

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



عنوان پایان نامه

پایان نامه کارشناسی
در رشته مهندسی تکنولوژی ساخت و تولید

نام دانشجو

فتحعلی قندی

استاد راهنما:

دکتر حبیب الله صفری

شهریور ماه ۱۳۹۸

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی آقای فتحعلی قندی به شماره دانشجویی ۹۵۲۲۱۰۵۵۱۱۹۱۰ در رشته
مهندسی تکنولوژی ساخت و تولید را در تاریخ ۱۳۹۸/۰۶/۲۰ با عنوان شناسایی و مطالعه ابزارهای
برش در فرایند فرزکاری فلزات آهنی

به حروف

به عدد

		با نمره نهایی
--	--	---------------

نام و نام خانوادگی استاد داور داخلی:
تاریخ و امضاء

دکتر حبیب الله: نام و نام خانوادگی استاد راهنما
صفری
تاریخ و امضاء

این مجموعه را تقدیم می‌نمایم به:

پیشگاه مقدس حضرت ثامن الحجج، علی بن موسی الرضا (ع)

پدر عزیز و مادر مهربانم:

نخستین معلمانم که رنج‌های دوران تحصیل را با بردباری تحمل کرده

اند و پیشرفت‌هایم را مدیون زحمات آنها هستم.

تشکر و قدردانی:

سپاس و ستایش خدایی را که عالم است و منشأ تمام علوم از اوست.

از استاد گرانقدر و بزرگوارم جناب آقای دکتر حبیب الله صفری که با مساعدت های بی دریغ خود اینجانب را در انجام رساله یاری نمودند قدردانی می کنم.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب.....	ج
چکیده.....	د

فصل اول : انتخاب مواد و ابزار برشی مناسب

۱-۱ مقدمه.....	۱
----------------	---

فصل دوم : مواد مورد استفاده در ابزارهای برش

۲-۱ مقدمه.....	۳
۲-۲ مواد ابزار برای ماشینکاری دقیق.....	۲
۲-۳ مواد و ابزارهای فوق العاده سخت.....	۶
۲-۳-۱ ابزار برش با الماس بزرگ.....	۷
۲-۳-۲ ابزار برش با روکش الماس.....	۸
۲-۴-۱ الماس طبیعی.....	۹
۲-۴-۲ الماس های پلی کریستالی.....	۱۱
۲-۴-۳ کاربرد تنگستن.....	۱۱
۲-۴-۳ نقش کبالت در کاربرد تنگستن سیمان.....	۱۳

فصل سوم : نتایج و بحث

۳-۱ مقدمه.....	۱۶
۳-۲ نمونه هایی از انواع مختلف اشکال هندسی برای نوعی ورودی خاص.....	۱۷
۳-۳ نمره ها (درجه ها).....	۱۷
۳-۵ مقایسه بین PVD و CVD.....	۱۸
۳-۶ انواع تیغ فرزها.....	۲۴

۲۴	 ۳-۷ تیغ فرزهای استوانه ای (غلطکی)
۲۵	 ۳-۸ تیغ فرز بغل تراش (تیغ فرز پولکی)
۲۷	 ۳-۹ تیغ فرزهای زاویه دار
۲۸	 ۳-۹-۱ تیغ فرز تک زاویه ای
۲۸	 ۳-۹-۲ تیغ فرز دوزاویه ای
۲۹	 ۳-۱۰ تیغ اره فلزبر
۳۰	 ۳-۱۱ تیغ فرزهای انگشتی
۳۲	 ۳-۱۱-۱ تیغ فرز انگشتی دوشیاره
۳۲	 ۳-۱۱-۲ تیغ فرز انگشتی چند شیاره
۳۶	 ۳-۱۱-۳ تیغ فرز پیشانی تراش
۳۶	 ۳-۱۱-۴ تیغ فرزهای کف تراش
۱۲	 ۳-۱۲ تیغ فرزهای فرم
۳۸	 ۳-۱۳ تیغ فرزهای متفرقه
۳۸	 ۳-۱۳-۱ تیغ فرز مخصوص شیارهای T شکل
۳۹	 ۳-۱۳-۲ تیغ فرز جا خار تراش
۳۹	 ۳-۱۳-۳ تیغ فرز مخصوص شیاردم چلچله ای
۳۹	 ۳-۱۴ معرفی کد مشخص شده برای ابزار
۴۳	 ۳-۱۵ نمونه هایی از پیچ های مختلف
۴۴	 ۳-۱۶ ورودی سری متریک ، چکیده ای از کد کلیدهای ISO 1832-1991
۴۳	 ۳-۱۷ ورودی ها
۴۹	 ۳-۱۸ انتخاب داده های برش ، درج و برش
۵۳	 ۳-۱۹ طرز مراقبت از تیغ فرزها

فصل چهارم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۵۴	 ۴-۱ نتیجه گیری
۵۴	 ۴-۲ پیشنهادات
۵۵	 منابع

چکیده

با انتخاب درست جنس قطعه کار و جنس ابزار براده برداری عمر ابزار خود را می‌توانیم افزایش دهیم و کیفیت کار خود را بالا ببریم؛ در این پایان نامه به این دو مورد پرداخته ایم و معایب و محاسن آن را مورد بررسی قرار داده ایم. به منظور بهبود و عمر ابزارهای برشی لازم است ابزار با استفاده از پوشش‌هایی که برای جلوگیری از حالت‌های معین خسارت فیزیکی در کاربردهای خاص طراحی شده‌اند محافظت شوند، بیشتر ابزارها از طریق رسوب‌های شیمیایی بخار (CVD) و رسوب‌های فیزیکی بخار (PVD) و یا ترکیبی از این دو روش پوشش‌کاری می‌شود. بطور کلی عمر ابزارهای برش به عوامل گوناگونی بستگی دارد: فولاد HSS، آلیاژهای ریختنی کبالت، سرامیک‌ها و سرمت‌ها، CBN، الماس‌ها. در هنگام انتخاب ابزار برش بوسیله مقایسه مشخصات فلز آن ابزار انتخاب نمود، مانند سختی، مقاومت، کارایی در درجه حرارت بالا، محکمی، مقاومت در برابر اثرات شیمیایی، مقاومت در برابر سائیدگی، قابلیت انتقال حرارت و ضریب اصطکاک، پس جنس ماده‌ای که برای ابزار برش انتخاب می‌شود همواره باید سخت‌تر و محکم‌تر از جنس ماده‌ای باشد که تحت ماشینکاری قرار می‌گیرد و همچنین این ابزار باید مقاومت حرارتی قابل قبولی داشته باشد تا به هنگام ماشینکاری و ایجاد حرارت سریعاً فرسوده نشود. همچنین هزینه تولید باید طوری در نظر گرفته شود که قطعه دارای خواص فیزیکی لازم باشد و کمترین هزینه تولید هر قطعه شامل گردد. در این پایان نامه به انواع شکل ظاهری ابزارها بنا به معرفی آن‌ها در عملیات‌ها و انتخاب سرعت‌های و نوع صحیح ابزار نیز پرداخته ایم که هر ابزار با کدبندی که روی آن درج شده است می‌توان بنابه جنس قطعه در ماشینکاری و معیارها شناسایی آن انتخاب نمود. اکنون می‌توان به علم این قضیه بهره‌وری در عملیات را به حداکثر رساند.

واژگان کلیدی فارسی: ابزار، تیغچه، فرز، الماس، کاربرد، تنگستن، PVD، CVD

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه

وسایل برش نوعی ابزار در حال گردش هستند که با داشتن یک یا چند دندان برنده ضمن درگیری مستقیم با قطعه کار و حرکت ظاهری نسبی به سمت آن موجبات برش و برداشته شدن مقداری از مواد تشکیل دهنده قطعه کار را فراهم می‌نماید.

طبقه بندی ابزار برش :

ابزارهای برش را می‌توان با استفاده از خصوصیات آنها به چهار دسته تقسیم بندی نمود :

۱. خصوصیات ساختمانی

۲. شکل ظاهری و برجستگی دندانهای برش

۳. روش های نصب روی دستگاه

۴. هدف و استفاده از ابزار برش

انواع ابزار برش از نظر خصوصیات ساختمانی عبارتند از :

ابزارهای برش یکپارچه، ابزارهای برش کاربیدی، ابزارهای برش یکپارچه با کلاهی از آلیاژ ریختگی، ابزارهای برش با تیغ قابل تعویض و ابزارهای برش باتیغه غیر قابل تعویض و علامتگذاری شده بطور خودکار و روی نصب قفل می‌شود .

انواع تیغ های قابل تعویض از نظر ساختمانی شامل تیغ های فولادی با سرعت بالا، تیغ های کاربیدی یکپارچه یا نوک دار و تیغ های ریختگی از آلیاژ مواد مختلف می باشند. در ابزارهای برشی که قابل سنگ زدن مجدد هستند از دوروش برای شکل دادن به لبه های ابزار برش استفاده می نمایند:

(۱) تراش تیغه ها توسط شکل ظاهری

(۲) تراش تیغه ها به کمک شکل عمومی

درروش تراش تیغه ها با استفاده از شکل ظاهری ، می توان سطوح صاف و منحنی یا غیر منظم را توسط تیز کردن لبه های ابزار برش و یا ایجاد شیار باریک در قسمت انتهایی ابزار برش و امتداد آن به سمت جلو ایجاد نمود. ابزارهای برش که به صورت شکل عمومی تراشیده می شوند قسمت تیز شده است. انواع ابزارهای برش از نظر طرز نصب روی دستگاه شامل ابزارهای برش شاه میله ای ابزارهای برش میله کلاهک دار رونصب شونده روی میله فرز می باشند. [۱]

فصل دوم : مواد مورد استفاده در ابزارهای برش

۲-۱ مقدمه

برای تهیه ابزاربرش از مواد مختلفی نظیر فولادهای سرعت بالا و یا بسیار سریع آلیاژهای غیر آهنی و موادی نظیر کاربیدیکپارچه استفاده می شود ولی انتخاب بهترین مواد تشکیل دهنده ابزار کار بستگی به نوع مواد مورد استفاده در فرزکاری و برش و نیازمندیهای تولید خواهد داشت. فولادهای سرعت بالا معمولاً از بهترین موادی هستند که برای تهیه ابزارهای فرزکاری پوخته ای مثل فرزکاری ساده و یا شیارزنی که در آن تراشه های خیلی نازک و یا موب می باشند مورد استفاده قرار می گیرند استفاده از چدن ریختگی برای تهیه ابزارهای برش به صورت تیغه های قابل تعویض و یا تیغه های ثابت یکپارچه در مقام مقایسه با ابزارهایی که از فولاد پر سرعت و کاربیدیکپارچه ساخته شده اند. بخصوص در اعمالی نظیر فرزروی برنج و آهن چکش خوار و یا موادی که سطوح آن ها مثل چدن و فولاد سخت زبر می باشند. بسیار موفقیت آمیز بوده است.

استفاده از ابزارهای برش کاربیدیکپارچه در فرزکاری رویه ای و سایر برش های مشابه که در آنها تراشه هادرهنگام ورود و خروج دندان ابزار برش روی قطعه کار از ضخامت ثابتی برخوردار می باشند. بسیار قابل توجه است به کمک اینگونه وسایل برای برش مواد ساینده ای نظیر چدن. ریختگی و یا بعضی از مواد غیر فلزی نسبت به فولاد سرعت بالا از موفقیت بیشتری برخوردار است. ابزارهای ساخته شده از آلیاژهای چدنی و با کاربید یکپارچه برای کار روی مواد با خاصیت چسبندگی به تیغه های ابزار برش مثل فولاد زنگ نزن و فولادهای کم مقاومت و تیتانیوم کاربرد خوبی دارند.

۲-۲ مواد ابزار برای ماشینکاری دقیق

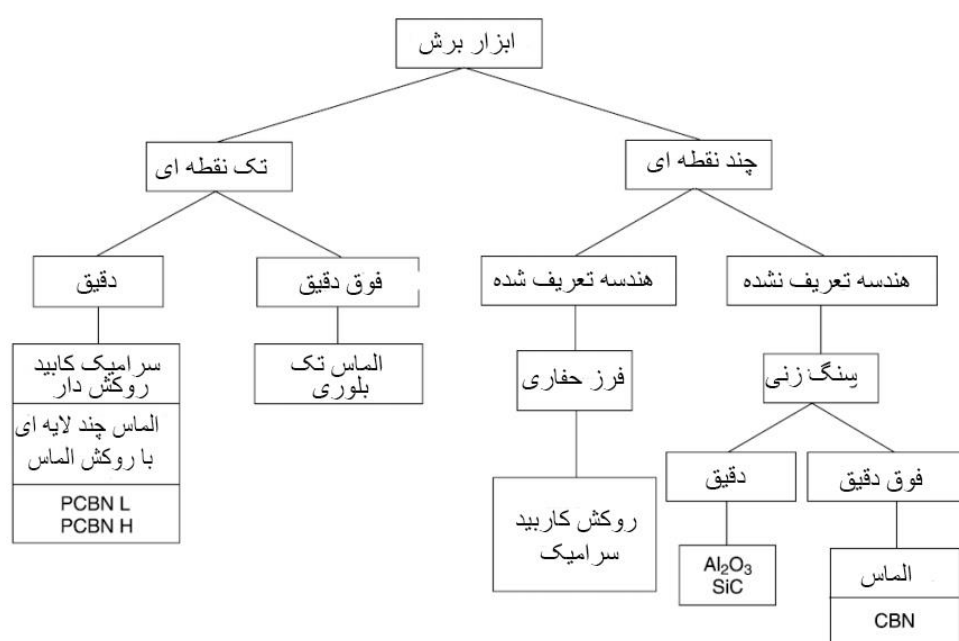
مواد برش مواد لازم است که دارای چندین خاصیت باشند که باعث افزایش راندمان فرایند حذف مواد می شود نیاز اصلی برای برش مواد ابزار به شرح زیر است:

- ❖ سختی زیاد گرم
- ❖ مقاومت بالا در برابر سایش
- ❖ پایداری فیزیکی و شیمیایی در دمای بالا
- ❖ چقرمگی یا مقاومت زیاد در برابر شکستگی شکننده

شکل ۱-۲ طبقه بندی اصلی مواد ابزار را نشان می دهد. یک مقایسه بین سختی گرم ، مقاومت در برابر سایش و مقاومت در برابر سایش در جدول ۱-۲ نشان داده شده است. این نشان می دهد که الماس تک بلوری که به طور گسترده برای کاربردهای بسیار دقیق مورد استفاده قرار می گیرد دارای بالاترین سختی و مقاومت در برابر سایش است ، اما فاقد سختی است که از نظر آن بسیار شگفت آور است که این اولین ابزار ابزار هنوز هم نسبت به سایر مواد حاشیه ای دارد.

از جدول ۱-۲ آن تصویر واضح تری می توان دریافت مقادیر نسبی چندین خاصیت را برای هر یک از مواد ابزار برش طبقات اصلی مواد ابزار ، فولادهای کربنی نشان می دهد. فولادهای پر سرعت و آلیاژهای ریخته گری به ندرت در کاربردهای دقیق استفاده می شوند .

فولاد کربن اولین ماده ابزار است که به طور گسترده ای در ساخت مته ها ، شپور خاموشی ها ، میلگردها و بروسس استفاده می شد. استفاده از فولاد کربن محدود به سرعت و دمای برش کم است. [۲]



شکل ۱-۲ مربوط به ابزار برش

جدول ۱-۲. مقایسه سختی گرم ، مقاومت در برابر سایش و سختی ابزار برش

۱	فولاد کربن
۲	فولاد با سرعت بالا
۳	آلیاژهای کاستور
۴	کربن تنگستن
۵	کرمیت
۶	کربن تیتانیوم
۷	سرامیک
۸	الماس پلی استریستینیلین و نیتروژن
۹	الماس کریستالی تک

در این جدول درجه سختی از بالا به پایین افزایش می یابد.

