

$$h = 4 / 32 \text{ mm} \quad \text{عمق چرخ دنده}$$

$$df = m(z - 2 / 334)$$

$$df = 2(80 - 2 / 334)$$

$$df = 155 / 33 \text{ mm} \quad \text{قطر داخلی}$$

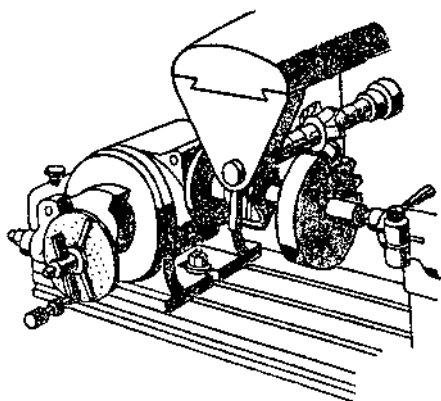
$$nk = \frac{40}{z} = \frac{40}{80} = \frac{1}{2} \quad \text{دور}$$

$$nk = \frac{1}{2} \times \frac{8}{8} = \frac{8}{16} \quad \text{مقدار گردش دسته تقسیم}$$

$$b = 10 \text{ m}$$

$$b = 10 \times 2$$

$$b = 20 \text{ mm} \quad \text{پهنای دندانه}$$



شکل ۷-۱۶

۷-۴ روش تولید چرخ دنده های ساده با ماشین فرز









تولید چرخ دنده ها روی ماشین فرز ممکن است با روش غلط یا از طریق تقسیم انجام گیرد. چرخ دنده های کوچک یا متوسط را روی ماشین فرز به کمک تیغه فرزهای مدولی می توان تراشید. روش کار به این ترتیب است که پس از فرز کردن شیار، هر دندانه ی چرخ دنده را به کمک دستگاه تقسیم به اندازه یک دنده گردانده و شیار بعدی را می تراشیم. آن قدر این کار را ادامه می دهیم تا تمام شیارهای دنده تراشیده شود (شکل ۷-۱۶).

جدول ۷-۲ مدول های استاندارد

اندازه تغییرات	مدول برحسب استاندارد
۰/۱	۱-۰/۹-۰/۸-۰/۷-۰/۶-۰/۵-۰/۴-۰/۳
۰/۲۵	۳-۲/۷۵-۲/۵-۲/۲۵-۲-۱/۷۵-۱/۵-۱/۲۵ ۴-۳/۷۵-۳/۵-۳/۲۵
۰/۵	۷-۶/۵-۶-۵/۵-۵-۴/۵
۱	۱۶-۱۵-۱۴-۱۳-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۸
۲	۲۴-۲۲-۲۰-۱۸
۳	۴۵-۴۲-۳۹-۳۶-۳۳-۳۰-۲۷
۵	۷۵-۷۰-۶۵-۶۰-۵۵-۵۰

چون تهیه تیغه فرزهای مدولی با مدول دلخواه از نظر اقتصادی مستلزم صرف هزینه زیاد است لذا اندازه ی مدول ها را استاندارد کرده اند. در جدول ۷-۲ مدول های استاندارد، داده شده است.

به منظور محدود کردن تعداد تیغه فرزها برای هر چرخ دنده که شکل پهلوی آن‌ها با هم تفاوت زیادی ندارند یک تیغه فرز در نظر گرفته شده است. به این ترتیب هر سری تیغه فرز شامل ۸ عدد از شماره یک تا هشت به شرح جدول ۷-۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد. در جدول ۷-۳ فرم منحنی بغل دنده و تعداد دنده مربوط به آن‌ها در سری ۸ عددی مشاهده می‌شود.

شماره‌ی تیغه فرز	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
تعداد دنده‌ها	۱۲-۱۳	۱۴-۱۶	۱۷-۲۰	۲۱-۲۵	۲۶-۳۴	۳۵-۵۴	۵۵-۱۳۴	۱۳۵-∞
فرم دنده تراشیده شده								

برای تراشیدن چرخ دنده‌های دقیق تر سری ۱۵ عددی به شرح جدول ۷-۴ ساخته شده است. در جدول ۷-۴ سری ۱۵ عددی تمامی تیغه فرزها و تعداد دندانه‌های مربوط به آن را نیز مشاهده می‌کنید.

جدول ۷-۴- سری ۱۵ تایی تیغه فرزهای مدولی

شماره تیغه فرز	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵
تعداد دنده	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵-۱۶	۱۷-۱۸	۱۹-۲۰	۲۱-۲۲	۲۳-۲۵
شماره تیغه فرز	۵	۵/۵	۶	۶/۵	۷	۷/۵	۸	-
تعداد دنده	۲۶-۲۹	۳۰-۳۴	۳۵-۴۱	۴۲-۵۴	۵۵-۷۹	۸۰-۱۳۴	۱۳۵-∞	-

۷-۵-۱- دستورالعمل فرزکاری چرخ دنده‌های ساده

به وسیله ماشین فرز

۷-۵-۱-۱- قرار دادن دستگاه تقسیم روی میز ماشین فرز

محل استقرار دستگاه تقسیم را بر روی میز ماشین فرز

تعیین کنید.

زیر دستگاه تقسیم و محل نصب آن را کاملاً تمیز کنید.

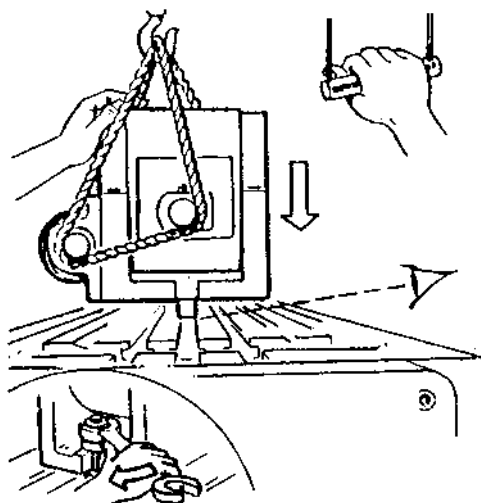
دستگاه تقسیم را با وسیله ای مطمئن بلند کرده و بر روی

میز ماشین فرز قرار دهید.

خارهای زیر دستگاه تقسیم را با شیار میز درگیر کنید.

پیچ‌های T فرم را در شیار دستگاه تقسیم قرار داده و

مهره‌های آن را ببندید (شکل ۷-۱۷).



شکل ۷-۱۷

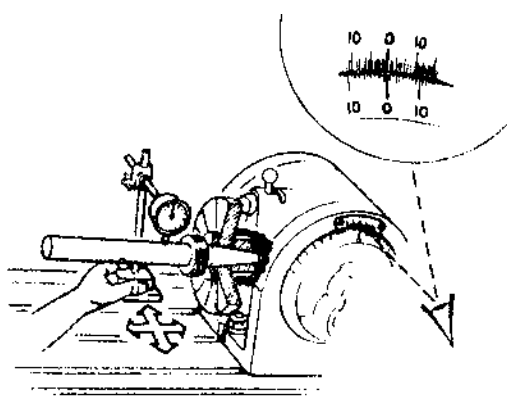
۷-۵-۱-۲- قرار دادن دستگاه تقسیم در حالت افقی:

صفحه مدرج دستگاه تقسیم را کاملاً در روی صفر

قرار دهید.

به وسیله میله محور مناسب و ساعت اندازه‌گیری افقی

بودن دستگاه تقسیم را کنترل کنید (شکل ۷-۱۸).



شکل ۷-۱۸

۷-۵-۱-۳- انتخاب صفحه سوراخ‌دار و سوار کردن

آن: انتخاب صفحه‌ی مناسب و سوار کردن و تنظیم صحیح دسته

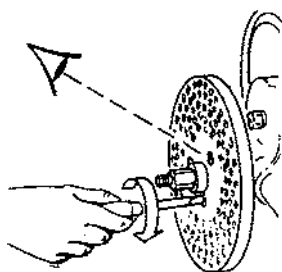
در انجام تقسیم‌بندی درست و مساوی تأثیر مستقیم دارد. با رعایت

این نکته عملیات زیر را انجام دهید.

صفحه تقسیم محاسبه شده را انتخاب کنید.

صفحه تقسیم را در روی بوش پیچ حلزون سوار کرده و

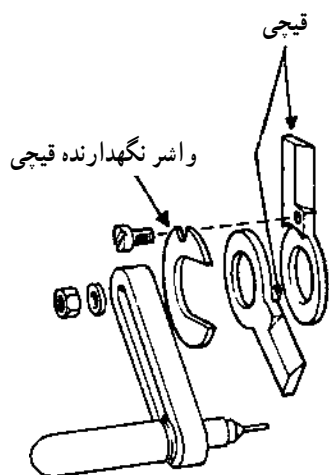
به وسیله پیچ‌های مربوطه ببندید (شکل ۷-۱۹).



شکل ۷-۱۹

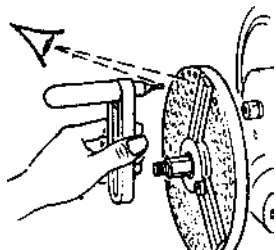
۷-۵-۴- سوار کردن قیچی یا پرگار:

پرگار وسیله‌ای است که برای مشخص کردن فاصله‌ی سوراخ‌های باقی‌مانده از کسر به کار می‌رود. بدین معنی که هر یک از دو پایه‌ی آن را در یکی از دو سوراخ‌های دوطرف قرار داده و این فاصله را به صورت مشخص جدا می‌کنند تا دسته برای تقسیم بعدی آماده شود (شکل ۷-۲۰).



