واحد کار چهارم

توانایی روتراشی، پله‌تراشی، پیشانی‌تراشی و گونیاکاری قطعات تا دقت ۰/۰۵ میلی‌متر به وسیله‌ی ماشین فرز

هدف کلی

روتراشی، پله‌تراشی، پیشانی‌تراشی و گونیاکاری قطعات تا دقت ۰/۰۵ میلی‌متر روی ماشین فرز

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار قادر خواهد بود:

۱ــ مفهوم فرزکاری را شرح دهد.
۲ــ تیغه فرزهای موردلزوم نسبت به نوع کار را انتخاب کند.
۳ــ سرعت برش مناسب نسبت به قطر تیغه فرز و جنس قطعه کار را از روی جدول تعیین کند.
۴ــ بار و پیشروی مناسب را انتخاب کند.
۵ــ تعداد دوران‌های مناسب را محاسبه کند.
۶ ــ تیغه فرز را بر روی قطعه کار مماس کند.
۷ ــ فرزکاری روش مخالف و موافق را تعریف کند.
۸ ــ مواد خنک‌کننده و کاربرد آن‌ها را شرح دهد.
۹ــ موارد ایمنی را در هنگام فرزکاری تعریف کند.
۱۰ــ روتراشی، پله‌تراشی، پیشانی‌تراشی و گونیاکاری قطعات را طبق دستورالعمل انجام دهد.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۵	۱۴۷	۱۵۲

پیش‌آزمون (۴)

۱ــ هدف از فرزکاری چیست؟

الف ــ فرزکاری قطعات تخت　　ب ــ شیارتراشی قطعات

ج ــ پله‌تراشی قطعات　　د ــ هر سه موارد

۲ــ در انتخاب تیغه فرز به کدام‌یک از موارد زیر باید توجه کرد؟

الف ــ فرم تیغه فرز　　ب ــ جهت پیچش لبه‌های برنده

ج ــ قطر تیغه فرز　　د ــ کلیه موارد

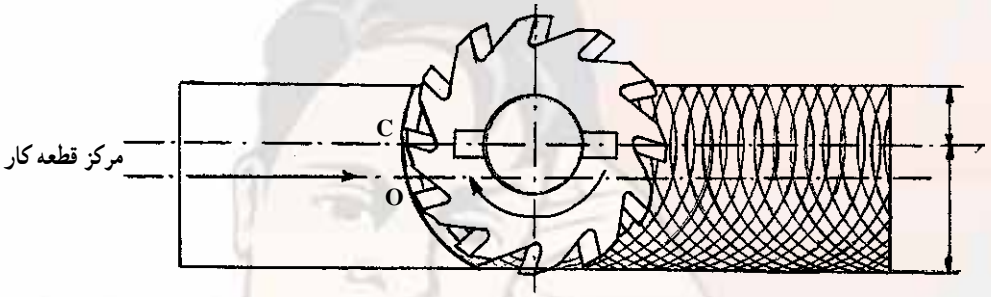
۳ــ از روی جدول ۱ــ۴ درصورتی که قطر تیغه‌فرز ۱۰۰ میلی‌متر و جنس قطعه‌کار از فولاد نرم (آهن) باشد تعداد دوران تیغه فرز چند دور در دقیقه است؟

الف ــ ۱۹۱　　ب ــ ۹۵　　ج ــ ۶۴　　د ــ ۷۶

۴ــ می‌خواهیم قطعه کاری از جنس فولاد نرم را با یک تیغه‌فرز غلتکی به قطر $D = ۵۰$ میلی‌متر کف‌تراشی کنیم. در صورتی که سرعت برش ۲۰ متر در دقیقه انتخاب شود تعداد دوران تیغه‌فرز چند دور در دقیقه است؟

الف ــ ۲۰۰　　ب ــ ۲۵۰　　ج ــ ۱۲۷　　د ــ ۱۰۰

۵ــ در شکل زیر



الف ــ گردش تیغه‌فرز و جهت پیشروی میز در قسمت O تصویر مخالف و در قسمت C موافق هم هستند.

ب ــ در قسمت C و O موافق هم هستند.

ج ــ درقسمت O موافق و در قسمت C مخالف هم هستند.

د ــ در قسمت O و C مخالف هم هستند.

۶ ــ آب‌صابون از مخلوط چنددرصد روغن مته در آب تهیه می‌شود؟

الف ــ ۲۰ تا ۳۰　　ب ــ ۵۰ تا ۶۰　　ج ــ ۱۰ تا ۱۲　　د ــ ۲ تا ۸

۷ــ وظایف مواد خنک‌کننده کدام است؟

الف ــ افزایش دوام ابزار　　ب ــ بهبود کیفیت سطح

ج ــ روغن‌کاری و انتقال حرارت　　د ــ هر سه مورد

۸ــ روش بستن و تنظیم گیره بر روی میز ماشین‌فرز را به‌طور خلاصه بنویسید.

۹ــ مراحل گونیا کردن یک قطعه مکعب شکل را به اختصار بنویسید.

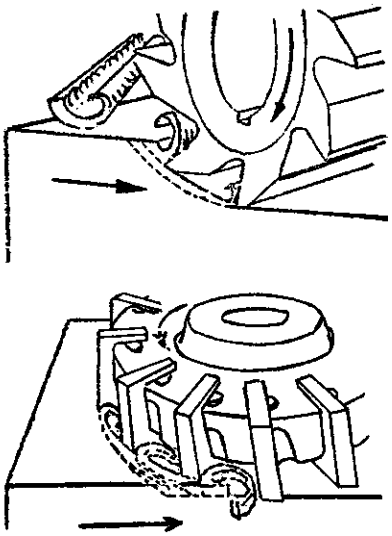
۱۰ــ مراحل بستن و تنظیم تیغه‌فرز پیشانی‌تراش در روی کله‌گی ماشین‌فرز را به‌اختصار بنویسید.

۱ــ۴ــ آشنایی با مفهوم فرزکاری

به وسیله ماشین‌فرز و با کمک تیغه فرزهایی که به ماشین‌فرز بسته می‌شود می‌توان سطوح صاف، قوسی شکل، جای خار و شکاف‌های دندانه‌دار و غیره را تراشید. برخی از عملیات فرزکاری به شرح زیر می‌باشند :

۱ــ۱ــ۴ــ روتراشی: براده‌برداری از سطوح ناهموار و صاف کردن این سطوح با ابزاری به نام تیغه‌فرز انجام می‌شود تا قطعه کار برای عملیات بعدی آماده شود.

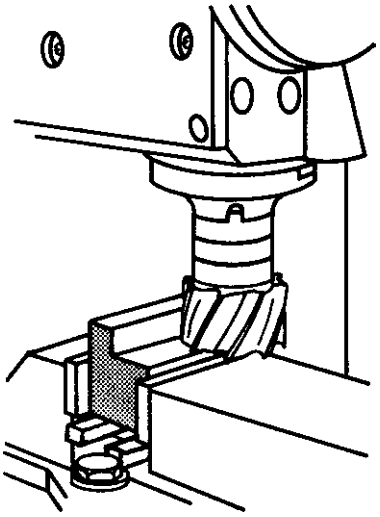
روتراشی ممکن است به‌وسیله‌ی ماشین‌فرز افقی و یا عمودی انجام گیرد (شکل ۱ــ۴).



شکل ۱ــ۴

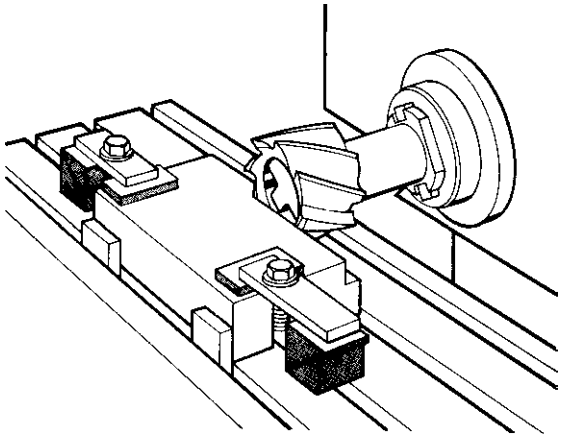
۲ــ۱ــ۴ــ پله‌تراشی: به‌منظور جفت‌وجور کردن قطعات در موقعیت‌های خاص، قطعات را توسط ماشین فرز و به‌وسیله‌ی تیغه‌فرزهای مختلف (غلتکی، پیشانی‌تراش و ...) پله‌تراشی می‌کنند.