جدول ۲-۲ خواص مواد ابزار برش

خاصیت	فولاد سرعت بالا	آلیاژ کاست	کربن تنگستن	کربن تیتانیوم	سرامیک	نیتروژن برم مکعب	الماس تک کریستالی
سختی	83-86 HRA	82-84 HRA	90-95 HRA	91-93 HRA	91-95 HRA	4000-5000 HK	7000-8000 HK
مقایسه قدرت	4100-4500	1500-2300	4100-5850	3100-3850	2750-4500	6900	6900
استحکام پارگی عرضی	2400-4800	1380-2050	1050-2600	1380-1900	345-950	700	1350
اثر قدرت	1.35-8	0.34-1.25	0.34-1.35	0.79-1.24	< 0.1	< 0.5	< 0.2
ماژول قابلیت ارتجاعی	200	-	520-690	310-450	310-410	850	820-1050
غلظت	8600	8000-8700	10,000-15,000	5500-5800	4000-4500	3500	3500
حجم سختی	7-15	10-20	70-90	-	100	95	95
نوب دمای تجزیه	1300	-	1400	1400	2000	1300	700

۲-۳ مواد و ابزارهای فوق العاده سخت

مواد فوق العاده سخت موادی هستند که به طور قابل توجهی سخت تر از سایر ترکیبات هستند و در نتیجه دشوار هستند و می توانند شکل یا خراش دادن یا ضرب کردن هر شیء دیگری را ایجاد کنند.

حداقل سختی یک ماده فوق العاده سخت ، غالباً تنظیم می شود به طور دلخواه ، با سختی Knoop از ۴۰ GPa یا بیشتر. الماس و نیتريد بورم مکعب (CBN) ، فازهای مکعبی با فشار زیاد با فشار بالا کربن و نیتريد بور ، مواد فوق العاده برجسته هستند. ابزارهای فوق العاده سخت ابزارهایی هستند که از اجزای فوق العاده سخت ساخته شده اند. در حال حاضر اینها ابزارهای الماس پلی کریستالی (PCD) و ابزارهای پلی کریستالی نیتريد بور مکعب (PCBN) هستند. ابزارهای PCBN بیشتر برای پردازش مواد آهنی سخت استفاده می شوند در حالی که ابزارهای PCD برای آلیاژهای غیر آهنی و کامپوزیتهایی که به سختی قابل استفاده هستند مورد استفاده قرار می گیرد. لبه برش یک ابزار پلی کریستالی نوک فوق العاده سخت است که بر روی یک درج کاربرد تراشیده شده است. جدول ۲-۲ مواد مناسب برای الماس و ابزار CBN را نشان می دهد. [۳]

جدول ۲-۳. مواد مناسب برای الماس و ابزار cBN

ابزار cBN	ابزار الماس	
ماده فلزی	ماده غیر فلزی	ماده فلزی
NiCr cast iron, Ni	Al	Al, Al alloys
Hard white/chill cast iron	Bakelite	Brass
tool steel	Carbon-graphite	Bronze
Case hardened steel	Ceramics (green)	Cu, Cu alloys
Gray cast iron	Fiberglass-epoxy	Pb alloys
Cobalt	Filed plastic	Au alloys
Nickel and iron based hard	Wood	Mg alloys
alloys	Reinforced polymers	Ag, AG-AL alloys
	SiC, Si ₃ N ₄	WC, Green zinc alloys

۱-۳-۲ ابزار برش با الماس بزرگ

سه نوع مختلف از الماس گسترده برای ابزارها استفاده می شود:

الماس تک بلوری ، الماس پلی کریستالی و الماس مصنوعی .بلورهای تک می توانند از منبع طبیعی یا از سنتز فشار خون بالا (HTHP) سنتز شوند. برای برش های بسیار دقیق از کریستال های تک طبیعی استفاده می شود. الماس HTHP مخصوصاً در صورت نیاز به عرضهای زیاد برش مورد استفاده قرار می گیرد ، زیرا این بلورهای تک در ابعاد بزرگتر موجود هستند (حداکثر ۱۸ میلی متر) از بلورهای مونو طبیعی.

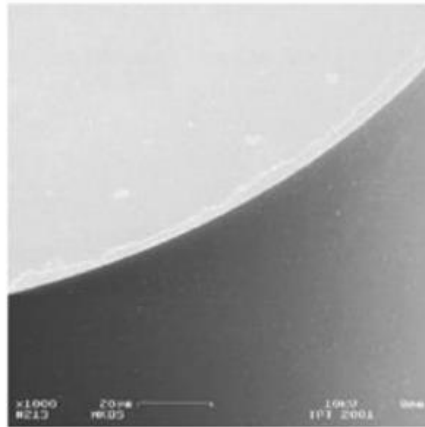
ابزارهای برش بسیار دقیق Monocrystal عمدتاً با شعاع گوشه $r\beta$ (شکل ۲-۲) را برای عملیات چرخش یا فرز استفاده می کنند. دو معیار اصلی کیفیت برای ابزارهای برش الماس ، موج شعاع گوشه $r\beta$ و شعاع لبه برش $r\beta$

موجی که مقدار انحراف از حقیقت است برای ابزارهای با بالاترین کیفیت می توانید به ۵۰ نانومتر برسید. شعاع لبه برش $r\beta$ از ابزارهای جدید بین ۱۵ تا ۴۰ نانومتر است. بعد از اجرا ، ابزارها می توانند شعاع برش ۱۰۰ نانومتر داشته باشند. الماس های ساخته شده از ماتریس فلزی با وجود داشتن ماهیت پلی کریستالی "الماس پلی کریستالی" (PCD) خوانده می شوند. ساختار آنها را می توان چند کریستالی نامید ، زیرا از کریستال های الماس اندازه کوچک میکرون تشکیل شده است که به هم پیوند خورده اند در یک ماتریس چسب کبالت. این سیستم دو فاز از سختی کمتری نسبت به تک و یا برخورداری است. [۴]

الماس چندبلوری شعاع لبه برش و همچنین دقت فرم می باشد .پایین تر از الماس مونوکریستال به دلیل ساختار ماده ماتریس. با این وجود PCD می تواند برای چرخش دقیق سخت استفاده شود. رسوب بخار شیمیایی فقط برای پوشش ابزارهایی با یک لایه نازک الماس قابل استفاده نیست.

همچنین می توان از آن برای ساخت صفحات الماس ضخیم (تا ۰,۵ میلی متر) استفاده کرد که می تواند روی یک نگهدارنده ابزار ، زمین نصب شود و به همین ترتیب مشابه صفحات الماس مصنوعی PCD استفاده شود. این درج های الماس CVD از جنس پلی کریستالی و بنابراین امروزه با همان شعاع برش لبه کوچک مانند ابزارهای مونوکریستال قابل تهیه نیست. اما آنها سختی مشابه بلورهای مونو دارند. دامنه کاربرد آنها بین کریستال های تک و الماس مصنوعی PCD قرار دارد.

از ابزارهای عظیم الماس نیز می توان برای ساخت میکرو سازه ها استفاده کرد ، به عنوان مثال ابزارهای شکل (شکل ۳-۲ را ببینید). آنها اکثراً از بلورهای منو و همچنین PCD استفاده می کنند. شکل این میکرو ابزار محدود است. [۵]



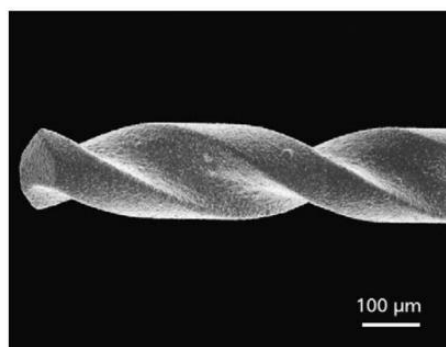
شکل ۲-۲. لبه برش الماس مونوکریستال



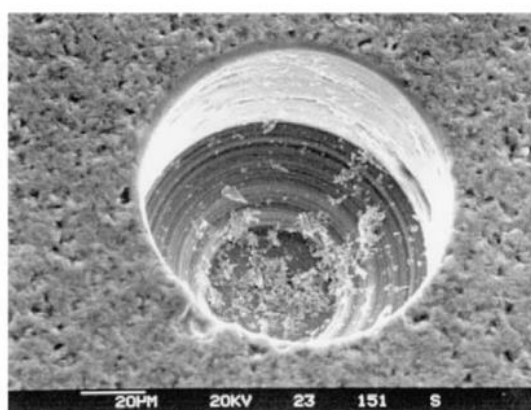
شکل ۲-۳. ابزار برش ریز با الماس مونوکریستال

۲-۳-۲ ابزار برش با روکش الماس

ابزارهای روکش شده با الماس را می توان با اشکال پیچیده تر ، زوایای کوچکتر و ابعاد تولید کرد. بدنه اصلی این ابزارها (عمدتا سیمان کاربید) را می توان به راحتی به هندسه های بسیار کوچک و ریز شکل داد که با الماس عظیم امکان پذیر نیست. آسیاب های انتهایی و همچنین دریل هایی با قطر تا ۱۰۰ میکرون متر در مواد قطعه کار انعطاف پذیر تولید شده و با موفقیت آزمایش شده اند (به شکل ۱-۴ مراجعه کنید) و با سرعت بسیار کمی خوراک آنها حتی می توانند ماشینکاری چدنی از مواد سخت و شکننده مانند سیلیکون را انجام دهند (شکل ۵-۲ را ببینید).



شکل ۴-۲. دریل مارپیچ روکش شده با الماس به قطر ۱۵۰ میکرومتر



شکل ۵-۲. قطر سوراخ سوراخ شده ۱۰۰ میکرومتر در سیلیکون

دقت و کیفیت سطح قطعه کار ماشینی به دلیل گرد بودن لبه های برش روکش دار محدود شده است. شعاع لبه برش روکش دار حداقل به اندازه ضخامت فیلم است که در محدوده ۳-۸ میکرومتر برای ابزارهای الماس پوشیده شده است. در صورت نیاز به شعاع های برش لبه کوچکتر ، تیز کردن یون پلاسما امکان پذیر است ، که شعاع برش لبه را تا ۰,۵ میکرومتر امکان پذیر می کند.

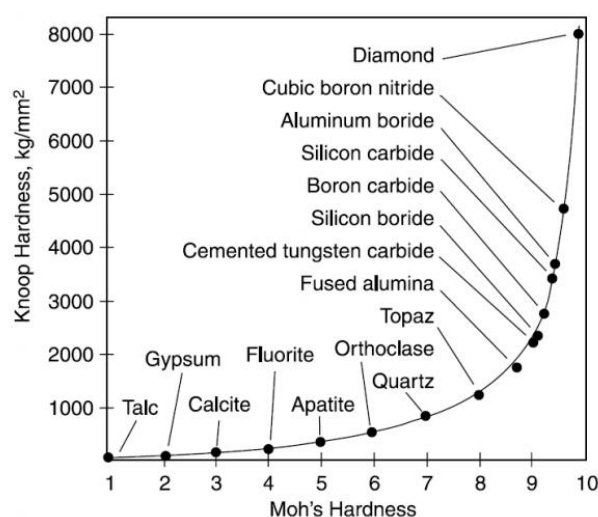
۴-۲ الماس ها

الماس که نوعی کریستالی کربن است ، بیشترین سختی و هدایت گرما را در بین کلیه مواد دارد و از پایداری شیمیایی بسیار مناسبی برخوردار است [۵۱]. با استفاده از این ویژگی های عالی ، الماس کاربردی را به عنوان ابزار برش یافت.

یک الماس تک کریستالی در ماشینکاری فوق العاده دقیق مواد سیستم غیر آهنی موثر است ، زیرا لبه بسیار تیز تیغه ای که بدست می آید می تواند برای بدست آوردن سطح عالی و دقت ابعادی حفظ شود . از اصطکاک تراشه ابزار و مقاومت در برابر سایش بسیار برخوردار است. ابزارهای الماس تقریباً با هر سرعت قابل جابجایی می توانند مورد استفاده قرار گیرند ، اما بیشتر برای نور ، اتمام بدون وقفه مناسب هستند برشبه دلیل قرابت شیمیایی قوی ، الماس برای ماشینکاری فولادهای کربن ساده و تیتانیوم ، نیکل و کبالت مبتنی بر آن توصیه نمی شود. در عملیات سنگ زنی و پولیش و همچنین به عنوان روکش از الماس به عنوان ساینده استفاده می شود.

استفاده از ابزارهای الماس افزایش چشمگیری نشان داده است. این امر به دلیل افزایش دقیق عملکردهای ماشینکاری مدرن است که به موجب آن یک ابزار الماس در اکثر عمر مفید خود لبه برش خود را تقریباً بدون تغییر حفظ می کند و تحمل های تحمل شده را در خود نگه می دارد و در بسیاری موارد مقدار ضایعات را به صفر یا نزدیک به صفر کاهش می دهد. علاوه بر این ، یک ابزار الماس به درستی طراحی شده قادر به پردازش ۱۰-۱۰۰ برابر تعداد قطعات قبلی است که توسط ابزارهای فولادی با سرعت بالا یا کاربید معمولی ماشینکاری شده است. الماس پنج بار سختی خراش یا خراشیده شده از کاربیدها دارد.

شکل ۶-۲ سختی یک الماس را در مقایسه با سایر مصالح با توجه به مقیاس سختی موه و موزه Knoop نشان می دهد. با این حال ، الماس نسبتاً شکننده است و در صورت عدم دقت کنترل و محافظت در برابر شوک ، تراشه یا شکستگی خواهد شد. دستگاه مورد استفاده باید دارای حداقل لرزش باشد.



شکل ۶-۲. مقایسه سختی الماس MO و Knoop با مواد معدنی

۱-۴-۲ الماس طبیعی

الماس طبیعی از سال ۱۸۹۰ برای اهره و از حدود ۱۹۴۰ برای ابزارهای برش، برای سنگ زنی مواد غیر آهنی بسیار سخت، به ویژه شیشه و سرامیک استفاده می شود. الماسهای طبیعی به اشکال و رنگهای مختلفی عرضه می شوند:

- ❖ بلورهای منفرد بزرگ — تک کریستالی
- ❖ پلی کریستال های Carbonadoes یا balas
- ❖ کریستالی تک کریستالی Borate — تک کریستالی

بلورهای منفرد بزرگ، به دلیل درخشندگی، از سنگهای قیمتی استفاده می شوند و بسیار پرهزینه هستند. الماس و بلورهای تک بلور Borat برای ساخت ابزارهای برش در ماشینکاری حالت انعطاف پذیر استفاده می شود، اما آنها از مشکلات برش رنج می برند. اما کمبود این الماسهای پلی کریستالی طبیعی باعث افزایش تقاضا برای الماس مصنوعی شده است.

۲-۴-۲ الماس های پلی کریستالی

الماسهای پلی کریستالی از بلورهای مصنوعی بسیار کوچک تشکیل شده اند. آنها از گرافیت در دمای بالا (۳۰۰۰ K) و فشار زیاد (۱۲۵ کیلو بار) در حضور یک حلال مذاب (Ni) تا ضخامت حدود ۰,۵ تا ۱ میلی متر سنتز می شوند. الماس بر روی یک بستر کاربید با کبالت به عنوان اتصال دهنده ساخته می شود.

PCD را می توان یک ماده کامپوزیتی دانست که ترکیبی از هدایت حرارتی بالای الماس با توانایی برنج WC است. از ابزارهای الماس پلی کریستالی برای ساخت مته ها، کارخانجات پایان و سایر برشهای فرز و همچنین برای ساخت ابزارهای چرخش استفاده می شود زیرا باعث سوختگی کمتری می شوند و باعث افزایش سرعت و تغذیه برش می شوند.