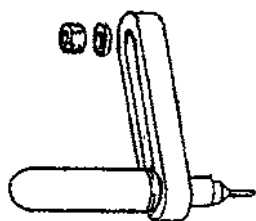
شکل ۷-۲۰

برای سوار کردن قیچی مراحل زیر را انجام دهید.
 - سوراخ پرگار را روی بوش محور حلزون قرار دهید.
 - دسته تقسیم را روی محور پیچ حلزون جا بزنید.
 - دهانه‌ی پرگار را به اندازه فاصله‌ی سوراخ‌های باقی‌مانده کسر از هم باز کنید.
 - واشر ثابت‌کننده‌ی پرگار را در محل تعیین شده جا بزنید.
 - موقعیت دسته تقسیم را روی محور پیچ حلزون تعیین کنید (شکل ۷-۲۱).



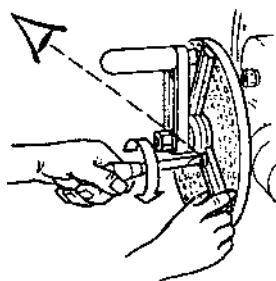
شکل ۷-۲۱

۷-۵-۵- بستن و تنظیم دسته‌ی تقسیم: این دسته توسط واشر و مهره‌ای روی محور پیچ حلزون سوار می‌شود. در سر این دسته یک پین تعبیه شده که با فشار فتری به جلو و عقب حرکت کرده و نوک آن در سوراخ صفحه تقسیم قرار می‌گیرد و طول بدنه دسته به صورت کشویی ساخته شده تا پین بتواند در امتداد شعاع صفحه نیز روی دسته جابه‌جا شده و بتوان نوک آن را با هر یک از سوراخ‌های تقسیم درگیر و یا از آن آزاد کرد (شکل ۷-۲۲).



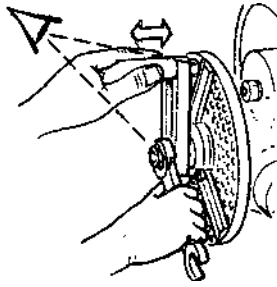
شکل ۷-۲۲

برای بستن و تنظیم دسته تقسیم به ترتیب زیر عمل کنید:
 - پین دسته تقسیم را در روی محور پیچ حلزون سوار کنید.
 - مهره و واشر موردنظر آن را به طور موقت با دست ببندید.
 - پین دسته تقسیم را با جابه‌جا کردن در شیار کشویی در ردیف سوراخ محاسبه شده قرار دهید.
 - پرگار را به اندازه لازم باز کرده و مجدداً ببندید (شکل ۷-۲۳).



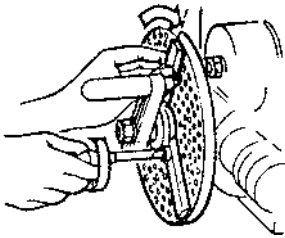
شکل ۷-۲۳

– با جابه‌جا کردن پین در ردیف سوراخ‌های محاسبه شده آن را تنظیم کنید تا از صحت کار آن مطمئن شوید.
 – پس از تنظیم نهایی مهره را محکم ببندید (شکل ۷-۲۴).



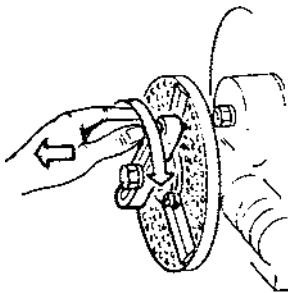
شکل ۷-۲۴

– با جابه‌جا کردن پین دسته تقسیم تعداد سوراخ‌های محاسبه شده بین پرگار را امتحان کنید.
 – در صورت تنظیم نبودن فاصله‌ی سوراخ‌های بین پرگار مجدداً پرگار را تنظیم کنید (شکل ۷-۲۵).



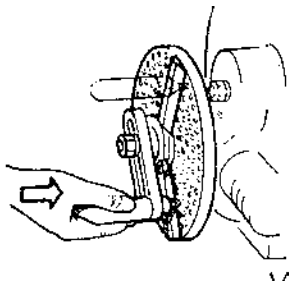
شکل ۷-۲۵

– پس از تنظیم نهایی یک بار دیگر سوراخ‌های مابین پرگار را کنترل کنید تا از صحت کار آن اطمینان حاصل کنید (شکل ۷-۲۶).



شکل ۷-۲۶

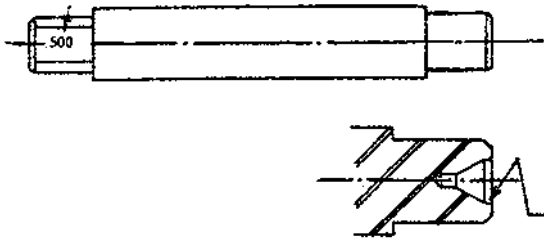
۶-۵-۷- تغییر مکان دسته تقسیم برای شیار بعدی: همیشه پس از فرزکاری شیار اول در سطح قطعه کار باید دسته تقسیم را برای ایجاد شیار بعدی آماده نمود. برای این منظور با بیرون آوردن پین دسته تقسیم را در جهت عقربه ساعت بگردانید تا برای فرزکاری شیار بعدی آماده گردد. سپس پین را در سوراخ مورد نظر جا بزنید (شکل ۷-۲۷).



شکل ۷-۲۷

۷-۵-۷- دستورالعمل انتخاب میل دنده مناسب و

سوار کردن قطعه کار روی آن:



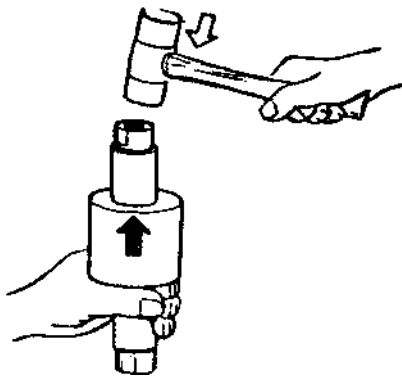
شکل ۷-۲۸

نسبت به نوع دنده و یا اندازه‌ی مدول، میل دنده‌های متفاوتی به صورت استاندارد ساخته شده و به بازار عرضه گردیده است. می‌توان در صورت نیاز نیز آن‌ها را ساخته و به کار برد. متداول‌ترین آن‌ها عبارتست از میل دنده‌های ساده با شیب مخروطی. این نوع میل دنده‌ها از فولاد سخت و آبداده ساخته شده است و دارای شیب مخروطی بسیار کم می‌باشد. (در هر صد میلی‌متر طول 0.5° میلی‌متر اختلاف در میل دنده‌های میلی‌متری و در میل دنده‌های اینچی بیشتر در هر اینچ 0.5° اینچ شیب دارند. در روی این نوع میل دنده‌ها فقط یک چرخ دنده سوار می‌شود) (شکل ۷-۲۸).

۷-۵-۸- طریقه سوار کردن دنده در روی میل دنده

استوانه‌ای

– میل دنده را نسبت به قطر سوراخ چرخ دنده انتخاب کنید.
– قطر کمتر میل دنده را با قطر سوراخ دنده درگیر کنید.
– مانند (شکل ۷-۲۹) توسط چکش پلاستیکی ضربه‌ای به انتهای میل دنده وارد کنید تا در جای خود محکم شود (شکل ۷-۲۹).

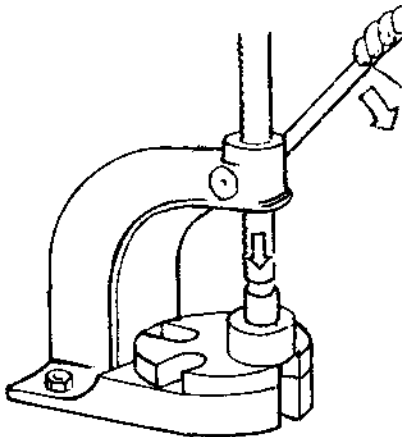


شکل ۷-۲۹

۷-۵-۹- محکم کردن دنده در روی میل دنده

استوانه‌ای

– پرس مناسبی انتخاب کرده و کف میز آن را کاملاً تمیز کنید.
– دنده را مانند شکل روبه‌رو در روی میز پرس قرار دهید.
– محور پرس را با محور میل دنده هم‌آهنگ کنید.
– به وسیله دسته پرس محور آن را به طرف پایین هدایت کنید تا دنده کاملاً در روی میل دنده محکم شود (شکل ۷-۳۰).



شکل ۷-۳۰

۱-۵-۷- قرار دادن میل دنده مابین دو مرغک

- گیره قلبی مناسبی انتخاب کنید.

- گیره قلبی را در انتهای میل دنده ببندید.

- میل دنده را مابین دو مرغک قرار دهید، به طوری که

قسمت شیب بزرگ به طرف دستگاه تقسیم قرار گیرد.

- گیره قلبی را با صفحه نظام درگیر کنید.

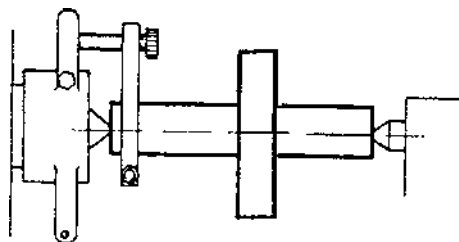
- پیچ‌های صفحه نظام گیره قلبی را ببندید (شکل ۷-۳۱).

