

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 ۱۵ تایی باید با شماره ۱۵ انتخاب شود

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

- ۳- در صورتی که 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 جابجایی 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.

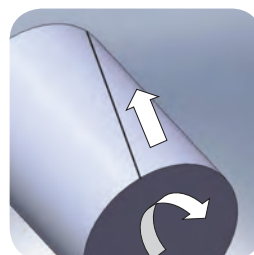
زمان آموزش		
عملی	نظری	
۱۶ ساعت	۲ ساعت و ۳۰ دقیقه	- توانایی تراشیدن شیارهای مارپیچ توسط ماشین فرز افقی و عمودی
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۲۰ ساعت		جمع

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

- ۱- به یک مته دقت کنید چه نوع شکاری بر روی آن قرار دارد؟
- ۲- هدف از ایجاد یک شیار بر روی مته چیست؟ 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؟

۱-۱-۱- 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.

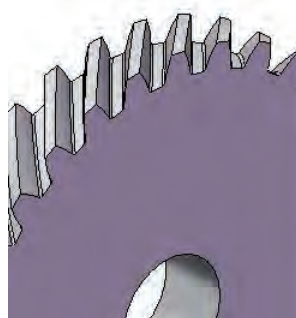


نحوه ایجاد یک مسیر مارپیچ

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



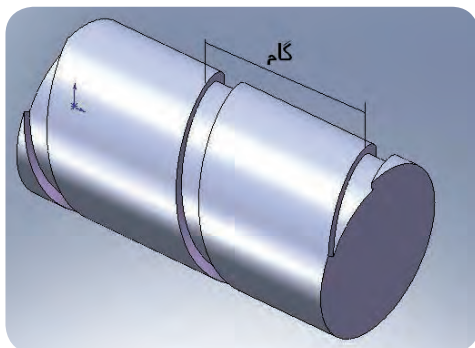
تصویر یک چرخ‌دنده مارپیچ

جهت ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از دستگاه فرز از تیغه فرزهای مختلفی می‌توان استفاده کرد یعنی با استفاده از انواع ابزارها می‌توان فرم شیار مارپیچ را ایجاد کرد. به غیر از نوع تیغه فرز همان‌طور که گفته شد یک مارپیچ از دو حرکت همزمان دورانی و خطی قطعه ایجاد می‌شود. بنابراین تامین این دو حرکت بطور همزمان از جمله مباحثی است که در این فصل به آن پرداخته می‌شود.

۲-۱۰- آشنایی با پارامترهای یک شیار مارپیچ

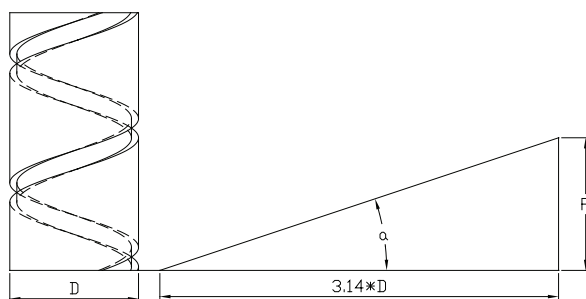
- گام مارپیچ:

همان‌طور که می‌دانید حرکت نقطه‌ای بر روی سطح استوانه به صورت چرخشی و خطی یک مارپیچ ایجاد می‌کند. فاصله دو نقطه از مارپیچ پس از یک دور چرخش حول استوانه را گام مارپیچ می‌گویند و با P یا (p_h) نشان می‌دهند.



معرفی گام در یک شیار مارپیچ

گام مارپیچ را با بیان ریاضی به شکل زیر می‌توان مطرح کرد. مثلی با قاعده محیط استوانه را در نظر گرفته به طوری که 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 است که به گام مارپیچ و قطر استوانه 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).

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

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

در این رابطه P_h گام مارپیچ و D قطر استوانه مارپیچ و α زاویه مارپیچ می‌باشد.

مثال:

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

$$\tan\alpha = \frac{20}{6 \times 3.14} = 0.1061$$

از جدول مثلثاتی مقدار α تقریباً برابر ۶ درجه خواهد شد.

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

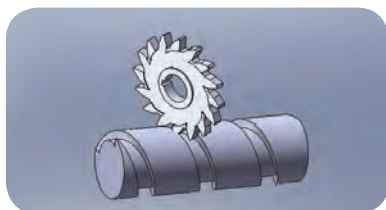
برای ایجاد شیار مارپیچ از هر دو ماشین فرز عمودی و انیورسال می‌توان استفاده کرد. همان‌طور که گفته شده تیغه فرز مورد استفاده نیز به شکل و فرم مقطع شیار مارپیچ بستگی دارد ولی معمولاً از تیغه فرزهای فرم سوراخ‌دار و تیغه فرزهای انگشتی با فرم‌های مختلف استفاده می‌گردد.

