فصل دوم

انتقال حرکت و نیرو در ماشینهای عمومی صنایع چوب

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

۱ ــ متداولترین روشهای انتقال حرکت را نام ببرد؛

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

۳ ــ طول تسمه را محاسبه نماید؛

۴ ــ تعداد دور چرخ تسمه را محاسبه کند؛

۵ ــ محاسبات مربوط به چرخ‌دنده و چرخ زنجیر را انجام دهد.

زمان تدریس: ۱۲ ساعت

۲ ــ انتقال حرکت و نیرو در ماشینهای عمومی صنایع چوب

به طور کلی به منظور انتقال حرکت و نیرو از محرک به متحرک روشهای مختلفی وجود دارد از جمله تسمه و چرخ تسمه، زنجیر و چرخ زنجیر، دنده و چرخ دنده.

۱ ــ ۲ ــ تسمه و چرخ تسمه

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

۱ ــ ۱ ــ ۲ ــ انواع تسمه: با توجه به نوع چرخ تسمه و قدرت الکتروموتور می‌توان از تسمه‌های مختلفی از نظر جنس (ترکیبات شیمیایی برگرفته از مواد غذایی همراه با جنوبهای فلزی، پارچه‌ای، چرمی، برزنت و غیره) و شکل ظاهری تسمه‌ها (شکل ۱ ــ ۲) استفاده نمود.

تسمه‌ها هر بصورت آماده در اندازه‌های مختلفی وجود دارد و هر بصورت متریک

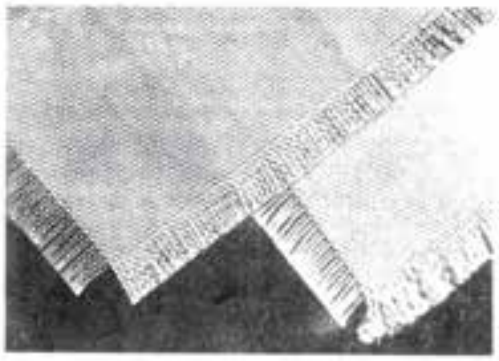
موجود است که به اندازه مورد نظر برید و با روشهای خاص اتصال داده می‌شود.

شکل ۱ ــ ۲ ــ نمونه‌های مختلف تسمه

برای نمونه در شکل (۲ ــ ۲) بازه‌های مورد مصرف در تولید تسمه بوزینی نشان داده

انتقال حرکت

تسمه است که دارای نخ 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 به بار تغییرپذیر است.



شکل ۲ ــ ۲ ــ برزنت مورد مصرف در تسمه‌های برزنی

اتصال در تسمه‌های متریک با توجه به نوع تسمه متفاوت است که در شکل (۳ــ۲) نمونه‌ای از اتصال یک تسمهٔ متریک را می‌بینید.

شکل ۳ ــ ۲ ــ نمونه‌ای از اتصال در تسمه‌های متریک

۹

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

۱ ــ میزان دور موتور؛

۲ ــ قدرت موتور؛

۳ ــ تعداد شیارهای پولی؛

۴ ــ شرایط فیزیکی و شیمیایی محل مورد مصرف.

با توجه به رعایت نکات ذکر شده و انتخاب نوع تسمه، اندازهٔ آن را محاسبه و تسمه مورد نظر را می‌توان تهیه نمود.

مواردی که در طولانی شدن کاربرد تسمه مؤثر می‌باشد عبارتند از:

۱ ــ 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 به گونه‌ای باشد که در مقابل حرارت مقاوم و فشار وارده برآن در اثر کشش تسمه در آن بارگی ایجاد ننماید؛ علاوه برآن، در مقابل فشارهای نیروی گریز از مرکز ــ که در اثر چرخش سریع بوجود می‌آید ــ استحکام کافی داشته باشد.

۲ ــ هنگام استفاده از تسمه باید فاصله چرخها به گونه‌ای 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 (۲ ــ ۲) نمایان است.

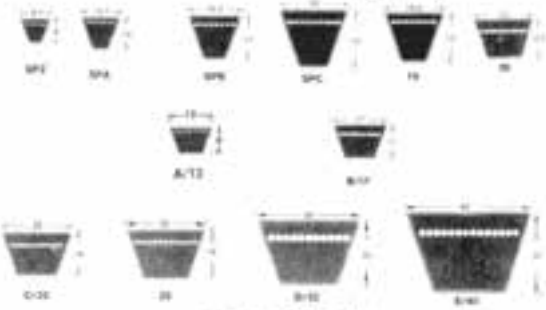
شکل ۲ ــ ۲ ــ درجه‌آزادی تسمه

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

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

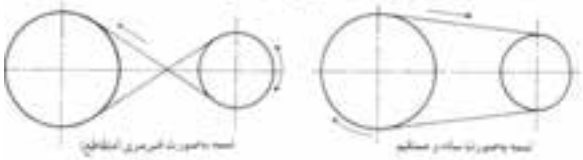
در نسبه‌های دوزنده‌ای، عرض نسبه نسبت به نیاز برای از گروه مربوط انتخاب و طول نسبه نیز از روابط مربوط محاسبه می‌گردد.

تاکنون نسبه‌هایی در کشور تولید می‌شود که دارای ۲۰ گروه مختلف و ۱۰۰۰ شماره طول می‌باشد. برای انتخاب نسبه باید گروه آن ـ که نشان دهنده عرض نسبه است ـ و طول آن را در نظر داشت. در شکل (۵ ـ ۲) چند گروه از نسبه‌ها نشان داده شده است. همچنین برای اطلاعات بیشتر به جدولهای ضمیمه پایان فصل، شماره‌های طولی نسبه که براساس قطر و ضخامت نسبه می‌باشد، رجوع شود.



شکل ۵ ـ ۲ ـ گروههای مختلف نسبه

طول نسبه: در جرخ نسبه‌های که نسبه آنها به صورت ساده و مستقیم قرار گرفته است گردش دورانی آنها به یک طرف است و چنانچه بخواهیم جهت گردش آنها را نسبت به هم تغییر دهیم نسبه را به صورت متقاطع (ضربدری) قرار می‌دهیم (شکل ۶ ـ ۲).



شکل ۶ ـ ۲ ـ نسبه‌ای قرار گرفتن نسبه روی پولی‌ها

طول نسبه به طور کلی با این عوامل رابطهٔ مستقیم دارد:

الف) قطر جرخ محرک (d_1)

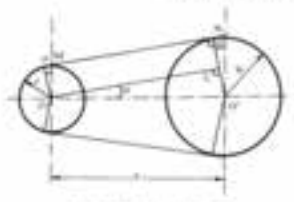
ب) قطر جرخ متحرک (d_2)

ج) فاصلهٔ دو محور (A)

د) زاویه تماس (θ)

رابطهٔ محاسبه طول نسبه

۱ ـ نسبه به صورت ساده و مستقیم:



شکل ۷ ـ ۲ ـ نسبه ساده و مستقیم

برای محاسبه زاویه θ در مثلث قائم‌الزاویه OCO' با استفاده از روابط مثلثاتی جرخ $O'C = R - r$ زیر عمل می‌نمود:

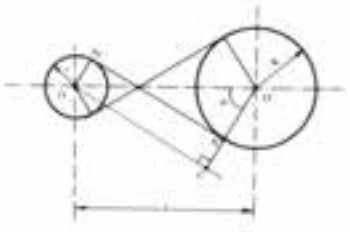
(θ را می‌توان از جدول مثلثاتی یا ماشین حساب بدست آورد)

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

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

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

۲ ـ نسبه به صورت متقاطع: ـ برای محاسبه زاویه θ در مثلث قائم‌الزاویه OCO' با استفاده از روابط مثلثاتی به شرح زیر عمل نمود:



شکل ۸ ـ ۲ ـ نسبه متقاطع

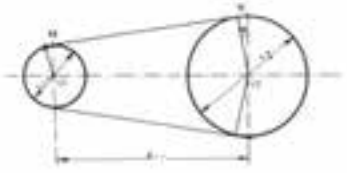
$O'C = R + r$

$\sin\alpha = \frac{R+r}{A}$ (α را می‌توان از جدول مثلثاتی یا ماشین حساب بدست آورد.)

