فصل دوم

انتقال حرکت و نیرو در ماشین‌های عمومی صنایع چوب

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :

۱ــ متداول‌ترین روش‌های انتقال حرکت را نام ببرد ؛

۲ــ نمونه‌های مختلف تسمه را بشناسد و ویژگی‌های آن‌ها را شرح دهد ؛

۳ــ طول تسمه را محاسبه نماید ؛

۴ــ تعداد دور چرخ تسمه را محاسبه کند ؛

۵ــ محاسبات مربوط به‌چرخ‌دنده و چرخ زنجیر را انجام دهد.

زمان تدریس : ۱۲ ساعت

۲ــ انتقال حرکت و نیرو در ماشین‌های عمومی صنایع چوب

به‌طور کلی به‌منظور انتقال حرکت و نیرو از محرک به‌متحرک روش‌های مختلفی وجود دارد ؛ از جمله تسمه و چرخ تسمه، زنجیر و چرخ زنجیر، دنده و چرخ دنده.

۱ــ۲ــ تسمه و چرخ تسمه

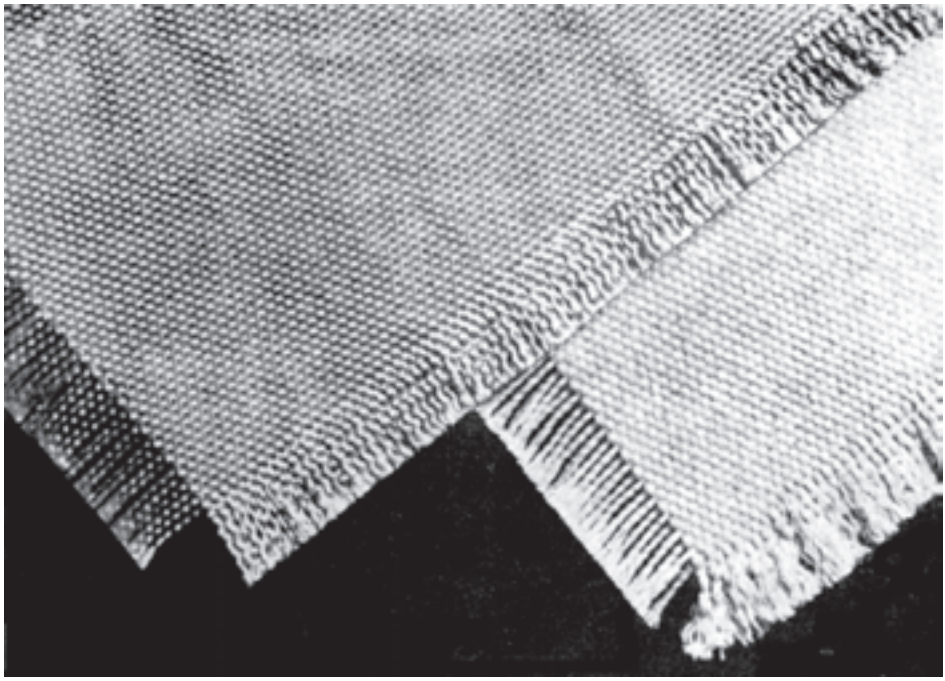
متداول‌ترین روش انتقال حرکت و نیرو تسمه و چرخ تسمه است که اطلاعات کاربردی در این زمینه ارائه خواهد شد.

۱ــ ۱ــ ۲ــ انواع تسمه: با توجه به‌نوع چرخ تسمه و قدرت الکتروموتور می‌توان از تسمه‌های مختلفی از نظر جنس (ترکیبات شیمیایی برگرفته از مواد نفتی همراه با مفتول‌های فلزی،

پارچه‌ای، چرمی، برزنت و غیره) و شکل ظاهری تسمه‌ها (شکل ۱ــ ۲) استفاده نمود.

تسمه‌ها هم به‌صورت آماده در اندازه‌های مختلفی وجود دارد و هم به‌صورت متریک موجود است که به‌اندازه موردنظر بریده و با روش‌های خاص اتصال داده می‌شود.

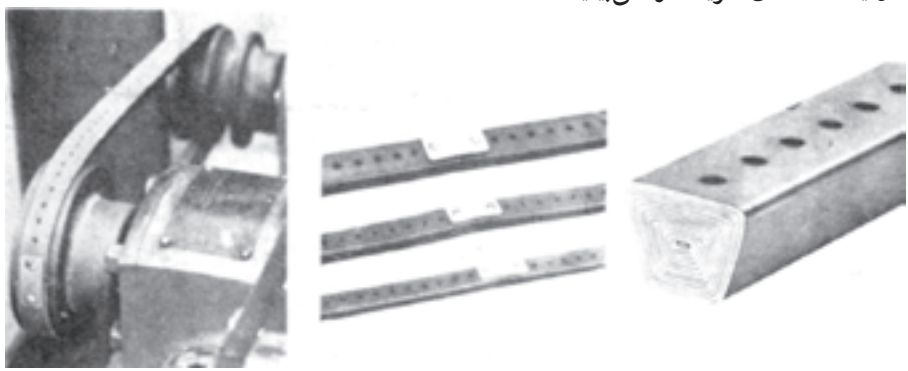
شکل ۱ــ ۲ــ نمونه‌های مختلف تسمه



شکل ۲ــ ۲ــ برزنت مورد مصرف در تسمه‌های برزنتی

برای نمونه در شکل **۲ــ ۲** پارچه‌های مورد مصرف در تولید تسمه برزنتی نشان داده شده است که دارای تار و پود و تاب مخصوص بوده مواد اولیه آن شامل پنبه خالص بسیار مرغوب و همچنین پلی‌استر درجه یک است که تعداد لایه‌ها با توجه به‌نیاز تغییرپذیر است.