سطوحی که با تیغه فرزهای فوق فرزکاری می‌شوند اغلب دارای گوشه‌هایی که باید نسبت به هم زاویه ۹۰درجه داشته باشند تراشیده می‌شوند (شکل ۲ــ۴).



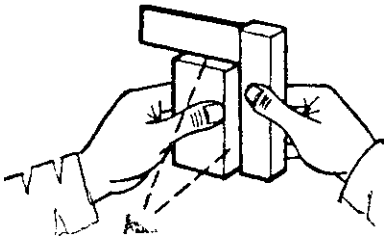
شکل ۲ــ۴

۳ــ۱ــ۴ــ پیشانی تراشی: برای فرزکاری سطوحی که به‌علت بزرگی طول نتوان آن‌ها را به گیره بست، تیغه فرز پیشانی‌تراش را به‌محور اصلی دستگاه فرز بسته و سطوح جانبی آن را فرزکاری می‌کنند (شکل ۳ــ۴).



شکل ۳ــ۴

۴ــ۱ــ۴ــ گونیاکاری: هدف از گونیاکاری قطعات به‌وسیله ماشین‌فرز آن است که قطعات پس از فرزکاری علاوه بر سطوح صاف و هموار باید کلیه سطوح آن نسبت به هم کاملاً گونیا باشد تا برای عملیات بعدی آماده شود. در غیر این‌صورت اشکالات به عملیات بعدی منتقل می‌شود (شکل ۴ــ۴).



شکل ۴ــ۴

۲ــ۴ــ انتخاب نوع تیغه‌فرز

برای تراشیدن سطوح هموار (روتراشی، پیشانی‌تراشی و پله‌تراشی) از تیغه‌فرزهای غلتکی و یا پیشانی‌تراش استفاده می‌شود که در واحد کار اول با آن‌ها کاملاً آشنا شدید. در شکل زیر چند نمونه از انواع تیغه‌فرزها را مشاهده می‌کنید.

تیغه‌فرزهای دنباله‌دار		تیغه‌فرزهای سوراخ‌دار		
تیغه‌فرز انگشتی دولبه		تیغه‌فرز غلتکی		تیغه‌فرزهای دندانه‌تیز
تیغه‌فرز انگشتی		تیغه‌فرز غلتکی ــ پیشانی تراش		
تیغه‌فرز T شکل		تیغه‌فرز شیارتراش		
تیغه‌فرز شیارتراش		تیغه‌فرز دم‌چلچله‌تراش		
تیغه‌فرز دم‌چلچله‌تراش		تیغه‌فرز زاویه‌تراش		
تیغه‌فرز فرم تراش		تیغه‌فرز مُقعر		تیغه‌فرزهای پشت‌تراشی‌شده
تیغه‌فرزهای تیغچه‌دار				
تیغه فرز پیشانی‌تراش		تیغه‌فرز گوشه‌تراش		

شکل ۵ ــ۴

۳ــ۴ــ عوامل مؤثر در انتخاب تعداد دور و مقدار پیشروی در فرزکاری

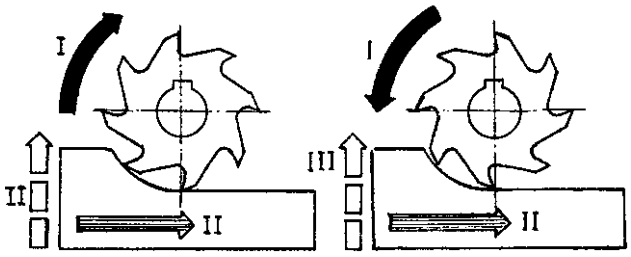
۱ــ۳ــ۴ــ حرکات در فرزکاری: در فرزکاری به سه حرکت به شرح زیر نیاز داریم :

I ــ حرکت دورانی تیغه‌فرز یا حرکت برش که آن را حرکت اصلی نیز می‌نامند.

II ــ حرکت پیشروی میز برحسب میلی‌متر در هر دور گردش تیغه فرز.

III ــ حرکت تنظیم بار (عمق بُرش).

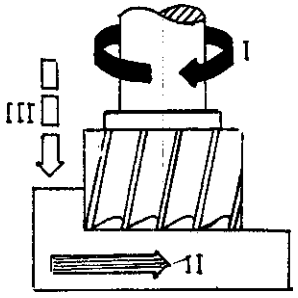
در شکل ۶ ــ۴ حرکات در ماشین‌فرز افقی مشاهده می‌شود.



شکل ۶ ــ۴

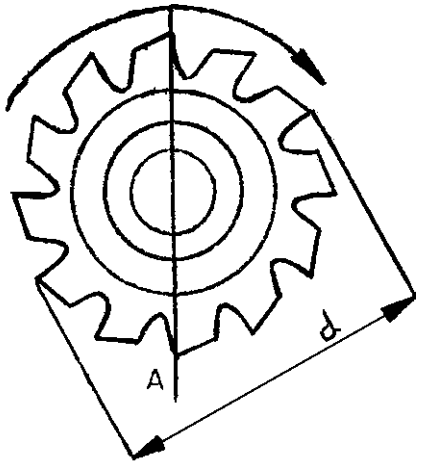
توجه: در فرزکاری سرعت واقعی تیغه‌فرز را از روی سرعت دور میله‌فرز و قطر تیغه‌فرز تعیین می‌کنند. هر فلز خصوصیات ویژه‌ای دارد و تیغه‌فرز به تناسب خصوصیات فلز انتخاب می‌شود. پایه و اساس به‌دست آوردن سرعت مناسب در فرزکاری، شناخت این خصوصیات است.

در شکل ۷ــ۴ حرکات در ماشین فرز عمودی مشاهده می‌شود.



شکل ۷ ــ۴

۲ــ۳ــ۴ــ *سرعت بُرش:* منظور از سرعت بُرش در فرزکاری عبارت ازمقدار راهی است که لبه‌ی برنده‌ای از تیغه‌فرز برحسب متر در هر دقیقه طی می‌کند. در شکل ۸ ــ۴ وقتی تیغه‌فرز یک دور کامل بچرخد یعنی از نقطه A شروع به چرخیدن کرده و در همان نقطه بایستد یک دور محیط دایره را طی می‌کند که مساوی است با $d \times ۳/۱۴$. در این‌جا d قطر تیغه‌فرز درنظر گرفته شده است (شکل ۸ ــ۴).



شکل ۸ ــ۴

حال اگر تیغه‌فرز n بار این مسافت را طی کند سرعت آن $v = d \times \pi \times n$ می‌شود.

توجه: چون واحد سرعت میلی‌متر در دقیقه است آن را بر عدد ۱۰۰۰ تقسیم می‌کنند تا سرعت برحسب متر در دقیقه به‌دست آید.

و در نتیجه فرمول اصلی سرعت برش برابر است با :

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

در این فرمول :

d = قطر تیغه فرز برحسب میلی‌متر

v = سرعت برش برحسب متر در دقیقه

n = تعداد دور تیغه فرز در دقیقه می‌باشد.

لازم به ذکر است که سرعت برش به‌عوامل زیر بستگی دارد :

۱ــ جنس قطعه کار

۲ــ جنس تیغه‌فرز

۳ــ مواد خنک‌کننده

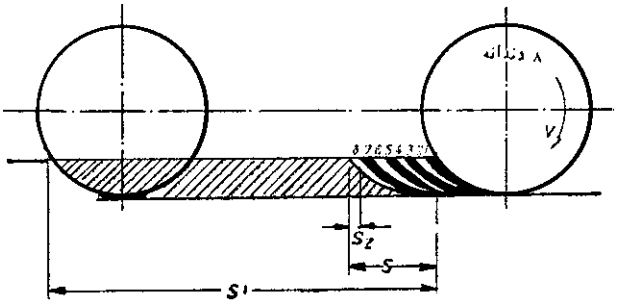
۴ــ قدرت ماشین

۳ــ۳ــ۴ــ سرعت پیشروی: سرعت پیشروی عبارت است از مسیر پیموده شده توسط قطعه کار از جلوی تیغه‌فرز در هر دقیقه و مقدار آن از فرمول زیر محاسبه می‌شود :

$$S = Sz \times z$$

$$S' = S \times n$$

$$S' = Sz \times z \times n$$



شکل ۹ ــ۴

S = مقدار پیشروی به‌ازای هر دور تیغه‌فرز برحسب میلی‌متر

z = تعداد دندانه تیغه‌فرز

n = تعداد دوران تیغه‌فرز در دقیقه

S′ = سرعت پیشروی میز برحسب میلی‌متر در دقیقه

Sz = مقدار پیشروی به‌ازای هریک از دندانه‌های تیغه‌فرز به میلی‌متر (شکل ۹ــ۴).