۳-۴-۲ کاربرد تنگستن

کاربید تنگستن به دلیل خاصیت خارق العاده ای که دارد، در صنعت بسیار مورد استفاده قرار می گیرد. سختی شدید آن در مقیاس Mohs ۸,۵-۹,۰ و مقاومت در برابر سایش، آن را در ساخت ابزارهای برش، ساینده و یاتاقان بسیار مفید می کند. آنها برای برش انواع مواد از قبیل چدن خاکستری، چدن چدنی داکتیل، استیل ضدزنگ آستنیتی، آلیاژهای پایه نیکل، آلیاژهای تیتانیوم، آلومینیوم، فولادهای ماشینکاری آزاد، فولادهای

کربن ساده ، فولادهای آلیاژی و فولادهای ضد زنگ مارتنزیتی و فریتی مناسب هستند. مقاومت به سایش کاربید تنگستن نسبت به فولادهای مقاومت در برابر سایش بهتر است.

تا ۱۰۰ برابر بیشتر از فولاد در شرایط استفاده می کند از جمله سایش ، فرسایش و زالو کردن. کاربید تنگستن تقریباً سه برابر سخت تر از فولاد است ، با مدول یانگ حدود ۵۵۰ Gpa. جذابیت اصلی کاربید تنگستن مقاومت بالا و انعطاف پذیری کم آن در دماهای بالا است. خواص دیگر کاربید تنگستن عبارتند از:

❖ رسانایی حرارتی بالا

❖ مقاومت الکتریکی کم (۱,۷-۲,۲ × ۱۰^{-۷} اهم · متر)

❖ مقاومت بالا در برابر خوردگی

❖ استحکام بالای شکستگی

❖ مقاومت در برابر حرارت و اکسیداسیون

❖ نقطه ذوب بالا (۳۴۱۰ درجه سانتیگراد)

❖ استحکام بالا

❖ استحکام بالا

❖ مقاومت در برابر ضربه زیاد

برای افزایش کارایی ابزارهای کاربید سیمانی ، آنها گاهی اوقات با روکش پوشش داده می شوند و از مواد پوشش داده شده مانند TiN (نیتريد تیتانیوم) ، TiC (کاربید تیتانیوم) ، Ti (C) N (کاربید تیتانیوم نیتريد) ، TiAlN (آلومینیوم تیتانیوم نیتريد) استفاده می شود.) و الماس .

روکش الماس به دلیل خاصیت مکانیکی عالی مانند سختی بالا و مقاومت در برابر سایش ، هدایت حرارتی خوب و ضریب انبساط حرارتی کم ، به عنوان یک پوشش ایده آل از ابزارهای سیمانی کاربید انتخاب شده است (نگاه کنید به جدول ۴-۲)

مناسب ترین ماده بستر برای تولید ابزارهای روکش شده با الماس کاربید تنگستن با سیمان Co (سیمان) است. در حقیقت ، اگرچه الماس با توجه به محدود بودن در تماس مستقیم با موادی که قرار است ماشینکاری شود. ضخامت رسوب ، تنشهای مکانیکی به بستر منتقل می شوند. علاوه بر این ، ضریب انبساط حرارتی کاربید تنگستن ، که نزدیک به الماس است ، باعث شده است که بدون استفاده از استرس داخلی بالا در فیلم الماس ، بتواند فیلم الماس را روی سطح کاربید تنگستن بپوشاند. [۵]

جدول ۴-۲. مقایسه ویژگی‌های کاربید تنگستن و سایر ابزار مواد

Properties	Carbide WC + 6% Co	Polycrystalline diamond (PCD)	Polycrystalline cubic boron nitride (PCBN)	Natural diamond
Density, g/cm ³	14.8	3.43	3.12	3.52
Knoop's Hardness, Gpa	13	50	28	57-104
Young's Modulus, E, Gpa	620	925	680	1141
Modulus of Rigidity, G Gpa	250	426	279	553
Poisson's Ratio, ν	0.22	0.086	0.22	0.07
Transverse Rupture Strength, Mpa	2,300	>2,800	600-800	700-1,700
Compressive Strength, Mpa	5,900	4,740	3,800	8,580
Fracture Toughness, K_{IC} , MN/m ^{3/2}	12	6.89	10	3.4
Thermal Expansion Coefficient, α , 10 ⁻⁶ /K	5	3.8	4.9	3.5
Thermal Conductivity, W/mK	95	120	100	500-2000

۳-۴-۲ نقش کبالت در کاربید تنگستن سیمان

سه دلیل عدم چسبندگی خوب بین روکش‌های الماس و بسترهای کاربید تنگستن سیمان دار وجود دارد (مالیکا و کاماندوری، ۱۹۹۹). که شامل:

۱. عدم اعتبار در رابط
۲. حضور مواد غیر الماس در رابط
۳. استرس باقیمانده زیاد

به منظور تولید روکش الماس چسبنده بر روی بسترهای WC-Co، هر یک از این عوامل باید با وسایل دیگر غلبه کرده یا جبران شوند. اولین مشکل، یعنی تشکیل خالی، به دلیل تراکم هسته کمتر است. با بزرگ شدن هسته‌ها و در نهایت انقباض، منافذ روی سطح کاربید بین بلورهای الماس باقی می‌مانند. از آنجا که هسته ثانویه نسبتاً محدود است، حفره‌ها در طول رشد پر نمی‌شوند. راه حل برای افزایش سطح تراکم هسته در مراحل اولیه برای پوشاندن کل سطح با الماس خواهد بود. مشکل دوم، یعنی وجود مواد غیر الماس در رابط، مضرت‌ترین کیفیت روکش الماس و پایبندی آن به ابزارهای سیمانی کاربید محسوب می‌شود. کبالت اتصال سنتی برای ابزارهای سیمانی کاربید تنگستن است زیرا کاربید را مرطوب می‌کند و بعد از پخت سریع یک جمع و جور متراکم تشکیل می‌دهد.

از محتوای کبالت بالاتر برای افزایش چقرمگی ابزارهای کاربید سیمانی شده برای چنین کاربردهایی برش زبر، برش قطع شده و تشکیل فلز استفاده می‌شود. با این حال، برای افزایش مقاومت در برابر سایش، میزان کبالت پایین‌تر ترجیح داده می‌شود هر چند به قیمت چقرمگی. [۶]

ممکن است برای تسهیل اتصال الماس به بستر و تسهیل اتصال سختی اضافی مورد نیاز ، تولید درجه یک کاربید تنگستن سیمان با محتوای کبالت بالاتر در فله با کبالت تخلیه شده در و در نزدیکی سطح ممکن باشد. به دلیل حلالیت بالای کربن در کبالت در دمای رسوب و این واقعیت که گرافیت فاز کربن ترمودینامیکی پایدار در این شرایط است ، فازهای کربن غیر الماس در طول رسوب فیلم الماس روی کاربید تنگستن سیمانی شکل می گیرد. [۶]

این به طور عمده در شکل گیری گرافیت در رابط بین پوشش الماس و بستر هنگام خنک کننده از دمای رسوب منجر می شود. با کاهش دما ، حلالیت کربن در کبالت کاهش می یابد و کربن حل شده به سطحی که در آن یک فیلم مانند گرافیت غیر چسبنده تشکیل می شود ، پخش می شود.

در هر ترکیب در محدوده حلالیت C در Co ، گرافیت با کاهش دما در هنگام خنک کننده رسوب می کند. سرانجام ، تنشهای باقیمانده زیاد ناشی از عدم مطابقت انبساط حرارتی زیاد بین پوشش الماس و بستر کاربید سیمانی است. ضریب انبساط حرارتی خطی الماس بسته به میزان کبالت بین ۱۰ ۴,۵ E-6 تا ۷/۷ $\times 10^{-6} / ^\circ C$ بین ۱۰ ۴,۵ E-6 است.

در نتیجه ، لایه الماس رسوب شده تحت استرس فشار فشاری باقیمانده قرار دارد و ماده بستر تحت فشار کششی باقیمانده قرار دارد. بنابراین تنش در سطح رابط قابل توجهی متفاوت است. همچنین ، شرایط پردازش می تواند باعث ایجاد تنش های حرارتی شود که ممکن است برای چسبندگی الماس به مواد بستر مضر باشد.

مشخص شد که رسوب مستقیم الماس بر روی بسترهای کبالت خالص با دو مشکل اساسی روبرو است. انحلال کربن بالا به کبالت در هنگام رسوب الماس و فشار بخار زیاد کبالت در دمای رسوب (۸۰۰) درجه سانتیگراد رخ می دهد. از تشکیل و رسوب کربن آمورف حمایت می کند. آنها گزارش دادند که رسوب الماس فقط در غلظت متان کم (CH₄) غلظت (۰,۴٪) امکان پذیر است. با افزایش غلظت متان بالاتر از این ، فقط کربن آمورف رسوب می کند. به منظور بهبود چسبندگی روکش های الماس روی کاربید سیمانی تنگستن ، روش های زیر توصیه می شود: [۶]

- ❖ استفاده از مواد بستر کم کبالت برای به حداقل رساندن تعامل الماس و کبالت.
- ❖ قبل از پوشش سطح زیرین را سفت و سخت کنید.
- ❖ در طی فرآیند رسوب از درجه حرارت پایین تر بستر استفاده کنید.
- ❖ در طول فرایند از رسوب زیاد الماس استفاده کنید.

از سه دلیل عدم چسبندگی خوب بین پوشش های الماس و بسترهای کاربید تنگستن سیمان شده که در ابتدا گفته شد ، اثر کبالت برای هسته سازی الماس ، رشد ، کیفیت و چسبندگی به بستر مضرترین است. از این رو

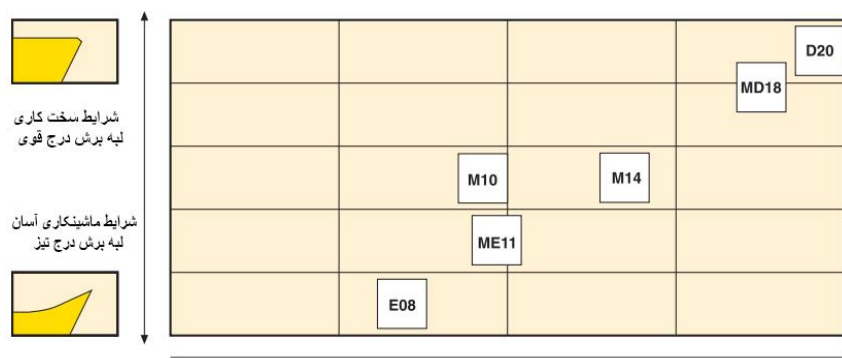
، قسمت اول این تحقیق به تأثیر کبالت بر کیفیت و چسبندگی روکش های الماس بر روی سیمان های کربن پرداخته شده است.

پس از آن ، تحقیقات در مورد روشهای مختلف پیش تصفیه انجام می شود. درمان شیمیایی در و در نزدیکی سطح در چسبندگی روکش های الماس به زیر لایه های کاربید سیمانی بهبود می یابد. مکانیسم چسبندگی عمدتاً لنگر مکانیکی پوشش الماس با استفاده از سطح صحیح سطح است. [۵]

فصل سوم : نتایج و بحث

۳-۱ مقدمه

سیستم طراحی سکو برای ورودی های فرز توسعه داده شده است تا کاربر را بهتر در زمینه کاربرد شکل های هندسی مختلفی که وجود دارد ، راهنمایی کند.



شکل ۳-۱. افزایش نرخ تراکم / خوراک تراشه

۲-۳ نمونه هایی از انواع مختلف اشکال هندسی برای نوعی ورودی خاص



۳-۳ نمره ها (درجه ها)

کاربید سیمانی آلیاژ کاربید تنگستن (WC) و کبالت (Co) است. کاربیدهای مکعبی مانند کاربید تانتالوم (TaC)، کاربید تیتانیوم (TiC) و کاربید نیوبیوم (NbC) نیز می توانند اضافه شوند.

کاربید تنگستن ماده اصلی است و به آن سختی می بخشد. کبالتیس مرحله اتصال و مقاومت به آن است. کاربیدهای مکعبی به منظور تأثیر خواصی مانند سختی گرم، مقاومت در برابر تغییر شکل و مقاومت در برابر سایش شیمیایی اضافه می شوند. بیشتر نمرات (درجه) مدرن با تکنیک CVD (انباشت شیمیایی بخار) یا PVD (فیزیکی بخارپاشی) پوشیده شده است. این پوشش مقاومت به سایش درجه را بهبود می بخشد.

با داشتن لایه های CVD فنی کاربید تیتانیوم (TiC)، نیتريد تیتانیوم (TiN)، کربنیتید تیتانیوم (TiC)، (N) و آلومینا (Al_2O_3) ساخته می شود. درجه های پوشش داده شده با CVD برای مقاومت در برابر سایش در برنامه های خواستار مناسب است.

در پروسه پوشش C.V.D سطح کاربید سمانته به عنوان ماده پایه، ضخامتی بین ۲ تا ۵ میکرون با پوششی از کاربید تیتانیوم (TiC)، نیتريد تیتانیوم (TiN) و اکسید آلومینیوم در طی پروسه رسوب شیمیایی بخار

(C.V.D) پوشش داده می شود . لایه پوششی سخت و مقاوم در برابر اکسیداسیون و حرارت می باشد و این امتیازات باعث طول عمر ابزار و کارایی هرچه بیشتر عمل براده برداری می شود

مواد پوشش مشترک ساخته شده توسط نیتريد تیتانیوم PVD-تیتانیوم (TiN) ، کربنیتید تیتانیوم (TiC) ، (N) و تیتانیوم. آلومینیوم نیتريد (Ti) N (AL)، درجه های پوشش داده شده با PVD برای برنامه هایی که در آن نیاز به چقرمگی زیاد است توصیه می شود. نمرات پوشش داده شده با PVD برای کاربردهایی با سرعت برش کم تا متوسط مناسب است. [۷]

این روکش مزایای بسیاری را از قبیل ، بهبود عملیات براده برداری، افزایش طول عمر ابزار، کاهش زمان نگاه داشت ماشین، پایداری ابعاد، کاهش هزینه تیز کردن ابزار، کاهش تعویض ابزار و هزینه کمتر خرید ابزار را عنوان داشته اند . در این تکنیک پوشش که فرآیند رسوب فیزیکی بخار نامیده می شود، دمای انجام پوشش حدود ۴۵۰ درجه است که از دمای بازگشت فولاد های تند بر و فولاد گرم کار پایین تر است. لذا تغییری در ماهیت و ساختار آنها به وجود می آید. در این فرآیند تیتانیوم در محفظه خلاء تبخیر شده و با ازت به عنوان گاز واکنش دهنده ترکیب می شود.

۵-۳ مقایسه بین PVD و CVD

CVD فرآیندی است که نیروی پرتاب بالایی دارد و رسوب گذاری در آن بر خلاف روش های پراکنشی، تبخیری و دیگر فرآیندهای PVD که رسوب گذاری در آن ها به صورت جهت دار صورت می پذیرد، جهت دار نمی باشد. بنابراین می تواند برای پوشش دادن شکل های پیچیده و رسوب لایه های با تطبیق پذیری عالی به کار برده شود. گودی های عمیق، سوراخ ها، و دیگر شکل های سه بعدی پیچیده معمولاً با استفاده از روش CVD به راحتی می تواند پوشش داده شود و این ویژگی فرآیند CVD باعث برتری آن نسبت به PVD می باشد.