- در صورتی که مدول چرخ دنده بزرگ باشد و فشار در

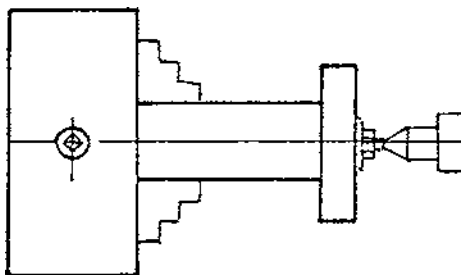
روی چرخ دنده در موقع فرزکاری زیاد شود بهتر است یک طرف

میل دنده را به سه نظام و طرف دیگر را با مرغک درگیر کنید

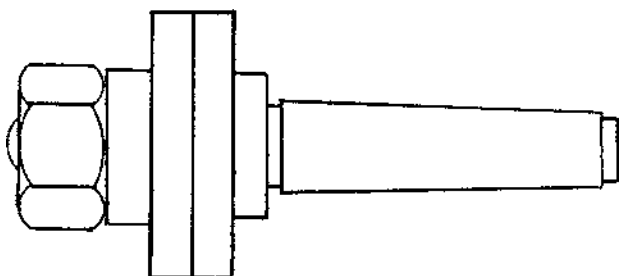
(شکل ۷-۳۲).



شکل ۷-۳۱



شکل ۷-۳۲



شکل ۷-۳۳

و یا از میل دنده‌هایی استفاده کنید که دنباله‌ی آن مخروطی

است و با محور مخروطی دستگاه تقسیم درگیر می‌شود (شکل

(۷-۳۳)).

● دستورالعمل بستن چرخ دنده در روی دستگاه تقسیم

(زمان: ۴ ساعت)

۱۱-۵-۷- آماده کردن دستگاه و میل دنده

- محور اصلی دستگاه تقسیم و انتهای مخروطی میل دنده

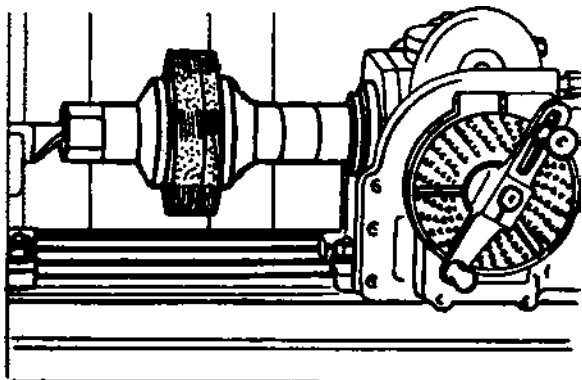
را تمیز کنید.

- مخروط میل دنده را با محور مخروطی دستگاه تقسیم

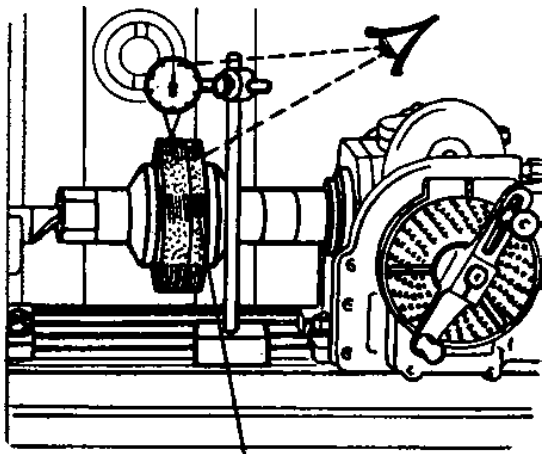
درگیر کنید.

- دستگاه مرغک را جلو بیاورید تا سر مرغک در جای

مرغک میل دنده قرار گیرد (شکل ۷-۳۴).



شکل ۷-۳۴



شکل ۷-۳۵

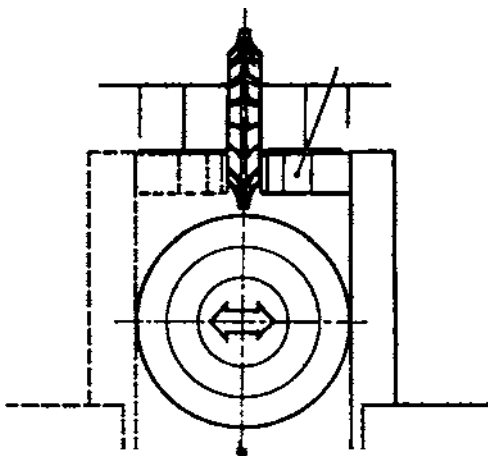
● دور کردن چرخ دنده

- ساعت اندازه گیری مناسبی انتخاب کنید.
- پایه ساعت اندازه گیری را در روی میز دستگاه فرز قرار دهید.
- سوزن ساعت اندازه گیری را روی بلندترین قسمت خارجی چرخ دنده مماس کنید.
- با گرداندن کامل سه نظام دستگاه تقسیم موقعیت دور بودن چرخ دنده را کنترل کنید (شکل ۷-۳۵).

۱۲-۷-۵- قرار دادن تیغه فرز مدولی در مرکز

چرخ دنده

- میل فرز مناسبی که با قطر سوراخ تیغه فرز برابر است انتخاب کرده و به دستگاه فرز ببندید.
- تیغه فرز محاسبه شده را در روی میل فرز ببندید.
- دو گونیای دقیق انتخاب کرده و مانند شکل در دو طرف چرخ دنده قرار دهید.
- تیغه فرز را مانند شکل روبه رو در مرکز چرخ دنده قرار دهید (شکل ۷-۳۶).

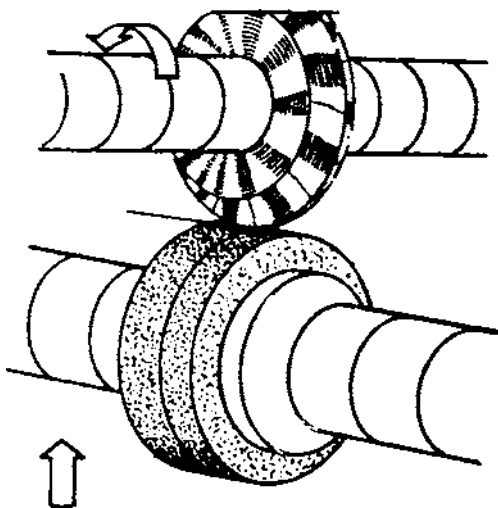


شکل ۷-۳۶

۱۳-۷-۵- مماس کردن تیغه فرز مدولی در روی

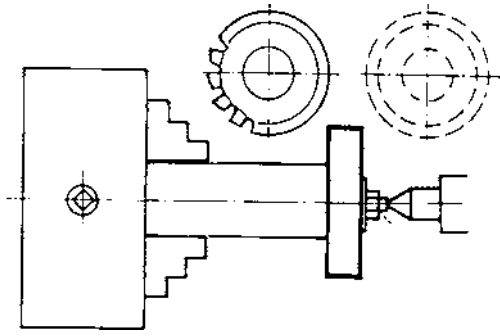
چرخ دنده

- سرعت دورانی و پیشروی مناسبی انتخاب کنید.
- با بالا آوردن میز، تیغه فرز در حال گردش را روی چرخ دنده مماس کنید.
- ورنیه عمودی را در روی صفر میزان کنید.
- تیغه فرز را از کار دور کنید (شکل ۷-۳۷).



شکل ۷-۳۷

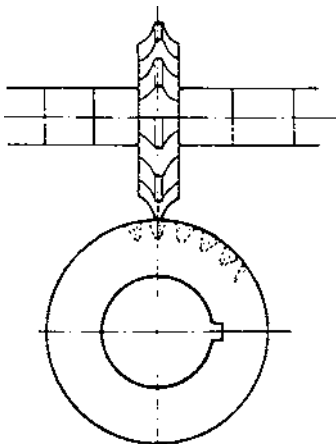
– مقدار مسافتی را که باید قطعه کار طی کند و تیغه فرز در قطعه کار شیار ایجاد کند به وسیله بست‌های تنظیم کننده میز طولی تنظیم کنید (شکل ۷-۳۸).



شکل ۷-۳۸

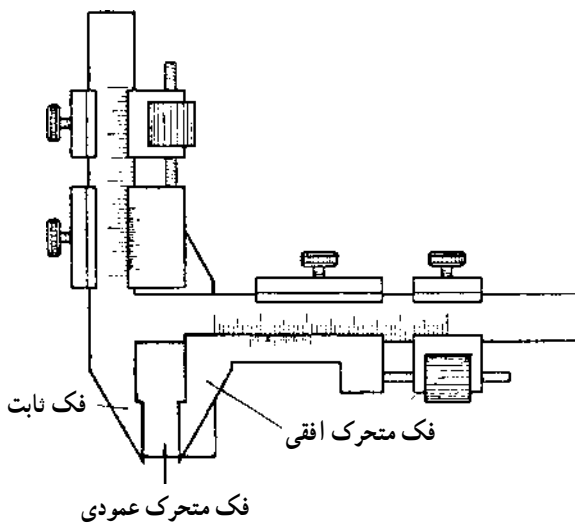
۷-۵-۱۴ – تنظیم عمق شیار

- دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.
- دستگاه را روشن کرده و عمق شیار را تنظیم کنید.
- نسبت به عمق شیار بار بدهید.
- شیار اول و دوم را بتراشید (شکل ۷-۳۹).



شکل ۷-۳۹

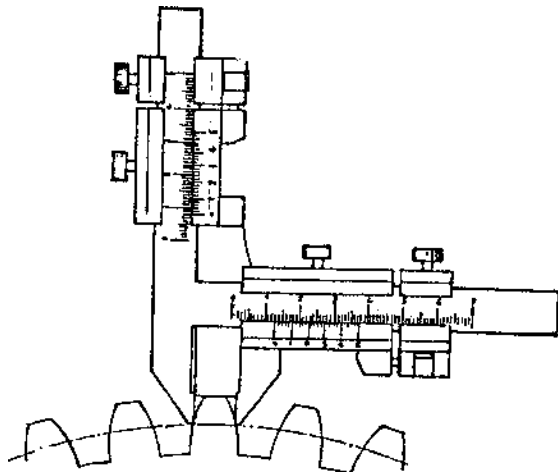
۷-۶ – اصول کنترل چرخ دنده‌های ساده میلی متری توسط کولیس دنده سنج و میکرو متر بشقابی برای اندازه گیری دقیق ضخامت چرخ دنده‌ها از کولیس دنده سنج استفاده می شود (شکل ۷-۴۰).