$OC = MN = A\cos\alpha$

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

مثال نمونه ۱۰: مطلوبست محاسبه طول نسبه از نوع تخت در یک ماشین کف‌زنی بطوری که قطر جرخ محرک ۱۰۰ میلیمتر و قطر جرخ متحرک ۱۵۰ میلیمتر و فاصله دو محور ۸۰۰ میلیمتر باشد.



حل مثال نمونه ۱:

$R = \frac{D}{2} = \frac{150}{2} = 75mm$

$r = \frac{d}{2} = \frac{100}{2} = 50mm$

$O'C = R - r = 75 - 50 = 25$

$\sin\alpha = \frac{25}{800} = 0/03125$

$\alpha = 1^\circ 47' 54''$ یا $1^\circ 48'$ و 90°

$MN = OC = \sqrt{A^2 - (R-r)^2} = \sqrt{(800)^2 - (25)^2}$

$MN = \sqrt{639375} = 799/8$

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

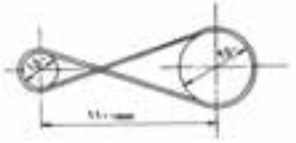
$L = 1599/6 + \frac{150 \times 3/1416 (180 + (2 \times 1/795))}{360} + \frac{100 \times 3/1416 (180 - (2 \times 1/795))}{360}$

$L = 1599/6 + \frac{471/2387 \times 183/59}{360} + \frac{314/16 \times 176/41}{360}$

$L = 1599/6 + 239/15 + 153/87 = 1992/2mm$

$L = 1992/2mm$

مثال نمونه ۲۰: مطلوبست محاسبه طول نسبه مطابق شکل (۸ ـ ۲) در یک ماشین از نوعی که نسبه آن بصورت متقاطع قرار گرفته است؛ در صورتی که قطر جرخ محرک ۱۵ سانتیمتر، قطر جرخ متحرک ۴۵ سانتیمتر، فاصلهٔ دو محور ۱۱۰ سانتیمتر و اتصال دو سر نسبه بصورت سرهم باشد.



جلسه نهم

برنامه زمان‌بندی جلسه نهم		
۱	آماده کردن کلاس	۱۰
۲	تدریس انتقال حرکت و نیرو در ماشین‌های عمومی صنایع چوب	۲۰
۳	تدریس تسمه و چرخ تسمه و انواع تسمه و مشخصات آن‌ها	۲۰
۴	محاسبات مربوط به طول تسمه	۴۰

فصل دوم ــ انتقال حرکت و نیرو در ماشین‌های عمومی صنایع چوب

جهت آماده کردن کلاس و متمرکز کردن افکار دانش‌آموزان درباره مبحث موردنظر می‌توان سؤالات زیر را از آن‌ها پرسید.

- منبع حرکت دستگاه اره نواری چیست؟
- فلکه‌های اره نواری چگونه حرکت می‌کنند؟
- تیغه اره گرد چگونه حرکت می‌کند؟
- سه نظام دستگاه دریل برقی دستی چگونه حرکت می‌کند؟
- پروانه پنکه‌های معمولی چگونه حرکت خود را از الکتروموتور می‌گیرند؟
- تیغه اره گرد چگونه بالا و پایین می‌شود؟

از سؤالات بالا می‌توان نتیجه گرفت که :

روش‌های انتقال حرکت و نیرو از الکتروموتور به ماشین

تابلو

۱ــ بدون واسطه (محور ماشین با محور الکتروموتور یکی است، مانند پنکه)

۲ــ با واسطه

الف ــ تسمه و چرخ تسمه (اکثریت دستگاه صنایع چوب)

ب ــ دنده و چرخ‌دنده (دریل دستی، دریل دستی برقی و حرکت عمودی تیغه اره گرد)

ج ــ زنجیر و چرخ زنجیر (حرکت عمودی برخی از صفحات رنده گندگی)

بدون واسطه

تعداد دور ماشین با تعداد دور الکتروموتور یکی است.

با واسطه

می‌توان توسط این واسطه‌ها تعداد دور ماشین را نسبت به تعداد دور الکتروموتور بیشتر و یا کمتر نمود.

تسمه و چرخ تسمه

یکی از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها می‌باشد.

برای استفاده کردن از آن نیاز به دو چرخ تسمه یا پولی است که یکی به محور الکتروموتور و یکی به محور ماشین وصل می‌شود و تسمه‌ای این دو چرخ تسمه را به هم ربط می‌دهد.

ــ تسمه می‌تواند از مواد مختلف و با مدل‌های مختلف طراحی شود که در کتاب اشاره شده است.

ــ برای بالا بردن عمر تسمه می‌بایست به نکاتی که در کتاب اشاره شد توجه داشت :

که در این رابطه می‌توان سؤالاتی به شرح زیر مطرح کرد :

۱ــ تسمه‌ها از چه موادی ساخته می‌شوند؟

۲ــ تسمه‌ها به چه شکلی در بازار وجود دارند؟

۳ــ برای انتخاب تسمه چه نکاتی را باید درنظر گرفت؟

۴ــ مواردی که در طولانی شدن کاربرد تسمه مؤثر است نام ببرید.

۵ــ جنس پولی تسمه از چیست؟ و چه ویژگی باید داشته باشد؟

۶ــ فاصله چرخ تسمه نسبت به تسمه چگونه باید باشد؟

۷ــ در تسمه‌های ذوزنقه، زاویه تسمه و زاویه شیار پولی نسبت به هم چگونه باید باشند؟

محاسبه طول تسمه: طریقه قرار گرفتن تسمه روی چرخ تسمه‌ها :

۱ــ ساده و مستقیم (حرکت چرخ‌ها هم‌جهت است)

۲ــ متقاطع (حرکت چرخ‌ها خلاف جهت یکدیگر است)

برای محاسبه طول تسمه به چهار کمیت زیر نیاز داریم :

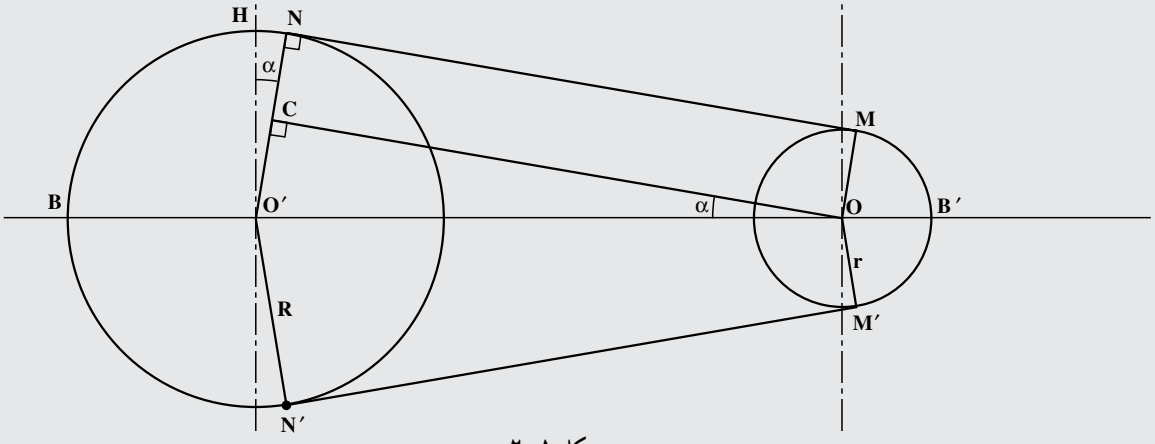
۱ــ قطر چرخ محرک (D)

۲ــ قطر چرخ متحرک (d)

۳ــ فاصله دور محور (A یا O′O)

۴ــ زاویه تماس (α)

الف ــ طول تسمه ساده و مستقیم: برای محاسبه طول تسمه می‌توان طول تسمه را به چهار قسمت تقسیم نمود.