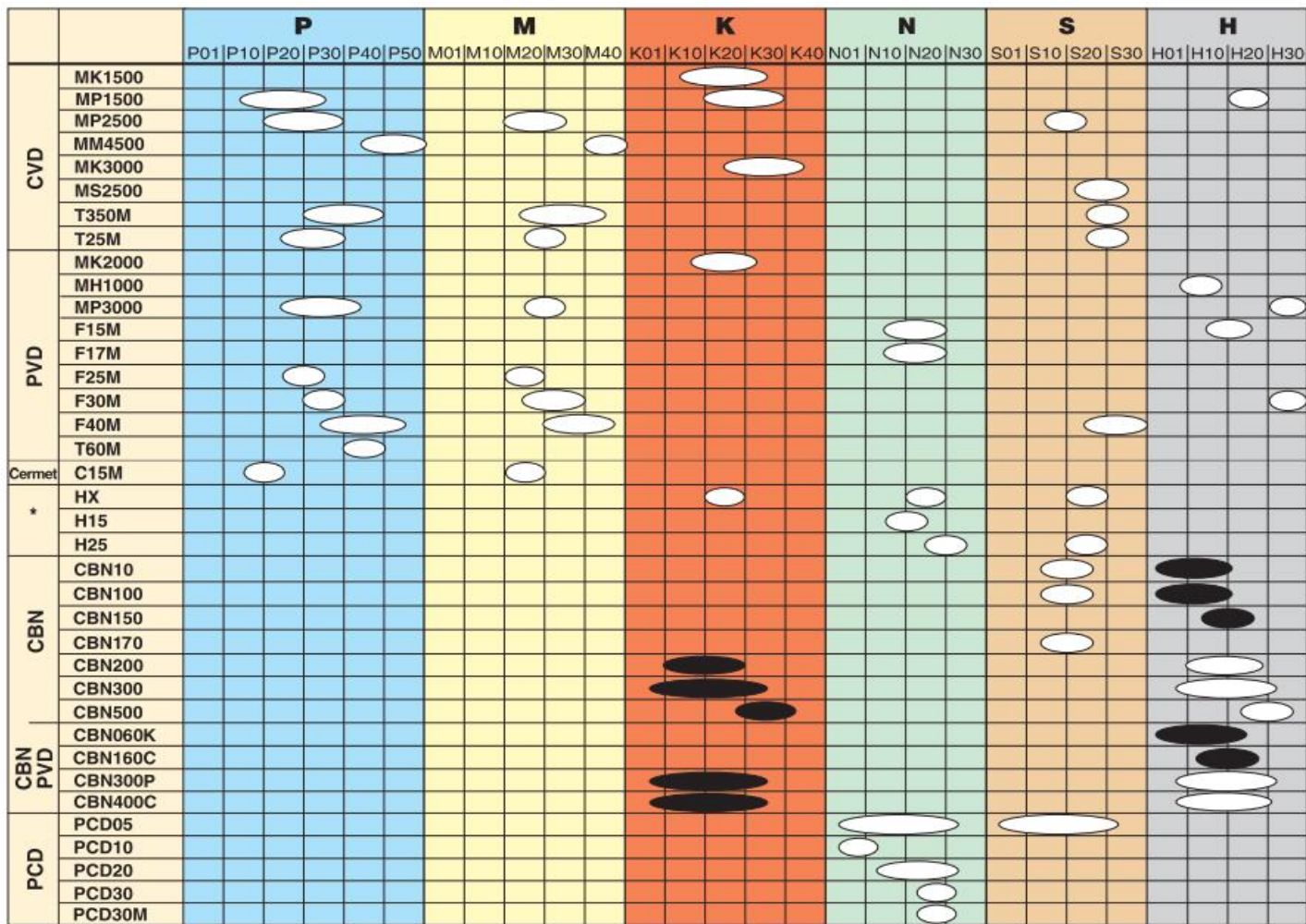
CVD در مقایسه با PVD دارای پیچیدگی بیشتری می باشد و برای بدست آوردن شرایط رشد مناسب نیازمند تست های زیادی می باشد. واکنش های شیمیایی به طور کلی شامل گونه های گازی مختلف و تولید شماری از گونه های واسطه می باشد. همچنین این روش دارای گام های پیایی برای رسوب دهی می باشد CVD. در مقایسه با PVD نیازی به خلا بالا ندارد و دستگاه به راحتی می تواند با شرایط محیطی سازگار گردد که این انعطاف پذیری از مزایای بسیار خوب این روش می باشد. [۸]

جدول ۱-۳. نگاهی به مواد تشکیل دهنده ابزار برش

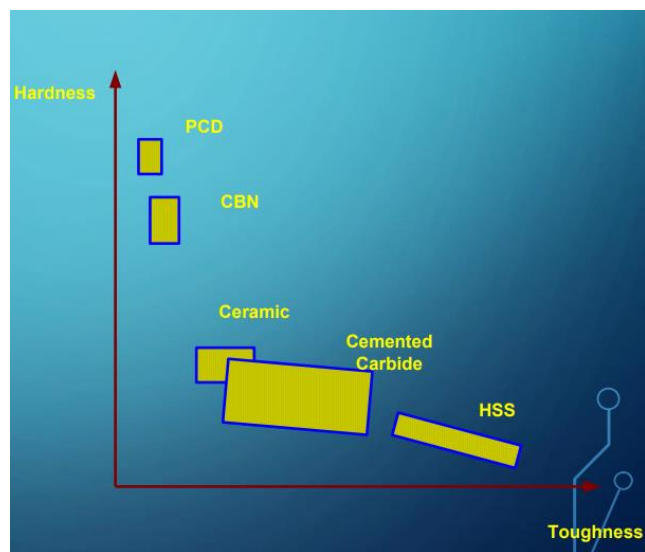
جنس ابزار	ماده اصلی	سختی	کاربرد
فولاد تندبر	فوالد آلیاژی	کم	مواد با سختی کم
سمتد کارباید	تنگستن کارباید	زیاد	ماشین CNC اکثر فلزات تا سختی بالا
سرمت	TiN	زیاد	عملیات پرداخت فلزات با سختی بالا
سرامیک	اکسید آلومینیوم	خیلی زیاد	ماشینکاری مواد با سختی بالا
CBN	Cubic Boron Nitride	بسیار زیاد	ماشینکاری مواد با سختی بسیار بالا
PCD	Poly Crystalline Daimond	فوق العاده زیاد	فوق العاده زیاد

جدول ۲-۳. مقایسه ابزارها از نظر قیمت، تنوع گرید و فراوانی

نوع ابزار	قیمت	تنوع گرید	امکان دسترسی در داخل کشور
فولاد تندبر	پایین	کم	زیاد
تنگستن کارباید	متوسط	زیاد	متوسط
سرامیک، سرمت	بالا	کم	کم
CBN-PCD	خیلی بالا	کم	کم



شکل ۳-۱. مقایسه ابزارهای برشی از نظر چقرمگی و سختی

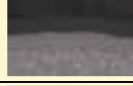
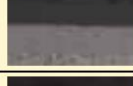


شکل ۳-۲. مقایسه چقرمگی و سختی

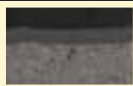
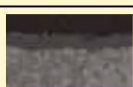
نمرات پایه ای

	MK1500	درجه پوشش داده شده با cvd بر اساس روکش Duratomic TM درجه پایه برای سنگ زنی فرز و چدن ، با خنک کننده یا بدون آن Ti (C, N) – Al₂O₃
	MP2500	درجه پوشش داده شده با cvd بر اساس روکش Duratomic TM درجه پایه برای فولاد فرز و فولاد ضد زنگ سخت / متوسط سخت ، با یا خنک کننده Ti (C, N) – Al₂O₃
	F40M	روکش pvd برای فرز خوب و متوسط خشن انتخاب اول برای فرز با فیدهای کوچک و / یا سرعت برش کم. بسیار عالی برای فرز در هنگام خطر لرزش و هنگام استفاده از خنک کننده برای ماشینکاری ابرآلیاژها توصیه می شود (Ti, Al) N – TiN

نمرات تکمیل شده با CVD

	MP1500	درجه برای فرز بزرگ در شرایط پایدار و با سرعت بالا و برای فولاد سخت شده فرز درجه عالی برای چدن خاردار خاکستری و گره ای Ti (C, N) – Al₂O₃
	T350M	درجه پوشش داده شده با cvd به عنوان گزینه اصلی برای فولاد دشوار و جایگزین در عملیات سخت در فولاد Ti (C, N) – Al₂O₃
	MK3000	درجه بهینه سازی در سخت نرم و متوسط در شرایط پایدار ، با یا بدون مایع خنک کننده Ti (C, N) – Al₂O₃
	MS2500	درجه بهینه سازی برای مواد آلیاژ فوق العاده ، همچنین برای فرز زیر در فولاد ابزار مناسب است Ti (C, N) – Al₂O₃
	MM4500	درجه بسیار سختی برای فولاد ضد زنگ دوپلکس در شرایطی که شرایط برش ناپایدار است ، می توان برای طیف گسترده ای از مواد نیز استفاده کرد

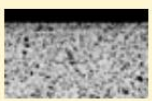
نمرات پوشش داده شده با pvd تکمیل

	MH1000	درجه بسیار سخت برای فرز فلز سخت (Ti, Al)N
	MK2000	درجه مکمل برای عملیات دشوار در آهن و چدن گره ای (Ti, Al)N
	MP3000	از درجه بهینه شده مقاوم در برابر ساییدگی در سایه استفاده کنید (Ti, Al) N
	F15M	درجه سخت و سایش برای فرز برای آلیاژهای آلومینیوم و غیر آهنی درجه عالی ، در ترکیب با لبه های برش محافظت شده ، برای ماشینکاری با سرعت بالا در فولاد سخت شده (Ti, Al) N – TiN
	F25M	درجه سختی برای فرز زیر در ابزار فولادی (Ti, Al) N – TiN
	F30M	کلاس پایه برای ورودی های مینی مستر و ورودی های فرز همچنین برای فرز فولاد ضد زنگ ، استیل سخت و فوق آلیاژ مناسب است (Ti, Al) N – TiN
	T60M	درجه سختی برای ورودیهای مینی مستر مناسب برای فرزکاری در فولاد سخت و متوسط (Ti, Al) N – TiN

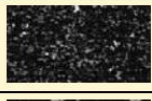
نمرات بدون پوشش

	HX	درجه مقاوم در برابر آلیاژهای چدن و غیر آهنی
	H15	سخت ، درجه مقاوم در برابر سایش برای فرزکاری آلومینیوم
	H25	درجه سخت کاربرد ریز دانه برای فرز در فوق آلیاژها و آلومینیوم

سرمت

	C15M	درجه سرمت برای فرز خوب و متوسط برای فولاد با سرعت برش بالا و برای اتمام در فولاد ضد زنگ استنیتی انتخاب اول برای تقاضای زیاد
---	------	--

PCD الماس

	PCD05	این درجه به اندازه یک دانه متوسط 1 میکرون از ساختار یکنواخت و خوب برخوردار است
	PCD20	PCD20 درجه اول انتخاب برای اهداف عمومی است به اندازه 10 میکرون است
	PCD30	، هنگام پردازش قطعات کار بسیار ساینده این درجه درشت 25 میکرون باعث ایجاد تفاوت خواهد شد
	PCD30M	این کلاس چند حالتی (ترکیبی منحصر به فرد از 2 و 30 میکرون) هنگامی که ترکیبی از آلیاژ آلومینیوم و چدن خاکستری دارید حرارت پایداری را ارائه می دهد

درج نمره

CBN060K	جامد ، برنج (تک و دو طرفه) انتخاب اول برای برش مداوم مداوم در استیج سخت پوشش PVD برای ماشینکاری با سرعت بالا اتصال دهنده جدید منحصر به فرد فوق آلیاژ
CBN10	نوع برنجی (یک طرفه) یا لایه سینتر برای برش مداوم از فولاد متوسط
CBN100	درج جامد برای فولاد سخت شده برش مداوم سبک

CBN150	نوع برنجی (یک طرفه) یا لایه سینتر ایده آل برای نیازهای سطح بالا جایگزین مقاوم در برابر سایش کمی کمتر نسبت به CBN100 و CBN10
CBN160C	نوع برنجی (یک طرفه) یا لایه سینتر برای کاهش تهاجمی در فولاد سخت شده
CBN170	نوع جامد - دو طرفه برای فوق آلیاژهای با نیکل سرعت بالا اتصال دهنده تقویت شده جدید و یسکر واحد
CBN200	نوع جامد ، برنز (یک طرفه) یا لایه سینتر برای ماشینکاری متوسط از فولاد سخت شده برای اتمام و زیر کردن مروارید و چدن سفید / سرد برای به پایان رساندن آهن مصنوعی
CBN300 CBN300P	+درج جامد برای زیر کردن از فولاد سخت شده برای به پایان رساندن و زیری فولاد منگنز برای اتمام و زیر کردن مرواریدها ، چدن سرد و سفید + (PVD) روکش شده عمر برابر و یا بهبود یافته ابزار شناسایی سایش لایه آسان است
CBN400C	درج جامد ، CBN دانه ریز دانه بالا برای ماشینکاری چدن خاکستری مروارید
CBN500	درج جامد برای زیر کردن از فولاد سخت شده برای به پایان رساندن و زیری فولاد منگنز برای اتمام و زیری چدن سرد و سفید

۶-۳ انواع تیغ فرزها

انواع تیغ فرزها درحالت کلی به دونوع تیغ فرز زیر تقسیم می شود :

۱. تیغ فرزیکپارچه : دراین نوع تیغ فرزها بدنه ولبه های برنده تیغ فرزبطوریکپارچه ساخته شده است
۲. تیغ فرزتییغه ای : دراین نوع تیغ فرزها لبه های برنده ازیک ماده مخصوص ساخته شده ودربدنه تیغ فرزجوش داده می شود ویا بوسیله پیچ محکم می شود.

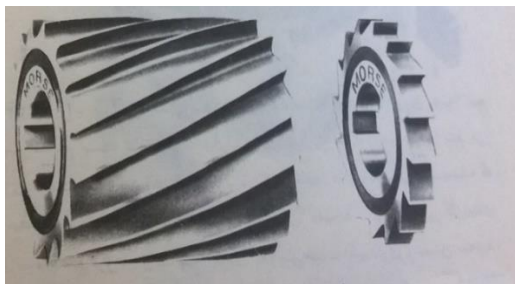
درموقعی که یک یاچند عددازتیغه ها خراب شده باشد بجای اینکه تمام تیغ فرز را بدور اندازند فقط تیغه خراب شده را عوض می کنند اساس طبقه بندی تیغ فرزها :تیغ فرزها اغلب برحسب سوارکردن آن ها درماشین فرز طبقه بندی می شوند :

۱. تیغ فرزهای میل فرز: این تیغ فرزها دارای یک سوراخ مناسب برای سوارکردن درمیل فرز هستند
۲. تیغ فرزهای ساق دار: این نوع تیغ فرزها دارای یک ساق مستقیم (استوانه ای)یا مخروطی هستند که به طوریکپارچه ساخته می شوند این تیغ فرزها درپوشها وکلاهای مخصوص بسته می شوند.
۳. تیغ فرزهای کف تراش: این نوع تیغ فرزها مستقیما درمحوراصلی ویاروی یک میل فرز کوتاه بسته می شوند

۷-۳ تیغ فرزهای استوانه ای (غلطکی)

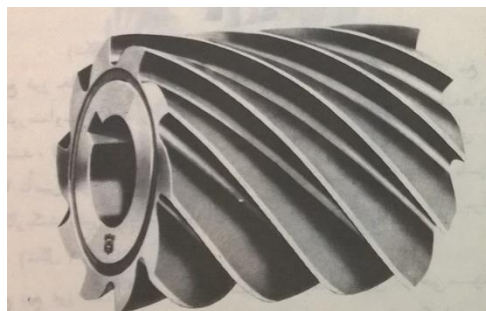
این تیغ فرزها به شکل استوانه بوده ودرمحیط خود دارای دندانهاست. این تیغ فرزها درمیل فرزمشین سوار شده و برای تراشیدن سطوح مسطح به کار می روند. وسط ماشینکاری شده موازی میل فرز خواهد بود.