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 است 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 قرارگیری تیغه فرز نسبت به قطعه کار برای فرزکاری شیار مارپیچ

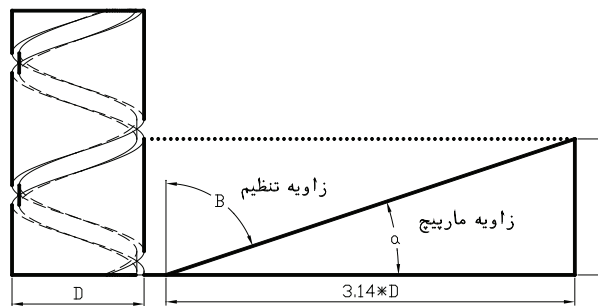
با توجه به اشکال بالا انحراف تیغه فرز در ماشین فرز انیورسال لازم می‌باشد در غیر این صورت سطح درگیر شدن تیغه با کار، از بغل تیغه خواهد بود و فرم شیار نیز به شکل خواسته شده ایجاد نخواهد شد. از آنجا که انحراف محور تیغه فرز که در این نوع ماشین امکان پذیر نیست، لذا با انحراف میز می‌توان این زاویه را تامین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

$$\cot \beta = \frac{d \cdot \pi}{p_h}$$

با توجه به رابطه فوق می‌توان گفت که زاویه انحراف تیغه فرز یا زاویه تنظیم

متمم زاویه مارپیچ می‌باشد. به عنوان مثال اگر زاویه مارپیچ α مساوی 20° درجه باشد مقدار β برابر 70° درجه خواهد بود. یعنی:

$$\beta + \alpha = 90^\circ$$

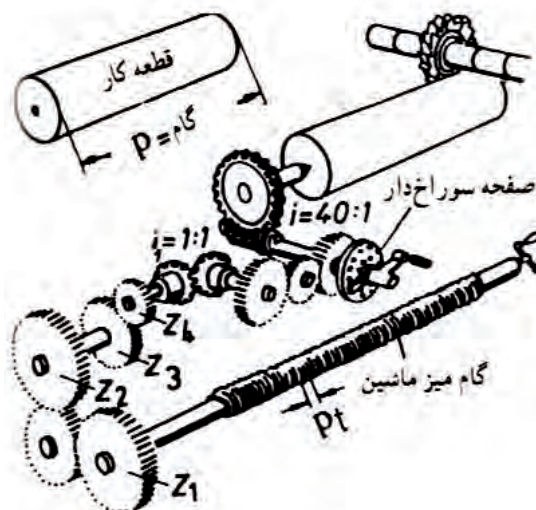


معرفی زاویه تنظیم در فرز کاری شیارهای مارپیچ

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

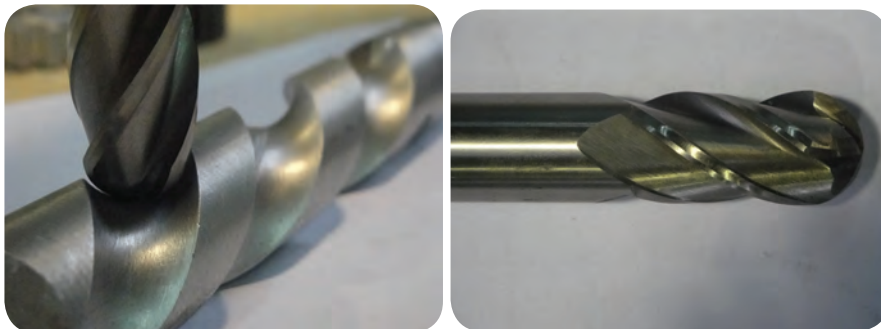
نکته بعد که در ایجاد شیار مارپیچ بایستی توضیح داده شود حرکت قطعه کار در دو جهت چرخشی و خطی می‌باشد. حرکت خطی قطعه کار توسط میز ماشین و توسط دست انجام می‌گیرد.

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.



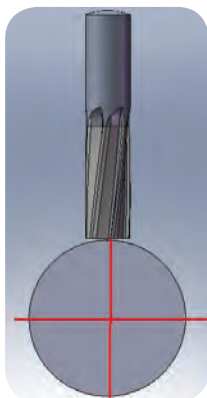
۲-۳-۱۰- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز عمودی:

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.



انحراف کله‌گی فرز عمودی

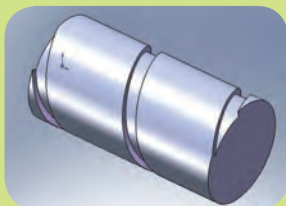


بستن تیغه فرز انگشتی
خاص برای ایجاد شیار در قطعه



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:

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{p_t \cdot i}{p_h}$$

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 (۴۰:۱)

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:

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$$

که در این حالت Z_1 روی محور میز و Z_2 روی محور اصلی دستگاه تقسیم نصب خواهد شد و Z_3 و Z_4 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 شرایطی که از چرخ‌دنده‌های تعویضی مرکب استفاده می‌کنیم شرط زیر را که قبلاً هم اشاره شده مد نظر داشته باشیم:

$$Z_1 + Z_2 > 15 + Z_3$$

$$Z_3 + Z_4 > 15 + Z_5$$

یاد آوری:

معمولاً به همراه دستگاه تقسیم یک سری چرخ‌دنده تعویضی استاندارد شده وجود دارد که عبارتند از:

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



چرخ‌دنده‌های تعویضی برای ایجاد حالت مرکب یا ساده

مثال: برای ایجاد شیار مارپیچ بر روی استوانه‌ای به قطر ۸۰ میلی‌متر و به گام ۳۰۰ mm بر روی ماشین فرز انیورسال که گام میله پیچ آن ۵ میلی‌متر است و نسبت دستگاه تقسیم ۱:۴۰ زاویه تنظیم و نسبت چرخ‌دنده‌های تعویضی را به دست آورید.