شکل ۱ــ۲

ــ پاره‌خط MN ــ کمان $M\hat{B}'M'$ ــ پاره‌خط $M'N'$ و کمان $N\hat{B}'N'$ که با محاسبه این چهار قسمت و جمع آن‌ها، طول تسمه به‌دست می‌آید.

پاره‌خط‌های MN و $M'N'$ بنا به متقارن بودن شکل باهم برابرند.

چهار ضلعی CNMO مستطیل بوده و MN با OC برابر است.

چون $C\hat{O}'O + H\hat{O}'N = 90^\circ$ و از طرفی در مثلث قائم‌الزاویه $\Delta_{O'CO}$ داریم $C\hat{O}'O + O'\hat{O}C = 90^\circ$ نتیجه می‌شود که زاویه $\hat{\alpha} = H\hat{O}'N = O'\hat{O}C$ برای محاسبه طول کمان $N\hat{B}'N'$ باید مقدار زاویه $(180^\circ + 2\alpha)$ و برای محاسبه طول کمان $M\hat{B}'M'$ باید زاویه $(180^\circ - 2\alpha)$ به‌دست آید.

● محاسبه پاره‌خط MN = OC : در مثلث قائم‌الزاویه $\Delta_{O'OC}$ مطابق با قانون فیثاغورث

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

● محاسبه زاویه تماس (α) : در مثلث قائم‌الزاویه $\Delta_{O'CO}$ داریم $O'C = |R-r|$ پس :

$$\sin\alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{O'C}{O'O} =$$

$$\frac{|R-r|}{A} \Rightarrow \alpha = \text{Arc}\sin\frac{|R-r|}{A}$$

● محاسبه کمان‌های $N\hat{B}'N'$ ، $M\hat{B}'M'$:

$$M\hat{B}'M' = \frac{\text{زاویه مرکزی مقابل کمان} \times \text{محیط دایره}}{۳۶۰^\circ} = \frac{d.\pi(۱۸۰^\circ - ۲\alpha)}{۳۶۰^\circ}$$

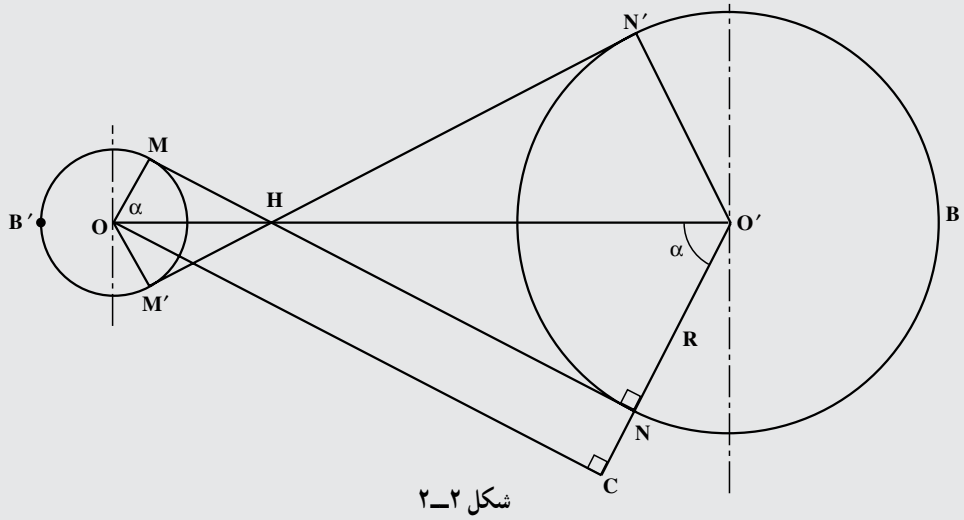
$$N\hat{B}N' = \frac{\text{زاویه مرکزی مقابل کمان} \times \text{محیط دایره}}{۳۶۰^\circ} = \frac{D.\pi(۱۸۰^\circ + ۲\alpha)}{۳۶۰^\circ}$$

که از مجموع چهار قسمت می‌توان رابطه زیر را برای محاسبه طول تسمه ساده و مستقیم به‌کار برد :

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

ب ــ محاسبه طول تسمه که به‌صورت متقاطع روی چرخ تسمه قرار گرفته است: در این حالت نیز شبیه به روش قبل طول تسمه را به چهار قسمت (دو پاره خط و دو کمان) تقسیم نموده و با محاسبه هریک و جمع آن‌ها، طول تسمه به دست خواهد آمد. (روش اول)

$$L = MN + M'N' + N\hat{B}N' + M\hat{B}'M'$$



شکل ۲ــ۲

● بنا به متقارن بودن شکل $MN = M'N'$

● در مستطیل NCOM آن‌گاه $OC = MN$

● در مستطیل NCOM آن‌گاه $CN = OM = r$

● طول پاره‌خط $O'N + NC = R + r = O'C$

● مثلث قائم‌الزاویه $\Delta_{O'CO}$: مطابق با رابطه فیثاغورث

$$MN = OC = \sqrt{(OO')^۲ - (R + r)^۲}$$

● در مثلث قائم‌الزاویه $\Delta O'CO$:

$$\cos\alpha = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{O'C}{O'O} = \frac{R + r}{A}$$

$$\alpha = \text{Arc}\cos\left(\frac{R + r}{A}\right)$$

● طول کمان $N\hat{B}N'$ برابر خواهد بود با :

$$N\hat{B}N' = \frac{D\pi(۳۶۰^\circ - ۲\alpha)}{۳۶۰^\circ}$$

● چون در مثلث قائم‌الزاویه $\Delta_{O'NH}$ و Δ_{OMH} بنا به دو زاویه برابر، متشابه هستند پس :

$$\alpha = N\hat{O}'H = M\hat{O}H$$

● طول کمان $M\hat{B}'M'$:

$$MB'M' = \frac{d.\pi(۳۶۰^\circ - ۲\alpha)}{۳۶۰^\circ}$$

طول تسمه متقاطع :

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

بعد از فاکتورگیری

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

برای محاسبه طول تسمه روابط نسبتاً ساده‌تری هم وجود دارد، که با اختلاف بسیار ناچیزی نسبت به روابط گفته شده بالا، طول تسمه را محاسبه می‌نماید. که به شرح زیر است : (روش دوم)

الف ــ محاسبه طول تسمه به‌صورت ساده و مستقیم

$$L = ۲A + \frac{\pi(d_۱ + d_۲)}{۲} + \frac{(d_۱ - d_۲)^۲}{۴A}$$

ب ــ محاسبه طول تسمه به‌صورت متقاطع

$$L = ۲A + \frac{\pi(d_۱ + d_۲)}{۲} + \frac{(d_۱ + d_۲)^۲}{۴A}$$

مثال ۱: اگر $A = ۵۰$ و $d = ۱۴$ و $D = ۲۰$ سانتی‌متر و تسمه به‌صورت ساده و مستقیم قرار گرفته باشد، طول تسمه را محاسبه نمایید.

