	زمان آموزش	
توانایی تراشیدن دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل با ماشین فرز	نظری	عملی
	یک ساعت و ۳۰ دقیقه	۱۹ ساعت
ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی	۳۰ دقیقه	یک ساعت
جمع	۲۲ساعت	

پیش آزمون: (۱۵ دقیقه)

۱- تا به حال فکر کرده‌اید ، میز دریل‌های ستونی چگونه بالا و پایین می‌شود؟

۲- آیا تا به حال دقت کرده‌اید که وقتی فلکه سوپرت اصلی ماشین تراش را می‌چرخانید، چگونه این حرکت به حالت خطی تبدیل می‌شود؟

۳- آیا با دو چرخ‌دنده می‌شود حرکت دورانی را به خطی تبدیل کرد؟

۴- سیستم جابجایی سوپرت طولی دستگاه تراش چگونه است؟

۱-۹- چرخ‌دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل و کاربرد آن‌ها

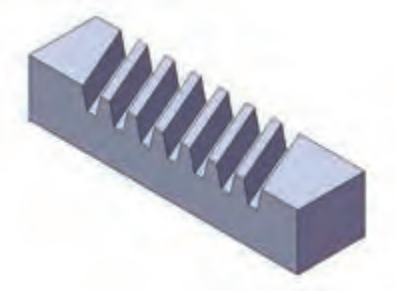
یکـی دیگر از مکانیزم‌های پر کاربرد که در آن از چرخ‌دنده اسـتفاده می‌شـود مکانیزم چرخ و شـانه است. در یک مکانیزم چرخ و شانه از یک چرخ‌دنده ساده یا مایل و یک شانه استفاده می‌شود.

چرخ و شـانه عمدتاً برای تبدیل حرکت دورانی بـه خطی به کار می‌رود. مانند حرکت سوپرت طولی ماشین‌تراش و یا حرکت عمودی میز دستگاه دریل ستونی که با گردش فلکه سوپرت اصلی می‌توان میز ماشین تراش را بطور خطی جابجا کرد. شـانه نیز دارای دندانه‌هایی شـبیه چرخ‌دنده سـاده می‌باشد که می‌تواند مسـتقیم و یا مایل ایجاد شود. ساخت دنده‌های شـانه‌ای مایل مانند دنده‌های شـانه‌ای سـاده بوده، با این تفاوت که بـرای ایجاد زاویه انحـراف در دنده‌های شانه‌ای مایل می‌بایست گیره مدرج دستگاه فرز انیورسال را به اندازه زاویه لازم در مقابـل تیغه فرز کج نمود. نحوه انتخاب تیغه فرز مناسـب جهت تراشـیدن دنده‌های مایل، مانند انتخاب تیغه فرز برای تراشـیدن دنده‌های شـانه‌ای ساده می‌باشد. چون این نوع دنده‌ها تعداد دندانه بی‌نهایت دارند. پس باید از تیغه فرز شماره ۸ در سری ۸ تایی و یا شماره ۱۵ در سری ۱۵ تایی استفاده کرد.

اشکال زیر نمونه‌هایی از کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های ابزار می‌باشد.

کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های مته

کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های تراش



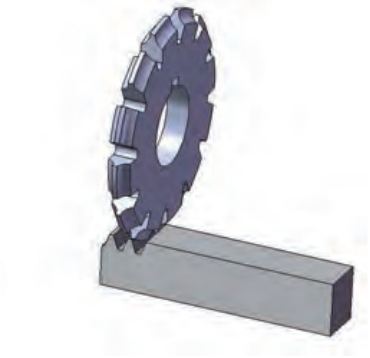
دنده مایل در چرخ‌دنده شانه‌ای

۹-۲- نحوه تراشیدن دنده‌های شانه‌ای:

برای تراشیدن دنده‌های شانه‌ای معمولاً از دو روش زیر استفاده می‌شود:

الف- بوسیله ماشین فرز افقی و عمودی:

در این روش باید از تیغه فرز مدولی استفاده نمود. بطوریکه از تیغه فرز مدولی با آخرین شـماره و حرکت تدریجی (به اندازه گام) میز ماشین می‌توان دنده‌های شانه را ایجاد کرد.



تراشیدن دنده شانه‌ای بوسیله ماشین فرز افقی و عمودی

ب- تراشیدن دنده شانه‌ای بوسیله ماشین های صفحه تراش یا کله زنی:

در این روش با اسـتفاده از جابجایی تدریجی میز ماشین و یک رنده ذوزنقه ای شکل با زاویه ۴۰ درجه می‌توان دنده شانه‌ای را ایجاد کرد.

قبل از شـروع به تراشیدن دنده شـانه‌ای باید محاسبات اولیه را برای آن انجام داد.

۹-۳-محاسبات دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل:

دندانه‌های شانه با چرخ‌دنده‌های ساده و یا مایل درگیر می‌شود لذا بایستی دارای

مدول یکســان باشد. از این رو محاســبات ایجاد دندانه شانه‌ای مشابه محاسبات چرخ‌دنده ساده است.

۱-۳-۹- محاسبات مربوط به دنده‌های شانه‌ای ساده:

مهم‌ترین پارامتر و فرمول‌های محاسباتی این دنده به ترتیب عبارت است از:

الف-مدول

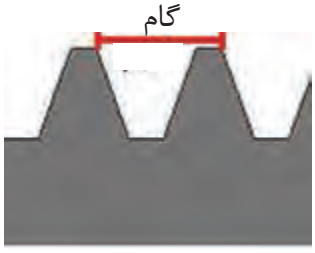
عدد ثابت چرخ‌دنده شانه‌ای مورد نظر است و آن را با m نشان می‌دهند که در سیستم متریک برحسب میلی متر است.

توجه: این اندازه برابر ارتفاع سردندانه می باشد.$h_k=m$

ب-گام

گام فاصله یک نقطه مشــابه از دو دنده پی در پی بر روی چرخ‌دنده می‌باشد که آن را با P نشان می‌دهند. مقدار گام را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

$P=m\times\pi$



معرفی گام

ج- ارتفاع دندانه

فاصله سر دنده تا پای‌دنده را ارتفاع دنده می‌گویند و با h نشان می‌دهند.

مقدار ارتفاع را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

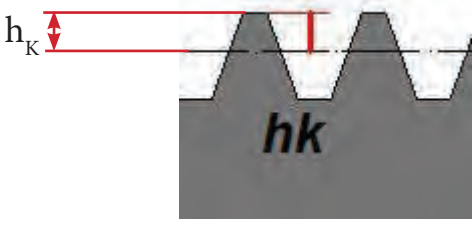
$H=۲/۱۶۷ \times m$

معرفی ارتفاع دنده

د- ارتفاع سردندانه

ارتفاع سر دنده فاصله ای است که برابر با مدول می‌باشد و این فاصله از سر دنده تا خط تماس دنده شانه با چرخ‌دنده می باشد. (دایره گام)

ارتفاع سر دنده را با h_k نشان می‌دهند.

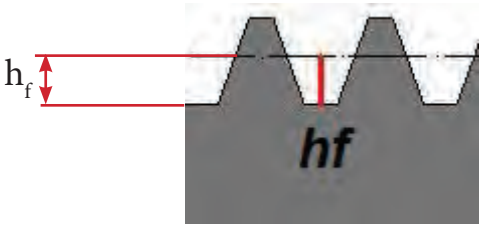


معرفی ارتفاع سر دنده

ه- ارتفاع پای دندانه

ارتفاع پای دنده فاصله خط تماس چرخ و شـــانه تا پای دنده را گویند و آن را با h_f نشان می‌دهند. این مقدار برابر مدول به اضافه لقی می‌باشد.

$$h_f = m + c, c = ۰/۱۶۷ \quad h_f = ۱/۱۶۷ \times m$$



معرفی ارتفاع پای دنده

و- ضخامت دندانه

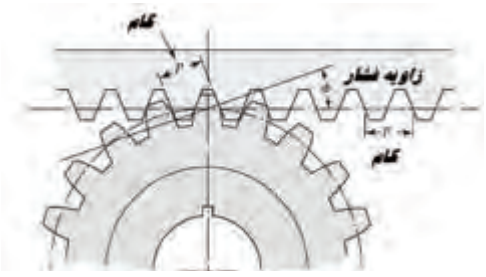
نصـــف مقدار گام دنده را ضخامت دنده می‌گویند. به عبارتی شـــیار دنده و دنده دقیقاً به اندازه هم بوده و نصف فاصله هر نقطه از دنده و شیار برابر ضخامت دنده خواهد شد. ضخامت دنده را با S نشان می‌دهند.

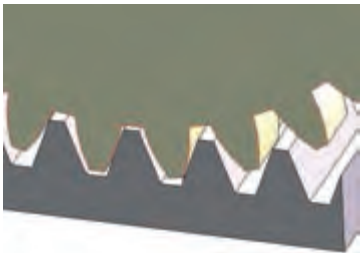
لازم به ذکر است این اندازه را باید در عمق h_k در نظر گرفت.

$$S = \frac{P}{۲}$$

ز-زاویه دندانه یا زاویه فشار

این زاویه را با α_p نشان می‌دهند و این مقدار در سیستم متریک برای دندانه‌های شانه‌ای ۲۰ درجه می باشد.





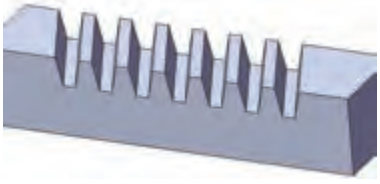
معرفی زاویه دندانه یا زاویه فشار

۲-۳-۹- محاسبات مربوط به دندانه‌های شانه‌ای مایل:

تنها تفاوت در چرخ‌دنده‌های شانه‌ای مستقیم و مایل دو مورد زیر است:

۱- شماره تیغه فرز انتخابی

۲- زاویه تمایل (α) که در دنده‌های شانه‌ی مایل با استفاده از گیره‌های انیورسال قابل تنظیم است. به دلیل زاویه‌دار بودن دنده شانه‌ای مایل، با مشاهده مقطع دنده از دید روبرو گام و مدول واقعی دنده‌ها دیده نمی‌شود لذا در این نوع شانه‌ها دو گام ظاهری و حقیقی وجود دارد.



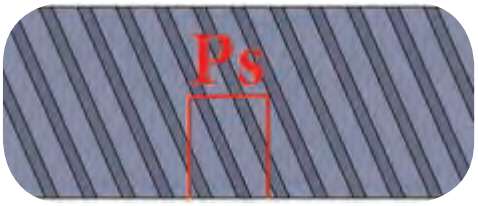
چرخ‌دنده شانه‌ای مایل

مهم‌ترین پارامترها و فرمول‌های محاسباتی این دندانه‌ها به قرار زیر است.