زاویه قابل تنظیم:

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

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

$$\beta = 51^\circ$$

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{(pt \times i)}{ph} = \frac{(5 \times 4)}{300} \quad \cot \beta = 1 / 25 \rightarrow$$

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{2}{3}$$

$$m_n = \cos$$

پس از ساده کردن نسبت فوق و یا با استفاده از جداول آورده شده نسبت فوق

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{2}{3} \times \frac{12}{12} = \frac{24}{36}$$

به صورت زیر درخواهد آمد:

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

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{6 \times 4}{6 \times 4} = \frac{6}{6} \times \frac{4}{6} \times \frac{2}{2} = \frac{6}{6} \times \frac{8}{12} = \frac{6}{12} \times \frac{4}{4} \times \frac{8}{4} \times \frac{4}{4}$$

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

بنابراین

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{12 \times 32}{48 \times 24} = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_3 \times Z_4}$$

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{(Z_1 \times Z_2)}{(Z_3 \times Z_4)}$$

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{(32 \times 24)}{(24 \times 48)}$$

اعداد بدست آمده برای Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 مطابق جدول داده می‌باشند.

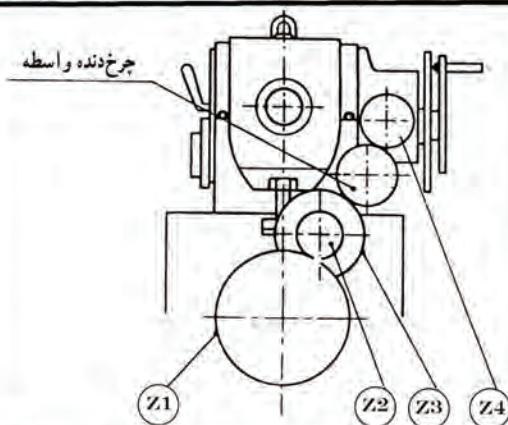
جداول زیر جهت تسهیل در بدست آوردن تعداد چرخ‌دنده‌های تعویضی آمده است. در جدول صفحه ۹۵ مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم و صفحه سوراخ‌دار مورد نظر آورده شده است. در جدول صفحه ۹۶ دومی چرخ‌دنده‌های تعویضی بر اساس گام شیار مارپیچ و گام میله هادی دستگاه آورده شده است.

جدول تعداد دور دسته تقسیم و صفحه سوراخ‌دار در حالتی که

نسبت دستگاه تقسیم غیر مستقیم ۴۰:۱ 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	26	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 مارپیچی
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 پیچ
با دو واسطه راست گرد
با یک واسطه چپ گرد