روش اول:

$$\alpha = \text{Arc}\sin\frac{۱۰-۷}{۵۰} = ۳/۴۴^\circ$$

$$MN = \sqrt{۵۰^۲ - (۱۰-۷)^۲} = ۴۹/۹۱$$

$$L = ۲(۴۹/۹۱) + \frac{(۲۰)(۳/۱۴)(۱۸۰ + ۲(۳/۴۴))}{۳۶۰} +$$

$$\frac{(۱۴)(۳/۱۴)(۱۸۰ - ۲(۳/۴۴))}{۳۶۰} = ۱۵۳/۵۶\text{cm}$$

روش دوم :

$$L = ۲(۵۰) + \frac{(۳/۱۴)(۲۰+۱۴)}{۲} +$$

$$\frac{(۲۰-۱۴)^۲}{۴(۵۰)} = ۱۵۳/۵۶\text{cm}$$

مشاهده می‌شود در این مثال اختلافی در روش اول و دوم دیده نمی‌شود.

مثال ۲ : طول تسمه مسئله بالا را به‌صورت متقاطع به‌دست آورید.

روش اول:

$$\alpha = \text{Arc}\cos(\frac{۱۰+۷}{۵۰}) = ۷۰/۱۲^\circ \quad \text{و}$$

$$MN = \sqrt{۵۰^۲ - (۱۰+۷)^۲} = ۴۷/۰۲\text{cm}$$

$$L = ۲(۴۷/۰۲) + \frac{(۳/۱۴)(۲۰+۵)}{۲} +$$

$$\frac{(۲۰+۱۵)^۲}{۴(۵۰)} = ۱۶۱/۱۲\text{cm}$$

روش دوم:

$$L = ۲(۵۰) + \frac{(۳/۱۴)(۲۰+۱۵)}{۲} + \frac{(۲۰+۱۵)^۲}{۴(۵۰)} = ۱۶۱\text{cm}$$

در این مثال اختلاف روش اول و دوم فقط ۱/۲ میلی‌متر خواهد بود. بنابراین با توجه به اختلاف بسیار کم عملاً می‌توان از روش دوم هم به صورت کاربردی استفاده نمود اما روش اول با توجه به اثبات ریاضی اصولی‌تر به‌نظر می‌رسد.

تسمه‌های با مقطع ذوزنقه: این نوع تسمه‌ها از متداول‌ترین تسمه‌های مورد استفاده می‌باشند و نسبت به مدل‌های دیگر کاربرد بیشتری دارند و چون تسمه در درون شیار پولی قرار می‌گیرد، امکان خارج شدن بسیار کم‌تر است.

منتهی باید توجه داشت که عرض تسمه با عرض شیار پولی یکسان بوده، البته وقتی تسمه را درون شیار پولی قرار می‌دهیم نباید تسمه با کف شیار پولی تماس داشته باشد، تماس تسمه با پولی که از طرفین تسمه باید باشد که این امر بستگی به دقت در انتخاب عرض و طول تسمه دارد برای انتخاب طول تسمه در این نوع تسمه‌ها باید قطر مؤثر را به‌دست آورد.

قطر مؤثر در این‌چنین تسمه‌ها برابر است با : $\boxed{dm = d - ۲c}$ که در رابطه محاسبه طول تسمه باید به‌جای قطر تسمه‌ها قطر مؤثر آن‌ها را جایگزین نمود.

مثال: اگر $d_۱ = ۱۰\text{cm}$ و $d_۲ = ۲۰\text{cm}$ و $A = ۴۰\text{cm}$ و $c = ۱۰\text{mm}$ و تسمه به‌صورت متقاطع قرار گرفته باشد. طول تسمه را محاسبه نمایید.

روش اول:

$$d_m = ۱۰ - ۲(۱) = ۸\text{cm} \Rightarrow r = ۴\text{cm}$$

$$D_m = ۲۰ - ۲(۱) = ۱۸\text{cm} \Rightarrow R = ۹\text{cm}$$

$$\alpha = \text{Arc}\cos\frac{۹+۴}{۴۰} = ۷۱/۰۳^\circ$$

$$MN = \sqrt{۴۰^۲ - (۹+۴)^۲} = ۳۷/۸۲\text{cm}$$

$$L = ۲(۳۷/۸۲) +$$

$$\frac{(۱۸+۸)(۳۶۰ + ۲(۷۱/۰۳))\pi}{۳۶۰} = ۱۲۵\text{cm}$$

روش دوم:

$$L = ۲(۴۰) + \frac{(۳/۱۴)(۱۸+۸)}{۲} +$$

$$\frac{(۱۸+۸)^۲}{۴(۴۰)} = ۱۲۵\text{cm}$$

در پایان درس از هنرجویان خواسته شود برای جلسه آینده تمرین‌های صفحه ۳۷ و ۳۸ را حل نمایند درضمن هنرجویان در گروه‌های مختلف طول تسمه موجود در کارگاه را محاسبه نموده هفته آینده ارائه نمایند.

محاسبه مقطع تسمه‌ها

تسمه یک قطعه منشوری است که تحت نیروی کششی T قرار گرفته است و مقطع آن از رابطه $S = \frac{T}{\sigma_a}$ محاسبه می‌شود.

S : سطح مقطع برحسب سانتی‌متر مربع

T : نیروی کششی تسمه

σ_a : تنش مجاز برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع که معمولاً در تسمه‌های چرمی معمولی حدود ۳۰ الی ۳۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد و ضریب اصطکاک تسمه معمولی روی فلکه فولادی یا چدنی حدود ۲۸٪ منظور می‌گردد.

فاصله محورها در چرخ تسمه

اگر قطر فلکه‌ها مساوی باشد $E = 3D$

اگر قطر فلکه‌ها مختلف باشد $E = 2(D + D')$

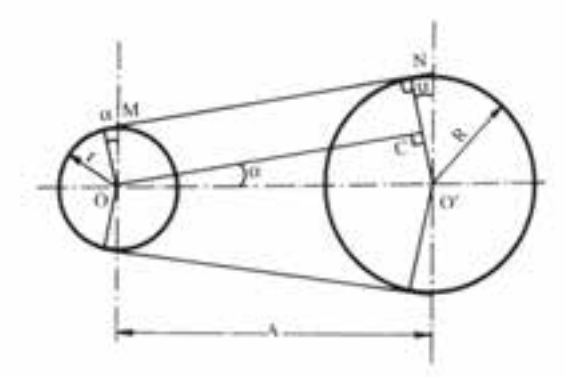
E : فاصله محورها

D و D′ : قطر فلکه‌ها

زاویه درگیری تسمه: زوایای a و B

ـ در تسمه‌های ساده مطابق شکل زیر

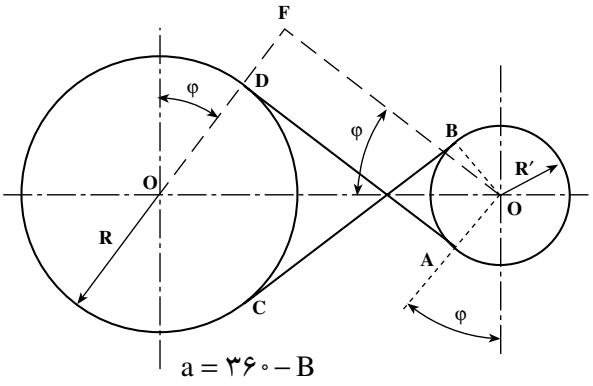
$$\cos\frac{a}{2} = \frac{R - R'}{E}$$



شکل ۳ـ۲

ـ در تسمه‌های متقاطع مطابق شکل زیر

$$\cos\frac{B}{2} = \frac{R + R'}{E}$$



$a = 360 - B$

شکل ۴ـ۲

ضخامت تسمه‌ها

برای تسمه‌های چرمی معمولاً به علت قابلیت انعطاف آن‌ها ضخامت را برحسب قطر فلکه کوچک درنظر می‌گیرند.

