

$d_{f2} = d_2 + ۲hf$

$h_f = m + c = m + ۰/۱۶۷m = ۱/۱۶۷m$

$h_f = ۲/۱۶۷ \times ۱/۵ = ۱/۷۵mm$

$۲۲۸/۵ = d_2 + ۲(۱/۷۵) = ۲۲۵ mm$

$d_2 = m \times z_2$

$z_2 = \frac{۲۲۵}{۱/۵} = ۱۵۰$

تمرین ۶ صفحه ۲۵

حل :

$I = \frac{z_2 \times z_4}{z_1 \times z_3}$

$Z_4 = ?$

$n_4 = ?$

$a_1 = ?$

$a_2 = ?$

$I = 7/5 : 1$

$n_1 = 1800\ u/min$

$\frac{7/5}{1} = \frac{54 \times z_4}{18 \times 20} \Rightarrow z_4 = \frac{7/5 \times 18 \times 20}{54}$

$Z_4 = 50$

$z_1 = 18$

$z_2 = 54$

$I = \frac{n_1}{n_4} \Rightarrow \frac{7/5}{1} = \frac{1800}{n_4} \Rightarrow n_4 = \frac{1800}{7/5} = 240\ u/min$

$mz_1, z_2 = 3mm$

$z_3 = 20$

$a_1 = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} = \frac{3(18+54)}{2} = 108mm$

$mz_3, z_4 = 4mm$

$a_2 = \frac{m(z_3 + z_4)}{2} = \frac{4(20+50)}{2} = 1400mm$

مسئله ۹ صفحه ۲۶

$n_A = 720\ u/min$

$I_g = ?$

$n_E = ?$

$I_g = \frac{z_2 \times z_4 \times ....}{z_1 \times z_3 \times ....} = \frac{100 \times 58 \times 62}{25 \times 32 \times 28} = 16/5 : 1$

$\frac{n_A}{n_E} = \frac{z_2 \times z_4 \times z_6}{z_1 \times z_3 \times z_5} = \frac{720}{n_E} = \frac{85 \times 58 \times 62}{40 \times 32 \times 28}$

$n_E = \frac{720 \times 40 \times 32 \times 28}{85 \times 58 \times 62} = 84/4\ u/mir$

جلسه ششم

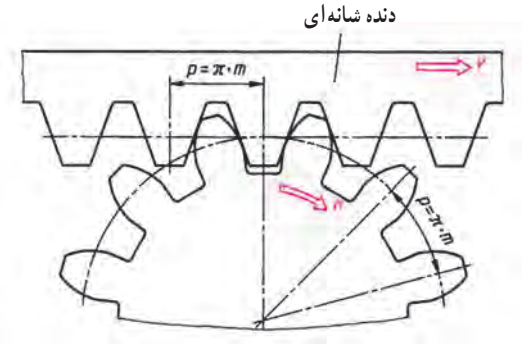
ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه ششم	زمان به دقیقه
۱	آماده‌کردن کلاس شامل سلام، احوالپرسی، حضور و غیاب	۱۰
۲	تدریس مبحث انتقال حرکت توسط چرخ و شانه	۱۰
۳	تدریس مبحث انتقال حرکت توسط پیچ حلزون و چرخ حلزون	۱۰
۴	تدریس مبحث انتقال حرکت توسط پیچ و مهره	۱۰
۵	حل مسائل نمونه کتاب ص ۲۸ و ۲۹ و ۳۲ و ۳۵ و ۳۶	۴۰
۶	مشخص کردن تکالیف هنرجویان برای منزل با شرح نکات مهم	۱۰

محاسبه انتقال حرکت توسط چرخ و شانه : در این سیستم حرکت گردشی یک چرخ‌دنده یا قسمتی از یک چرخ‌دنده به حرکت مستقیم دنده شانه‌ای تبدیل می‌شود.

به‌طوری که در شکل زیر دیده می‌شود به‌ازای گردش یک دور چرخ‌دنده، دنده شانه‌ای به اندازه محیط دایره تقسیم چرخ‌دنده در امتداد خط مستقیم حرکت می‌کند. بنابراین محاسبات انتقال حرکت با دنده شانه‌ای به شرح زیر خواهد بود :

علائم اختصاری :

m = مدول
n = تعداد دوران چرخ‌دنده
p = گام
z = تعداد دندانه چرخ‌دنده
s = راه پیموده‌شده توسط دنده شانه‌ای
d = قطر دایره گام چرخ دنده
α = زاویه چرخش چرخ‌دنده
v = سرعت پیشروی دنده شانه‌ای



به‌ازای گردش «$a=۳۶۰^{\circ}$» چرخ‌دنده، دنده شانه‌ای به اندازه $s=z\times p$ حرکت خواهد کرد. این مسافت برابر است با محیط چرخ‌دنده روی دایره گام «$s=\pi\times p$»

به‌ازای گردش α درجه چرخ‌دنده، مقدار s برابر خواهد بود با :

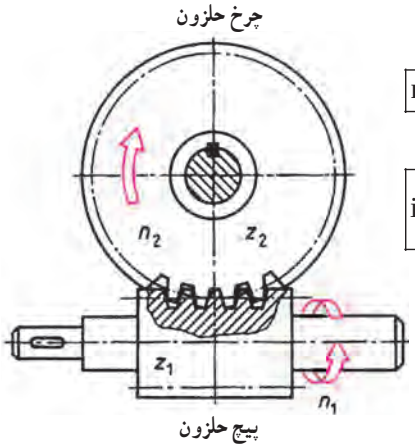
$$s = z \times p \times \frac{\alpha}{۳۶۰}$$

سرعت محیطی چرخ‌دنده برابر است با سرعت پیشروی دنده شانه‌ای، بنابراین خواهیم داشت :

$$v = z \times p \times n$$

انتقال حرکت با پیچ حلزون و چرخ حلزون : برای انتقال حرکت با نسبت‌های زیاد از پیچ حلزون و چرخ حلزون استفاده می‌شود.

به‌ازای گردش یک دور پیچ حلزون یک راهه، چرخ حلزون به اندازه یک دندانه جابجا می‌شود شکل زیر با توجه به اینکه تعداد راه پیچ حلزون در اینجا رُل تعداد دندانه چرخ محرک $Z_۱$ را بازی می‌کند، بنابراین می‌توان رابطه چرخ‌دنده‌های ساده را در این سیستم نیز تعمیم داد.



$$n_۱ \times z_۱ = n_۲ \times z_۲$$

$$i = \frac{n_۱}{n_۲} \quad \text{یا} \quad i = \frac{z_۲}{z_۱}$$

علائم اختصاری :

$z_۱$ = تعداد راه پیچ حلزون

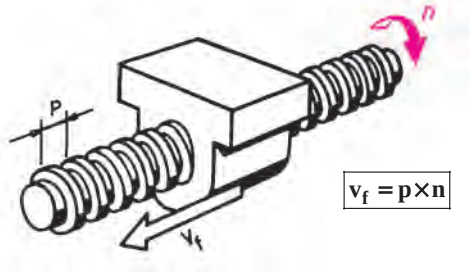
$z_۲$ = تعداد دندانه چرخ حلزون

$n_۱$ = تعداد دوران پیچ حلزون

$n_۲$ = تعداد دوران چرخ حلزون

محاسبات انتقال حرکت توسط پیچ و مهره : برای تبدیل حرکت دورانی به حرکت خطی از پیچ و مهره نیز استفاده می‌شود. شکل زیر که معمولاً پیچ حرکت دورانی و مهره حرکت خطی دارد. مانند ایجاد حرکت پیشروی در ماشین‌های ابزار.

سرعت پیشروی مهره در این سیستم متأثر از گام و تعداد دوران پیچ بوده و مقدار آن از رابطه زیر به‌دست می‌آید.



$$v_f = p \times n$$

علائم اختصاری :

v_f = سرعت پیشروی

s = مقدار تغییر مکان

P = گام پیچ

n = تعداد دوران پیچ در هر دقیقه

لازم به تذکر است که اگر به جای تعداد دوران در هر دقیقه مقدار دوران مطرح باشد، مقدار تغییر مکان (s) حاصل خواهد شد.

مفاهیم برای هنرجویان بیان شود :

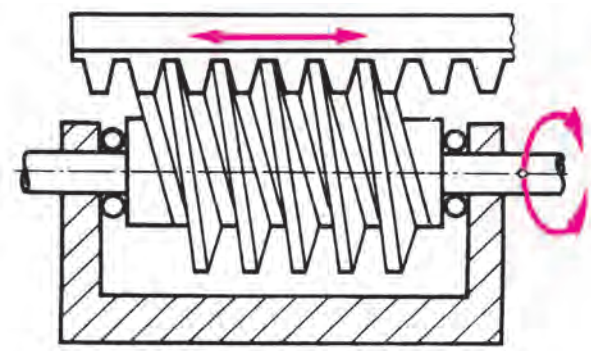
تعداد راه پیچ حلزون (پیچ‌های چند راهه (چند نخه) $Z_۱(g)$

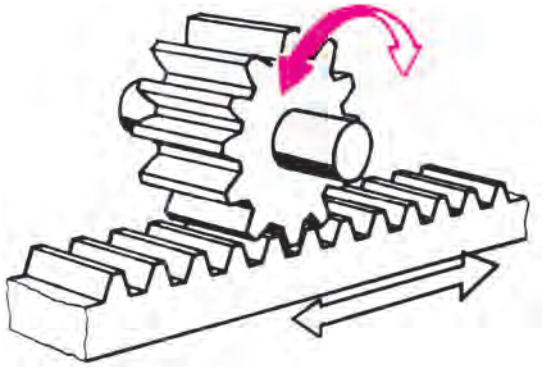
سرعت پیشروی پیچ و مهره Vf

S = تغییر مکان پیچ و مهره S

T = تعداد تقسیمات حلقه تنظیم به‌صورت عملی روی دستگاه تراش، فرز، صفحه تراش و ... .

انتقال حرکت توسط چرخ و شانه

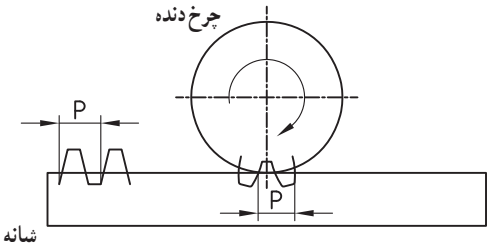




به کمک چرخ و شانه می‌توان حرکت دورانی را به حرکت خطی و یا بالعکس تبدیل نمود سرعت حرکت خطی بستگی به عده دوران چرخ و گام دنده دارد از این روش برای تأمین حرکت پیشروی دستگاه پیشروی و بار ماشین‌های تراش، حرکت پیشروی میل مته و تنظیم ارتفاع میز در ماشین‌های مته استفاده شده است.

در سیستم چرخ و شانه با یک دور دوران چرخ‌دنده شانه به اندازه محیط دایره گام چرخ‌دنده جابجا می‌شود.

$$\left\{\begin{array}{c} u = d \times \pi \\ \text{یا} \\ u = p \times z \end{array}\right\}$$



که از این رابطه می‌توان روابط زیر را نتیجه گرفت :

مسافت طی شده = تغییر مکان = جابه‌جایی = پیشروی = مسیر طی شده = S شانه به ازای α° گردش چرخ‌دنده

برای اثبات این رابطه (S) از تناسب زیر استفاده می‌شود.

زاویه گردش چرخ‌دنده	جابه‌جایی شانه
۳۶۰°	محیط $\pi \times d = p \times z = u$
α°	Ss?

$$\Rightarrow \quad S_{mm} = \frac{\alpha \times \pi \times d}{۳۶۰} = \frac{\alpha \times p \times z}{۳۶۰}$$

جابه‌جایی شانه به ازای n دور گردش چرخ‌دنده = S

تعداد دوران چرخ‌دنده	جابه‌جایی شانه
۱ دور	محیط دایره گام $\pi \times d = p \times z = u$
n دوران چرخ	Ss?

$$S_{mm} = n \times \pi \times d = n \times p \times z$$

$$\underset{mm/min}{V} = \underset{mm/min}{V} = \underset{(1/min)}{n} \times \pi \times \underset{mm}{d} = \underset{(1/min)}{n} \times \underset{mm}{p} \times z$$

جابه‌جایی شانه در زمان معین = S

$V = \frac{S}{t} \Rightarrow \underset{min}{S} = \underset{mm/nim}{V} \times \underset{min}{t}$ **(زمان جابه‌جایی بر حسب دقیقه)**

نکته : در فرمول‌های بالا α و z و d و n مربوط به چرخ‌دنده‌ایست که با شانه درگیر است.

مسائل صفحه ۳۰

۱ـ $Z=16\ ,\quad P=6/28mm\quad \alpha=180^\circ\quad S=?$

$$S=\frac{\alpha\times p\times z}{360}=\frac{180\times 6/28\times 16}{360}=50/24mm$$

۲ـ $S=1200mm\ ,\quad Z=100\ ,\quad n=25\ ,\quad d=400mm$

الف) $\alpha=?\quad S=\frac{\alpha\times\pi\times d}{360}\Rightarrow 1200=\frac{\alpha\times 3/14\times 400}{360}\Rightarrow \alpha=343/94^\circ$

ب) $V=\frac{n\times\pi\times d}{1000}\Rightarrow V=\frac{25\times 3/14\times 400}{1000}=31/4\,m/min$

۳ـ $V=45\,m/min\ ,\ n=30\ 1/min\ ,\ z=80\ ,\ \alpha=54^\circ\ ,\ S=?$

$$V=\frac{n\times\pi\times d}{1000}\Rightarrow 45=\frac{30\times 3/14\times d}{1000}=\boxed{d=477/7mm}$$

$$S=\frac{\alpha\times\pi\times d}{360}\Rightarrow S=\frac{54\times 3/14\times 477/7}{360}\Rightarrow \boxed{\begin{matrix}S=2249/96mm\\ S\simeq 2250mm\end{matrix}}$$

۴ـ $V=162\ mm/min\ ,\quad Z=18\ ,\quad m=6mm\ ,\ t=0/6min$

الف) $d=?\Rightarrow d=m\times z=6\times 18=\boxed{108mm=d}$

ب) $n=?\Rightarrow V\,mm/min=n\times\pi\times d\Rightarrow 162=n\times 3/14\times 108\Rightarrow \boxed{n=9/477\ 1/min}$

ج) $S=?\Rightarrow S=V\times t\Rightarrow S=162\times 0/6\,min=\boxed{97/2mm}$

د) $\alpha=?\Rightarrow S=\frac{\alpha\times\pi\times d}{360}\Rightarrow 97/2=\frac{\alpha\times 3/14\times 108}{360}\Rightarrow \boxed{\alpha=103/18}$

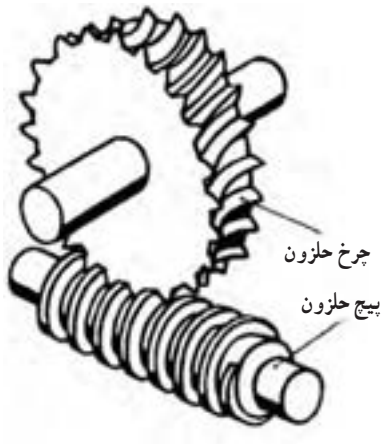
۵ـ $20P=314mm\Rightarrow P=\frac{314}{20}\ \boxed{15/7mm=P}\ ,\ d=300mm, S=400mm$

الف) $m=?\Rightarrow P=m\times\pi\Rightarrow 15/7=m\times 3/14\Rightarrow m=\frac{15/7}{3/14}=\boxed{5mm=m}$

ب) $z=?\qquad d=m\times z\Rightarrow 300=5\times z\Rightarrow \boxed{z=60}$

ج) $d=?\qquad S=\frac{\alpha\times\pi\times d}{360}\Rightarrow 400=\frac{\alpha\times 3/14\times 300}{360}\Rightarrow \boxed{\alpha=152/86^\circ}$

انتقال حرکت توسط پیچ حلزون و چرخ حلزون



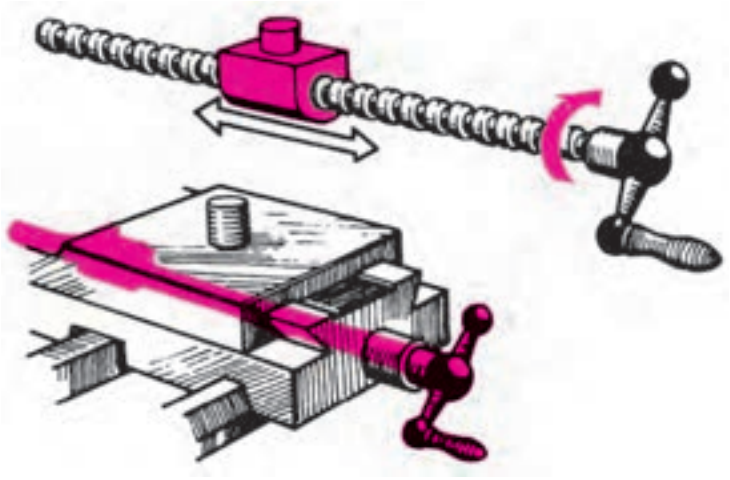
این سیستم از یک پیچ حلزون و چرخ حلزون تشکیل شده و پیچ می‌تواند هر دور گردش به اندازه گام خود در چرخ‌دنده حلزون تغییر مکان بوجود آورده و حرکت را منتقل نماید. از سیستم حلزون برای انتقال حرکت با نسبت‌های بزرگ تا ۱ :۳۰۰ و زمانی که صرفه‌جویی در جا مطرح باشد استفاده می‌کنند.

محورها متنافر بوده و ۹۰ درجه زاویه دارند ویژگی منحصر بفرد سیستم حلزون یک‌طرفه بودن حرکت از حلزون به چرخ دنده حلزون می‌باشد که در جرثقیل‌ها، آسانسورها و غیره کاربرد دارد همچنین چرخ حلزون آرام کار کرده و ارتعاشات را در خود خفه می‌کند و از معایب آنها می‌توان به نیروی محوری زیاد اشاره کرد که بایستی توسط یاتاقان کف گرد خنثی شود. پیچ حلزون نیز می‌تواند یک راهه و چندراهه باشد (g)

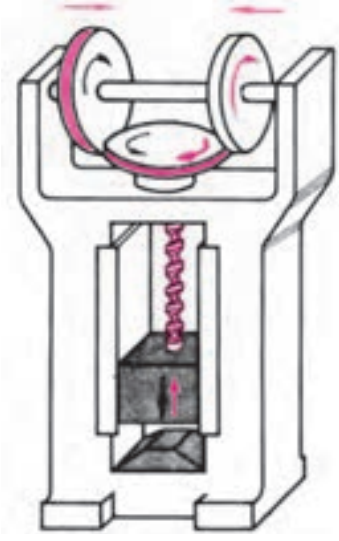
$I=\frac{z_2}{g}$ یا $I=\frac{n_1}{n_2}$ و $\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_2}{z_1(g)}$

تعداد راه — تعداد راه

انتقال حرکت توسط پیچ و مهره



سوپرت ماشین تراش



پرس پیچی

مسائل صفحه ۳۳ :

۱ــ الف) $i=?$ $n_2=?$ $z_2=۷۸$ $n_1=۱۵۶۰$ $z_1=g=۱$: تعداد راه

$$i=\boxed{\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_2}{z_1}}\Rightarrow\frac{۱۵۶۰}{n_2}=\frac{۷۸}{۱}\Rightarrow n_2=۲۰, i=\frac{z_2}{z_1}=\frac{۷۸}{۱}=\boxed{۷۸=i}$$

۲ــ $i=۸۰$, $z_1=g=۲$, $z_2=?$

$$i=\frac{z_2}{z_1}\Rightarrow ۸۰=\frac{z_2}{۲}\Rightarrow z_2=۱۶۰$$

۳ـ $z_۱=g=۱ \quad , \quad n_۱=۹۰۰\frac{۱}{min} \quad , \quad z_۲=۱۵$

الف) $n_۲=? \Rightarrow i=\boxed{\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{z_۲}{z_۱}} \Rightarrow \frac{۹۰۰}{n_۲}=\frac{۱۵}{۱} \Rightarrow \boxed{n_۲=۶۰}$

ب) $i=\frac{z_۲}{z_۱} \Rightarrow i=\frac{۱۵}{۱}=۱۵$

۴ـ $n_۱=۱۴۵۰ \quad , \quad z_۱=۵۶ \quad , \quad z_۲=۹۶ \quad , \quad z_۳=۲ \quad , \quad z_۴=۶۰$

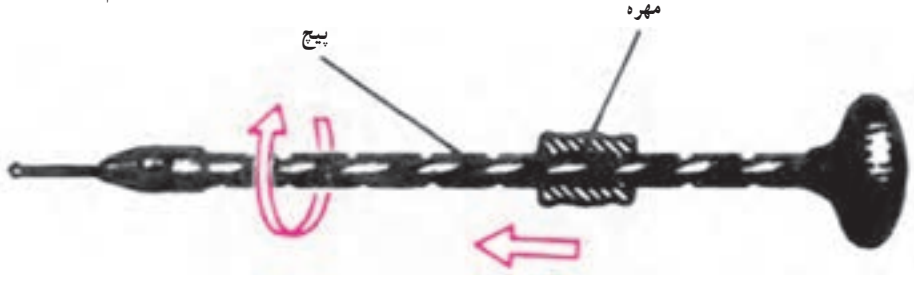
الف) $i=? \Rightarrow i=\frac{n_۱}{n_۴}=\frac{z_۲\times z_۴}{z_۱\times z_۳} \Rightarrow i=\frac{۹۶\times ۶۰}{۵۶\times ۲}=\boxed{۵۱/۹۲=i}$

ب) $n=? \Rightarrow i=\frac{n_۱}{n_۴} \Rightarrow ۵۱/۴۲=\frac{۱۴۵۰}{n_۴} \Rightarrow n_۴=۲۸/۲\,\frac{۱}{min}$

از این مکانیزم نیز همانند چرخ و شانه برای انتقال حرکت و همچنین تبدیل حرکت دورانی به خطی استفاده می‌شود و برحسب نیاز می‌توان پیچ و یا مهره را به حرکت دورانی واداشته و در دیگری حرکت خطی ایجاد کرد سرعت حرکت خطی در پیچ و مهره به عده دوران پیچ و یا مهره و گام آنها بستگی دارد. از پیچ و مهره‌ها در انواع گره‌ها، پرس‌ها و جک‌های پیچی و همچنین در سوپرت عرضی و سوپرت فوقانی ماشین تراش و حرکت میز ماشین‌های ابزار (فرز، صفحه تراش) استفاده شده است. به کمک پیچ و مهره می‌توان حرکت خطی را نیز به حرکت دورانی تبدیل کرد بشرطی که گام پیچ زیاد باشد مانند پیچ‌گوشتی‌های اتومات

$V_f=P\times n$

عده دوران مهره × گام = سرعت پیشروی



پرسش

از هنرجویان سؤال شود :

ـ مکانیزم چرخ و شانه، پیچ و حلزون و چرخ حلزون و پیچ و مهره با چه اهدافی در ماشین‌ها و خصوصاً ماشین‌های ابزار صورت می‌گیرد؟

ـ جایی که از سه مکانیزم فوق در ماشین‌آلات کارگاه استفاده شده ذکر نمایید.

ـ نسبت انتقال حرکت I در پیچ و چرخ حلزون دستگاه تقسیم فرز را بنویسید.

ـ ویژگی خاص سیستم حلزونی چیست و در کجا به کار رفته است؟

ـ و .....

جواب : از چرخ و شانه برای تبدیل حرکت دورانی به رفت و برگشتی و در سوپرت طولی ماشین تراش به‌کار رفته است، پیچ حلزون و چرخ حلزون برای انتقال حرکت با نسبت‌های زیاد و فضای کم در کارگاه و همچنین دستگاه تقسیم فرز استفاده شده است.

حلقه مدرج

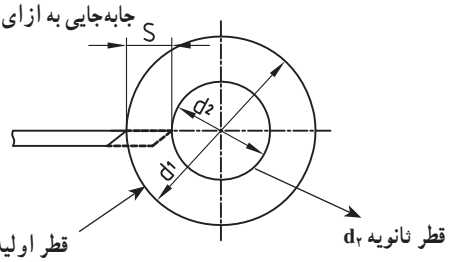
برای تعیین کردن میزان پیشروی یا باردهی در ماشین‌های ابزار بر روی محور پیچ محرک سوپرت‌ها و میزها حلقهٔ مدرجی قرار داده می‌شود. حلقه مدرج دارای قطر d بوده و سطح آن به T قسمت مساوی تقسیم شده است. در مورد حلقه مدرج باید بدانیم که به‌ازای گردش معادل یک تقسیم از تقسیمات حلقه جابه‌جایی یا پیشروی میز یا ابزار (دقت حلقه) چقدر خواهد بود که از تناسب زیر بدست می‌آید.

