

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فرزکاری

جلد ۱

شاخه: کاردانش

زمینه: صنعت

گروه تحصیل مکانیک

زیر گروه ساخت و تولید

رشته‌های مهارتی: فرزکاری، فرزکاری CNC، تراشکاری و فرزکاری

شماره رشته‌های مهارتی:

۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۸، ۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۲، ۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۱

کد رایانه‌ای رشته‌های مهارتی: ۶۱۹۷، ۶۱۹۸، ۶۲۰۶

نام استاندارد مهارتی مبنا: فرزکاری درجه (۲)

کد استاندارد متولی: ۸-۳۴/۳۲/۳

شماره درس: ۰۱۸۶/۱ و ۰۱۸۷/۱

سرشناسه: شفیع نیا، حمید، قربانی سالخورد، محسن، ۱۳۵۹-

عنوان و نام پدید آور: فرزکاری جلد ۱: رشته‌ی ساخت و تولید زمینه‌ی صنعت شاخه‌ی کار و دانش / مؤلفان: حمید شفیع نیا، محسن قربانی سالخورد؛ برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

مشخصات نشر: تهران: گویش نو، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: ۲۷۰ ص.

شابک: ۷-۶۲-۵۰۸۴-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

موضوع: فرزکاری.

شناسه افزوده: قربانی سالخورد، محسن

شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف و برنامه‌ریزی برنامه‌ریزی درسی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰ ف۴ ق/۱۲۲۵ TJ

رده‌بندی دیویی: ۶۲۱/۹۱

شماره کتابشناسی ملی: ۳۸۸۳۳۳۲

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادهای و نظرهای خود را درباره‌ی محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره‌ی ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف
آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

tvoccd@roshd.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش

عنوان و کد کتاب: **فرزکاری (جلد ۱)**

مجری: **انتشارات گویش نو**

مؤلفان: **حمید شفیعیان، محسن قربانی سالخورد**

اعضای کمیسیون تخصصی: **غلامحسین پایگانه - محمد مهرزادگان - سید حسن سید تقی زاده - حسن امینی - محمد سعید**

کافی - حسن آقابابایی - آقای محمد قنبری

رسم فنی: **حمید شفیعیان، محسن قربانی سالخورد**

ویراستار ادبی: **یحیی گیلک**

صفحه‌آرا: **زهرا ضیایی خرم**

ویرایش و اصلاحات (چاپ دوم) ۱۳۹۱

چاپ: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

(تهران - کیلومتر ۱۷ جاده‌ی مخصوص کرج - خیابان ۶۱ "داروپخش" تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴)

نظارت بر چاپ و توزیع: **اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**

تهران - ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت www.chap.roshd.ir

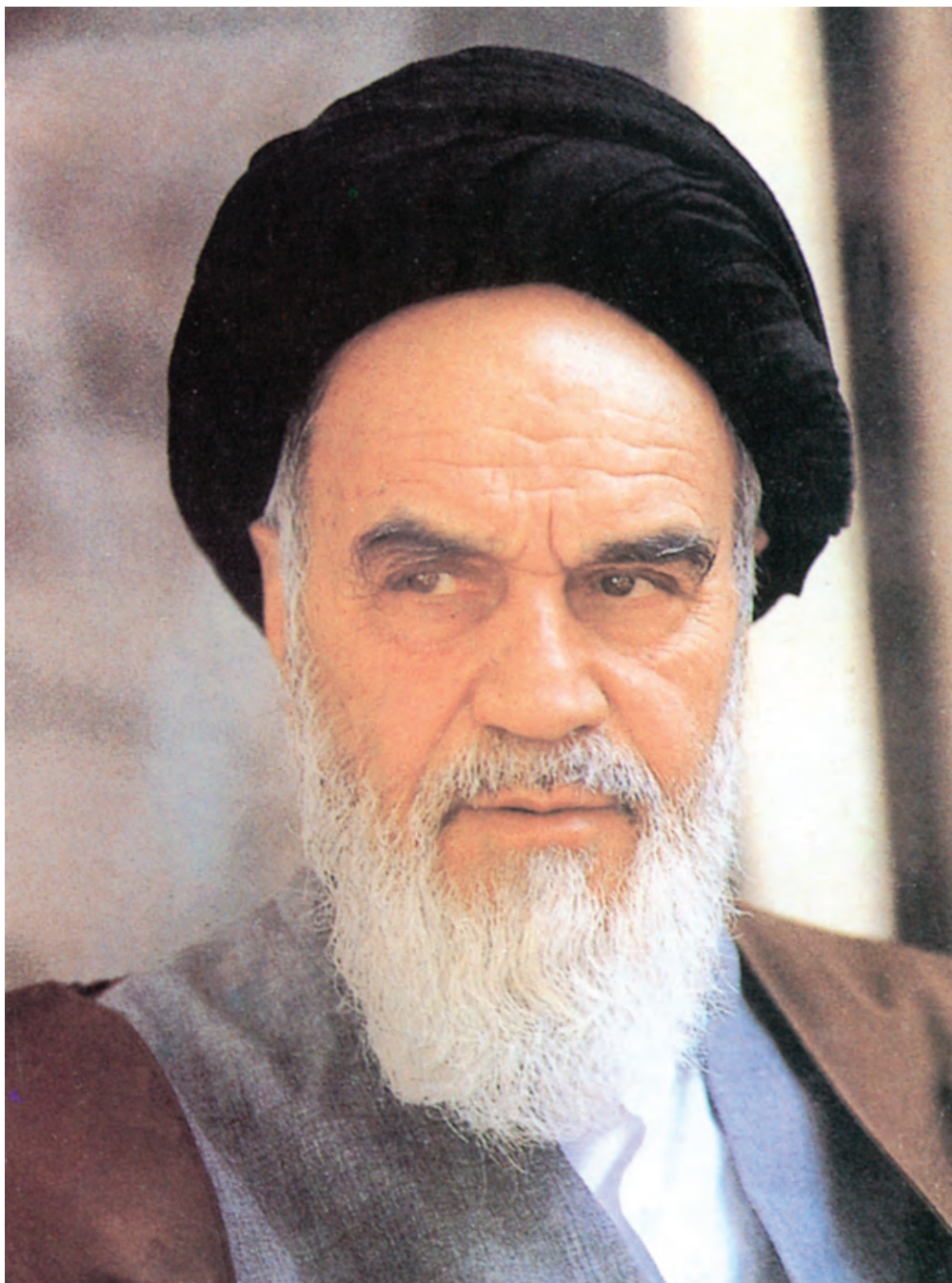
ناشر: **انتشارات گویش نو** (تهران: خیابان انقلاب - خیابان فخر رازی - خیابان وحید نظری شرقی - پلاک ۶۱ تلفن: ۵۰-۶۶۴۸۴۵۳۴، ۶۶۹۵۶۰۴۹)

وب‌سایت www.bookgno.ir

حق چاپ محفوظ است.

ISBN: 978-600-5084-62-7

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۸۴-۶۲-۷



از شماست که مردان و زنان بزرگ تربیت می شود. شما باید تحصیل کوشش کنید که برای فضایل اخلاقی،
فضایل اعلیٰ مجز شوید. شما برای آتیه مملکت ما جوانان نیرومند تربیت کنید. دامن شما یک مدرسه ای است که
در آن جوانان بزرگ تربیت شود. شما فضایل تحصیل کنید تا کودکان شما در دامن شما به فضیلت برسند.
امام خمینی (ره)

به نام آنکه هستی نام از او یافت

کاروان فرهنگ و تمدن بشری، چنان در حال پیشرفت و رشد و تعالی است که لحظه‌ای درنگ، رسیدن به این قافله را ناممکن می‌سازد و از آنجایی که آینده هر جامعه بستگی به تعلیم و تربیت کودکان و جوانان آن جامعه دارد. دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش سعی دارد با بهره‌گیری از دست‌آوردهای دانش جهانی و آموزه‌های اصیل اسلامی و ملی، تغییر و تحولی مبتنی بر روش‌های نوین علمی و تکنولوژی در کتاب‌های درسی به‌وجود آورد.