۴ــ۴ــ تعیین تعداد دور و مقدار پیشروی مناسب در فرزکاری

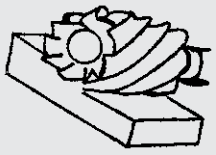
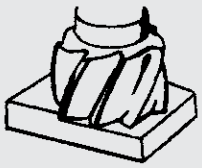
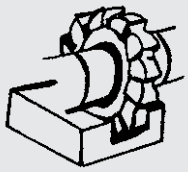
۱ــ۴ــ۴ــ تعیین تعداد دور: برای تعیین تعداد دور مناسب در فرزکاری روش‌های زیر متداول است :

ــ استفاده از رابطه سرعت برش : مقدار سرعت برش برای فرزکاری مواد مختلف در جدول‌هایی مانند جدول ۱ــ۴ داده شده است. پس از استخراج مقدار سرعت برش و با استفاده از رابطه سرعت برش می‌توان تعداد دور مناسب تیغه‌فرز را از راه محاسبه تعیین کرد.

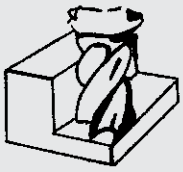
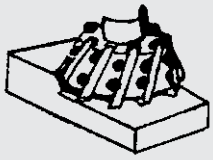
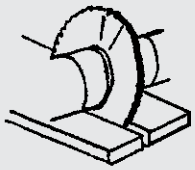
$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{d \times \pi}$$

جدول ۱ــ ۴ــ مقادیر مبنا برای سرعت برش، پیشروی و عمق برش

	فرز غلتکی				پیشانی‌تراش غلتکی				فرز پولکی			
												
عرض فرز b	b=100 mm				b=70 mm				b=20 mm			
	خشن		پرداخت		خشن		پرداخت		خشن		پرداخت	
عمق برش a	a=5mm		a=0.5mm		a=5mm		a=0.5mm					
	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min
فولاد ساده $65kg/mm^2$	۱۷	۱۰۰	۲۲	۶۰	۱۷	۱۰۰	۲۲	۷۰	۱۸	۰۰	۲۲	۴۰
فولاد آلیاژ تابانده $75kg/mm^2$	۱۴	۸۰	۱۸	۵۰	۱۴	۹۰	۱۸	۵۵	۱۴	۸۰	۱۸	۳۰
فولاد آلیاژ احیا $100kg/mm^2$	۱۰	۵۰	۱۴	۳۶	۱۰	۵۵	۱۴	۴۲	۱۲	۵۰	۱۴	۲۰
چدن سیاه تا ۱۸۰ برینل	۱۲	۱۲۰	۱۸	۶۰	۱۲	۱۴۰	۱۸	۷۰	۱۴	۱۲۰	۱۸	۴۰
برنج Ms 58	۳۵	۷۰	۳۵	۵۰	۳۶	۱۹۰	۵۵	۱۵۰	۳۶	۱۵۰	۵۵	۷۵
فلزات سبک	۲۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۱۱۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۰۰

جدول ۲ــ ۴ــ مقادیر مبنا برای سرعت برش، پیشروی و عمق برش

	تیغه فرز انگشتی				تیغه فرز تیغچه‌دار نوع کف‌تراش				تیغه فرز اره‌ای		
											
عرض فرز b	b=25mm										
	خشن		پرداخت		خشن		پرداخت		خشن		
عمق برش a	a=5mm		a= $\frac{1}{2}$mm		a=5mm		a= $\frac{1}{2}$mm		a=10mm		
	سرعت u m/min	بار s mm/min	سرعت u m/min	بار s mm/min	سرعت u m/min	بار s mm/min	سرعت u m/min	بار s mm/min	سرعت u m/min	بار s mm/min	
فولاد ساده تا 65kg/mm²	۱۷	۵۰	۲۲	۱۲۰	۲۰	۶۵	۳۰	۵۰	۴۵	۵۰	
فولاد آلیاژ تابانده تا 100kg/mm²	۱۵	۴۰	۱۹	۱۰۰	۱۶	۳۶	۲۳	۴۰	۳۵	۴۰	
فولاد آلیاژ احیا تا 100kg/mm²	۱۳	۲۰	۱۷	۶۵	۱۴	۲۰	۱۸	۳۰	۲۵	۳۰	
چدن سیاه تا ۱۸۰ برینل	۱۵	۶۰	۱۹	۱۲۰	۱۶	۱۰۰	۲۴	۹۰	۱۴	۳۵	
برنج Ms 58	۳۵	۸۰	۵۵	۱۲۰	۵۰	۲۰۰	۶۰	۱۲۰	۳۵۰	۲۰۰	
فلزات سبک	۱۶۰	۹۰	۱۸۰	۱۲۰	۲۵۰	۲۵۰	۳۰۰	۹۰	۳۲۰	۱۸۰	

با استفاده از نمودار (شکل ۱۰ــ۴) می‌توان با داشتن قطر تیغه فرز و سرعت براده‌برداری (سرعت برش) تعداد دورتیغه فرز را به‌دست آورد.

لازم به تذکر است که در این نمودار لگاریتمی تیغه فرزهایی به کار برده می‌شود که از جنس فولاد تندبُر HSS و نوع فلزی که تراشیده می‌شود فولاد نرم است.

خط افقی پایین نمودار قطر تیغه فرز و خط عمودی سمت چپ نمودار سرعت براده‌برداری (سرعت برش) را نشان می‌دهد.