نکته : چنانچه حلقه مدرج یک دور کامل گردش کند، میز به اندازهٔ یک گام پیچ محرک جابجا شود)

جابه‌جایی	تعداد تقسیمات حلقه
گام پیچ تراشیدنی ← p	طی شدن قسمت T =یک دور گردش حلقه
Ss?	۱

در دستگاه تراش و سوپرت عرضی آن به‌ازای این مقدار بار و براده‌برداری قطر قطعه کار کاسته خواهد شد.

$$S = \frac{P}{T}$$



که می‌توان S را ازطریق شکل بالا نیز محاسبه کرد.

$$S = \frac{d_1 - d_2}{2}$$

$$d_1 - d_2 = \Delta d \Rightarrow S = \frac{\Delta d}{2}$$

کاهش قطر

P= گام پیچ تراشیدنی

T= تعداد محل تقسیمات حلقه

Δd : کاهش قطر

پس $\boxed{S = \frac{P}{T} = \frac{\Delta d}{2}}$

(**نکته :** گام پیچ تراشیدنی برحسب میلی‌متر باشد)

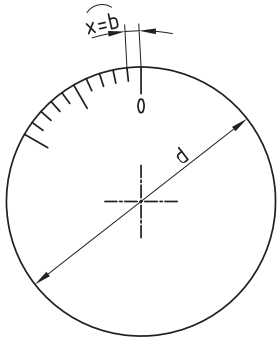
برای محاسبه x = b = فاصلهٔ بین دو خط حلقه

از رابطه مقابل استفاده می‌کنیم.

محیط حلقه

$$x = b = \frac{\pi \times d}{T}$$

تعداد کل تقسیمات حلقه



از پیچ و مهره برای تبدیل حرکت دورانی به رفت و برگشتی و یا بالعکس استفاده می‌شود و در سوپرت عرضی و فوقانی ماشین تراش، گیره سوهانکاری و آهنگری، حرکت میز ماشین فرز و صفحه تراش به‌کار رفته است.

نسبت بین پیچ حلزون و چرخ دنده حلزون در مکانیزم‌ها متفاوت است اما نسبت دستگاه تقسیم ماشین فرز ۱ :۴۰ و ۱ :۶۰ می‌باشد.

از ویژگی‌های خاص جعبه‌دنده‌های حلزونی می‌توان به یکطرفه بودن حرکت از پیچ به سمت چرخ دنده (محور خروجی)، نرم‌بودن حرکت، افزایش گشتاور ... اشاره کرد.

یکطرفه حرکت در بالابرها و جراثقال‌ها باعث توقف بار و جلوگیری از حرکت خود بخود آن می‌شود به‌طوری‌که با خاموش‌شدن الکتروموتور بار در جای خود متوقف می‌شود و یا در جرثقیل‌های دستی که در مکان‌های سرویس خودرو به‌کار رفته بار زمانی بالا و پایین می‌رود که زنجیر محرک جابجا شود.

جلسه هفتم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه هفتم	زمان (دقیقه)
۱	حضور و غیاب، احوالپرسی، بررسی وضعیت ظاهری هنرجویان	۱۰
۲	بازدید دفاتر تکالیف هنرجویان و دادن امتیاز به آنها	۲۰
۳	حل تمرین ۴ صفحه ۳۰	۱۰
۴	حل تمرین ۴ صفحه ۳۳	۵
۵	حل تمرین ۳ صفحه ۳۷	۱۰
۶	حل تمرین ۴ صفحه ۳۷	۵
۷	حل تمرین از سؤالات پایان ترم سال‌های گذشته	۱۰
۸	آزمون پایان فصل مشتمل بر ۲ سؤال	۲۰

مسئله ۴ صفحه ۳۰ :

$V = ۱۶۲ \ mm/min$ $\quad d = m \times z$

$do = ?$ $\quad d = ۶ \times ۱۸ = ۱۰۸mm$

$n = ?$ $\quad p = m \times \pi = ۶ \times ۳/۱۴ = ۱۸/۸۴mm$

$\alpha = ?$

$m = ۶mm$

$z = ۱۸$

$V_۱ = V_۲$ $\quad$ سرعت چرخ‌دنده = سرعت شانه

چرخ $V = do \times \pi \times n$

$۱۶۲ = ۱۰۸ \times ۳/۱۴ \times n \Rightarrow n = ۰/۴۷۷ \ u/min$

$S = p \times z \times t$

$S = ۱۸/۸۴ \times ۱۸ \times ۰/۶ = ۹۷/۲m$

یا $= ۱۶۲ \times ۰/۶ = ۹۷/۲mm$

$$S = z \times P \times \frac{\alpha}{۳۶۰}$$

$$۹۷/۲ = ۱۸ \times ۱۸/۸۴ \times \frac{\alpha}{۳۶۰}$$

$$\alpha = \frac{۹۷/۲ \times ۳۶۰}{۱۸ \times ۱۸/۸۴} = ۱۰۳;۱۱$$

مسئله۴ صفحه ۳۳ :

$n_1 = ۱۴۵۰\ u/min$ $\quad I = I_1 \times I_2$

$z_1 = ۵۶$

$z_2 = ۹۶$ $\quad I = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_3}{z_3} = \frac{۹۶}{۵۶} \times \frac{۶۰}{۲} = ۵۱/۴$

$z_1(g) = ۲$

$z_4 = ۶۰$ $\quad I = \frac{n_A}{n_E} \Rightarrow ۵۱/۴ = \frac{۱۴۵۰}{n_E}$

$I = ?$ $\quad n_4 = ۲۸/۲\ u/min$

$n_4 = ?$

مسئله۳ صفحه۳۷ :

$s = ۳۶mm$ $\quad$ الف) $s = P \times n_2$

$z_1 = ۲۷$ $\quad ۳۶ = ۱/۵ \times n_2 = n_2 = ۲۴u$

$z_2 = ۱۸$ $\quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$

$P = ۱/۵mm$

$n = ?\ u$ $\quad \frac{n_1}{۲۴} = \frac{۱۸}{۲۷} \Rightarrow n_1 = ۱۶$ دور

S به ازای ۱ دور $?mm$ $\quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$

$\frac{۱}{n_2} = \frac{۱۸}{۲۷} \Rightarrow n_2 = \frac{۳}{۲} = ۱/۵$ دور

ب) $S_1 = P \times n = ۱/۵ \times ۱/۵ = ۲/۲۵mm$

$V_f = P \times n = ۵۰ \times ۱/۵ = ۷۵\ mm/min$

مسئله۴ صفحه۳۷ :

$I = \frac{z_2 \times z_4}{z_1 \times z_3} = \frac{۴۸ \times ۵۱}{۱۳ \times ۲۴} = ۷/۸۴ : ۱$

$I = \frac{n_1}{n_4} \Rightarrow ۷/۸۴ = \frac{۳۵۵}{n_4} \Rightarrow n_4 = ۴۵/۲۴u$

$V_f = P \times n = ۳ \times ۴۵/۲۴ = ۱۳۵\ m/min$

جلسه هشتم

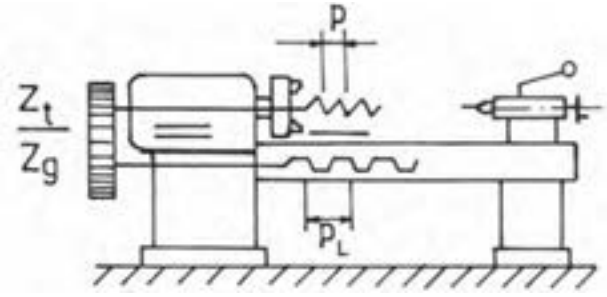
ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه هشتم	زمان به (دقیقه)
۱	سلام و احوالپرسی، حضور و غیاب	۱۰
۲	اعلام نتایج آزمون پایان فصل هفته گذشته	۱۰
۳	تدریس مبحث چرخ دنده‌های تعویضی (پس دستگاه) در هنگام پیچ بری (مقدمه)	۱۰
۴	تدریس مبحث چرخ دنده‌های تعویضی (پس دستگاه) درحالت پیچ تراشیدنی و میله هادی هر دو میلی‌متر	۱۰
۵	تدریس مبحث چرخ دنده‌های تعویضی (پس دستگاه) درحالت پیچ تراشیدنی و میله هادی هر دو اینچی	۱۰
۶	تدریس مبحث چرخ دنده‌های تعویضی در هنگامی که پیچ تراشیدنی اینچی وگام میله هادی میلی‌متری باشد	۱۰
۷	تدریس مبحث چرخ دنده‌های تعویضی در هنگامی که پیچ تراشیدنی میلی‌متری وگام میله هادی اینچی باشد	۱۰
۸	حل تمرین در نمونه کتاب در ۴۰ ، ۴۱، ۴۴	۱۰

پرسش

از هنرجویان برای این که مبحث چرخ دنده‌های تعویضی را بهتر درک نمایند سؤال شود.

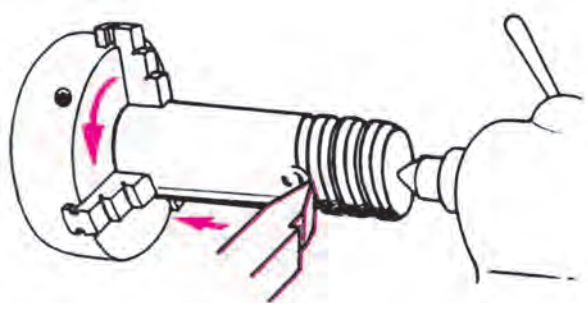
۱ــ در هنگام پیچ بری چرا میله اتومات متوقف و حرکت توسط یک اهرم به میله پیچ بری منتقل می‌شود؟

۲ــ از یکی از هنرجویان خواسته شود با رسم شکل شماتیک نحوه انتقال حرکت از جعبه دنده اصلی به جعبه دنده پیچ بری، میله پیچ بری و قوطی دستگاه تأمین حرکت سوپرت‌ها را رسم نماید.

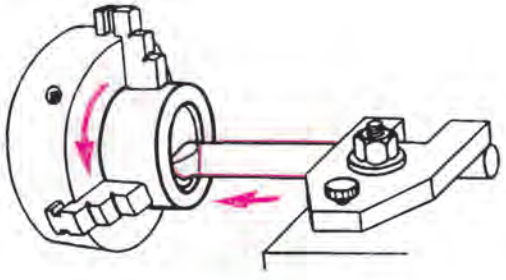


پیچ تراش روی ماشین تراش

به وسیله دنده‌های پیچ بری می‌توان در روی ماشین تراش پیچ‌های داخلی و خارجی (مهره) را با فرم و اندازه‌های مختلف و با دقت زیاد تولید کرد بدین منظور لازم است قطعه کار حرکت دورانی داشته و حرکت پیشروی رنده به اندازه گام پیچ در هر دور گردش کار تنظیم شود.

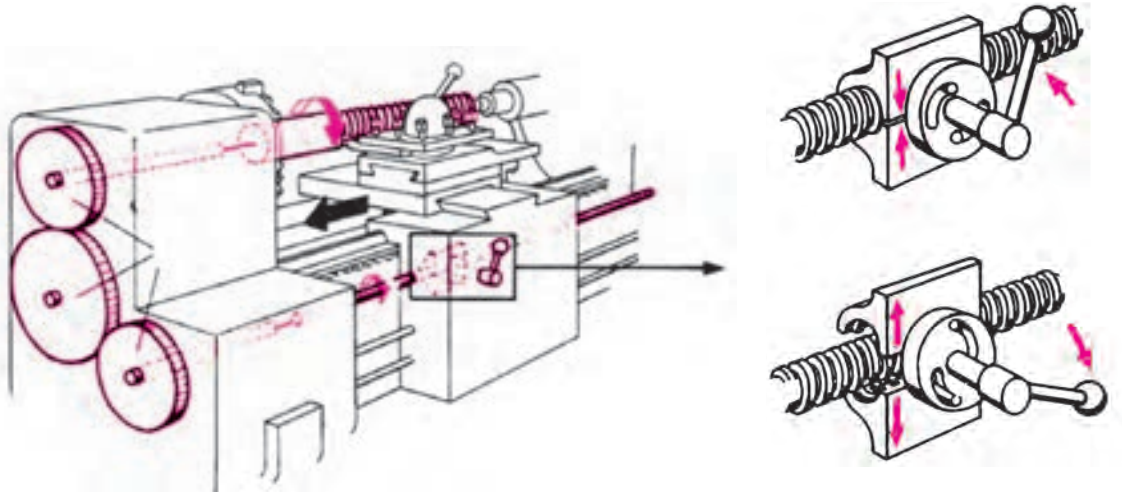


پیچ‌بری خارجی



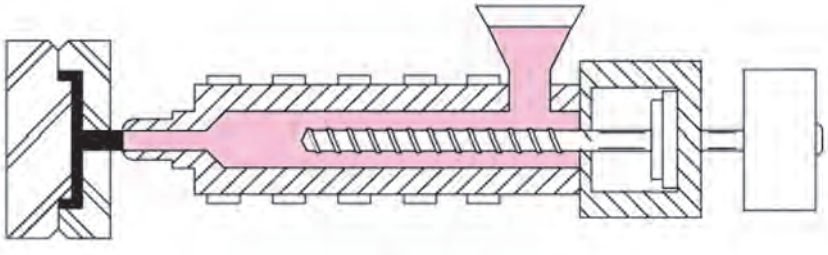
پیچ‌بری داخلی

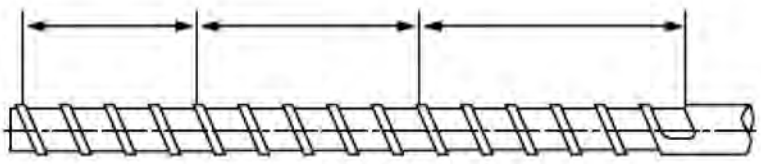
برای تأمین حرکت پیشروی و تنظیم آن متناسب با گام پیچ از جعبه دنده پیچ بری و چرخ دنده‌ای تعویضی پس دستگاه استفاده می‌شود که حرکت سه نظام (گلوئی و محور اصلی) را از طریق میله هادی (پیچ بری) و مهره دو پارچه به دستگاه تنظیم بار و در نتیجه به رنده منتقل می‌نمایند.



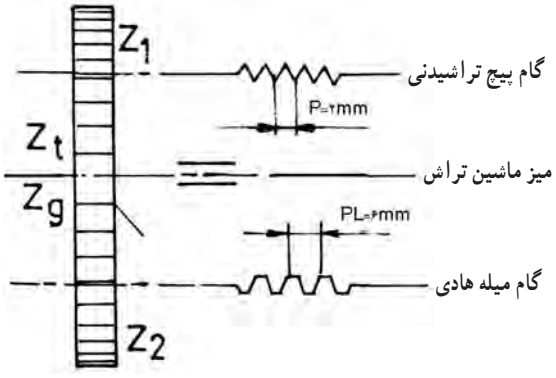
در ماشین‌های قدیمی که فاقد جعبه دنده پیچ‌بری بود محاسبه چرخ دنده‌های تعویضی بیشتر جنبه عملی داشت اما امروزه اکثر گام‌های مورد نیاز برای تراشیدن انواع پیچ در جعبه‌دنده‌ای به نام جعبه دنده اتومات و پیچ بری وجود دارد لکن در بعضی از موارد نیاز به تراشیدن پیچ‌هایی به وجود می‌آید که گام آنها در جعبه دنده پیچ‌بری پیش‌بینی نشده و لازم است با محاسبات فنی و تغییر و تعویض چرخ‌دنده‌های تعویضی پس دستگاه امکان تراشیدن پیچ با گام خاص را فراهم کرد.

آیا تا به حال از مقابل یک کارگاه تراشکاری که در حال تراشیدن یک پیچ بلند با گام زیاد است عبور کرده‌اید؟ مثلاً تراشکاری در حال تراشیدن یک پیچ با گام بلند برای دستگاه تزریق پلاستیک است (حتماً سری بزنید) از او سؤال کنید که چگونه توانسته است دستگاه را برای تراشیدن گام ماردون آماده کند.





با بیان این مقدمه باید بگوییم که حرکت محور اصلی ماشین تراش را طریق چرخ دنده‌های تعویضی به جعبه دنده پیچ بری و به میله‌های هادی می‌رسد سپس میله هادی قوطی سوپرت‌ها را حرکت می‌دهد و مثلاً می‌توان گفت اگر نسبت دنده‌های محور اصلی ماشین و میله هادی ۱ :۱ باشد و جعبه دنده پیچ بری نیز نسبت را تغییر ندهد گام پیچ تراشیدنی همانند گام میله هادی خواهد بود.



لازم به ذکر است که گام میله پیچ بری در ماشین‌های تراش با سیستم متریک معمولاً ۴، ۱۲،۶ و یا ۲۴ میلی‌متر و در ماشین‌های اینچی $\frac{۱}{۴}$ و $\frac{۱}{۲}$ اینچ می‌باشد همچنین معمولاًماشین‌های تراش تعدادی چرخ دنده پس دستگاه نیز دارند و در هنگام تحویل ماشین نو سازنده ماشین آنها را به مشتری تحویل می‌دهد تعداد رنده چرخ دنده‌های تعویضی در ماشین‌های قدیمی به شرح زیر می‌باشد.

۲۰،۲۵،۳۰،۳۵،۴۰،۴۵، ۵۰، ۵۵، (۵۷)، ۶۰، ۶۵، ۷۰، ۷۵، ۸۰، ۸۵، ۹۰، ۹۵، ۱۰۰، ۱۰۵، ۱۱۰، ۱۱۵، ۱۲۰، ۱۲۵، ۱۲۷ و ۱۵۷

از دنده ۲۰ الی ۱۲۰ با تصاعد عددی ۵ و دنده‌های خاص ۵۷، ۱۲۷، ۱۵۷ به عنوان مثال چرخ دنده‌های تعویضی پس دستگاه تراش تبریز دارای دنده‌های ..... می‌باشد.

حالات مختلف پیچ تراش

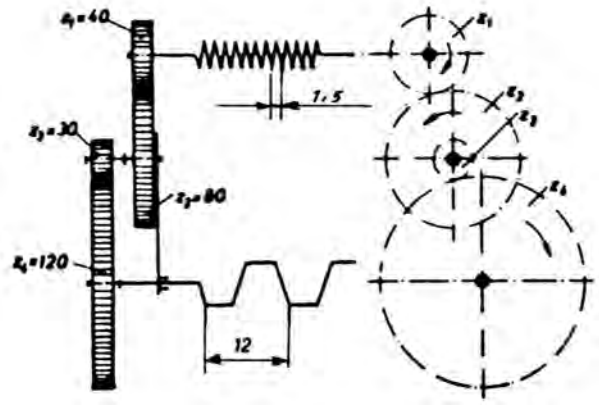
۱ــ گام پیچ تراشیدنی و گام میله هادی هر دو برحسب میلی‌متر

مثال : مسئله نمونه ۱ و ۲ صفحه ۴۰ و ۴۱

گام اینچی به‌صورت N دندانه در اینچ یا $\frac{۱''}{N}$ تعریف می‌شود. مثلاً : P و S دندانه در اینچ

$$\frac{zt}{zg}=\frac{P}{P۱}$$

$$\frac{۱''}{۵}=P$$

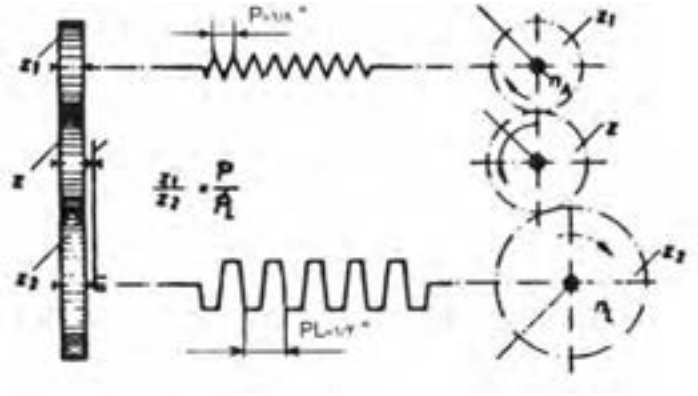


۲ــ گام پیچ تراشیدنی و گام میله هادی هر دو بر حسب اینچ

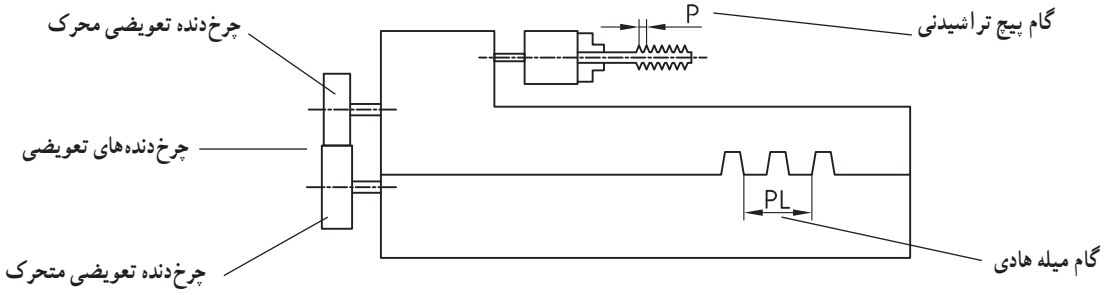
برای تراشیدن پیچ‌های اینچی روی دستگاه تراشی که میله پیچ بری آن نیز بر حسب اینچ باشد بر حسب اینکه نسبت ساده و یا دوبل باشد چرخ‌دنده‌ها را با استفاده از رابطه $\frac{zt}{zg}=\frac{P}{P_1}$ به‌دست می‌آوریم.

در این حالت کافیست گام‌ها به‌صورت $\frac{1''}{N}$ نوشته شوند و در فرمول اصلی قرار داده شوند.

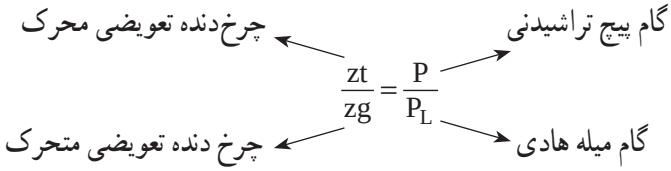
مثال : مسئله نمونه صفحه ۴۲



پس از توضیح مقدماتی تصویر سادهٔ یک دستگاه تراش را رسم کرده و محل پیچ تراشیدنی و میله هادی را به همراه چرخ‌دنده‌های تعویض توضیح می‌دهیم.



سپس برای درک بهتر فرمول مربوط به مبحث دستگاه تراش را به یک تناسب تشبیه می‌کنیم.



به دانش‌آموزان توضیح می‌دهیم که معمولاً با داشتن P و PL چرخ‌دنده‌های تعویضی مناسب محاسبه می‌شوند که دو حالت خواهد داشت.

حالت ساده : $\frac{zt}{zg}=\frac{P}{P_L}=\frac{z_1}{z_2}$

$\frac{zt}{zg}=\frac{P}{PL}=\frac{z_1\times z_3}{z_2\times z_4}\rightarrow$ نیاز به شرط کنترل مجموع دارد $\rightarrow\begin{cases}z_1+z_2\geq z_3+15\\z_3+z_4\geq z_2+15\end{cases}$ حالت دوبل یا مرکب

برای تشخیص اینکه حالت ساده یا دوبل اتفاق می‌افتد از راه زیر استفاده می‌کنیم.

کافیست کسر $\frac{P}{PL}$ را به عدد کوچکتر ساده کنیم. اگر حاصل ساده شده در مجموعه $\left\{.....,\frac{1}{5},\frac{1}{6}\right\}$ یا $\left\{.....,\frac{5}{1},\frac{6}{1}\right\}$ قرار داشت حالت ساده اتفاق می‌افتد و فقط دو چرخ‌دنده تعویض انتخاب می‌شود. ولی اگر مجموع حاصل شده $\frac{P}{PL}$، در مجموعه $\left\{...,\frac{1}{7},\frac{1}{8}\right\}$ یا $\left\{...,\frac{7}{1},\frac{8}{1}\right\}$ قرار گرفت حالت دوبل اتفاق می‌افتد که چهارچرخ تعویضی انتخاب می‌شود. در این حالت P و PL هرکدام را به۲ عدد تجزیه کرده، سپس ضریب می‌دهیم و آنگاه شرط کنترل را می‌نویسیم.

در حالت دوبل که چهارچرخ دنده تعویضی به دست می‌آید $\frac{z_1\times z_3}{z_2\times z_4}$، حتماً شرط کنترل مجموع دنده‌ها نوشته می‌شود اگر شرط اول جواب ندهد کافیست جای اعداد z_1 و z_3 با هم تعویض شود. و اگر شرط دوم جواب ندهد کافیست جای اعداد مخرج یعنی z_4 و z_2 تعویض شود.

نکته : اگر عدد بزرگ بالا سمت چپ و عدد بزرگ پایین سمت راست نوشته شود معمولاً شرط‌ها جواب می‌دهند.

۳ــ گام پیچ تراشیدنی برحسب اینچ و گام میله هادی برحسب mm : به علت اینکه یکی از دو گام برحسب اینچ است ابتدا گام اینچی را بر طبق نسبت زیر به میلی‌متر تبدیل و چرخ دنده‌های تعویضی را به دست می‌آوریم.

$$1''=25/4n=\frac{127}{5}$$

$$\text{گام اینچی}=\frac{1}{N}\xrightarrow[\text{گام میلی‌متری}]{\text{تبدیل به}}\frac{25/4mm}{N}=\frac{\frac{127}{5}}{\frac{N}{1}}=\frac{127}{5\times N}$$

پس برای تبدیل گام اینچی به میلی‌متری کافیست تعداد دندانه گام اینچی (N) در رابطه $\frac{127}{5\times N}$ قرارگیرد تا به گام میلی‌متری تبدیل شود.