شکل ۷-۴۰

۱-۶-۷- دستورالعمل کنترل چرخ دنده‌های ساده

میلمتری توسط کولیس دنده‌سنج

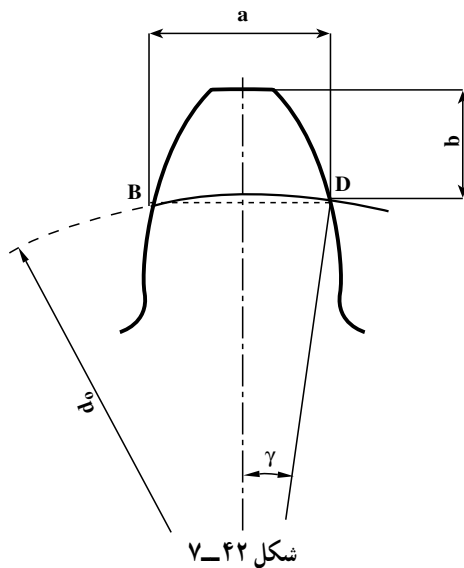


شکل ۷-۴۱

این کولیس از دو فک متحرک تشکیل شده است (شکل ۷-۴۱). از فک متحرک افقی برای کنترل و نیز ضخامت دنده (a) و از فک متحرک عمودی برای تنظیم عمق شیار (b) استفاده می‌شود. در این روش پس از تنظیم عمق اندازه‌گیری آن را روی یک دنده چرخ دنده قرار می‌دهیم و فک افقی را به بغل دنده مماس کرده و ضخامت دنده را به کمک کولیس خوانده و با مقدار محاسبه شده آن مقایسه می‌کنیم. در نتیجه درستی چرخ دنده را کنترل می‌کنیم.

— محاسبه عمق اندازه‌گیری (b): برای اندازه‌گیری ابتدا

باید عمق فک متحرک عمودی را که برابر b می‌باشد تنظیم کرد. این مقدار کمی بزرگ‌تر از ارتفاع سردنده (hk) می‌باشد، در ابتدا زاویه γ را که در اصل برابر $\frac{1}{4}$ زاویه گام دندانه می‌باشد محاسبه کنید.



شکل ۷-۴۲

$$\gamma = \frac{9^\circ}{z}$$

فرمول عمل چنین است:

و نهایتاً فرمول عمق اندازه‌گیری به دست می‌آید

$$b = m \left(1 + z \frac{1 - \cos \gamma}{2} \right)$$

(شکل ۷-۴۲).

محاسبه ضخامت دنده (a): این اندازه که در واقع با فک

متحرک افقی سنجیده می‌شود عبارتست از اندازه‌گیری وتر و ضخامت دنده، اندازه بین نقطه D و B مقدار a از فرمول زیر

$$a = m \times z \times \sin \gamma$$

محاسبه می‌شود.

مثال: در چرخ دنده ساده‌ای $z = 20$ و مدول آن $m = 3$

می‌باشد. اندازه عمق تنظیم و وتر ضخامت دنده را محاسبه کنید.

حل مسئله

$$\gamma = \frac{9^\circ}{z} = \frac{9^\circ}{20} = 4/5^\circ$$

$$\gamma = 4/5$$

$$\cos 4/5^\circ = 0/9969$$

$$b = m \left(1 + z \frac{1 - \cos \gamma}{2} \right)$$

$$b = 3 \left(1 + 20 \frac{1 - 0/9969}{2} \right)$$

$$b = 3/09$$

$$a = m \times z \times \sin \gamma$$

$$a = 3 \times 20 \times \sin 4/5^\circ$$

$$a = 3 \times 20 \times 0/0785 = 4/71 \text{ mm}$$

$$a = 4/71 \text{ mm}$$

توجه: در جدول ۷-۵ مقادیر a و b برحسب میلیمتر و تعداد دندانها برحسب مدول یک تعیین شده است. برای به دست آوردن مقادیر a و b یا مدولهای متفاوت کافی است که مقادیری که در این جدول تعیین شده در مدول مربوطه ضرب شود.

جدول ۷-۵

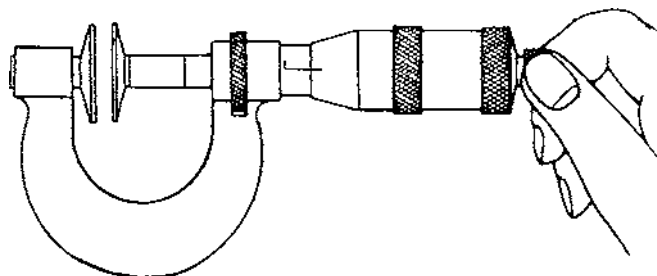
z	b	a	z	b	a
۶	۱/۱۰۲۲	۱/۵۵۲۹	۳۲	۱/۰۱۹۳	۱/۵۷۰۲
۷	۱/۰۸۷۸	۱/۵۵۷۶	۳۴	۱/۰۱۸۱	۱/۵۷۰۲
۸	۱/۰۷۶۹	۱/۵۶۰۷	۳۵	۱/۰۱۷۶	۱/۵۷۰۲
۹	۱/۰۶۸۴	۱/۵۶۲۸	۳۶	۱/۰۱۷۱	۱/۵۷۰۳
۱۰	۱/۰۶۱۶	۱/۵۶۴۳	۳۸	۱/۰۱۶۲	۱/۵۷۰۳
۱۱	۱/۰۵۶۰	۱/۵۶۵۳	۴۰	۱/۰۱۵۴	۱/۵۷۰۴
۱۲	۱/۰۵۱۳	۱/۵۶۶۳	۴۲	۱/۰۱۴۷	۱/۵۷۰۴
۱۳	۱/۰۴۷۴	۱/۵۶۷۰	۴۵	۱/۰۱۳۷	۱/۵۷۰۵
۱۴	۱/۰۴۴۰	۱/۵۶۷۵	۴۸	۱/۰۱۲۸	۱/۵۷۰۵
۱۵	۱/۰۴۱۱	۱/۵۶۷۹	۵۰	۱/۰۱۲۳	۱/۵۷۰۵
۱۶	۱/۰۳۸۵	۱/۵۶۸۳	۵۵	۱/۰۱۱۲	۱/۵۷۰۶
۱۷	۱/۰۳۶۲	۱/۵۶۸۶	۶۰	۱/۰۱۰۳	۱/۵۷۰۶
۱۸	۱/۰۳۴۲	۱/۵۶۸۸	۶۵	۱/۰۰۹۵	۱/۵۷۰۶
۱۹	۱/۰۳۲۴	۱/۵۶۹۰	۷۰	۱/۰۰۸۸	۱/۵۷۰۷
۲۰	۱/۰۳۰۸	۱/۵۶۹۲	۸۰	۱/۰۰۷۷	۱/۵۷۰۷
۲۱	۱/۰۲۹۴	۱/۵۶۹۳	۹۰	۱/۰۰۶۹	۱/۵۷۰۷
۲۲	۱/۰۲۸۰	۱/۵۶۹۵	۱۰۰	۱/۰۰۶۲	۱/۵۷۰۷
۲۳	۱/۰۲۰۸	۱/۵۶۹۶	۱۱۰	۱/۰۰۵۶	۱/۵۷۰۷
۲۴	۱/۰۲۵۷	۱/۵۶۹۷	۱۲۰	۱/۰۰۵۱	۱/۵۷۰۷
۲۵	۱/۰۲۴۷	۱/۵۶۹۸	۱۲۷	۱/۰۰۴۹	۱/۵۷۰۸
۲۶	۱/۰۲۳۷	۱/۵۶۹۹	۱۳۰	۱/۰۰۴۷	۱/۵۷۰۸
۲۷	۱/۰۲۲۳	۱/۵۶۹۹	۱۴۰	۱/۰۰۴۴	۱/۵۷۰۸
۲۸	۱/۰۲۱۹	۱/۵۷۰۰	۱۶۰	۱/۰۰۳۹	۱/۵۷۰۸
۲۹	۱/۰۲۱۲	۱/۵۷۰۰	۱۸۰	۱/۰۰۳۴	۱/۵۷۰۸
۳۰	۱/۰۲۰۵	۱/۵۷۰۱	Grem.	۱	۱/۵۷۰۸

۲-۶-۷- اصول کنترل چرخ‌دنده‌های ساده توسط

میکرومتر بشقابی

مقدمه: برای اندازه‌گیری فاصله بین دندانه‌های چرخ‌دنده‌های ساده و مارپیچ از این نوع میکرومتر استفاده می‌شود.

در شکل ۷-۴۳ یک نوع میکرومتر بشقابی نشان داده شده است.



شکل ۷-۴۳

۳-۶-۷- دستورالعمل اندازه‌گیری چرخ‌دنده‌های

ساده توسط میکرومتر بشقابی:

برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید.

- تعداد دندانه‌هایی که باید توسط میکرومتر اندازه‌گیری شود را از روی جدول ضمیمه ۷-۶ پیدا کنید.

- فاصله اصلی (اندازه W) را که باید توسط میکرومتر اندازه‌گیری شود از روی جدول ۷-۷ پیدا کنید.