الف- گام ظاهری (P_s):

اگر در امتداد محور فرضی دندانه شانه‌ای مورب به دندانه‌های آن نگاه کنیم فاصله یک نقطه از یک دنده تا نقطه مشابه از دنده بعدی (دو نقطه روی خط طول متوسطه دنده) را گام ظاهری گویند وآن را به P_s نشان می‌دهند.

$$P_s = m_s \times \pi$$



معرفی گام ظاهری در چرخ‌دنده شانه‌ای مایل

در این رابطه P_s گام ظاهری و m_s مدول ظاهری دنده‌ی شانه می‌باشد.

زاویه تمایل دنده‌های شانه‌ای حداکثر ۴۵ درجه می‌تواند در نظر گرفته شود.

ب-گام حقیقی یا نرمال:

در صورت مشاهده دنده‌های شانه از نمای بالا فاصله دو دنده از هم دیگر را گام حقیقی یا نرمال می‌گویند و آنرا با P_n نشان می‌دهند.

گام نرمال از رابطه $P_n = m_n \times \pi$ بدست می‌آید.

معرفی گام نرمال در چرخ‌دنده شانه ای مایل

آنچه که در عمل از آن استفاده می‌شود مدول حقیقی یا نرمال می باشد که تیغه فرز انتخابی را تعیین می‌کند و مدول ظاهری عمدتاً جنبه تئوریک دارد.

۴-۹- تراشیدن دنده شانه با استفاده از دستگاه فرز

برای تراشیدن دندانه‌های شانه بایستی از میز دستگاه فرز کمک گرفت. گام پیچ میز ماشین دارای مقدار مشخصی است و جابجایی آن این امکان را فراهم می‌کند که بتوان دندانه‌های متوالی شانه را یکی یکی ایجاد کرد. بطور کلی این عمل را به دو صورت می‌توان با استفاده از میز ماشین انجام داد:

میز ماشین فرز و سیستم حرکتی آن

۱-۴-۹- جا به جا کردن میز طولی با ورنیه میز:

مشـــخص بودن گام میز و وجود ورنیه بر روی دســـته یا فلکه میز ماشین امکان حرکت طولی را با دقت بالا فراهم می‌کند بطوری‌که با محاســـبه مقدار جابجایی P و اعمال آن با استفاده از فلکه میز می‌توان دندانه‌های متوالی را ایجاد کرد. در صورت مستقیم بودن دنده شانه گام یا حرکت میز برای ایجاد هر دندانه از رابطه زیر بدست خواهد آمد. $P_n=m_n\times\pi$

و در صورتی‌که دندانه‌های شـــانه مایل باشند مقدار جابجایی برابر با گام ظاهری خواهد شد. $P_s=m_s\times\pi$

بنابراین برای ایجاد دنده شـــانه با استفاده از حرکت میز بایستی نوع و فرم دنده شانه و سپس گام حقیقی و یا ظاهری آن را مشخص کنیم.

مکانیزم جابجایی میز ماشین

بین m_s و m_n رابطه زیر برقرار است:

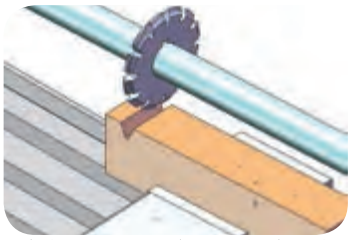
$$m_n = \cos\times m_n$$

مثال: برای ایجاد یک چرخ‌دنده شـــانه‌ای ساده با تعداد دنده ۱۰ و مدول نرمال ۳ مقدار حرکت میز برای ایجاد هر دنده را محاسبه کنید.

$P_n=m_n\times\pi=۳\times۳/۱۴=۹/۵۲$

این بدین معنی اســـت که پس از تراشـــیدن دنده اول با عمق h برای ایجاد دنده بعدی بایستی تیغه فرز از کار خارج شده، سپس به مقدار ۹/۵۲ میلی‌متر میز را جابجا کنیم و دنده بعدی را به همین ترتیب بتراشیم.

(عمق دنده $h=۲/۱۶۷\times m$)



نمایش ایجاد دنده اول در دنده شانه‌ای

(قابل توجه است که مانند ابعاد دنده شانه‌ای می‌تواند به صورت میلی‌متری و یا اینچی محاسبه و ساخته شود)

مثال: مقادیر لازم جهت تراشیدن شانه‌ای مایل با زاویه تمایل ۳۰ درجه و مدول ۴ را محاسبه کنید. $m_n = ۴$

$$m_n = \cos\alpha \times m_n \rightarrow m_s = \frac{m_n}{\cos\alpha}$$

$$m_s = \frac{۴}{\cos ۳۰} = \frac{۴}{۰/۸۶۶} = ۴/۶۱mm$$

$$p_s = m_s \times p \rightarrow ۴/۶۱ \times ۳/۱۴ = ۱۴/۴۷mm$$

مقدار گام ظاهری یا به عبارتی مقدار حرکت میز به ازای هر دنده ۱۴/۴۷میلی‌متر خواهد بود. مقدار انحراف گیره نیز ۳۰ درجه باید در نظر گرفته شود. عمق بار:

$h = ۲/۱۶۷ \times m_n = ۲/۱۶۷ \times ۴ = ۸/۶۶$

۲-۴-۹-جا به جا کردن میز طولی به وسیله دستگاه تقسیم خطی:

روش دیگری که برای ایجاد دنده‌های شانه بر روی ماشین فرز بکار گرفته می‌شود اســتفاده از دستگاه تقسیم خطی اســت که بر روی میز ماشین نصب می‌گردد. دستگاه تقسیم می‌تواند بر روی میز ماشین نصب شود و با استفاده از چرخ‌دنده‌های تعویضی به پیچ ماشین فرز متصل گردد. در این حالت با چرخش دسته دستگاه تقسیم میز ماشین نیز حرکت خواهد کرد.

محورهای خروجی دستگاه تقسیم

بر روی برخی از میزهای فرز، دستگاه تقسیمی تعبیه و نصب گردیده و یا بر روی برخی از میزهای فرز، دستگاه تقسیمی تعبیه و نصب گردیده و با مکانیزمی به پیچ میز ماشین متصل شده است. که در این حالت دیگر نیازی به محاسبه چرخ‌دنده‌های تعویضی نیست.

در این روش دانستن مقدار گام پیچ میز ماشین ضروری است که با استفاده از دسته موجود بر روی دستگاه تقسیم میز می‌توان مقدار حرکت میز را کنترل و مقدار دهی کرد. در صورت موجود بودن دستگاه تقسیم خطی بر روی میز ماشین فرز این روش سریع و آسان تر می باشد.

محاسبه مقدار گردش دسته تقسیم خطی برای جابه‌جایی گام طولی میز:

مقدار گردش دسته تقسیم را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد.

P_t: گام میله پیچ میز ماشین فرز

P: گام دنده‌های شانه $P=m\times\pi$

n_k: مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم

$$n_k = \frac{p}{p_t}$$

دستگاه تقسیم فوق دارای صفحه سوراخ‌دار می‌باشد که توسط آن می‌توان حرکت میز را با دقت بالایی جابجا کرد.

گام میله هدایت ماشین فرز (P_t) می‌تواند بر حسب میلی‌متر یا اینچ باشد.

مکانیزم دستگاه تقسیم به گونه‌ای طراحی شده است که نسبت آن ۱:۱ می‌باشد بدین معنی که با یک دور چرخش دسته دستگاه تقسیم میز به اندازه یک گام حرکت می‌کند.

مثال: در یک دندانه شانه‌ای مدول مساوی ۲ میلی متر می‌باشد در صورتی که جا به جایی میز طولی به وسیله دستگاه تقسیم خطی با نسبت ۱:۱انجام گیرد مقدار گردش دسته تقسیم را محاسبه کنید.

$$p_t = ۶mm$$

$$\pi = \frac{۲۲}{۷}$$

$$P = m\times\pi = ۲\times\left(\frac{۲۲}{۷}\right) = \frac{۴۴}{۷}$$

گام میله هدایت ماشین فرز P_t=۶ mm می باشد. در ضمن در فرمول فوق به جای عدد ۳/۱۴ باید کسر $\frac{۲۲}{۷}$ را قرار داد تا زودتر به نتیجه رسید. در صورتیکه دسته تقسیم را به اندازه یک دور و یک سوراخ از ردیف ۲۱ سوراخ بگردانیم گام روبرو به دست می‌آید.

امتحان طول گام:

پس از قرار دادن دسته تقسیم در موقعیت محاسبه شده به ترتیب زیر طول گام را امتحان می‌کنیم.

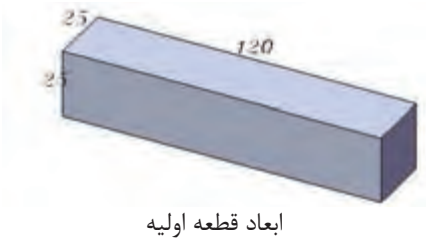
- ورنیه طولی میز را بر روی صفر قرار می‌دهیم.

صفر کردن ورنیه دستگاه

- با مداد در روی میز ثابت و میز طولی در یک قسمت خطی می‌کشیم.
- مقدار گردش دسته تقسیم را طبق اندازه‌ی محاسبه شده می‌گردانیم و مجدداً در روی میز ثابت خطی می‌کشیم.
- تغییر طول گام را با کولیس اندازه گرفته و با درجات ورنیه مقایسه می‌کنیم.

۵-۹-دستورالعمل تراشیدن دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل

۱-۵-۹- چرخ‌دنده شانه‌ای به ابعاد ۲۵×۲۵×۱۲۰ میلی‌متر بایستی تراشیده شود. فرم دندانه‌های آن ساده و دارای مدول ۳ و تعداد دنده ۸ می‌باشد. مراحل ساخت و محاسبات لازم برای ساخت این چرخ‌دنده شانه‌ای را در دستور کار زیر پی‌گیری کنید.



ابعاد قطعه اولیه

در این دستور کار از ماشین فرز افقی جهت تراشیدن چرخ‌دنده شانه‌ای استفاده می‌کنیم. برای این کار بایستی از یک تیغه فرز مدولی شماره ۸ از سری ۸ تایی و میله فرز گیر دو طرفه استفاده کرد.

میله فرزگیر دو طرفه

تیغه فرز مدولی

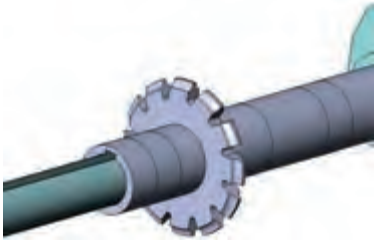
- ابتدا محاسبات لازم را برای ساخت شانه انجام می‌دهیم:

$m=۳ \rightarrow p=m\times\pi=۳\times۳/۱۴=۹/۴۲$

$h=۲/۱۶۷ \times ۳ =۶/۵$

تیغه فرز $N_r=۸$

- تیغه فرز را بر روی میله فرز گیر سوار کرده و روی ماشین فرز افقی در موقعیتی مناسب می‌بندیم.