علت اینکه به جای ۲۵/۴ از $\frac{127}{5}$ استفاده می‌شود این است که ۱۲۷ یکی از چرخ‌دنده‌های تعویضی است.

مثال : مسئله نمونه صفحه ۴۳

۴ــ گام پیچ تراشیدنی میلی‌متر و گام میله هادی ماشین تراش برحسب اینچ :

در این حالت نیز همانند حالت قبل ابتدا گام میله هادی رابه میلی‌متر تبدیل نموده و مانند مسئله قبل دنده‌های تعویضی را محاسبه می‌کنیم.

$$1''=25/4mm=\frac{127}{5}$$

مشابه توضیح بالا

مثال : مسئله نمونه صفحه ۴۴

جلسه نهم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه نهم	زمان به (دقیقه)
۱	آماده کردن کلاس شامل احوالپرسی، حضور و غیاب بررسی وضعیت هنرجویان	۱۰
۲	بررسی دفاتر هنرجویان، نحوه حل تمرین، مرتب بودن و دادن امتیاز به آنها	۲۰
۳	حل تمرین‌های نمونه ۱ صفحه ۴۸	۵
۴	حل تمرین‌های نمونه ۲ صفحه ۴۸	۱۰
۵	حل تمرین‌های نمونه ۳ صفحه ۴۸	۵
۶	حل تمرین‌های نمونه ۴ صفحه ۴۸	۱۰
۷	تدریس دو حالت دیگر پیچ تراشیدنی و پیچ میله هادی	۱۰
۸	دادن تکلیف به هنرجویان حل تمرین‌های ۶ الی ۹ برای جلسه آینده و یادآوری امتحان پایان فصل	۲۰

از هنرجویان پرسیده شود :

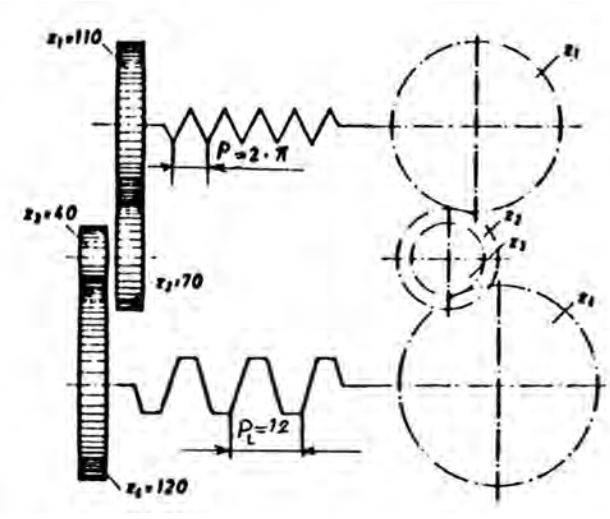
۱ــ چرا از پیچ‌های مدولی در مکانیزم‌های انتقال حرکت استفاده می‌شود. (پیچ حلزون و چرخ حلزون)

۲ــ راه پیچ یعنی چه و پیچ‌های دو یا چندراهه چه ویژگی‌هایی نسبت به یک راه دارند؟

۵ــ گام میله تراشیدنی مدولی و گام میله هادی برحسب میلی‌متر

$$P_{mm} = \frac{m \times ۲۲ \times z_۱}{۷}$$ گام پیچ تراشیدنی

مثال : مسئله نمونه صفحه ۴۵ PL برحسب mm



از پیچ‌های مدولی (حلزونی) در مواردی استفاده می‌شود که نسبت انتقال حرکت زیاد بوده و لازم است گشتاور بیشتری منتقل شود (I = ۶۰ : ۱) از این ویژگی چرخ‌های حلزون برای تقلیل سرعت و افزایش راندمان استفاده می‌گردد. پیچ‌های حلزون می‌تواند یک راهه، چند راهه و همچنین چپگرد و راستگرد انتخاب شود گام این پیچ برابرگام چرخ دنده حلزون بوده و برمبنای مدول آن محاسبه می‌شود اگر زاویه گام در پیچ حلزون یک راهه کمتر از ۵° باشد حرکت از چرخ دنده حلزون به پیچ حلزون امکان‌پذیر نمی‌باشد. و این مسئله در جرثقیل‌ها و آسانسورها بسیار مهم است.

گام پیچ تراشیدنی از رابطه مقابل به‌دست می‌آید

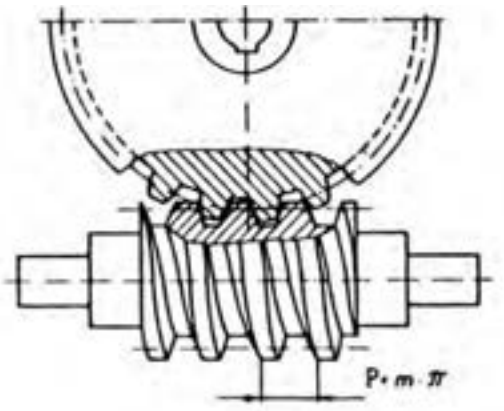
$$P = Z_1 \times m \times \pi$$

$$Z_1 = 1 \Longrightarrow P = m \times \pi$$

$$\pi = \frac{22}{7}$$

$$\boxed{P = z_1 \times m \times \frac{22}{7}}$$

مدول — تعداد راه پیچ حلزون (g)



$$\frac{zt}{zg} = \frac{P}{PL}$$

$$\frac{z_1 \times z_3}{z_2 \times z_4} = \frac{P}{PL}$$

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + 15$$

$$Z_3 + Z_4 = Z_2 + 15$$

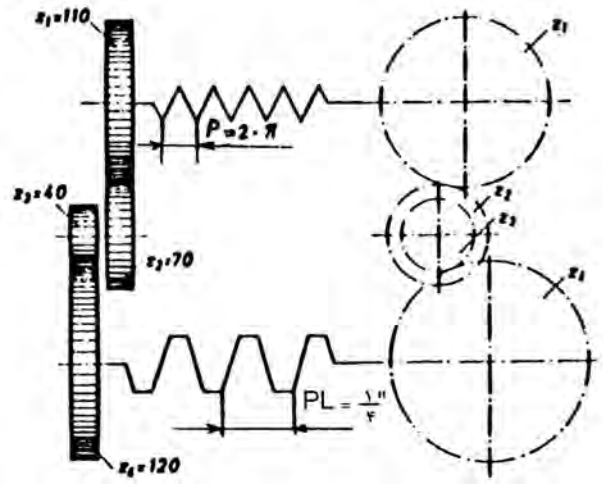
۶ــ گام میله تراشیدنی مدولی و گام میله‌های اینچی

در مواردی که دستگاه تراش دارای مکانیزم سیستم اینچی اما پیچ تراشیدنی برحسب مدول بود باید به روش زیر عمل نماییم

$$P = z_1 \times m \times \pi$$

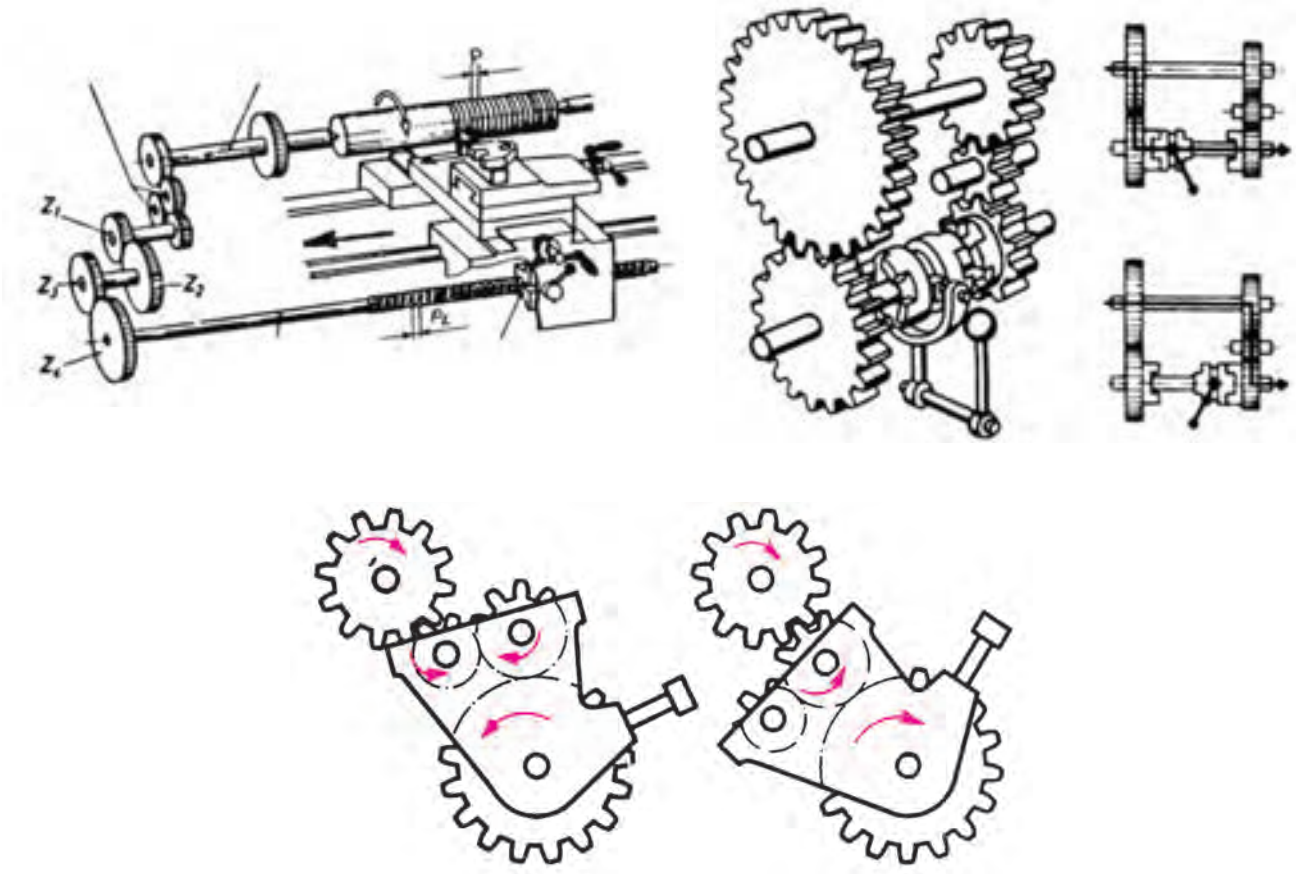
$$1'' = 25/4 = \frac{127}{5}$$

$$\pi = \frac{22}{7}$$



در بعضی از ماشین‌های تراش بین محور کار و محور میله پیچ‌بری علاوه بر چرخ دنده‌های تعویضی دستگاه حرکت واروکن با نسبت ۱ : ۱ ، ۲ : ۱ و ۳ : ۱ وجود دارد که باید در محاسبات دخالت داده شود.

علاوه‌بر دستگاه حرکت واروکن ممکن است بین میله هادی و چرخ‌دنده‌های تعویض دستگاه گیربکس در پیشروی که دارای نسبت انتقال حرکت I_2 است قرار گیرد.



این دستگاه‌ها در میزان گردش میله هادی تأثیرگذاربوده و گام حقیقی میله هادی PL را به گام ظاهری ML تبدیل می‌کنند.

$$ML = PL_{mm} \times I_1 \times I_2$$

(I_1 نسبت دستگاه حرکت واروکن و I_2 نسبت گیربکس پیشروی) و فرمول اصلی $\frac{zt}{zg} = \frac{P}{ML}$ خواهد بود.

مثال : مسئله نمونه صفحه ۴۷

مسئله ۱ صفحه ۴۸

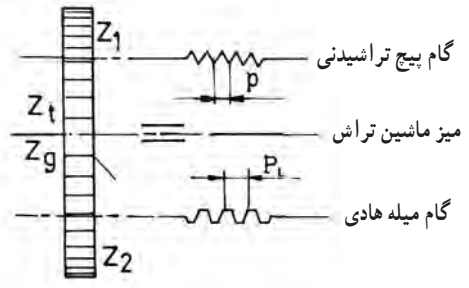
$P = ۲mm$

$P_L = ۶mm$

نسبت ساده

$$\frac{zt}{zg} = \frac{P}{Pl}$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{۲}{۶} = \frac{۱ \times ۲۰}{۳ \times ۲۰} = \frac{۲۰}{۶۰}$$



با توجه به جدول چرخ دنده‌های تعویضی مندرج در صفحه ۴۰ کتاب صورت و مخرج کسر $\frac{z_1}{z_2} = \frac{۱}{۳}$ را می‌توان در عدد ۲۰، ۲۵، ۳۰ و یا ۴۰ ضرب کرد و بدین ترتیب z_1 و z_2 به ترتیب ۲۰ و۶۰، ۲۵و ۷۵ و یا ۳۰ و ۹۰ و یا ۴۰ و ۱۲۰ به دست می‌آید فاصله

بین دو دنده z_1 و z_2 را می‌توان با چرخ دنده واسطه پر کرد چرخ دنده واسطه فقط تغییر جهت داده و نسبت انتقال را تغییر نمی‌دهد.

مسئله صفحه ۴۸

$P = ۱/۵ mm$

$PL = ۱۲ mm$

نسبت مرکب

$$\frac{P}{PL} = \frac{zt}{zg} \Rightarrow \frac{P}{PL} = \frac{z_۱ \times z_۳}{z_۲ \times z_۴}$$

$$\frac{۱/۵}{۱۲} = \frac{z_۱ \times z_۳}{z_۲ \times z_۴} = \frac{۱/۵ \times ۱}{۴ \times ۳}$$

$$\frac{z_۱ \times z_۳}{z_۲ \times z_۴} = \frac{۱/۵}{۱۲} \times \frac{۲۰}{۲۰} \times \frac{۱}{۳} \times \frac{۲۵}{۲۵}$$

$$\frac{z_۱ \times z_۳}{z_۲ \times z_۴} = \frac{۳۰ \times ۲۵}{۸۰ \times ۷۵}$$

کنترل شرط نسبت

$Z_۱ + Z_۲ \geq Z_۳ + ۱۵$

$۳۰ + ۸۰ \geq ۲۵ + ۱۵$

$Z_۳ + Z_۴ \geq Z_۲ + ۱۵$

$۲۵ + ۷۵ \geq ۸۰ + ۱۵$

مسئله ۳

$Z_۱ , Z_۳ = ۳۰ , ۵۰$

$Z_۱ , Z_۴ = ۲۵ , ۱۲۰$

$$\frac{P}{PL} = \frac{zt}{zg} \qquad PL = ۱۲ mm$$

$$\frac{PL}{PL} = \frac{z_۱ \times z_۳}{z_۲ \times z_۴} \qquad P = ?$$

$$\frac{P}{۱۲} = \frac{\overset{۱}{\cancel{۳۰}} \times \overset{۲}{\cancel{۵۰}}}{۲۵ \times \underset{۴}{\cancel{۱۲۰}}} = \frac{۲}{۴} = \frac{۱}{۲}$$

$$\Rightarrow \frac{P}{۱۲} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow ۲P = ۱۲$$

$$\Rightarrow P = \frac{۱۲}{۲} = ۶ mm$$

جلسه دهم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه دهم	زمان به (دقیقه)
۱	سلام و احوالپرسی، حضور و غیاب	۱۰
۲	بررسی دفاتر هنرجویان و چگونگی حل تمرین‌های داده شده	۲۰
۳	حل تمرین‌های ۶ صفحه ۴۸	۱۰
۴	حل تمرین‌های ۷ صفحه ۴۸	۱۰
۵	حل تمرین‌های ۸ صفحه ۴۹	۱۰
۶	حل تمرین‌های ۹ صفحه ۴۹	۱۰
۷	توزیع سؤالات آزمون پایان فصل دوم و برگزاری آن	۲۰

مسئله ۶ صفحه ۴۸

$$P=\frac{1''}{11} \qquad P=\frac{1}{11}\times\frac{127}{5}=\frac{127}{5\times11}$$

$$PL=12mm$$

$$\frac{P}{PL}=\frac{zt}{zg}\Rightarrow\frac{zt}{zg}=\frac{\frac{127}{5\times11}}{\frac{12}{1}}\Rightarrow\frac{zt}{zg}=\frac{127\times12}{5\times11\times12}$$

$$\frac{zt}{zg}=\frac{127\times1\times2\times10}{55\times12\times2\times10}=\frac{127\times20}{110\times120}$$

شرط گیرنکردن

$$Z_1+Z_2\geq Z_3+15$$

$$127+110\geq 20+15$$

$$Z_3+Z_4\geq Z_2+15$$

$$20+120\geq 110+15$$

مسئله ۷ صفحه ۴۸

الف) $P=0/75\ mm$

دستگاه در حالت B

$$ML=\frac{z_1\times z_3}{z_2\times z_4}\times I_1\times PL$$

$$ML=\frac{\cancel{۲۶}^{۱}}{\cancel{۵۲}}\times\frac{\cancel{۲۴}}{\cancel{۲۴}}\times۶=\frac{۶}{۲}=۳$$

$$\frac{zt}{zg}=\frac{P}{ML}=\frac{۰/۷۵}{۳}=\frac{\cancel{۱/۵}^{۱}}{\cancel{۶}^{۴}}=\frac{۱۵}{۶۰}$$

$$\frac{zt}{zg}=\frac{۵\times۳}{۱۰\times۶}=\frac{۵۰}{۱۰۰}\times\frac{۳۰}{۶۰}$$

$$Z_۱+Z_۲\geq Z_۳+۱۵ \qquad \frac{z_۱\times z_۲}{z_۳\times z_۴}=\frac{۵۰\times۳۰}{۶۰\times۱۰۰}$$

$$۵۰+۱۰۰>۳۰+۱۵$$

$$Z_۳+Z_۴\geq Z_۲+۱۵$$

$Z_۱+Z_۲\geq Z_۳+۱۵$ و $Z_۳+Z_۴\geq Z_۲+۱۵$ جای دنده‌ها عوض می‌شود $۳۰+۶۰\geq ۱۰۰+۱۵$

$۵۰+۶۰\geq ۳۰+۱۵$ و $۳۰+۱۰۰\geq ۶۰+۱۵$

ب) $P=\frac{۱''}{۴}$ $\qquad P=\frac{۱}{۴}\times\frac{۱۲۷}{۵}=\frac{۱۲۷}{۲۰}$

$ML=?$ $\qquad mL=PL\times I$

$P=۶\,mm$ $\qquad I=\frac{\cancel{۲۴}^{۲}}{\cancel{۳۶}^{۳}}\times\frac{\cancel{۲۶}^{۱}}{\cancel{۵۲}^{۲}}=۱:۳$

$\frac{zt}{zg}=?$ $\qquad mL=۶\times\frac{۱}{۳}=۲mm$

$$\frac{zt}{zg}=\frac{P}{ML}=\frac{\frac{۱۲۷}{۲۰}}{\frac{۲}{۱}}=\frac{۱۲۷}{۴۰}$$

$$\frac{z_۱\times z_۳}{z_۲\times z_۴}=\frac{۱۲۷\times۱}{۲۰\times۲}=\frac{۱۲۷}{۲۰}\times\frac{۳۰\times۱}{۳۰\times۲}$$

$$\frac{z_۱\times z_۳}{z_۲\times z_۴}=\frac{۱۲۷\times۳۰}{۲۰\times۶۰}$$

مسئله ۹ صفحه ۴۹

$z_۱=۲$ $\qquad P=\frac{m\times۲۲\times z_۱}{۷}=\frac{۱\times۲۲\times۲}{۷}=\frac{۴۴}{۷}mm$

$m=۱$

$PL=۶mm$ $\qquad \frac{zt}{zg}=\frac{\frac{۴۴}{}}{\frac{۶}{}}=\frac{۴۴\times۱}{۷\times۶}=\frac{\overset{۱۰}{۴}\times\overset{۱۰}{۱۱}}{۷\times۶}=\frac{۴۰\times۱۱۰}{۷۰\times۶۰}$

$\frac{zt}{zg}=?$

$$\frac{\overset{z_۱}{۱۱۰}\times\overset{z_۳}{۴۰}}{\underset{z_۲}{۶۰}\times\underset{z_۴}{۷۰}}\Rightarrow\begin{cases}۱۱۰+۶۰>۴۰+۱۵\\ ۴۰+۷۰>۶۰+۱۵\end{cases}$$

جلسه یازدهم

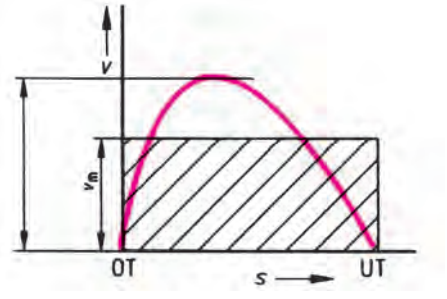
ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه یازدهم	زمان به (دقیقه)
۱	سلام و احوالپرسی، حضور و غیاب	۱۰
۲	اعلام نتایج آزمون پایان فصل چرخ دنده‌های تعویضی	۱۰
۳	تدریس مبحث محاسبه سرعت متوسط درلنگ ماشین اره کمانی	۱۰
۴	تدریس مبحث محاسبه سرعت متوسط درلنگ صفحه تراش	۱۰
۵	تدریس مبحث محاسبه سرعت متوسط درلنگ پیستون	۱۰
۶	حل تمرین‌های نمونه کتاب	۳۰
۷	مشخص نمودن تکالیف منزل هنرجویان	۱۰

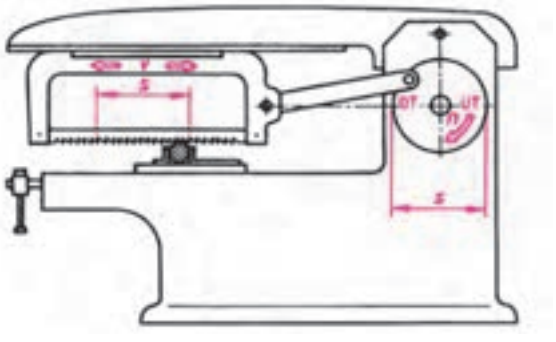
پرسش

از هنرجویان سؤال شود :

۱ــ کاربرد مکانیزم لنگ (خارج از مرکزبودن یک محور نسبت به محور دیگر) را شرح دهند.

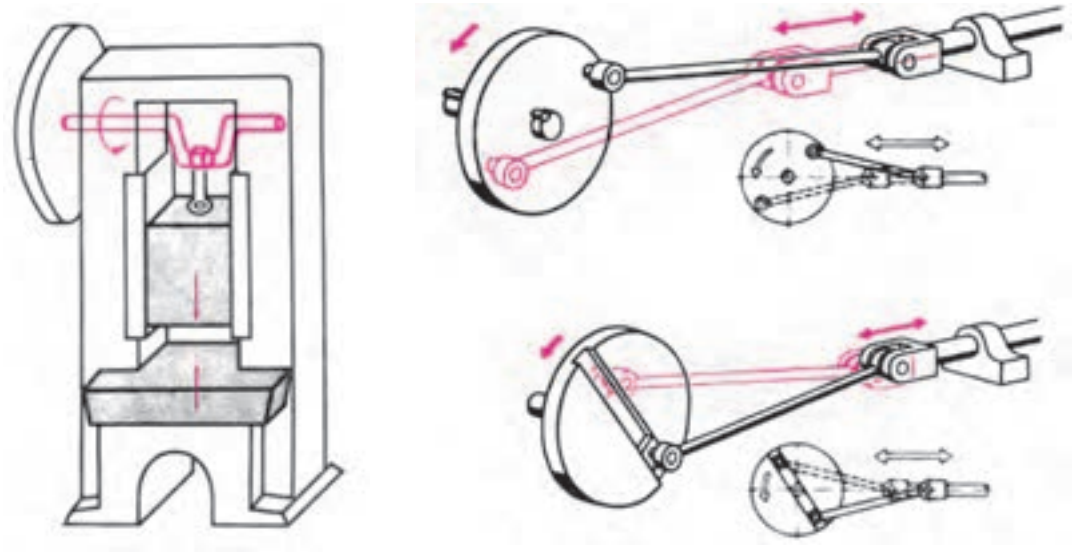
۲ــ با رسم شکل شماتیک از یک دستگاه لنگ (اره لنگ، پرس ضربه‌ای، میل لنگ و شاتون اتومبیل) مفاهیم سرعت متوسط و سرعت ماکزیمم از هنرجویان پرسیده شده و برای آنها با ذکر چند مثال شرح داده شود به عنوان نمونه می‌توان از لنگ‌های موجود در روی دستگاه تراش (اهرم مهره دو پارچه، پیچ بری، اهرم تثبیت کننده دستگاه مرغک ....) نام برد.





سرعت متوسط در لنگ‌ها

با استفاده از چرخ لنگ (لنگ و شاتون) می‌توان حرکت دورانی را به حرکت خطی و یا رفت و برگشتی تبدیل نمود این وسایل از نظر ظاهری دارای فرم‌های گوناگونی بوده لکن مکانیزم تبدیل حرکت در تمام آنها مشابه یکدیگر است.