در این راستا انتشارات گویش نو افتخار تألیف و آماده‌سازی تعدادی از این کتاب‌ها را بر عهده داشته و با همراهی استادان کوشا و نظارت دقیق و ارشادی کمیسیون‌های تخصصی و ورزیده دفتر تألیف و برنامه‌ریزی این وظیفه‌ی خطیر را به انجام رسانده است.

در پایان ضمن قدردانی از زحمات مولفان عزیز، خوشحال می‌شویم که مدرسان محترم و دانش پژوهان کوشا با ارائه پیشنهادهای و انتقادات سازنده خود، ما را در غنا بخشیدن این متون و بالا بردن کیفیت چاپ‌های بعدی یاری نمایند.

Email: gooyesheno@yahoo.com

www.bookgno.ir

انتشارات گویش نو

بنام خدا

سخنی با مدیران، همکاران و هنرجویان گرامی

فعالیت در عرصه آموزش و پرورش بیانگر اعتقاد راسخ به ارزش‌های والای انسانی و عبادت در محراب استقلال فرهنگی آموزشی است، و سپاس از این‌که عنایات الهی شامل حال ما شد تا با بضاعت اندک علمی خود، بتوانیم در نظام جمهوری اسلامی ایران تجربیات علمی، عملی خود را در اختیار همکاران و جوانان شایسته کشور عزیزمان قرار دهیم.

یکی از روش‌هایی که از دیر باز تا به امروز در صنعت ماشین‌کاری کشورهای مختلف، نقش اساسی ایفا نموده‌است، استفاده از ماشین‌های فرز به صورت عمومی و اختصاصی می‌باشد. تولید چرخ دنده که نماد صنعت و پویایی صنعتی در دنیا می‌باشد. عموماً به کمک این روش تولید می‌شود. کتاب حاضر که بر مبنای استاندارد مهارتی سازمان فنی حرفه‌ای تالیف شده است، بر اساس جمع‌آوری مطالب علمی به روز و تجربیات عملی تهیه و مورد تصویب دفتر برنامه‌ریزی و تالیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش قرار گرفته است. در این مجموعه سعی شده است به آخرین تغییرات به وجود آمده در زمینه فرزکاری نیز اشاره شود، و با ارائه تصاویر واقعی از دستگاه‌های موجود در کشور، استفاده از نرم افزارهای طراحی در نمایش تصاویر مجسم و مجموعه‌ای از سوالات مختلف، درک خوانندگان را در یادگیری مطالب بالا برد. از طرفی به منظور آگاهی بخشیدن بیشتر فراگیران، نکات ایمنی در کادر زرد رنگ، تعاریف صورتی، نکات مهم سبز و آیا می‌دانید با رنگ آبی در متن درس لحاظ گردیده است.

در ادامه فرم نحوه ارزشیابی پایان هر دستور کار آمده است که لازم است همکاران ارجمند نسبت به آگاه کردن دانش‌آموزان از محتوای آن اهتمام ورزند. سعی شده است که نقشه‌های کارگاهی به صورت یک پروژه کاربردی باشد تا انگیزه‌ی بیشتری را در فراگیران ایجاد کند. با این حال ممکن است ساعت عملی در نظر گرفته شده برای هر واحد کار زیاد باشد که همکاران عزیز می‌توانند با مدیریت زمان از پروژه‌های پیشنهادی پایان کتاب نیز استفاده کنند.

در پایان آموزش این دو جلد فراگیر مهارت فرزی‌کاری درجه ۲ را می‌آموزد. به طور قطع با تمام دقتی که در تهیه این کتاب شده است، اما خالی از اشکال نیست، لذا موجب امتنان است اگر خوانندگان عزیز نظرات و پیشنهادات خود را از ما دریغ نورزند.

ایمیل : shafiniyah@yahoo.com

ایمیل : mgh_۷۷۴۴@yahoo.com

فهرست

واحد کار ۱: توانایی راه‌اندازی و استفاده از متعلقات ماشین فرز افقی، عمودی و انیورسال

- ۴ ۱-۱ - آشنایی با مفهوم فرزکاری
- ۶ ۱-۲ - آشنایی با انواع ماشین فرز
- ۱۴ ۱-۳ - متعلقات ماشین فرز
- ۱۹ ۱-۴ - تیغه فرز و آشنایی با وسایل بستن تیغه فرزها
- ۲۰ ۱-۵ - تنظیم حرکت پیشروی و عده دوران بر روی ماشین فرز
- ۲۴ ۱-۶ - نکات ایمنی در هنگام راه‌اندازی دستگاه
- ۲۶ ارزشیابی پایانی

واحد کار ۲: توانایی و اصول بستن تیغه فرز و قطعه کار

- ۳۱ ۲-۱ - آشنایی با وسایل بستن قطعه کار
- ۳۲ ۲-۲ - اصول بستن و گونیا کردن گیره بر روی میز ماشین فرز
- ۳۵ ۲-۳ - نکات و اصول بستن قطعه کار در گیره
- ۳۶ ۲-۴ - صفحات گونیایی و استفاده از آنها در بستن کار
- ۳۷ ۲-۵ - روبنده و نحوه‌ی استفاده از آنها برای بستن قطعه
- ۴۲ ۲-۶ - معرفی تیغه فرز
- ۵۱ ۲-۷ - نکات مورد توجه در نگهداری و استفاده از تیغه فرزها
- ۵۲ ۲-۸ - اصول بستن تیغه فرز
- ۵۴ ۲-۹ - اصول بستن میله فرزگیر روی محور ماشین
- ۵۶ ۲-۱۰ - نحوه بستن تیغه فرزها بر روی میله فرزگیر
- ۵۹ ۲-۱۱ - اصول و نکات فنی که هنگام بستن میله فرزگیر و تیغه فرز باید رعایت کرد
- ۶۱ ۲-۱۲ - نکات ایمنی هنگام بستن میله فرزگیر و تیغه فرز بر روی ماشین فرز
- ۶۴ ارزشیابی پایانی

واحد کار ۳: توانایی کف‌تراشی، گونیاکاری، پیشانی‌تراشی و پله‌تراشی در فرزکاری

- ۸۶ ۳-۱ - اصول کف‌تراشی، گونیا کاری، پیشانی‌تراشی، بغل‌تراشی، پله‌تراشی

۸۷	۳-۲- روش‌های براده‌برداری
۹۱	۳-۳- تنظیم حرکت پیشروی و تعداد دور ماشین فرز
۱۰۱	۳-۴- روش گونیاکاری یک بلوک
۱۰۲	۳-۵- پیشانی‌تراشی
۱۰۳	۳-۶- بغل‌تراشی
۱۰۳	۳-۷- پله‌تراشی
۱۰۴	۳-۸- مواد خنک‌کننده
۱۰۷	۳-۹- مشکلاتی که ممکن است رخ دهد و راه برطرف کردن آن‌ها
۱۳۲	ارزشیابی پایانی

واحد کار چهار: توانایی تراشیدن شیارهای راست گوشه، T شکل و جناقی (V شکل) تا دقت ۰/۰۵ میلی‌متر