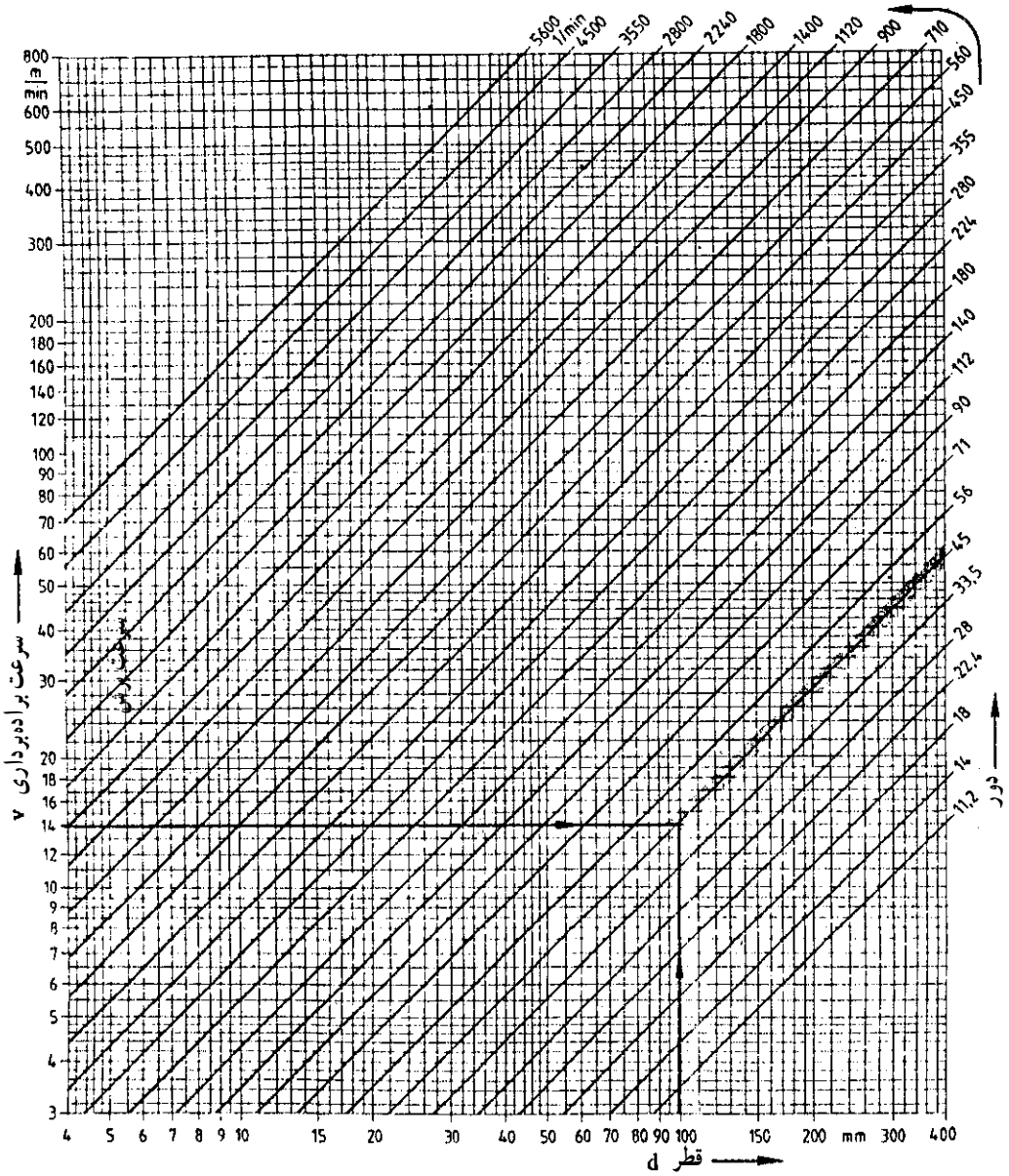
مثال: در صورتی‌که قطر تیغه فرز ۱۰۰ میلی‌متر و سرعت برش انتخابی V=۱۴ متر بر دقیقه انتخاب شود سرعت دورانی تیغه فرز را محاسبه کنید.

$d = ۱۰۰ mm$

$v = ۱۴ \frac{m}{min}$

$n = ?$

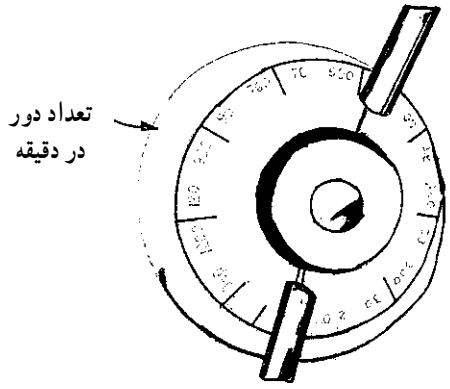
$n = ۴۵$



شکل ۱۰ــ۴

ـ تنظیم تعداد دور به‌صورت مستقیم:

در بعضی از ماشین‌های فرز اهرم‌های تعداد دور و جعبه‌دنده آن‌ها به صورتی طراحی شده است که مستقیماً به کمک جابه‌جایی اهرم شکل ۱۱ـ۴ می‌توان دور دلخواه را روی ماشین‌فرز تنظیم کرد.



شکل ۱۱ـ۴

۲ـ۴ـ۴ـ تعیین سرعت پیشروی: برای تعیین سرعت پیشروی مناسب در فرزکاری روش‌های زیر متداول است :

ـ برای تعیین مقدار سرعت پیشروی میز ماشین‌فرز ابتدا مقدار Sz را از جدول ۳ـ۴ استخراج می‌کنیم و با استفاده از رابطه‌ی روبه‌رو مقدار آن را به‌دست می‌آوریم.

$$\boxed{S' = S_z \times z \times n}$$

مثال: می‌خواهیم به‌وسیله‌ی تیغه‌فرز انگشتی به قطر ۲۰ میلی‌متر از جنس فولاد تندبر (SS)، قطعه‌ای از جنس St۶۰ را فرزکاری کنیم. اگر عمق بار ۳ میلی‌متر و نوع کار خشن‌تراشی باشد سرعت مجاز برش، تعداد دوران ماشین‌فرز و سرعت پیشروی دستگاه را محاسبه کنید.

در صورتی‌که $z = ۶$ دندانه می‌باشد.

$z = ۶$

$v = ۱۸ m/min$

$n = \frac{۱۰۰۰ \times v}{d \times \pi} \Rightarrow \frac{۱۰۰۰ \times ۱۸}{۲۰ \times ۳/۱۴} = ۲۸۶$ دور در دقیقه

$n = ۲۵۰$ دور در دقیقه از روی جدول

$Sz = ۰/۰۶$ از روی جدول

$S' = S_z \times z \times n$

$S' = ۰/۰۶ \times ۶ \times ۲۵۰ = ۹۰ mm/min$

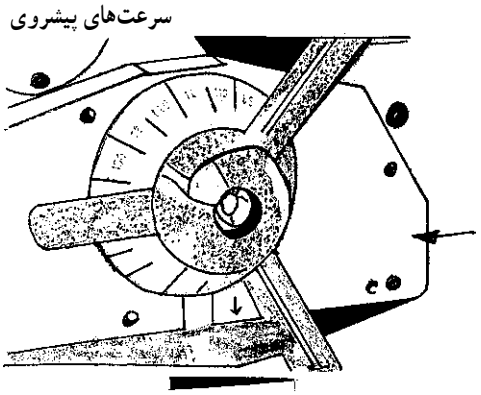
ـ مقدار سرعت پیشروی و مقدار سرعت برش را می‌توان از جدول ۱ـ۴ استخراج کرد.

جدول ۳ــ۴ــ مقدار سرعت برش برحسب $\frac{m}{min}$ و پیشروی به‌ازای هر دندانه تیغه فرز در فرزکاری

استحکام قطعه کار	سرعت برش $\frac{m}{min}$ — تیغه فرز SS			سرعت برش $\frac{m}{min}$ — تیغه فرز تیغچه‌دار HM			Sz = مقدار پیشروی برحسب mm — تیغه قرز تیغچه‌دار				
	∇ $\sqrt{Rz۱۰۰}$	∇∇ $\sqrt{Rz۲۵}$	∇∇∇ $\sqrt{Rz۶/۳}$	∇ $\sqrt{Rz۱۰۰}$	∇∇ $\sqrt{Rz۲۵}$	∇∇∇ $\sqrt{Rz۶/۳}$	تیغه‌فرز غلتکی SS	تیغه‌فرز پیشانی تراش SS	تیغه‌فرز پولکی و انگشتی وفرم SS	HM ∇ $\sqrt{Rz۱۰۰}$	∇∇ $\sqrt{Rz۲۵}$
فولاد به استحکام ۵۰۰ــ۶۰۰ $\frac{N}{mm^۲}$	۱۶	۲۵	۳۲	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۴	۰/۰۸
فولاد به استحکام ۶۰۰ــ۷۰۰ $\frac{N}{mm^۲}$	۱۸	۲۲	۲۸	۱۱۰	۱۴۰	۱۸۰	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۸
فولاد به استحکام ۷۰۰ــ۸۰۰ $\frac{N}{mm^۲}$	۱۳	۲۰	۲۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۶۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۸
فولاد به استحکام ۸۰۰ــ۱۱۰۰ $\frac{N}{mm^۲}$	۱۰	۱۶	۲۰	۵۰	۸۰	۱۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۲	۰/۰۸
فولاد به استحکام بیشتر از ۱۱۰۰ $\frac{N}{mm^۲}$	۱۰	۱۲	۱۴	۵۰	۷۰	۹۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۸
چدن ۱۵	۱۳	۲۰	۲۵	۵۰	۶۳	۸۰	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۵	۰/۱
چدن ۲۵	۱۰	۱۶	۲۰	۴۰	۵۰	۶۳	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۴	۰/۱
آلیاژهای مس و روی	۳۲	۴۰	۵۰	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۰/۲	۰/۲	۰/۰۷	۰/۵	۰/۰۷
فلزات سبک	۲۰۰	۳۱۵	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۳۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۲	۰/۱

SS= فولاد تندبر HM= فلزات سخت

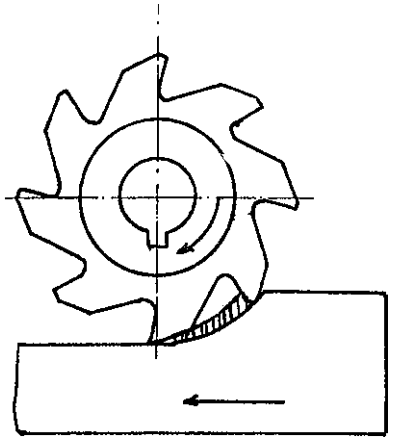
ــ در بعضی از ماشین‌های فرز به‌کمک اهرم‌های جعبه‌دنده پیشروی به‌طور مستقیم می‌توان مقدارسرعت پیشروی را روی ماشین فرز تنظیم کرد(شکل ۱۲ــ۴).