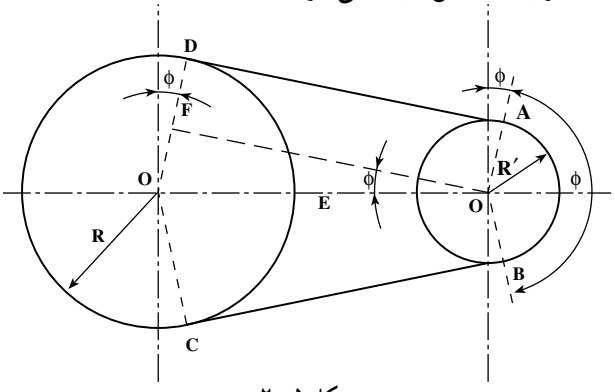
برای قطرها $(D) = 200 - 300 - 400 - 500$ و بزرگتر از ۵۰۰ میلی‌متر باید ضخامت به ترتیب $(e) = 3/5 ، 4 ، 4/5 ، 5$ و $\frac{D}{100}$ درنظر گرفته شود.

محاسبه طول تسمه (روش سوم)

در تسمه‌های باز (ساده)

$$L = \pi(R + R') + \frac{(R - R')}{E} + 2E$$

که با توجه به شکل اثبات می‌شود.



شکل ۵ـ۲

$$L = \text{Arc}\widehat{AB} + \text{Arc}\widehat{CD} + ۲BC$$

$$\text{Arc}\widehat{AB} = \pi R' - ۲\phi R'$$

$$\text{Arc}\widehat{CD} = \pi R + ۲\phi R$$

$$۲BC = ۲E\cos\phi$$

$$L = \pi R' - ۲\phi R' + \pi R + ۲\phi R + ۲E\cos\phi$$

$$L = \pi(R + R') + ۲\phi(R + R') + ۲E\cos\phi$$

در مثلث قائم‌الزاویه OO′F

$$\sin\phi = \frac{R - R'}{E}$$

$$\cos\phi = \sqrt{۱ - \sin^۲\phi} = \sqrt{۱ - \left(\frac{R - R'}{E}\right)^۲}$$

$$L = \pi(R + R') + ۲\phi(R + R') + ۲E\sqrt{۱ - \left(\frac{R - R'}{E}\right)^۲}$$

با توجه به کوچک بودن مقدار ϕ می‌توان آن را با سینوسش برابر گرفت

$$\sin\phi = \phi = \frac{R - R'}{E}$$

و می‌توان بیان کرد

$$\sqrt{۱ - \left(\frac{R - R'}{E}\right)^۲} = ۱ - \frac{۱}{۲}\left(\frac{R - R'}{E}\right)^۲$$

که پس از محاسبه خواهیم داشت :

$$۱)\ L = \pi(R + R') + \frac{(R - R')^۲}{E} + ۲E$$

در تسمه‌های متقاطع خواهیم داشت :

$$۲)\ L = \pi(R + R') + \frac{(R + R')^۲}{E} + ۲E$$

که با استفاده از روش محاسبه تسمه ساده می‌توان به رابطه فوق دست یافت به شرطی که

الف)

$$\phi = \sin\phi = \frac{R' + R'}{E}$$

ب)

$\sqrt{۱ - \left(\frac{R + R'}{E}\right)^۲} = ۱ - \frac{۱}{۲}\left(\frac{R + R'}{E}\right)^۲$ فرض شود.

سرعت تسمه

برای انتقال‌های کمکی $V = ۱۵\,m/s$

بـرای انتقال‌های اصلی ۱۵ m/s الی $V = ۳۰$ می‌بـاشد و براساس تجربه معمولاً $V = ۲۰\,m/s$ درنظر گرفته می‌شود.

تعیین قطر فلکه

$$D' = \frac{۶۰ \times V}{\pi N'}$$

D' : قطر فلکه محرک V = سرعت تسمه حدود ۲۰ m/s

N' : تعداد دوران در دقیقه

$$D = \frac{۶۰ \times V}{\pi N}$$

D : قطر فلکه متحرک V = سرعت تسمه حدود ۲۰ m/s

N' : تعداد دوران در دقیقه

اتصال تسمه‌ها

اتصال چسبی، اتصال با قلاب و گیره و اتصال دوختگی

انواع تسمه

الف ــ تسمه‌های چرمی

ــ جنس: این تسمه‌ها از دباغی پوست گاو (تخته پوست) به‌دست می‌آید. حداکثر طول : ۱/۵ متر است و برای طول‌های بیشتر باید نوارهای متوالی را به‌هم چسبانید یا به هم دوخت. برای افزایش ضخامت نیز نوارها باید روی هم دوخته شوند.

ــ ابعاد متداول:

تسمه‌های ساده : ضخامت ۴ تا ۵ میلی‌متر عرض ۲۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر

تسمه‌های مضاعف : ضخامت ۸ تا ۱۰ میلی‌متر عرض ۶۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر

تسمه‌های سه لایه : ضخامت ۱۲ تا ۱۵ میلی‌متر

ــ *مزایا:* این تسمه‌ها نرم و مقاوم به کشش هستند. هم‌چنین مقاوم به فرسایش می‌باشند (مورد استفاده برای تسمه‌اندازی با چنگک.)

ــ *معایب:* این تسمه‌ها نسبت به رطوبت، به حرارت و به اسیدها مقاومت ندارند.

ـ ***مقاومت به کشش:*** بار گسیختگی این تسمه‌ها بین ۳۰۰تا ۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع برحسب جنس می‌باشد.

ـ ***اطلاعات عملی:*** در این تسمه‌ها طرفی از پوست را که پشم‌ها روی آن قرار دارد باید روی حلقه فلکه قرار دهیم تا درگیری افزایش یابد و از تشکیل ترک‌خوردگی جلوگیری شود.

ـ در ابتدای شروع کار، تسمه‌ها به مقدار زیاد افزایش طول پیدا می‌کنند. این افزایش طول به کار صحیح و منظم تسمه‌ها لطمه زده و باید تصحیح گردد.

ـ ***نگاهداری تسمه‌های چرمی:*** تسمه‌های چرمی باید از تأثیر گرد و غبار و همچنین ترشح روغن مصون بمانند.

برای تمیز کردن تسمه‌ها از یک پارچه آغشته به محلول رقیق سود استفاده می‌کنند. سپس سطح خارج تسمه را با روغن اندود می‌کنند. البته در صورت امکان بهتر است روغن گرم گردد. توصیه می‌گردد که این عمل سالی یک بار انجام شود. لازم است استفاده از موارد صمغی مانند کولوفان که سبب افزایش درگیری می‌شوند اجتناب گردد، زیرا این مواد صمغی خیلی زود ترک‌ها و شکاف‌هایی را روی تسمه به‌وجود می‌آورند.

ب ـ تسمه‌های نخی

ـ ***جنس:*** جنس این تسمه‌ها از پارچه‌های بافته شده از الیاف پنبه‌ای می‌باشد. این پارچه‌ها که ضخامت آن‌ها ۱/۲۵ میلی‌متر است روی هم قرارگرفته، به‌هم دوخته شده و به روغن کتان یا قطران گیاهی آغشته می‌گردد.

ـ ***ابعاد متداول:*** ضخامت تسمه بستگی به تعداد لایه‌های آن دارد (۴، ۶، ۸ یا ۱۰ لایه) عرض به اندازه‌های متداول

ـ ***مزایا:*** این تسمه‌های چرمی ارزان‌تر هستند و با طول‌های بسیار زیاد ساخته می‌شوند.