۱۳۷	۴-۱- آشنایی با مفهوم شیارتراشی
۱۴۰	۴-۲- اصول تراشیدن شیارهای راست گوشه
	۴-۳- اصول کنترل شیارهای راست گوشه
۱۴۴	۴-۴- اصول تراشیدن شیار T و کنترل آن
۱۴۵	۴-۵- اصول تراشیدن شیار V
۱۴۷	۴-۶- اصول کنترل شیار V
۱۴۸	۴-۷- اصول تراشیدن شیارهای دم چلچله‌ای داخلی و خارجی
۱۴۹	۴-۸- اصول کنترل شیارهای دم چلچله‌ای
۱۵۱	ایجاد سطوح کمانی شکل محدب (کمان خارجی)
۱۵۱	ایجاد سطوح مقعر (کمان داخلی)
۱۵۸	ارزشیابی پایانی

واحد کار پنجم: توانایی شیب‌تراشی با ماشین فرز تا دقت ۰/۰۵ میلی‌متر

۱۶۳	۵-۱- آشنایی با مفهوم و روش‌های مختلف شیب‌تراشی
۱۶۹	۵-۲- روش‌های کنترل قطعات شیب‌دار
۱۷۱	۵-۳- نکاتی در مورد تراشیدن قطعات شیب‌دار
۱۷۳	ارزشیابی پایانی

واحد کار ۶: توانایی چند ضلعی کردن قطعات استوانه‌ای با دستگاه تقسیم

- ۱۷۷ ۶-۱- آشنایی با قطعات دارای محیط چند ضلعی
- ۱۷۷ ۶-۲- آشنایی با دستگاه تقسیم مستقیم و طرز کار با آن
- ۱۷۸ ۶-۳- اصول محاسبات تقسیمات چند ضلعی بر روی دستگاه تقسیم مستقیم
- ۱۷۹ ۶-۴- نحوه استفاده عملی از دستگاه تقسیم مستقیم
- ۱۸۰ ۶-۵- دستگاه تقسیم غیرمستقیم
- ۱۸۱ ۶-۶- آشنایی با قسمت‌های مختلف دستگاه تقسیم غیرمستقیم
- ۱۸۲ ۶-۷- صفحات سوراخدار و نحوه‌ی استفاده از آن در تقسیمات محیطی
- ۱۸۳ ۶-۸- متعلقات دستگاه تقسیم غیرمستقیم
- ۱۸۴ ۶-۹- محاسبه تعداد دور دسته دستگاه تقسیم
- ۱۸۷ ۶-۱۰- تقسیمات زاویه‌ای با دستگاه تقسیم
- ۱۹۰ ۶-۱۱- اصول تعویض صفحات سوراخدار
- ۱۹۲ ۶-۱۲- چند ضلعی کردن قطعات از میله گرد
- ۱۹۵ ۶-۱۳- چند ضلعی کردن قطعات روی ماشین فرز
- ۱۹۷ ۶-۱۴- کنترل و تنظیم دستگاه تقسیم بر روی میز ماشین فرز
- ۲۰۷ ارزشیابی پایانی

جدول زیر برای ارزشیابی هر مرحله کار عملی و تحویل قطعه کار طراحی شده است.

فرم ارزشیابی حیطه روانی حرکتی و حیطه عاطفی				
نام و نام خانوادگی هنرجو:	کارگاه	شماره دستگاه	نام گروه	
نام یا شماره قطعه کار:				
بارم بندی حیطه عاطفی (در این بخش عملکرد هنرجو حین کار به صورت امتیاز منفی از نمره اصلی کم خواهد شد)				
عناوین عملکرد هنرجویان در حیطه عاطفی	مقیاس درجه بندی			ملاحظات
	بدون خطا ۰	با خطای کم -۱	با خطای زیاد -۲	
۱	سرویس دستگاهها			
۲	حضور به موقع در کارگاهها			
۳	استفاده از وسایل حفاظتی			
۴	تمیز کردن محیط و ابزارها و تحویل به انبار و قرار دادن برخی از ابزارها در جای اولیه			
۵	کار گروهی			
	جمع			
<p>توجه: با توجه به صلاحدید هنر آموز محترم تعداد عوامل ردیف های بالا می تواند کم و زیاد شود.</p> <p>توضیح: پس از تعیین نتیجه جمع نمرات را بر تعداد عوامل ردیف ۱ تا ۵ تقسیم کنید تا امتیاز منفی حیطه عاطفی به دست آمده و در نهایت آن را از نمره حیطه روانی حرکتی کم کنید.</p>				
ارزشیابی حیطه حوزه شناختی - بخش کار بستن				
این بخش شامل رعایت ابعاد قطعه با توجه به نقشه کار می باشد.				
محاسبات مربوط به سرعت برش، سرعت پیشروی و عده دوران: (۲ نمره)				
رعایت تولرانس داده شده (۱ نمره):				
رعایت کیفیت سطح خواسته شده (۱ نمره):				
ردیف	عناوینی که مرتبط با ابعاد و شکل قطعه ارائه شده می باشد (مثل گونیا کاری ، شیار و.....)			بارم
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
۷				
۸				
جمع نمرات از ۱۶ نمره				
نمره نهایی با احتساب امتیاز حیطه عاطفی:				

هدف کلی:

فرزکاری سطوح داخلی و خارجی قطعات

تا دقت 0.05 میلی متر

واحد کار ۱



هدف کلی: توانایی راه‌اندازی و استفاده از متعلقات ماشین فرز افقی، عمودی و انیورسال

اهداف رفتاری:

- پس از آموزش این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود:
- ۱- انواع ماشین‌های فرز را نام ببرد.
 - ۲- قسمت‌های اصلی یک ماشین فرز افقی و عمودی را نام ببرد.
 - ۳- متعلقات ماشین فرز را نام ببرد.
 - ۴- متعلقات بستن قطعه کار در ماشین فرز را نام ببرد.
 - ۵- انواع تیغه فرزها را نام ببرد.
 - ۶- کاربرد هر تیغه فرز را شرح دهد.
 - ۷- نحوه تنظیم عده دوران دستگاه و مقدار پیشروی میز را انجام دهد.
 - ۸- نحوه تنظیم و راه‌اندازی دستگاه را انجام دهد.
 - ۹- نکات ایمنی را در هنگام راه‌اندازی و کار با ماشین‌های فرز رعایت کند.

زمان آموزش		توانایی راه اندازی و استفاده از متعلقات ماشین فرز افقی، عمودی و انیورسال
عملی	نظری	
سه ساعت و ۴۵ دقیقه	یک ساعت و ۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	
۶ ساعت		جمع

پیش آزمون: (۱۵ دقیقه)

- ۱- چگونه می توان یک قطعه با سطح شیب دار تولید کرد؟
- ۲- روش های ساخت چرخ دنده را می دانید؟
- ۳- یک شیار بر روی سطح قطعه کار چگونه ایجاد می شود؟
- ۴- چگونه با یک ابزار برنده می توان میله گردی را به یک چند ضلعی منتظم تبدیل کرد؟
- ۵- دستگاهی که ابزار چرخشی مثل مته داشته و امکان جابجایی خطی هم دارد چه نام دارد؟

۱-۱- آشنایی با مفهوم فرزکاری^۱

با مشاهده پیرامون خود قطعات و اجسام مختلفی را می‌بینیم که این قطعات از وسایل ابتدایی مانند خودکار، دستگیره درب، تکه، چکش، قلم، سوهان تا وسایل پیشرفته همگی با روش خاصی تولید شده‌اند. روش‌هایی که با براده‌برداری یا بدون براده‌برداری همراه است.

روش تولید با براده‌برداری می‌تواند به صورت دستی و یا ماشینی انجام شود. در روش تولید براده‌برداری ماشینی از ماشین‌هایی که حرکت دورانی در آن‌ها وجود دارد مانند ماشین تراش^۲، دریل^۳ و فرز^۴ استفاده می‌شود و یا حرکت به صورت خطی است مانند ماشین صفحه تراش^۵، اره‌لنگ^۶ و خان‌کشی^۷.