از مکانیزم لنگ در ماشین‌های صفحه تراش، کله زنی، پرس‌های ضربه‌ای، پمپ‌های پیستونی، موتورهای پیستونی خودرو و کمپرسورهای پیستونی استفاده می‌کنند در تمامی وسایل ذکر شده که مکانیزم آنها را لنگ و شاتون و پیستون تشکیل می‌دهد سرعت متوسط با اهمیت تلقی شده و محاسبه می‌شود.

سرعت متوسط در ماشین اره لنگ

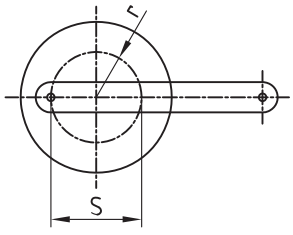
مقدمه : دستگاه‌های لنگ دستگاه‌هایی هستند که حرکت دورانی را به حرکت خطی تبدیل می‌کنند که بدین منظور یک بازو به‌صورت خارج از مرکز به یک دیسک دوار که n دور در دقیقه می‌زند متصل است. محل اتصال بازو تا مرکز دیسک شعاع لنگ را تشکیل می‌دهد (r) و دایرهٔ ایجاد شده دارای قطری است که به قطر لنگ معروف است (S) چنانچه دیسک نیم دور بزند بازو به اندازهٔ قطر دایره لنگ (S) به جلو حرکت می‌کند و در نیم دور گردش بعدی دیسک به اندازه (S) به عقب برمی‌گردد که میزان جابه‌جایی بازو را طول کورس می‌گوییم و آن را برابر قطر لنگ در نظر می‌گیریم.

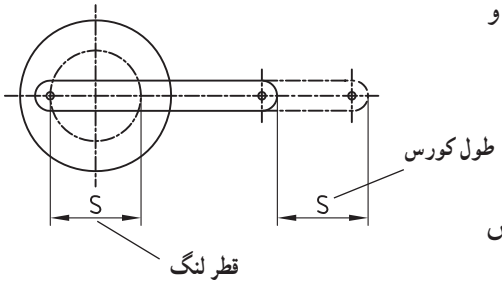
$$S = S$$

قطر لنگ طول کورس

پس در هر دور کامل دیسک بازو یک رفت و یک برگشت یعنی یک کورس مضاعف انجام می‌دهد (۲S)

$S = ۲ r$





سرعت بازو در ابتدا و انتهای کورس صفر و در وسط ماکزیمم است که بدین منظور ما سرعت متوسط بازو (V_m) را محاسبه می‌کنیم. اگر دیسک در هر دقیقه n دور بزند سرعت متوسط از تناسب صفحه بعد به‌دست می‌آید.

$$\begin{array}{c|c} ۱ & ۲S \\ \hline n_{\frac{۱}{min}} & V_{\frac{mm}{min}} \end{array} = ۲ \times S_{mm} \times n_{۱/min} \quad \text{و} \quad V_{\frac{m}{min}} = \frac{۲ \times S_{mm} \times n^{۱/min}}{۱۰۰۰}$$

n = تعداد کورس مضاعف بر دقیقه بازو یا کمان یا تعداد دور بر دقیقه دیسک

$$V_m = \frac{۲ \times S_{mm} \times n^{۱/min}}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

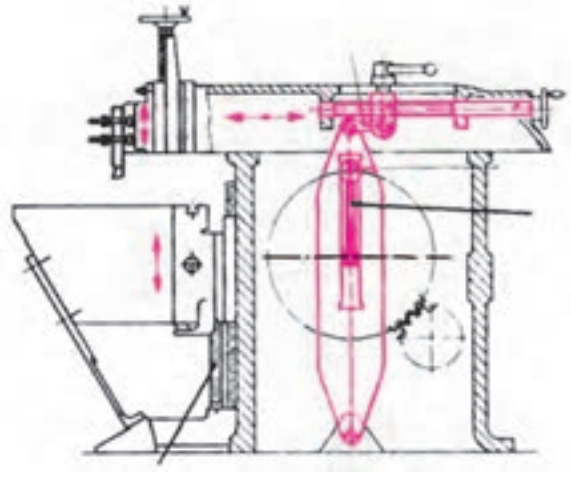
چنانچه به بازو یک کمان اره متصل شود می‌توان یک اره لنگ که به‌طور اتومات رفت و برگشت انجام می‌دهد ساخت.

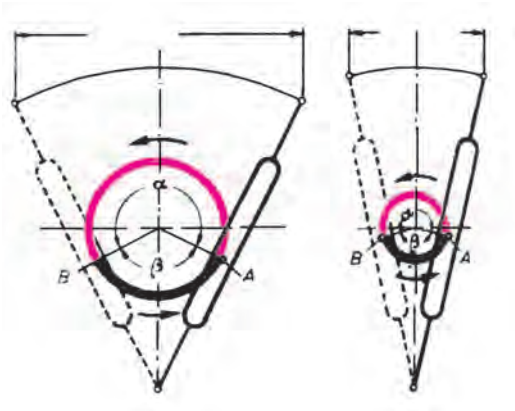
مثال : مسئله نمونه صفحه ۵۲.

سرعت برش متوسط در صفحه تراشی

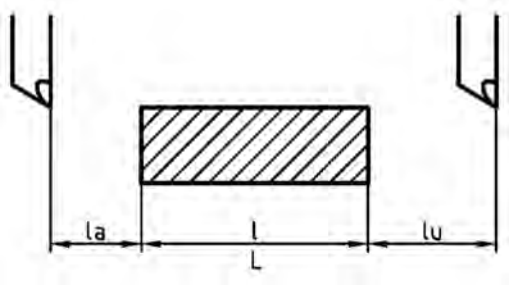
درمواردی که بخواهند سرعت حرکت در یکی از مسیرهای رفت و برگشت زیادتر باشد می‌توان از یک محور لنگ به همراه بازوی نوسان کننده استفاده کرد که در یک نقطه مفصل‌بندی شده باشد از این نوع مکانیزم تبدیل حرکت در ماشین صفحه تراش کورس کوتاه استفاده شده است . مکانیزم به این ترتیب است که حرکت دورانی الکتروموتور از طریق جعبه دنده به چرخ دنده بزرگی منتقل می‌شود که در آن لقمه قابل تنظیمی جهت درگیری با شیار اهرم نوسان کننده تعبیه شده است. در اثر گردش دورانی چرخ دنده بزرگ لقمه نیز با آن به حرکت در آمده و چون در داخل شیار اهرم نوسان کننده قرار دارد باعث حرکت نوسانی آن می‌گردد. بدیهی است که طول کورس کشاب متناسب با شعاع دوران لقمه بوده و با تغییر شعاع آن (شعاع لنگ) می‌توان کورس مورد نظر را به دست آورد. این عمل از طریق محوری انجام می‌گیرد که با گرداندن آن می‌توان شعاع لنگ و لذا کورس رفت و برگشت کشاب را از بیرون صفحه تراش تغییر داد.

در این نوع تبدیل حرکت به دلیل متفاوت بودن زوایای رفت (α) و برگشت (β) سرعت خطی در حرکت رفت (برش v_A) کمتر و درحال برگشت (v_R) بیشتر می‌باشد. سرعت برگشت بیشتر زمان انجام کار را تقلیل می‌دهد. لذا در صفحه تراش نیز در محاسبات سرعت برش را محاسبه می‌کنند.





در صفحه تراش به جای طول کورس S، از طول کورس L استفاده می‌شود. که از رابطه زیر و متناسب با طول قطعه کار محاسبه می‌شود.



طول کورس رنده $L = la + l + lu$
پسرو طول قطعه بخار پیشرو

و سرعت متوسط از رابطهٔ زیر محاسبه می شود :

طول کورس

n تعداد کورس مضاعف رنده در یک دقیقه

سرعت متوسط $V_m = \frac{۲ \times L_{mm} \times n^{۱/min}}{۱۰۰۰}$

$$V_m = \frac{۲ \times L_{mm} \times n^{۱/min}}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

مثال : مسئله نمونه صفحه ۵۴

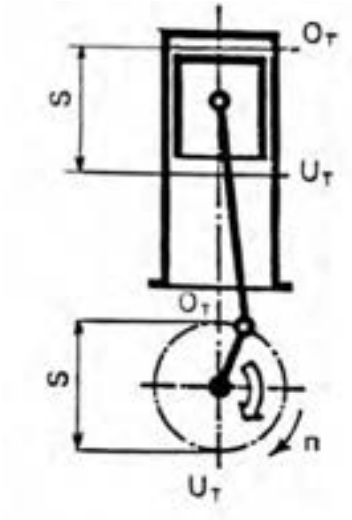
سرعت متوسط پیستون

در ماشین‌های مولد نیرو مانند ماشین موتورهای احتراقی حرکت رفت و برگشتی پیستون و شاتون توسط میل لنگ به حرکت دورانی تبدیل می‌شود.

چون سرعت رفت و برگشتی پیستون در نقطه حرکت بالا و پایین به صفر رسیده و در بقیه مسیر متغیر است حرکت خطی در این ماشین‌ها نیز یکنواخت نبوده و باید سرعت متوسط پیستون محاسبه شود.

$$V_m = \frac{۲.S.n}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

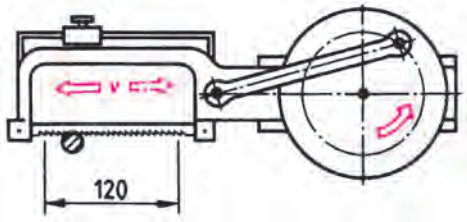
در سیلندرها پیستون سرعت متوسط برحسب m/s محاسبه می‌شود.



جلسه دوازدهم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه دوازدهم	زمان به (دقیقه)
۱	سلام و احوالپرسی، حضور و غیاب	۱۰
۲	حل تمرین‌ها و تکالیف منزل	۱۰
۳	حل تمرین نمونه ۱ صفحه ۵۵	۱۰
۴	حل تمرین نمونه ۳ صفحه ۵۶	۱۰
۵	حل تمرین نمونه ۴ صفحه ۵۶	۱۰
۶	حل تمرین نمونه۶ صفحه ۵۶	۱۰
۷	حل تمرین نمونه ۷ صفحه ۵۶	۱۰
۸	آزمون پایان فصل	۲۰

تمرین ۱ صفحه ۵۵ : در یک ماشین ارّه شکل زیر طول کورس کمان ۱۲۰ میلی‌متر و تعداد کورس‌های مضاعف قابل تنظیم ۴۰، ۵۹، ۸۰، ۱۱۵ می‌باشد. سرعت برش متوسط ارّه را در هر یک از تعداد کورس‌های تنظیمی حساب نمایید.



$S = ۱۲۰\ mm$

$n = ۴۰ , ۵۹ , ۸۰ , ۱۱۵$

$V_m = ?$

$$V_m = \frac{۲.S.n}{۱۰۰۰} = \frac{۲\times۱۲۰\times۴۰}{۱۰۰۰} = ۹/۶ m/min$$

$$V_m = \frac{۲.S.n}{۱۰۰۰} = \frac{۲\times۱۲۰\times۵۹}{۱۰۰۰} = ۱۴/۲ \ldots\ldots$$

تمرین۳صفحه ۵۶ :

$$V_m = \frac{۲.L.n}{۱۰۰۰} =$$

$L = ۲۰۰۰\ mm$

$n = ۱۱۲\ u/min$

$u = ?$

حل :

$$V_m = \frac{۲\times۲۰۰\times۱۱۲}{۱۰۰۰} = ۴۴/۸ m/min$$

تمرین۴صفحه ۵۶ :

$V_m = ۲۰\ m/min$ $\qquad V_m = \frac{۲.L.n}{۱۰۰۰}$

$l = ۵۷۰\ mm$ $\qquad n = \frac{\overset{۱۰}{\cancel{۲۰}} \times ۱۰۰۰}{\cancel{۲} \times ۶۰۰} = ۱۶/۶۶ u/min$

$la = ۲۰\ mm$

$lu = ۱۰\ mm$

حل : $n = ?$

$l = l + la + lu$

$l = ۵۷۰ + ۲۰ + ۱۰$

$l = ۶۰۰\ mm$

تمرین۶صفحه ۵۶ :

$V_m = ?\ m/s$

$n = ۲۴۰ u/min$

$s = ۴۶ \times ۲ = ۹۲\ mm$

$V_m = \frac{۲.S.n}{۱۰۰۰ \times ۶۰} = \frac{۲ \times ۹۲ \times ۲۴۰}{۱۰۰۰ \times ۶۰} = ۰/۷۳۶ m/s$

تمرین۷ صفحه ۵۶ :

$R = ۲۵۰\ mm$

$n = ۴۰۰\ u/min$

حل :

$s = ?$ $\qquad S = D = ۲R = ۲ \times ۲۵۰ = ۵۰۰ mm$

$V_m = ?$ $\qquad V_m = \frac{۲.S.n}{۱۰۰۰ \times ۶۰} = \frac{\cancel{۲} \times \cancel{۵۰۰} \times ۴۰۰}{\cancel{۱۰۰۰} \times ۶۰}$ ۲

$V_m = ۶/۶۶ m/s$

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

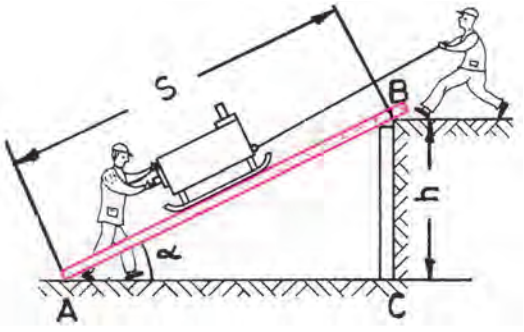
از هنرجویان به‌منظور آمادگی برای فراگرفتن درس

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 α می‌سازد.

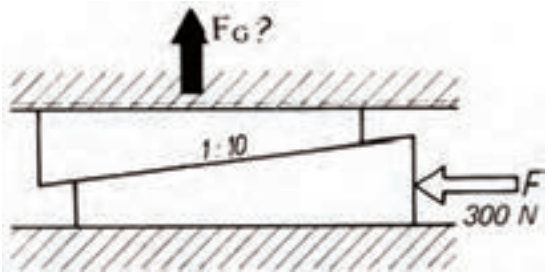


جواب : ۲ــ از سطوح شیب‌دار در بسیاری از مکانیزم‌ها استفاده می‌شود همانند گوه یک طرفه، گوه دوطرفه، پیچ و مهره، مخروط‌ها در ماشین‌های ابزار (گلوئی مرغک، مرغک، دنباله مته‌های دنباله مخروطی، ریل‌های v شکل و دم چلچله و بسیاری از موارد دیگر.

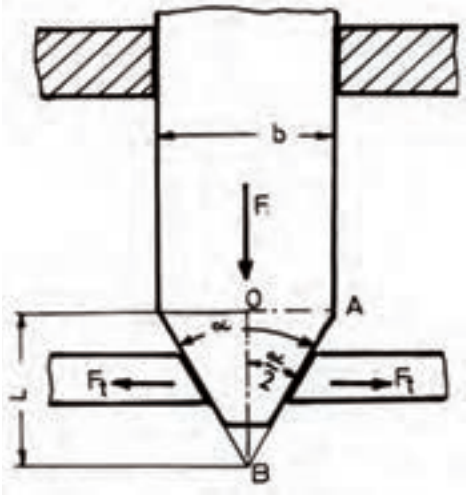
گوه

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



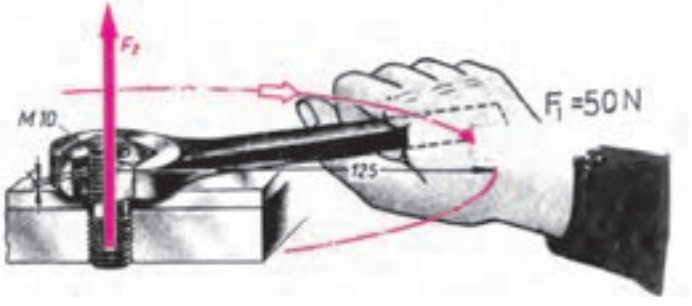
گوه دو طرفه

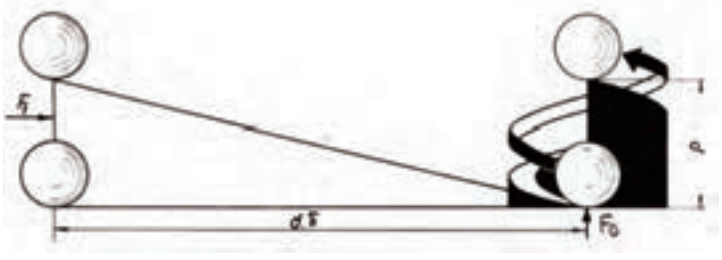


پیچ و مهره

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.





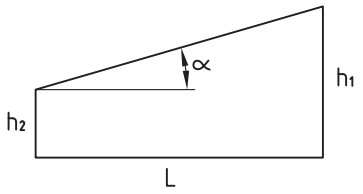
محاسبه شیب

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

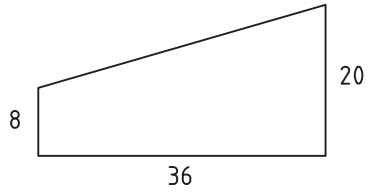
α = زاویه شیب

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

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

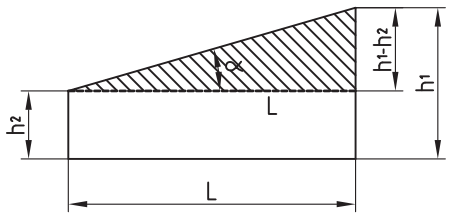
استفاده می‌کنیم. کسر $\frac{h_1 - h_2}{L}$ را تا حد ممکن ساده می‌کنیم و آن را به‌صورت کسری می‌نویسیم. مثال :

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



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

برای محاسبه زاویه سطح شیب دار (α) در مثلث قائم الزاویه (هاشورخورده) رابطهٔ tanα را می‌نویسیم.

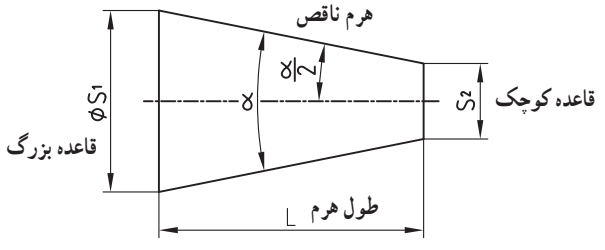


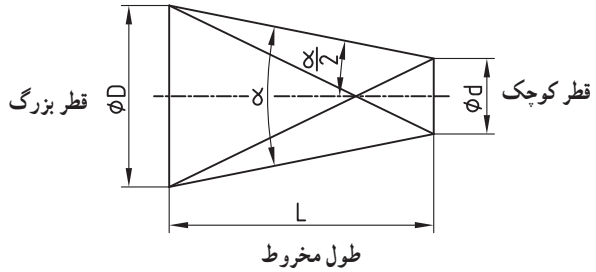
$$\text{شیب} = \tan(\alpha) = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

(اعشاری می‌نویسیم) شیب = tanα پس

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

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





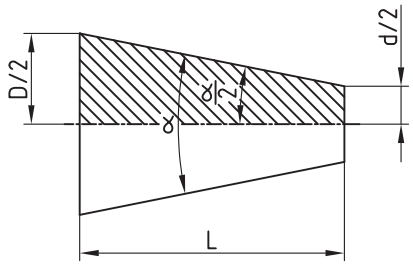
در قطعاتی که شیب دوطرفه دارند مانند هرم و مخروط قاعدهٔ شکل رفته رفته باریک می‌شود پس می‌توان نسبت باریک شدن را به‌دست آورد که آن را با حرف C نمایش می‌دهند.

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.

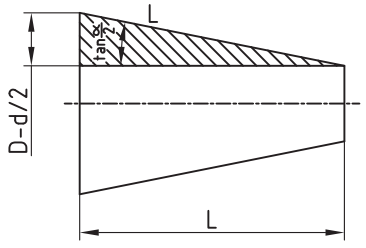


$$\text{شیب} = \frac{\frac{D}{2} - \frac{d}{2}}{L} = \frac{\frac{D-d}{2}}{\frac{L}{1}} = \frac{D-d}{2L}$$

$$\text{شیب} = \frac{D-d}{2L} = C$$

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

و عدد آن به‌صورت کسری نوشته می‌شود.



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

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

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
۸	امتحان پایان فصل	۲۰

تمرین صفحه ۶۳ : گوه یک‌طرفه $= \text{شیب} = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{۲۴ - ۲۲/۶}{۱۶۰}$

$L = ۱۶۰mm$

$h_1 = ۲۲/۶mm$

$h_2 = ۲۴mm$

$\text{شیب} = ?$

حل : $\text{شیب گوه موجود} = \frac{۱/۴}{۱۶۰} = \text{شیب}$

$\frac{۱}{۸۷/۵} =$

$\text{شیب استاندارد} = \frac{۱}{۱۰۰}$

مطابقت ندارد.

تمرین ۴ صفحه ۶۴ : $\text{شیب} = \tan\alpha = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{۴۲ - ۳۰}{۷۲} = \frac{\cancel{۱۲}^{۱}}{\cancel{۷۲}_{۶}}$

$L = ۷۲mm$

$h_1 = ۴۲mm$

$h_2 = ۳۰mm$

$\alpha = ؟$

$\text{شیب} = \tan\alpha = ۰/۱۶۶۶$

$\alpha = ۹^\circ, ۲۷', ۴۴''$ 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

$x = \frac{۱۰ \times ۷}{۲۹} = ۲/۴'$

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

تمرین ۸ صفحه ۶۵

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

$d = ۸۰۰$

$c = \frac{۱}{۵۰}$

$L = ۹۰mm$

$D = ?$

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

تمرین ۹ صفحه ۶۵

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

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

$d = ۳۲mm$

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

$C = ?$

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

$۲^\circ, ۵۲'$ 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

$C = ۱ : ۲/۵$

$d_۱ = ۳۰mm$

$D_۱ = ۵۰mm$ مخروط خارجی

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

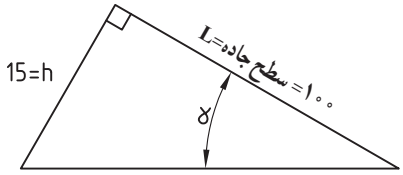
$$\Rightarrow d_۲ = ۳۰ - \frac{۱۰}{۲/۵} \Rightarrow d_۲ = ۲۶mm$$

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

$$d_۱ = ۳۰ + \frac{۳۰}{۲/۵} = ۴۲mm$$

شیب در جاده‌ها

چنانچه به شمال مسافرت کرده باشید تابلوهایی را مشاهده کرده‌اید که در آن عددی برحسب درصد نوشته شده است مانند 15% **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.**



$L = ۱۰۰m$

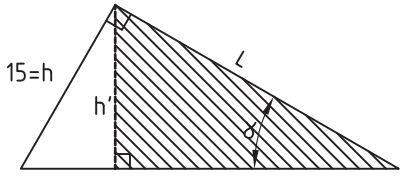
$h = ۱۵\ m$

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. $A_U = ۰/۰۳mm$

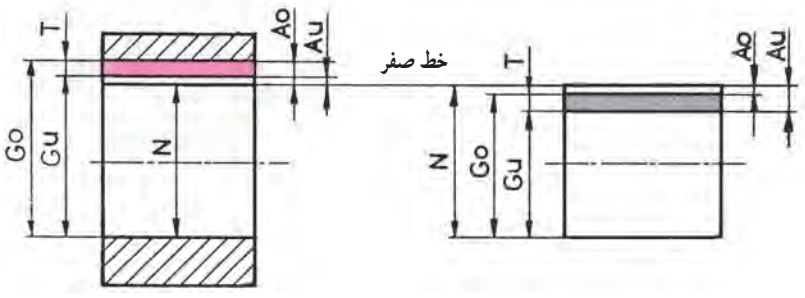
نکته : در بعضی از موارد انحراف فوقانی و یا تحتانی ممکن است صفر باشد که روی نقشه نوشته نمی‌شود.

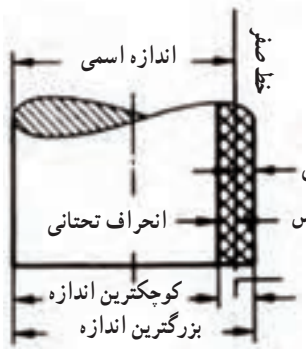
بزرگترین اندازه G_O : عبارتست از بزرگترین حد مجاز و از جمع جبری اندازه رسمی و انحراف فوقانی حاصل می‌شود.