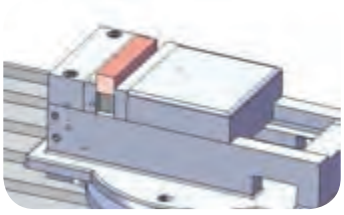
نحوه قرار دادن تیغه فرز مدولی روی میله فرزگیر

- پس از بستن مراحل گفته شده در مورد تیغه فرز و تنظیم آن دور بودن آن را با ساعت کنترل می‌کنیم.

- گیره را بر روی میز ماشین به گونه‌ای می‌بندیم که فک‌های گیره عمود بر امتداد طول میز باشد.

بستن گیره بر روی میز ماشین به طور صحیح

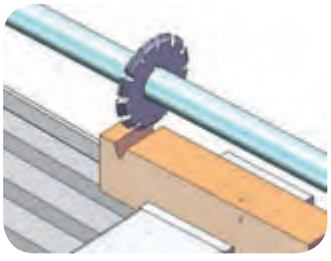
- قطعه کار را بین فک‌های گیره با اســتفاده از زیر ســری مناســب در ارتفاعی حساب شده می‌بندیم.



بستن قطعه کار در گیره به طور صحیح

- پس از بستن قطعه کار تیغه فرز را در نقطه مناسب با قطعه کار مماس می‌کنیم.

- با سیســتم باردهی عمودی مقدار ارتفاع دنده را در یک مرحله یا بیشــتر بار می‌دهیــم و بــا جابجا کردن میــز در جهت عرض قطعه کار دنــده اول را ایجاد می‌کنیم.



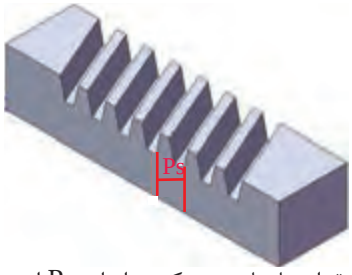
نمایش ایجاد دنده اول در دنده شانه‌ای

- پس از تراشــیدن اولین دنده با جابجایی میز به اندازه گام محاســبه شده دنده دوم و دنده‌های بعد را نیز می‌توانیم بتراشیم.

(روش جابجایی با توجه به سیســتم مورد اســتفاده در میز فرز تعیین می‌شــود کــه در صورت امــکان هر دو روش را امتحان می‌کنیم و دقت هر کدام را کنترل می‌نماییم.)

رعایت اصول ایمنی و فنی در هنگام کار الزامیست.

همان‌طور که گفته شد دنده‌های مایل را بایستی با گیره انیورسال و زاویه دادن آن به مقدار زاویه دندانه‌ها ایجاد کرد. روش کار مانند حالت قبل می‌باشد تنها تفاوت در مقدار جابجایی است که باید به اندازه Ps در نظر گرفته شود.



مقدار جابجایی میز که به اندازه Ps است

۳-۵-۹- فرزکاری دنده‌های شانه‌ای استوانه‌ای:

در مواقعی دنده‌های شانه‌ای را روی بدنه استوانه و یا قسمتی از یک استوانه ایجاد کرده و استفاده می‌کنند. برای ایجاد دنده‌های شانه‌ای روی استوانه می‌توان آن را بین سه نظام دستگاه تقسیم و مرغک بر روی میز ماشین فرز بسته و به همان صورت گفته شده دنده شانه‌ای را ایجاد کنیم.

در تمام طول مدت فرزکاری حتماً از مواد خنک کننده استفاده‌کنید.

ایجاد دنده روی استوانه

۶-۹- کنترل دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل

با استفاده از وسایل اندازه‌گیری مختلفی مانند کولیس و میکرومتر می‌توان دنده‌های یک چرخ‌دنده شانه‌ای را کنترل کرد.

کولیس عمق سنج

کولیس عمق ســنج وسیله مناسبی برای سنجش عمق شــیار دنده خواهد بود.

برای انجام عمل کنترل مراحل زیر را دنبال می‌کنیم:

- سطح دندانه‌های تراشیده شده را پلیسه‌گیری می‌کنیم.

-کولیس عمق ســنج مناســبی انتخاب کرده و آن را از لحاظ دقت و عدم خرابی کنترل می‌کنیم.

- تکیه‌گاه کولیس را در روی سطح تراشیده شده قرار می‌دهیم.

- عمق شیار را اندازه‌گیری کرده و با اندازه محاسبه شده کنترل می‌کنیم.

- معایب احتمالی را بر طرف می‌کنیم.

برای اندازه‌گیری عمق دندانه در چرخ‌دنده شــانه‌ای مایل نیز مراحل زیر را باید دنبال کنیم:

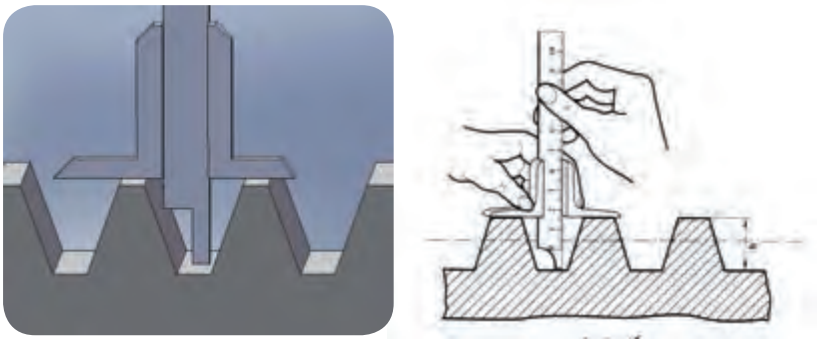
- سطح دنده تراشیده شده را کنترل کنیم.

-کولیس عمق سنج مناسبی انتخاب کنیم.

- تکیه گاه کولیس را در روی سطح تراشیده شده قرار دهیم.

- عمق شیار را اندازه‌گیری کنیم.

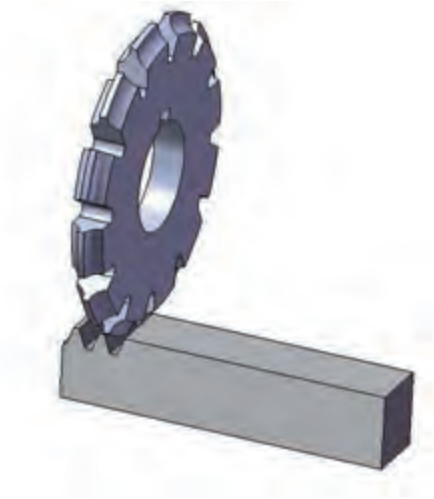
- معایب احتمالی را بر طرف کنیم.



نحوه استفاده از کولیس عمق سنج

ساخت چرخ‌دنده شانه‌ای ساده

m=۳



جدول DIN ISO 7168

اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 210 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

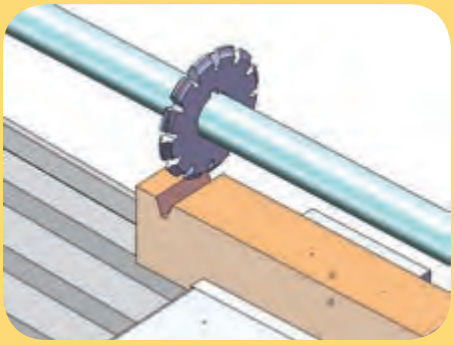
شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۱	۹	st۳۷	۱۲۰×۳۰×۳۰		۱	-------

زمان:۶ ساعت	هدف آموزشی: ساخت چرخ‌دنده شانه‌ای ساده	مقیاس: ۱:۱
درجه‌تولرانس: متوسط		استاندارد: ISO

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- دستگاه فرز	افقی یا انیورسال	۱
۲- تیغه فرز	مدولی ۳ میلی‌متری نمره ۸ از سری ۸ تایی	۱
۳- ساعت اندازه‌گیری	با پایه مغناطیس و دقت ۰/۰۱ میلی‌متر	۱
۴- کولیس	دقت ۰/۰۵ میلی‌متر	۱
۵- کولیس عمق سنج	دقت ۰/۰۵ میلی‌متر	۱
۶- گیره موازی	مناسب با طول و عرض قطعه کار	۱

مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	ابتدا محاسبات لازم جهت تراش چرخ شانه را انجام دهید.	
۲	با وسیله‌ای مطمئن گیره را بلند کرده و در محل تعیین شده روی میز قرار دهید. بستن و تنظیم گیره مناسب در روی میز ماشین فرز را انجام دهید.	

۳	توسط ساعت اندازه‌گیری موازی بودن آن را کنترل کنید. معایب احتمالی را برطرف کنید. گیره و قطعه کار را کاملاً تمیز کنید.	
۴	دو عدد زیر سری مناسب انتخاب کرده و در داخل گیره قرار دهید. قطعه کار را در موقعیت مناسب در داخل گیره ببندید. تکیه‌گاه مناسبی در دو طرف قطعه کار قرار دهید تا در هنگام براده برداری دچار ارتعاش نگردد.	
۵	تیغه فرز را روی محور ماشین فرز سوار کنید.	
۶	دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید و قبل از روشن کردن دستگاه، دور بودن تیغه فرز را کنترل کنید.	

۷	دستگاه را روشن کرده و تیغه فرز را با روی قطعه کار مماس کنید. در صورتی‌که جنس قطعه کار سخت باشد عمل بار دادن را در چند مرحله انجام دهید. با جابه‌جا کردن میز طولی و عرضی تیغه فرز را در موقعیت مناسب قرار دهید. ورنیه عمودی را در روی صفر قرار دهید. با حرکت عمودی میز ماشین کار را با اندازه h ارتفاع دندانه بار دهید. با احتیاط تیغه فرز را به کار نزدیک کنید. با حرکت طولی میز ماشین (خلاف جهت دور تیغه فرز) اولین شیار دندانه چرخ‌دنده را بوجود آورید و میز دستگاه را به عقب برگردانید.	
۸	ابتدا قطعه کار را پلیسه‌گیری کنید.کولیس عمق سنج مناسبی انتخاب کنید. تکیه گاه کولیس را در روی سطح دنده تراشیده شده قرار دهید. عمق شیار را اندازه‌گیری کرده و معایب احتمالی را برطرف کنید.	
۹	میز طولی را نسبت به گام محاسبه شده تغییر دهید. تیغه فرز را به کار نزدیک کنید. دومین شیار را نیز تراشیده و میز عرضی را به عقب برگردانید و بقیه‌ی شیار را نیز بتراشید. در تمام مدت براده‌برداری از مواد خنک‌کننده استفاده کنید. با تکرار مراحل تراش بقیه دندانه‌های چرخ‌دنده را ادامه دهید.	
ارائه قطعه‌کار یا گزارش به هنرآموز محترم		
ارزشیابی نهایی		

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)	ارزشیابی پایانی

سوالات صحیح و غلط:

۱- در یک دندانه شانه‌ای مایل مقدار جابجایی برابر گام ظاهری است.