ـ ***معایب:*** این نوع تسمه‌ها نسبت به عوامل جوی حساس هستند و برحسب وضعیت رطوبت هوا افزایش یا کاهش طول پیدا می‌کنند (بازده متغیر)

ـ ***مقاومت:*** بارگسیختگی این تسمه‌ها بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است.

ج ـ تسمه‌های بالاتا

ـ ***جنس:*** جنس این تسمه‌ها از پارچه‌های بافته شده از الیاف پنبه‌ای اعلا می‌باشد که با صمغ بالاتای خالص اندود شده است. (***بالاتا:*** ماده‌ای صمغی است که از شیره نباتی به‌دست می‌آید). تعداد لایه‌های این تسمه ۵،۴،۳ یا ۶ عدد می‌باشد.

مقاومت این تسمه به کشش در حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است.

ـ ***مزایا:*** این تسمه‌ها مانند تسمه‌های نخی به ابعاد مختلف ساخته می‌شوند. این تسمه‌ها نسبت به اسیدها و قلیاها مقاومت می‌کنند.

ـ ***معایب:*** این تسمه‌ها در اثر حرارت افزایش طول پیدا می‌کنند. این تسمه‌ها برای تسمه‌اندازی با چنگک مقاومت ندارند.

د ـ تسمه‌های کائوچویی

ـ ***جنس:*** این تسمه‌ها مانند تسمه‌های نوع بالاتا از پارچه‌های نخی بسیار محکم و با مقاومت زیاد تشکیل شده‌اند. منتهی لایه‌های آن از کائوچوی ولگانیزه اندود شده‌اند. تعداد لایه‌های این تسمه‌ها ۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲ یا ۹ عدد بوده و با عرض‌های متداول ساخته می‌شوند.

ـ ***مزایا:*** این تسمه‌ها تحت کلیه ابعاد ساخته می‌شوند. در مقابل رطوبت مقاومت دارند و طول آن‌ها با وضعیت رطوبت تغییر نمی‌کند. از این تسمه‌ها به‌عنوان تسمه نقاله دستگاه‌های حمل و نقل مکانیکی استفاده می‌شود.

ـ ***معایب:*** در مقابل حرارت و اثر روغن مقاومت ندارند.

هـ ـ تسمه‌های فلزی

این تسمه از یک یا چند نوار فولادی آب داده و کشیده شده تشکیل شده‌اند (اره تسمه‌ای در این مورد مثال خوبی است).

ـ ***مزایا:*** این تسمه‌ها در مقابل حرارت و رطوبت افزایش طول پیدا نمی‌کنند. ضمناً جاگیری آن‌ها نیز کم است. همچنین این تسمه‌ها سرعت‌های زیاد را می‌توانند تحمل کنند : ۶۰ تا ۱۰۰ متر در ثانیه.

ـ ***معایب:*** اتصال نوارها در این نوع تسمه مشکل و حساس است. این تسمه‌ها استفاده از فلکه یا چرخ تسمه‌های با قطر بزرگ ایجاب می‌کنند.

و ـ تسمه‌های نایلونی

این تسمه‌ها اخیراً متداول شده و از یک ورقه نایلون مقاوم که دربین دو لایه نازک چرمی (برای درگیری و چسبندگی) قرار گرفته است تشکیل می‌شوند.

حل مثال نمونه ۴:

$$R = \frac{D}{2} = \frac{250}{2} = 125mm$$

$$r = \frac{d}{2} = \frac{150}{2} = 75mm$$

$$OC = R + r = 125 + 75 = 200\ mm$$

$$\sin\alpha = \frac{R+r}{A} = \frac{200}{1100} = 0/2727$$

$$\alpha = 15^\circ/47' \text{ یا } 15^\circ/78$$

$$OC = MN = A\times\sin\alpha = 1100\times\sin 15^\circ/47' =$$

$$MN = 1100\times 0/2727 = 300/3mm$$

$$L = 2\times MN + \frac{(D+d)(3.14)}{2\times 180} + \frac{(D-d)^2\times\alpha}{4\times 180}$$

$$L = 2\times 300/3 + \frac{(250+150)(3.14\times 180 - (2\times 15/47))}{2\times 180} + \frac{(250-150)^2\times 15/47}{4\times 180}$$

$$L = 2112/6 + \frac{400\times 3211/66}{360} = 2112/6 + 3567/78 = 5679/38mm$$

$$\boxed{L = 5679/38mm}$$

یادآوری می‌شود برای محاسبه طول تسمه‌های ذوزنقه‌ای، به‌جای قطر خارجی (d_0)، قطر مؤثر (d_w) را در رابطه‌های مربوطه قرار می‌دهیم (شکل ۹ ـ ۴).

$$d_w = d - 2c$$

d_w : قطر مؤثر
d : قطر خارجی
c : فاصله قطر مؤثر تا قطر خارجی
h : ارتفاع تسمه
θ : عرض تسمه

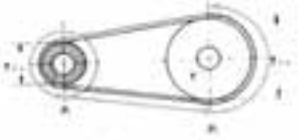
شکل ۹ ـ ۴ ـ تسمه ذوزنقه

تمرین

۲ ـ در ماشین تکه‌بری مطابق شکل (۱۰ ـ ۴) قطر چرخ محرک ۱۲ سانتیمتر، قطر چرخ

۲ ـ ۴ ـ 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 چرخ تسمه‌ها، علاوه بر انتقال حرکت، تغییر تعداد دوران چرخ متحرک را نیز انجام می‌دهد که مقدار آن به‌سبب انتقال (لغزش) بین دو محور بستگی خواهد داشت (شکل ۱۳ ـ ۴).



شکل ۱۳ ـ ۴ ـ انتقال تعداد دور

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

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

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

$$\boxed{i = \frac{d_2}{d_1} \times \frac{d_w}{d_w}} \quad \text{و} \quad \boxed{i = i_1 \times i_2} \quad \text{و} \quad i_1 = \frac{d_2}{d_w} \quad \text{و} \quad i_2 = \frac{d_w}{d_1}$$

مثال نمونه ۱۰: یک دستگاه ماشین فرز که قطر پولی آن ۵ سانتیمتر است، توسط الکتروموتوری با قطر پولی ۱۵ سانتیمتر و تعداد دور ۱۴۰۰ دور در دقیقه، کار می‌کند. تعداد دور ماشین فرز را محاسبه کنید.

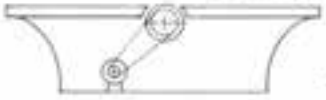
$$n_1 = 1400\ r/min \quad \text{و} \quad d_1 = 15cm$$

$$d_2 = 5cm \qquad \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{1400}{n_2} = \frac{5}{15}$$

$$\Rightarrow n_2 = \frac{1400\times 15}{5} = 4200\ r/min$$

مثال نمونه ۲۰: یک ماشین کف‌زنی باید با ۲۰۰۰ دور در دقیقه کار کند؛ در صورتی که قطر پولی غلتک رنده ۱۶۰ میلیمتر است و تعداد دور الکتروموتور ۴۰۰۰ دور در دقیقه می‌باشد، قطر پولی الکتروموتور را محاسبه کنید.

متحرک ۴۵ سانتیمتر و فاصلهٔ دو محور ۶۰ سانتیمتر. اگر تسمه به‌صورت ساده و مستقیم و انصال برقرار باشد، طول تسمهٔ آن ماشین را محاسبه نمایید.



شکل ۱۰ ـ ۴ ـ دستگاه کف‌زنی

۴ ـ در مسألهٔ شمارهٔ ۱، اگر تسمه به‌صورت متقاطع و انصال دو سر آن به‌صورت گره‌ای و با طول ۱۰ سانتیمتر باشد، طول تسمه را محاسبه کنید.