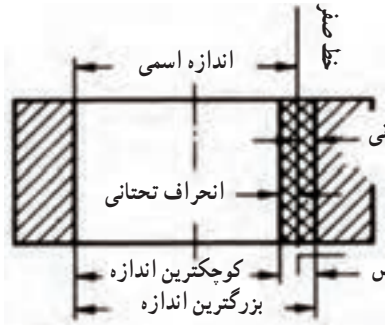
$$G_O = ۳۰ - ۰/۰۴ = ۲۹/۹۶mm$$

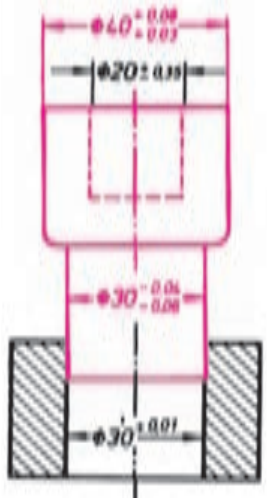
کوچکترین اندازه G_U : عبارتست از کوچکترین حد مجاز و از جمع جبری اندازه اسمی و انحراف تحتانی حاصل می‌شود.

$$G_U = ۳۰ - ۰/۰۶ = ۲۹/۹۴mm$$

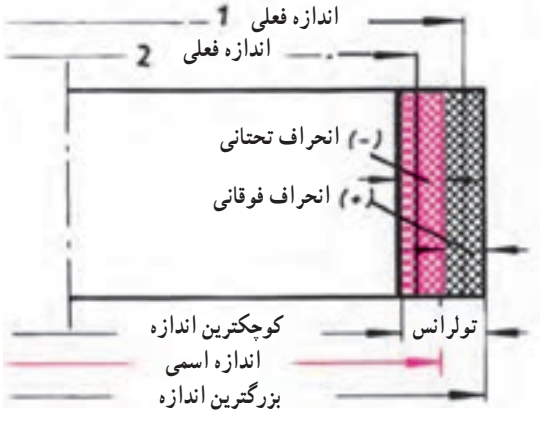




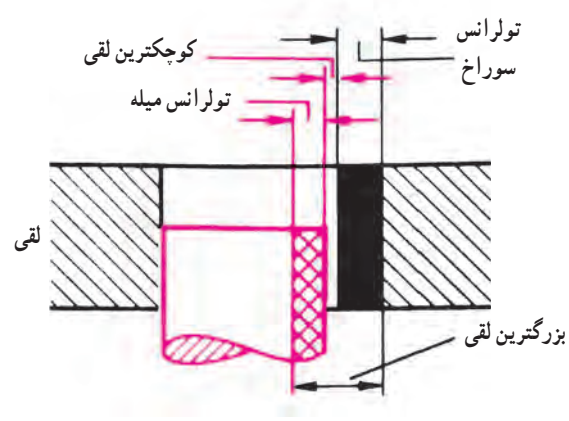




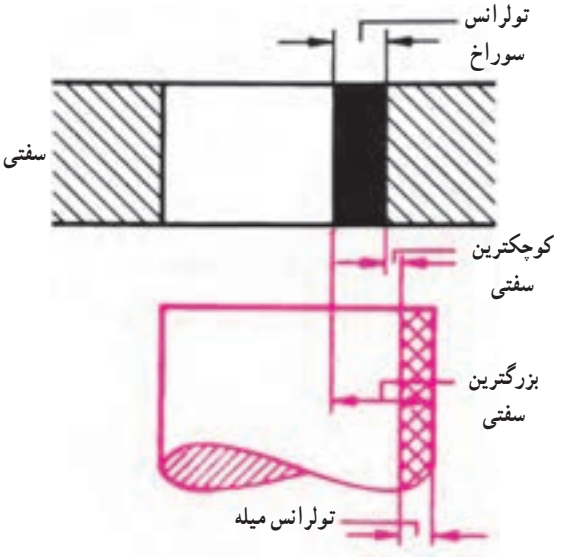
تولرانس T : عبارتست از حد تغییرات مجاز در اندازه و متراژ آن از تفاضل بزرگترین و کوچکترین اندازه قطعه به‌دست می‌آید. مقدار تولرانس از جمع جبری انحراف فوقانی و تحتانی نیز حاصل می‌گردد.



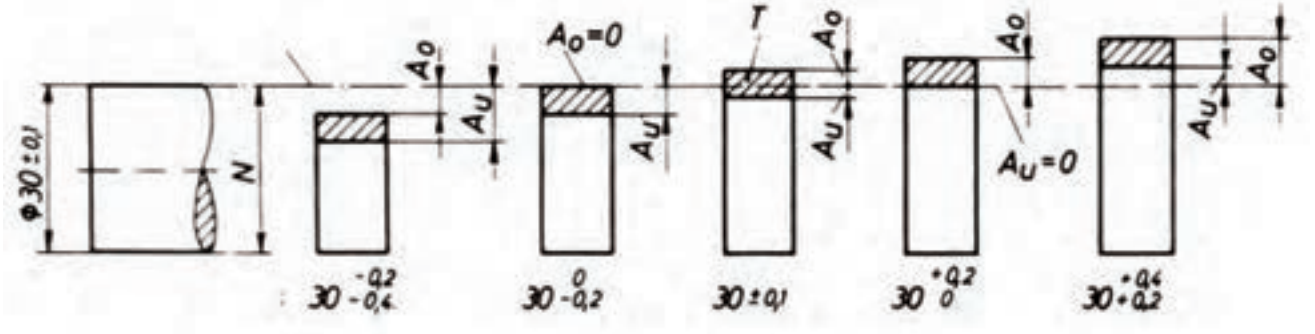
لقی (P) : تفاضل اندازه قطر سوراخ از قطر میله را لقی می‌گویند (اگر قطر سوراخ از قطر میله بزرگتر باشد) از آنجایی که میله و سوراخ هرکدام دارای تولرانس می‌باشند لذا در عمل ممکن است لقی از کم تا زیاد به‌وجود آید به‌عبارت دیگر بزرگترین لقی وقتی پیش می‌آید که سوراخ بزرگترین و میله کوچکترین اندازه ممکن را داشته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



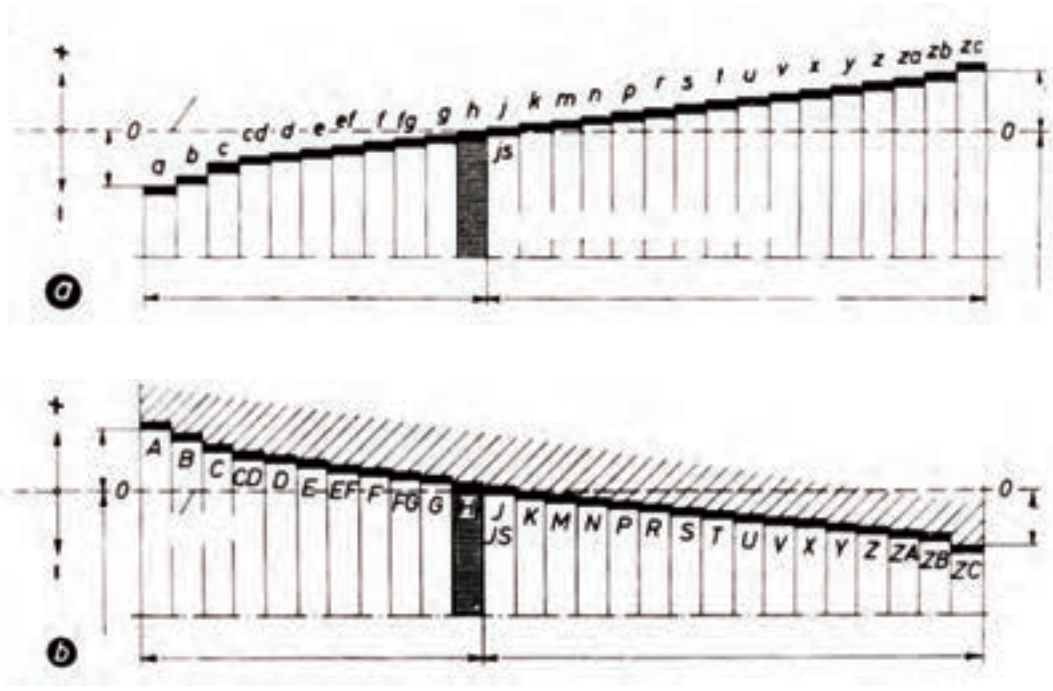
سفتی (u) : تفاضل اندازه قطر میله از قطر سوراخ را سفتی می‌گویند اگر قطر میله از سوراخ بزرگتر باشد با توجه به تولرانس سوراخ و میله در اینجا نیز سفتی‌های متفاوتی از کم تا زیاد بین دو قطعه وجود خواهد داشت. در صورتی که میله بزرگترین و سوراخ کوچکترین اندازه ممکن را داشته باشند بزرگترین سفتی و در مواردی که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



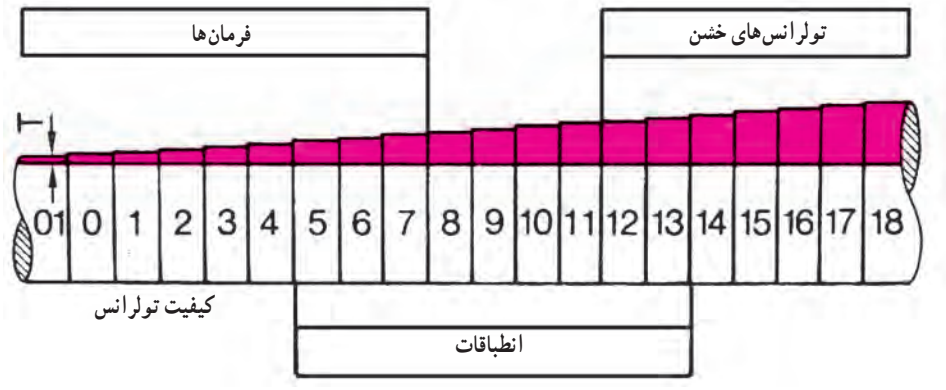
میدان تولرانس : میدان تولرانس کیفیت و همچنین موقعیت تولرانس را نسبت به خط صفر نشان می‌دهد به‌طور کلی پیچ نوع میدان تولرانس در نقشه‌ها مطرح می‌گردد.



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 ، L ،O ، 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.

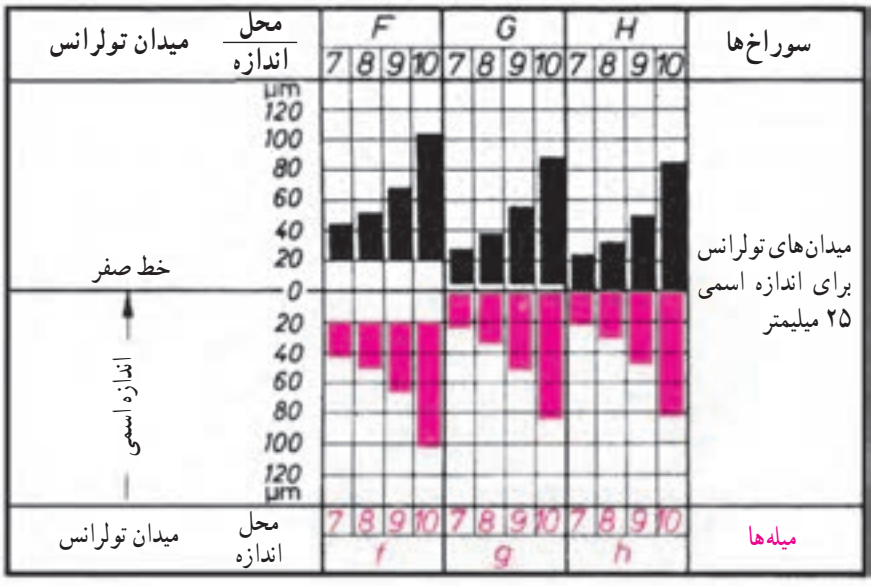


برای نشان دادن کیفیت (مرغوبیت) تولرانس در سیستم ISO از اعداد استفاده می‌شود و بدین منظور ۲۰ کیفیت در نظر گرفته شده است. ۰/۱ الی ۷ برای تولرانس‌ها. فرامین اندازه‌گیری و کنترل کیفت‌های ۵ الی ۱۳ برای انطباقات در ماشین‌سازی و کیفیت ۱۲ الی ۱۸ برای کارهای غیر دقیق مانند نورد، ریخته‌گری، آهنگری و غیره در نظر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

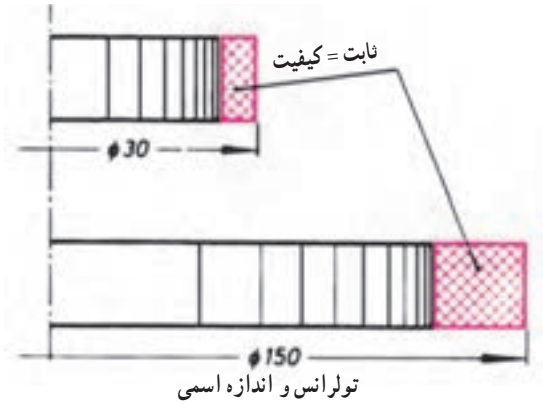


به طوری که مشاهده می‌شود هرچه از کیفیت ۰۱ به طرف کیفیت ۱۸ حرکت کنیم مقدار تولرانس بیشتر می‌شود.

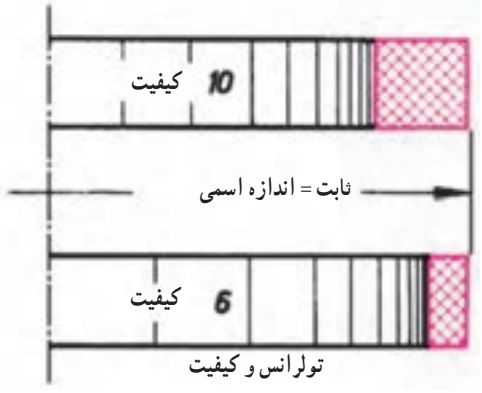
در شکل صفحه بعد میدان‌های تولرانس مختلف با کیفیت در موقعیت‌های متفاوت نشان داده شده است حروف، موقعیت میدان تولرانس نسبت به خط صفر و اعداد کیفیت آن را نشان می‌دهد.



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 اندازه اسمی



تولرانس و کیفیت

جلسه شانزدهم: ادامه مبحث انطباقات (دومین جلسه)

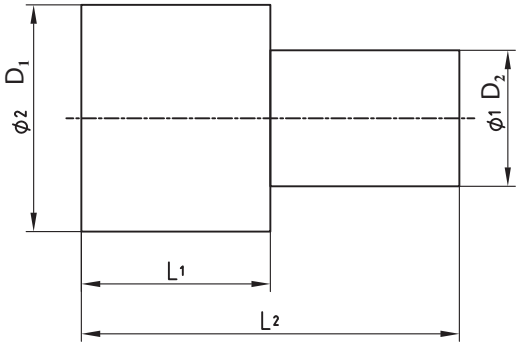
ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه شانزدهم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب	۱۰
۲	حضور در کارگاه و اندازه‌گیری ابعادی و مقایسه اندازه واقعی با اندازه اسمی و تولرانس‌های مربوطه	۴۰
۳	حل مسائل نمونه کتاب در مبحث محاسبه تولرانس و انواع انطباقات	۳۰
۴	مشخص کردن مسائل پایان فصل برای حل هنرجویان در منزل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

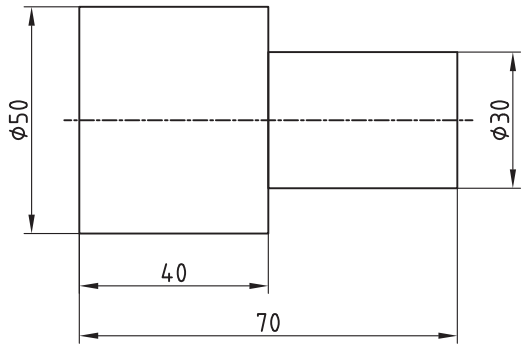
۳ــ انطباق میله مرغک و سوراخ مرغک و یک شفت در سوراخ یک بلبرینگ چه فرقی دارند؟

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 **رواری** 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

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

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

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

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

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

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

$T = G_O - G_U = ۳۰/۱ - ۲۹/۹ = ۰/۲mm$

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

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

$T = G_O - G_U = ۷۰/۱ - ۶۹/۹ = ۰/۲mm$

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

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

$T = G_O - G_U = ۴۰/۱ - ۳۹/۹ = ۰/۲mm$

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

حل مسئله ۱ ص ۸۱

علائم انطباقی	۴۰j۶	۴۰k۶	۴۷k۱۱	۶۰d۹	۹۰e۸	۱۱۰e۸
انحراف فوقانی انحراف تحتانی	+۱۱ −۵	+۱۸ +۲	۰ −۱۶۰	−۱۰۰ −۱۴۷	−۷۲ −۱۲۶	−۷۲ −۱۲۶

حل مسئله ۲ ص ۸۲

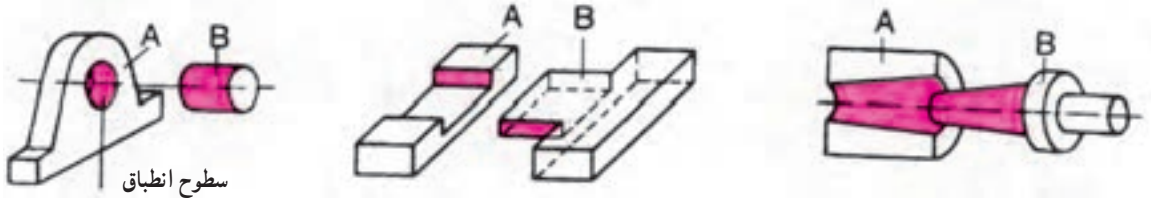
علائم انطباقی	۲۰H۱۱	۲۵D۱۰	۳۰e۸	۳۰H۷	۵۰d۹	۵۰h۹	۶۰H۷	۷۰h۱۱	۸۰f۷	۱۰۰c۱۱
انحراف تحتانی انحراف فوقانی	+۱۳۰ ۰	+۱۴۹ +۶۵	−۵۰ −۸۹	+۲۵ ۰	−۱۰۰ −۱۷۴	۰ −۷۴	+۳۰ ۰	۰ −۱۹۰	−۱۸۰ −۴۰۰	

جلسه هفدهم: ادامه مبحث انطباقات (سومین جلسه)

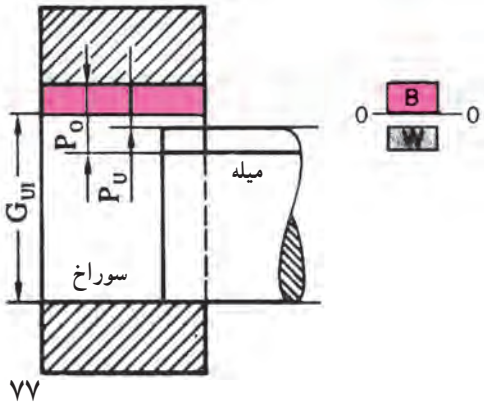
ردیف	برنامه زمانبندی جلسه هفدهم	زمان به دقیقه
۱	سلام، احوالپرسی و حضور و غیاب	۱۰
۲	تدریس مبحث سیستم انطباق و تمایز آنها از یکدیگر	۱۰
۳	تدریس مبحث انطباق بازی‌دار	۱۵
۴	تدریس مبحث انطباق عبوری	۱۵
۵	تدریس مبحث انطباق پرسی	۱۵
۶	حل مسائل ۳ و ۴ صفحه ۸۳	۱۵
۷	مشخص کردن مسائل باقیمانده فصل انطباقات برای جلسه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

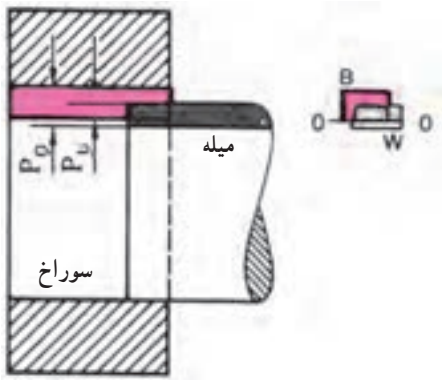
$Po = G_{OI} - G_{UA}$

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) ∅۲۵ : 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.

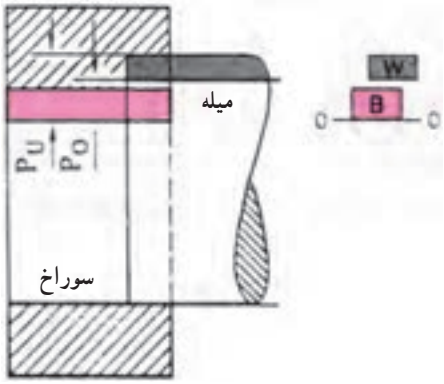
کوچکترین اندازه میله – بزرگترین اندازه سوراخ = بزرگترین لقی

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

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

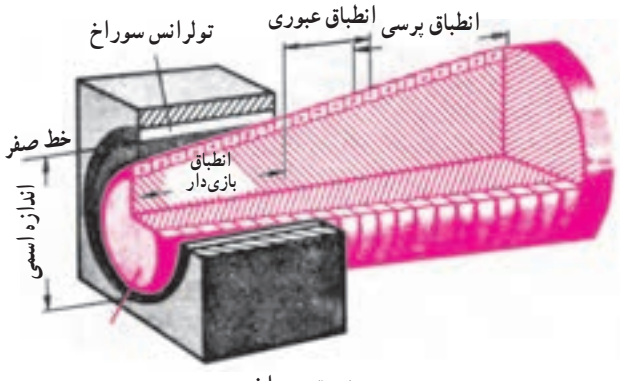
$$P_T = P_O - P_U$$

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 :

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

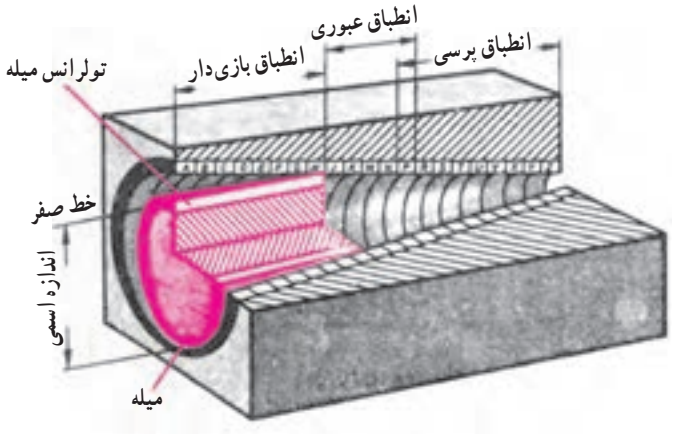
در این سیستم حروف H مشخص کننده موقعیت تولرانس سوراخ بوده و همواره سیستم ثبوت سوراخ را تداعی می‌کند و



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

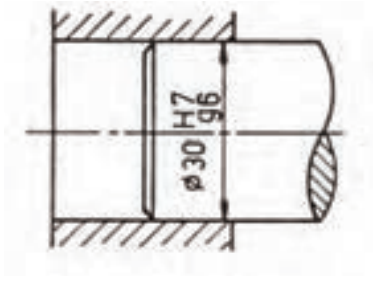
تمرین	علائم انطباقی	N mm	A_O µm	A_U µm	G_O mm	G_U mm	T µm
الف	Ø۴۰F۸	۴۰	+۶۴	+۲۵	۴۰/۰۶۴	۴۰/۰۲۵	۳۹
ب	Ø۴۵d۹	۴۵	−۸۰	−۱۴۲	۴۴/۹۲۰	۴۴/۸۵۸	۶۲
ج	Ø۴۲H۸	۴۲	۲۵	۰	۴۲/۰۲۵	۴۲/۰۰	۲۵
د	Ø۳۸u۸	۳۸	+۹۹	+۶۰	۳۸/۰۹۹	۳۸/۰۶۰	۳۹
هـ	Ø۳۰D۱۰	۳۰	۱۸۰	۸۰	۳۰/۱۸۰	۳۰/۰۸۰	۱۰۰
و	Ø۵۰h۹	۵۰	۰	−۷۴	۵۰	۴۹/۹۲۶	۷۴

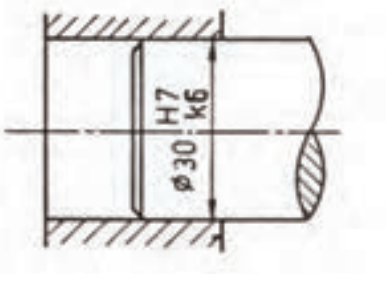
$G_O = N + A_O$

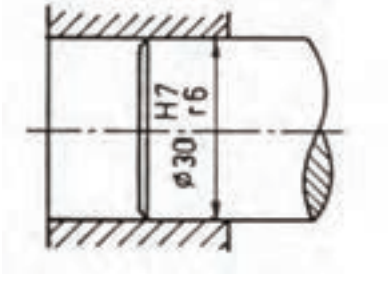
$G_U = N + A_U$

$T_{GO} - G_U$ یا $Ao - A_U$

حل مسئله ۴ صفحه ۸۳







	میله	سوراخ
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)	$P_O = G_{OI} - G_{UA} = ۳۰/۰۲۵ - ۳۰/۰۳۴ = ۰/۰۰۹$	$\varnothing ۳۰ \, {}^{H_۷}_{r_۶}$
	$P_U = G_{UI} - G_{OA} = ۳۰ - ۳۰/۰۵۰ = ۰/۰۵۰$	