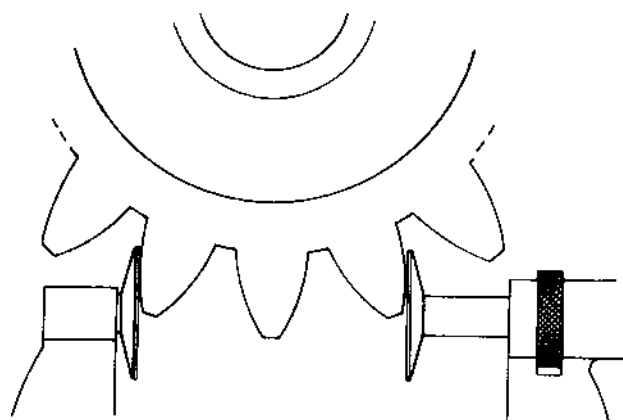
- دهانه میکرومتر را بیشتر از اندازه اصلی باز کنید.

- سطح دندانه‌ها و بشقاب‌های میکرومتر را تمیز کنید.

- فک ثابت میکرومتر را به یک طرف دندانه مماس کنید.

- با گرداندن پیچ هدایت میکرومتر، فک متحرک میکرومتر را به کار نزدیک کنید.

- پیچ اثبات را با احتیاط ببندید و اندازه را بخوانید (شکل ۷-۴۴).



شکل ۷-۴۴

● محاسبه فاصله دندانه‌ها با کمک جدول: برای به دست

آوردن فاصله دقیق دندانه‌های ساده که باید به وسیله میکرومتر بشقابی اندازه‌گیری شود باید به ترتیب تعداد دندانه چرخ‌دنده را در جدول ۷-۶ پیدا کنید.

جدول ۶-۷

تعداد دنده Z	ضریب زاویه فشار $\alpha = 20^\circ$ C	تعداد دنده Z	ضریب زاویه فشار $\alpha = 20^\circ$ C	تعداد دنده Z	ضریب زاویه فشار $\alpha = 20^\circ$ C	تعداد دنده Z	ضریب زاویه فشار $\alpha = 20^\circ$ C
12	4.5963	48	16.9090	84	0.2217	120	0.5344
13	4.6103	49	16.9230	85	0.2372	121	0.5485
14	4.6243	50	16.9370	86	0.2497	122	44.5146
15	4.6383	51	16.9510	87	32.2169	123	0.5266
16	4.6523	52	19.9121	88	0.2299	124	0.5406
17	7.6184	53	19.9311	89	0.2439	125	0.5566
18	7.6324	54	19.9451	90	0.2579	126	0.5706
19	7.6161	55	19.9592	91	0.2719	127	0.5866
20	7.6605	56	19.9732	92	0.2859	128	0.5986
21	7.6745	57	19.9872	93	0.2999	129	0.6166
22	7.6883	58	20.0012	94	0.3139	130	47.5768
23	7.7025	59	20.0152	95	0.3229	131	0.5998
24	7.7165	60	20.0292	96	35.2940	132	0.6068
25	7.7305	61	22.9953	97	0.3080	133	0.6263
26	10.6966	62	23.0093	98	0.3220	134	0.6308
27	10.7106	63	0.0233	99	0.3361	135	0.6488
28	10.7246	64	0.0373	100	0.3501	136	0.6698
29	10.7386	65	0.0513	101	0.3641	137	0.6768
30	10.7576	66	0.0654	102	0.3781	138	0.6958
31	10.7666	67	0.0791	103	0.3971	139	50.6569
32	10.7806	68	0.0934	104	38.3587	140	0.6769
33	10.7916	69	0.1074	105	0.3777	141	0.6809
34	10.8086	70	26.0735	106	0.3867	142	0.6989
35	13.7748	71	0.0625	107	0.4002	143	0.7179
36	13.7888	72	0.1015	108	0.4146	144	0.7270
37	13.6028	73	0.1155	109	0.4283	145	0.7410
38	13.8168	74	0.1265	110	0.4423	146	0.7550
39	13.8308	75	0.1435	111	38.4563	147	0.7650
40	13.8448	76	0.1575	112	0.4793	148	53.7191
41	13.8688	77	0.1715	113	41.4354	149	0.7391
42	13.8728	78	29.1377	114	0.4504	150	0.7651
43	13.8868	79	0.1517	115	0.4614	151	0.7771
44	16.8530	80	0.1657	116	0.4784	152	0.7911
45	16.8669	81	0.1797	117	0.4994	153	0.6051
46	16.8810	82	0.1937	118	0.5011	154	0.8192
47	16.8950	83	0.2077	119	0.5204	155	0.8338

– ضریب زاویه فشار را که روبه‌روی تعداد دندان‌ها در ستون بالای جدول نوشته شده یادداشت کنید.

– جدول چرخ‌دنده را در ضریب زاویه فشار ضرب کنید تا فاصله دندان‌هایی که باید اندازه‌گیری شود به دست آید. فرمول عمل چنین است.

$$W = m \times C$$

مثال: در چرخ‌دنده‌ی ساده‌ای $m = 2$ و زاویه فشار 20° درجه می‌باشد. اگر تعداد دندان‌ها $z = 24$ دندان‌ها باشد. اندازه فاصله دندان‌هایی که باید به وسیله میکرومتر بشقابی اندازه‌گیری شود را به دست آورید.

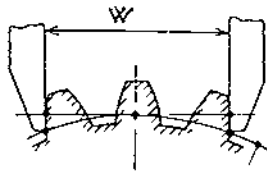
$$\begin{cases} W = m \times C \\ W = 2 \times 7 / 71.65 \\ W = 15 / 43.3^\circ \end{cases}$$

برای کنترل صحت عمل، مقدار محاسبه شده برای اندازه W را با مقدار موجود در جدول ۷-۷ مقایسه کنید.

۷-۷- کار عملی

برای کار عملی واحد هفتم یک تمرین در دو مرحله در نظر گرفته شده است. پس از مطالعه کامل نقشه کار و براساس مراحل اجرایی جلسات کارگاهی را با رعایت اندازه‌ها، علائم سطوح و با در نظر گرفتن نکات ایمنی و حفاظتی انجام دهید.

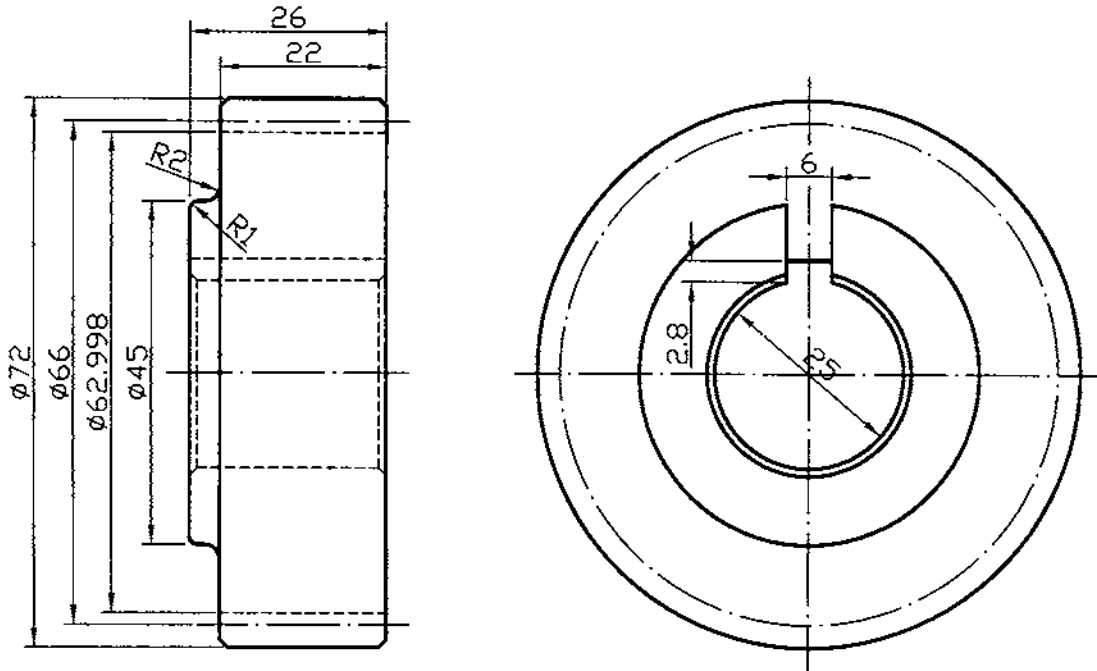
جدول ۷-۷ مقدار W بر حسب میلی متر



$W =$ تعداد دندانه‌هایی که در داخل فک‌های میکرومتر قرار می‌گیرد.