(۱) تیغ فرزهای استوانه ای برای براده برداری های سبک :اغلب برای تراش ها وشیارهای کم عمق بکارمی روند.



شکل ۳-۳. تیغ فرز استوانه ای جهت براده برداری سبک

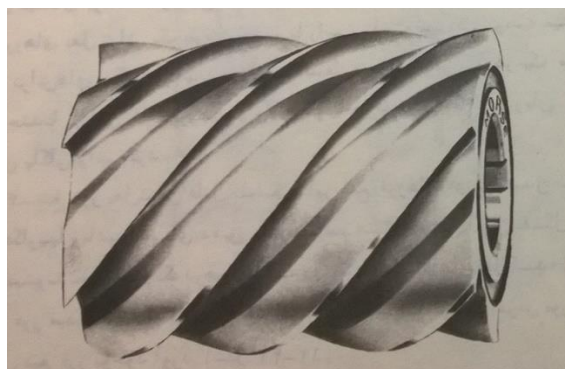
۲) تیغ فرزهای استوانه ای قوی جهت براده برداری های سنگین: این تیغ فرزها برای براده برداری های سنگین مناسب هستند.



شکل ۴-۳. تیغ فرز قوی جهت براده برداری سنگین

تعداد دندانه های موجود در محیط این نوع تیغ فرز از تعداد دندانه یک تیغ فرز ضعیف مشابه خود کمتر است. دندانه های این تیغ فرزها محکم تر بوده و فاصله بین آنها برای جارو کردن براده های ضخیم کافی است.

۳) تیغ فرزهای استوانه ای بادندانه های مارپیچی: تعداد دندانه های این نوع تیغ فرز کمتر از نوع ذکر شده در بالاست ای تیغ فرزها میتوانند خیلی سریع کار کرده و سطوح خیلی صاف بدست دهند.



شکل ۵-۳. تیغ فرز استوانه ای با دندانه های مارپیچی

۸-۳ تیغ فرز بغل تراش (تیغ فرز پولکی)

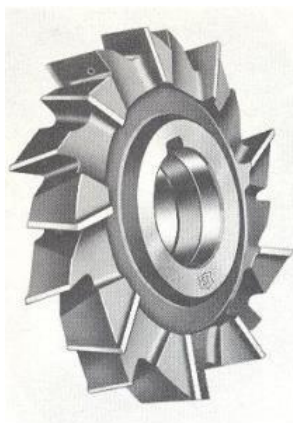
تیغ فرز بغل تراش در محیط و در یک یادو طرف خود دارای لبه های برنده است :

۱) این نوع تیغ فرز برای بغل تراشی و شیار تراشی به کار می رود و حتی ممکن است دو عدد تیغ فرز بغل تراش را روی میل فرز سوار کرده و به طور همزمان دو طرف قطعه کار را ماشینکاری کرد.



شکل ۶-۳. تیغ فرز بغل تراش

۲) تیغ فرز بغل تراش بالبه های متناوب به طرف چپ و راست تمایل دارند و همچنین دندانه ها به فرم مارپیچی هستند. لذا موقع کار از پدیده لرزش جلوگیری شده و فضای زیادی نیز برای براده ها تامین خواهد شد و این امتیاز به ماشینکار امکان می دهد که با سرعت برشی زیادی کار بکند.



شکل ۷-۳. تیغ فرز بغل تراش متناوب

این نوع تیغ فرز قبل از همه برای تراشیدن شیارهای عمیق طراحی می شوند.

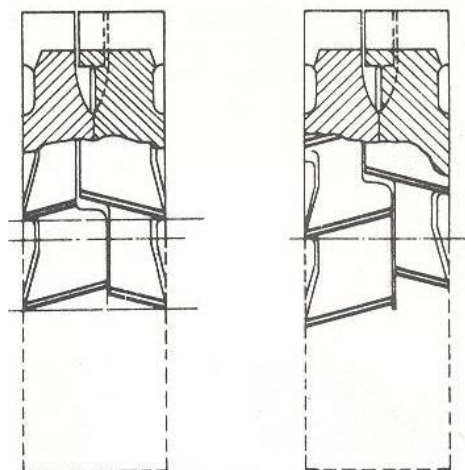
۳) تیغ فرز بغل تراش یک طرفه : این نوع تیغ فرز در محیط و یک طرف خود دارای لبه های برنده مارپیچی است این نوع تیغ فرزها به نام تیغ فرزهای بغل تراش یک طرفه چپ و یا راست ساخته می شود توصیه می شود

در پلکان تراش های سنگین از این تیغ فرزها استفاده شود بطوریکه در یک میل فرز دویا چند تا از این تیغ فرزها سوار کرده وباصرفه جویی زیاد در زمان تولید می توان پلکان تراشی کرد.



شکل ۸-۳. تیغ فرز بغل تراش یک طرفه

۴) تیغ فرز بغل تراش قابل تنظیم- این تیغ فرزها برای تراشیدن شیارها برجسته کاری ها و ماشینکاری های دقیق دیگر مناسب هستند. این ابزار به صورت دوتکه ساخته می شوند بطوریکه دوتکه درهم جفت شده وتشکیل تیغ فرز می دهد. عمل برش متناوب ناشی از لبه های متناوب تیغ فرز از به وجود آمدن فشارهای جانبی جلوگیری کرده وسطح صاف وپرداخت بدست می دهد.



شکل ۹-۳. تیغ فرزهای بغل تراش جفت شونده

۹-۳ تیغ فرزهای زاویه دار

برخلاف سایر انواع تیغ فرز ها لبه های برنده در این نوع تیغ فرز نه بامحور تیغ فرز موازی ونه عمود بر آن است.

۳-۹-۱ تیغ فرز تک زاویه ای

دندانه ها در این نوع تیغ فرز در سطح زاویه دار و قاعده بزرگ تیغ فرز قرار دارد این تیغ فرز برای تراشیدن قطعات دم چلچله ای و دندانه های کج و امثال اینها استفاده به کار می روند. تیغ فرزهای تک زاویه در دو نوع چپ و راست ساخته میشوند و زاویه آنها ممکن است ۴۵ درجه و یا ۶۰ درجه باشد.



شکل ۳-۱۰. تیغ فرز تک زاویه ای

۳-۹-۲ تیغ فرز دو زاویه ای

برای پیچ تراشی و دندانه تراشی و کارهایی از این قبیل بکار میرود. زاویه این تیغ فرزها ممکن است ۴۵ درجه و ۶۰ درجه و یا ۹۰ درجه باشد.



شکل ۳-۱۱. تیغ فرز دو زاویه ای

۱۰-۳ تیغ اره فلزبر

تیغ اره فلزبر عبارت است از یک نوع تیغ فرز نازک است که برای تراشیدن شیلرهای باریک و بریدن فلز به کار می‌رود.

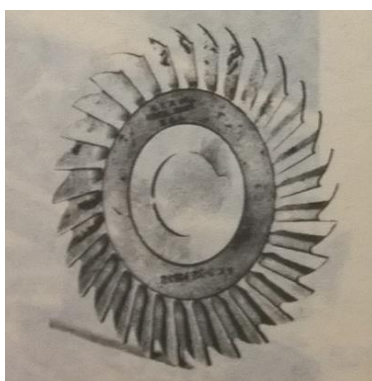
(۱) **تیغ اره معمولی** : اساساً تیغ فرز نازک معمولی که برای تراشیدن شیارهای باریک و بریدن قطعه کار به کار می‌رود دو طرفش را سنگ زنی کرده و به شکل مقعر در می‌آورند. و این کار را به دلیل اینکه بدنه تیغ اره با قطعه کار مورد برش تماس نداشته باشد انجام می‌دهند.



شکل ۱۲-۳. تیغ اره معمولی

(۲) تیغ اره بادندانه های بغلی

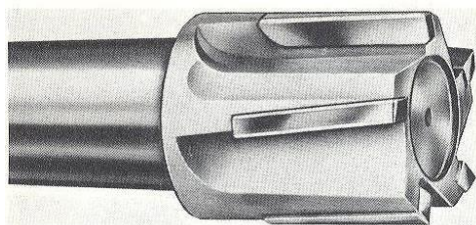
این نوع تیغ اره شبیه تیغ فرز بغل تراش است. چون فضای کافی برای براده هادارد لذا برای تراشیدن شیارهای عمیق و بریدن قطعات کلفت مناسب است .



شکل ۱۳-۳. تیغ اره با دندانه های بغلی

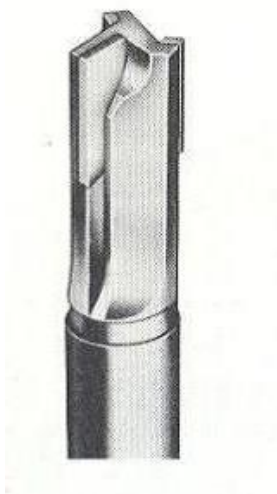
۱۱-۳ تیغ فرزهای انگشتی

تیغ فرزهای انگشتی برای تراشیدن شیار. حفره. جای خاروغیره طراحی میشوند. بطوریکه این عملیات به وسیله تیغ فرزهای معمولی قابل انجام دادن نیست. دراین نوع تیغ فرز لبه های برنده درمحیط وانتهای ابزار قرار دارند.

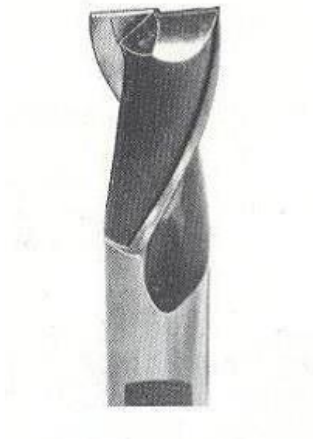


شکل ۱۴-۳. تیغ فرز انگشتی از نوع تیغچه ای

تیغ فرزهای یکپارچه ممکن است دارای شیارهای مستقیم و یا مارپیچی باشند و همچنین ممکن است ساق تیغ فرز مخروطی و یا به شکل استوانه باشد.

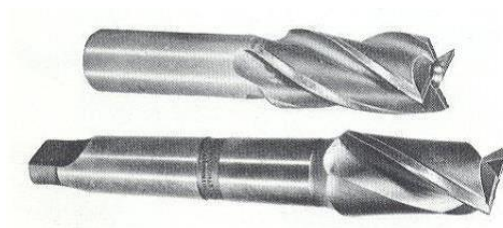


شکل ۱۵-۳. تیغ فرز انگشتی با شیار مستقیم



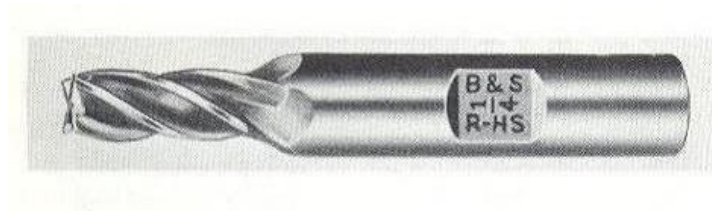
شکل ۳-۱۶. تیغ فرز انگشتی با شیار مارپیچی

تیغ فرزهایی که دارای ساق استوانه ای هستند در دو نوع یک سره و دوسره وجود دارند.



شکل ۳-۱۷. تیغ فرز بالایی از نوع ساقه استوانه ای و پایینی از نوع ساقه مخروطی

کلمه های راست و چپ برای مشخص کردن جهت گردش تیغ فرز و جهت شیارهای مارپیچی تیغ فرز می باشد. برای تشخیص جهت گردش تیغ فرز ناظر از پایین نگاه می کند.



شکل ۳-۱۸. تیغ فرز انگشتی یک سره



شکل ۱۹-۳. تیغ فرز انگشتی دو سره

تیغ فرزهای نوک گرد برای کپی تراشی قالب سازی و دیگر کارهای شعاعی به کار می‌روند.

انواع زیادی از تیغ فرزهای انگشتی وجود دارد:

۱-۱۱-۳ تیغ فرز انگشتی دوشیاره

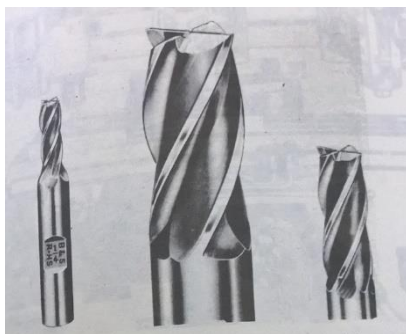
این نوع تیغ فرز می‌تواند مثل مته درقطعه کار نفوذ کند و درمحیط خود دولبه برنده دارد. لبه های برنده در انتهای تیغ فرز تا مرکز ادامه دارند



شکل ۲۰-۳. تیغ فرز انگشتی دو شیاره

۲-۱۱-۳ تیغ فرز انگشتی چند شیاره

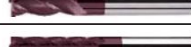
این نوع تیغ فرز هم می‌تواند به همان سرعت تیغ فرز دوشیاره کار کند به علاوه اینکه عمر این تیغ فرز از تیغ فرز دوشیاره زیاد بوده و سطح تراشیده با این تیغ فرز صافتر خواهد بود. توصیه می‌شود که در فرز کاری مخالف لازم نیست تیغ فرز را مثل مته درقطعه کار نفوذ داد.



شکل ۲۱-۳. تیغ فرز انگشتی چند شیاره

جدول ۳-۳. حالات فرز انگشتی سری G-STAR

شکل ظاهری	نوع / سری	کد فنی	Ø راج خار	تعداد لبه برشی	زاویه برشی	درج روکش	پیشنهاد شده جهت استفاده در:	محل
							P M K N S H	
فرز انگشتی سری G-STAR تا سختی 60 راکول سی								
	Square Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس	EPSFA2, EPSSA2	Ø0.5-Ø25	2	35	UNICO	✓	B1 B2
	Square & Long Neck Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس بلند	EPSBA2, EPSRA2	Ø1-Ø4	2	35	UNICO	✓	B3
	Square & Long Shank Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس بلند	EPSLA2, EPSNA2	Ø4-Ø12	2	30	UNICO	✓	B4
	Square Type - 4F فرز انگشتی چهارپر تمام الماس	EPSFA4, EPSSA4	Ø1-Ø25	4	35	UNICO	✓	B5~ B7
	Square & Long Flute Type - 4F فرز انگشتی چهارپر تمام الماس بلند	EPSCA4	Ø2-Ø25	4	35	UNICO	✓	B8 B9
	Ball Nose Type - 2F فرز انگشتی نوپر سرگروی تمام الماس	EPBTA2, EPBFA2 EPBSA2	Ø1-Ø20	2	30	UNICO	✓	B10 B11
	Ball Nose & Long Neck Type - 2F فرز انگشتی نوپر سرگروی تمام الماس بلند	EPBBA2, EPBRA2	Ø1-Ø4	2	30	UNICO	✓	B12
	Ball Nose & Long Shank Type - 2F فرز انگشتی نوپر سرگروی تمام الماس بلند	EPBEA2, EPBKA2 EPBNA2, EPBLA2	Ø4-Ø12	2	30	UNICO	✓	B13
	Ball Nose Type - 4F فرز انگشتی چهارپر سرگروی تمام الماس	EPBFA4, EPBTA4 EPBSA4	Ø2-Ø20	4	30	UNICO	✓	B14 B15
	Ball Nose & Long Shank Type - 4F فرز انگشتی چهارپر سرگروی تمام الماس بلند	EPBEA4, EPBKA4 EPBLA4, EPBNA4 EPBMA4	Ø4-Ø12	4	30	UNICO	✓	B16 B17
	Corner Radius Type - 4F فرز انگشتی چهارپر نوک گروی تمام الماس	EPCFA4, EPCTA4 EPCSA4	Ø2-Ø16	4	30	UNICO	✓	B18~ B20
	Corner Radius & Long Shank Type - 4F فرز انگشتی چهارپر نوک گروی تمام الماس بلند	EPCLA4, EPCEA4 EPCKA4, EPCNA4	Ø3-Ø12	4	30	UNICO	✓	B21 B22
	Square & Roughing Type - 4F فرز انگشتی چهارخشن تمام الماس	EPSRR4	Ø6-Ø20	4	30	UNICO	✓	B23
فرز انگشتی فاز کوتاه سری M-STAR تا سختی 60 راکول سی								
	Square Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس	ESSQA2, ESSHA2	Ø3-Ø12	2	35	AINCO	✓	B24
	Square Type - 4F فرز انگشتی چهارپر تمام الماس	ESSQA4, ESSHA4	Ø3-Ø12	4	35	AINCO	✓	B25
فرز انگشتی سری H-STAR تا سختی 70 راکول سی								
	Square Type - 4F - 6F فرز انگشتی چهارپر و شش پر تمام الماس	EHSUS4-EHSUS6	Ø3-Ø16	6	45	AINCO	✓	B26
	Square Type - 4F فرز انگشتی چهارپر تمام الماس	EHS4HA4	Ø3-Ø12	4	45	AINCO	✓	B27
فرز انگشتی سری N-STAR مخصوص آلومینیوم و فلزات غیر آهنی								
	Square Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس	ENSSA2	Ø5-Ø8	2	45		✓	B28
	Square Type - 3F فرز انگشتی سه پر تمام الماس	ENSSA3	Ø5-Ø8	3	45		✓	B28