۲- تیغه فرز چرخ‌دنده شانه‌ای از سری ۱۵تایی باید با شماره ۱۵ انتخاب شود

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

۳- در صورتی‌که مدول یک دندانه شانه‌ای ساده ۵ میلیمتر باشد عمق شیار ..... میلیمتر است.

۴- اگر از مقطع فاصله دو نقطه مشابه از دو دندانه متوالی دندانه شانه‌ای مایل را اندازه بگیریم. ..... را اندازه گرفته‌ایم.

سوالات چند گزینه‌ای:

۵- در شکل روبه‌رو از کدام وسیله برای جابجای گام دندانه‌های شانه‌ای استفاده شده است؟

الف-ورنیه طولی ب-دستگاه تقسیم اونیورسال

ج-دستگاه تقسیم خطی د-دستگاه تقسیم اختلافی

۶- در شکل زیر حرف P_n مشخص کننده کدام است؟

الف-گام ظاهری ب- زاویه فشار ج-گام حقیقی د- زاویه تنظیم

۷- در یک دندانه شانه‌ای ساده مدول برابر ۴ می‌باشد گام این دندانه چند میلی‌متر است؟

الف-۹/۵۶ ب-۱۲/۵۶ ج-۸/۳۵ د-۶/۳۵

سوالات تشریحی:

۸- با رسم شکل،گام ظاهری را در یک چرخ‌دنده شانه‌ای مایل نشان دهید.

۹- ابزارهای کنترل دنده و عمق شیار در چرخ‌های شانه‌ای چیست؟ هر یک چگونه استفاده می‌شوند؟

۱۰- نحوه تنظیم ماشین فرز را برای تراشیدن شیارهای یک چرخ‌دنده شانه‌ای مایل را توضیح دهید.

واحد کار ۱۰

هدف کلی: توانایی تراشیدن شیارهای مارپیچ توسط ماشین فرز افقی و عمودی

پس از آموزش این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود:

اهداف رفتاری:

۱- با مفهوم شیار مارپیچ و مشخصات آن آشنا شود.

۲- نحوه محاسبه چرخ‌دنده‌های تعویضی را بداند.

۳- نحوه به کارگیری چرخ‌دنده‌های تعویضی را بداند.

۴- شیار چپ یا راست را با ماشین فرز افقی و یا عمودی انجام دهد.

	زمان آموزش	
	نظری	عملی
- توانایی تراشیدن شیارهای مارپیچ توسط ماشین فرز افقی و عمودی	۲ ساعت و ۳۰ دقیقه	۱۶ ساعت
ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی	۳۰ دقیقه	یک ساعت
جمع	۲۰ساعت	

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

۱- به یک مته دقت کنید چه نوع شیاری بر روی آن قرار دارد؟

۲- هدف از ایجاد یک شـیار بر روی مته چیسـت؟ چرا از شیار مستقیم بر روی مته استفاده نشده است؟

۳- جهت گردش یک مته با شیارهای روی آن ارتباط دارد؟

۴- یک شیار مارپیچ مته را چگونه می‌شود با دستگاه فرز ایجاد کرد؟

۵- مکانیزم مارپیچ در چرخ گوشت چه کاربردی دارد؟ آیا این مکانیزم در صنعت هم کاربرد دارد؟

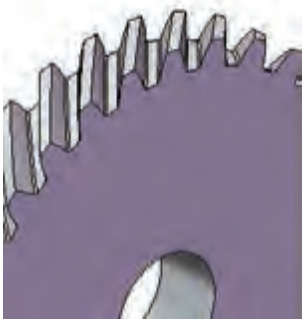
۱-۱۰-شیار مارپیچ

اگر بر روی یک سطح استوانه مدادی را قرار دهیم و استوانه را دوران داده و همچنین به سمت جلو حرکت کنیم، بر روی سطح استوانه منحنی ایجاد خواهد شد که این منحنی را مارپیچ گویند.

نحوه ایجاد یک مسیر مارپیچ

همچنین می‌توان گفت از چرخش یک تکه نخ بر روی سطح یک استوانه و حرکت به سمت جلوی استوانه، مسیر طی شده توسط نخ یک مسیر مارپیچ خواهد بود. منحنی‌های مارپیچ بر روی سطوح بعضی از قطعات صنعتی با اهداف خاص ایجاد می‌شود. به عنوان مثال بر روی مته‌ها، شیار مارپیچ جهت تسهیل در خروج براده ایجاد می‌شود و یا فرم دنده بعضی از چرخ‌دنده‌ها را به صورت مارپیچ ایجاد می‌کنند تا سطح تماس و درگیری دنده‌ها به صورت نقطه‌ای شده و در نتیجه سر و صدا کمتر شود.

ایجاد شیار مارپیچ در یک میله گرد



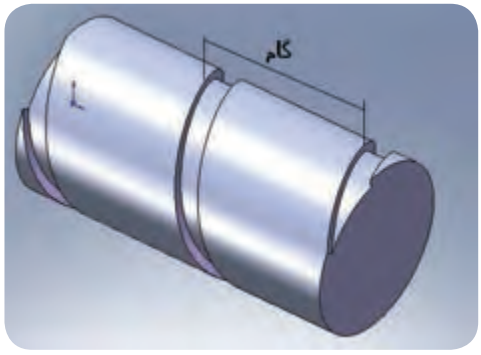
تصویر یک چرخ‌دنده مارپیچ

جهت ایجاد شـیار مارپیچ با اسـتفاده از دسـتگاه فرز از تیغه فرزهای مختلفی می‌توان اسـتفاده کرد یعنی با اسـتفاده از انواع ابزارها می‌توان فرم شیار مارپیچ را ایجـاد کرد. به غیر از نوع تیغه فرز همان‌طور که گفته شـد یک مارپیچ از دو حرکت همزمان دورانی و خطی قطعه ایجاد می‌شود. بنابراین تامین این دو حرکت بطور همزمان از جمله مباحثی اسـت که در این فصل به آن پرداخته می‌شـود.

۲-۱۰-آشنایی با پارامترهای یک شیارمارپیچ

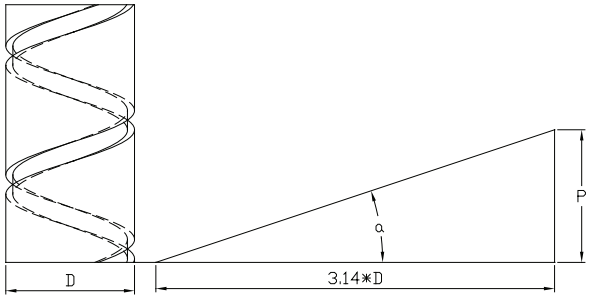
-گام مارپیچ:

همان‌طور که می‌دانید حرکت نقطه‌ای بر روی سطح استوانه به صورت چرخشی و خطـی یک مارپیچ ایجـاد می‌کند. فاصله دو نقطـه از مارپیچ پس از یک دور چرخش حول اسـتوانه را گام مارپیچ می‌گویند و با P یا (p_h) نشـان می‌دهند.



معرفی گام در یک شیار مارپیچ

گام مارپیچ را با بیان ریاضی به شـکل زیر می‌توان مطرح کرد. مثلثی با قاعده محیط استوانه را در نظر گرفته به طوری‌که گام و زاویه مارپیچ بر روی آن مشخص شده است. حال اگر یک تکه کاغذ را با مشخصات گفته شده به صورت مثلث در آورید و در پیرامون میله بچسبانید، وتر مثلث با شیار مارپیچ منطبق خواهد شد.



نمایش گام مارپیچ

-زاویه گام (زاویه مارپیچ):

زاویه مارپیچ پارامتری از مارپیچ اســت که به گام مارپیچ و قطر اســتوانه بستگی دارد.

نکته: قابل تامل در مورد زاویه مارپیچ این است که هر چه گام بیشتر باشد زاویه مارپیچ نیز بیشتر خواهد بود.
در مورد پیچها با کاهش زاویه مارپیچ، خاصیت خود ترمزی ایجاد می‌شود. به عبارتی مارپیچهای با گام کمتر دارای خاصیت خود ترمز است .(توضیح بیشتر را در مقاطع بالاتر خواهید آموخت).

بنابرایــن یکی از پارامترهای منحنی مارپیچ کــه در آن وجود دارد زاویه مارپیچ می‌باشد که جز خصوصیات فیزیکی این منحنی می باشد.
زاویه مارپیچ را می‌توان از رابطه ریاضی زیر محاسبه کرد:

$$\tan\alpha = \frac{P_h}{D.\pi}$$

در ایــن رابطــه P_h گام مارپیــچ و D قطــر اســتوانه مارپیچ و α زاویــه مارپیچ می‌باشد.

مثال:

زاویه مارپیچ منحنی با گام ۲۰ و قطر استوانه ۶۰ میلی‌متر را حساب کنید.

$$\tan\alpha = \frac{۲۰}{۶\times ۳/۱۴} = ۰/۱۰۶۱$$

ازجدول مثلثاتی مقدار α تقریباً برابر ۶ درجه خواهد شد.

۳-۱۰- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز

برای ایجاد شیار مارپیچ از هر دو ماشین فرز عمودی و انیورسال می توان استفاده کرد. همان‌طور که گفته شــده تیغه فرز مورد اســتفاده نیز به شکل و فرم مقطع شیار مارپیچ بســتگی دارد ولی معمولا از تیغه فرزهای فرم ســوراخ‌دار و تیغه فرزهای انگشتی با فرم‌های مختلف استفاده می گردد.

۱-۳-۱۰- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز افقی انیورسال

برای ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز انیورسال آنچه که حائز اهمیت اســت و بایستی به آن توجه داشت قرار گرفتن تیغه فرز انتخابی در امتداد شیار می‌باشد. اشکال زیر این مفهوم را بهتر بیان می‌کنند.