مدول m	تعداد دندانه در یک اینچ p	تعداد دندانه z							
		22		23		24		25	
		$\alpha = 14.5$	$\alpha = 20$	$\alpha = 14.5$	$\alpha = 20$	$\alpha = 14.5$	$\alpha = 20$	$\alpha = 14.5$	$\alpha = 20$
		n=2	n=3	n=2	n=3	n=2	n=3	n=2	n=3
1		4.680	7.688	4.686	7.702	4.691	7.716	7.738	7.730
	24	4.953	8.137	4.959	8.152	4.965	8.167	8.187	8.181
	22	5.404	8.877	5.410	8.893	5.416	8.910	8.934	8.925
1.25		5.851	9.611	5.857	9.628	5.864	9.646	9.673	9.663
	20	5.944	9.764	5.951	9.782	5.958	9.800	9.827	9.818
	18	6.605	10.849	6.612	10.869	6.620	10.889	10.919	10.909
1.5		7.021	11.533	7.029	11.554	7.037	11.575	11.607	11.596
	16	7.432	12.206	7.439	12.228	7.447	12.250	12.284	12.272
1.75		8.191	13.455	8.200	13.479	8.209	13.504	13.542	13.528
	14	8.492	13.949	8.502	13.975	8.511	14.000	14.039	14.025
2		9.361	15.377	9.372	15.405	9.382	15.433	15.476	15.461
	12	9.907	16.274	9.918	16.303	9.930	16.333	16.378	16.363
2.25		10.531	17.299	10.543	17.330	10.555	17.362	17.411	17.393
	10	11.888	19.529	11.902	19.564	11.915	19.600	19.655	19.635
2.75		12.871	21.143	12.886	21.182	12.901	21.220	21.280	21.259
	9	13.209	21.698	13.224	21.738	13.239	21.777	21.838	21.817
3		14.041	23.065	14.057	23.107	14.073	23.149	23.214	23.191
	8	14.863	24.411	14.877	24.455	14.894	24.500	24.568	24.544
3.25		15.210	24.987	15.229	25.033	15.246	25.078	25.149	25.124
3.5		16.381	26.909	16.400	26.958	16.419	27.008	27.083	27.057
	7	16.983	27.898	17.003	27.949	17.022	27.999	28.077	28.050
3.75		17.551	28.832	17.572	28.884	17.592	28.937	29.018	28.989
4		18.721	30.754	18.740	30.810	18.765	30.866	30.952	30.922
	6	19.814	32.548	19.837	32.607	19.859	32.666	32.757	32.725
4.5		21.061	34.598	21.086	34.661	21.110	34.724	34.821	34.787
5		23.402	38.443	23.429	38.512	23.456	38.582	38.690	38.652
	5	23.776	39.058	23.804	39.128	23.831	39.199	39.309	39.271
5.5		25.742	42.286	25.772	42.363	25.801	42.440	42.559	42.517
	4½	26.419	43.397	26.449	43.476	26.479	43.555	43.676	43.634
6		28.082	46.131	28.115	46.215	28.147	46.299	46.428	46.383
	4	29.720	48.822	29.755	48.910	29.788	48.999	49.136	49.088
7		32.763	53.819	32.800	53.917	32.838	54.015	54.166	54.113
	3½	33.966	55.796	34.006	55.896	34.044	55.999	56.155	56.101
8		37.443	61.507	37.486	61.619	37.529	61.731	61.904	61.843
	3	39.627	65.095	39.673	65.214	39.718	65.333	65.515	65.451
9		42.124	69.196	42.172	69.322	42.220	69.448	69.642	69.574
	2½	43.230	71.013	43.280	71.142	43.329	71.272	71.470	71.401
10		46.804	76.884	46.858	77.024	46.911	77.164	77.380	77.304
	2½	47.553	78.114	47.608	78.257	47.662	78.399	78.618	78.541
11		51.484	84.573	51.543	84.727	51.602	84.881	85.118	85.035
	2½	52.837	86.794	52.897	86.952	52.957	87.110	87.352	87.268
12		56.165	92.261	56.229	92.429	56.294	92.597	92.856	92.765

12,5



$m = 3 \text{ mm}$
 $\alpha P = 20^\circ$
 $z = 22$
 $dk = 72 \text{ mm}$
 $h = 6/50.1 \text{ mm}$
 $do = 66 \text{ mm}$

وسایل و ابزارهای مورد نیاز:

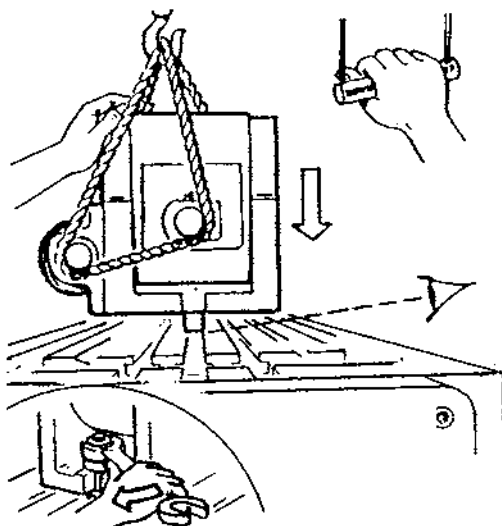
- ۱- تیغه فرز مدول ۳ شماره ۴ با زاویه فشار ۲۰ درجه
- ۲- دستگاه تقسیم غیرمستقیم با نسبت ۴۰:۱

وسایل اندازه گیری:

- ۱- کولیس دنده سنج
- ۲- میکرومتر بشقابی با میدان اندازه گیری 0-25m
- ۳- کولیس پایه دار

7168 DIN					
اندازه	از 0.5	از 3	از 6	از 30	از 120
درجه تورلانس	تا 3	تا 6	تا 30	تا 120	تا 400
f (ظریف)	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2
m (متوسط)	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5
g (خشن)	±0.15	±0.2	±0.5	±0.8	±1.2

-	2	-	قطعه ترشکاری شده	St 37	7	1
شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه‌ی مواد اولیه	جنس ماده‌ی اولیه	شماره‌ی واحد کار	شماره‌ی تمرین
مقیاس 1:2		هدفهای آموزشی: فرزکاری چرخ دنده ساده به وسیله تیغه فرز مدولی				زمان: 5 ساعت
						درجه تورلانس f

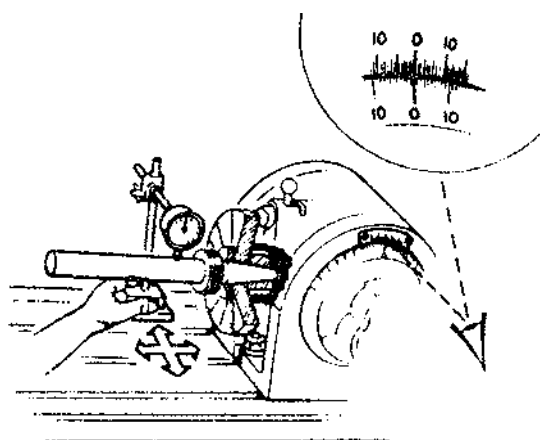


شکل ۷-۴۵

■ فرزکاری چرخ دنده‌های ساده: مراحل فرزکاری
 مراحل فرزکاری چرخ دنده‌های ساده به ترتیب عبارتست
 از:

● قرار دادن دستگاه تقسیم در روی میز ماشین فرز
 و بستن آن

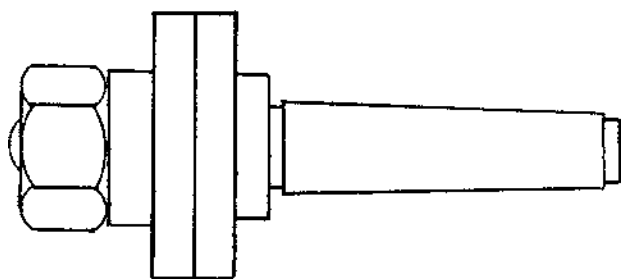
– محل استقرار دستگاه تقسیم را کاملاً تمیز کنید.
 – دستگاه تقسیم را توسط جرثقیل بلند کرده و پس از تمیز
 کردن زیر آن در روی میز قرار دهید.
 – پیچ‌های T فرم را در محل خود قرار داده و دستگاه
 تقسیم را ببندید (شکل ۷-۴۵).



شکل ۷-۴۶

● قرار دادن دستگاه تقسیم در حالت افقی
 – صفحه مدرج دستگاه تقسیم را کاملاً در روی صفر
 قرار دهید.

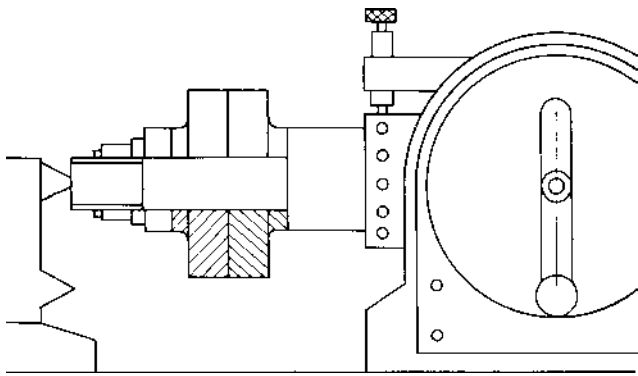
– به وسیله میله محور و ساعت اندازه‌گیری افقی بودن
 دستگاه تقسیم را کاملاً کنترل کنید.
 – در صورت موازی نبودن محور معایب آن را برطرف
 کنید (شکل ۷-۴۶).



شکل ۷-۴۷

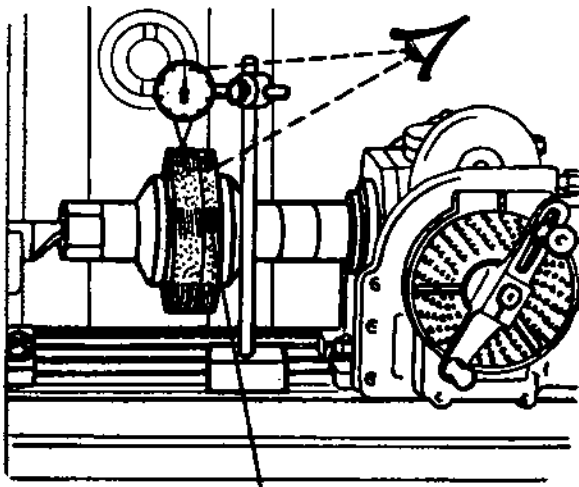
● انتخاب میل دنده مناسب

– نسبت به نوع دنده میل دنده مناسبی انتخاب کنید.
 – پس از باز کردن سه نظام دستگاه تقسیم و محور را
 کاملاً تمیز کنید.
 – دنباله مخروطی محور میل دنده را در محل تعیین شده
 جا بزنید (شکل ۷-۴۷).