اتصال در تسمه‌های متریک با توجه به‌نوع تسمه متفاوت است که در شکل **۳ــ۲** نمونه‌ای از اتصال یک تسمه‌ی متریک را می‌بینید.



شکل۳ــ۲ــ نمونه‌ای از اتصال درتسمه‌های متریک

معمولی‌ترین نمونه تسمه با توجه به‌شکل ۱ــ ۲ تسمه‌های با مقاطع تخت و یا ذوزنقه‌ای است که در ماشین‌آلات صنایع چوب تسمه با مقطع ذوزنقه کاربرد بیشتری دارد. برای انتخاب نوع تسمه باید این نکات را در نظر داشت :

۱ــ میزان دور موتور ؛

۲ــ قدرت موتور ؛

۳ــ تعداد شیارهای پولی ؛

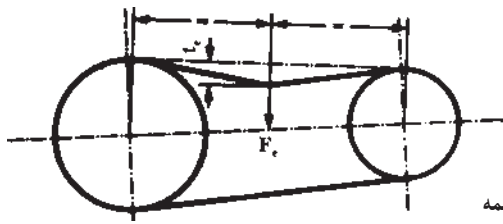
۴ــ شرایط فیزیکی و شیمیایی محل مورد مصرف.

با توجه به‌رعایت نکات ذکر شده و انتخاب نوع تسمه، اندازه‌ی آن را محاسبه و تسمه مورد نظر را می‌توان تهیه نمود.

مواردی‌که در طولانی شدن کاربرد تسمه مؤثر می‌افتد عبارتند از :

۱ــ جنس پولی: باید از فلزات فولاد و یا چدن یا مواد دیگری باشد که ضمن دارا بودن استحکام و سختی لازم در مقابل سایش نیز مقاوم باشد ؛ همچنین کیفیت پولی باید به‌گونه‌ای باشد که در مقابل حرارت مقاوم و فشار وارد برآن در اثر کشش تسمه در آن پارگی ایجاد ننماید ؛ علاوه برآن، در مقابل فشارهای نیروی گریز از مرکز ــ که در اثر چرخش سریع به‌وجود می‌آید ــ استحکام کافی داشته باشد.

۲ــ هنگام استفاده از تسمه باید فاصله چرخ‌ها به‌گونه‌ای تنظیم گردد که بتوان تسمه‌ها را به آسانی در داخل شیار پولی جایگذاری کرد و درجه آزادی تسمه‌ها نیز رعایت شود. میزان آزادی تسمه‌ها در شکل ۴ــ۲ نمایان است.



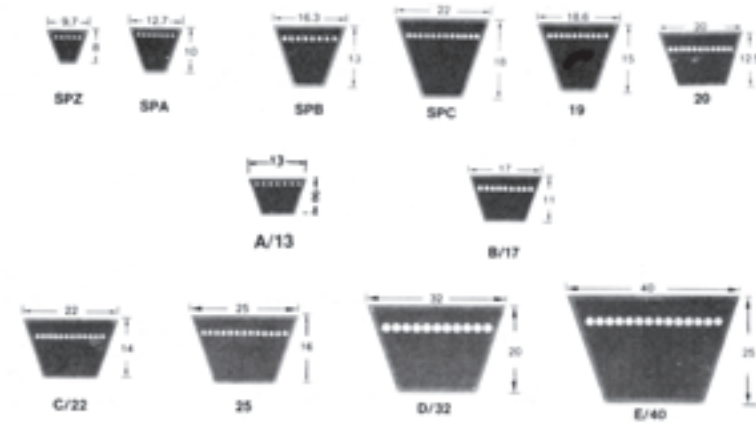
شکل ۴ــ ۲ــ درجه‌آزادی تسمه

۳ــ زاویه تسمه و زاویه شیار پولی در تسمه‌هایی از نوع ذوزنقه باید یکسان باشد.

۲ــ ۱ــ ۲ــ ابعاد تسمه: در تسمه‌های تخت، عرض تسمه با توجه به‌عرض پولی آن انتخاب و طول تسمه از روابط مربوط به‌آن محاسبه می‌گردد و دو سر تسمه با توجه به‌روش خاص اتصال داده می‌شود.

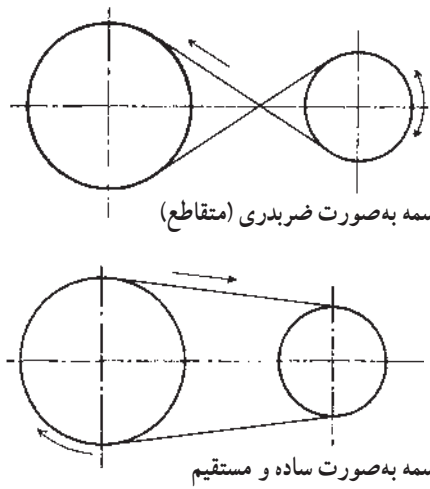
در تسمه‌های ذوزنقه‌ای، عرض تسمه نسبت به‌شیار پولی از گروه مربوط انتخاب و طول تسمه نیز از روابط مربوط محاسبه می‌گردد.