موقعیت اولیه قرارگیری تیغه فرز نسبت به قطعه کار قبل از فرزکاری

موقعیت قرار گیری تیغه فرز نسبت به قطعه کار برای فرزکاری شیار مارپیچ

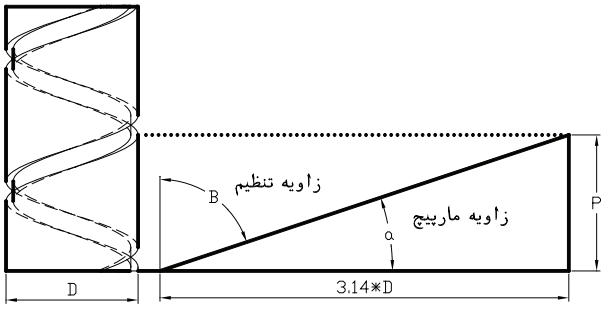
با توجه به اشــکال بالا انحراف تیغه فرز در ماشــین فرز انیورسال لازم می باشد در غیر این صورت ســطح درگیر شدن تیغه با کار، از بغل تیغه خواهد بود و فرم شیار نیز به شکل خواسته شده ایجاد نخواهد شد. از آنجا که انحراف محور تیغه فرز که در این نوع ماشــین امکان پذیر نیســت، لذا با انحــراف میز می‌توان این زاویه را تامین کرد. زاویه انحراف تیغه فرز را با β نمایش می‌دهند و مقدار آن از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\cot g\beta = \frac{d.\pi}{p_h}$$

بــا توجه به رابطه فوق می‌توان گفت که زاویه انحــراف تیغه فرز یا زاویه تنظیم

متمم زاویه مارپیچ می‌باشد. به عنوان مثال اگر زاویه مارپیچ α مساوی ۲۰ درجه باشد مقدار β برابر ۷۰ درجه خواهد بود. یعنی:

$\beta+\alpha=۹۰$

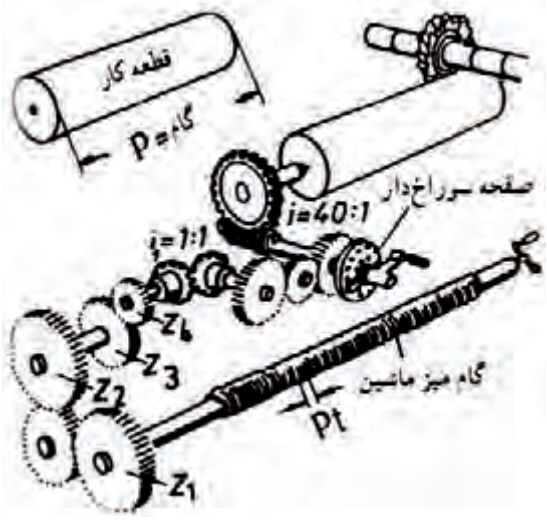


معرفی زاویه تنظیم در فرز کاری شیارهای مارپیچ

بنابراین جهت ایجاد شیار مارپیچ بر روی ماشین فرز انیورسال انحراف میز ماشین الزامی است و زاویه آن بایستی محاسبه گردد.

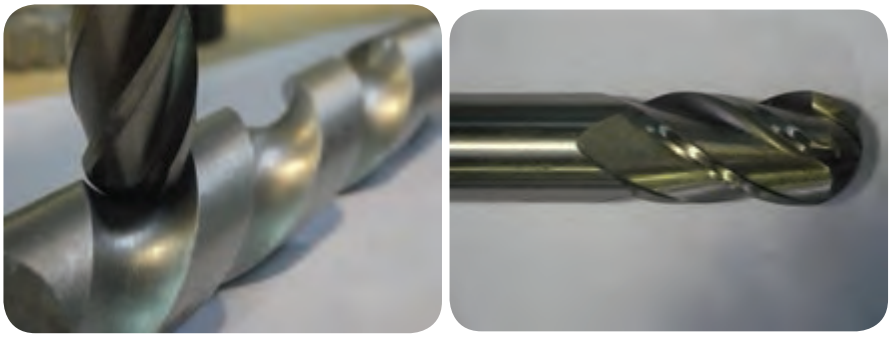
نکته بعد که در ایجاد شیار مارپیچ بایستی توضیح داده شود حرکت قطعه کار در دو جهت چرخشی و خطی می‌باشد. حرکت خطی قطعه کار توسط میز ماشین و توسط دست انجام می‌گیرد.

برای تامین حرکت دورانی توام با حرکت خطی از دستگاه تقسیمی که با چرخ‌دنده‌های تعویضی به میله هادی میز ماشین متصل شده باشد استفاده می‌کنیم. برای تبدیل حرکت خطی میز به حرکت چرخشی قطعه، از چرخ‌دنده‌های تعویضی محاسبه شده متصل به انتهای میله هادی استفاده می‌کنیم.



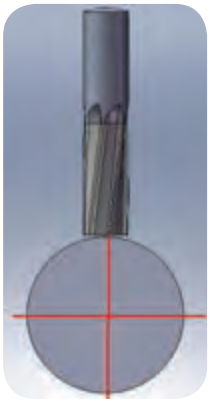
۲-۳-۱۰- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز عمودی:

با استفاده از ماشین فرز عمودی و با استفاده از تیغه فرزهای انگشتی معمولی و فرم و همچنین به کمک دستگاه تقسیم می‌توان شیار مارپیچ ایجاد کرد.



استفاده از تیغه فرز انگشتی سر کروی برای ایجاد شیار مارپیچ

در این روش که نسبتاً از روش قبل ساده‌تر است نیاز به انحراف کله‌گی یا تیغه‌فرز نیست و تیغه کاملاً عمود بر محور افقی قطعه کار و در امتداد محور عمودی قرار خواهد گرفت.



نحوه قرار گیری ابزار نسبت به قطعه کار در مارپیچ تراشی

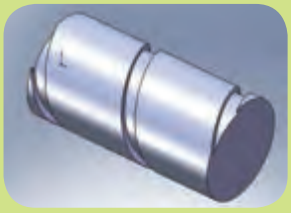
برای حرکت خطی از دسته میز ماشین و برای تامین حرکت چرخشی از دستگاه تقسیم استفاده می‌کنیم که هر دو با هم این حرکت‌ها را بطور همزمان تامین می‌کنند. کلیه محاسبات در مورد چرخ‌دنده‌های تعویضی و گام مارپیچ مانند حالت قبل می‌باشد.

بستن تیغه فرز انگشتی
خاص برای ایجاد شیار در قطعه

انحراف کله‌گی فرز عمودی

میله فرزگیر یک طرفه

در مارپیچ تراشی با ماشین فرز افقی و تیغه فرز سوراخ‌دار در صورتیکه زاویه تنظیم را بر روی میز با انحراف به چپ انجام دهیم مارپیچ حاصل را مارپیچ راست گویند.



در صورتیکه جهت انحراف میز برای زاویه تنظیم به سمت راست باشد مارپیچ ایجاد شده مارپیچ چپ خواهد بود.

بر روی محور ماشین فرز عمودی نیز می‌توان تیغه فرز سوراخ‌دار و میله فرز یک طرفه بست و با انحراف کله‌گی مقدار زاویه انحراف را ایجاد کرد و شیار مارپیچ را تولید کرد.

۴-۱۰- محاسبات لازم جهت ایجاد حرکت چرخشی برای ایجاد مارپیچ

برای تبدیل حرکت خطی میز ماشین به حرکت چرخشی توسط دستگاه تقسیم بایستی چرخدندههای تعویضی بر روی دستگاه و میله پیچ میز ماشین نصب گردد. برای محاسبه چرخدندههای تعویضی دانستن گام میله پیچ میز ماشین و گام مارپیچ ضروری است.

توسط رابطه زیر چرخدندههای تعویضی لازم را میتوان محاسبه کرد:

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{p_t . i}{p_h}$$

که در این رابطه:

Z_t: چرخدندهای است که بر روی محور اصلی میز دستگاه فرز نصب میشود.

Z_g : چرخدندهای است که بر روی محور اصلی دستگاه تقسیم نصب میشود.

P_t: گام میله پیچ میز ماشین فرز

i: نسبت دستگاه تقسیم (۱:۴۰)

P_h: گام منحنی مارپیچ میباشد.

پس از مقدارگذاری و محاسبه رابطه بالا نسبت چرخدندههای تعویضی ممکن حاصل میشود که این چرخدندهها به صورت ساده و یا مرکب باید نصب شوند.

در وضعیت نسبت ساده، رابطه زیر برقرار است:

و در نسبت مرکب:

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{Z۱}{Z۲} \times \frac{Z۳}{Z۴}$$

که در این حالت $Z_۱$ روی محور میز و $Z_۴$ روی محور اصلی دستگاه تقسیم نصب خواهد شد و $Z_۳$ و$Z_۲$ نیز روی محور گیتاری نصب میشوند.

نکته: قابل تامل در مورد زاویه مارپیچ این است که هر چه گام بزرگتر باشد زاویه مارپیچ نیز بیشتر خواهد بود.

در هر شـــرایطی که از چرخ‌دنده‌های تعویضی مرکب استفاده می‌کنیم شرط زیر را که قبلاً هم اشاره شده مد نظر داشته باشیم:

$Z_1+Z_2>15+Z_3$

$Z_3+Z_4>15+Z_2$

یاد آوری:

معمولاً به همراه دســـتگاه تقسیم یک ســـری چرخ‌دنده تعویضی استاندارد شده وجود دارد که عبارتند از:

۲۴-۲۴-۲۸-۳۰-۳۲-۳۶-۴۰-۴۴-۴۸-۵۶-۶۴-۷۲-۸۰-۸۶ و ۱۰۰

چرخ‌دنده‌های تعویضی برای ایجاد حالت مرکب یا ساده

مثال: برای ایجاد شـــیار مارپیچ بر روی استوانه‌ای به قطر ۸۰ میلی‌متر و به گام ۳۰۰mm بر روی ماشـــین فرز انیورســـال که گام میله پیچ آن ۵ میلی‌متر است و نســـبت دستگاه تقســـیم ۴۰:۱ زاویه تنظیم و نسبت چرخ‌دنده‌های تعویضی را به دست آورید.

زاویه قابل تنظیم:

$$\cot g\beta = \frac{(d\times 14/3)}{ph}$$

$$= \frac{(80\times 14/3)}{300} = 1/25$$

$$\beta = 51^\circ$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{(pt\times i)}{ph} = \frac{(5\times 4)}{300} \qquad \cot g\beta = 1/25 \rightarrow$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{2}{3}$$

$$m_n = \cos$$

پس از ســاده کردن نسبت فوق و یا با استفاده از جداول آورده شده نسبت فوق به صورت زیر درخواهد آمد:

$$\frac{Zt}{Zg}=\frac{۲}{۳}\times\frac{۱۲}{۱۲}=\frac{۲۴}{۳۶}$$

با همین شرایط امکان بستن چرخ‌دنده‌ها وجود دارد چرا که هر دو چرخ‌دنده در لیســت چرخ‌دنده‌های تعویضی وجود دارد. اما اگر بخواهیم حالت مرکب را پیاده کنیم و به اعداد پیشنهادی در جدول برسیم به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{Zt}{Zg}=\frac{۶\times۴}{۶\times۴}=\frac{۶}{۶}\times\frac{۴}{۶}\frac{۲}{۲}(-)=\frac{۶}{۶}\times\frac{۸}{۱۲}=\frac{۶}{۱۲}\frac{۴}{۴}(-)\times\frac{۸}{۶}\frac{۴}{۴}(-)$$

۴ از صورت و ۶ از مخرج را در ۲ ضرب می‌کنیم.

بنابراین

$$\frac{Zt}{Zg}=\frac{۱۲\times۳۲}{۴۸\times۲۴}=\frac{Z_۱\times Z_۲}{Z_۳\times Z_۴}$$

$$\frac{Zt}{Zg}=\frac{(Z_۱\times Z_۲)}{(Z_۲\times Z_۴)}$$

$$\frac{Zt}{Zg}=\frac{(۳۲\times۲۴)}{(۲۴\times۴۸)}$$

اعداد بدست آمده برای $Z_۱, Z_۲, Z_۳, Z_۴$ مطابق جدول داده می‌باشند.