خان‌کشی



ماشین صفحه تراش



اره لنگ



ماشین تراش



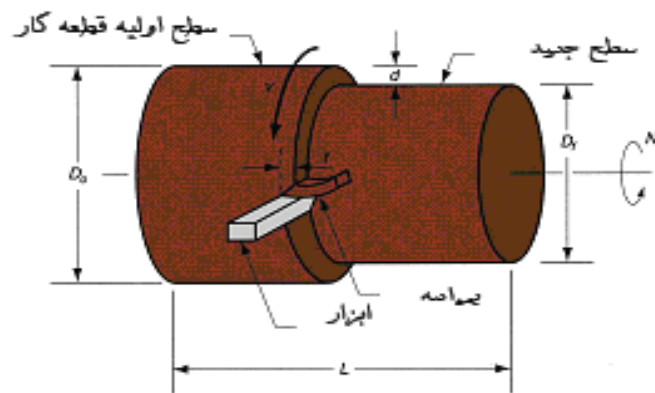
ماشین فرز



ماشین دریل

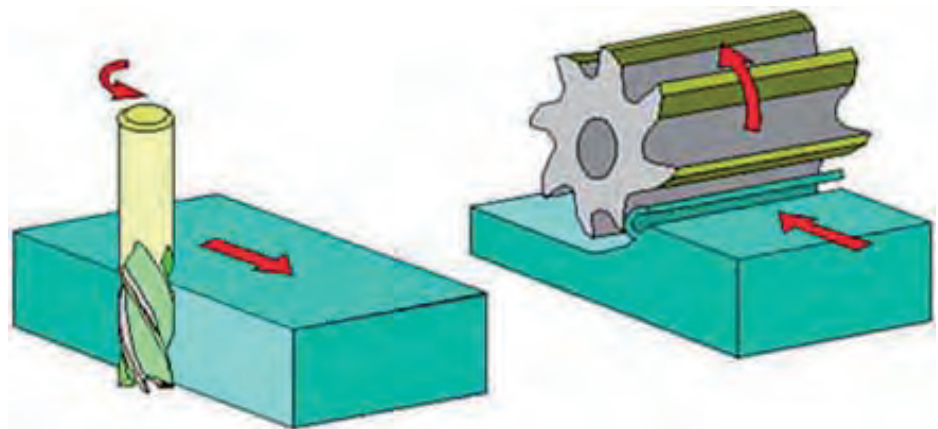
- 1-Milling
- 2-Lathe machine
- 3- Drill machine
- 4- Milling machine
- 5- Shaper machine
- 6-Sawing machine
- 7-Broaching machine

در ماشین‌کاری با استفاده از حرکت دورانی دو شکل کلی وجود دارد:
الف- قطعه کار دارای حرکت دورانی و ابزار دارای حرکت خطی است مانند دستگاه تراش.



فرایند تراشکاری

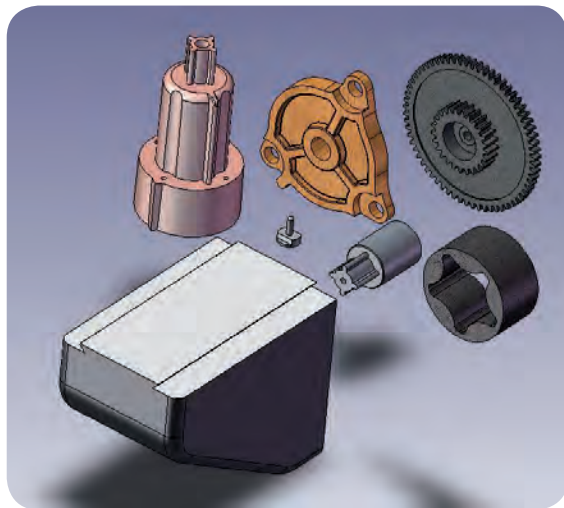
ب- قطعه کار ثابت یا حرکت خطی داشته و ابزار براده‌برداری دارای حرکت دورانی است. مانند دستگاه دریل و فرز.



فرایند فرزکاری

فرایند ساخت قطعات از طریق براده‌برداری مواد خام به واسطه ابزار چند لبه در حال چرخش را فرزکاری گویند.

- به طور کلی می‌توان گفت ماشین‌های فرز از نظر نوع کار یکی از پرکاربردترین، از نظر ساختمان متنوع‌ترین و از نظر کارکردن با آن جز دقیق‌ترین دستگاه‌هایی باشند.
- با استفاده از متعلقات ماشین‌های فرز و ابزارهای آن می‌توان کلیه قطعات تخت، افقی، عمودی، شیبدار، انحنادار، انواع شیارهای مستقیم و مارپیچ و چرخ دنده‌های مختلف را تولید کرد.



نمونه قطعات تولیدی با ماشین‌های فرز

به ابزاری که عمل براده برداری را در ماشین فرز انجام می‌دهد تیغه فرز گویند.

۲-۱- آشنایی با انواع ماشین فرز

تنوع در شکل و بزرگی قطعات صنعتی ایجاب می‌کند که ماشین‌های فرزکاری از نظر ساختمان و ابعاد گونه‌های مختلفی داشته باشند. اختلاف عمده ماشین‌های فرز در قرارگیری محور اصلی ماشین که تیغه فرز روی آن سوار می‌شود می‌باشد. مهم‌ترین نوع ماشین‌های فرز عبارتند از:

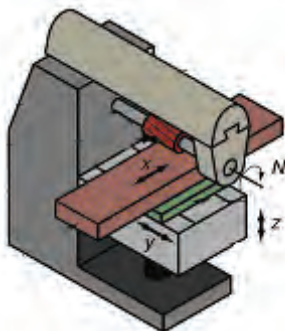
- ۱- ماشین فرز افقی
- ۲- ماشین فرز عمودی
- ۳- ماشین فرز انیورسال
- ۴- ماشین فرز دروازه‌ای
- ۵- ماشین فرز کپی‌تراش

۱-۲-۱- ماشین های فرز افقی

محور اصلی این نوع ماشین ها به صورت افقی یا تا قان بندی شده و میز آنها در سه جهت عمود بر هم، طولی و عرضی و قائم حرکت می کند. ماشین های فرز افقی بیشتر برای تراشیدن سطوح تخت، شیارهای مستقیم و مارپیچ، چرخ دنده تراشی و فرم تراشی به کار می رود.



ماشین فرز افقی



حرکت های اصلی در ماشین فرز افقی

حرکت های اصلی در ماشین های فرز افقی:

- ۱- حرکت چرخشی تیغه فرز (N)
- ۲- حرکت طولی میز ماشین (X)
- ۳- حرکت عرضی میز ماشین (Y)
- ۴- حرکت عمودی (تنظیم بار) میز ماشین (Z)

- قسمت های اصلی یک ماشین فرز افقی:

ماشین فرز افقی از قسمت های مختلفی تشکیل شده که مهم ترین این قسمت ها عبارتند از:

الف - بدنه ماشین فرز

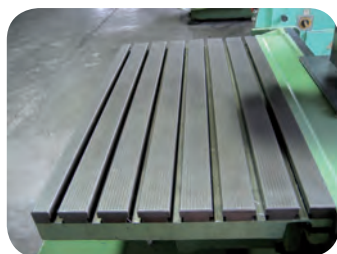
این قسمت از ماشین بر روی پایه ای از جنس چدن قرار گرفته است. در داخل بدنه ماشین فضایی جهت قرارگیری جعبه دنده اصلی و جعبه دنده پیشروی پیش بینی شده است. در پایه متصل به بدنه، مخزنی به منظور آب صابون در نظر گرفته شده است که برای خنک کاری فرایند فرز کاری لازم می باشد. در قسمت جلوی بدنه، میز گونیایی قرار گرفته است که وظیفه نگهداری میز اصلی و تأمین کننده حرکت عمودی (تنظیم بار) را عهده دار می باشد.