تاکنون تسمه‌هایی در کشور تولید می‌شود که دارای ۲۰ گروه مختلف و ۱۰۰۰ شماره طول می‌باشد. برای انتخاب تسمه باید گروه آن ــ که نشان دهنده عرض تسمه است ــ و طول آن را در نظر داشت. در شکل ۵ــ۲ چند گروه از تسمه‌ها نشان داده شده است ؛ همچنین برای اطلاعات بیشتر به‌جدول‌های ضمیمه پایان کتاب، شماره‌های طولی تسمه که براساس قطر و ضخامت تسمه می‌باشد، رجوع شود.



شکل ۵ــ ۲ــ گروه‌های مختلف تسمه

طول تسمه: در چرخ تسمه‌هایی که تسمه آن‌ها به صورت ساده و مستقیم قرار گرفته است گردش دورانی آن‌ها به یک طرف است و چنانچه بخواهیم جهت گردش آن‌ها را نسبت به‌هم تغییر دهیم تسمه را به صورت متقاطع (ضربدری) قرار می‌دهیم (شکل ۶ــ۲) که در ماشین‌های صنایع چوب جدید کاربردی ندارد.



تسمه به‌صورت ضربدری (متقاطع)

تسمه به‌صورت ساده و مستقیم

شکل ۶ــ ۲ــ روش قرار گرفتن تسمه روی پولی‌ها

طول تسمه به طور کلی با این عوامل رابطه‌ی مستقیم دارد.

الف) قطر چرخ محرک (d_1)

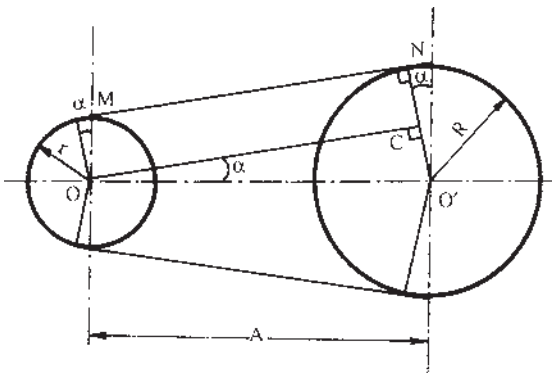
ب) قطر چرخ متحرک (d_2)

ج) فاصله‌ی دو محور (A)

د) زاویه تماس (α)

رابطه‌ی محاسبه طول تسمه:

تسمه به‌صورت ساده و مستقیم:



شکل ۷ــ ۲ــ تسمه ساده و مستقیم

برای محاسبه زاویه α در مثلث قائم‌الزاویه OCO' با استفاده از روابط مثلثاتی به شرح زیر عمل می‌شود :

$$O'C = R - r$$

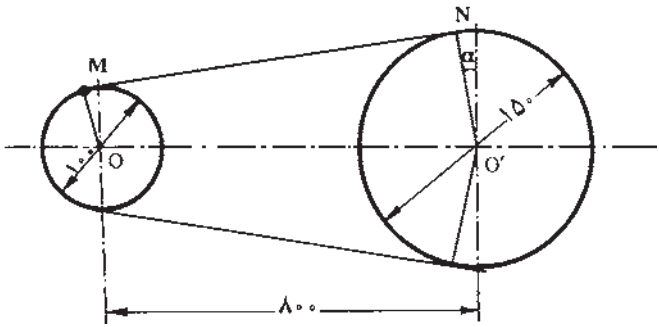
(α را می‌توان از جدول مثلثاتی یا ماشین حساب به‌دست آورد)

$$\sin\alpha = \frac{R-r}{A}$$

$$MN = OC = \sqrt{A^2 - (R-r)^2}$$

$$L = 2MN + \frac{D\pi(180^\circ + 2\alpha)}{360^\circ} + \frac{d\pi(180^\circ - 2\alpha)}{360^\circ}$$

مثال نمونه «۱»: مطلوب است محاسبه‌ی طول تسمه از نوع تخت در یک ماشین کف رند به‌طوری که قطر چرخ محرک ۱۰۰ میلی‌متر و قطر چرخ متحرک ۱۵۰ میلی‌متر و فاصله دو محور ۸۰۰ میلی‌متر باشد.