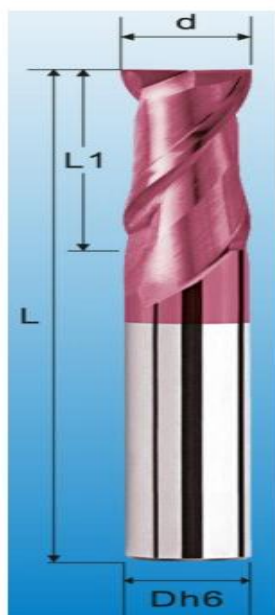
فرز انگشتی سری G-STAR تا سختی 60 راکول سی										
	Square Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس	EPSFA2, EPSSA2	Ø0.5-Ø25			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Square & Long Neck Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس بلند	EPSBA2, EPSRA2	Ø1-Ø4			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Square & Long Shank Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس بلند	EPSLA2, EPSNA2	Ø4-Ø12			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Square Type - 4F فرز انگشتی چهارپر تمام الماس	EPSFA4, EPSSA4	Ø1-Ø25			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Square & Long Flute Type - 4F فرز انگشتی چهارپر تمام الماس بلند	EPSCA4	Ø2-Ø25			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Ball Nose Type - 2F فرز انگشتی دوپر سرکروی تمام الماس	EPBTA2, EPBFA2 EPBSA2	Ø1-Ø20			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Ball Nose & Long Neck Type - 2F فرز انگشتی دوپر سرکروی تمام الماس بلند	EPBBA2, EPBRA2	Ø1-Ø4			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Ball Nose & Long Shank Type - 2F فرز انگشتی دوپر سرکروی تمام الماس بلند	EPBEA2, EPBKA2 EPBNA2, EPBLA2	Ø4-Ø12			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Ball Nose Type - 4F فرز انگشتی چهارپر سرکروی تمام الماس	EPBFA4, EPBTA4 EPBSA4	Ø2-Ø20			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Ball Nose & Long Shank Type - 4F فرز انگشتی چهارپر سرکروی تمام الماس بلند	EPBEA4, EPBKA4 EPBNA4, EPBLA4	Ø4-Ø12			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Corner Radius Type - 4F فرز انگشتی چهارپرونوک کروی تمام الماس	EPCFA4, EPCTA4 EPCSA4	Ø2-Ø16			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Corner Radius & Long Shank Type - 4F فرز انگشتی چهارپرونوک کروی تمام الماس بلند	EPCLA4, EPCEA4 EPCKA4, EPCNA4	Ø3-Ø12			UNICO	✓	✓	✓	✓
	Square & Roughing Type - 4F فرز انگشتی چهارخشن تمام الماس	EPSRR4	Ø6-Ø20			UNICO	✓	✓	✓	✓

جدول ۳-۴. حالات فرز انگشتی سری M-STAR و N-STAR

فرز انگشتی فاز کوتاه سری M-STAR تا سختی 60 راکول سی										
	Square Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس	ESSOA2, ESSHA2	Ø3-Ø12			ARCO	✓	✓	✓	✓
	Square Type - 4F فرز انگشتی چهارپر تمام الماس	ESSOA4, ESSHA4	Ø3-Ø12			ARCO	✓	✓	✓	✓
فرز انگشتی سری H-STAR تا سختی 70 راکول سی										
	Square Type - 4F - 6F فرز انگشتی چهارپروشن پر تمام الماس	EHSUS4-EHSUS6	Ø3-Ø16			SICO	✓	✓	✓	✓
	Square Type - 4F فرز انگشتی چهارپر تمام الماس	EHS4HA4	Ø3-Ø12			ARCO	✓	✓	✓	✓
فرز انگشتی سری N-STAR مخصوص المینیوم و فلزات غیر آهنی										
	Square Type - 2F فرز انگشتی دوپر تمام الماس	ENSSA2	Ø5-Ø8						✓	
	Square Type - 3F فرز انگشتی سه پر تمام الماس	ENSSA3	Ø5-Ø8						✓	

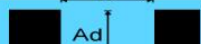
با افزایش تعداد لبه های برش یا در واقع همان تعداد پره‌های (flutes) ابزار و به این ترتیب هرچه تیغه فرز سریعتر بچرخد، براده بیشتری برداشته میشود. بنابراین در یک سرعت سطحی ثابت، یک فرز انگشتی چهار پر در یک دور چهار مرتبه براده برداری میکند درحالیکه یک فرز دو پر نصف آن و در نتیجه نرخ براده برداری متریال فرز چهار پر، دو برابر بیشتر از فرز دو پر است. به همین دلیل است که تیغه‌های برشی با تعداد پر زیاد تا این حد متداول هستند و می‌توانند برای براده برداری متریال‌هایی با سرعت سطحی پایین بخوبی مورد استفاده قرار گیرند. این روندی است که طی آن بهره وری ماشینکاری به مقدار مطلوب خود بر می‌گردد و همچنین برخی از مواد با فرز تک پر بهتر ماشینکاری میشوند. معمولاً اینها از انواع متریال نرم هستند که براحتی روی آنها خراش ایجاد می‌شود.

با تخلیه بهتر براده ها، از برخورد باقیمانده آنها با قطعه و در نتیجه خش افتادن روی آن جلوگیری می‌شود، خیلی از پلاستیک ها در این دسته بندی قرار می‌گیرند هرچند که ابزار دو پر در برخی از آنها مانند ابزار پولیش کاری عمل می‌کند. خیلی از انواع محصولات چوبی نیز با ابزارهای برش تک پر بهتر ماشینکاری می‌شوند بخصوص چوبهای نرم و MDF بطور کلی ماشینکاری محصولات با ورقهای انباشته شده با ابزار تک پر نتیجه بهتری خواهد داشت. این تفاوتها خیلی عمیق نیستند و معمولاً در سرعتهای اسپیندل بالا دیده می‌شوند. اکنون با اطلاعاتی که کسب کردید می‌توانید در مورد استفاده از فرزهای تک پر بهتر تصمیم بگیرید، به معرفی یک تیغه فرز انگشتی از شرکت WINSTAR می‌پردازیم و موارد استفاده آن و تعیین درست سرعت پیشروی و دور دستگاه درقطعه کار با مواد مختلف . بنا به جدول شکل قبل که به معرفی تیغه فرز های تیغه انگشتی از شرکت WINSTAR پرداخته بود. [۹]



شکل ۲۲-۳. تیغه فرز انگشتی دو پر تمام الماس

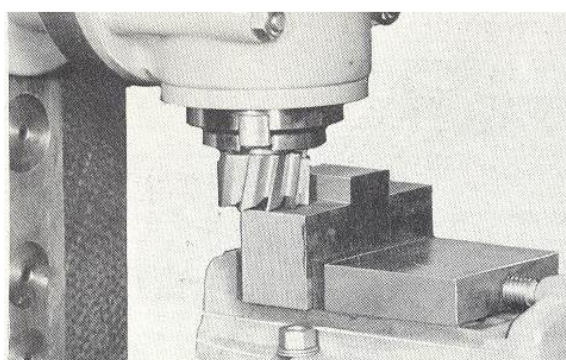
پرداخت <i>Finishing</i>	○
متوسط <i>Semi-Finishing</i>	◎
خشن کاری <i>Roughing</i>	◎

<i>Iso Standard</i> استاندارد ایزو	<i>P</i>	<i>M</i>	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>H</i>		
<i>Work Material</i> جنس کار	<i>Steel</i> فولاد	<i>Stainless Steel</i> استیل	<i>Cast Iron</i> چدن	<i>Non-Ferrous & Aluminium</i> مواد غیر آهنی و آلومینیوم	<i>High Temp Alloys</i> آلیاژ های دارای حرارت بالا	<i>Hardened Steel</i> فولاد سختکاری شده		
<i>Best Recommend</i> بهترین پیشنهاد								
جنس قطعه کار Working Material	Alloy Steel فولاد آلیاژی Tool Steel فولاد ابزار	Alloy Steel فولاد آلیاژی Tool Steel فولاد ابزار	Alloy Steel فولاد آلیاژی Tool Steel فولاد ابزار	Alloy Steel فولاد آلیاژی Tool Steel فولاد ابزار	فولاد سختکاری Hardened Steel	استیل Stainless Steel	چدن Cast Iron	
کد جنس قطعه کار Material Code	45C,S50C,SCM	SCM,SKT,SKO	SCM,SKT,SKD	SKT,SKD	SUS304	FC/FCD		
سختی قطعه کار Hardness Grade	HRC <20	HRC 20~30	HRC 30~40	HRC 45~60				
سرعت برشی VC	88 M/min	71 M/min	59 M/min	35 M/min	71 M/min	103 M/min		
قطر DIAMETER	دور دستگاه R.P.M پیشروی FEED	دور دستگاه R.P.M پیشروی FEED	دور دستگاه R.P.M پیشروی FEED	دور دستگاه R.P.M پیشروی FEED	دور دستگاه R.P.M پیشروی FEED	دور دستگاه R.P.M پیشروی FEED	دور دستگاه R.P.M پیشروی FEED	
1 MM	26,000 190	22,230 140	18,720 100	10,400 40	22,230 165	32,760 240		
2 MM	14,040 235	11,232 160	9,360 110	5,616 45	11,232 185	16,380 270		
3 MM	9,828 270	7,488 175	6,084 120	3,900 55	7,488 205	11,232 310		
4 MM	7,020 260	5,616 175	4,680 120	2,808 50	5,616 205	8,424 310		
مقدار براده برداری پیشنهاد شده (میلیمتر)	 Ad			Ad=D		Ad=0.1D D<3,Ad<=0.05D	Ad=0.5D D<3,Ad<=0.25D	Ad=0.5D D<3,Ad<=0.25D

شکل ۲۳-۳. سرعت برشی و انتخاب پیشروی و دور دستگاه مناسب تیغ فرز در قطعات مختلف

۳-۱۱-۳ تیغ فرز پیشانی تراش

این نوع تیغ فرز دارای دندانه هایی مانند تیغ فرز چند شیاره است و در یک میل فرز کوتاه سوار میشود این تیغ فرز هم جای یک تیغ فرز پیشانی تراش و هم جای یک تیغ فرز انگشتی کار میکند این تیغ فرزها در نوع راست گرد باشیارهای مارپیچی راست و چپ گرد باشیارهای مارپیچی چپ طراحی می شوند.

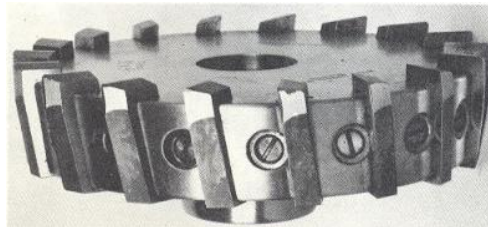


شکل ۲۴-۳. تیغ فرز پیشانی تراش

۳-۱۱-۴ تیغ فرزهای کف تراش

تیغ فرزهای کف تراشیکه قطرشان کمتر از ۶ اینچ است بنام پیشانی تراش نامیده میشوند ولی تیغ فرزهای بزرگتر را کف تراش می گویند. این تیغ فرزها اکثراتیغچه ای هستند بطوریکه تیغچه ها در بدنه ابزار جوش داده

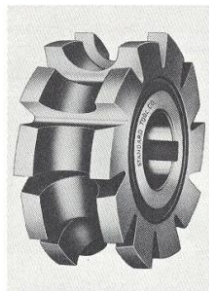
شده و یا بوسیله پیچ بسته شده اند. معمولاً از تیغچه های کاربریدی استفاده می کنند . ولی هنوز از فولاد تندبر نیز زیاد استفاده می شود. از تیغ فرزهای کف تراش برای تراشیدن سطوح مسطح که موازی کف تیغ فرز هستند. استفاده می کنند و طوری طراحی شده اند که در یک عمل هم خشن کاری و هم پرداختکاری قطعه کار را بطور هم زمان انجام می دهند.



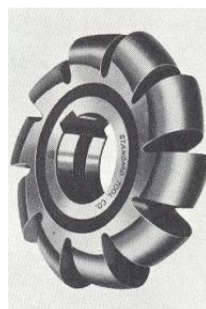
شکل ۲۵-۳. تیغ فرز کف تراش

۱۲-۳ تیغ فرزهای فرم

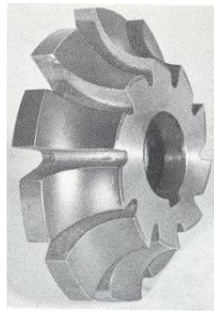
این نوع تیغ فرزها برای کپی تراشی دقیق به کار می رود. با استفاده از تیغ فرزهای استاندارد می توان فرم های زیادی تراشید از جمله تیغ فرزهای استاندارد می توان به موارد زیر اشاره کرد :



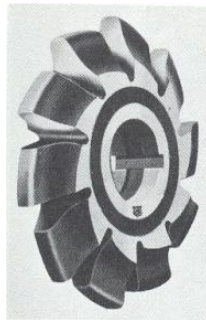
شکل ۲۶-۳. تیغ فرزهای مقعر



شکل ۲۷-۳. تیغ فرز محدب



شکل ۲۸-۳. تیغ فرز گرد کننده گوشه های قطعه کار



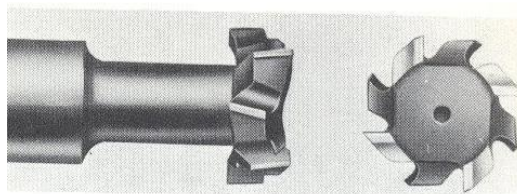
شکل ۲۹-۳. تیغ فرز دنده تراش

۳-۱۳ تیغ فرزهای متفرقه

تیغ فرزهای که در این گروه جای میگیرند. در هیچ یک از گروه های مذکور وجود ندارند.

۳-۱۳-۱ تیغ فرز مخصوص شیارهای T شکل

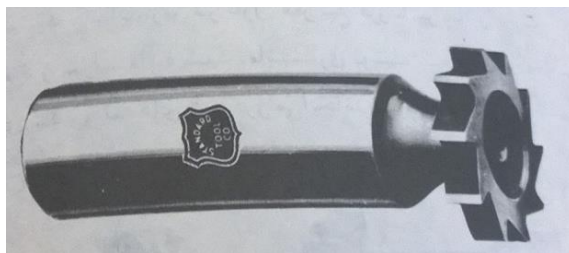
برای تراشیدن شیارهای T شکل از این تیغ فرزا استفاده می کنند بطوریکه اول بوسیله تیغ فرز انگشتی یا بغل تراش شیار باز کرده و بعد با استفاده از تیغ فرز ته شیار را به شکل T در می آورند.