شکل ۱۲ــ۴

۵ــ۴ــ روش فرزکاری مخالف و موافق

حرکت پیشروی در موقع فرزکاری در شرایطی مخالف جهت گردش تیغه‌فرز انتخاب می‌شود ولی در شرایطی دیگر نیز پیشروی را موافق گردش تیغه فرز انتخاب می‌کنند(شکل ۱۳ــ۴).



شکل ۱۳ــ۴

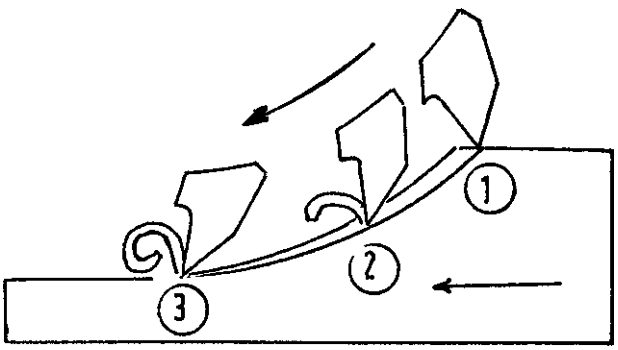
۱ــ۵ــ۴ــ فرزکاری موافق با ماشین فرز افقی: اگر جهت گردش تیغه‌فرز موافق جهت حرکت پیشروی باشد ضخامت براده در اولین تماس نوک تیغه‌فرز یا قطعه‌کار دارای حداکثر مقدار خود بوده و در هنگام جدا شدن از قطعه کار کمترین ضخامت خود را خواهد داشت. حُسن این نوع براده‌برداری آن است که قطعه‌کار در حین عمل بر روی تکیه‌گاه فشرده می‌شود. این سیستم فرزکاری برای بارهای زیاد، و قطعاتی که دارای ضخامت کمی هستند بسیار مناسب است ولی باید پیچ و مهره و کشوی ماشین‌فرز بدون لقی باشد. در غیر این‌صورت در موقع براده‌برداری، قطعه کار به‌طرف تیغه فرز کشیده شده و قلاب می‌کند.

به‌طور خلاصه در این وضعیت عمل فرزکاری در سه مرحله انجام می‌شود.

۱ــ شروع براده‌برداری با ضخیم‌ترین مقطع

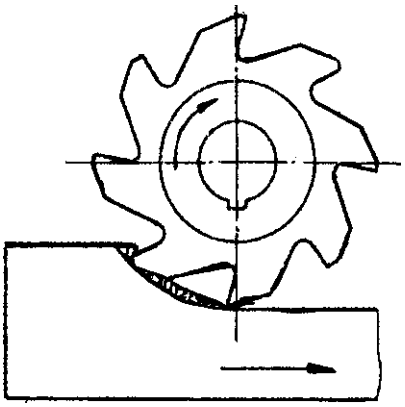
۲ــ ادامه براده برداری

۳ــ خروج از درگیری با نازک‌ترین مقطع (شکل۱۴ــ۴).



شکل ۱۴ــ۴

۲ــ۵ــ۴ــ فرزکاری مخالف با ماشین فرز افقی: اگر جهت گردش تیغه‌فرز و حرکت پیشروی قطعه کار مخالف هم باشند عمل براده‌برداری در اولین تماس تیغه‌فرز از بار کم شروع می‌شود و در موقع جدا شدن به حداکثر خود می‌رسد. از این جهت قطعه کار با فشار زیاد به طرف بالا کشیده می‌شود. حُسن این نوع براده‌برداری آن است که در صورت لق بودن پیچ و مهره و کشویی کار قلاب نمی‌کند (شکل ۱۵ــ۴).



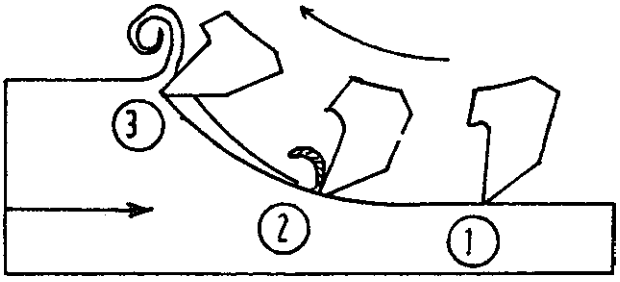
شکل ۱۵ــ۴

در هر صورت این روش کار کردن عملی‌تر است. در این وضعیت نیز عمل فرزکاری در سه مرحله انجام می‌شود.

۱ــ براده‌برداری با کمترین بار شروع می‌شود.

۲ــ ادامه‌ی براده‌برداری

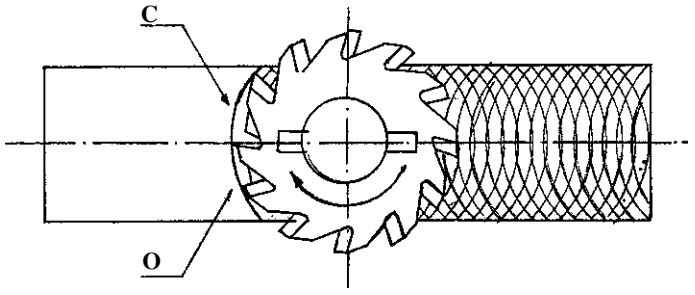
۳ــ خروج از درگیری با بیشترین ضخامت براده (شکل۱۶ــ۴).



شکل ۱۶ــ۴

۳ــ۵ــ۴ــ روش فرزکاری موافق و مخالف با ماشین‌فرز عمودی: در صورتی‌که تیغه‌فرز در مرکز سطحی که می‌خواهد فرزکاری شود تنظیم گردد به دو صورت انجام می‌گیرد.

ــ گردش تیغه فرز و جهت پیشروی میز در قسمت O (شکل ۱۷ــ۴) مخالف و در قسمت C موافق هم باشند. چون در قسمت C گردش تیغه فرز باعث کشیدن میز به‌طرف خود می‌شود، اثرات نامطلوب برای قطعه کار و تیغه فرز به‌وجود می‌آورد (شکل ۱۷ــ۴).

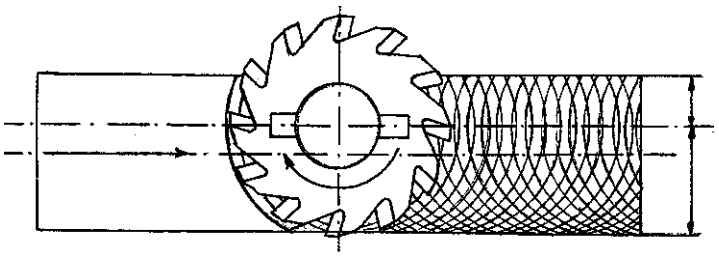


شکل ۱۷ــ۴

برای رفع این مشکل لازم است :

اولاً : درصورت امکان قطر تیغه‌فرز لااقل $\frac{۴}{۳}$ عرض سطح قطعه کار انتخاب شود.

ثانیاً : تیغه فرز طوری روی سطح قطعه‌کار تنظیم شود که $\frac{۲}{۳}$ قطر تیغه فرز در قسمتی که جهت گردش تیغه فرز و میز مخالف هم هستند و $\frac{۱}{۳}$ قطر آن در قسمت C که در واقع گردش تیغه فرز و جهت پیشروی میز موافق هم هستند انجام گیرد (شکل۱۸ــ۴).