جداول زیر جهت تسهیل در بدست آوردن تعداد چرخ‌دنده‌های تعویضی آمده است. در جدول صفحه ۹۵ مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم و صفحه سوراخ‌دار مورد نظر آورده شده است. در جدول صفحه۹۶ دومی چرخ‌دنده‌های تعویضی بر اساس گام شیار مارپیچ و گام میله هادی دستگاه آورده شده است.

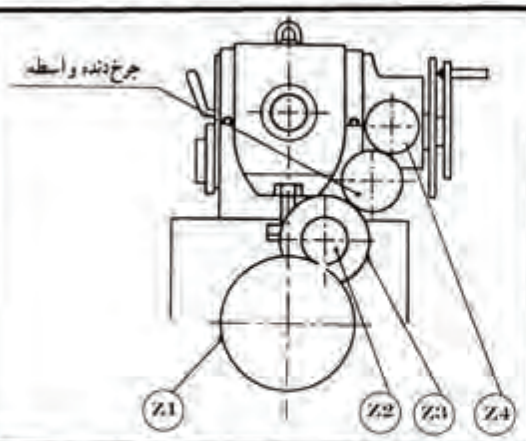
جدول تعداد دور دسته تقسیم و صفحه سوراخ‌دار در حالتی که

نسبت دستگاه تقسیم غیر مستقیم ۱:۴۰ می‌باشد.

تعداد تقسیمات	صفحات سوراخ‌دار	تعداد دور	تعداد سوراخ	تعداد تقسیمات	صفحات سوراخ‌دار	تعداد سوراخ	تعداد تقسیمات	صفحات سوراخ‌دار	تعداد سوراخ
2		20		55	33	24	168	21	5
3	39	13	13	56	49	35	170	17	4
4		10		58	29	20	172	43	10
5		8		60	39	28	180	18	4
6	39	6	26	62	31	20	184	23	5
7	49	5	35	64	16	10	185	37	8
8		5		65	39	24	188	47	10
9	27	4	12	66	33	20	190	19	4
10		4		68	17	10	195	39	8
11	33	3	21	70	49	28	196	49	10
12	39	3	13	72	27	15	200	20	4
13	39	3	3	74	37	20	205	41	8
14	49	2	42	75	15	8	210	21	4
15	39	2	26	76	19	10	215	43	8
16	20	2	10	78	39	20	216	27	5
17	17	2	6	80	20	10	220	33	6
18	27	2	6	82	41	20	230	23	4
19	19	2	2	84	21	10	232	29	5
20		2		85	17	8	235	47	8
21	21	1	19	86	43	20	240	18	3
22	33	1	27	88	33	15	245	49	8
23	23	1	17	90	27	12	248	31	5
24	39	1	26	92	23	10	260	39	6
25	20	1	12	94	47	20	264	33	5
26	39	1	21	95	19	8	270	27	4
27	27	1	13	98	49	20	280	49	7
28	49	1	21	100	20	8	290	29	4
29	29	1	11	104	39	15	296	37	5
30	39	1	13	105	21	8	300	15	2
31	31	1	9	108	27	10	310	31	4
32	20	1	5	110	33	12	312	39	5
33	33	1	7	115	23	8	320	16	2
34	17	1	3	116	29	10	328	41	5
35	49	1	7	120	39	13	330	33	4
36	27	1	3	124	31	10	340	17	2
37	37	1	3	128	16	5	344	43	5
38	19	1	1	130	39	12	360	18	2
39	39	1	1	132	33	10	370	37	4
40		1		135	27	8	376	47	5
41	41		40	136	17	5	380	19	2
42	21		20	140	49	14	390	39	4
43	43		40	144	18	5	392	49	5
44	33		30	145	29	8	400	20	2
45	27		24	148	37	10	410	41	4
46	23		20	150	15	4	420	21	2
47	47		40	152	19	5	430	43	4
48	18		15	155	31	8	440	33	3
49	49		40	156	39	10	460	23	2
50	20		16	160	20	5	470	47	4
52	39		30	164	41	10	490	49	4
54	27		20	165	33	8			

جدول چرخ‌دنده‌های تعویضی موردنیاز فرزکاری در شیارها و چرخ‌دنده‌های ماربیچی

نسبت دستگاه تقسیم غیرمستقیم ۴۰:۱ می‌باشد.



نسبت دستگاه تقسیم 40 : 1

چرخ‌دنده‌های تعویضی موجود 24, 24, 28, 32, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 86, 100.

جهت گردش دسته و بیج

با دو واسطه راست گرد

با یک واسطه چپ گرد

چرخ دنده‌های تعویضی				گام ماربیچ					چرخ دنده‌های تعویضی				گام ماربیچ				
				میلی‌متری			اینچی						میلی‌متری			اینچی	
Z1	Z2	Z3	Z4	5 mm	6 mm	6 mm	0,35 mm	5,08 mm	Z1	Z2	Z3	Z4	5 mm	6 mm	6 mm	0,35 mm	5,08 mm
64	40	100	44	55	66	88	2,750	2,200	86	24	100	24	13,4	16,1	21,4	0,670	0,536
24	24	100	28	56	67,2	89,6	2,800	2,240	86	24	100	28	15,6	18,7	25	0,781	0,624
64	28	86	56	57	68,4	91,2	2,849	2,279	72	24	100	24	16	19,2	25,6	0,800	0,640
44	32	100	40	58,2	69,8	93,1	2,909	2,327	86	24	100	32	17,9	21,4	28,6	0,893	0,714
44	28	86	40	59,2	71	94,7	2,960	2,368	72	24	86	24	18,6	22,3	29,8	0,930	0,744
40	24	56	28	60	72	96	3	2,400	64	24	100	28	21	25,2	33,6	1,050	0,840
44	28	100	48	61,1	73,3	97,8	3,055	2,444	86	24	100	40	22,3	26,8	35,7	1,116	0,892
72	40	86	48	62	74,4	99,2	3,101	2,480	48	24	100	24	24	28,8	38,4	1,200	0,960
100	28	64	72	63	75,6	100,8	3,150	2,520	64	24	72	24	25	30	40	1,250	1
100	28	56	64	64	76,8	102,4	3,200	2,560	86	28	100	40	26	31,2	41,7	1,302	1,041
24	24	86	28	65,1	78,1	104,2	3,256	2,604	56	24	100	32	27,4	32,9	43,9	1,371	1,096
64	44	100	48	66	79,2	105,6	3,300	2,640	48	24	100	28	28	33,6	44,8	1,400	1,120
86	40	100	72	67	80,4	107,2	3,349	2,679	64	24	72	28	29,2	35	46,7	1,458	1,166
64	28	72	56	68,1	81,7	108,9	3,403	2,722	64	24	100	40	30	36	48	1,500	1,200
48	24	64	44	68,8	82,5	110	3,438	2,750	72	24	86	40	31	37,2	49,6	1,550	1,240
64	40	100	56	70	84	112	3,500	2,800	48	24	100	32	32	38,4	51,2	1,600	1,280
44	56	86	24	71	85,2	113,7	3,552	2,841	64	24	100	44	33	39,6	52,8	1,650	1,320
48	72	100	24	72	86,4	115,2	3,600	2,880	72	24	86	44	34,1	40,9	54,6	1,706	1,364
56	64	100	32	73,1	87,8	117	3,657	2,925	64	28	100	40	35	42	56	1,750	1,400
48	32	72	40	74,1	88,9	118,5	3,704	2,963	64	24	100	48	36	43,2	57,6	1,800	1,440
32	24	48	24	75	90	120	3,750	3	56	28	86	32	37,2	44,6	59,5	1,860	1,488
48	56	86	28	76	91,2	121,6	3,799	3,039	56	24	72	32	38,1	45,7	61	1,905	1,524
64	44	100	56	77	92,4	123,2	3,850	3,080	40	24	86	28	39,1	46,9	62,5	1,954	1,563
72	44	100	64	78,2	93,9	125,2	3,911	3,128	40	24	72	24	40	48	64	2	1,600
44	28	64	40	79,5	95,4	127,3	3,977	3,181	28	24	100	24	41,1	49,4	65,8	2,057	1,645
40	24	48	32	80	96	128	4	3,200	64	24	100	56	42	50,4	67,2	2,100	1,680
44	64	86	24	81,2	97,4	129,9	4,060	3,248	72	24	86	56	43,4	52,1	69,5	2,171	1,736
24	48	100	24	82,3	98,7	131,6	4,114	3,291	48	24	100	44	44	52,8	70,4	2,200	1,760
44	56	86	28	82,9	99,5	132,6	4,144	3,315	40	24	64	24	45	54	72	2,250	1,800
64	48	100	56	84	100,8	134,4	4,200	3,360	64	32	86	40	46,5	55,8	74,4	2,326	1,860
56	64	86	32	85,1	102,1	136,1	4,253	3,402	44	28	86	32	47,4	56,8	75,8	2,368	1,894
56	86	100	28	86	103,2	137,6	4,300	3,440	56	28	100	48	48	57,6	76,8	2,400	1,920
64	100	86	24	87,2	104,7	139,6	4,361	3,488	64	28	100	56	49	58,8	78,4	2,450	1,960
24	24	100	44	88	105,6	140,8	4,400	3,520	48	24	56	28	50	60	80	2,500	2
40	48	86	32	89,3	107,2	142,9	4,466	3,572	64	32	86	44	51,2	61,4	81,9	2,558	2,046
64	72	100	40	90	108	144	4,500	3,600	40	28	86	32	52,1	62,5	83,4	2,605	2,084
72	44	86	64	91	109,2	145,5	4,548	3,638	56	32	86	40	53,2	63,8	85,1	2,658	2,126
24	40	86	24	93	111,6	148,8	4,651	3,720	64	24	100	72	54	64,8	86,4	2,700	2,160