شکل ۳۰-۳. تیغ فرز مخصوص شیارهای T شکل

۳-۱۳-۲ تیغ فرز جا خار تراش

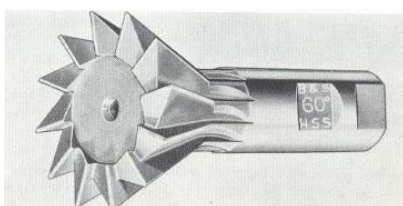
برای تراشیدن جا خارهای قطعی به کار می رود .



شکل ۳-۳۱. تیغ فرز مخصوص جاخارهای قطعی

۳-۱۳-۳ تیغ فرز مخصوص شیار دم چلچله ای

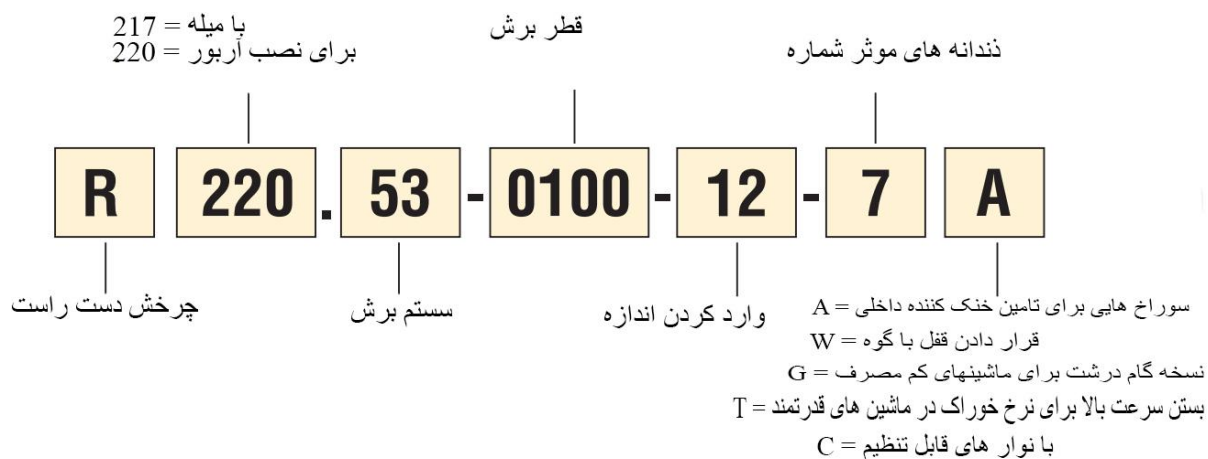
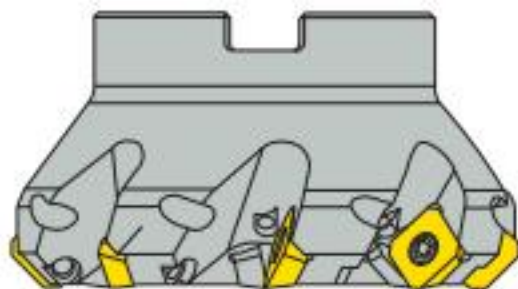
برای تراشیدن کشوی های دم چلچله ای به کار می رود. [۱۰]



شکل ۳-۳۲. تیغ فرز مخصوص دم چلچله ای (شیارها)

۳-۱۴ معرفی کد مشخص شده برای ابزار

در فرز سکو (Seco) با استفاده از سیستم های مشخص شده محصول ، هیچ سیستم ایزو برای برش در دسترس نیست. مثال زیر را ببینید.



شکل ۳-۳۳. کد کلیدی برای برش فرز

توجه داشته باشید که بخش هایی از کد ممکن است برای سیستم های برش مختلف متفاوت باشد. کلیدهای خاص کد، در دستورالعمل های انتخاب برش پیدا می شوند

جدول ۳-۵. قطر پشت پست برای نصب برش آربور

قطر پشت	سوراخ آربور
۳۵	۱۶
۴۷	۲۲
۶۲	۲۷***
۷۷	۳۲
۹۰	۴۰
۱۳۰	۶۰*
۲۲۵	۶۰***

* برای قطر برش ۱۶۰-۲۵۰ میلی متر قطر صورت عقب = ۱۳۰ میلی متر

** برای قطر برش ۳۱۵-۵۰۰ میلی متر قطر صورت عقب = ۲۲۵ میلی متر

*** برای برش ۲۲۰,۶۹-۲۰۰۶۳-۱۲ و ۱۸- قطر صورت عقب = ۵۲ میلی متر

نوع ۰ - استوانه ای  Ex.: R217.69-2525.0-12-3AN	نوع ۲ - نوع مورس ISO 296  Ex.: R217.69-03025-16 alt. R217.69-0325.2-09 Morse taper No. 3
نوع ۳ - Weldon  Ex.: R217.69-2525.3-09A	نوع ۳ S - Seco / Weldon  Ex.: R217.69-2532.3S-12-4AN
نوع 3P - Weldon®/bayonet  Ex.: R218.20-2.0050.3P-70.120	نوع VDI 2814  Ex.: R215.59-50.080.077-12.4

نوع CV

ISO 7388
DIN 69871 Form A
ANSI-B5.50
JIS B6339



Ex.: R215.59-CV500500.072-12.3K

نوع MAS BT



Ex.: R215.59-BT50.050.059-12.4A

نوع Seco-Capto



R217.69-C6-040-12-4A

نوع HSK



R217.69-HSK63A.32-044-12.3A

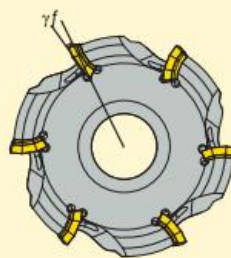


زاویه برش ابزار

زاویه برش ابزار = κ
چنگک برش = γ_o
چنگک محوری = γ_p
چنگک رادیادی = γ_f



چنگک محوری



چنگک رادیادی

۳-۱۵ نمونه هایی از پیچ های مختلف



R220.53-8160-12-10C

قطر برش = 160mm
تعداد ورودی ها = 10
برش پیچ معمولی



R220.53-8160-12-7C

قطر برش = 160mm
تعداد ورودی ها = 7
لنگه برش درشت برای ماشینهای کم مصرف



R220.53-8160-12-14C

قطر برش = 160mm
تعداد ورودی ها = 14
برش قیر را برای نرخ زیاد خوراک در ماشین های فلز نمند بیند

بستن توسط پیچ



ورودی ها توسط پیچ شیب دار نگه داشته می شوند

بستن توسط گوه



ورودی ها توسط گوه و پیچ در حالت نگهدارنده قرار می گیرند
(مثال نشانگر برش فرز با کاست)

مرکز بستن قفل



ورودی ها از طریق یک پیچ که محکم را در قسمت پایین صندلی خود می چسباند
از طریق یک سوراخ وسط ایمن می شوند ،

بستن با عمل بهار



ورودی با عمل بستن در یک صندلی درج ثابت نگه داشته می شود

Minimaster بستن



ورودی با یک پیچ گیره به شکل انگشت که ورودی را
داخل مخروط می کشد در حالت قرار می گیرد

Minimaster Plus بستن



ورودی ها در یک قلاب کلید
بسته می شوند

ISO 1832-1991 چکیده ای از کد کلیدهای

ابعاد مربوط به اندازه گیری ها نظری است. ابعاد اسمی و تحمل ورودی در Seco ممکن است با جدول زیر متفاوت باشد. میزان تحمل واقعی برای هر ورودی در زیر آمده است.

جدول ۳-۶. معرفی شکل های ابزار فرزکاری



S	E	M	X	12	04	AF	T	N	- ME12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1. شکل ها

2. زاویه ترخیص جانبی

0 = Special

کلاس تئورانس				3,175°	4,76	6,35	9,525	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1*
A	0,005	0,025	0,025	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
E	0,025	0,025	0,025	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
F	0,005	0,025	0,013	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
G	0,025	0,13	0,025	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
H	0,013	0,025	0,013	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
J	0,005	0,025	0,05	•	•	•	•						
	0,005	0,025	0,08					•	•				
	0,005	0,025	0,10										
	0,005	0,025	0,13								•		
	0,005	0,025	0,15									•	•
K	0,013	0,025	0,05	•	•	•	•						
	0,013	0,025	0,08					•					
	0,013	0,025	0,10						•	•			
	0,013	0,025	0,13								•		
	0,013	0,025	0,15									•	•
M	0,08	0,13	0,05	•	•	•	•						
	0,13	0,13	0,08					•					
	0,15	0,13	0,10						•	•			
	0,18	0,13	0,13								•		
	0,20	0,13	0,15									•	•
	0,13	0,13	0,08	•	•	•	•						
	0,20	0,13	0,13					•					

4. نوع

X = Special

6. ضخامت

01 = 1,59 mm	04 = 4,76 mm
T1 = 1,98 mm	05 = 5,56 mm
02 = 2,38 mm	06 = 6,35 mm
03 = 3,18 mm	07 = 7,94 mm
T3 = 3,97 mm	08 = 8,00 mm
	09 = 9,52 mm

8. تعیین برش لبه

اطلاعات اجباری نیست

5. طول لبه برش

7. قرار دادن شعاع گوشه بینی

A = 45°
D = 60°
E = 75°
F = 85°
P = 90°
Z = Special

2nd letter

A = 3° F = 25°
B = 5° G = 30°
C = 7° N = 0°
D = 15° P = 11°
E = 20°
Z = Special

شعاع بینی

M0* = round inserts
00 = sharp
01 = 0,1 mm
02 = 0,2 mm
04 = 0,4 mm
08 = 0,8 mm
12 = 1,2 mm
etc

نسخه متریک

9. جهت برش

چرخش به راست

چرخش به چپ

N

خنثی

تعیین داخلی 10.

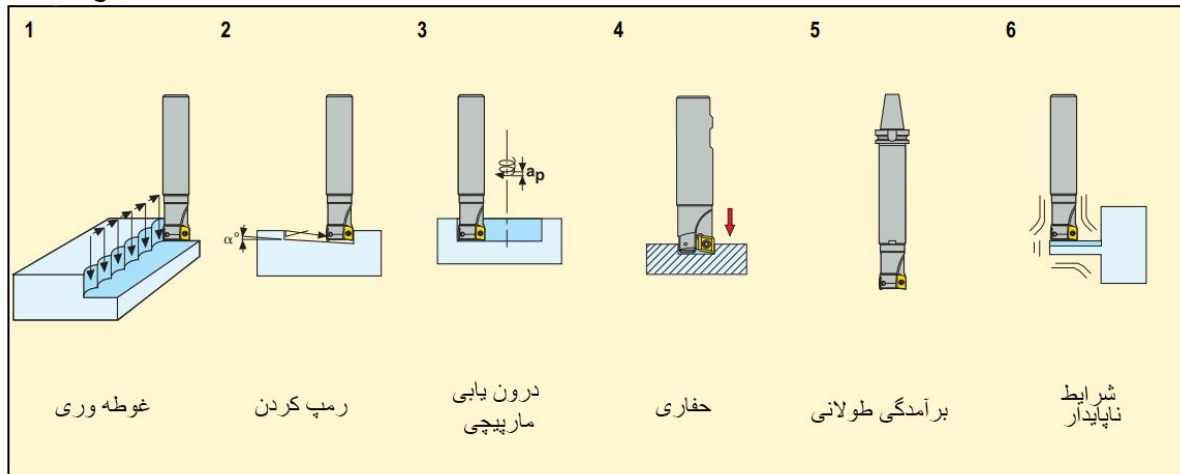
شرایط دستگاه

E = ساده

M = متوسط

D = دشوار

انواع عملیات ها



شکل ۳۴-۳. انواع عملیات ها

انتخاب اولیه در قالب چدنی

Double Octomill
220.48-09

Types of operation
5 6

دامنه حدودی 615-80 میلیمتر

برش فرز برای عمق برش 6 میلی متر برای مواد چدن

اندازه ورودی 9 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش مارپیچ 6 میلیمتر



انتخاب اولیه برای عمق برش بزرگ

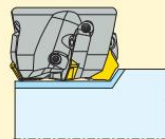
Hexamill-12CM
220.66-12

دامنه حدودی 250-63 میلیمتر

برش فرز برای عمق برش تا 8 میلی متر برای تولید مخلوط در کلیه مواد

اندازه ورودی 12 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش مارپیچ 8 میلیمتر



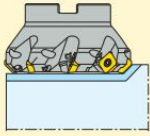
اهداف کلی انتخاب اولیه

Quattromill-15
220.53-15

Types of operation
2 5 6

دامنه حدودی 500-63 میلیمتر

دستگاه برش نور با هدف کلی برای تولید مخلوط در کلیه مواد



اندازه ورودی 15 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 7/5 میلیمتر

اولین راه حل ، برش همه کاره

Octomill-07
220.43-07

Types of operation
1 2 3

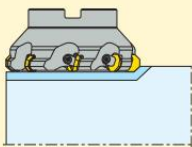
دامنه حدودی 500-50 میلیمتر

دستگاه برش فرز متنوع که در انواع مواد قابل استفاده در بسیاری از عملیات ها می باشد

جیب و کاست های ثابت ، زمین نرمال درشت و نزدیک ،

اندازه ورودی 07 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 5 میلیمتر



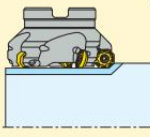
انتخاب اولیه - راه حل همه کاره

Octomill-05
220.43-05

Types of operation
1 2 3

دامنه حدودی 500-24 میلی متر

دستگاه برش فرز همه کاره که می تواند در انواع مواد مختلف • در کلیه مواد مورد استفاده قرار گیرد



اندازه ورودی 5 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 3/5 میلیمتر

انتخاب اولیه - راه حل همه کاره

Octomill-07S
220.43-07S

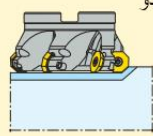
Types of operation
1 2 3

دامنه حدودی 125-51 میلی متر

برش همه کاره که در کلیه مواد می تواند برای هر دو صورت شانه و صورت استفاده شود

اندازه ورودی 7 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 5 میلیمتر

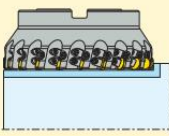


اولین انتخاب برای به پایان رساندن در قالب چند

220.30-12ST
220.30 C

دامنه حدودی 355-80 میلیمتر

دستگاه برش صورت جهت اتمام در چند و مواد دیگر



اندازه ورودی 12 میلی متر

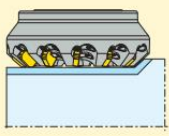
بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 1 میلیمتر

اولین انتخاب برای خشن کاری در قالب چند

220.44-15

دامنه حدودی 500-80 میلیمتر

دستگاه برش صورت برای خشن شدن در مواد چند



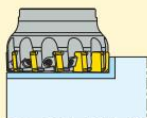
اندازه ورودی 15 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 7 میلیمتر

220.88-15M

دامنه حدودی 63-160 میلیمتر

دستگاه برش صورت برای خشن شدن در مواد چدن



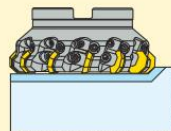
اندازه ورودی 15 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 12 میلیمتر

Octomill-07T
220.43-07T

دامنه حدودی 63-125 میلیمتر

دستگاه برش صورت با هشت لبه برش برای استفاده در مواد چدن در اطراف



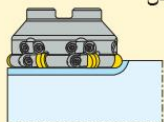
اندازه ورودی 7 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 5 میلیمتر

217/220.70-06/09

دامنه حدودی 20-63 میلیمتر

برش آسیاب صورت با سرعت زیاد در مواد چدن



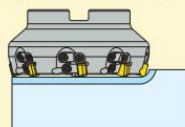
اندازه ورودی 9-6 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 3 میلیمتر

220.74-09

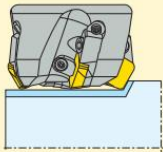
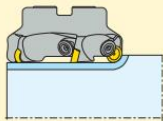
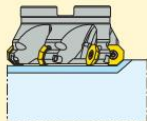
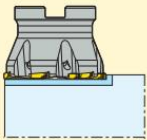
دامنه حدودی 63-200 میلیمتر

دستگاه برش صورت جهت اتمام و خشن شدن با سرعت زیاد در مواد چدن



اندازه ورودی 9 میلی متر

بیشترین نرخ عمق برش ماریچ 8 میلیمتر

220.60-19CM  برای عمق زیاد برش اندازه ورودی 315-63 میلیمتر بیشترین عمق برش مارپیچ 12 میلیمتر	220.23-16  برای ماشینکاری مواد سخت اندازه ورودی 100-50 میلیمتر بیشترین عمق برش مارپیچ 8 میلیمتر	Powerocto 220.42  برای تولید برق و بخش هوا فضا بهینه شده است اندازه ورودی 100-40 میلیمتر بیشترین عمق برش مارپیچ 3/5 میلیمتر
230.19  برش فرز برای تکمیل در تمام مواد اندازه ورودی 100-30 میلیمتر بیشترین عمق برش مارپیچ 2/5 میلیمتر		

۱۸-۳ انتخاب داده های برش ، درج و برش

انتخاب برش :

(۱) استفاده از صفحات قبلی برای انتخاب برش مناسب.