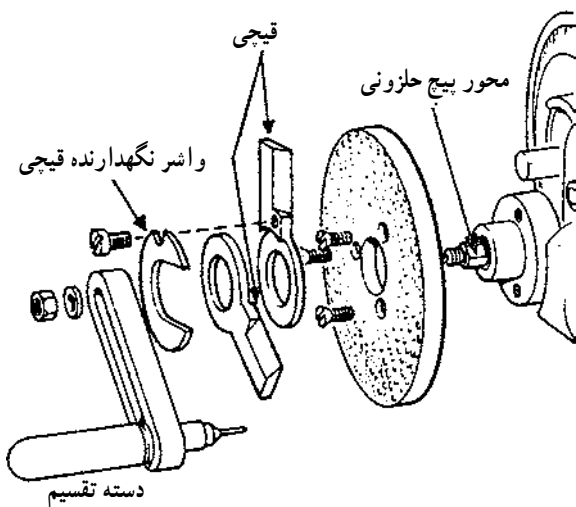
شکل ۴۸-۷

- بستن و تنظیم چرخ‌دنده‌ها در روی میل‌دنده
- چرخ‌دنده‌های مورد نظر را در روی میل‌دنده قرار دهید.
- به وسیله واشر و مهره چرخ‌دنده‌ها را بطور موقت ببندید.
- دستگاه مرغک را جلو آورده تا سر مرغک در جای مرغک میل‌دنده قرار گیرد.
- با یک آچار مناسب مهره را محکم ببندید تا چرخ‌دنده‌ها در محل خود به خوبی بسته شوند (شکل ۴۸-۷).



شکل ۴۹-۷

- کنترل دور بودن چرخ‌دنده‌ها
- ساعت اندازه‌گیری مناسبی انتخاب کنید.
- پایه ساعت اندازه‌گیری را در روی میز ماشین فرز قرار دهید.
- میله لمس‌کننده ساعت اندازه‌گیری را در بلندترین قسمت خارجی چرخ‌دنده‌ها مماس کنید.
- با گرداندن دسته تقسیم دور بودن چرخ‌دنده‌ها را کنترل کنید (شکل ۴۹-۷).



شکل ۵۰-۷

- بستن و تنظیم صفحه تقسیم در روی دستگاه تقسیم
- صفحه تقسیم مناسبی انتخاب کنید.
- صفحه تقسیم را در روی محور پیچ حلزون قرار داده و آن را ببندید.
- پرگار را روی صفحه قرار دهید.
- دسته تقسیم را در روی محور پیچ حلزونی سوار کنید.
- بین دسته تقسیم را در داخل سوراخ‌های محاسبه شده قرار دهید.
- دسته تقسیم را ببندید و پرگار را به اندازه لازم باز کنید (شکل ۵۰-۷).

● محاسبات مربوط به مقدار گردش دسته تقسیم: برای به دست آوردن مقدار گردش دسته تقسیم برای چرخ دنده مورد نظر از این فرمول استفاده می کنیم.

$$nk = \frac{I}{Z} = \frac{40}{22} \div \frac{2}{2} = \frac{20}{11} = 1 \frac{9}{11}$$

$$\frac{9}{11} \times \frac{3}{3} = \frac{27}{33}$$

پس مقدار گردش دسته تقسیم برابر است با $1 \frac{27}{33}$.

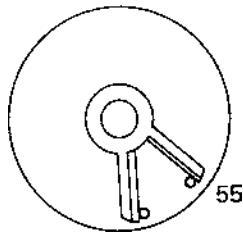
بنابراین قیچی دستگاه تقسیم را برای دایره سوراخ دار، ۲۷ سوراخ از ۳۳ سوراخ جدا می کنیم (شکل ۷-۵۱).

● خط کشی مرکز قطعه کار

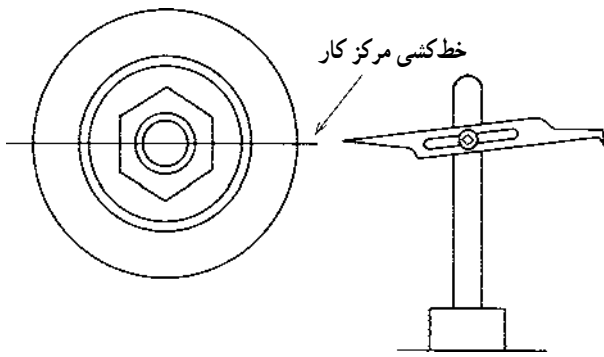
- کولیس پایه دار مناسبی انتخاب کنید.
- پایه کولیس را در روی میز دستگاه فرز قرار دهید.
- سوزن کولیس را در بالاترین قسمت کار مماس کنید.
- اندازه به دست آمده را یادداشت کنید.
- این اندازه را از شعاع قطعه کار کم کنید.
- یک طرف قطعه کار را خط کشی کنید.
- دسته تقسیم را 20° دور بگردانید و طرف دیگر قطعه کار را نیز خط کشی کنید (شکل ۷-۵۲).

● قرار دادن تیغه فرز در مرکز چرخ دنده

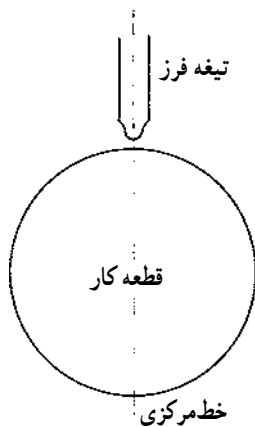
- تیغه فرز محاسبه شده را در روی میل فرز ببندید.
- دسته تقسیم را 10° دور بگردانید تا خط کشیده شده عمود بر سطح میز گردد.
- با جابه جا کردن میز عرض ماشین فرز، تیغه فرز را در مرکز خط قرار دهید.
- ورنیه عرضی را روی صفر قرار داده و میز را قفل کنید (شکل ۷-۵۳).



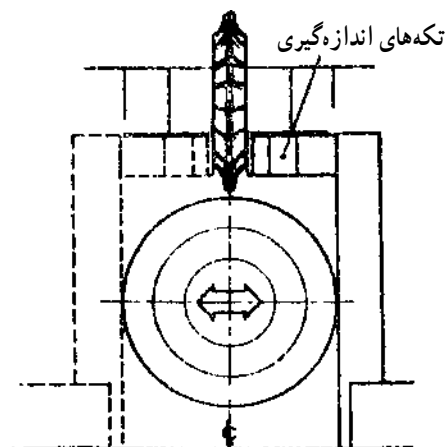
شکل ۷-۵۱



شکل ۷-۵۲

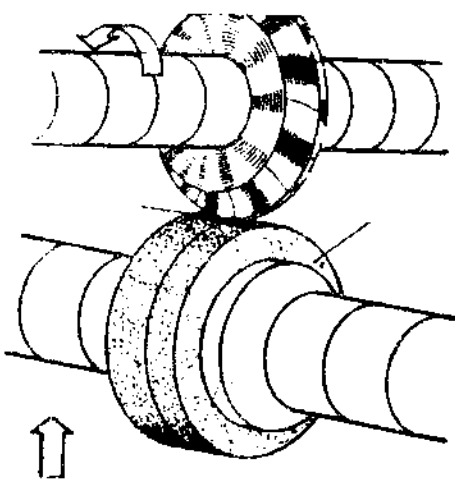


شکل ۷-۵۳



شکل ۵۴-۷

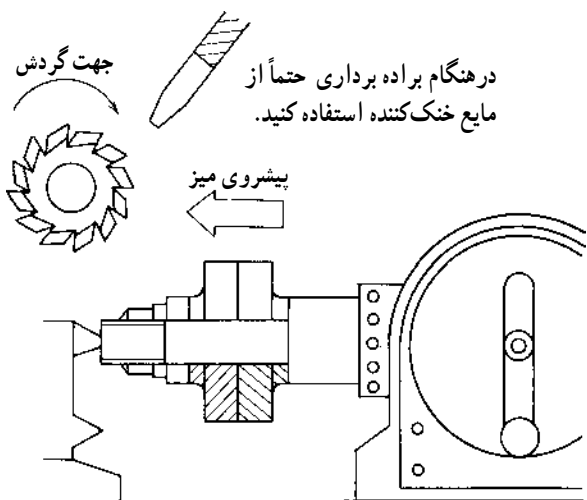
توجه: می‌توان با استفاده از دو گونیای دقیق و تکه‌های اندازه‌گیری نیز تیغه فرز را کاملاً مانند شکل روبه‌رو در مرکز چرخ‌دنده قرار داد (شکل ۷-۵۴).



شکل ۵۵-۷

● **مماس کردن تیغه فرز مدول در روی چرخ‌دنده**

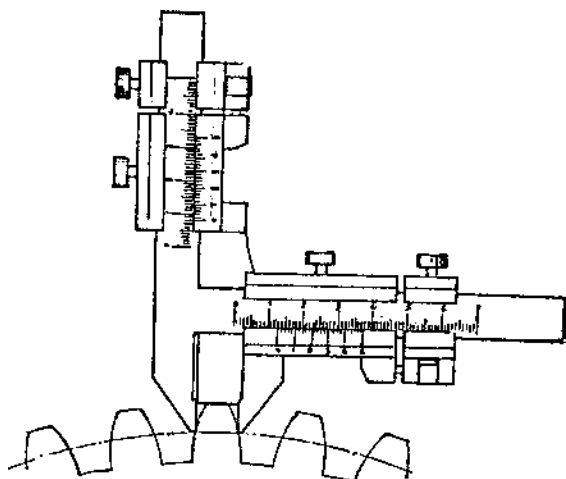
- سرعت دورانی و پیشروی مناسبی انتخاب کنید (۸۰ دور در دقیقه و سرعت پیشروی ۴۸ میلی‌متر در دقیقه می‌باشد).
- با بالا آوردن میز دستگاه تیغه فرز در حال گردش را در روی چرخ‌دنده مماس کنید.
- ورنیه عمودی را در روی صفر میزان کنید.
- تیغه فرز را از کار دور کنید (شکل ۷-۵۵).