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

ادامه جدول

گام بیج هدایت					جرخ‌دنده‌های تعویضی				گام بیج هدایت					جرخ‌دنده‌های تعویضی			
بر حسب میلی‌متر			بر حسب اینچ		Z1	Z2	Z3	Z4	بر حسب میلی‌متر			بر حسب اینچ		Z1	Z2	Z3	Z4
5 mm	6 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm					5 mm	6 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm				
94,3	113,1	150,8	4,714	3,771	40	44	56	24	155	186	248,1	7,752	6,201	48	100	86	32
95,2	114,3	152,4	4,762	3,809	28	40	72	24	156,3	187,6	250,1	7,815	6,252	40	56	86	48
96	115,2	153,6	4,800	3,840	24	48	100	24	158,4	190,1	253,4	7,920	6,336	40	72	100	44
97	116,4	155,2	4,849	3,879	44	32	72	48	160	192	256	8	6,400	32	64	100	40
98	117,6	156,8	4,900	3,920	32	56	100	28	162	194,4	259,3	8,102	6,481	48	100	72	28
99	118,8	158,4	4,950	3,960	44	56	72	28	164,2	197,1	262,6	8,212	6,569	64	86	72	44
100	120	160	5	4	24	24	56	28	165	198	264	8,250	6,600	32	44	40	24
102,1	122,5	163,4	5,105	4,084	48	28	64	56	166,2	199,5	266	8,312	6,649	44	64	56	32
103,1	123,8	165	5,156	4,124	32	44	64	24	168	201,6	268,8	8,400	6,720	24	72	100	28
104,2	125	166,7	5,210	4,168	40	64	86	28	170,1	204,1	272,2	8,506	6,804	28	64	86	32
105	126	168	5,250	4,200	32	24	40	28	172	206,4	275,2	8,600	6,880	24	86	100	24
106,1	127,3	169,7	5,303	4,242	44	28	48	40	174,4	209,3	279,1	8,721	6,976	32	100	86	24
107	128,4	171,1	5,348	4,278	32	44	72	28	175	210	280	8,750	7	24	28	32	24
108	129,6	172,8	5,400	4,320	32	72	100	24	176	211,2	281,6	8,800	7,040	24	48	100	44
109,1	130,9	174,6	5,455	4,364	44	48	56	28	178,2	213,8	285,1	8,909	7,127	40	56	44	28
110	132	176	5,500	4,400	40	44	48	24	180	216	288	9	7,200	32	48	40	24
111,1	133,3	177,8	5,556	4,444	24	40	72	24	182,3	218,8	291,7	9,115	7,292	48	100	64	28
112	134,4	179,2	5,600	4,480	24	56	100	24	184,2	221	294,7	9,210	7,368	40	72	86	44
113,1	135,8	181	5,657	4,525	44	56	72	32	185,2	222,2	296,3	9,260	7,408	48	100	72	32
114	136,8	182,3	5,698	4,558	32	56	86	28	186	223,2	297,7	9,302	7,441	24	48	86	40
115,2	138,2	184,3	5,760	4,608	40	72	100	32	188,1	225,7	301	9,406	7,524	40	86	64	28
116,4	139,6	186,2	5,818	4,654	44	64	100	40	190,5	228,6	304,8	9,524	7,619	28	40	48	32
117	140,4	187,1	5,848	4,678	28	44	86	32	192	230,4	307,1	9,598	7,678	56	86	64	40
118,2	141,9	189,2	5,912	4,729	64	86	100	44	195,4	234,4	312,6	9,768	7,814	48	72	86	56
119	142,8	190,5	5,952	4,761	56	100	72	24	196,4	235,7	314,3	9,822	7,857	32	44	56	40
120	144	192	6	4,800	40	48	56	28	198	237,6	316,8	9,900	7,920	32	72	100	44
121,2	145,5	194	6,061	4,848	44	40	48	32	200	240	320	10	8	28	56	48	24
122,2	146,7	195,6	6,112	4,889	24	24	72	44	202	242,4	323,2	10,101	8,080	44	100	72	32
123,2	147,8	197,1	6,160	4,928	40	56	100	44	204,2	245	326,7	10,209	8,167	24	56	64	28
124	148,8	198,5	6,202	4,961	24	40	86	32	205,3	246,4	328,5	10,267	8,213	24	56	100	44
125	150	200	6,250	5	24	24	64	40	206,2	247,5	330	10,312	8,249	32	48	64	44
126	151,2	201,6	6,300	5,040	32	72	100	28	208,3	250	333,3	10,417	8,333	32	100	72	24
127,3	152,7	203,6	6,364	5,091	44	56	48	24	210	252	336	10,500	8,400	32	56	40	24
128	153,6	204,8	6,400	5,120	24	64	100	24	212,1	254,5	339,4	10,606	8,484	44	56	48	40
129	154,8	206,4	6,450	5,160	64	86	100	48	214,3	257,1	342,8	10,714	8,571	32	48	56	40
130,2	156,3	208,4	6,512	5,209	24	56	86	24	215	258	344	10,750	8,600	40	86	48	24
131	157,2	209,5	6,548	5,238	48	44	56	40	216	259,2	345,6	10,800	8,640	32	72	100	48
132	158,4	211,2	6,600	5,280	32	48	100	44	218,3	261,9	349,2	10,913	8,730	56	100	72	44
133,3	160	213,3	6,667	5,333	48	64	56	28	220	264	352	11	8,800	24	44	40	24
134	160,8	214,3	6,698	5,358	40	72	86	32	222,2	266,7	355,6	11,111	8,888	24	40	48	32
135	162	216	6,750	5,400	40	72	64	24	224	268,8	358,4	11,200	8,960	24	56	100	48
136,1	163,3	217,8	6,806	5,444	32	56	72	28	225	270	360	11,250	9	24	72	64	24
137,1	164,6	219,4	6,857	5,485	28	32	40	24	226,3	271,5	362	11,313	9,050	44	64	72	56
138,9	166,7	222,2	6,944	5,555	48	100	72	24	228	273,6	364,8	11,401	9,120	44	86	48	28
140	168	224	7	5,600	24	28	40	24	230,4	276,5	368,7	11,520	9,216	40	72	100	64
141,4	169,7	226,3	7,071	5,656	44	56	72	40	232,6	279,1	372,1	11,629	9,303	24	100	86	24
142,2	170,7	227,6	7,111	5,688	40	64	72	32	234,4	281,3	375,1	11,721	9,376	40	72	86	56
143,2	171,8	229,1	7,159	5,727	44	72	64	28	235,1	282,2	376,2	11,757	9,405	32	86	64	28
144	172,8	230,4	7,200	5,760	24	72	100	24	236,5	283,8	378,4	11,825	9,460	32	86	100	44
145,4	174,4	232,6	7,268	5,814	64	100	86	40	238,1	285,7	381	11,905	9,524	28	100	72	24
146,2	175,4	233,9	7,310	5,848	28	44	86	40	240	288	384	12	9,600	24	48	40	24
147,4	176,9	235,9	7,372	5,897	28	86	100	24	242,4	290,9	387,9	12,121	9,696	24	40	44	32
148	177,6	236,8	7,400	5,920	44	100	86	28	244,4	293,3	391,1	12,222	9,777	24	44	48	32
149,3	179,2	238,9	7,465	5,972	64	86	72	40	245	294	392	12,250	9,800	32	56	40	28
150	180	240	7,500	6	24	48	64	24	246,4	295,6	394,2	12,318	9,854	48	86	64	44
152	182,4	243,2	7,601	6,080	44	86	72	28	248,1	297,7	396,9	12,403	9,922	24	64	86	40
154	184,8	246,4	7,700	6,160	32	56	100	44	250	300	400	12,500	10	24	40	32	24