ادامه جدول

گام پیچ هدایت					چرخ‌دنده‌های تعویضی			
برحسب اینچ		برحسب میلی‌متر						
5.08 mm	6.35 mm	4 mm	5 mm	6 mm	Z4	Z3	Z2	Z1
6,201	7,752	248,1	155	186	32	86	100	48
6,252	7,815	250,1	156,3	187,6	48	86	56	40
6,336	7,920	253,4	158,4	190,1	44	100	72	40
6,400	8	256	160	192	40	100	64	32
6,481	8,102	259,3	162	194,4	28	72	100	48
6,569	8,212	262,6	164,2	197,1	44	72	86	54
6,600	8,250	264	165	198	24	40	44	32
6,649	8,312	266	166,2	199,5	56	64	64	44
6,720	8,400	268,8	168	201,6	24	100	72	24
6,804	8,506	272,2	170,1	204,1	32	86	64	28
6,880	8,600	275,2	172	206,4	24	100	86	24
6,976	8,721	279,1	174,4	209,3	24	86	100	32
7	8,750	280	175	210	24	32	28	24
7,040	8,800	281,6	176	211,2	24	100	48	24
7,127	8,909	285,1	178,2	213,8	28	44	56	40
7,200	9	288	180	216	24	40	48	32
7,292	9,115	291,7	182,3	218,8	28	64	100	48
7,368	9,210	294,7	184,2	221	44	86	72	40
7,408	9,260	296,3	185,2	222,2	32	72	100	48
7,441	9,302	297,7	186	223,2	40	86	88	24
7,524	9,406	301	188,1	225,7	28	64	100	40
7,619	9,524	304,8	190,5	228,6	32	48	40	28
7,678	9,598	307,1	192	230,4	40	64	86	56
7,814	9,768	312,6	195,4	234,4	56	86	72	48
7,857	9,822	314,3	196,4	235,7	24	72	100	32
7,920	9,900	316,8	198	237,6	44	100	72	32
8	10	320	200	240	24	48	56	28
8,080	10,101	323,2	202	242,4	28	56	48	24
8,167	10,209	326,7	204,2	245	32	64	100	44
8,213	10,267	328,5	205,3	246,4	28	64	56	24
8,249	10,312	330	206,2	247,5	44	64	48	32
8,333	10,417	333,3	208,3	250	24	72	100	32
8,400	10,500	336	210	252	24	40	56	32
8,464	10,606	339,4	212,1	254,5	40	48	56	44
8,571	10,714	342,8	214,3	257,1	40	56	48	32
8,600	10,750	344	215	258	24	48	86	40
8,640	10,800	345,6	216	259,2	48	100	72	32
8,730	10,913	349,2	218,3	261,9	44	100	48	56
8,800	11	352	220	264	28	56	64	24
8,888	11,111	355,6	222,2	266,7	32	86	72	40
8,960	11,200	358,4	224	268,8	24	64	72	40
9	11,250	360	225	270	28	72	56	32
9,050	11,313	362	226,3	271,5	24	72	64	44
9,120	11,401	364,8	228	273,6	24	48	86	44
9,216	11,520	368,7	230,4	276,5	64	100	72	40
9,303	11,629	372,1	232,8	279,1	24	86	100	24
9,376	11,721	375,1	234,4	281,3	56	88	72	40
9,405	11,757	376,2	235,1	282,2	28	64	86	32
9,460	11,825	378,4	236,5	283,8	44	100	86	32
9,524	11,905	381	238,1	285,7	24	72	100	28
9,600	12	384	240	288	24	40	48	24
9,696	12,121	387,9	242,4	290,9	32	44	40	24
9,777	12,222	391,1	244,4	293,3	32	48	44	24
9,800	12,250	392	245	294	28	40	56	32
9,854	12,318	394,2	246,4	295,6	44	64	86	48
9,922	12,403	396,9	248,1	297,7	40	86	64	24
10	12,500	400	250	300	24	32	40	24

گام پیچ هدایت					چرخ‌دنده‌های تعویضی			
برحسب اینچ		برحسب میلی‌متر						
5.08 mm	6.35 mm	9 mm	6 mm	5 mm	Z4	Z3	Z2	Z1
3,771	4,714	150,8	113,1	94,3	24	56	44	40
3,809	4,762	152,4	114,3	95,2	24	72	40	28
3,840	4,800	153,6	115,2	96	24	100	48	24
3,879	4,849	155,2	116,4	97	48	72	32	44
3,920	4,900	156,8	117,6	98	28	100	56	32
3,960	4,950	158,4	118,8	99	28	72	56	44
4	5	160	120	100	28	56	24	24
4,084	5,105	163,4	122,5	102,1	56	64	28	48
4,124	5,156	165	123,8	103,1	24	64	44	32
4,168	5,210	166,7	125	104,2	28	86	64	40
4,200	5,250	168	126	105	28	40	24	32
4,242	5,303	169,7	127,3	106,1	40	48	28	44
4,278	5,348	171,1	128,4	107	28	72	44	32
4,320	5,400	172,8	129,6	108	24	100	72	32
4,364	5,455	174,6	130,9	109,1	28	56	48	44
4,400	5,500	176	132	110	24	48	44	40
4,444	5,556	177,8	133,3	111,1	24	72	40	24
4,480	5,600	179,2	134,4	112	24	100	56	24
4,525	5,657	181	135,8	113,1	32	72	56	44
4,558	5,698	182,3	136,8	114	28	86	56	32
4,606	5,760	184,3	138,2	115,2	32	100	72	40
4,654	5,818	186,2	139,6	116,4	40	100	64	44
4,678	5,848	187,1	140,4	117	32	88	44	28
4,729	5,912	189,2	141,9	118,2	44	100	86	64
4,761	5,952	190,5	142,8	119	24	72	100	56
4,800	6	192	144	120	28	56	48	40
4,848	6,061	194	145,5	121,2	32	48	40	44
4,889	6,112	195,6	146,7	122,2	44	72	24	24
4,928	6,160	197,1	147,8	123,2	44	100	56	40
4,961	6,202	198,5	148,8	124	32	88	40	24
5	6,250	200	150	125	40	64	24	24
5,040	6,300	201,6	151,2	126	28	100	72	32
5,091	6,364	203,6	152,7	127,3	24	48	56	44
5,120	6,400	204,8	153,6	128	24	100	64	24
5,160	6,450	206,4	154,8	129	48	100	86	64
5,209	6,512	208,4	156,3	130,2	24	86	56	24
5,238	6,548	209,5	157,2	131	40	56	44	48
5,280	6,600	211,2	158,4	132	44	100	48	32
5,333	6,667	213,3	160	133,3	28	56	64	48
5,358	6,698	214,3	160,8	134	32	86	72	40
5,400	6,750	216	162	135	24	64	72	40
5,444	6,806	217,8	163,3	136,1	28	72	56	32
5,485	6,857	219,4	164,6	137,1	24	40	32	28
5,555	6,944	222,2	166,7	138,9	24	72	100	48
5,600	7	224	168	140	24	40	28	24
5,656	7,071	226,3	169,7	141,4	40	72	56	44
5,688	7,111	227,6	170,7	142,2	32	72	64	40
5,727	7,159	229,1	171,8	143,2	28	64	72	44
5,760	7,200	230,4	172,8	144	24	100	72	24
5,814	7,268	232,6	174,4	145,4	40	86	100	64
5,848	7,310	233,9	175,4	146,2	40	86	44	28
5,897	7,372	235,9	176,9	147,4	24	100	86	28
5,920	7,400	236,8	177,6	148	28	88	100	44
5,972	7,465	238,9	179,2	149,3	40	72	86	64
6	7,500	240	180	150	24	64	48	24
6,080	7,601	243,2	182,4	152	28	72	86	44
6,160	7,700	246,4	184,8	154	44	100	56	32

ادامه جدول

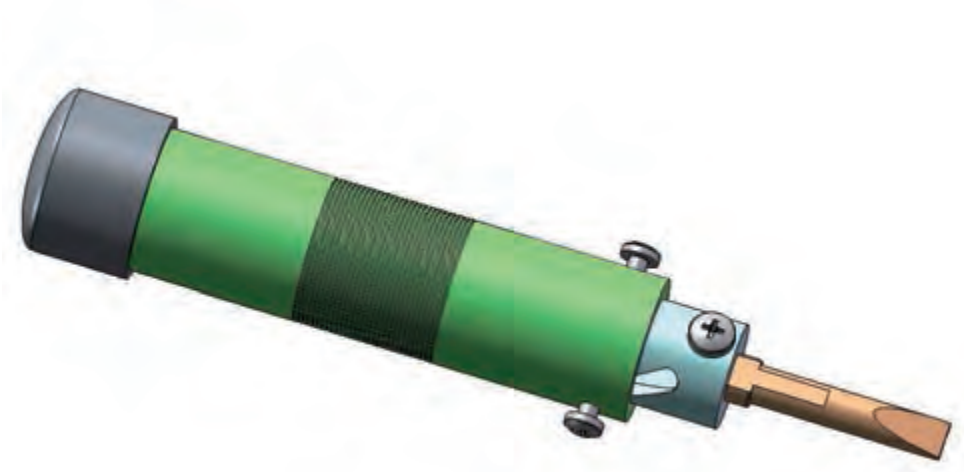
تعداد دندانه	ضخامت سرانگشتی	تعداد سوراخ	سوراخ دندانه X1	سوراخ دندانه X2	سوراخ دندانه X3	سوراخ دندانه X4	واسطه یک	واسطه دو
222	18	3	72			24	44	
223	43	8	64	24	48	86		24
224	18	3	64			24	44	
225	27	5	40			24	24	44
226	18	3	56			24	44	
227	49	8	72	28	64	56		
228	18	3	48			24	44	
229	18	3	44			24	48	
231	18	3	48			32	44	
233	18	3	56			48	44	
234	18	3	24			24	56	
236	18	3	32			48	44	
237	18	3	24			48	44	
238	18	3	24			72	44	
239	18	3	32	64	24	72		
241	18	3	32	64	24	72		24
242	18	3	24			72	24	44
243	18	3	32			64	24	44
244	18	3	32			48	24	44
246	18	3	24			24	28	44
247	18	3	56			48	24	44
249	18	3	48			32	24	44
250	18	3	40			24	24	44
251	18	3	64	32	44	48		24
252	18	3	48			24	24	44
253	33	5	40			24	56	
254	18	3	56			24	24	44
255	18	3	64	24	40	48		24
256	18	3	72			24	24	44
257	49	8	72	28	48	56		24
258	43	7	72			32	24	44
259	21	3	64			24	44	
261	29	4	64	24	64	48		
262	20	3	28			40	44	
263	49	8	72	28	64	56		24
265	21	3	72	24	40	56		
266	21	3	64			32	44	
267	27	4	32			72	44	
268	21	3	48			28	44	
269	20	3	28	40	32	64		24
271	21	3	72	24	24	56		
272	21	3	64			56	42	
273	21	3	24			24	56	
274	21	3	48			56	44	
275	21	3	40			56	44	
276	21	3	32			56	44	
277	21	3	24			56	44	
278	21	3	24	48	32	56		
279	27	4	32			24	24	44
281	21	3	24	56	24	72		24
282	43	6	56	24	24	86		
283	21	3	24			56	24	44
284	21	3	32			56	24	44
285	21	3	40			56	24	44
286	21	3	48			56	24	44
287	21	3	24			24	28	44
288	21	3	32			28	24	44
289	21	3	72	24	24	56		24
291	15	2	48			40	44	
292	21	3	48			28	24	44
293	15	2	56	40	32	48		
294	21	3	48			24	24	44
295	15	2	32			48	44	
297	33	4	56	24	48	28		
298	21	3	72			28	24	44
299	23	3	24			24	56	
301	34	6	48			24	24	44
302	16	2	72			32	24	
303	15	2	48	40	24	72		24
304	16	2	48			24	44	
305	15	2	32			48	24	44
306	15	2	32			40	24	44
307	15	2	56	40	48	72		24
308	16	2	48			32	44	
309	15	2	48			40	24	44
311	16	2	72	24	24	64		
313	16	2	28			32	56	
314	16	2	24			32	56	
315	16	2	40			64	24	
316	16	2	32			64	44	
317	16	2	24			64	44	
318	16	2	24	48	28	56		
319	29	4	72	24	64	48		24
321	16	2	24	64	24	72		24
322	23	3	64			32	24	44
323	16	2	24			64	24	44
324	16	2	32			64	24	44
325	16	2	40			64	24	44
326	16	2	24			32	24	44
327	16	2	28			32	24	44
329	16	2	72	24	24	64		28
331	16	2	48	24	44	64		24
332	16	2	48			32	24	44
333	18	2	72			24	44	
334	16	2	56			32	24	44
335	33	4	40	44	48	72		24
336	16	2	64			32	24	44
337	43	5	56	32	40	86		
338	16	2	72			32	24	44
339	18	2	56			24	44	
341	43	5	40	32	24	86		
342	18	2	64			32	44	
343	15	2	86	24	64	40		24
345	18	2	40			24	56	
346	18	2	64	32	56	72		
347	43	5	40	32	24	86		24
348	18	2	32			24	56	
349	18	2	48	24	44	72		
350	18	2	64	32	40	72		
351	18	2	24			24	56	
352	18	2	64	24	24	72		
353	18	2	56	24	24	72		
354	18	2	48			72	24	
355	18	2	40			72	24	
356	18	2	32			72	24	
357	18	2	24			72	44	
358	18	2	24	48	32	72		
359	43	5	100	32	48	86		24
361	19	2	64			32	44	
362	18	2	32	56	28	72		24
363	18	2	24			72	24	44
364	18	2	32			72	24	44
365	20	2	56	24	48	32		
366	18	2	32			48	24	44
367	18	2	56			72	24	24
368	18	2	64	24	24	72		28
369	41	4	64	28	56	32		
371	21	2	64	24	56	32		
372	18	2	64			48	24	44
373	20	2	72	32	48	40		
374	18	2	56	32	64	72		24
375	18	2	40			24	24	44
377	29	3	24			24	56	
378	18	2	64			32	24	44
379	20	2	72	40	56	48		
381	18	2	56			24	24	44
382	20	2	72			40	24	
383	20	2	68			40	44	
384	20	2	64			40	44	
385	20	2	48			32	44	
386	20	2	56			40	44	
387	43	4	64	28	56	32		
388	20	2	48			40	44	
389	20	2	44			40	56	
391	20	2	72	40	24	48		
393	20	2	28			40	44	
394	20	2	24			40	56	
395	20	2	32			64	44	
396	20	2	32	40	28	56		
397	20	2	32	40	24	64		
398	20	2	32	64	40	100		
399	21	2	64			32	44	
401	21	2	76	24	32	56		