شکل ۵۶-۷

● **تراشیدن چرخ‌دنده**

- مقدار مسافتی که تیغه فرز باید طی کند را به وسیله بست‌های قطع‌کننده تنظیم کنید.
- عمق شیار را تنظیم کرده و ورنیه عمودی را روی صفر میزان کنید.
- دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.
- شیارهای اول، دوم و سوم را تراشید.
- ضخامت چرخ‌دنده را به وسیله کولیس دنده‌سنج اندازه بگیرید (شکل ۷-۵۶).



● به دست آوردن ضخامت دندانه از جدول ۷-۵ توسط کولیس دنده سنج

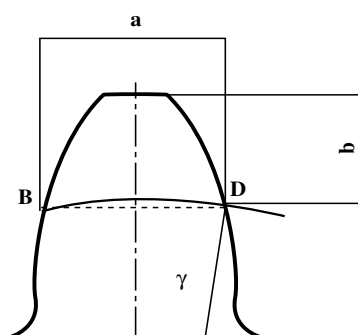
در جدول ۷-۵ مقادیر a و b برحسب z (تعداد دندانه) برای مدول یک تعیین شده است.

برای به دست آوردن مقادیر a و b شکل ۷-۵۷ با مدول های متفاوت کافی است مقادیر نوشته شده در این جدول را در مدول مربوط ضرب کنید.

مثال: تعداد دنده داده شده در این تمرین ۲۲ و مدول آن ۳ می باشد. ضخامت دنده را محاسبه کنید.

– مقادیر a و b برای مدول یک از جدول ۷-۵ استفاده

شود



شکل ۷-۵۷

$$a = 1/5695$$

$$b = 1/0.280$$

$$z = 22 \quad \text{تعداد دندانه}$$

مقادیر a و b برای مدول ۳ به قرار زیر می باشد

$$a = 1/5695 \times 3 = 4/7085 \text{ mm}$$

$$b = 1/0.280 \times 3 = 3/0.84$$

$$z = 22$$

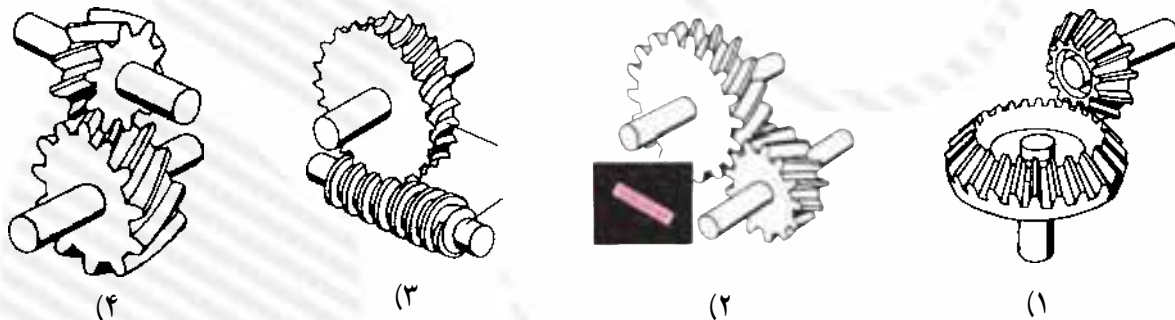
$$a = m \times z \times \sin \gamma \quad \text{و یا از رابطه ی}$$

$$b = m \left(1 + z \frac{1 - \cos \gamma}{2} \right)$$

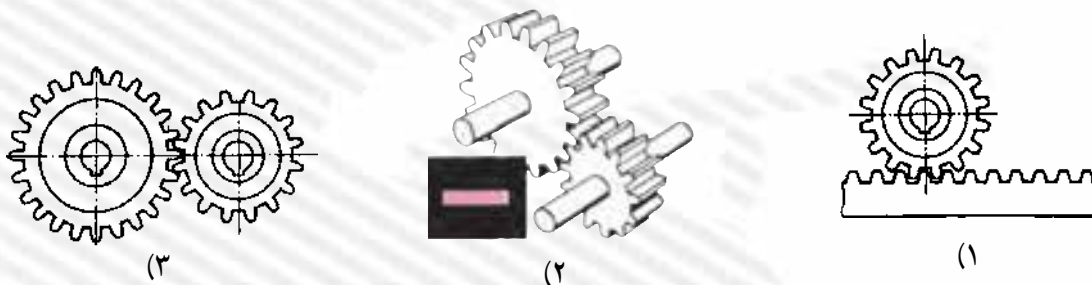
$$\gamma = \frac{90}{z}$$

آزمون پایانی (۷)

۱- از کدام یک از اشکال زیر برای انتقال حرکت با نسبت‌های بزرگی استفاده می‌شود؟



۲- از کدام یک از اشکال زیر برای تبدیل حرکت دورانی به حرکت خطی استفاده می‌شود؟



۳- قطر خارجی چرخ‌دنده ساده‌ای 104 میلی‌متر و تعداد دندانه آن $z = 50$ می‌باشد مدول آن چند میلی‌متر

است؟

الف - $2/25$ ب - $2/5$ ج - 3 د - 2

۴- در چرخ‌دنده ساده‌ای $z = 65$ و $m = 3\text{mm}$ می‌باشد قطر خارجی آن چند میلی‌متر است؟

الف - 320 ب - 200 ج - 201 د - 250

۵- قطر خارجی چرخ‌دنده ساده‌ای 180 میلی‌متر و مدول آن 3 میلی‌متر است. تعداد دندانه‌ی آن کدام

است؟

الف - 45 ب - 50 ج - 48 د - 58

۶- در چرخ‌دنده ساده‌ای $m = 3$ و زاویه فشار $\alpha_p = 20^\circ$ می‌باشد در صورتی که تعداد دندانه آن $z = 28$

باشد فاصله دندانه‌هایی که میکرومتر بشقابی اندازه‌گیری می‌شود چند میلی‌متر است؟

الف - $28/32$ ب - $32/1738$ ج - $35/8601$ د - $33/801$

۷- تعداد دندانه چرخ دندانه ساده‌ای $z = 30^\circ$ و مدول آن $m = 5\text{mm}$ می‌باشد مقدار ارتفاع سر دندانه و ضخامت آن به ترتیب چند میلی‌متر است؟

الف - $a = 7/85^\circ$ و $b = 5/10^\circ$ ب - $a = 8/70^\circ$ و $b = 5/0^\circ$

ج - $a = 8/5$ و $b = 5/5$ د - $a = 8/0^\circ$ و $b = 5/60^\circ$

۸- طریقه بستن و تنظیم دستگاه تقسیم در روی میز ماشین فرز به چه صورت انجام می‌گیرد؟

۹- روش‌های قرار دادن تیغه فرز در مرکز چرخ دندانه را بنویسید.

۱۰- طریقه بستن و تنظیم قطعه کار در روی میل محور را بنویسید.

فهرست منابع کتاب فرزکاری

- ۱- حساب فنی : سال سوم هنرستان از انتشارات وزارت آموزش و پرورش، نویسندگان : محسن اکبری، صمد خادمی اقدم و بهروز نصیری زنوزی.
- ۲- فلزکاری : از انتشارات سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای، نویسنده : محمدعلی صافی.
- ۳- درس فنی : سال سوم هنرستان از انتشارات وزارت آموزش و پرورش، نویسندگان : بهروز نصیری زنوزی و صمد خادمی اقدم.
- ۴- فرزکاری : از انتشارات سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای، نویسنده : محمدعلی صافی.
- ۵- روش آموزش قالب‌سازی : از انتشارات آموزش و پرورش، ترجمه : ژرهایر آشوقیان.
- ۶- مجموعه برگ‌های آموزشی : اندازه‌گیری (قسمت اول) از انتشارات :

Beuth vertrieb gmbh ABB

7- Milling machine A

Instruction Manual

The Institute of vocational Training

The Employment Promotion Projects Corporation

The Ministry of Labour, Japan.

8- FRÄSINIG II

Verkstädernas Förlag

9- Metalltechnik

Fachbildung für

Industrie mechaniker

Verlag - Europa lehrmittel.



فهرست رشته‌های مهارتی که می‌توانند از کتاب فرزکاری استفاده نمایند.

کد استاندارد مهارتی متولی	نام استاندارد مهارتی مبنا	کد رایانه‌ای رشته‌ی مهارتی	شماره‌ی رشته‌ی مهارتی	نام رشته‌ی مهارتی	ردیف
۷۵ و ۸-۳۴/۳۳	فرزکاری درجه (۲)	۹۳۸۶	۱-۱۲-۱۰۲-۳۰۴	فرزکاری	۱
۷۵ و ۸-۳۴/۳۳	فرزکاری درجه (۲)	۹۳۸۴	۱-۱۲-۱۰۲-۳۰۲	فرزکاری درجه (۱)	۲
۷۵ و ۸-۳۴/۳۳	فرزکاری درجه (۲)	۹۳۹۰	۱-۱۲-۱۰۲-۳۰۸	تراشکاری و فرزکاری	۳