ب - میز اصلی

این میز بر روی میز گونیایی قرار گرفته است و می تواند در دو جهت طولی و عرضی حرکت نماید. بر روی میز اصلی شیارهای T شکل سراسری به منظور بستن گیره، دستگاه تقسیم و یا قطعه کار به کمک روبنده ها پیش بینی شده است. امکان تأمین حرکت به صورت دستی و اتوماتیک در این میز فراهم شده است.



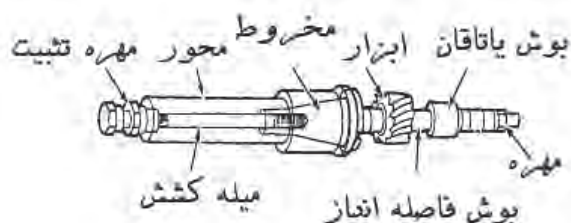
قسمت های اصلی یک ماشین فرز افقی



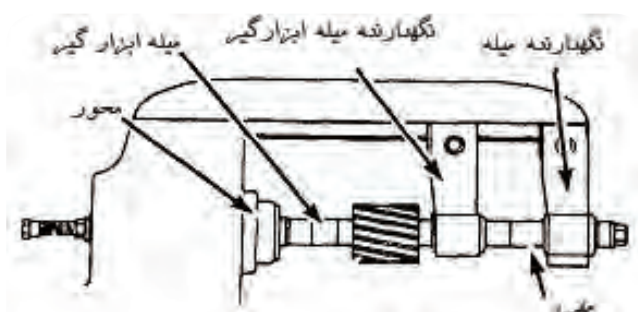
میز ماشین فرز

ج- محور اصلی

محور اصلی به صورت افقی در بدنه اصلی یا تاقان بندی شده است که حرکت خود را از جعبه دنده اصلی دستگاه تامین می کند. درون محور، سوراخ مخروطی شکل استاندارد وجود دارد که دنباله مخروطی میله فرزگیر^۱ درون آن قرار می گیرد و به وسیله پیچی که از درون محور اصلی عبور می کند، در محل خود محکم می شود.



میله فرزگیر دو طرفه



نحوه نصب میله فرزگیر دو طرفه در ماشین فرز افقی

د- جعبه دنده حرکت اصلی (حرکت دورانی ابزار)

به منظور تامین تعداد دورهای مختلف محور اصلی این جعبه دنده در نظر گرفته شده است. تغییر دور به واسطه جابه جایی اهرمها (یا فلکه) مربوطه و درگیری چرخ دنده های درون این جعبه دنده انجام می شود.

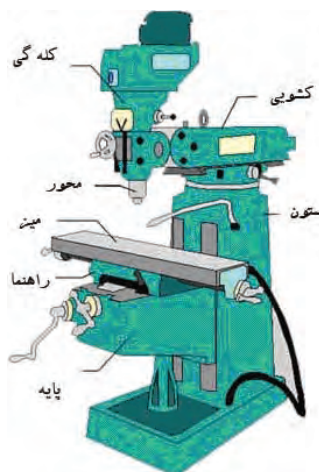
هرگونه تغییر در عده دوران، می بایست در حالت خاموش بودن دستگاه صورت گیرد.

تعداد دور مناسب با توجه به جنس قطعه کار، قطر ابزار، جنس ابزار و موارد دیگری انتخاب می شود.



ممکن است در هنگام تغییر دور لازم باشد محور دستگاه را کمی با دست چرخانیده تا تعویض چرخ دنده‌ها به سهولت انجام شود.

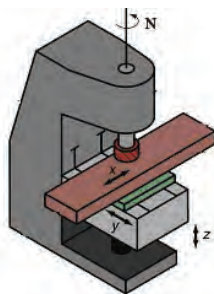
فلکه تنظیم دور در ماشین فرز ساخت تبریز



قسمت‌های ماشین فرز عمودی



کله گی ماشین فرز عمودی با قابلیت دوران



حرکت‌های اصلی در فرز عمودی

تنظیم دور: تنظیم دور دستگاه فرز افقی یا هر ماشین ابزار دیگری معمولاً با اهرم و یا فلکه‌هایی صورت می‌گیرد. در دستگاه‌های تولیدی ماشین‌سازی تبریز معمولاً برای تنظیم دور از فلکه استفاده می‌شود.

۲-۱- ماشین‌های فرز عمودی

ساختمان ماشین فرز عمودی مشابه ماشین‌های فرز افقی می‌باشد، با این تفاوت که محور اصلی ماشین به حالت عمودی یا تاقان بندی شده است. به کمک این ماشین می‌توان کارهایی مانند پیشانی تراشی، شیار تراشی، سطوح منحنی و زاویه‌دار را انجام داد.

کله گی این ماشین قابلیت این را دارد که حول محوری دوران کند بنابراین می‌توان سطوح شیب‌دار را به راحتی فرز کاری نمود. مقدار انحراف مشخص و قابل تنظیم است.

حرکت‌های اصلی در ماشین فرز عمودی

۱- حرکت دورانی ابزار (N)

۲- حرکت طولی میز (X)

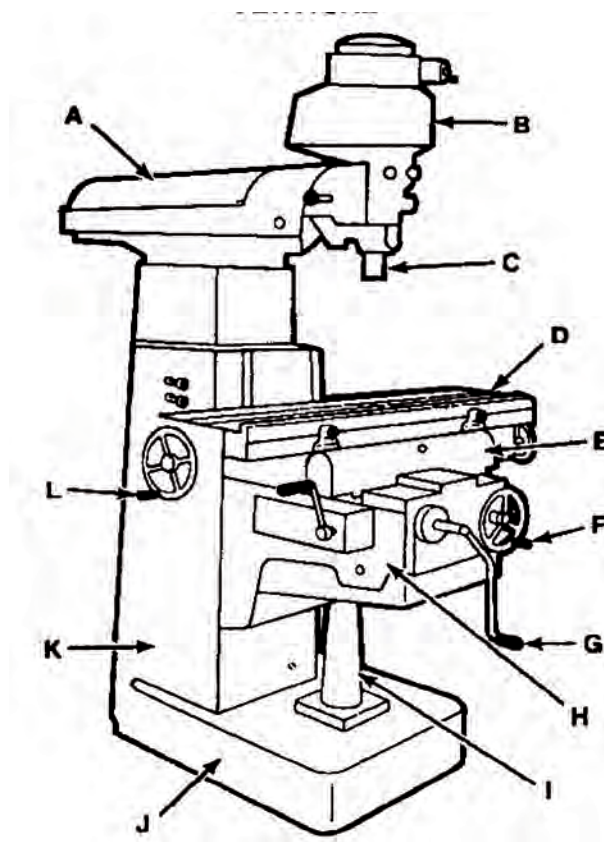
۳- حرکت عرضی میز (Y)

۴- حرکت باردهی میز (Z)

حرکت باردهی محدود توسط ابزار هم در بعضی ماشین‌ها امکان پذیر می‌باشد.