شکل ۸ــ ۲ــ تسمه تخت ساده

حل مثال نمونه ۱:

$$R=\frac{D}{۲}=\frac{۱۵۰}{۲}=۷۵mm$$

$$r=\frac{d}{۲}=\frac{۱۰۰}{۲}=۵۰mm$$

$$O'C=R-r=۷۵-۵۰=۲۵mm$$

$$\sin\alpha=\frac{۲۵}{۸۰۰}=۰/۰۳۱۲۵$$

$$\alpha=۱/۷۹^\circ \text{ یا } ۱^\circ \text{ و } ۴۷'$$

$$MN=OC=\sqrt{A^۲-(R-r)^۲}\Rightarrow\sqrt{(۸۰۰)^۲-(۲۵)^۲}$$

$$MN=\sqrt{۶۳۹۳۷۵}=۷۹۹/۶mm$$

$$L=۲MN+\frac{D\pi(۱۸۰^\circ+۲\alpha)}{۳۶۰^\circ}+\frac{d\pi(۱۸۰^\circ-۲\alpha)}{۳۶۰^\circ}$$

$$L=۱۵۹۹/۲۱+\frac{۱۵۰\times۳/۱۴(۱۸۰+(۲\times۱/۷۹))}{۳۶۰}+\frac{۱۰۰\times۳/۱۴(۱۸۰-(۲\times۱/۷۹))}{۳۶۰}$$

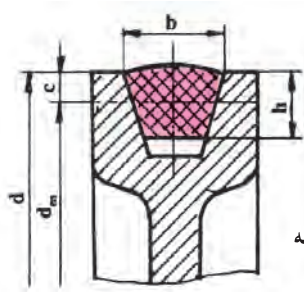
$$L=۱۵۹۹/۲۱+\frac{۴۷۱\times۱۸۲/۷۹}{۳۶۰}+\frac{۳۱۴\times۱۷۶/۴۲}{۳۶۰}$$

$$L=۱۵۹۹/۲۱+۲۳۹/۱۵+۱۵۳/۸۷=۱۹۹۲/۲mm$$

$$\boxed{L=۱۹۹۲/۲mm}$$

یادآوری می‌شود برای محاسبه طول تسمه‌های ذوزنقه‌ای، به‌جای قطر خارجی (d)، قطر مؤثر (d_m) را در رابطه‌های مربوطه قرار می‌دهیم (شکل ۹ــ ۲).

$$\boxed{d_m=d-۲c}$$



شکل ۹ــ ۲ــ تسمه ذوزنقه

d_m : قطر مؤثر

d : قطر خارجی

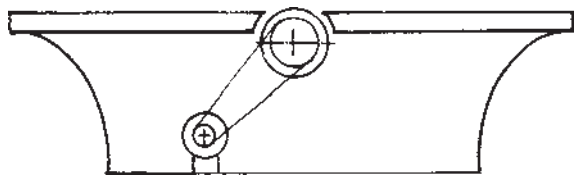
c : فاصله قطر مؤثر تا قطر خارجی

h : ارتفاع تسمه

b : عرض تسمه

تمرین

۱ــ در ماشین کف‌رندی مطابق شکل ۱۰ــ۲ قطر چرخ محرک ۱۲ سانتی‌متر، قطر چرخ متحرک ۲۵ سانتی‌متر و فاصله‌ی دو محور ۶۰ سانتیمتر است. اگر تسمه به‌صورت ساده و مستقیم و اتصال سربه‌سر باشد، طول تسمه‌ی این ماشین را محاسبه نمایید.



شکل ۱۰ــ ۲ــ دستگاه کف رند

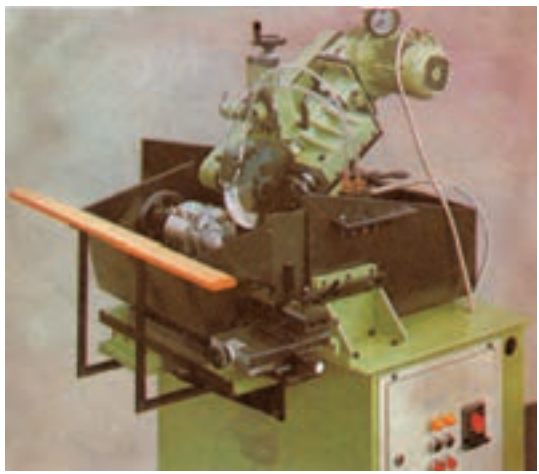
۲ــ در دستگاه تیغه تیزکن مطابق شکل ۱۱ــ۲ طول تسمه‌ی آن را با توجه به ویژگی‌های آن به‌دست آورید.

d_1 : ۱۶ سانتی‌متر

d_2 : ۸ سانتی‌متر

A : ۶۵ سانتی‌متر

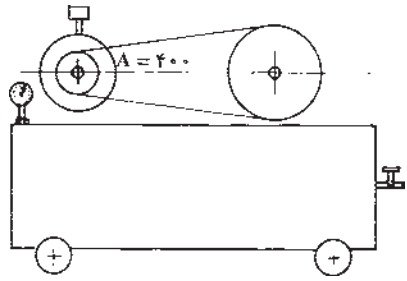
c : ۱۰ میلی‌متر



شکل ۱۱ــ ۲ــ دستگاه تیغه تیزکنی

۳ــ برای به‌حرکت درآوردن یک ماشین فرز، از تسمه‌ای به‌صورت ساده و از نوع ذوزنقه‌ای استفاده شده است. اگر قطر چرخ محرک ۱۰ سانتی‌متر، قطر چرخ متحرک ۱۵ سانتی‌متر، فاصله‌ی دو محور ۵۰ سانتی‌متر و اختلاف قطر مؤثر و قطر خارجی ۸ میلی‌متر باشد طول تسمه این ماشین را به‌دست آورید.