ادامه جدول

گام بیج هدایت					جرخ دنده‌های تعویضی				گام بیج هدایت					جرخ دنده‌های تعویضی			
بر حسب میلی‌متر			بر حسب اینچ		%1	%2	%3	%4	بر حسب میلی‌متر			بر حسب اینچ		%1	%2	%3	%4
5 mm	8 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm					5 mm	8 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm				
498,6	598,3	797,8	24,930	19,944	28	64	44	48	684	820,8	1094,4	34,200	27,360	44	86	32	56
500	600	800	25	20	24	72	48	40	685,8	823	1097,3	34,290	27,432	48	72	28	64
502,8	603,4	804,5	25,140	20,112	28	64	40	44	691	829,2	1105,6	34,550	27,640	32	86	56	72
510,2	612,2	816,3	25,510	20,408	28	100	56	40	694,4	833,3	1111	34,720	27,776	24	100	48	40
512	614,4	819,2	25,600	20,480	28	86	48	40	698	837,6	1116,8	34,900	27,920	56	100	44	86
514,2	617	822,7	25,710	20,568	24	72	56	48	700	840	1120	35	28	24	72	48	56
516	619,2	825,6	25,800	20,640	24	86	100	72	702	842,4	1123,2	35,100	28,080	28	86	56	64
520,8	625	833,3	26,040	20,832	32	100	48	40	711,2	853,4	1137,9	35,560	28,448	24	64	24	32
525	630	840	26,250	21	32	72	48	56	714,2	857	1142,7	35,710	28,568	32	100	56	64
526,6	631,9	842,6	26,330	21,064	28	86	56	48	720	864	1152	36	28,800	32	72	40	64
530,4	636,5	848,6	26,520	21,216	44	100	48	56	727,2	872,6	1163,5	36,360	29,088	44	100	40	64
535,8	643	857,3	26,790	21,432	48	100	56	72	733,4	880,1	1173,4	36,670	29,336	24	48	24	44
540	648	864	27	21,600	32	72	40	48	737,2	884,6	1179,5	36,860	29,488	28	86	40	48
542,6	651,1	868,2	27,130	21,704	24	100	86	56	740,8	889	1185,3	37,040	29,632	24	100	72	64
544,4	653,3	871	27,220	21,776	24	56	24	28	746,6	895,9	1194,6	37,330	29,864	32	100	72	86
545,4	654,5	872,6	27,270	21,816	40	100	44	48	748	897,6	1196,8	37,400	29,920	28	72	44	64
546	655,2	873,6	27,300	21,840	28	86	72	64	750	900	1200	37,500	30	48	100	40	72
548,6	658,3	877,8	27,430	21,944	28	64	40	48	752,6	903,1	1204,2	37,630	30,104	32	86	40	56
550	660	880	27,500	22	32	56	28	44	757,6	909,1	1212,2	37,880	30,304	24	100	44	40
552,8	663,4	884,5	27,640	22,112	40	86	56	72	762	914,4	1219,2	38,100	30,480	24	64	28	40
555,6	666,7	889	27,780	22,224	32	100	72	64	764	916,8	1222,4	38,200	30,560	24	100	48	44
558,4	670,1	893,4	27,920	22,336	28	86	44	40	767,8	921,4	1228,5	38,390	30,712	40	100	56	86
560	672	896	28	22,400	64	100	48	86	771,4	925,7	1234,2	38,570	30,856	28	72	32	48
562,6	675,1	900,2	28,130	22,504	40	100	64	72	777,8	933,4	1244,5	38,890	31,112	24	56	24	40
565,8	679	905,3	28,290	22,632	28	72	40	44	779,2	935	1246,7	38,960	31,168	28	100	44	48
568,2	681,8	909,1	28,410	22,728	32	100	44	40	785,8	943	1257,3	39,290	31,432	28	100	40	44
581,8	698,2	930,9	29,090	23,272	24	64	44	48	788,4	946,1	1261,4	39,420	31,536	24	86	40	44
584,4	701,3	935	29,220	23,376	56	100	44	72	789,8	947,8	1263,7	39,490	31,592	28	86	56	72
586,4	703,7	938,2	29,320	23,456	48	86	44	72	795,4	954,5	1272,6	39,770	31,816	32	100	44	56
587,8	705,4	940,5	29,390	23,512	28	72	56	64	800	960	1280	40	32	24	72	48	64
591,2	709,4	945,9	29,560	23,648	32	86	40	44	803,6	964,3	1285,8	40,180	32,144	32	100	56	72
595,2	714,2	952,3	29,760	23,808	28	100	48	40	806,2	967,4	1289,9	40,310	32,248	32	86	48	72
598	717,6	956,8	29,900	23,920	28	100	86	72	816,4	979,7	1306,2	40,820	32,656	28	100	56	64
600	720	960	30	24	28	56	32	48	818,2	981,8	1309,1	40,910	32,728	40	100	44	72
604,6	725,5	967,4	30,230	24,184	32	86	64	72	822,8	987,4	1316,5	41,140	32,912	28	72	40	64
606	727,2	969,6	30,300	24,240	48	100	44	64	825	990	1320	41,250	33	24	72	32	44
610,8	733	977,3	30,540	24,432	44	100	64	86	833,4	1000,1	1333,4	41,670	33,336	32	100	48	64
612,2	734,6	979,5	30,610	24,488	28	100	56	48	836,2	1003,4	1337,9	41,810	33,448	24	86	48	56
614,2	737	982,7	30,710	24,568	24	86	56	48	838,2	1005,8	1341,1	41,910	33,528	24	64	28	44
620,2	744,2	992,3	31,010	24,808	24	100	86	64	840	1008	1344	42	33,600	24	72	40	56
622,2	746,6	995,5	31,110	24,888	24	64	48	56	844,6	1013,5	1351,4	42,230	33,784	28	86	32	44
625	750	1000	31,250	25	28	100	64	56	855,6	1026,7	1369	42,780	34,224	24	56	24	44
628,6	754,3	1005,8	31,430	25,144	28	64	32	44	860	1032	1376	43	34,400	32	86	40	64
630	756	1008	31,500	25,200	32	72	40	56	872,8	1047,4	1396,5	43,640	34,912	24	72	44	64
635	762	1016	31,750	25,400	72	100	28	64	875	1050	1400	43,750	35	32	100	40	56
636,4	763,7	1018,2	31,820	25,456	44	100	40	56	879,6	1055,5	1407,4	43,980	35,184	32	86	44	72
640	768	1024	32	25,600	28	64	40	56	888,8	1066,6	1422,1	44,440	35,552	24	64	24	40
641,8	770,2	1026,9	32,090	25,672	24	56	32	44	892,8	1071,4	1428,5	44,640	35,712	28	100	32	40
645	774	1032	32,250	25,800	48	86	40	72	895,8	1075	1433,3	44,790	35,832	40	100	48	86
648,2	777,8	1037,1	32,410	25,928	24	100	72	56	900	1080	1440	45	36	28	72	32	56
651,6	781,9	1042,6	32,580	26,064	24	86	44	40	909	1090,8	1454,4	45,450	36,360	32	100	44	64
654,6	785,5	1047,4	32,730	26,184	32	72	44	64	912,2	1094,6	1459,5	45,610	36,488	24	86	44	56
660	792	1056	33	26,400	24	72	40	44	918,4	1102,1	1469,4	45,920	36,736	28	100	56	72
666,6	799,9	1066,6	33,330	26,664	24	100	40	32	921,4	1105,7	1474,2	46,070	36,856	28	86	48	72
670,2	804,2	1072,3	33,510	26,808	28	86	44	48	933,4	1120,1	1493,4	46,670	37,336	24	64	32	56
675,8	811	1081,3	33,790	27,032	28	86	40	44	937,6	1125,1	1500,2	46,880	37,504	32	100	48	72
678,8	814,6	1086,1	33,940	27,152	24	64	44	56	943	1131,6	1508,8	47,150	37,720	24	72	28	44