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

$\varnothing ۳۰ \, {}^{H_۷}_{k_۶}$

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 ۰/۰۰۹ = P_O سفتی ۰/۰۵۰ = P_U	۲۵ ۰	H۷	Ø۳۰
		۵۰ ۳۴	r۶	
عبوری	سفتی ۰/۰۲۳ = P_O لقی ۰/۰۱۸ = P_U	۲۵ ۰	H۷	Ø۳۰
		۱۸ ۲	K۶	
بازی‌دار	لقی ۰/۰۵۰ = P_O لقی ۰/۰۰۹ = P_U	۲۵ ۰	H۷	Ø۳۰
		–۹ –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)

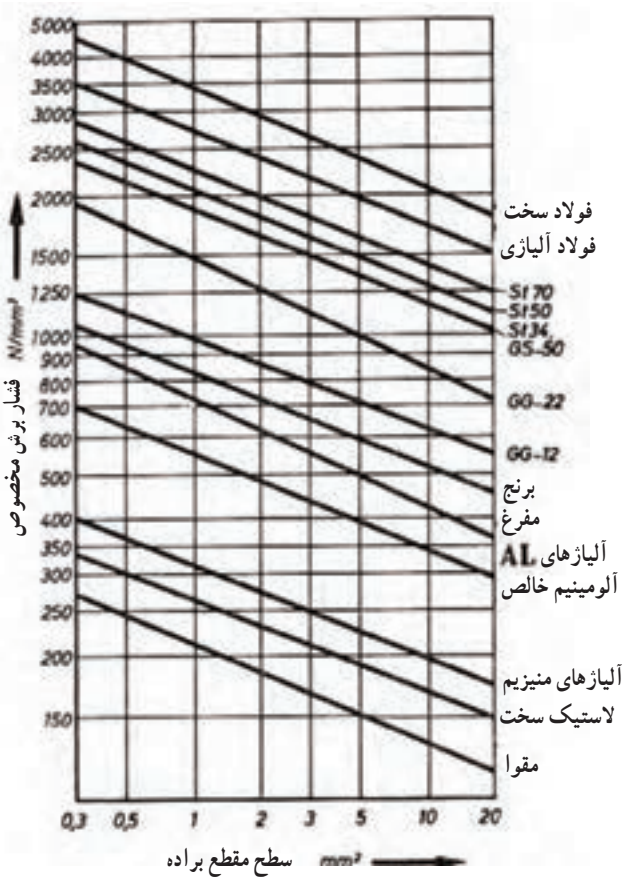
$$A = S \times a$$

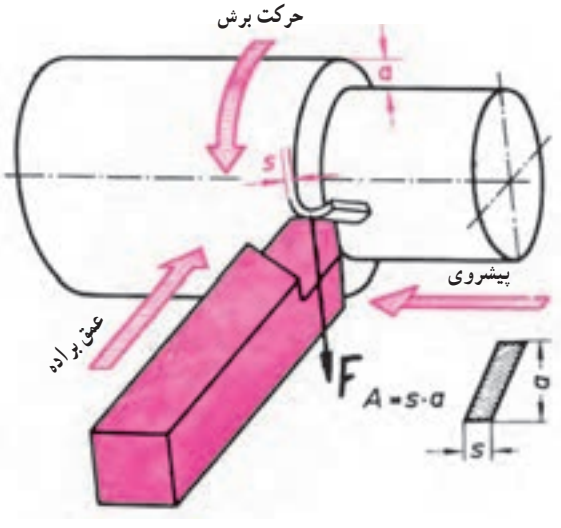
$$F = A \times Kc$$

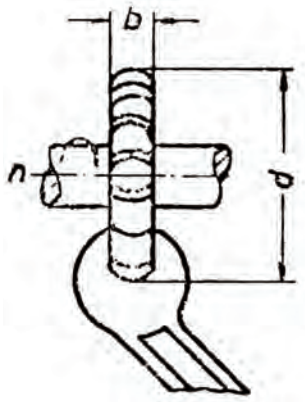
در تراشکاری $P = F \times V$ و $V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰}$

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

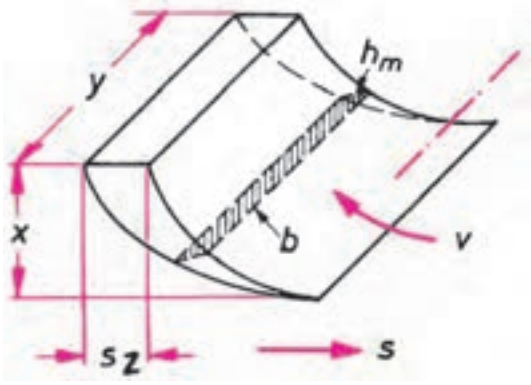
در روابط فوق A سطح مقطع براده ($mm^۲$)، S مقدار پیشروی رنده به ازای یک دور قطعه کار mm/u، F نیروی براده‌برداری (N)، Kc نیروی براده‌برداری مخصوص ($\frac{N}{mm^۲}$) با استفاده از جدول و بستگی به جنس کار و سطح مقطع دارد، P توان براده‌برداری (kW) و V سرعت برش در تراشکاری (m/min) و Vm سرعت برش متوسط در صفحه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

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

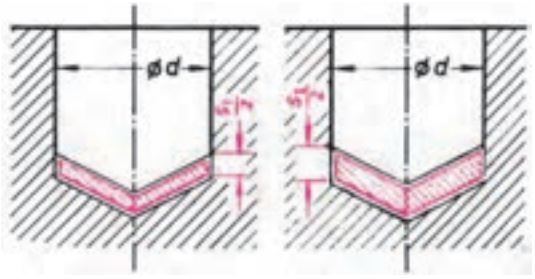
$$V_{m/s} = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰ \times ۶۰} \qquad P_{KW} = \frac{F_N \times V_{m/s}}{۱۰۰۰}$$

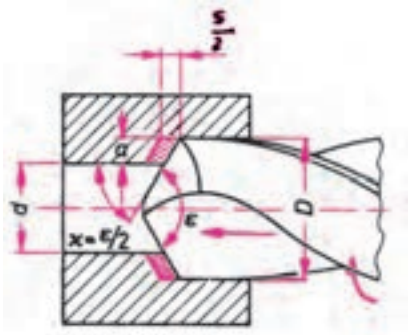
جلسه بیستم

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

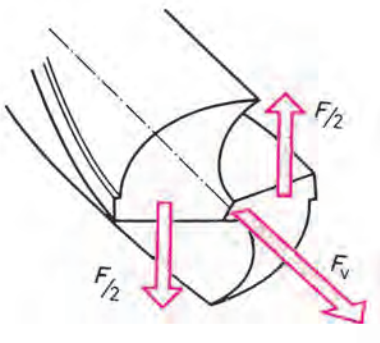
$$V_{m/min} = \frac{n.\pi.d}{1000}$$

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

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 = ?

$$P = F \times V$$

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

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

مسئله ۲ ص ۹۵ :

D = ۱۰۰mm

n = ۶۳u/min

P = ۲kW

F = ?

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

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

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

مسئله ۳ ص ۹۵ :

جنس st ۵۰

P = ۵kW

L = ۲۰۰mm

n = ۵۰ n/min

Kc = ۱۲۵۰ N/mm²

A = ?mm²

$$P = F \times V$$

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

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

$$F = A \times Kc$$

$$A = \frac{۱۵۰۰۰}{۱۲۵۰} = ۱۲mm^۲$$

مسئله ۴ ص ۹۵ :

D = ۱۰۰ mm

n = ۹۵/۵ u/min

$$V = \frac{D.\pi.n}{۱۰۰۰}$$

$F = ۲۴۰۰N$

$P = ?$

$$V = \frac{۱۰۰ \times ۳/۱۴ \times ۹۵/۵}{۱۰۰۰} = ۲۹/۹۸ = ۳۰ \, m/min$$

$$P = F \times V$$

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

$$P = ۱۲۰kW$$

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 تراش کاری، 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 : $Vf_{mm/min} = S_{mm} \times n_{1/min}$

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 L (th) 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

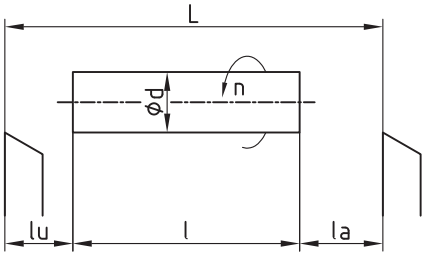
محاسبه طول پیشروی ابزار (L) در تراشکاری

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)

$L = la + l + lu$

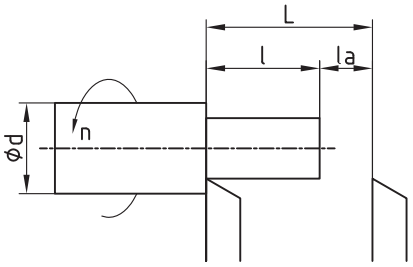
پیشرو طول قطعه پسرو



با پله (با زبانه)

$L = la + l$

طول پله



قطرقطعه کار سرعت برش

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

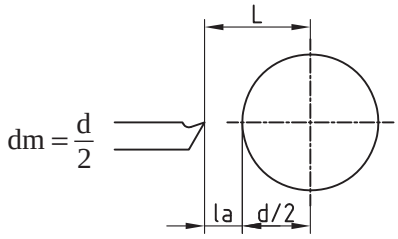
نکته : داخل تراشی مشابه روتراشی بوده فقط با این تفاوت که برای محاسبه n از قطر سوراخ استفاده می شود.

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

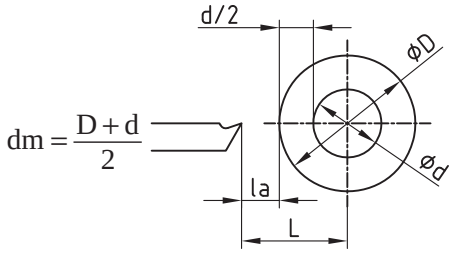
بسیار مهم :

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

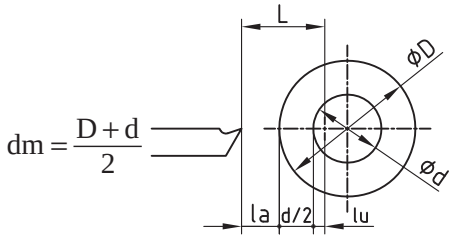


توضیح : بریدن قطعهٔ توپر توسط رندهٔ برش روی دستگاه تراش (مثال برای این حالت)

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 پیشروی ابزار دفعات پیچ‌بری تعداد راه

طول پیچ

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

گام گام پیچ تعداد دوران

اما فرمول th زمان اصلی تغییراتی پیدا می‌کند.

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. 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

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

طرف مرحله

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

$V = ۱۸۰m/min$ سرعت برش

$S = ۰/۱ mm/u$ پیشروی

$n = ?\ RPM$

$th = ?$

$Z = ۱۵$ تعداد قطعات

$La = ۲mm$ طول پیشرو

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

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

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

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

تعداد دفعات ← زمان پیشانی تراشی یک قطعه

مسئله ۳ ص ۱۰۲

$i = ۱$

$V = ۱۲۰ m/min$

$S = ۰/۱ min/u$

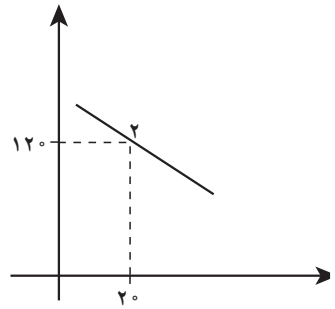
$n = ?$

$th = ?$

$Z = ۲۰۰$ 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) زمان خشن‌کاری سطح I $th_V = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{۲۳ \times ۱}{۰/۳ \times ۱۲۵} = ۰/۶۴ \min$

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

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

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

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

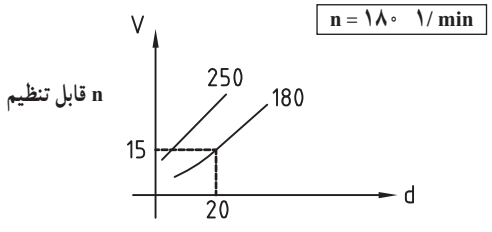
$V = ۱۵ m/min$ سرعت برش

$th = ۲$

$L = ۳۰۰ mm$

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

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



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؟

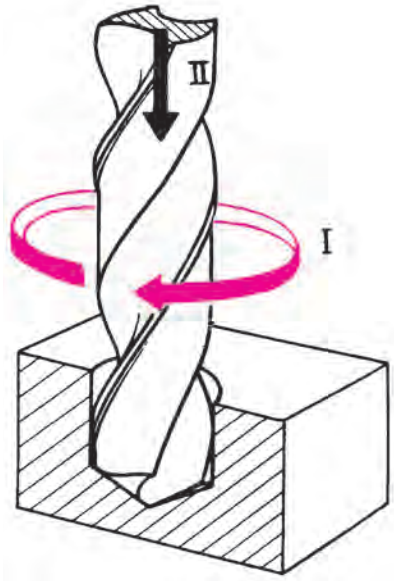
۴ــ زاویه شیار مته (براده) چه وظیفه‌ای دارد و طبقه‌بندی آن چگونه است؟

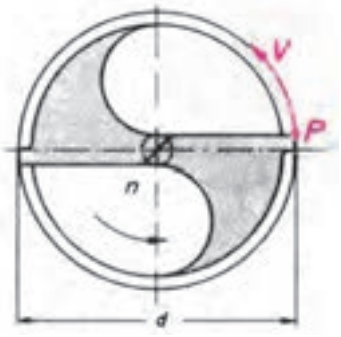
۵ــ محدوده زاویه رأس مته برای فلزات مختلف چند درجه است؟

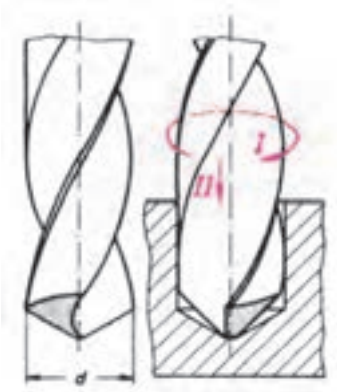
برای سوراخکاری به‌وسیله مته و برقو دو حرکت همزمان لازم است.

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	min/U پیشروی قطر برقو				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 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 برنج
یا نفت، الکل صابون	1,5...3	1...1,5	0,5...5	0,3...5	12...20	آلومینیوم و آلیاژهای نرم آن
tr = خشک		S = روغن برش و یا خنک‌کاری				E = آب صابون

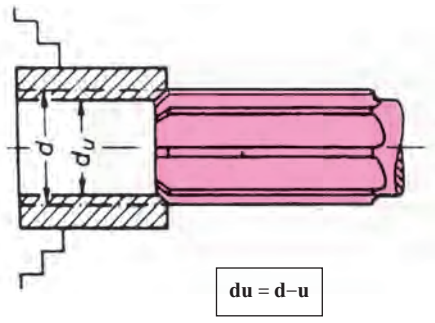
زمان اصلی انجام کار سوراخکاری در برقوکاری مشابه زمان اصلی انجام کار در تراشکاری است.

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

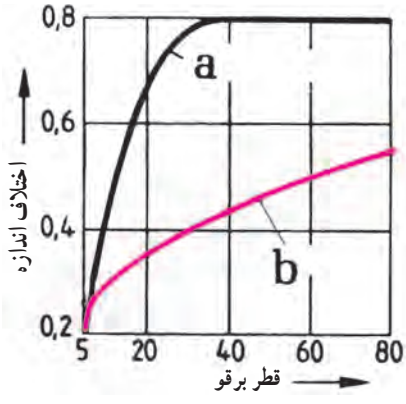
در رابطه فوق th زمان اصلی انجام کار برحسب دقیقه، L طول پیشروی مته با احتساب عمق سوراخ l، طول پیشرو la، طول پسرو l_u و طول رأس مته L_s، n عده دوران مته و s مقدار پیشروی در هر دور مته است.

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



جلسه بیست‌وسوم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و سوم	زمان به دقیقه
۱	حضور و غیاب	۱۰
۲	بازدید تکالیف جلسه قبل و حل آن پای تابلو توسط هنرجویان	۴۰
۳	تدریس مبحث زمان اصلی انجام کار در فرزکاری و صفحه تراشی	۲۰
۴	حل مسائل نمونه حل شده کتاب	۱۵
۵	مشخص کردن تمرینات جلسه آینده هنرجویان و تأکید بر حل آنها در منزل	۵

تمرین‌های ۳ ص ۱۱۵، ۵ ص ۱۱۶ و ۷ ص ۱۱۷ و ۲ ص ۱۲۱، ۴ ص ۱۲۲ و ۵ ص ۱۲۳

برای تفهیم بهتر مبحث زمان اصلی انجام کار در فرزکاری و صفحه تراشی می‌توان سؤالات زیر را در ابتدا مطرح کرد تا هنرجویان نظر خودشان را بیان کنند.

۱ــ چرا امروزه به‌جای استفاده از ماشین صفحه تراش کورس کوتاه، ماشین فرز ترجیح داده می‌شود؟

۲ــ سرعت رفت و برگشت کشاب دستگاه صفحه تراش با هم یکی نبوده و سرعت برگشت کشاب کمتر از رفت آن است.

$V_R > V_A$ چرا؟

چگونه این امکان میسر شده است؟

۳ــ رنده‌های صفحه تراشی تک لبه است ولی تیغه‌های فرز دارای چندین لبه می‌باشد لبه‌های متعدد چه ویژگی را به فرزکاری داده است؟

۴ــ انتخاب سرعت برش در ماشین فرز و صفحه تراش به چه عواملی وابسته است؟

مسئله ۲ ص ۱۰۷

جنس قطعه ۲ – St۳۷

ضخامت $l = ۱۰mm$

تعداد سوراخ $i = ۱۶$

قطر سوراخ $d = ۱۱/۵mm$

سرعت برش $V = ۳۵m/min$

$S = ۰/۲۸ \frac{mm}{in}$

$L = ?$

$l_a = ۰/۵mm$

$l_a = ۰/۸mm$

$n = ?\ RPM$

$th = ?min$

$Z = ۲۰$ عدد درپوش

$L = l + l_s + l_a + l_u$

$L_s = ۰/۳d = ۰/۳ \times ۱۱/۵ = ۳/۴۵mm$ طول رأس مته

$L = ۱۰ + ۳/۴۵ + ۰/۵ + ۰/۸ = ۱۴/۷۵mm$

$$n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{a \times \pi} = \frac{۳۵ \times ۱۰۰۰}{۱۱/۵ \times ۳/۱۴} = ۹۶۹/۲ m/min$$

$$th = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{۱۴/۷ \times ۱۶}{۰/۲۸ \times ۹۶۹} \times ۲۰ = ۱۷/۳min$$ قطعه

تمرین ۴ صفحه ۱۰۷

$Z = ۶۰$ تعداد قطعات

$St۳۷ - ۲$ جنس

$Z = ۸$ روی هر قطعه ۸ سوراخ

$d = ۲۵mm$ قطر سوراخ

$V = ۲۸m/min$

$S = ۰/۱۲ \frac{mm}{in}$

$L_a = ۰/۵mm$

$L_u = ۱mm$

$n = ?RPM$

$th_۱ = ?min$ هر فلانج جداگانه سوراخکاری شود

$th_۲ = ?min$ سه فلانج با هم سوراخکاری شود

$L_S = ۰/۳d = ۰/۳ \times ۲۵ = ۷/۵mm$ طول رأس مته

$L_۱ = l + l_s + l_a + l_u = ۳۲ + ۷/۵ + ۰/۵ + ۱ = ۴۱mm$

$$n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d \times \pi} = \frac{۲۸ \times ۱۰۰۰}{۲۵ \times ۳/۱۴} = ۳۵۶RPM$$

$$th_۱ = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{۴۱ \times ۸}{۰/۱۲ \times ۳۵۶} \times ۶۰ = ۴۶۰/۶۷ min$$

$L_S = l + l_s + l_a + l_u = ۹۶ + ۷/۵ + ۰/۵ + ۱ = ۱۰۵mm$ (طول پیشروی در سه قطعه با هم)

$$th_s = \frac{۱۰۵ \times ۸}{۰/۲ \times ۳۵۶} \times \frac{۶۰}{۳} = ۳۹ \times ۰/۲۵ min$$

سه قطعه با هم بسته می‌شود و لذا ۲۰ مجموعه داریم.

مسئله ۶ ص ۱۰۸

جنس قطعه چدن خاکستری GG – ۲۰

تعداد سوراخ i = ۱۶

قطر سوراخ d = ۱۷/۵mm

سرعت برش V = ۳۰m/min

پیشروی S = ۰/۳mm/a

طول پیشرو l_a = ۱/۲

اگر دستگاه غیرپله‌ای باشد n = ? RPM

th = ?

اگر دورهای دستگاه پله‌ای باشد n = ?

th = ?

$L_S = ۰/۳ \times d = ۰/۳ \times ۱۷/۵ = ۵/۲۵mm$

$$n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d \times \pi} = \frac{۳۰ \times ۱۰۰۰}{۱۷/۵ \times ۳/۱۴} = ۵۴۶RPM$$

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

$L = l + l_s + l_a = ۲۷ + ۵/۲۵ + ۱/۲ = ۳۳/۴۵mm$

$$th_۱ = \frac{۳۳/۴۵ \times ۱۶}{۰/۳ \times ۵۴۶} = ۳/۲۶ \min$$ زمان با گیربکس غیرپله‌ای

n = ۵۰۰ ۷ـ۳ عده دوران با استفاده از جدول

$$th = \frac{۳۳/۴۵ \times ۱۶}{۰/۳ \times ۵۰۰} = ۳/۵۶ \min$$

مسئله ۷ صفحه ۱۰۹

جنس کار ۳۷MnSi۵

قطر مته d = ۱۱/۷۵mm

سرعت برش سوراخکاری V = ۱۸m/min

$$S = \frac{۰/۱mm}{u}$$

قطر برقو d = ۱۲

n = ?

$l_a + l_u$ = ۳mm

سوراخکاری th = ?min

برقوکاری th = ?min

سرعت برقوکاری V = ۵m/min

$$S = \frac{۰/۴mm}{u}$$

برای برقوکاری $l_a + l_s + l_u = ۲۲mm$

$$n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d \times \pi} = \frac{۱۸ \times ۱۰۰۰}{۱۱/۷۵ \times ۳/۱۴} = ۴۸۷RPM$$

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

Ls = ۰/۳d = ۰/۳ × ۱۱/۷۵ = ۳/۵۲۵mm

L = ۳۰ + ۳/۵۲۵ + ۳ = ۳۶/۵۲۵mm

$$th_۱ = \frac{۳۶/۳۵ \times ۱}{۰/۱ \times ۴۸۷} = ۰/۷۵ \min$$

$$th_s = \frac{L \times i}{S \times n}\ ,\ L = l + l_s + l_a + l_u$$

L = ۳۰ + ۲۲ = ۵۲

دوران برقوکاری $n = \frac{۷ \times ۱۰۰۰}{d \times \pi} = \frac{۵ \times ۱۰۰۰}{۱۲ \times ۳/۱۴} = ۱۳۲\ l/\min$ ، $th = \frac{۵۲ \times ۱}{۰/۴ \times ۱۳۲} = ۰/۹۸ \min$ دقیقه

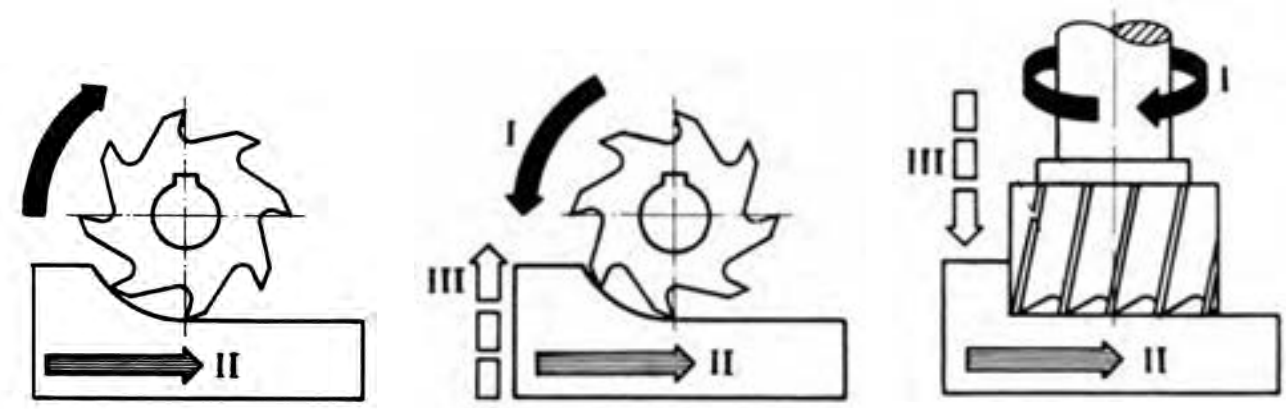
زمان اصلی انجام کار در فرزکاری

در فرزکاری سه حرکت مطابق شکل وجود دارد.

۱ــ حرکت دورانی تیغه فرز یا حرکت اصلی که آن‌را حرکت برش نیز می‌گویند.