مهم‌ترین قسمت‌های یک ماشین فرز عمودی به شرح ذیل است:

- A - کشویی
- B - کله گی عمودی
- C - محور اصلی
- D - میز راهنما
- E - راهنما
- F - فلک‌های باردهی و حرکتی (افقی)
- G - فلک‌های باردهی و حرکتی (عمودی)
- H - جعبه دنده پیشروی
- I - پایه
- J - بدنه اصلی
- K - ستون
- L - فلک‌های تنظیم تعداد دور و پیشروی



قسمت‌های اصلی یک ماشین فرز عمودی

سیستم خنک کاری



اعمال مایع خنک کننده بر سطح قطعه کار

مواد خنک کننده موادی هستند که در هنگام عملیات براده برداری یا تغییر شکل فلزات با روش های بدون براده برداری وظیفه خنک کردن را به عهده دارند. در عملیات فرز کاری نیز به دلیل اصطکاک بالای بین تیغه فرز و قطعه کار، حرارت زیادی تولید می شود. لذا جهت کاهش حرارت منطقه براده برداری که منجر به افزایش طول عمر ابزار و کیفیت سطح براده برداری شده از مواد خنک کننده استفاده می شود. مهم ترین مواد خنک کننده آب صابون می باشد. این مایع در صنایع فلزکاری ایران به اسم آب صابون معروف است که در حقیقت ترکیبی از ۱۰ تا ۱۲ درصد روغن مته در آب می باشد. از جمله فواید استفاده از مایع خنک کننده دور شدن براده از محل کار است.



دو نمونه نمایش گر سطح روغن دستگاه

سیستم روغن کاری:

جنس بدنه و قطعات ماشین های ابزار عموماً از فولاد و چدن تشکیل شده است. به دلیل حرکت قسمت های مختلف این ماشین ها بر روی هم نیاز به روغن کاری الزامی است. برای کمتر شدن اصطکاک و روانتر حرکت کردن اجزای حرکتی و دورانی ماشین های فرز آن ها را به دفعات روغن کاری می کنند که ممکن است این عمل روزانه، هفتگی و یا ماهانه انجام شود. بخشی از قطعات هم به طور دائم توسط سیستم داخلی در روغن غوطه ور می باشند مانند چرخ دنده های جعبه دنده اصلی که مقدار روغن آن توسط شاخص هایی قابل کنترل است.



ماشین فرز انیورسال ساخت تبریز

۱-۲-۳ ماشین های فرز انیورسال

این ماشین با تبدیل محور اصلی به افقی و یا عمودی و همچنین توانایی دوران میز حول محور قائم قادر به فرز کاری اکثر قطعات با شکل های مختلف می باشد.

(به دلیل استفاده از ماشین فرز انیورسال FP4M ساخت تبریز در اکثر هنرستان های کشور تصاویر و روش های تولید ارائه شده در این کتاب بر مبنای قابلیت های این دستگاه و یا موارد مشابه آن ارائه گردیده است.)



- جدول صفحه بعد صرفاً جهت مطالعه و آشنایی با مشخصات دستگاه فرز FP4 M می باشد

مشخصات فنی		
حدود میز		
500	mm	X (حرکت طولی)
400	mm	Y (حرکت عرضی)
400	mm	Z (حرکت عمودی)
100	mm	مقدار حرکت عمودی سر فرز
150	mm	مقدار حرکت افقی کله عمودی
محور اصلی (موتور ۳ فاز متناوب با قطبهای متغیر و مجهز به ترمز و سیستم تغییر سرعت برای دور)		
3.7 / 4.4	Kw	قدرت موتور
18		تعداد وضعیت تعویض دنده
50...2500	r.p.m	محدوده سرعتهای محور اصلی
1.25		ضریب افزایش سرعت
ST 40 (M16)		مورس اسپیندل (دماغه اسپیندل)
بار تغذیه		
0.8 / 1.2	kw	حدود قدرت موتور
8...630	mm/min	محدوده سرعتهای بار تغذیه (۱۸ سرعت)
1300	mm/min	سرعت حرکت سریع
میز عمودی		
4 (14H7)	mm	تعداد و عرض شیارهای T شکل
63	mm	فاصله بین شیارهای T شکل
600	Kg	ماکزیمم بار میز بطور تقریب
میز ساده :		
800 x 460	mm	مقدار مساحت برای روبند (فیکسچر)
7 (14H7)	mm	تعداد و عرض شیارهای T شکل
63	mm	فاصله بین شیارهای T شکل
400	Kg	حداکثر وزن میز در حدود
اطلاعات لازم برای نصب		
2.8 x 3	m ²	مقدار مساحت زمین لازم در حدود
1415	kg	وزن ماشین همراه با سر عمودی فرز و میز زاویه ای در حدود
380 v...50	Hz	ولتاژ لازم
7.5	kVA	بار مصرفی
1.85 x 1.56 x 2.01		ابعاد جعبه

تجهیزات استاندارد ماشین

سر فرز عمودی قابل تنظیم	
یاتاقان میل فرز	
موتور محرکه اصلی مجهز به ترمز	
روغنکاری مرکزی برای ریلها	
پمپ الکتریکی برای پمپاژ مواد خنک کننده	
460 x 800	mm
میز ساده	

۴-۲-۱- ماشین‌های فرز دروازه‌ای

این دسته از ماشین‌های فرز که از امکانات زیادی برای تسهیل عملیات براده‌برداری برخوردارند، اکثراً جهت کاربردهای سری سازی و تولید انبوه در صنایع سنگین بکار گرفته می‌شوند. و علت آنکه نام (دروازه‌ای) را در اصطلاحات کارگاهی ماشین ابزار برای آن‌ها برگزیده‌اند این است که کارهای بزرگ در حالتی که روی میزی محکم بسته شده است، از میان دروازه‌ای عبور می‌کند که امکان دارد از طرفین و نیز سطح بالا، تیغه فرزهای پیشانی تراش یا تیغچه‌ای بزرگ به آن نزدیک شده و در آن واحد، چندین سطح آن ماشین‌کاری شود. ماشین‌های فرز دروازه‌ای در دو نوع یک ستونه و دو ستونه وجود دارند.



ماشین فرز دروازه‌ای دو بازویی

۴-۲-۱- ماشین‌های فرز کپی تراش (پانتوگراف)

این ماشین‌ها که مجهز به دستگاه پانتوگراف (مشابه نگار) هستند، برای کپی سازی شکل‌های نامنظم، شابلن‌ها و یا اشکال غیر هندسی مدل‌ها بر روی قطعات کاربرد دارند. یک ماشین پانتوگراف توانائی عمل کپی کردن با مقیاس ۱:۱ یعنی با همان اندازه اصلی را دارد و نیز قادر است نمونه‌هایی بزرگتر و یا کوچکتر از اندازه واقعی را نیز مشابه سازی کند.



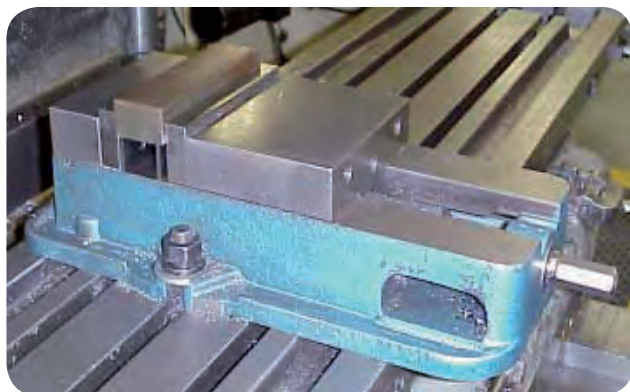
ماشین فرز کپی تراش

۳-۱- متعلقات ماشین فرز

متعلقات دستگاه‌های فرز نسبت به عملیاتی که انجام می‌دهند چندان متنوع و زیاد نیست، اما از اهمیت بسیار بالایی برخوردارند. متعلقات و تجهیزات فرز عمودی و افقی تفاوتی با هم ندارند، این وسایل عبارتند از:

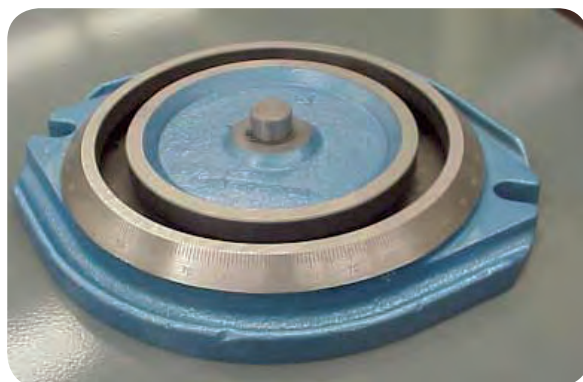
۱- گیره‌ها: قطعات کار بایستی به طور محکم و مطمئن برای انجام فرزکاری مهار شوند. این کار اغلب توسط گیره‌ها صورت می‌گیرد. در فرزکاری از گیره‌های مختلفی استفاده می‌شود از جمله:

الف: گیره‌های رومیزی ساده



گیره ساده

ب- گیره‌های رومیزی گردان



گیره رومیزی گردان

ج- گیره‌های رومیزی هیدرولیکی



گیره رومیزی هیدرولیکی

د- گیره‌های رومیزی انیورسال



گیره رومیزی انیور سال

۲-روبنده‌ها:

گاهی اوقات قطعات کار بسیار بزرگ و سنگین هستند و جهت بستن آن‌ها نمی‌توان از گیره استفاده کرد. برای این کار از قطعات فلزی به نام روبنده استفاده می‌شود که کار به واسطه آن‌ها بر روی شیارهای T شکل میز نصب و مهار می‌کنند.

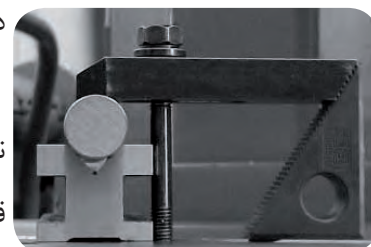


انواع روبنده و زیر سری

انواع روبنده‌ها:

از نظر شکل ظاهری می‌توان روبنده‌ها را به انواع مختلف تقسیم کرد. ساده، دوطرفه، شتر گلو، چنگالی، متغیر، پله‌ای، دو سر جاکشورده، اهرمی.

۳-زیر سری‌ها (تکیه گاه‌های روبنده): برای پر کردن زیر روبنده‌ها و موازی نمودن سطح تماس روبنده‌ها با سطح قطعه کار و همچنین اتصال مطمئن بین قطعات و روبنده‌ها از انواع زیر سری متناسب با نوع کار استفاده می‌گردد. این



زیرسری پله‌ای به همراه روبنده

زیر سری‌ها عبارتند از:

الف- زیر سری ساده

ب- زیر سری پله‌ای

ج- زیر سری شیب‌دار

د- زیر سری قابل تنظیم (جک پیچی)

و- زیر سری دندانه‌دار



انواع زیر سری‌ها

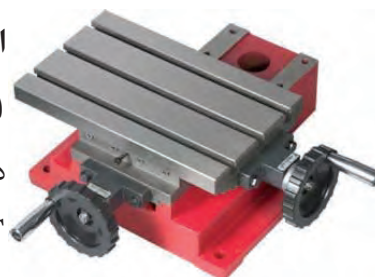


انواع روبنده‌ها

۴-میزها: از آنجا که در بعضی از ماشین‌های فرز، میز اصلی تنها حرکت خطی دارد و قابلیت انحراف و زاویه شدن را ندارد، از برخی میزهای خاص جهت فرزکاری سطوح شیب‌دار و قوس‌دار استفاده می‌گردد. این میزها بر روی میز اصلی ماشین نصب می‌شوند.

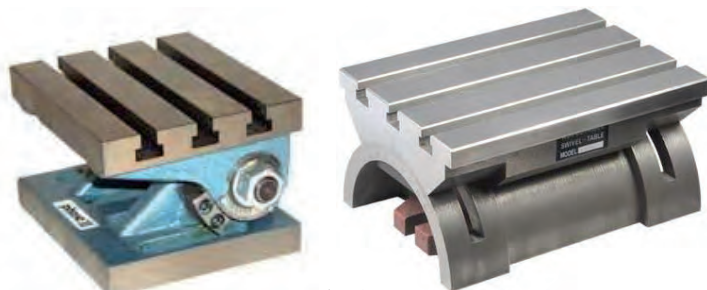
انواع میزها:

۴-۱-میز صلیبی: جهت سهولت در انجام عملیات فرزکاری و همچنین دقت در حرکت‌های خطی از این میز استفاده می‌گردد. میز صلیبی بر روی شیارهای T شکل میز اصلی ماشین نصب شده و در دو جهت X و Y حرکت خطی دارد. همچنین بر روی سطح میز صلیبی شیارهایی جهت نصب سایر نگهدارنده قطعه پیش بینی شده است.



میز صلیبی

۲-۴- میز قابل انحراف: این میز قابلیت دوران و زاویه دار شدن نسبت به صفحه افق را دارا می باشد. بر روی میز جهت مهار قطعات و نصب تجهیزات شیارهای T در نظر گرفته شده است.



میز قابل انحراف

۳-۴- میز زاویه دار قابل تنظیم:

این میز با امکان دوران نسبت به محور افقی و قائم توانایی فرز کاری سطوح با دو شیب را فراهم می کند.



میز زاویه دار قابل تنظیم

۴-۴- میز گردان: از میزهای گردان برای تراشیدن کمان ها، تقسیمات محیطی، زاویه ای، ایجاد فرورفتگی و برجستگی های دایره ای، منحنی و مارپیچ ارشمیدس استفاده می شود. در این میز از مکانیزم پیچ و چرخ حلزون استفاده شده است.



در میز گردان، حرکت چرخشی عموماً توسط دست انجام می شود و یا این حرکت توسط میله هادی میز اصلی ماشین تامین می شود. پیرامون میز گردان مدرج و به ۳۶۰ درجه تقسیم بندی شده است. نسبت پیچ حلزون به چرخ حلزون $\frac{1}{120}$ و یا $\frac{1}{90}$ می باشد. به عبارتی به ازای ۱۲۰ دور گردش دستگیره، صفحه میز یک دور کامل چرخش خواهد کرد. (در مورد نسبت $\frac{1}{120}$).

بر روی سطح میزگردان، شیارهایی جهت نصب قطعه و تجهیزات در نظر گرفته شده است. نوع دیگری از این میز وجود دارد که دارای صفحات تقسیم (صفحه سوراخدار) می باشد. این صفحه سوراخدار، جهت تامین حرکت دقیق تر میز در نظر گرفته شده است.



مدرج بودن پیرامون میزگردان

۵- دستگاه تقسیم: یکی از کارآمدترین و مهم ترین وسایل کمکی ماشین فرز دستگاه تقسیم می باشد. مکانیزم کار کردن دستگاه تقسیم بر اساس چرخ حلزون و پیچ حلزون می باشد که معمولاً با دو نسبت ۴۰:۱ و ۶۰:۱ ساخته می شود.



دستگاه تقسیم

این دستگاه کارهای مختلفی را انجام می دهد از جمله:

۱- تقسیم محیط قطعه: با استفاده از این دستگاه می توان محیط قطعات استوانه ای را به قسمت های مساوی تقسیم و یا شیار انداخت. مانند ساخت چند ضلعی ها.

۲- چرخ دنده زنی: تولید انواع چرخ دنده ها، مانند چرخ دنده های ساده با این دستگاه امکان پذیر است.

۳- ایجاد شیارهای تحت زاویه: قابلیت انحراف دستگاه نسبت به افق امکان ایجاد شیارهای تحت زاویه، مانند شیار دنده روی چرخ دنده های مخروطی را فراهم می کند.

۴- ایجاد شیارهای مارپیچ: از تلفیق حرکت خطی میز و حرکت دورانی دستگاه تقسیم می توان شیارهای مارپیچ را ایجاد کرد. تلفیق این دو حرکت توسط چرخ دنده های تعویضی صورت می گیرد. چرخ دنده های مارپیچ، شیارهای مته نمونه ای از کاربرد این روش می باشد.