شکل ۱۸ــ۴

زمان: ۱۲ ساعت

۶ــ۴ــ دستورالعمل روتراشی

برای تراشیدن سطوح هموار از دو روش استفاده می‌شود :

۱ــ۶ــ۴ــ روتراشی قطعات توسط ماشین‌فرز افقی

ــ بستن و تنظیم تیغه‌فرز

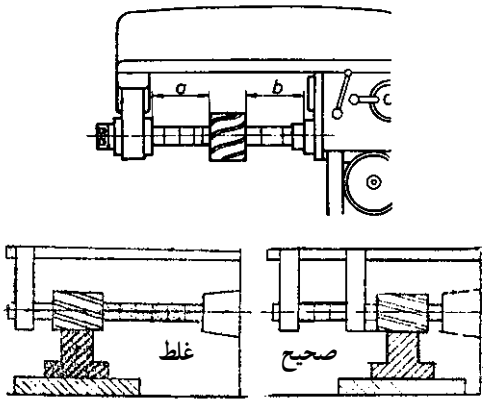
ــ میل‌فرز مناسبی انتخاب کنید و به دستگاه فرز ببندید.

ــ محل استقرار تیغه فرز را تعیین کنید.

ــ تیغه فرز مورد نظر را انتخاب کنید و در روی میل‌فرز ببندید (شکل ۱۹ــ۴).

ــ دور بودن تیغه‌فرز را کنترل کنید.

توجه: برای اطلاعات بیشتر به واحد یک مراجعه کنید.



شکل ۱۹ــ۴

ــ بستن و تنظیم گیره در روی میز ماشین‌فرز

ــ میز ماشین فرز را کاملاً تمیز کنید.

ــ گیره مناسبی انتخاب کنید.

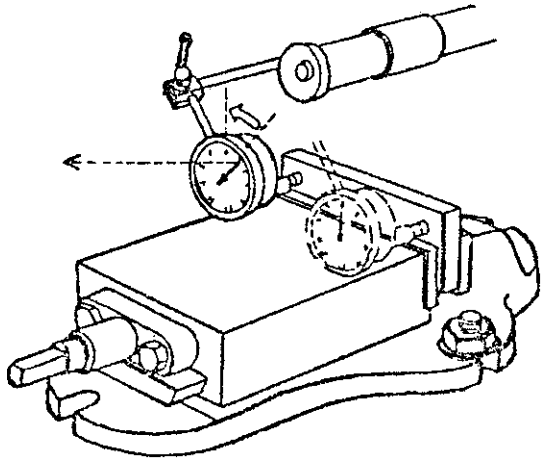
ــ با وسیله‌ای مطمئن گیره را بلند کنید و روی میز ماشین‌فرز قرار دهید.

ــ پیچ‌های گیره را با دست ببندید.

ــ موازی بودن گیره را توسط ساعت اندازه‌گیری کنترل کنید و گیره را محکم ببندید.

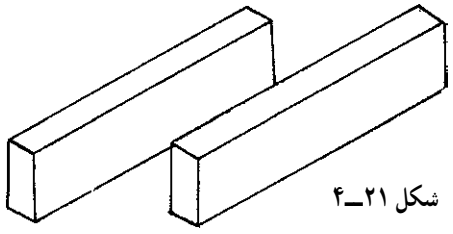
ــ معایب احتمالی را برطرف کنید (شکل ۲۰ــ۴).

توجه: به واحد یک مراجعه کنید.

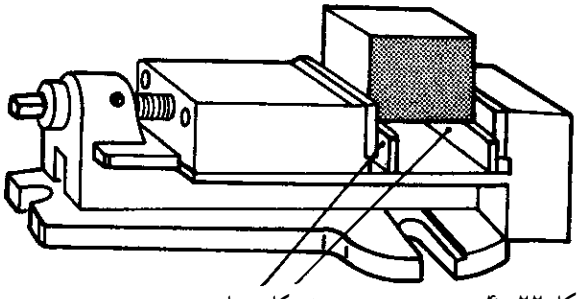

شکل ۲۰ــ۴

ــ بستن قطعه کار به گیره

ــ قبل از بستن قطعه کار به گیره برای آن‌که بتوان قطعات را در وضع مناسبی بین فک‌های گیره قرار داد زیر سری‌های مناسبی انتخاب کرده و بین دو فک گیره قرار دهید تا فاصله خالی را پر کرده و سطح اتکایی برای قطعه کار باشد (شکل ۲۱ــ۴).

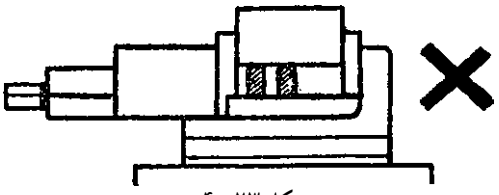

شکل ۲۱ــ۴

توجه: در موقع بستن قطعه کار سعی کنید که شمش‌های زیرسری به‌طور موازی در دو طرف قطعه کار قرار گیرد (شکل ۲۲ــ۴).



شکل ۲۲ــ۴

در غیر این‌صورت قطعه کار ممکن است کج بسته شود یا در هنگام براده‌برداری یا براثر فشار تیغه فرز قطعه کار به سمتی که زیر سری در زیر آن نیست به طرف پایین کشیده شود (شکل۲۳ــ۴).



شکل ۲۳ــ۴

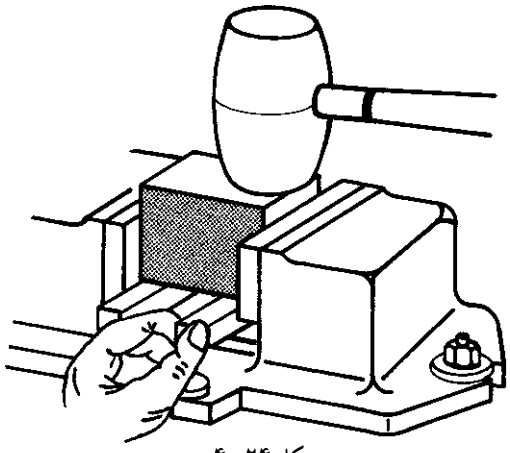
ــ بستن نهایی قطعه کار

ــ قطعه کار، گیره و شمش‌های زیرسری را کاملاً تمیز کنید.

ــ قطعه کار را پلیسه‌گیری کنید.

ــ سطح صاف‌تر قطعه کار را در روی شمش‌های زیرسری قرار دهید.

گیره را ببندید و با چکش پلاستیکی بر روی قطعه‌کار ضربه وارد کنید تا کاملاً بر روی زیرسری‌ها قرار گیرد (شکل ۲۴ــ۴).



شکل ۲۴ــ۴

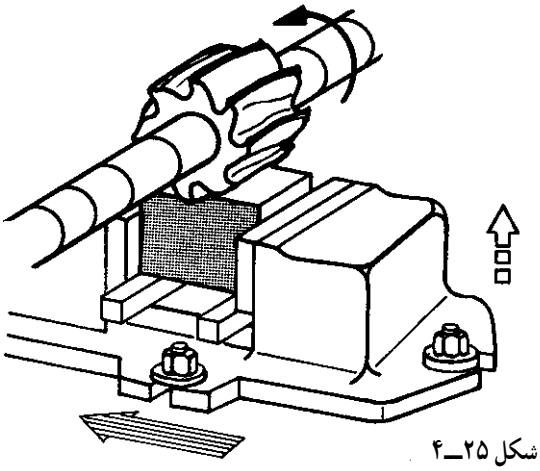
ــ فرزکاری سطح قطعه کار

ــ دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.

ــ محل خروج آب صابون را به تیغه فرز و قطعه کار نزدیک کنید.

ــ حلقه‌ی تنظیم عمودی را روی صفر میزان کنید.

ــ نسبت به جنس قطعه کار بار بدهید و سطح قطعه کار را بتراشید (شکل ۲۵ــ۴).