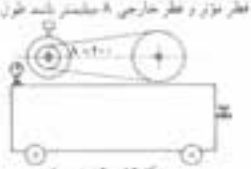
۳ ـ در دستگاه تسمه تبرکن مطابق شکل (۱۱ ـ ۴) طول تسمهٔ آن را با توجه به ورگیهای آن به‌دست آورید.

d_1 : ۱۴۰ سانتیمتر
d_2 : ۸۰ سانتیمتر
A : ۴۵ سانتیمتر
α : ۱۰۰ میلیمتر

شکل ۱۱ ـ ۴ ـ دستگاه تبرکن

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

۵ ـ در سیستم بادبطابق شکل (۱۲ ـ ۴) قطر چرخ محرک ۸ سانتیمتر، قطر چرخ متحرک ۱۶ سانتیمتر و انصال دو سر تسمه به‌صورت گره‌ای با طول ۶ سانتیمتر می‌باشد. طول تسمه را محاسبه کنید.



شکل ۱۲ ـ ۴ ـ سیستم بادبزن

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

جلسه دهم

برنامه زمان‌بندی جلسه دهم		
۱	بعد از آماده کردن کلاس برای درک مطالب و حضور و غیاب از دانش‌آموزان خواسته شودکه تکالیف خود را جهت بازبینی آماده نمایند.	۵
۲	بعد از بازبینی تکالیف، از آن‌ها خواسته شود که تمرین‌ها را حل نمایند.	۳۵
۳	تحقیق مربوط به طول تسمه دستگاه‌های موجوددرکارگاه بررسی شده ودرپایان تمرین‌ها،نماینده هر گروه در کلاس کار مربوطه راارائه دهند.	۲۰
۴	تدریس مربوط به محاسبه تعداد دور چرخ تسمه و نسبت انتقال انجام شود.	۳۰

حل تمرین‌های صفحه ۳۷ و ۳۸

حل تمرین ۱:

$d_۱ = ۱۲cm \quad d_۲ = ۲۵cm \quad A = ۶۰cm$

$\alpha = \text{Arc}\sin\frac{R-r}{A} = \text{Arc}\sin\frac{۱۲/۵-۶}{۶۰} = ۶/۲^\circ$

$MN = \sqrt{A^۲-(R-r)^۲} =$

$\sqrt{۶۰^۲-(۱۲/۵-۶)^۲} = ۵۹/۶cm$

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

$L = ۲(۵۹/۶) + \frac{(۲۵)(۳/۱۴)(۱۸۰+۱۲/۴)}{۳۶۰} +$

$\frac{d\pi(۱۸۰-۱۲/۴)}{۳۶۰}$

$L = ۱۷۸/۷cm$

حل تمرین۲:

$\alpha = \text{Arc}\cos\frac{R+r}{A} = \text{Arc}\cos\frac{۱۲/۵+۶}{۶۰} = ۷۲/۰۴^\circ$

$MN = \sqrt{A^۲-(R+r)^۲} =$

$\sqrt{۶۰^۲-(۱۸/۵)^۲} = ۵۷/۰۷cm$

$L_۱ = ۲MN + \frac{(D+d)(۳۶۰-۲\alpha)(\pi)}{۳۶۰}$

$L_۱ = ۲(۵۷/۰۷) +$

$\frac{(۲۵+۱۲)(۳۶۰-۱۴۴/۰۸)(۳/۱۴)}{۳۶۰} = ۱۸۳/۸$

$L = L_۱ + L_۲ = ۱۸۳/۸ + ۱۰ = ۱۹۳/۸cm$

حل تمرین ۳:

$D_M = ۱۶ - ۲(۱) = ۱۴cm$

$d_m = ۸ - ۲(۱) = ۶cm$

$\alpha = \text{Arc}\sin\frac{R-r}{A} = \text{Arc}\sin\frac{۷-۳}{۶۵} = ۳/۵cm$

$MN = \sqrt{A^۲-(R-r)^۲} =$

$\sqrt{۶۵^۲-(۷-۳)^۲} = ۶۴/۸۷cm$

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

$L = ۲(۶۴/۸۷) + \frac{۱۴(۳/۱۴)(۱۸۰+۷)}{۳۶۰} +$

$\frac{(۶)(۳/۱۴)(۱۸۰-۷)}{۳۶۰} = ۱۶۱/۶cm$

حل تمرین ۴:

$d_۱ = ۱۰cm \quad A = ۵۰cm$

$D_M = ۱۵ - ۲(۰/۸) = ۱۳/۴cm$

$d_۲ = ۱۵cm \quad C = ۸mm$

$d_M = ۱۰ - ۲(۰/۸) = ۸/۴cm$

$\alpha = \text{Arc}\cos\frac{R+r}{A} =$

$\text{Arc}\cos\frac{۶/۷+۴/۲}{۵۰} = ۷۷/۴^\circ$

$MN = \sqrt{A^۲-(R+r)^۲} =$

$\sqrt{۵۰^۲-(۶/۷+۴/۲)^۲} = ۴۸/۷۹cm$

$L = ۲MN + \frac{(D+d)(\pi)(۳۶۰-۲\alpha)}{۳۶۰} = ۲(۴۸/۷۹) +$

$$\frac{(۱۳/۴+۸/۴)(۳/۱۴)(۳۶۰-۱۵۴/۸)}{۳۶۰}$$

$$L=۱۳۶/۵۹cm$$

حل تمرین ۵:

$$d_۱=۸cm\ ,d_۲=۱۶cm,$$

$$A=۴۰cm\ ,\ L_۲=۶cm$$

$$\alpha=\ \text{Arc}\sin\frac{R-r}{A}=\text{Arc}\sin\frac{۸-۴}{۴۰}=۵/۷۳^\circ$$

$$MN=\sqrt{A^۲-(R-r)^۲}=$$

$$\sqrt{۴۰^۲-(۸-۴)^۲}=۳۹/۸cm$$

$$L_۱=۲(MN)+\frac{D\pi(۱۸۰+۲\alpha)}{۳۶۰}+$$

$$\frac{d\pi(۱۸۰-۲\alpha)}{۳۶۰}=۲(۳۹/۸)+$$

$$\frac{۱۶(۳/۱۴)(۱۸۰+۱۱/۴۶)}{۳۶۰}+$$

$$\frac{۸(۳/۱۴)(۱۸۰-۱۱/۴۶)}{۳۶۰}$$

$$L_۱=۱۱۸cm$$

$$L=L_۱+L_۲=۱۱۸+۶=۱۲۴cm$$

محاسبه تعداد دور چرخ تسمه

هنگامی که الکتروموتوری روشن است دارای نوعی حرکت دورانی است و همچنین دارای یک سرعت دورانی خواهد بود که این سرعت دورانی برابر است با :

$$\boxed{V_۱=d_۱.\pi.n_۱}$$

و اگر توسط یک تسمه این حرکت به چرخ دیگری هم منتقل شود، آن چرخ هم دارای سرعتی برابر با سرعت دورانی چرخ تسمه الکتروموتور خواهد بود که می‌توان سرعت آن چرخ را به‌صورت $V_۲=d_۲.\pi.n_۲$ محاسبه نمود و چون سرعت هر دو چرخ یکسان می‌باشد بنابراین خواهیم داشت :

$$V_۱=V_۲\Rightarrow d_۱.\pi.n_۱=d_۲.\pi.n_۱\Rightarrow$$

$$d_۱\pi_۱=d_۲\pi_۲\ \text{ و یا }\Rightarrow\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{d_۲}{d_۱}$$

پس حاصل‌ضرب تعداد دور در قطر چرخ‌ها با یکدیگر برابر خواهند بود و با نسبت تعداد دورها با عکس نسبت قطرها یکسان می‌باشد.