دستگاه تقسیم دارای تجهیزاتی به شرح زیر است:

۱- چرخ دنده های تعویضی

۲- صفحه سوراخدار

۳- گیتاری

۴- سه نظام



چهارگوش کردن قطعه به کمک دستگاه تقسیم



دستگاه تقسیم به همراه سایر متعلقات

۶- دستگاه مرغک:



دستگاه مرغک

این دستگاه غالباً به همراه دستگاه تقسیم مورد استفاده قرار می گیرد و جهت نگهداری سر دیگر قطعات طویل از آن استفاده می شود. مرغک مورد استفاده در این دستگاه به صورت نیم مرغک بوده که این امر به دلیل هم راستا کردن تیغه فرز با محور دستگاه تقسیم به کار می رود.

۷- دستگاه کله گی:



کله گی قابل چرخش

در ماشین های فرز انیورسال به منظور تبدیل فرز افقی به فرز عمودی از کله گی استفاده می شود. کله گی معمولاً حول محور افقی دستگاه تا ۱۸۰ درجه به چپ و راست گردش می کند.

۸- دستگاه کله زنی: این دستگاه بر روی فرز انیورسال نصب شده و توسط آن می توان انواع شیارهای داخلی و خارجی را تراشید. مکانیزم آن به گونه ای است که حرکت دورانی محور اصلی را به حرکت خطی تبدیل کرده و ابزار با حرکت خطی خود براده برداری و ایجاد شیار می کند.

۴-۱- تیغه فرز و آشنایی با وسایل بستن تیغه فرزها



دستگاه کله زنی

تیغه فرز، استوانه ای است که بر روی سطح جانبی آن، شیار و لبه های برنده ایجاد شده است. عملیات مختلفی که به وسیله تیغه های فرز انجام می گیرد، موجب شده تا شکل و اندازه آنها متنوع ساخته شوند. با این حال انتخاب تیغه فرز در اغلب موارد به هیچ وجه دشوار نیست زیرا شکل و اندازه سطحی که باید فرز کاری شود، کیفیت عمل فرز کاری (خشن کاری یا پرداختکاری)، نوع و اندازه تیغه فرز را مشخص می کند. تیغه فرزها با توجه به کاری که باید انجام دهند دارای انواع متنوعی هستند که در واحد کاربرد به شرح آنها می پردازیم.

جهت بستن تیغه فرزها از وسایل و تجهیزات مختلفی استفاده می شود. که به شرح آنها می پردازیم:

۱- کُلت^۱: کلت وسیله‌ای است برای گرفتن تیغه فرزهایی که دارای دنباله استوانه‌ای هستند. کلت‌ها معمولاً دارای دو قسمت می‌باشند. یکی قسمت ابزارگیر که در اصطلاح گیره فشنگی نام گرفته و تیغه فرز را در خود جای می‌دهد و دیگری بدنه مخروطی شکل که درون محور دستگاه قرار می‌گیرد. برای تیغه فرزهایی که دنباله مخروطی دارند، کلتی طراحی شده که دارای سوراخی مخروطی شکل و به کلاهک معروف است.



گیره فشنگی

۲- میله فرزگیر (دُرَن) یک طرفه و دو طرفه: یکی دیگر از وسایل بستن تیغه فرزها و مهم‌ترین آن‌ها میله فرزگیرها در نوع یکطرفه و دوطرفه می‌باشند. میله فرزگیرهای دو طرفه بر روی ماشین فرزهای افقی از دو طرف یا تاقان بندی می‌شوند و جهت بستن تیغه فرزهای غلطکی و پولکی و مدولی به کار می‌روند. میله فرزگیر یک طرفه در ماشین فرزهای عمودی به کار گرفته می‌شود و جهت بستن تیغه فرزهای پیشانی تراش و پولکی به کار می‌روند.



بدنه مخروطی (کلت)

با توجه به محل قرار گرفتن قطعه کار روی میز یا داخل گیره باید موقعیت تیغه فرز را روی میله فرزگیر با استفاده از بوش‌ها تنظیم کرد تا در مکانی مناسب نسبت به قطعه کار قرار گیرد واضح است که بوش‌ها برای ثابت نگه داشتن تیغه فرز در طول دُرَن اهمیت بسزایی دارند.



کلاهک برای گرفتن تیغه فرزهای دنباله مخروطی

بر روی محور میله فرزها معمولاً خار طولی وجود دارد که اتصال موقت بین تیغه فرز و محور را فراهم می‌کند.



تعدادی بوش به همراه دُرَن

۵-۱- تنظیم حرکت پیشروی و عده دوران بر روی ماشین فرز:

جهت عملیات فرزکاری دو پارامتر مهم بایستی محاسبه و بر روی دستگاه تنظیم گردد:

۱- پیشروی

۲- عده دوران



میله فرز گیر یک طرفه

همان طور که اشاره شد حرکات طولی و عرضی و بار دهی به دو شکل دستی و اتوماتیک انجام می گیرد. در حالت دستی، با چرخش فلکه حرکت میز تامین می شود.

حرکت چرخش فلکه توسط دست بایستی پیوسته و به آرامی صورت گیرد در غیر این صورت احتمال شکستن ابزار وجود دارد.

حرکت پیشروی اتوماتیک توسط دستگاه انجام شده و مقدار آن قابل تنظیم است

میزان جابجایی میز (قطعه کار) در واحد زمان را سرعت پیشروی می گویند. به عبارت دیگر مقدار حرکت قطعه از مقابل ابزار به ازای یک دور گردش ابزار را پیشروی می گویند. معمولاً مقدار پیشروی را بر حسب میلیمتر در دقیقه بیان می کنند.

سرعت پیشروی:

تعیین مقدار پیشروی به چندین شاخص بستگی دارد :

- الف- جنس ابزار
- ب- جنس قطعه کار
- ج- قطر تیغه فرز
- د- عمق و پهنای برش
- ه- نوع ابزار
- و- کیفیت سطح
- ز- توان ماشین
- ح - مایع خنک کننده

در صورتی که تیغه فرز کند باشد بایستی مقدار پیشروی را از حد معمولی (نرمال) کمتر انتخاب کنیم.

به تعداد چرخش ابزار در واحد زمان (بر حسب دقیقه) عده دوران گفته می شود.

عده دوران:

تعیین عده دوران به عواملی به شرح ذیل بستگی دارد:

الف- قطر ابزار

ب- جنس ابزار

ج- جنس قطعه کار

د- سرعت برش

انجام محاسبات لازم برای تعیین مقدار دور، سرعت برش و مقدار پیشروی را در واحد کار سوم به تفصیل خواهید آموخت.

مقدار مسافتی که لبه برنده تیغه فرز در یک دقیقه بر حسب متر طی می‌کند را سرعت برش گویند.

پس از انجام محاسبات و یا انتخاب دو عامل پیشروی و عده دوران توسط نمودارها از طریق اهرم‌ها یا فلکه‌های روی دستگاه آن‌ها را تنظیم می‌کنیم.



تنظیم پیشروی



فلکه تنظیم عده دوران

مواردی که هنگام شروع به کار با دستگاه بایستی رعایت کرد:

پس از تنظیمات لازم برای عملیات فرزکاری از قبیل تنظیم تعداد دور و مقدار پیشروی در راه‌اندازی دستگاه موارد زیر را باید در نظر بگیریم.

- ۱- روشن کردن کلید تابلوی برق
- ۲- اطمینان از محکم بسته شدن قطعه کار
- ۳- اطمینان از محکم بودن ابزار
- ۴- اطمینان از عدم برخورد نابه هنگام ابزار و قطعه کار در موقع روشن شدن