شکل ۲۵ــ۴

زمان: ۸ ساعت

۲ــ۶ــ۴ــ روتراشی قطعات توسط ماشین‌فرز عمودی

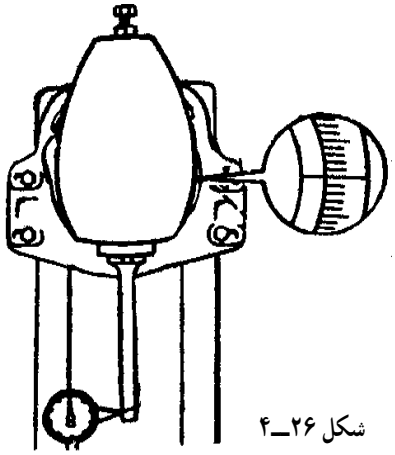
ــ قرار دادن کله‌گی ماشین‌فرز عمود بر سطح میز

ــ میله‌ی آزمایش مناسبی انتخاب کنید و به محور کله‌گی ببندید.

ـ به وسیله‌ی ساعت اندازه‌گیری و گردش میله، دور بودن میله را کنترل کنید.

ــ به وسیله‌ی ساعت اندازه‌گیری عمود بودن میله را کنترل کنید.

ــ تیغه فرز مناسبی انتخاب کنید و به میل‌فرز کله‌گی ببندید (شکل ۲۶ــ۴).



شکل ۲۶ــ۴

ــ بستن قطعه کار به گیره

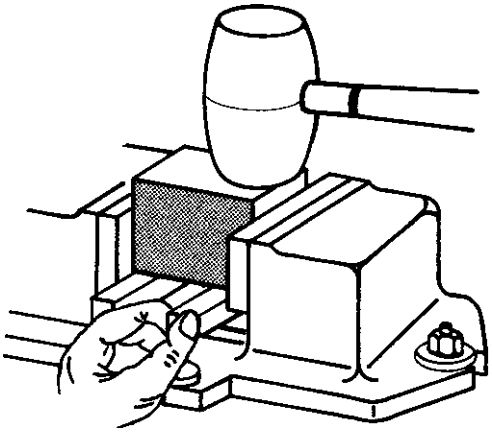
ــ گیره مناسبی انتخاب کنید و روی میز ماشین فرز ببندید.

ــ یک جفت زیرسری مناسب انتخاب کنید و مابین فک‌های گیره قرار دهید.

ــ سطوح قطعه کار و گیره را کاملاً تمیز کنید.

ــ قطعه کار را بین فک‌های گیره بر روی زیر سری‌ها قرار دهید و گیره را ببندید.

ــ به‌وسیله چکش پلاستیکی بر روی قطعه کار ضربه بزنید تا قطعه کار کاملاً بر روی زیرسری‌ها مستقر شود (شکل ۲۷ــ۴).



شکل ۲۷ــ۴

ــ فرزکاری سطوح به‌وسیله‌ی تیغه‌فرز پیشانی‌تراش

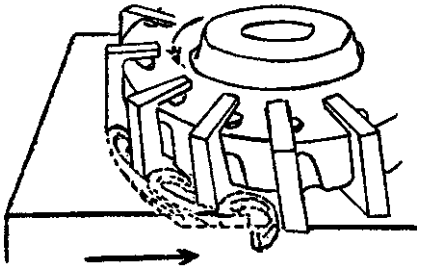
ــ دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.

ــ محل خروج آب صابون را به تیغه‌فرز و قطعه کار نزدیک کنید.

ــ دستگاه را روشن کرده و تیغه‌فرز را به سطح کار مماس کنید.

ــ حلقه‌ی تنظیم عمودی را روی صفر میزان کنید.

ــ نسبت به جنس قطعه کار بار بدهید و قطعه‌کار را بتراشید (شکل ۲۸ــ۴).



شکل ۲۸ــ۴

۷ــ۴ــ دستورالعمل پله‌تراشی

زمان: ۱۲ ساعت

برای پله‌تراشی قطعات با ماشین‌فرز از دو روش استفاده می‌شود.

۱ــ۷ــ۴ــ پله‌تراشی به وسیله ماشین فرز افقی

برای این منظور باید مراحل زیر را انجام داد.

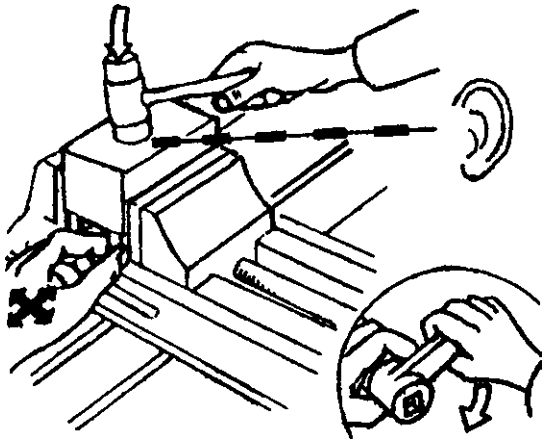
بستن و تنظیم قطعه کار

ــ دو عدد زیرسری مناسب انتخاب کرده و مابین فک‌های گیره قرار دهید.

ــ قطعه کار را در روی زیرسری‌ها قرار دهید.

ــ گیره را ببندید و با چکش پلاستیکی بر روی قطعه کار ضربه بزنید تا قطعه کار در روی شمش‌ها قرار گیرد.

ــ شمش‌های زیرسری را با دست بازرسی کنید (شکل ۲۹ــ۴).



شکل ۲۹ــ۴

ــ بستن و تنظیم تیغه فرز در روی میل‌فرز

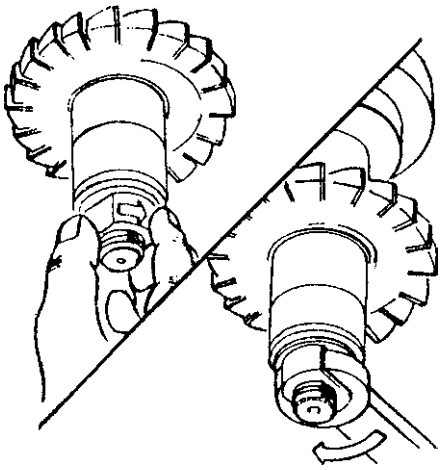
ــ تیغه فرز مناسبی انتخاب کنید.

ــ میل فرز دوطرفه‌ای انتخاب کنید و به ماشین فرز ببندید.

ــ محل استقرار تیغه‌فرز را در روی میل‌فرز تعیین کنید.

ــ تیغه‌فرز را در روی میل‌فرز قرار داده و جای خار آن را با خار میل‌فرز درگیر کنید.

ــ بوش‌های میل‌فرز را در روی میل‌فرز جا زده و مهره میل‌فرز را محکم ببندید (شکل ۳۰ــ۴).



شکل ۳۰ ــ۴

ــ تراشیدن پله اوّل

ــ دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.

ــ تیغه‌فرز درحال چرخش را با رو و بَغَل کار مماس کنید.

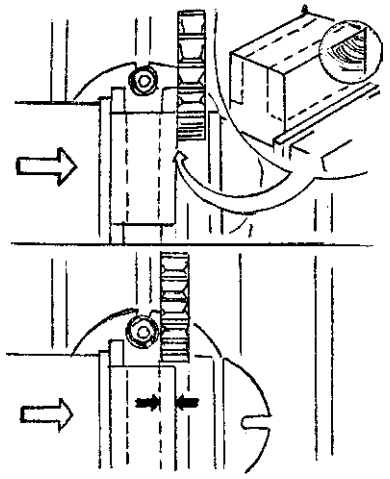
ــ نسبت به عمق و پهنای شیار قطعه کار میز عرضی و بار را تغییر دهید.

ــ حدود ۰/۳ میلی‌متر از عرض و عمق پله باقی بگذارید.

ــ نسبت به جنس قطعه کار بار بدهید تا به اندازه لازم برسد.

ــ در موقع کار حتماً از مواد خنک‌کننده استفاده کنید.

ــ عمق و پهنای شیار را با کولیس کنترل کنید (شکل ۳۱ــ۴).