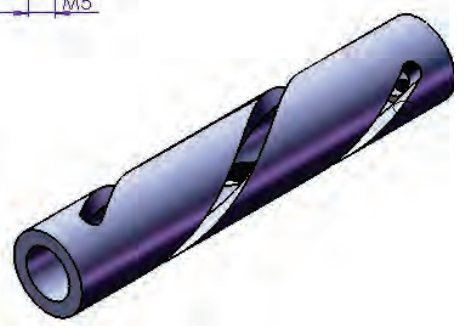
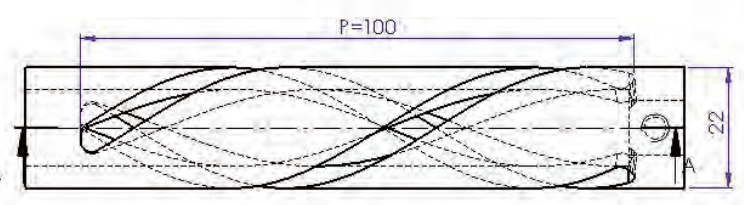
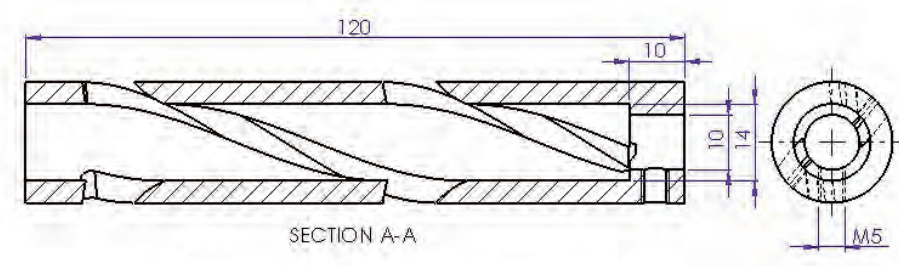
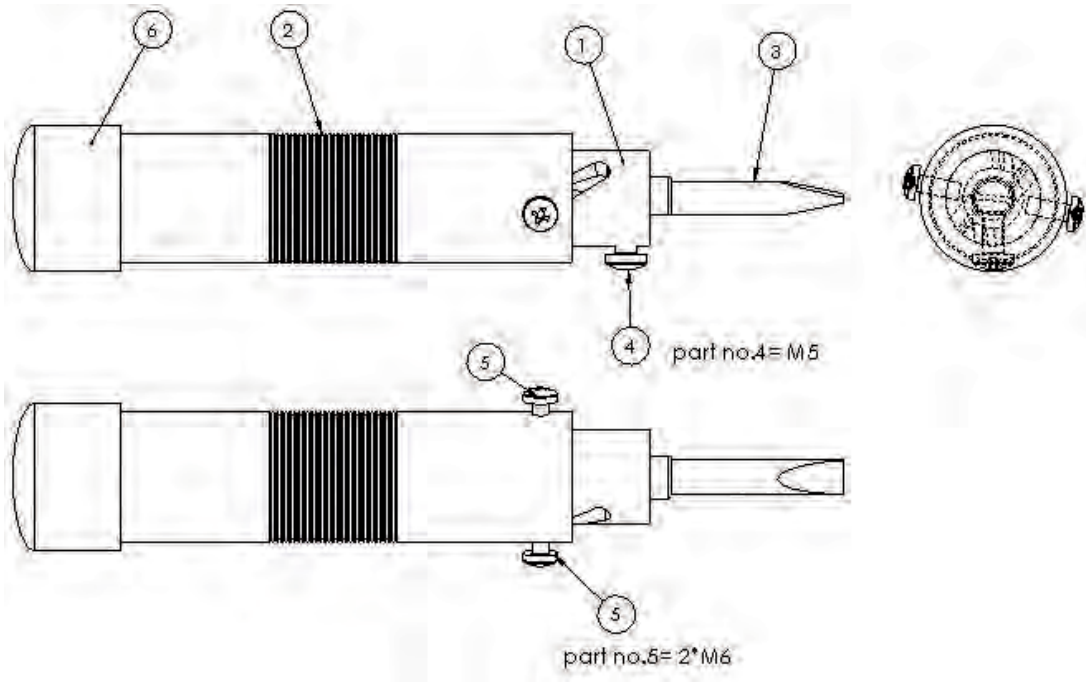
پیچ گشتی چرخشی