۴ــ در پمپ باد مطابق شکل ۱۲ــ ۲ قطر چرخ محرک ۸ سانتی‌متر، قطر چرخ متحرک ۱۶ سانتی‌متر می‌باشد، طول تسمه را محاسبه کنید.

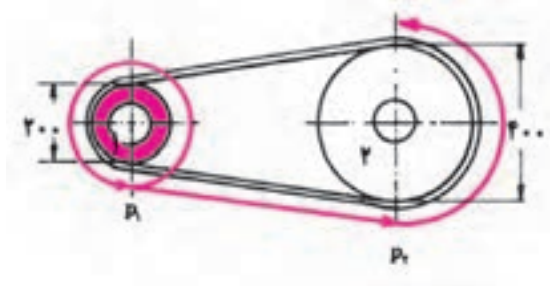


شکل ۱۲ــ ۲ــ پمپ باد

تحقیق: در کارگاه محل آموزش طول تسمه دستگاه‌ها را محاسبه کنید.

۲ــ ۲ــ محاسبه تعداد دور چرخ تسمه

چون تعداد دور و قطر چرخ محرک ثابت فرض می‌شود، از این رو باید برای تنظیم تعداد دور چرخ متحرک، قطر چرخ متحرک را تغییر داد ؛ همچنین تسمه و چرخ‌تسمه‌ها، علاوه برانتقال حرکت، تغییر تعداد دوران چرخ متحرک را نیز انجام می‌دهد، که مقدار آن به‌نسبت انتقال (i)بین دو محور بستگی خواهد داشت (شکل ۱۳ــ ۲).



شکل ۱۳ــ ۲ــ انتقال تعداد دور

همان‌گونه که در درس محاسبات فنی (۱) بیان شده بود :

در محاسبات چرخ تسمه قطر آن‌ها را به d (برحسب میلی‌متر) و تعداد دور آن‌ها را به n (دور در دقیقه) نمایش داده در کلیه محاسبات این رابطه‌ها برقرار است :

$$\frac{\text{تعداد دور چرخ محرک}}{\text{تعداد دور چرخ متحرک}} = \frac{\text{قطر چرخ متحرک}}{\text{قطر چرخ محرک}} \quad . \quad \boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = i}$$

$$\boxed{i = i_1 \cdot i_2} \quad و \quad i_1 = \frac{d_2}{d_1} \quad و \quad i_2 = \frac{d_4}{d_3} \quad و \quad \boxed{i = \frac{d_2 \cdot d_4}{d_1 \cdot d_3}}$$

مثال نمونه «۱»: یک دستگاه ماشین فرز که قطر پولی آن ۵ سانتی‌متر است، توسط الکتروموتوری با قطر پولی ۱۵ سانتی‌متر و تعداد دور ۱۲۰۰ دور در دقیقه، کار می‌کند. تعداد دور ماشین فرز را محاسبه کنید.

$$n_1 = ۱۲۰۰ \text{ 1/min} \quad و \quad d_1 = ۱۵\text{cm}$$

$$d_2 = ۵\text{cm} \qquad \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad . \quad \frac{۱۲۰۰}{n_2} = \frac{۵}{۱۵}$$

$$. \quad n_2 = \frac{۱۲۰۰ \cdot ۱۵}{۵} = ۳۶۰۰ \text{ 1/min}$$

مثال نمونه «۲»: یک ماشین کف رندی باید با ۲۰۰۰ دور در دقیقه کار کند ؛ در صورتی که قطر پولی غلتک رنده ۱۲۰ میلی‌متر است و تعداد دور الکتروموتور ۴۰۰۰ دور در دقیقه می‌باشد، قطر پولی الکتروموتور را محاسبه کنید.

$$n_1 = ۴۰۰۰ \text{ 1/min}$$

$$n_2 = ۲۰۰۰ \text{ 1/min} \quad و \quad d_2 = ۱۲۰\text{mm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad . \quad d_1 = \frac{d_2 \cdot n_2}{n_1} \quad . \quad d_1 = \frac{۱۲۰ \cdot ۲۰۰۰}{۴۰۰۰}$$

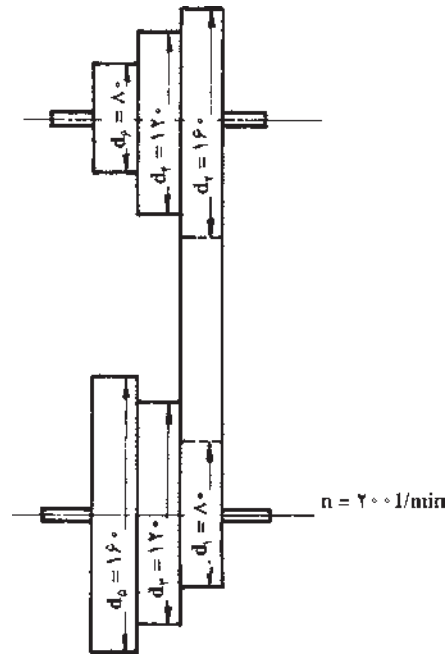
$$d_1 = ۶۰\text{mm}$$

تمرین

۱ــ الکتروموتوری با تعداد دور ۳۶۰۰ دور در دقیقه و قطر چرخ تسمه ۵۰ میلی‌متر موجود است، این الکتروموتور یک ماشین سنباده با قطر پولی ۱۰۰ میلی‌متر را به‌حرکت درمی‌آورد. تعداد دور دستگاه را محاسبه کنید.