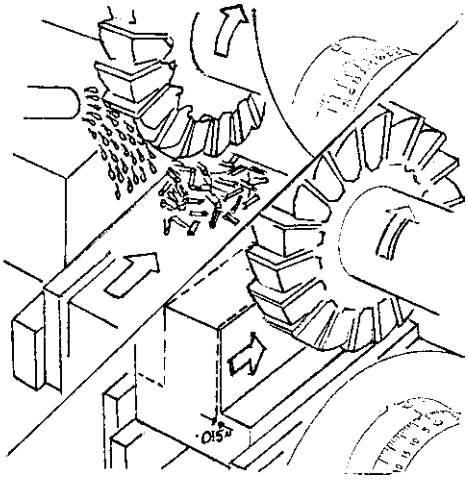


شکل ۳۱ ــ۴

توجه: مجدداً عمق و شیار را کنترل کنید و نسبت به اندازه باقی‌مانده بار بدهید.

ــ درجه میز عرضی و بار را روی صفر میزان کنید.

ــ براده‌برداری را ادامه دهید تا قطعه کار به اندازه‌ی لازم برسد (شکل ۳۲ــ۴).



شکل ۳۲ ــ۴

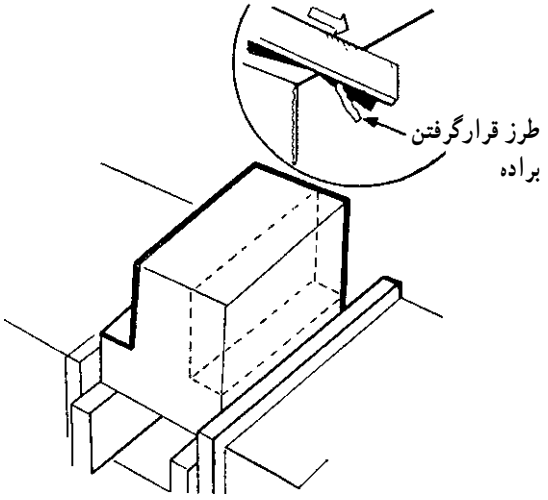
ــ تراشیدن پله دوم

ــ قطعه کار را از گیره باز کرده و فک‌های گیره و شمش‌ها را کاملاً تمیز کنید.

ــ قطعه کار را پلیسه‌گیری کنید.

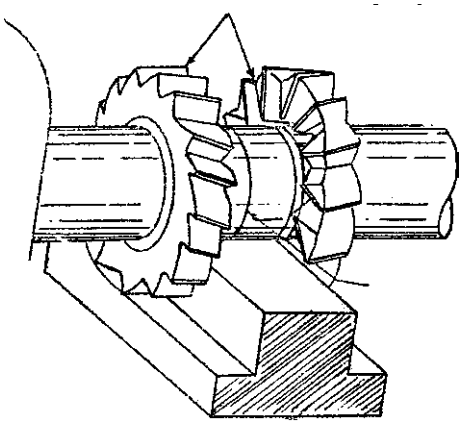
ــ طرف دیگر قطعه کار را بین گیره قرار داده و قطعه کار را بتراشید تا به اندازه‌ی لازم برسد.

توجه: می‌توانید بدون باز کردن قطعه کار و با جابه‌جا کردن میز عرضی، پله دیگر را بتراشید (شکل ۳۳ــ۴).



شکل ۳۳ ــ۴

در صورتی‌که تعداد قطعات برای پله‌تراشی زیاد باشد، بهترین روش آن است که دو عدد تیغه‌فرز سه‌برتراش هم‌قطر انتخاب کنید و آن‌ها را مانند شکل ۳۴ــ۴ روی میل‌فرز دوطرفه سوار کرده و قطعات موردنظر را با دقت و سرعت بیشتری بتراشید.



شکل ۳۴ ــ۴

زمان: ۱۲ ساعت

۲ــ۷ــ۴ــ پله‌تراشی با ماشین‌فرز عمودی

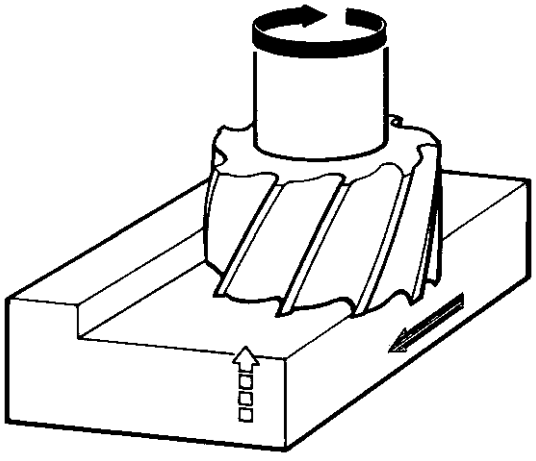
ــ نسبت به پهنای شیار پله، تیغه فرز مناسبی انتخاب کنید.

ــ میل فرز مناسبی انتخاب کرده و تیغه فرز را به آن ببندید.

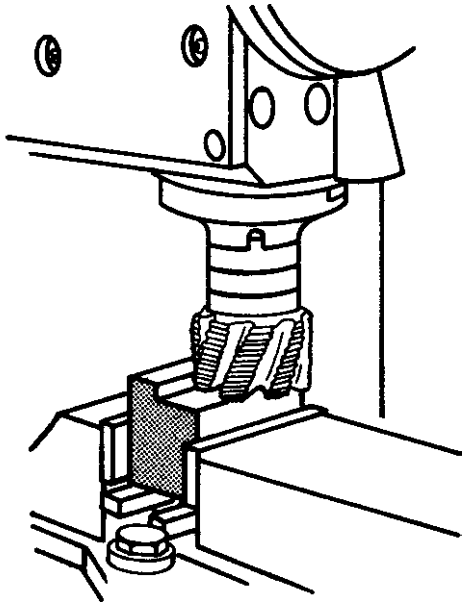
ــ میل فرز را به کله‌گی دستگاه فرز ببندید و تنظیم کنید.

ــ قطعه کار را به گیره تنظیم شده ببندید.

ــ دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار داده و قطعه‌کار را بتراشید (شکل ۳۵ــ۴).

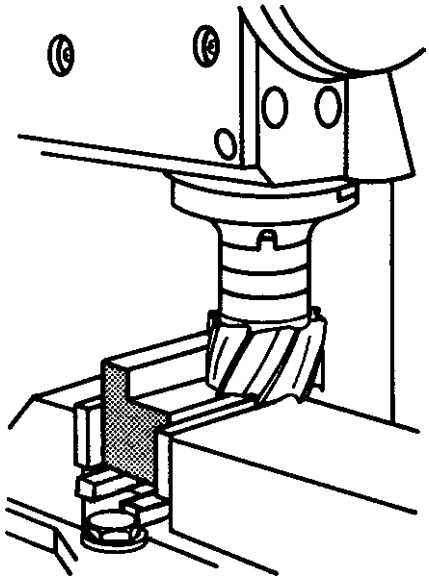


شکل ۳۵ ــ۴



شکل ۳۶ ــ۴

توجه: در صورتی که جنس قطعه کار سخت باشد می‌توانید از تیغه‌فرزهای پیشانی تراش نوع خشن‌تراش استفاده کنید (شکل ۳۶ــ۴).



شکل ۳۷ ــ۴

سپس به وسیله‌ی تیغه‌فرزهای پرداخت کاری اندازه قطعه‌کار را به‌اتمام برسانید (شکل ۳۷ــ۴).

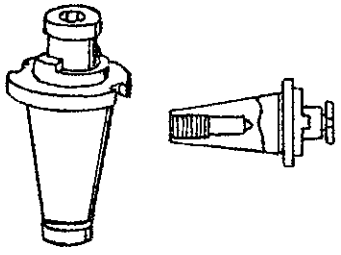
۸ــ۴ــ دستورالعمل پیشانی تراشی

- **انتخاب میل فرز مناسب**

ــ میل فرز یک طرفه مناسبی انتخاب کنید.

ــ مخروط میل فرز و داخل رزوه آن‌را تمیز کنید.

توجه: می‌توانید پس از بستن میل فرز به محور اصلی و تنظیم آن، تیغه فرز را روی آن سوار کنید و ببندید و یا از فیکسچر قبل از بستن استفاده کنید (شکل ۳۸ــ۴).



شکل ۳۸ ــ۴