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

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس مادهی اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
-----	۱	-----	-----	St37	۱۰	۱
مقیاس: ۱:۱			هدف آموزشی:			زمان: ۱۰ ساعت
استاندارد: ISO			پیچ گشتی چرخشی			درجه تولرانس: m



جدول تجهیزات و ابزار

تعداد	مشخصات فنی	ابزارهای لازم
۱	عمودی یا انیورسال	۱- ماشین فرز
۱	انگشتی سر کروی قطر ۵ میلیمتر	۲- تیغه فرز
۱	مغناطیس با دقت ۰/۰۱	۳- ساعت اندازه‌گیری
۱	مخصوص دستگاه	۴- مرغک
به تعداد محاسبه شده	مخصوص دستگاه	۵- چرخ‌دنده‌های تعویضی

مراحل انجام کار

شکل	شرح مراحل کار	ردیف
	ابتدا محاسبات لازم جهت تراش شیار را انجام دهید.	۱
	چرخ‌دنده‌های تعویضی را با رعایت شرایط نصب محاسبه و آماده کنید.	۲
	ماده خام را انتخاب و بر روی دستگاه فرز آماده کنید. تیغه فرز انگشتی سر کروی را در گلوبی دستگاه ببندید.	۳

	<p>قطعه کار را بسته و از دور بودن قطعه مطمئن شوید.</p>	<p>۴</p>
	<p>قطعه را تا حد امکان کوتاه بسته یا از مرغک کمک بگیرید.</p>	<p>۵</p>
	<p>تیغه فرز را در حالت روشن با سطح کار مماس کنید.</p>	<p>۶</p>
<p>ابزار را از کار دور کرده و بار لازم را به ابزار بدهید. در صورت زیاد بودن عمق بار، تعداد مراحل براده برداری را بیش از یک مرتبه انتخاب کنید.</p>		<p>۷</p>
	<p>پس از ایجاد شیار اول، قطعه را بدون جابجایی میز به اندازه لازم دوران دهید. مثلاً ۱۸۰ درجه گردش با چرخش ۲۰ دور دسته دستگاه تقسیم انجام می‌شود. مراحل مماس و باردهی را تکرار کنید.</p>	<p>۸</p>
<p>ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم</p>		
<p>ارزشیابی نهایی</p>		

واحد کار ۱۱



:

هدف کلی: توانایی تراشیدن چرخ‌دنده‌های ماریچ با ماشین فرز

پس از آموزش این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود:

اهداف رفتاری:

- ۱- شرایط استفاده از چرخ‌دنده ماریچ را بیان کند.
- ۲- مشخصه‌های چرخ‌دنده ماریچ را بداند.
- ۳- محاسبات لازم برای تولید یک چرخ‌دنده ماریچ را انجام دهد.
- ۴- دستگاه را برای تولید یک چرخ‌دنده ماریچ تنظیم و آماده کند.