که البته این نسبت‌ها را نسبت انتقال می‌نامیم پس :

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

ـ اگر نسبت انتقال $i<۱$ باشد، حرکت را تند شونده یعنی تعداد دور ماشین بیش از تعداد دور الکتروموتور می‌باشد.

ـ اگر نسبت انتقال $i>۱$ باشد، حرکت را کند شونده یعنی تعداد دور ماشین کمتر از تعداد دور الکتروموتور می‌باشد.

ـ اگر نسبت انتقال $i=۱$ باشد، تعداد دور ماشین و الکتروموتور یکسان خواهد بود.

مثال: اگر $i=\frac{۲}{۳}$ باشد، یعنی این که تعداد دور الکتروموتور $\frac{۲}{۳}$ تعداد دور ماشین باشد خلاصه این که نسبت انتقال برابر است با نسبت تعداد دور الکتروموتور به تعداد دور ماشین پس : $i=\frac{n_e}{n_m}$

در ماشین‌هایی که از چندین چرخ و تسمه برای انتقال حرکت استفاده می‌شود نسبت انتقال به شرح زیر به‌دست می‌آید :

در چرخ اول و دوم یعنی اولین تسمه $i_۱=\frac{n_۱}{n_۲}$ و در چرخ سوم و چهارم، یعنی دومین تسمه $i_۲=\frac{n_۳}{n_۴}$ و چون چرخ دوم و سوم هر دو روی یک محور قرار گرفته‌اند یعنی $\frac{n_۳}{n_۲}=۱$ و طبق تعریف خواهیم داشت :

$$i=\frac{n_e}{n_m}\Rightarrow\frac{n_۱}{n_۴}\times\frac{n_۳}{n_۲}\Rightarrow\frac{n_۱}{n_۲}\times\frac{n_۳}{n_۴}\Rightarrow i=i_۱\times i_۲$$

از طرف دیگر :

$$i=i_۱\times i_۲=\frac{d_۲}{d_۱}\times\frac{d_۴}{d_۳}\Rightarrow i=\frac{d_۲\times d_۴}{d_۱\times d_۳}$$

به همین‌ترتیب اگر تعداد چرخ‌ها بیشتر شود می‌توان نوشت :

$$\boxed{i=\frac{d_۲\times d_۴\times d_۶\times\ \cdots}{d_۱\times d_۳\times d_۵\times\ \cdots}}$$

مثال نمونه ۱ و ۲ صفحه ۳۹ حل شود.

ـ از دانش‌آموزان خواسته شود سؤالات خود را مطرح نمایند.

ـ اعلام شود که برای جلسه آینده تمرین‌های صفحات ۴۰ و ۴۱ را حل نمایند.

$n_1 = 2000\ rpm$

$n_1 = 2000\ rpm$ و $d_1 = 120\ mm$

$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{d_2 \times n_2}{n_1} \Rightarrow d_1 = \frac{120 \times 2000}{2000}$

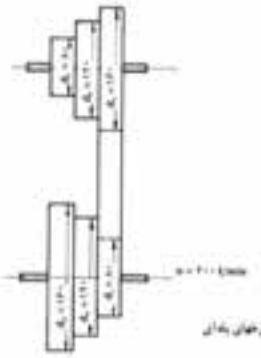
$d_1 = 60\ mm$

تمرین

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

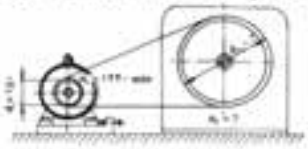
۲ ـ الکتروموتور یک ماشین رنده ۱۵۰۰ دور در دقیقه می‌زند. هر گاه چرخ متحرک ماشین ۱۲۰ میلیمتر و تعداد دوری معادل ۴۰۰۰ دور در دقیقه داشته باشد، قطر چرخ محرک را معلوم کنید.

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



شکل ۱۴ ـ ۲ ـ چرخهای پله‌ای

۴ ـ در دستگاه مطابق شکل (۱۵ ـ ۲) اگر نسبت انتقال ۳ باشد، مطلوب است مقادیر n_2 و d_2.



شکل ۱۵ ـ ۲

۵ ـ در دستگاه سنگ متباده مطابق شکل (۱۶ ـ ۲)، با ویژگیهایی که آمده است، حساب کنید:

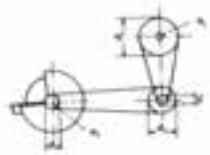
الف) نسبت کل انتقال دستگاه را (i)

ب) تعداد دوران سنگ متباده را در هر دقیقه

$d_1 = 15\ mm$ $d_2 = 25\ mm$

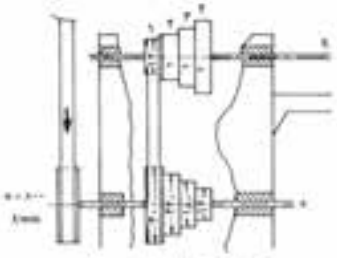
$d_3 = 75\ mm$ $n_4 = 225\ rpm$

$d_4 = 12\ mm$



شکل ۱۶ ـ ۲ ـ سنگ متباده

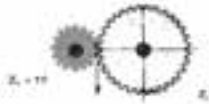
۶ ـ در ماشین خراطی شکل (۱۷ ـ ۲) تعداد دور میله متحرک را در هر یک از چرخهای تسمه حساب کنید.



شکل ۱۷ ـ ۲ ـ انتقال حرکت ماشین خراطی

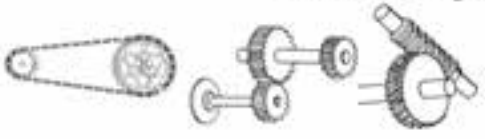
۳ ـ ۲ ـ محاسبات چرخ‌دنده و چرخ زنجیر

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 باشد (شکل ۱۸ ـ ۲).



شکل ۱۸ ـ 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 ۱۹ ـ ۲).



مخروط و چرخ مخروط دنده و چرخ دنده زنجیر و چرخ زنجیر

شکل ۱۹ ـ ۲

دنده‌های دو چرخ دنده‌ای که با یکدیگر درگیر هستند باید کاملاً متشابه 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 آن جایی که دندانه چرخ دنده‌هایی که با هم کار می‌کنند باید متشابه 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:

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

مثال نمونه ۱۰: 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:

$n_1 = ?$

$z_1 = 33$ $\quad n_1 = \frac{n_2 \cdot z_2}{z_1} = \frac{440 \times 15}{33} = 200$

$n_2 = 440\ 1/min$

$z_2 = 15$ $\quad n_1 = 200\ 1/min$

مثال نمونه ۱۱: تعداد دور چرخ دنده محرکی ۲۰۰ دور در دقیقه و تعداد دندانه‌های آن ۲۲ عدد است. چنانچه بخواهیم تعداد دور چرخ متحرک ۳۰۰ دور در دقیقه باشد. مطلوب است محاسبه تعداد دندانه‌های چرخ دنده متحرک.

$n_1 = 200\ 1/min$

$z_1 = 22$

$n_2 = 300\ 1/min$

$z_2 = ?$ $\quad z_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{n_2} = \frac{200 \times 22}{300} = 33 \qquad z_2 = 33$

تمرین

۱ ـ تعداد دور چرخ محرک را حساب کنید (اگر تعداد دندانه آن ۲۰، تعداد دور چرخ متحرک ۶۶۰ دور در دقیقه و تعداد دندانه چرخ متحرک ۲۵ دندانه باشد).

۲ ـ الکتروموتوری با تعداد دور ۹۰۰ دور در دقیقه و با چرخ دنده‌ای که ۱۵ دندانه دارد به یک چرخ متحرک را با تعداد دور آن ۲۲۵ دور در دقیقه به‌حرکت درمی‌آورد. تعداد