۲ــ حرکت پیشروی میز برحسب میلی‌متر در هر دور تیغه فرز

۳ــ حرکت تنظیم بار عمقی



سرعت برش در فرزکاری مقدار راهی است که لبه برنده از تیغه فرز برحسب متر در هر دقیقه روی قطعه کار طی می‌کند در این رابطه d قطر تیغه فرز برحسب mm، $V = \frac{d \times \pi . n}{۱۰۰۰}$

n عده دوران تیغه فرز در هر دقیقه RPM

V سرعت برش برحسب m/min

مقادیر سرعت برش با توجه به عواملی نظیر جنس قطعه کار، جنس تیغه فرز و غیره از راه محاسبه و تجربه به‌دست آمده و در جداول و نمودارها نوشته شده است.

فاکتور مهم در زمان اصلی انجام کار در فرزکاری سرعت پیشروی میز V_f است که باید مورد توجه قرار گیرد.

محاسبه سرعت پیشروی میز V_f : سرعت پیشروی میز عبارت است از مسیر پیموده شده توسط قطعه کار از جلوی تیغه فرز در هر دقیقه.

$$S = S_z \times Z$$

S_z مقدار پیشروی به‌ازای هریک از دندانه‌های تیغه فرز برحسب mm

Z تعداد دندانه تیغه فرز

$V_f = S \times n$

S مقدار پیشروی به‌ازاءِ هر دور تیغه فرز برحسب mm

$V_f = S_z \times Z \times n$

V_f سرعت پیشروی برحسب mm/min

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

و لذا همانند تراشکاری و سوراخکاری

محاسبه طول مسیر تیغه فرز : قبلاً یاد گرفته‌ایم که طول مسیر تیغه فرز از مجموع طول قطعه کار l و مقدار پیشروها و پسرو L_u به‌دست می‌آید روابط مربوط به محاسبه طول مسیر تیغه فرز L برای تیغه فرزهای غلطکی، پولکی، انگشتی و پیشانی و تیغچه‌دار (در دو حالت خشن‌کاری و پرداخت‌کاری) و همچنین محاسبه تعداد دفعات برش در جدول ۱۴ــ۷ صفحه ۱۱۰ به اختصار آورده شده که از طریق روابط ریاضی برای هنرجویان قابل اثبات می‌باشد.

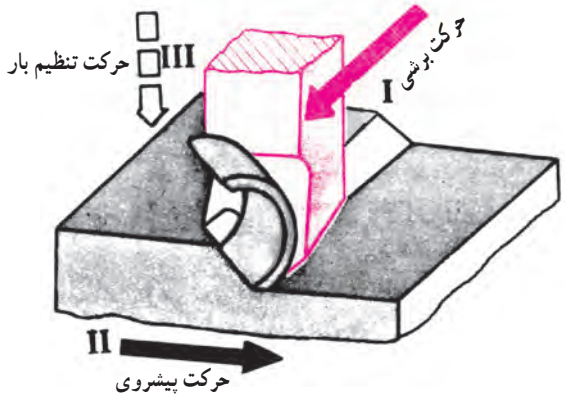
زمان اصلی انجام کار در صفحه تراش

برای تراشیدن صفحات در ماشین‌های صفحه تراش سه حرکت زیر وجود دارد که باید به‌درستی به هنرجویان تفهیم گردد.

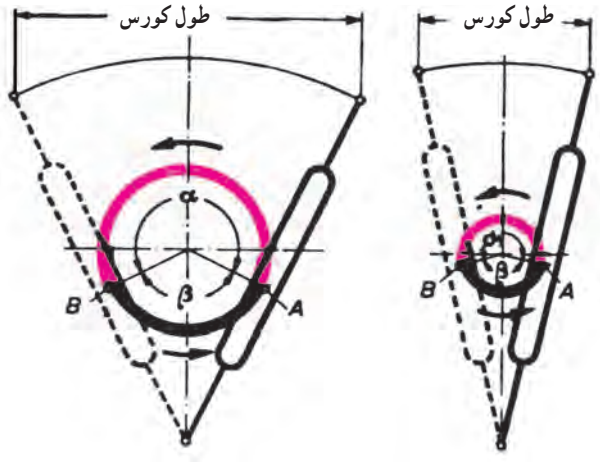
۱ــ حرکت اصلی یا حرکت برشی

۲ــ حرکت پیشروی

۳ــ حرکت تنظیم بار



در ماشین‌های صفحه تراش کورس کوتاه که حرکت مستقیم‌الخط کشاب آنها با مکانیزم لنگ تأمین می‌شود سرعت رفت و برگشت در آنها ثابت نبوده بلکه متغیر است.

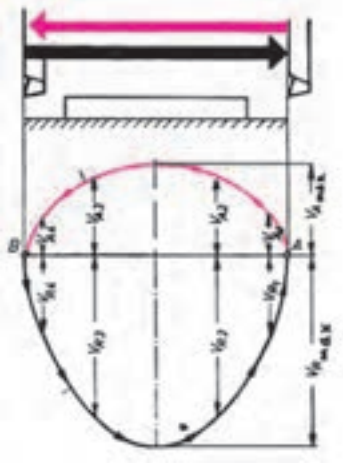


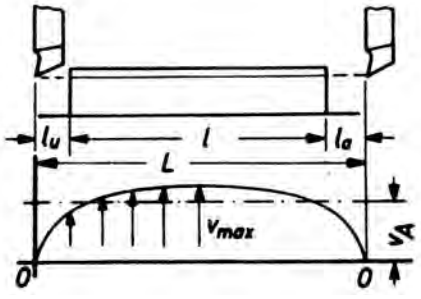
محاسبه سرعت برش رفت V : این سرعت که درواقع سرعت برش متوسطی است که قطعه کار با آن سرعت تراشیده می‌شود از رابطه کلی سرعت به‌دست می‌آید.

$$V = \frac{L}{t}$$

و به همین ترتیب سرعت برگشت که از سرعت رفت بیشتر است از رابط به‌دست می‌آید.

$$V_r = \frac{L}{t_r}$$

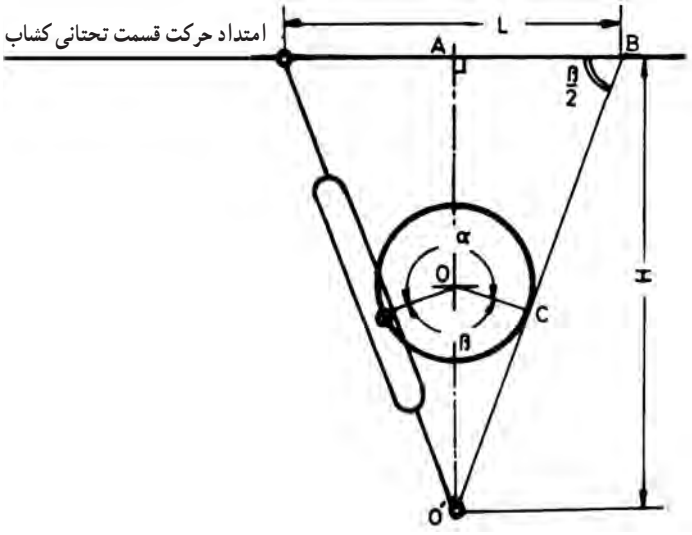




درصورتی که تعداد کورس مضاعف (رفت و برگشت) و زاویه رفت α و زاویه برگشت β در دسترس باشد سرعت‌های V و V_r از روابط زیر نیز حاصل خواهد شد.

$$V = \frac{L \times n \times ۳۶۰}{\alpha}$$

$$V_r = \frac{L \times n \times ۳۶۰}{\beta}$$



و از شکل روبرو زوایای α و β نیز قابل محاسبه است و درواقع به علت دو زاویه نامساوی α و β سرعت رفت و برگشت با هم یکی نبوده بلکه سرعت برگشت بیشتر از سرعت رفت است.

بین سرعت رفت و برگشت و زمان رفت و برگشت و زاویه رفت و برگشت رابطه زیر برقرار می‌باشد :

$$\frac{t}{t_r}=\frac{V_r}{V}=\frac{\alpha}{\beta}$$

نسبت $\frac{V_R}{V_A}$ در دستگاه صفحه تراش مکانیکی ۱/۵ الی ۲ و در دستگاه صفحه تراش هیدرولیکی ۲/۵ الی ۳/۵ برابر است.

زمان اصلی انجام کار برای یک بار صفحه تراش از رابطه $th=\frac{L}{V_{fm}}$ به‌دست می‌آید.

در دستگاه صفحه تراش به‌جای L طول پیشروی عرضی یعنی B در فرمول قرار می‌گیرد

$$th=\frac{B}{V_{fm}}\ ,\ th=\frac{B\times i}{S\times n}$$

سرعت برش متوسط V_m : همان‌طوری که گفته شد در ماشین‌های صفحه تراش به علت مساوی نبودن سرعت رفت و برگشت سرعت متوسط ملاک عمل در محاسبه زمان اصلی انجام کار است که از رابطه $V_m=\frac{۲L.n}{۱۰۰۰}$ به دست می‌آید.

در این رابطه V_m سرعت برش متوسط صفحه تراش برحسب m/min، L طول کورس با احتساب میزان پیشرو و پسرو L_u و n تعداد کورس مضاعف برحسب میلی‌متر می‌باشد.

$$n=\frac{V_m\times ۱۰۰۰}{۲.L}$$

زمان اصلی انجام کار th برای یکبار صفحه‌تراش

$$th=\frac{\text{طول مسیر}}{\text{سرعت پیشروی متوسط}}=\frac{B}{V_{fm}}=\frac{B}{S\times n}$$

در رابطه زمان اصلی انجام کار در صفحه تراش به‌جای طول حرکت کشاب (کورس) بایستی طول پیشروی عرضی B را در محاسبه دخالت داد.

$$B=b+b_a+b_u$$

در جدول ۲۳ــ۷ صفحه ۱۱۸ روابط طول کورس و کورس عرضی صفحه تراش برای قطعات پله‌دار و بدون پله آورده شده است. با احتساب تعداد مرتبه صفحه تراش از رابطه زمان اصلی انجام کار چنین خواهد شد.

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

برای محاسبه سرعت متوسط در صفحه تراشی از دو سرعت رفت و برگشت می‌توان استفاده کرد.

$$V_m = \frac{2L}{(t + tr)} = \frac{2L}{(\frac{L}{V} + \frac{L}{V_r})} = \frac{2\cancel{L}}{\frac{\cancel{L}(V + V_r)}{V \times V_r}}$$

$$V_m = \frac{2V \times V_r}{V + V_r}$$

جلسه بیست و چهارم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و چهارم	زمان به دقیقه
۱	حضور و غیاب	۱۰
۲	بازدید تکالیف مبحث زمان اصلی انجام کار در فرزکاری و صفحه‌تراشی	۲۰
۳	حل تکالیف مبحث زمان اصلی انجام کار در فرزکاری و صفحه تراشی در روی تابلو توسط هنرجویان	۴۰
۴	انجام آزمون پایان فصل مشتمل بر ۴ سؤال از تراشکاری، سوراخکاری، فرزکاری و صفحه تراشی	۲۰

حل مسائل

مسئله ۳ صفحه ۱۱۵

L b t

تسمه اوّلیه ۱۱۲ × ۱۸۰ × ۳۶۰

مراحل i = ۲

عمق فرزکاری a = ۴mm

ابعاد نهایی ۱۲ × ۷۲ × ۳۶۰

قطر تیغه فرز غلطکی d = ۱۲۵mm

سرعت برش V = ۲۸m/min

پیشروی به‌ازای یک لبه S = ۰/۲۲mm

تعداد لبه تیغه فرز Z = ۱۰

n = ? RPM

$$S = ?\frac{min}{n}$$

L = ? min

$L_a = l_u$ = ۲mm پیشرو و پسرو

th = ?

$$n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d \times \pi} = \frac{۲۸ \times ۱۰۰۰}{۱۲۵ \times ۳/۱۴} = ۷۱/۳۳ RPM$$

$$S = S_z \times z = ۰/۲۲ \times ۱۰ = ۲/۲ mm$$

طول لازم برای پیشروی برش در تیغه فرز غلطکی $L = l + l_s + l_a + l_u$ ، $L_s = \sqrt{d.a - a^۲}$

$$L_s = \sqrt{۱۲۵ \times ۴ - ۴^۲} = ۱ mm \boxed{۲۲mm}$$

$L = ۳۶۰ + ۲۲ + ۲ + ۲ = ۳۸۶mm$

$$th = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{۳۸۶ \times ۲}{۲/۲ \times ۷۱/۳} = ۴/۹۲ \min$$

مسئله ۵ ص ۱۱۶

جنس کار ۴۲CrMO۴

عمق در هر مرحله $a = ۰/۶mm$

تیغه فرز انگشتی به قطر $d = ۱۸$ و $V_f = \frac{۱۴۰mm}{\min}$ سرعت پیشروی

$t = ۷mm$ عمق جاخار

$lu = ۱mm$

$la = ۰/۴mm$

$L = ?$

$i = ?$

$th = ?$

$$L = l - \frac{d}{۲} + l_u = V_a - \frac{۱۸}{۲} + ۱ = ۶۷mm$$

$$i = \frac{t + l_a}{a} = \frac{۷ + ۰/۴}{۰/۶} = ۱۲/۳ \Rightarrow \boxed{i = ۱۳ \quad \text{بار}}$$

$$th = \frac{L \times i}{V_f} \Rightarrow \frac{۶۷ \times ۱۴}{۱۴۰} = ۶/۷ \min$$

مسئله ۷ ص ۱۱۷

نوع تیغه فرز ــ پولکی

$i = ۱$

$d = ۸۰mm$

تعداد دندانه تیغه فرز $Z = ۱۴$

سمت برش $V = ۱۴m/min$

$S = ۰/۰۸mm$

$S = ۲mm$

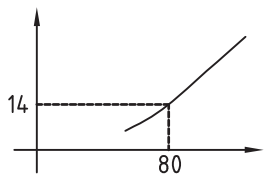
$n = ?RPM$

$$S = ? \frac{mm}{u}$$

$L = ?$

$th = ?$

الف) $n = \xrightarrow{\text{از دیاگرام}} ۵۶\ ۱/\min$ دوران تئوری



ب) $S = S_z \times z = ۰/۰۸ \times ۱۴ = ۱۱۲mm$

$L_u = ۰ = L + L + l_s + l_a \quad , \quad t = \frac{۳۴ - ۲۸}{۲} = \boxed{۳ = a}$ عمق جاخار

$L_s = \sqrt{d.a - a^۴} = \sqrt{۸۰ \times ۳ - ۳^۲} = ۱۵/۱۹mm$

$L = ۵۸ + ۱۵/۲ + ۲ = ۷۵/۲mm$

$th = \frac{L \times i}{S \times n} \times ۶ = \frac{۷۵/۲ \times ۱}{۱/۱۲ \times ۵۶} \times ۶ = ۷/۱۹\ min$ تعداد جای خار هر محور

حل تمرین‌های انتخاب شده در صفحه تراشی

مسئله ۲ ص ۱۲۱

ابعاد تسمه (اوّلیه) $۸۰ \times ۲۰mm$

جنس کار $St۳۷ - ۲$

$i = ۲$

ابعاد نهایی $۸۰ \times ۱۲mm$

$n = ۵۶\ RPM$

$S = ۱/۲mm$

$B = ?$

$B_a = B_u = ۴mm$

$th = ?$

$B = b + b_a + l_a = ۸۰ + ۴ + ۴ = ۸۸mm$

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

$$th = \frac{۸۸ \times ۲}{۵۶ \times ۱/۲} = ۲/۶۱۹\ min$$

$$V = \boxed{\frac{۳۲m}{min} = V}$$

$S = ۰/۳mm$

$L = ۳۸۰mm$

$l_a = ۴۰mm = L_a$

$l_u = ۴۰mm$

$B = ?$

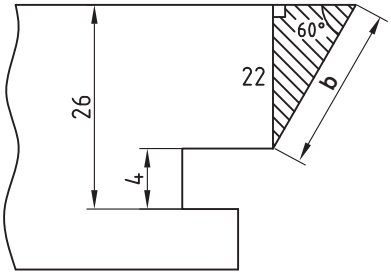
B_a = ۱/۵mm

B_u = ۱mm

$V_r = ? \quad \frac{V_r}{V} = \boxed{۱/۷ = q}$ نسبت سرعت‌ها

th = ?

الف) $L = l + l_a + l_u$ = ۳۸۰ + ۴۰ + ۴۰ = ۴۶۰mm



ب) $\sin ۶۰ = \frac{۲۲}{b} \rightarrow ۰/۸۶۶ = \frac{۲۲}{b} \rightarrow b = ۲۵/۵$

$B = b_a + b + b_u$ = ۱/۵ + ۲۵/۴ + ۱ = ۲۷/۹mm

ج) $V_r = ? \qquad q = \frac{V_r}{V} = ۱/۷ = \frac{V_r}{۳۲} \Rightarrow V_r = ۵۴/۴ \, m/min$

د) th = ? $\qquad th = \frac{B \times i}{S \times n}$

محل i = ۱ × ۲ = سطح ۲

$$V_m = \frac{۲ \times V \times V_r}{V + V_r} = \frac{۲ \times ۳۲ \times ۵۴/۴}{۳۲ + ۵۴/۴} =$$

V_m = ۴۰/۳۷ m/min

$$V_m = \frac{۲ \times L \times n}{۱۰۰۰} \Rightarrow ۴۰/۳۷ = \frac{۲ \times ۴۶۰ \times n}{۱۰۰۰}$$

$$\Rightarrow n = ۴۳/۸۸ \, l/min$$

$$th = \frac{۲۷/۹ \times ۲}{۰/۳ \times ۴۳/۸۸} = \boxed{۴/۲۴ \, min}$$

تعداد مراحل صفحه تراش بدون پله i = ۱

تعداد مراحل صفحه تراش پله i = ۲

سرعت برش یا سرعت رفت V = ۲۸m/min

و برگشت V_r = ۶۰m/min

L = ?mm

la = ۱۰۰mm

lu = ۵۰mm

l = ۱۲۲۰

B = ?

ba = bu = ۴mm

th = ?

$S = ۰/۸mm$

$L = l + la + lu =$

الف) $L = ۱۲۲۰ + ۱۰۰ + ۵۰ = ۱۳۷۰mm$

ب) بدون پله $B_۱ = b + ba + bu = ۴۸۰ + ۴ + ۴ = ۴۸۸mm$

با پله $B_۲ = b + ba = ۱۲۰ + ۴ = ۱۲۴mm$

پله سطح بالایی

ج) $th = th_۱ + th_۲$

$$n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{۲L}$$

یا $$th = (\frac{L}{V \times ۱۰۰۰} + \frac{L}{V_r \times ۱۰۰۰}) \times \frac{B \times i}{S}$$

$$n = \frac{۲ \times ۱۰۰۰}{۲ \times ۱۳۷۰} = ۱۰/۲ min$$

$$th = (\frac{۱۳۷۰}{۲۸ \times ۱۰۰۰} + \frac{۱۳۷۰}{۶۰ \times ۱۰۰۰}) \times \frac{۴۸۸ \times ۱}{۰/۸} + (\frac{۱۳۷۰}{۲۸ \times ۱۰۰۰} + \frac{۱۳۷۰}{۶۰ \times ۱۰۰۰}) \times \frac{۱۲۴ \times ۲}{۰/۸}$$

$th = ۶۶min$

جلسه بیست و پنجم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و پنجم	زمان به دقیقه
۱	حضور و غیاب	۱۰
۲	اعلام نتایج آزمون پایان فصل	۲۰
۳	تدریس مبحث محاسبه قیمت تمام شده و تعیین زمان انجام کار	۳۰
۴	حل مسائل نمونه حل شده کتاب	۲۰
۵	مشخص کردن تکالیف هفته آینده	۱۰

محاسبه قیمت تمام شده و قیمت فروش امروزه به کمک روش‌های نوین مهندسی و حسابداری و با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف توسط کامپیوتر انجام می‌شود و هدف از ارائه این مبحث در کتاب محاسبات فنی ۲ آشنایی با عوامل تعیین‌کننده و مفاهیم قیمت تمام شده محصول می‌باشد.

سؤال‌های زیر می‌تواند به تفهیم درس کمک کند.

۱ــ چه عواملی در قیمت تمام شده محصول نقش تعیین‌کننده دارند؟

۲ــ هزینه‌های بالا سری شامل چه هزینه‌هایی است؟

۳ــ چگونه می‌توان زمان ساخت قطعات را به‌دست آورد؟

۴ــ آیا از کرنومتر و یا شماره‌انداز counter می‌توان روی یک دستگاه (پرس ضربه‌ای، گیوتین) زمان تولید قطعه را محاسبه کرد؟

اگر هنرجویان مفاهیم اوّلیه در قیمت تمام شده و قیمت فروش را درک کنند در آینده شغلی خود در آنالیز آن موفق خواهند بود لذا از همکاران انتظار می‌رود تا با مثال‌های ساده این مهم را محقق سازند.

۱ــ قیمت مواد اوّلیه a : هزینه‌هایی مثل خرید، بریدن، دورریز، حمل و نقل و انبارداری

۲ــ هزینه انجام کار b : هزینه اجرت و دستمزد به اپراتور ماشین در فرایند تولید

۳ــ هزینه تولید c : مجموع قیمت مواد اوّلیه و هزینه انجام کار

$$c = a + b$$

۴ــ هزینه بالا سری d : هزینه‌هایی مانند اجاره کارخانه و دفتر، سوخت، آب، برق، تلفن، مالیات، بیمه، آموزش، استهلاک دستگاه‌ها، تعمیرات، بهره وام‌ها و سود سرمایه و حقوق پرسنل کارخانه به‌جز اپراتور تولید

۵ــ قیمت تمام شده e : مجموعه هزینه تولید و هزینه بالاسری $e = c + d$

۶ــ سود ویژه f : میزان سود ویژه برحسب درصدی از قیمت تمام شده

۷ــ قیمت فروش g مجموع قیمت تمام شده و سود ویژه

$$g = e + f$$

زمان‌سنجی از عوامل مهم و تعیین‌کننده در تولید محسوب می‌شود و اهدافی را همچون بهبود برنامه‌ریزی و کنترل، برنامه‌ریزی نیروی انسانی و ماشین‌آلات، به‌دست آوردن شاخص‌های مطمئن برای سنجش عملکرد پرسنل، ایجاد مبنایی معتبر جهت کنترل هزینه‌های نیروی کار و اجرای سیستم‌های مناسب کارانه را دنبال می‌کرد.

تاریخچه زمان‌سنجی به سال ۱۸۸۱ میلادی و زمان فردریک تیلور بازمی‌گردد که به او پدر علم زمان‌سنجی می‌گویند و از آن زمان علم زمان‌سنجی نیز پیشرفت‌های زیادی داشته و امروزه از روش‌های نوین برای زمان انجام کار استفاده می‌شود در کتاب محاسبات ۲ مفاهیم اوّلیه در تعیین زمان انجام کار جهت آشنایی ارائه گردیده است.

۱ــ حدس زدن، که حالت تجربی دارد در این حالت باید مسائلی مانند تهیه مواد، حمل و نقل بریدن، ماشین‌کاری، خرابی و تعمیرات ماشین‌آلات، بیماری و مرخصی اپراتور نیز درنظر گرفته می‌شود.

۲ــ زمان‌سنجی : در سری‌سازی قطعات با استفاده از دستگاه‌های کپی تراش و سری تراش می‌توان توسط زمان‌سنج تعداد تولید قطعات را در یک زمان مشخص (یک ساعت، یک روز) به‌دست آورد.

۳ــ محاسبه کردن : محاسبه زمان اصلی انجام کار th زمان تولید به‌دست می‌آید و با لحاظ نمودن مواردی دیگر همچون بررسی نقشه یک قطعه، طراحی روش تولید زمان انجام یک سفارش را به‌دست می‌آورند.

زمان انجام کار برای چند قطعه مشابه + زمان تجهیز = زمان انجام کار

$$T = t_r + t_a$$

زمان فرعی تجهیز + زمان اصلی تجهیز = زمان تجهیز

$$t_r = t_{rg} + t_{rv}$$

تعداد قطعات × زمان انجام کار برای هر قطعه = زمان انجام کار (بدون زمان تجهیز)

$$t_a = t_e \times n$$

زمان مبنا + زمان جزئی = زمان انجام کار برای هر قطعه

$$t_e = t_v + t_g$$

زمان فرعی + زمان اصلی انجام کار = زمان مبنا

$$t_g = t_h + t_n$$

جلسه بیست و ششم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و ششم	زمان به دقیقه
۱	حضور و غیاب	۱۰
۲	بازدید تکالیف جلسه قبل هنرجویان	۱۰
۳	حل تکالیف جلسه قبل توسط هنرجویان و پای تابلو	۴۰
۴	آزمون پایان فصل	۳۰

تمرین ۱ صفحه ۱۳۱

a = قیمت ماده اوّلیه ۴۵۰ ریال

b = هزینه انجام کار ۷۵۰ ریال

d = هزینه بالاسری ۱۱۰٪ b

f = سود ویژه ۱۰٪ e

c = ? هزینه تولید c = a + b = ۴۵۰ + ۷۵۰ = ۱۲۰۰ ریال هزینه تولید

e = ? e = c + d هزینه قیمت تمام شده

g = ? d = ۱۱۰٪ b = ۱/۱ × ۷۵۰ = ۸۲۵ ریال قیمت فروش

e = ۱۲۰۰ + ۸۲۵ = ۲۰۲۵ ریال قیمت تمام شده

g = e + f قیمت فروش

f = ۱۰٪ e = ۱۰٪ × ۲۰۲۵ = ۲۰۲/۵ ریال

g = ۲۰۲۵ + ۲۰۲/۵ = ۲۲۲۷/۵ ریال

مسئله ۲ صفحه ۱۳۱

n = ۸ تعداد قطعه

t_r = ۲۸ زمان تجهیز

th = ۲۸/۱ زمان اصلی انجام کار

t_n = ۱۲/۴ زمان فرعی

t_V = ۱۰٪tg زمان جزء

T = ?