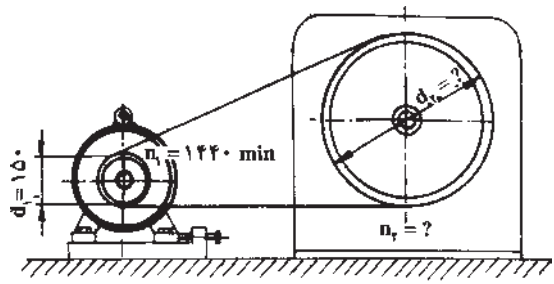
۲ــ الکتروموتور یک ماشین رنده ۱۵۰۰ دور در دقیقه می‌زند. هرگاه چرخ متحرک ماشین ۱۲۰ میلی‌متر و تعداد دوری معادل ۴۰۰۰ دور در دقیقه داشته باشد، قطر چرخ محرک را معلوم کنید.

۳ــ در یک ماشین خراطی، الکتروموتوری با تعداد دوران ۲۰۰ دور در دقیقه و قطر پولی‌های ۸۰ و ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌متر نصب شده است ــ در صورتی که قطر پولی‌های دستگاه به‌صورت قرینه باشد ــ تعداد دورهای آن را حساب کنید (شکل ۱۴ــ ۲).



شکل ۱۴ــ ۲ــ چرخ‌های پله‌ای

۴ــ در دستگاه مطابق شکل ۱۵ــ۲ اگر نسبت انتقال ۳ باشد، مطلوب است مقادیر $n_۲$ و $d_۲$.



شکل ۱۵ــ ۲

۵ــ در دستگاه سنگ سنباده مطابق شکل ۱۶ــ ۲، با ویژگی‌هایی که آمده است، حساب کنید :

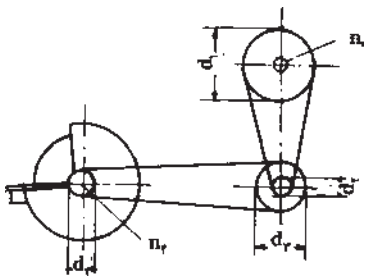
الف) نسبت کل انتقال دستگاه را (i)

ب) عده دوران سنگ سنباده را در هر دقیقه.

$d_1 = ۱۵۰mm$ $d_2 = ۶۵mm$

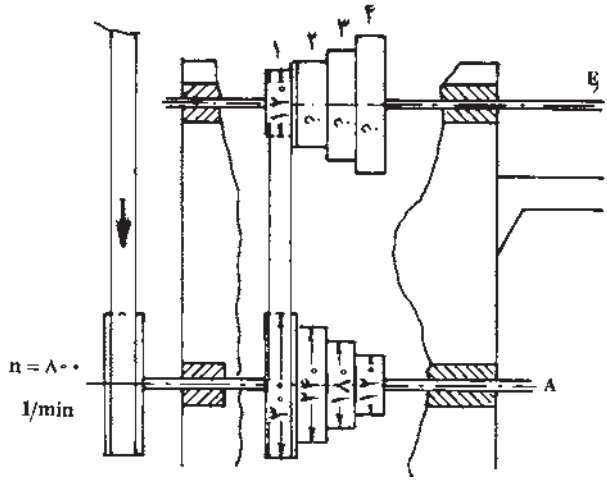
$d_3 = ۶۵ mm$ $n_1 = ۹۲۵ l/min$

$d_4 = ۱۳۰mm$



شکل ۱۶ــ ۲ــ سنگ سنباده

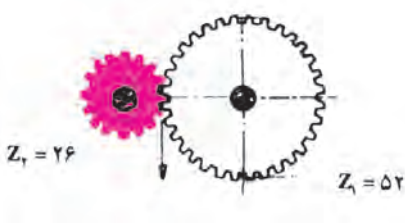
۶ــ در ماشین خراطی شکل ۱۷ــ۲ تعداد دور میله متحرک را در هر یک از چرخ‌های تسمه حساب کنید.



شکل ۱۷ــ۲ــ انتقال حرکت ماشین خراطی

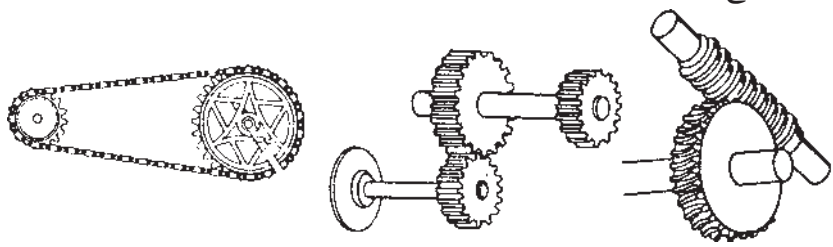
۳ــ ۲ــ محاسبات چرخ‌دنده و چرخ زنجیر

چرخ دنده وسیله‌ای است که حرکت را از محوری به‌محور دیگری منتقل می‌کند. هنگامی از چرخ دنده استفاده می‌شود که باید نیرو به‌تمامی از چرخ محرک (الکتروموتور) به‌چرخ متحرک (ماشین کار) منتقل شود ؛ همچنین فاصله دو چرخ به‌یکدیگر نزدیک