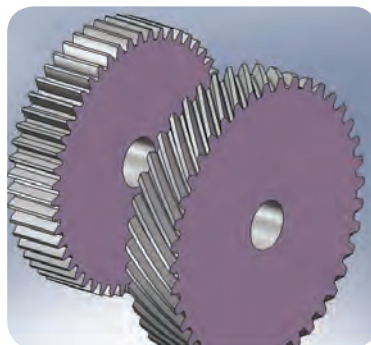
زمان آموزش		
عملی	نظری	
۲۶ ساعت	۲ ساعت و ۳۰ دقیقه	- توانایی تراشیدن چرخ‌دنده‌های مارپیچ با ماشین فرز
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۳۰ ساعت		جمع

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

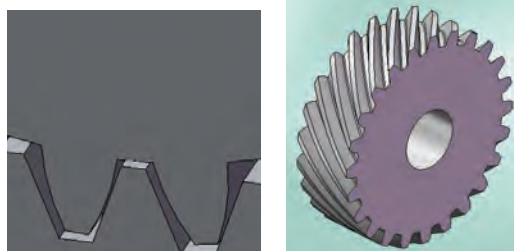
- ۱- از شیار مارپیچ به جز مته‌ها در چه موارد دیگری می‌توان استفاده کرد؟ آیا می‌توانید نام ببرید.
- ۲- آیا تا به حال به گیربکس ماشین دقت کرده‌اید؟ از چه نوع چرخ‌دنده‌هایی در آن استفاده شده است؟
- ۳- اگر دنده‌های یک چرخ‌دنده ساده به صورت مایل باشد چه اتفاقی می‌افتد؟
- ۴- دو محور که با هم موازی نیستند را چگونه با هم ارتباط دهیم تا دور یکی به دیگری منتقل شود؟

۱۱-۱- آشنایی با چرخ‌دنده مارپیچ

یکی از موارد استفاده منحنی‌های مارپیچ ایجاد شیار مارپیچ در تولید چرخ‌دنده‌ها می‌باشد. چرخ‌دنده‌های مارپیچ همانند چرخ‌دنده ساده دارای شیارهایی است که برای انتقال قدرت و حرکت استفاده می‌شوند با این تفاوت که راستای شیارها بر روی استوانه به صورت مایل قرار گرفته است. این تفاوت را در اشکال زیر مشاهده می‌کنیم.



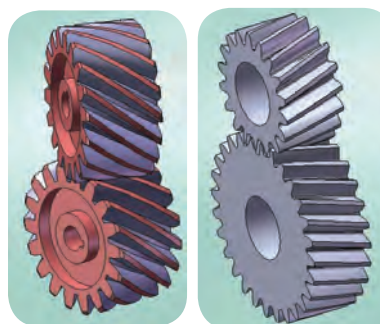
تفاوت دنده چرخ‌دنده ساده و مارپیچ



شکل چرخ‌دنده مارپیچ

بر خلاف چرخ‌دنده‌های ساده که تنها برای محورهای موازی به کار می‌رود چرخ‌دنده‌های مارپیچ دارای مزیت‌های زیر است:

۱- علاوه بر محورهای موازی در محورهایی که نسبت به هم زاویه دارند و به اصطلاح متنافر هستند، هم به کار می‌روند. این حالت از زاویه صفر درجه (محورهای موازی) تا ۹۰ درجه می‌تواند باشد.



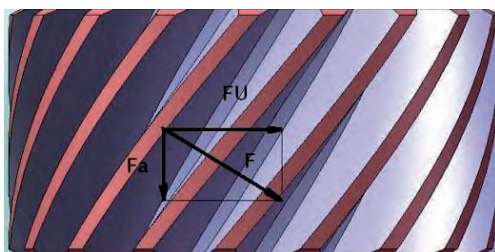
انتقال دور در دو محور متنافر با چرخ‌دنده‌های مارپیچ

۲- به دلیل تقسیم نیرو بر روی چند دندانه در هر لحظه از درگیری این چرخ‌دنده‌ها نسبت به نوع ساده آرام تر کار کرده و سر و صدای کمتری دارند.



درگیری آرام تر بین دو چرخ‌دنده مارپیچ نسبت به چرخ‌دنده ساده

۳- در چرخ‌دنده‌های مارپیچ نیروی عمل و عکس‌العمل در دو چرخ‌دنده تنها در راستای شعاع نبوده و می‌تواند در دو جهت محوری و شعاعی تجزیه شده و فشار کمتری را بر محورها وارد کند.



تجزیه نیروها در چرخ‌دنده مارپیچ

برای فرزکاری چرخ‌دنده‌های مارپیچی، عمدتاً از ماشین فرز انیورسال استفاده می‌شود، البته استفاده از ماشین فرز عمودی و افقی معمولی هم امکان پذیر است. عمل فرزکاری با تیغه فرز مدولی صورت می‌گیرد.



استفاده از ماشین فرز عمودی و میله فرزگیر یکطرفه در ساخت چرخ‌دنده مارپیچ

۱۱-۲- محاسبات مربوط به چرخ‌دنده‌های مارپیچ

مدول و گام نرمال و پیشانی:

همان‌طور که به یاد دارید در چرخ‌دنده‌های کج دو نوع گام و مدول را تعریف