$T = t_r + t_a$

$t_a = n \times t_e$

$t_e = t_v + t_g$

$t_g = th + t_n = ۲۸/۱ + ۱۲/۴ = ۴۰/۵$ min زمان مبنا

$t_v = ۱۰٪ \times tg = \frac{۱۰}{۱۰۰} \times ۴۰/۵ = ۴/۰۵$ min زمان جزء

$t_e = ۴/۰۵ + ۴۰/۵ = ۴۴/۵۵$ min زمان انجام کار برای هر قطعه

$t_a = n \times t_e = ۸ \times ۴۴/۵۵ = ۳۵۶/۴$ min

$T = t_r + t_a = ۲۸ + ۳۵۶/۴ = ۳۸۴/۴$ mm

تمرین ۳ صفحه ۱۳۲

$n = ۸$ تعداد قطعات

$L = ۴۵۰$mm

$L = ۲$

$a = \frac{d_۱ - d_۲}{۲ \times i}$

$d_۱ = ۶۵$mm

$d_۲ = ۶۰$mm

$V = ۲۸$m/min

$S = ۰/۲۵ \frac{mm}{u}$

$t_r = ۲۲$ زمان تجهیز

$t_n = ۱۸$ زمان فرعی برای هر قطعه

$m = ?$ kg

$g = ۷/۸ kg/dm^۳$

$t_h = ?$ min یک قطعه

$t_e = ?$ زمان انجام کار بدون زمان تجهیز

$t_V = ?$ ۱۰٪ tg زمان جزء

$T = ?$ زمان انجام کار

$C = ?$ هزینه تولید

$a = ۵۰۰$ ریال

$b = ۱۲۰۰$

$e = ?$ قیمت تمام شده

$d = ۲۲۰٪b$

فروش ? = g

f = ۱۵٪e = ?

جرم = حجم × جرم حجمی $m = V \times P$ استوانه

حجم استوانه $V = \frac{\pi \times d^{۲}}{۴} \times h$

$$m = ۶۵۲ \times \frac{۳/۱۴}{۴} \times ۴۵۰ \times ۷/۸۵ \times ۱۰^{-۶} = ۱۱/۷kg$$

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

$$n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d \times \pi} = \frac{۲۸ \times ۱۰۰۰}{۶۵ \times ۳/۱۴} = ۱۳۷RPM$$

$$t_h = \frac{۴۵۰ \times ۲}{۰/۲۵ \times ۱۳۷} = ۲۶/۲۷ \min$$

$t_e = t_V + t_g$

$t_g = th + t_n = ۲۶/۲۷ + ۱۸ = ۴۴/۲۷min = t_g$

$t_V = ۱۰٪t_g = ۴۴/۲۷ \times \frac{۱۰}{۱۰۰} = ۴/۴۲۷min$

$t_e = ۴۴/۲۷ + ۴/۴۲۷ = ۴۸/۷min$

$t_a = t_e \times n = ۴۸/۷ \times ۸ = ۳۸۹/۵۷ \min$

$T = t_r + t_a = ۲۲ + ۳۸۹/۵۷ = ۴۱۱/۵۷ \min$

هزینه تولید = هزینه انجام کار + هزینه مواد اوّلیه $c = a + b$

هزینه انجام کار قیمت مواد اولیه ۸ قطعه

$c = (۱۱/۷ \times ۵۰۰ \times ۸) + (\frac{۴۱۱/۵۷}{۶۰})$ ساعت تولید $\times ۱۲۰۰ = ۵۵۰۳۱/۴$ ریال

$$b = \frac{۴۱۱/۵۷}{۶۰} \times ۱۲۰۰ = ۸۲۲۰ \text{ ریال}$$

$e = c + d$

$d = ۲۲۰٪ b$

هزینه بالاسری $d = \frac{۲۲۰}{۱۰۰} \times ۸۲۲۰ = ۱۸۰۸۴$

$e = ۵۵۰۳۱/۴ + ۱۸۰۸۴ = ۷۳۱۱۵/۴$ قیمت تمام شده ریال

$g = e + f$

سود ویژه $f = ٪۱۵ \times e = \frac{۱۵}{۱۰۰} \times ۷۳۱۱۵/۴ = ۱۰۹۶۷/۳$ سود ویژه ریال

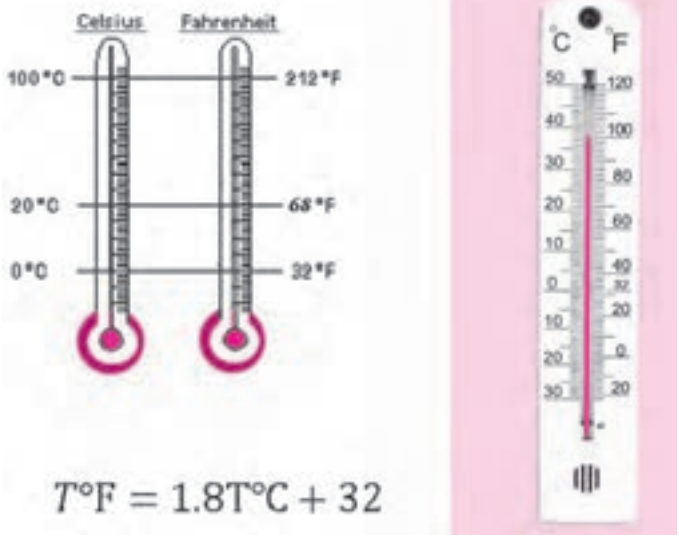
$g = ۷۳۱۱۵/۴ + ۱۰۹۶۷/۳۱ = ۸۴۰۸۲/۷۱$ قیمت فروش ریال قیمت فروش

جلسه بیست و هفتم

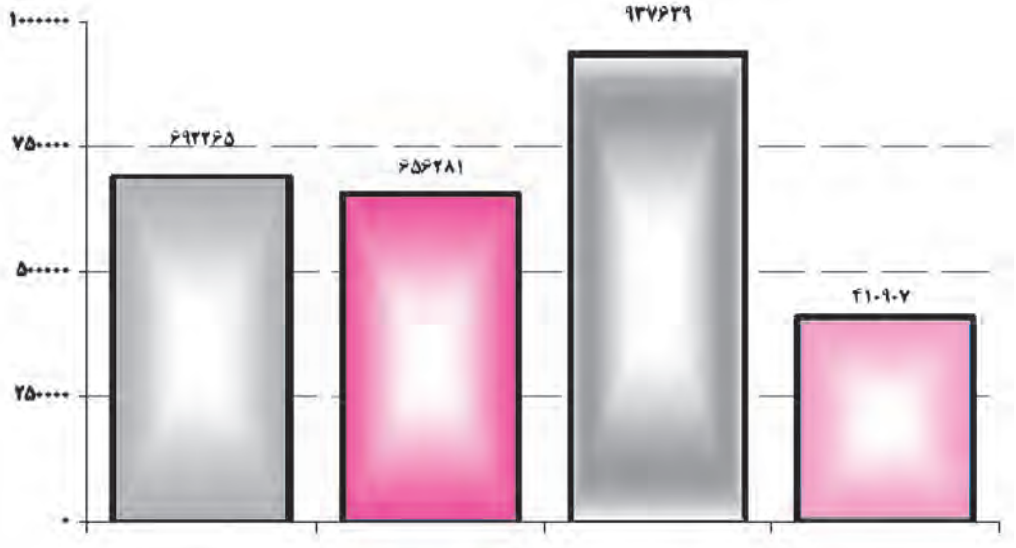
ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و هفتم	زمان به دقیقه
۱	حضور و غیاب	۱۰
۲	اعلام نتایج آزمون پایان فصل قیمت تمام شده، و زمان‌سنجی	۱۰
۳	تدریس مبحث نمایش ترسیمی	۳۰
۴	حل مسائل حل شده کتاب	۳۰
۵	مشخص کردن تکالیف جلسه آینده	۱۰

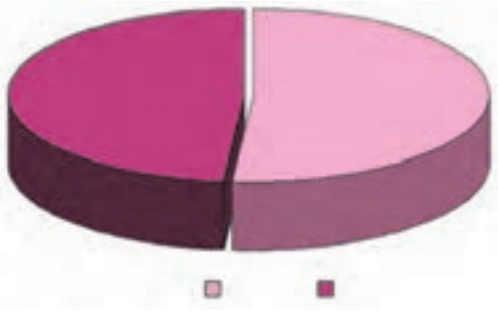
استفاده از نمودارها، دیاگرام‌ها و جداول برای بیان و انتقال اطلاعات آمار مالی، تبدیل کمیت‌ها به یکدیگر، از گذشته مورد استفاده بوده و امروزه نیز به کمک کامپیوتر و نرم‌افزارهای مربوطه در همه فعالیت‌ها مرسوم است به‌طوری که وقتی وارد یک مدرسه می‌شوید آمار قبولی دانش‌آموزان در دانشگاه‌ها در سال‌های مختلف فعالیت آن مدرسه به‌صورت نمودار روی تابلوی اعلانات نصب و اولیای و دانش‌آموزان در حداقل زمان اطلاعات لازم را دریافت می‌کنند. به‌عنوان مثال آمار جمعیت و رشد آن در شهرها، روستاها، کاهش و افزایش محصلین و دانشجویان در مدارس و دانشگاه‌ها، تبدیل واحدهای مختلف به یکدیگر و حتی ماکت یک کارخانه نیز اهمیت نمایشی ترسیمی را نشان می‌دهد. در اطاق کنترل یک کارخانه سیمان و یا نیروگاه نیز خط تولید به‌صورت نمودار و علائم ساده روی کامپیوتر مرکزی درحال نمایش است و مدیریت آن کارخانه و نیروگاه دائماً خط تولید خود را از ابتدا تا انتها نظارت و کنترل می‌کند.

۱ــ نمودار خطی: برای درک ارتباط دو کمیت متغیر نسبت به هم مانند درجه سانتی‌گراد و درجه فارنهایت، مگاژول، کیلووات، لگاریتم اعداد و...



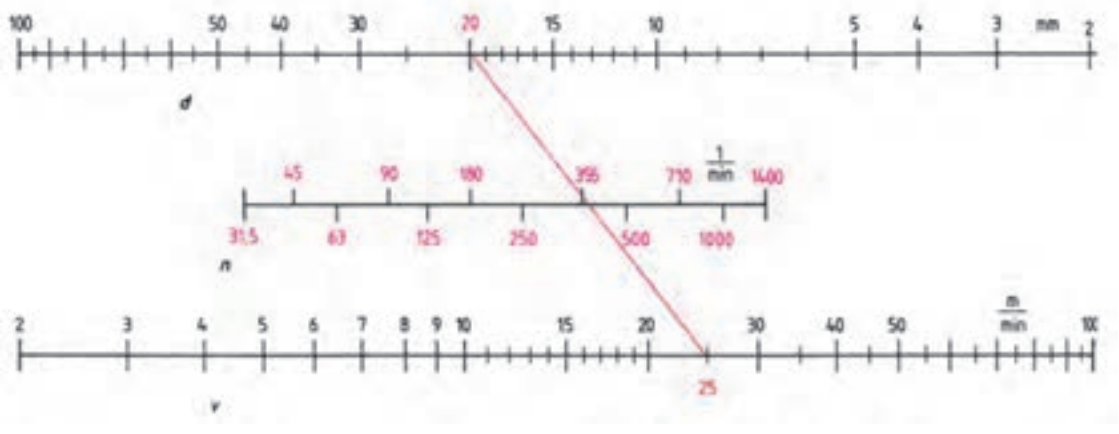
۲ــ نمودار سطحی : استفاده از دو محور برای بیان کمیت‌های مختلف مانند آمار جمعیت و سال، میزان تغییرات بارندگی در سال‌های گذشته، جداول نسبت‌های مثلثاتی



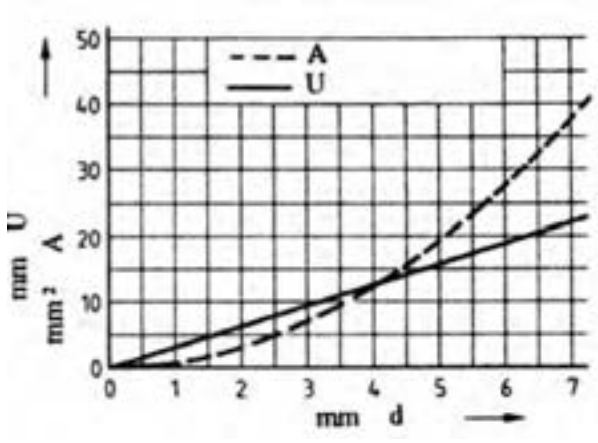


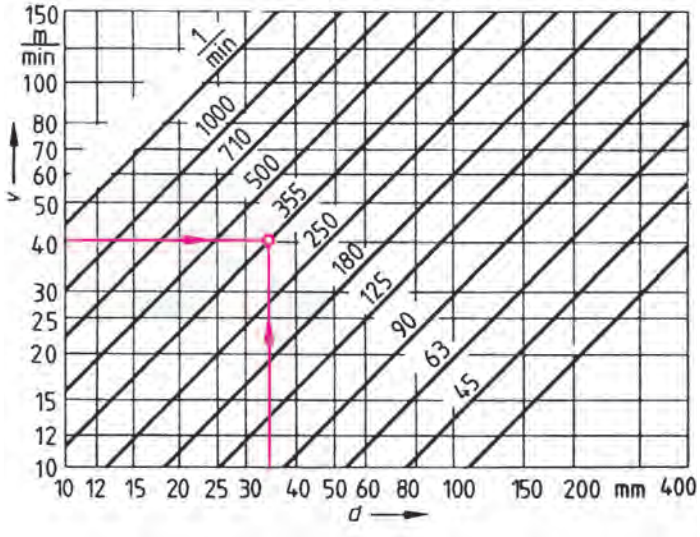
۳ــ نمودار سطحی دایره‌ای: برای بیان درصد عناصر تشکیل‌دهنده یک فلز، درصد پر و خالی بودن ظرفیت هارد کامپیوتر و یا یک فلش و... که در این روش دایره به قطاع‌های مختلف تقسیم و با رنگ و یا اعداد ظرفیت‌ها مشخص می‌شود.

۴ــ دیاگرام نردبانی : اگر تعداد کمیت‌ها از دو بیشتر باشد از دیاگرام نردبانی استفاده می‌کنند مانند رابطه بیان قطر، محیط و مساحت دایره



۵ــ دیاگرام شبکه‌ای : در درس ریاضی محورهای مختصات نمونه روشنی دیاگرام شبکه‌ای است.





برای ترسیم نمودار دایره‌ای ابتدا درصد اجزاءِ نسبت به کل محاسبه می‌شود.

درصد	تعداد
۱۰۰	کل
x	جزءِ ۱

درصد جزء ۱ نسبت به کل = x ←

سپس درصد اجزاء را به زاویهٔ قطاع تبدیل می‌کنیم.

زاویه قطاع	درصد
۳۶۰	۱۰۰
α درجه	x٪

زاویه قطاع جزء ۱ ← درصد اجزاء

$$\alpha = x \times \frac{۳۶۰}{۱۰۰} = x \times ۳/۶$$

زاویه قطاع جزء ۱ درصد جزء

سپس در یک دایره با شعاع معین زوایای قطاع‌های اجزای مختلف را به کمک نقاله رسم کرده و در هر قطاع نام جزء و درصد نوشته می‌شود.

مثال : مسئله ۴ صفحه ۱۴۴

ریال ۱۰۸۸۰ = هزینه بالا سری / ریال ۶۸۰۰ = اجرت تولید = هزینه انجام کار / ریال ۳۲۰۰ = قیمت مواد اولیه

ریال / ۲۰۸۸ = سود ویژه

ریال ۲۲۹۶۸ = ۲۰۸۸ + ۱۰۸۸۰ + ۶۸۰۰ + ۳۲۰۰ = کل = قیمت فروش

کل	درصد
۲۲۹۶۸	۱۰۰
۳۲۰۰	درصد قیمت مواد اولیه

$$x = \frac{۳۲۰۰ \times ۱۰۰}{۲۲۹۶۸} = ۱۳/۹۳٪$$

درصد هزینه انجام کار $\frac{۶۸۰۰ \times ۱۰۰}{۲۲۹۶۸} = ۲۹/۶٪$

درصد هزینه بالاسری $\frac{۱۰۸۸۰ \times ۱۰۰}{۲۲۹۶۸} = ۴۷/۳۷٪$

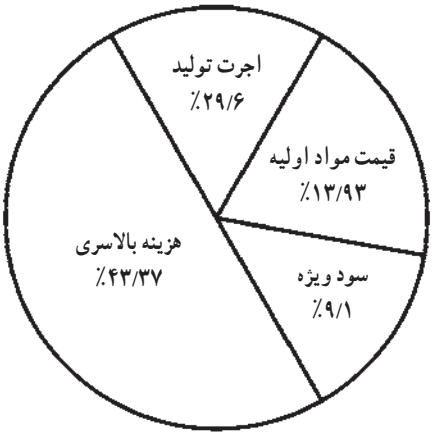
درصد سود ویژه $\frac{۲۰۸۸ \times ۱۰۰}{۲۲۹۶۸} = ۹/۱٪$

زاویه قطاع قیمت مواد اولیه $\alpha = ۱۳/۹۳ \times ۳/۶ \simeq ۵۰^\circ$

هزینه زاویه انجام کار $\alpha = ۲۹/۶ \times ۳/۶ \simeq ۱۰۷^\circ$ /

هزینه بالاسری $\alpha = ۴۷/۳۷ \times ۳/۶ \simeq ۱۷۱^\circ$

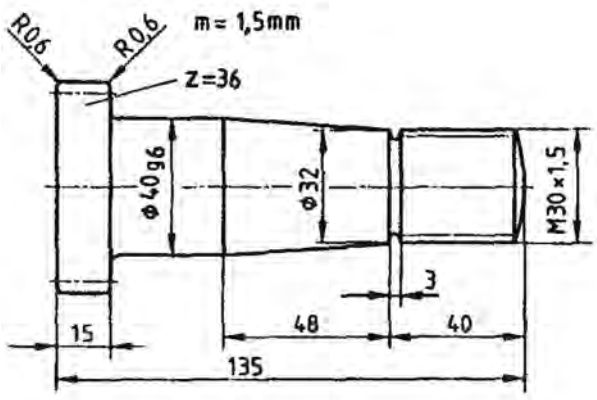
سود ویژه $\alpha = ۹/۱ \times ۳/۶ \simeq ۳۲^\circ$



جلسه بیست و هشتم

ردیف	برنامه زمان‌بندی جلسه بیست و هشتم	زمان به دقیقه
۱	حضور و غیاب	۱۰
۲	بازدید تکالیف هنرجویان	۱۰
۳	حل تکالیف توسط هنرجویان پای تابلو	۵۰
۴	آزمون پایانی از سؤالات تشریحی	۲۰

حل سؤالات تشریحی گروه ۱



۱ـ

الف) $d = m \times z = ۱/۵ \times ۳۶ = ۵۴mm$

ب) $d_a = m(z + ۲) = ۱/۵\ (۳۶ + ۲) = ۵۷mm$

ج) $P = m \times \pi = ۱/۵ \times ۳/۱۴ = ۴۷/۱m$

د) $h = \frac{۱۳}{۶} m = \frac{۱۳}{۶} \times ۱/۵ = ۳/۲۵mm$

و) یا $h = m + m + c = ۱/۵ + ۱/۵ + ۰/۲۵ = ۳/۲۵mm$

هـ) $a = \frac{m(z_۱ + z_۲)}{۲} = \frac{۱/۵(۳۶+۲۴)}{۲} = ۴۵mm$

ز) $i = — = \frac{۲۴}{۳۶} = \frac{۲}{۳} = ۱:۱/۵$

ج) $i = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{1}{1/5} = \frac{250}{h_2} \Rightarrow n_2 = 250 \times 1/5 = 375\ u/min$

ط) $V = \frac{d \times \pi.n}{1000 \times 60} = \frac{54 \times 3/14 \times 250}{60000} = 0/706\ m/s$

ی) $L = L + l_a + l_u + l_s$

$L = 15 + 20 = 35mm$

$t_h = \frac{L \times i}{S \times n} = \frac{35 \times 1}{63} \times 36 = 20\ min$

۲ـ

الف) $C = \frac{D-d}{L} = \frac{40-32}{48} = 1:6$

ب) $\frac{C}{2} = \frac{D-d}{2L} = \frac{40-32}{2 \times 48} = 1:12$

ج) $tag\frac{\alpha}{2} = \frac{C}{2} = \frac{1}{12} = 0/0833$

از جدول sin $\frac{\alpha}{2} \simeq 4^\circ, 50'$

د) $\alpha = \frac{\alpha}{2} \times 2 = 9^\circ, 40'$

۳ـ

الف) $\frac{z_t}{z_g} = \frac{P}{P_L}$

$P_L = \frac{127}{5} \times \frac{1}{6} = \frac{127}{30}$

$\frac{z_t}{z_g} = \frac{1/5}{\frac{127}{30}} = \frac{45}{127}$

ب) $t_h = \frac{L \times i}{P \times n} = \frac{43 \times 5}{1/5 \times 100} = 1/43\ min$

$n = \frac{V \times 1000}{d \times \pi} = \frac{9/42 \times 1000}{30 \times 3/14} = 100 RPM$

$L = l + l_a + l_u = (40 - 3) + 2 + 1 = 43000$

ـ۴

الف) $G_{oA} = N + A_o = ۴۰ + (-۰/۰۰۹) = ۳۹/۹۹۱mm$

$G_{uA} = N + A_u = ۴۰ + (-۰/۰۰۲۵) = ۳۹/۹۷۵mm$

ب) $T_A = G_{oA} - G_{uA} = ۳۹/۹۹۱ - ۳۹/۹۷۵ = ۰/۰۱۶mm$

ج) $G_{oi} = N + A_o = ۴۰ + (۰/۰۲۵) = ۴۰/۰۲۵mm$

$G_{ui} = A + A_o = ۴ + ۰ = ۴۰mm$

د) $T_i = G_{o۱} - G_{u۱} = ۴۰/۰۲۵ - ۴۰ = ۰/۰۲۵mm$

هـ) $G_{uI} > G_{oA}$ سیستم ثبوت سوراخ و چون سوراخ همواره از میله بزرگتر است انطباق بازی‌دار

و) $P_o = G_{oI} - G_{uA} = ۴۰/۰۲۵ - ۳۹/۹۷۵ = ۰/۰۵۰mm$ بیشترین لقی

$P_u = G_{uI} - G_{oA} = ۴۰ - ۳۹/۹۹۱ = ۰/۰۰۹$ کمترین لقی

ز) $P_T = P_o - P_u = ۰/۰۵۰ - ۰/۰۰۹ = ۰/۰۴۱mm$

ـ۵

الف) $A = S \times a = ۴ \times ۰/۵ = ۲mm^۲$

ب) $F = A \times KC = ۲ \times ۳۰۰۰ = ۶۰۰۰N$

ج) $P = F_N \times V_{m/min} = \frac{۶۰۰۰ \times ۱۵/۷}{۶۰sec \times ۱۰۰۰w} ۱/۵۷kW$

$۱Nm/s = ۱W$

$۱kW = ۱۰۰۰W$

د) $n = \frac{V \times ۱۰۰۰}{d \times \pi} = \frac{۱۵/۷ \times ۱۰۰۰}{۶۰ \times ۳/۱۴} = ۸۳/۳RPM$

ـ۶

الف) $b = ۲/۵ \times ۲۰۰۰ = ۵۰۰۰$ هزینه انجام کار ریال

ب) $c = a + b = ۳۰۰۰ + ۵۰۰۰ = ۸۰۰۰$ هزینه تولید ریال

ج) $E = c + d = ۸۰۰۰ + ۹۶۰۰۰ = ۱۷۶۰۰$ قیمت تمام شده ریال

$d = ۱۲۰٪ \times c = ۱۲۰٪ \times ۸۰۰۰ = ۹۶۰۰۰$ بالاسری

د) $G = E + f = ۱۷۶۰۰ + ۲۶۴۰ = ۲۰۲۴۰$ قیمت فروش

$P = ۱۵٪ \times E = ۱۵٪ \times ۱۷۶۰۰ = ۲۶۴۰$ ریال

هـ) درصد قیمت مواد $= \frac{۳۰۰۰}{۱۷۶۰۰} \times \frac{۱۰۰}{۱۰۰} = ٪۱۷/۰۴$

و) درصد هزینه انجام کار $= \frac{۵۰۰۰}{۱۷۶۰۰} \times \frac{۱۰۰}{۱۰۰} =$ ٪۳۸/۴۱

ز) درصد هزینه بالاسری $= \frac{۹۶۰۰}{۱۷۶۰۰} \times \frac{۱۰۰}{۱۰۰} =$ ٪۵۴/۵۵