شکل ۱۸ــ ۲

باشد (شکل ۱۸ــ ۲). چنانچه فاصله زیاد باشد می‌توان از زنجیر و چرخ زنجیر استفاده نمود که در این صورت نیز نیرو به‌تمامی از چرخ محرک به‌چرخ متحرک منتقل می‌گردد. جهت گردش دو چرخ دنده که با یکدیگر درگیر هستند، عکس یکدیگرند و اگر بخواهیم که جهت گردش دو چرخ دنده یکی باشد باید از چرخ دنده واسطه استفاده کرد که فقط جهت را تغییر می‌دهد و از لحاظ قطر و تعداد دور و تعداد دندانه هیچ اثری ندارد (شکل ۱۹ــ ۲).



حلزون و چرخ حلزون　　دنده و چرخ دنده　　زنجیر و چرخ زنجیر

شکل ۱۹ــ۲

دنده‌های دو چرخ دنده‌ای که با یکدیگر درگیر هستند باید کاملاً مشابه بوده در غیر این‌صورت هنگام گردش چرخ دنده‌ها یکدیگر را خرد می‌کنند.

با انتخاب چرخ‌دنده به‌قطرهای مختلف می‌توان تعداد دور را زیاد یا کم نمود ؛ یعنی اگر قطر چرخ دنده محرک را افزایش دهیم سرعت ماشین کار کاهش پیدا خواهد کرد و برعکس، چنانچه قطر چرخ‌دنده متحرک را کم کنیم، سرعت آن زیادتر خواهد شد.

از آن‌جایی که دندانه چرخ دنده‌هایی که با هم کار می‌کنند باید مشابه و یکنواخت باشند ؛ از این رو برای افزایش تعداد دندانه در چرخ متحرک باید محیط چرخ‌دنده، یعنی قطر چرخ دنده را نیز بزرگتر انتخاب نمود.

برای محاسبات تعداد دور در چرخ‌دنده‌ها همان قواعدی که در چرخ تسمه‌ها ذکر شد مورد استفاده قرار می‌گیرند. فقط به‌جای قطر (d)تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده (z)را قرار می‌دهند ؛ بنابراین روابط محاسبه چرخ‌دنده عبارت است از :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = i \qquad n_1 . z_1 = n_2 . z_2$$

مثال نمونه «۱»: تعداد دور چرخ دنده محرکی را حساب کنید که تعداد دندانه آن ۳۳ عدد و تعداد دور چرخ‌دنده متحرک ۴۴۰ دور در دقیقه و تعداد دندانه آن ۱۵ عدد باشد.

حل:

$n_۱ = ?$

$z_۱ = ۳۳$

$n_۲ = ۴۴۰ \ ۱/min$

$z_۲ = ۱۵$

$$n_۱ = \frac{n_۲ . z_۲}{z_۱} = \frac{۴۴۰ . ۱۵}{۳۳} = ۲۰۰$$

$n_۱ = ۲۰۰ \ ۱/min$

مثال نمونه «۲»: تعداد دور چرخ دنده محرکی ۴۰۰ دور در دقیقه و تعداد دندانه‌های آن ۲۴ عدد است. چنانچه بخواهیم تعداد دور چرخ متحرک ۳۰۰ دور در دقیقه باشد، مطلوب است محاسبه تعداد دندانه‌های چرخ دنده متحرک.

$n_۱ = ۴۰۰ \ ۱/min$

$z_۱ = ۲۴$

$n_۲ = ۳۰۰ \ ۱/min$

$z_۲ = ?$

$$z_۲ = \frac{n_۱ . z_۱}{n_۲} = \frac{۴۰۰ . ۲۴}{۳۰۰} = ۳۲ \qquad z_۲ = ۳۲$$

تمرین

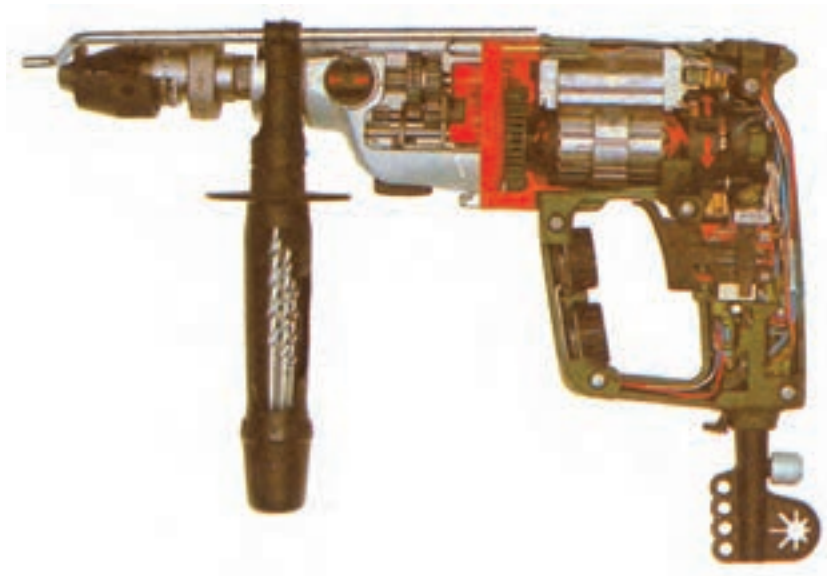
۱ــ تعداد دور چرخ محرک را حساب کنید (اگر تعداد دنده آن ۴۰، تعداد دور چرخ متحرک ۶۴۰ دور بر دقیقه و تعداد دنده چرخ متحرک ۲۵ دنده باشد).