ادامه جدول

گام پیچ هدایت					چرخ‌دنده‌های تعویضی			
برحسب میلی‌متر			برحسب اینچ					
5 mm	6 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm	Z1	Z2	Z3	Z4
498,6	598,3	797,8	24,930	19,944	28	64	44	48
500	600	800	25	20	24	72	48	40
502,8	603,4	804,5	25,140	20,112	28	64	40	44
510,2	612,2	816,3	25,510	20,408	28	100	56	40
512	614,4	819,2	25,600	20,480	28	86	48	40
514,2	617	822,7	25,710	20,568	24	72	56	48
516	619,2	825,6	25,800	20,640	24	86	100	72
520,8	625	833,3	26,040	20,832	32	100	48	40
525	630	840	26,250	21	32	72	48	56
526,6	631,9	842,6	26,330	21,064	28	86	56	48
530,4	636,5	848,6	26,520	21,216	44	100	48	56
535,8	643	857,3	26,790	21,432	48	100	56	72
540	648	864	27	21,600	32	72	40	48
542,6	651,1	868,2	27,130	21,704	24	100	86	56
544,4	653,3	871	27,220	21,776	24	56	24	28
545,4	654,5	872,6	27,270	21,816	40	100	44	48
546	655,2	873,6	27,300	21,840	28	86	72	64
548,6	658,3	877,8	27,430	21,944	28	64	40	48
550	660	880	27,500	22	32	56	28	44
552,8	663,4	884,5	27,640	22,112	40	86	56	72
555,6	666,7	889	27,780	22,224	32	100	72	64
558,4	670,1	893,4	27,920	22,336	28	86	44	40
560	672	896	28	22,400	64	100	48	88
562,6	675,1	900,2	28,130	22,504	40	100	64	72
565,8	679	905,3	28,290	22,632	28	72	40	44
568,2	681,8	909,1	28,410	22,728	32	100	44	40
581,8	698,2	930,9	29,090	23,272	24	64	44	48
584,4	701,3	935	29,220	23,376	56	100	44	72
586,4	703,7	938,2	29,320	23,456	48	86	44	72
587,8	705,4	940,5	29,390	23,512	28	72	56	64
591,2	709,4	945,9	29,560	23,648	32	86	40	44
595,2	714,2	952,3	29,760	23,808	28	100	48	40
598	717,6	956,8	29,900	23,920	28	100	86	72
600	720	960	30	24	28	56	32	48
604,8	725,5	967,4	30,230	24,184	32	86	64	72
606	727,2	969,6	30,300	24,240	48	100	44	64
610,8	733	977,3	30,540	24,432	44	100	64	86
612,2	734,6	979,5	30,610	24,488	28	100	56	48
614,2	737	982,7	30,710	24,568	24	86	56	48
620,2	744,2	992,3	31,010	24,808	24	100	86	64
622,2	746,6	995,5	31,110	24,888	24	64	48	56
625	750	1000	31,250	25	28	100	64	56
628,6	754,3	1005,8	31,430	25,144	28	64	32	44
630	756	1008	31,500	25,200	32	72	40	56
635	762	1016	31,750	25,400	72	100	28	64
636,4	763,7	1018,2	31,820	25,456	44	100	40	56
640	768	1024	32	25,600	28	64	40	56
641,8	770,2	1026,9	32,090	25,672	24	56	32	44
645	774	1032	32,250	25,800	48	86	40	72
648,2	777,8	1037,1	32,410	25,928	24	100	72	56
651,6	781,9	1042,6	32,580	26,064	24	86	44	40
654,6	785,5	1047,4	32,730	26,184	32	72	44	64
660	792	1056	33	26,400	24	72	40	44
666,6	799,9	1066,6	33,330	26,664	24	100	40	32
670,2	804,2	1072,3	33,510	26,808	28	86	44	48
675,8	811	1081,3	33,790	27,032	28	86	40	44
678,8	814,6	1086,1	33,940	27,152	24	64	44	56

گام پیچ هدایت					چرخ‌دنده‌های تعویضی			
برحسب میلی‌متر			برحسب اینچ					
5 mm	6 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm	Z1	Z2	Z3	Z4
684	820,8	1094,4	34,200	27,360	44	86	32	56
685,8	823	1097,3	34,290	27,432	48	72	28	64
691	829,2	1105,6	34,550	27,640	32	86	56	72
694,4	833,3	1111	34,720	27,776	24	100	48	40
698	837,6	1116,8	34,900	27,920	56	100	44	86
700	840	1120	35	28	24	72	48	56
702	842,4	1123,2	35,100	28,080	28	86	56	84
711,2	853,4	1137,9	35,560	28,448	24	64	24	32
714,2	857	1142,7	35,710	28,568	32	100	56	64
720	864	1152	36	28,800	32	72	40	64
727,2	872,6	1163,5	36,360	29,088	44	100	40	64
733,4	880,1	1173,4	36,670	29,336	24	48	24	44
737,2	884,6	1179,5	36,860	29,488	28	86	40	48
740,8	889	1185,3	37,040	29,632	24	100	72	64
746,6	895,9	1194,6	37,330	29,864	32	100	72	86
748	897,6	1196,8	37,400	29,920	28	72	44	64
750	900	1200	37,500	30	48	100	40	72
752,6	903,1	1204,2	37,630	30,104	32	86	40	56
757,6	909,1	1212,2	37,880	30,304	24	100	44	40
762	914,4	1219,2	38,100	30,480	24	64	28	40
764	916,8	1222,4	38,200	30,560	24	100	48	44
767,8	921,4	1228,5	38,390	30,712	40	100	56	86
771,4	925,7	1234,2	38,570	30,856	28	72	32	48
777,8	933,4	1244,5	38,890	31,112	24	56	24	40
779,2	935	1246,7	38,960	31,168	28	100	44	48
785,8	943	1257,3	39,290	31,432	28	100	40	44
788,4	946,1	1261,4	39,420	31,536	24	86	40	44
789,8	947,8	1263,7	39,490	31,592	28	86	56	72
795,4	954,5	1272,6	39,770	31,816	32	100	44	56
800	960	1280	40	32	24	72	48	64
803,6	964,3	1285,8	40,180	32,144	32	100	56	72
806,2	967,4	1289,9	40,310	32,248	32	86	48	72
816,4	979,7	1306,2	40,820	32,656	28	100	56	64
818,2	981,8	1309,1	40,910	32,728	40	100	44	72
822,8	987,4	1316,5	41,140	32,912	28	72	40	64
825	990	1320	41,250	33	24	72	32	44
833,4	1000,1	1333,4	41,670	33,336	32	100	48	64
836,2	1003,4	1337,9	41,810	33,448	24	86	48	56
838,2	1005,8	1341,1	41,910	33,528	24	64	28	44
840	1008	1344	42	33,600	24	72	40	56
844,6	1013,5	1351,4	42,230	33,784	28	86	32	44
855,6	1026,7	1369	42,780	34,224	24	56	24	44
860	1032	1376	43	34,400	32	86	40	64
872,8	1047,4	1396,5	43,640	34,912	24	72	44	64
875	1050	1400	43,750	35	32	100	40	56
879,6	1055,5	1407,4	43,980	35,184	32	86	44	72
888,8	1066,6	1422,1	44,440	35,552	24	64	24	40
892,8	1071,4	1428,5	44,640	35,712	28	100	32	40
895,8	1075	1433,3	44,790	35,832	40	100	48	86
900	1080	1440	45	36	28	72	32	56
909	1090,8	1454,4	45,450	36,360	32	100	44	64
912,2	1094,6	1459,5	45,610	36,488	24	86	44	56
918,4	1102,1	1469,4	45,920	36,736	28	100	56	72
921,4	1105,7	1474,2	46,070	36,856	28	86	48	72
933,4	1120,1	1493,4	46,670	37,336	24	64	32	56
937,6	1125,1	1500,2	46,880	37,504	32	100	48	72
943	1131,6	1508,8	47,150	37,720	24	72	28	44

پیچ گشتی چرخشی



جدول DIN ISO 2768					
اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 210 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

شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۱	۱۰	St۳۷	-------	-------	۱	-------
زمان:۱۰ساعت	هدف آموزشی: پیچ گشتی چرخشی				مقیاس:۱:۱	
درجه تولرانس: m					استاندارد:ISO	