(۲) قطر برش را انتخاب کنید قطر برش ایده آل برای یک فرآیند برش مطلوب. (شکل ۲-۲ را ببینید).

2a صفحات مربوط به برش انتخاب شده را جستجو کنید و قطر مناسب را در جدول داده ابزار انتخاب کنید.

(۳) ورودی را بر اساس مواد قطعه کار انتخاب کنید

3a برای انتخاب ورودی مناسب از جدول انتخاب ورودی ها استفاده کنید.

3b از جدول داده ابزار برای پیدا کردن تعداد درج های مورد نیاز استفاده کنید

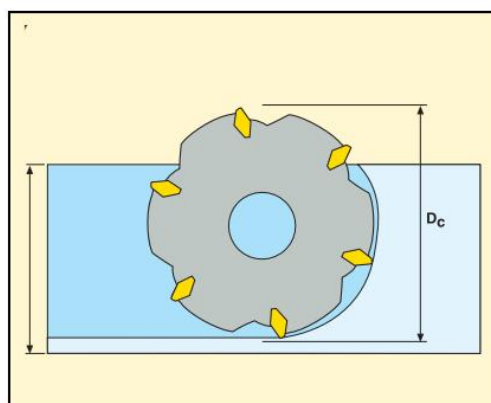
(۴) داده برش را انتخاب کنید

حداکثر عمق برش توصیه شده در جدول داده های ابزار یافت می شود. (شکل ۲-۳)

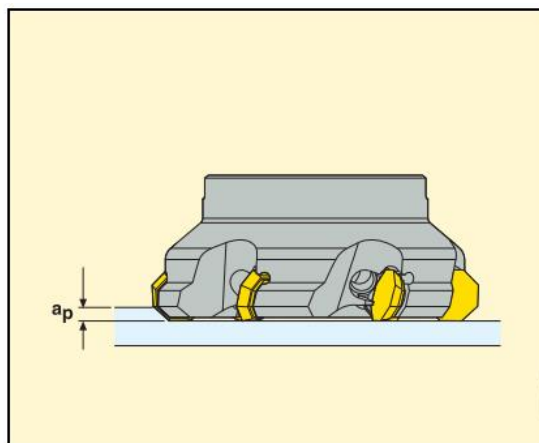
4b) حداقل و حداکثر خوراک در هر توصیه دندانه در جدول انتخاب ورودی یافت می شود.

برای عملکردهای عادی مقدار را در وسط انتخاب کنید.

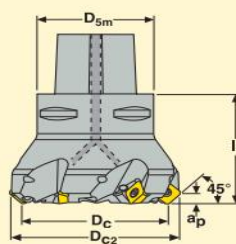
4d) عرض ورودی انتخابی ، یک یا چند برف پاک کن خاص توصیه های سرعت برش در جدول داده های برش وجود دارد. حداکثر دور در دقیقه که به دلایل ایمنی نباید هرگز بیش از ، در هر صفحه محصول نشان داده شده است. [۱۱]



شکل ۳۵-۳. قطر برش ایده آل



شکل ۳۶-۳. حداکثر عمق برش


$$\begin{aligned}\gamma_o &= +10^\circ \\ \gamma_p &= +20^\circ \\ \gamma_f &= -5^\circ\end{aligned}$$
[illegible]

Insert selection – Quattromill 217/220.53-09

Universal insert: SEMX 09T3AFTN-ME06 MP2500

SMG	Recom. feed f_z mm/tooth	First choice	Difficult operations
1	0,09–0,16	SEMX09T3AFTN-ME06 MP2500	SEMX09T3AFTN-M08 T350M
2	0,09–0,16	SEMX09T3AFTN-ME06 MP2500	SEMX09T3AFTN-M08 T350M
3	0,09–0,14	SEMX09T3AFTN-ME06 MP2500	SEMX09T3AFTN-M08 T350M
4	0,09–0,14	SEMX09T3AFTN-ME06 MP2500	SEMX09T3AFTN-M08 T350M
5	0,06–0,11	SEMX09T3AFTN-M08 MP2500	SEEX09T3AFTN-D09 MP1500
6	0,06–0,11	SEMX09T3AFTN-M08 MP2500	SEEX09T3AFTN-D09 MP1500
7	0,06–0,08	SEEX09T3AFTN-D09 MP1500	SEEX09T3AFN-M05 MP3000
8	0,09–0,16	SEEX09T3AFTN-ME07 MP2500	SEEX09T3AFTN-M08 T350M
9	0,09–0,14	SEEX09T3AFTN-ME07 MP2500	SEEX09T3AFTN-M08 T350M
10	0,09–0,11	SEEX09T3AFTN-M08 T350M	SEEX09T3AFTN-M08 MM4500
11	0,07–0,10	SEEX09T3AFTN-M08 T350M	SEEX09T3AFTN-M08 MM4500
12	0,09–0,14	SEEX09T3AFTN-M08 MK1500	SEEX09T3AFTN-M08 MK3000
13	0,09–0,14	SEEX09T3AFTN-M08 MK1500	SEEX09T3AFTN-M08 MK3000
14	0,06–0,11	SEEX09T3AFTN-M08 MK1500	SEEX09T3AFTN-M08 MK3000
15	0,06–0,11	SEEX09T3AFTN-M08 MK3000	SEEX09T3AFTN-D09 MP1500
16	0,09–0,16	SEEX09T3AFN-E04 H15	SEEX09T3AFN-E04 F40M
17	0,09–0,16	SEEX09T3AFN-E04 H15	SEEX09T3AFN-E04 F40M
18	0,09–0,16	SEEX09T3AFN-E04 H15	SEEX09T3AFN-E04 F40M
19	0,06–0,08	SEEX09T3AFTN-ME07 T350M	SEEX09T3AFTN-M08 F40M
20	0,06–0,08	SEEX09T3AFTN-ME07 T350M	SEEX09T3AFTN-M08 F40M
21	0,06–0,08	SEEX09T3AFTN-M08 F40M	SEEX09T3AFN-M05 MP3000
22	0,07–0,10	SEEX09T3AFTN-ME07 F40M	SEEX09T3AFTN-M08 F40M

Cutting data

SMG	Grades																				
	MP1500			MP2500			MP3000			T350M			F40M			F15M			MM4500		
	f_z (mm/tooth)																				
	0,06	0,10	0,16	0,06	0,10	0,16	0,06	0,10	0,16	0,06	0,10	0,16	0,06	0,10	0,16	0,06	0,10	0,16	0,06	0,10	0,16
v_c (m/min)																					
1	625	550	480	555	490	425	525	460	405	480	425	370	420	370	325	–	–	–	340	300	260
2	530	465	410	470	415	360	445	390	345	410	360	315	355	315	275	–	–	–	290	255	220
3	435	385	335	385	340	300	365	325	285	335	300	260	295	260	225	–	–	–	235	210	185
4	375	330	290	330	290	255	315	275	240	290	255	220	250	220	195	–	–	–	205	180	155
5	310	275	240	275	245	215	260	230	200	240	210	185	210	185	160	–	–	–	170	150	130
6	270	240	–	240	215	–	230	200	–	210	185	–	185	160	–	–	–	–	150	130	115
7	75	65	–	60	55	–	60	50	–	60	50	–	50	44	–	–	–	–	–	–	–
8	425	375	330	340	300	260	330	295	255	315	280	245	285	255	–	–	–	–	245	220	190
9	335	295	260	265	235	205	260	230	200	250	220	190	225	200	–	–	–	–	195	170	150
10	275	240	210	215	190	170	215	190	165	205	180	155	185	165	–	–	–	–	160	140	125
11	205	180	–	160	140	–	160	140	–	150	135	–	135	120	–	–	–	–	120	105	90
12	325	285	250	290	255	225	275	240	210	250	220	195	220	195	170	260	230	200	155	135	120
13	285	250	220	255	225	195	240	210	185	220	195	170	190	170	150	230	205	180	135	120	105
14	240	210	185	215	190	165	200	180	155	185	165	145	160	140	125	195	170	–	115	100	90
15	200	175	–	175	155	–	165	145	–	155	135	–	135	120	–	–	–	–	95	85	75
16	1615	1425	1250	1430	1265	1105	1355	1195	1045	1245	1100	965	1085	955	835	1300	1150	1005	–	–	–
17	1305	1150	1010	1155	1020	895	1095	965	845	1005	890	780	875	775	675	1050	930	810	–	–	–
18	995	875	770	880	775	680	835	735	645	765	675	595	665	590	515	800	705	620	–	–	–
19	–	–	–	75	65	–	–	–	–	65	60	–	60	55	–	–	–	–	42	37	33
20	–	–	–	60	55	–	–	–	–	55	47	–	48	43	–	–	–	–	34	30	26
21	–	–	–	50	45	–	–	–	–	46	40	–	42	37	–	–	–	–	29	26	23
22	–	–	–	125	110	–	–	–	–	110	95	–	100	90	–	–	–	–	70	60	55

قطعات یدکی

For cutter	پیچ قفل	کلید
R217.53	C03008-T09P	T09P-3

۱۹-۳ طرز مراقبت از تیغ فرزها :

تیغ فرزها گرانبه‌تر هستند و اگر در نحوه استفاده و انبار کردن آن دقت نشود بزودی خراب می‌شود. نکات زیر در طول عمر تیغ فرز تاثیر زیادی دارند :

(۱) از تیغ فرز نیز استفاده کنید ماشینکاری بوسیله تیغ فرز کند به خراب شدن سطح ماشینکاری شده و لبه های تیغ فرز می انجامد بطوریکه با سنگ زدن دیگر تیغ فرز قابل اصلاح نمی شود.

(۲) تیغ فرز و قطعه کار باید محکم بسته شود در این صورت براره برداری ها عمیق امکان پذیر شده و عمر تیغ فرز افزایش می یابد. استفاده از مایع خنک کاری کافی از ضروریات اساسی است.

(۳) از سرعت محوری و سرعت برشی مناسب برای نوع جنس قطعه کار استفاده کنید

(۴) از تیغ فرز مناسب برای عملیات ماشینکاری مورد نظر استفاده کنید

(۵) تیغ فرزها را در یک تخته سوراخدار نگهداری کنید و هرگز آنها را در تماس با یک دیگر قرار ندهید.

(۶) قبل از انبار کردن تیغ فرزها را تمیز کنید و بهتر است روی آن یک لایه نازک از روغن محافظ بمالید.

(۷) هرگز تیغ فرز را روی میل فرز چکش نکنید در صورتی که تیغ فرز بسختی در میل فرز برود میل فرز را برای وجود خراش و شکاف بازرسی کنید

(۸) در موقع درآوردن تیغ فرز انگشتی از ماشین فرز عمودی یک تخته زیر تیغ فرز بگذارید تا در اثر افتادن آسیب نبیند.

فصل چهارم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱ نتیجه گیری

یک ابزار ایده آل باید دارای خصوصیتی همچون مقاومت زیاد در مقابل سایش و حفظ خاصیت سختی در حرارت های زیاد و همچنین استحکام لبه های ابزار باشد.

ابزار برش بسته به برش باید چندین نیاز را برآورده کند ، همچنین باید نسبت به طیف گسترده ای از دما و ماده بی اثر برای مواد قطعه کار ، سخت ، شیمیایی پایدار باشد. برآورده کردن تمام مطالبات در یک ماده دشوار است و بنابراین ابزارهای موفقیت آمیز اغلب از روکش های سخت روی بستر مناسب ساخته می شوند.

مشاهده شد که سختی ابزارهای PCD و CBN بیشتر از سایر ابزارهاست و ولی در چقرمگی ابزار HSS بیشترین چقرمگی را دارد ؛ بر اساس نتایج بدست آمده می توان در انتخاب ابزار با سرعت برش بالا PCD و CBN را انتخاب نمود. این در صورتی است که ما این امکان را در پیشروی بالا به ابزار های HSS می دهیم.

فولادهای تندبر، زمانی عمده ترین جنس ابزارهای براده برداری بودند، به دلیل افت شدید سختی در درجه حرارت های نسبتاً بالا و سایش زیاد، فقط به ابزارهای دستی برای براده برداری های با سرعت پایین از قبیل محدود شده است.

ابزارهای الماس، به هنگام براده برداری از فولادهای نرم و کم کربن، به سرعت سائیده می شوند؛ در صورتی که سرعت سایش آنها در ماشینکاری فولادهای آلیاژی پر کربن کمتر است و گاهی اوقات در ماشینکاری چدن (با درصد کربن بالا) طول عمر زیادی از خود نشان می دهند. ولی با این وجود به طور کلی ماشینکاری آلیاژهای آهنی و چدن توسط ابزارهای الماس توصیه نمی شوند.

۴-۲ پیشنهادات

مطالعه پیش رو در خصوص انتخاب ابزار های برش در فرز کاری انجام گرفته است ، پیشنهاد می شود ابزارهای برشی در تراشکاری و سوراخ کاری مورد مطالعه قرار گیرد و همچنین مطالعه تجربی ابزار های برشی انتخاب شده مورد بررسی قرار گیرد.

- [1] Milling ; Daniel B.Dallas
- [2] Inspektor, A., Bauer, C.E. and Oles, E.J., 1994. Super hard coatings for metal cutting applications. *Surface and Coatings Technology*, 68, pp.359-368.
- [3] Anon (2009). Toll Materials for Precision Machining. McGraw-Hill. From
- [4] www.digitalengineeringlibrary.com
- [5]Toh Zhenn Huai (2009). The Effect of Silicon Carbide Particles on Diamond Distribution during Seeding Process. Bachelor of Engineering Thesis. University Technology Malaysia.
- [6]Gäbler, J. and Pleger, S., 2010. Precision and micro CVD diamond-coated grinding tools. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 50(4), pp.420-424.
- [7]Polini, R., 2006. Chemically vapour deposited diamond coatings on cemented tungsten carbides: substrate pretreatments, adhesion and cutting performance. *Thin Solid Films*, 515(1), pp.4-13.
- [8]Mallika, K. and Komanduri, R., 1999. Diamond coatings on cemented tungsten carbide tools by low-pressure microwave CVD. *Wear*, 224(2), pp.245-266.
- [9]Catalog Winstar Company
- [10]Milling ; Jan. Vaker
- [11]Catalog Seco Company