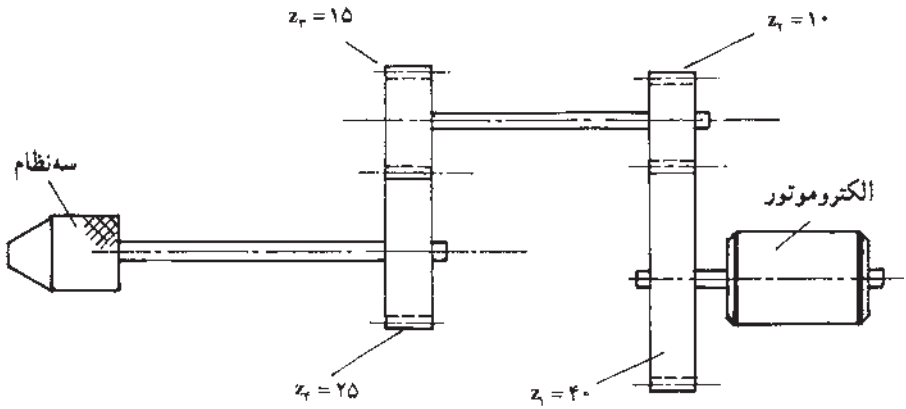
۲ــ الکتروموتوری با تعداد دور ۹۰۰ دور بر دقیقه و با چرخ دنده‌ای که ۱۵ دنده داشته باشد یک چرخ متحرک را با تعداد دور آن ۲۲۵ دور بر دقیقه به‌حرکت درمی‌آورد، تعداد دنده‌های چرخ متحرک را حساب کنید.

۳ــ تعداد دور الکتروموتور را در شکل ۲۰ــ ۲ حساب کنید ؛ در صورتی که تعداد دور سه‌نظام ۲۵۰۰ دور بر دقیقه باشد.

۴ــ در شکل ۲۰ــ۲ اگر تعداد دور الکتروموتور ۱۰۰۰ دور بر دقیقه باشد، تعداد دندانه‌های چرخ شماره ۳ چه تغییری خواهد کرد ؛ در صورتی که تعداد دور سه‌نظام همان ۲۵۰۰ دور بر دقیقه باشد.

۵ــ نسبت کل انتقال را در شکل ۲۰ــ۲ به‌دست آورید، اگر تعداد دور الکتروموتور ۱۰۰۰ دور بر دقیقه و تعداد دور سه‌نظام ۲۴۰۰ دور بر دقیقه باشد.

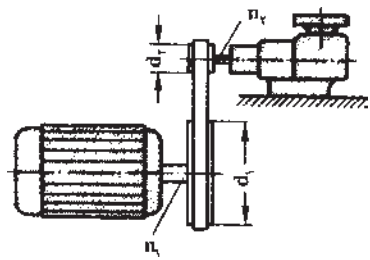




شکل ۲۰ــ ۲ــ دریل برقی دستی

سؤالات آزمون پایان فصل دوم

۱ــ در شکل ۲۱ــ ۲ طــول تسمه را بــه‌صورت ســاده و سربــه‌سر بــه‌دست آورید.
$(d_1 = ۲۵cm \ , \ d_2 = ۱۲cm \ , \ A = ۵۵cm)$.



شکل ۲۱ــ ۲ــ تسمه و انتقال حرکت

۲ــ در شکل ۲۱ــ ۲ اگر تعداد دور الکتروموتور $n_1 = ۲۵۰۰ \ 1/min$ باشد، تعداد دور ماشین و نسبت انتقال آن را به‌دست آورید $(d_2 = ۱۲cm$ و $d_1 = ۲۵cm)$.

۳ــ به‌منظور انتقال حرکت دستگاهی از دنده و چرخ دنده استفاده شده است، اگر نسبت انتقال $i = ۴$ ، $n_1 = ۱۰۰۰ \ 1/min$ و $z_1 = ۲۵$ باشد، n_2 و z_2 را محاسبه کنید.

۴ــ اگر نسبت انتقال چرخ اول و دوم ۳ باشد و نسبت انتقال چرخ سوم و چهارم ۴ باشد نسبت کل انتقال را در چنین دستگاهی به‌دست آورید.

۵ــ در یک دستگاه خراطی سه پله‌ای متقارن قطر چرخ تسمه‌های آن به ترتیب $d_5 = ۱۰۰mm$ و $d_3 = ۸۰mm$ و $d_1 = ۶۰mm$ است و تعداد دور الکتروموتور دستگاه ۲۵۰۰ دور بر دقیقه می‌باشد، اگر بخواهیم پایه‌ی میزی به قطر ۷۵ میلی‌متر را خراطی کنیم سرعت برش تیغه را در مراحل مختلف انجام کار محاسبه کنید.