مواد شکل دهنده ابزارها

مواد تشکیل دهنده ابزارها

بهبود مواد تشکیل دهنده ابزارها تاثیر چشمگیری در بهره وری و تولید داشته است.

انتخاب صحیح جنس ابزار برشی، یک عامل کلیدی برای ماشینکاری اقتصادی می باشد.

زمان توقف ماشین برای تعویض ابزارهای شکسته یا ساییده شده یکی از عوامل اصلی محدود تولید و بهره وری است که جنس ابزار و به دنبال آن گرید صحیح ابزار، نقش مهمی را در این رابطه بازی می کنند.

مواد اولیه ابزار برشی

- مواد ابزار تاثیر مستقیم در سرعت ، راندمان و اقتصاد ماشینکاری دارد و با توجه به عوامل زیر انتخاب می‌شوند:

1. جنس و سختی قطعه‌کار
2. حجم تراش (پرداخت‌کاری یا خشن‌کاری)
3. سختی تراش(تراش پیوسته، غیر پیوسته و منقطع)
4. نرخ تولید
5. سرعت برش
6. میزان صلبیت ماشین‌ابزار
7. هزینه ابزار
8. دقت لازم و صافی سطح مورد نیاز

بهترین ابزار ، ابزاری است که با حداقل هزینه کل عملیات ماشینکاری را با دقت مورد نظر به انجام برساند.

خصوصیات مواد ابزار

1. سختی بالا
2. استحکام مکانیکی مناسب
3. مقاومت در مقابل سایش
4. چقرمگی (تافنس) بالا
5. مقاومت در مقابل شوک‌های حرارتی
6. شکل پذیری خوب
7. بی اثر بودن در مقابل واکنش‌های شیمیایی
8. پایداری ابعادی
9. اقتصادی باشد

انواع ابزار برشی از نظر جنس

1- فولاد کربن‌دار (فولاد خشکه هوایی) Carbon steel

- اولین ماده ابزار
- سختی در درجه حرارت پایین (200-250 درجه سانتیگراد)
- سرعت برشی پایین (5-6 متر بر دقیقه در نوع توسعه یافته تا 8 متر بر دقیقه)
- روش تولید ساده
- قابلیت چکش‌خواری خوب

انواع ابزار برشی از نظر جنس

2- فولاد تندبر High speed steel (H.S.S)

- آقای Taylor با تغییرعناصر آلیاژی آنرا ابداع کرد
- سختی در درجه حرارت بالای حدود 500 درجه سانتیگراد
- سرعت برشی 30-20 متر بر دقیقه
- دارای دو دسته M-grade و T-grade می‌باشد
- خاصیت چکش‌خواری خوب
- میزان سایش بالا هنگام ماشینکاری برخی مواد مثل AL39

پیشرفتهای حاصله در زمینه فولادهای تندبر

q پوشش دادن

- اعمال پوشش (5-7 میکرونی) از Tic,Zic و یا TiN,ZiN,HfN
- کاهش ضریب اصطکاک
- افزایش مقاومت در برابر سایش و تشکیل لبه انباشته
- افزایش هزینه ابزار 5-2 برابر نسبت به فولاد تندبر معمولی
- افزایش عمر ابزار 10-5 برابرنسبت به فولاد تندبر معمولی
- افزایش راندمان برشی 100-50 درصد

q تولید به روش متالورژی پودر

- یکنواختی خواص مکانیکی در جهات مختلف
- مقاومت سایشی بالاتر
- افزایش عمر ابزار
- نرخ براده‌برداری بالاتر
- مقاومت در مقابل ضربه کمتر
- استفاده از ابزار فولاد تندبر پوشش داده شده با TiN تا سرعت برشی 60 متر بر دقیقه

انواع ابزار برشی از نظر جنس

3- ابزارهای آلیاژی ریخته گری

- آلیاژهای ریخته گری یک نام عمومی برای تعدادی آلیاژهای غیرآهنی است که در آنها معمولا کبالت، کرم وتنگستن و... به کار رفته است. این آلیاژها که به صورت ریخته گری تولید می شوند، معمولا دارای 50% کاربایدهای سخت می باشند.
- این آلیاژها بسیار سخت بوده ، گرم سختی نسبتا بالایی داشته و مقاومت زیادی در برابر سایش از خود نشان می دهند ولی بسیار ترد و شکننده بوده و فرم دهی آنها بصورت یک ابزار برشی بسیار مشکل است.
- این ابزارها به صورت قطعات کوچک تهیه شده و سپس روی یک پایه فلزی، لحیم سخت می شوند.

انواع ابزار برشی از نظر جنس

3- ابزار آلیاژ ریختگی (کبالتی) Cast Alloy Tools

- ماده اصلی آن کبالت است و به طریق ریخته‌گری تولید می‌شود.
- سختی در درجه حرارت بالای بیشتراز فولاد تندبر است
- مقاومت در مقابل ضربه کمتر نسبت به فولاد تندبر
- ضریب اصطکاک کمتر نسبت به فولاد تندبر

ابزار کاربیدی

- این مواد با روش متالورژی پودر تهیه می شوند. دارای بیش از90% کاربایدهای سخت شده در میان یک فلز که به عنوان نگهدارنده عمل می کند.
- پودرها پرس شده وسپس تف جوش می شوند تا حدی که فلز نگهدارنده ذوب شده و به این ترتیب ابزار برشی شکل می گیرد.
- انواع اولیه سمنتد کارباید، دارای تنگستن کارباید به عنوان ماده اصلی و کبالت به عنوان نگهدارنده بودند. این ابزارها دارای لبه برنده خوبی جهت ماشینکاری چدن و آلومینیم بودند. اما هنوز برای ماشینکاری فولاد احتیاج به اصلاح و بهینه سازی داشتند زیرا سایش سطح براده آنها زیاد بود.

انواع ابزار برشی از نظر جنس

ابزار کاربیدی Cemented Carbide

- کاربیدها مواد سخت و مقاوم در مقابل سایش هستند
- اساس ابزار کاربیدی بر مبنای ترکیبی از کاربیدهای مختلف و یک فلز چکش‌خوار بعنوان باند اتصال دهنده می‌باشد
- سرعت تراش ابزارهای کاربیدی 2 تا 3 برابر ابزارهای فولاد تندبر است
- ابزارهای کاربیدی بصورت کاربید تنگستن (W.C) و یا کاربید تیتانیم (Ti.C) هستند که ابزار کاربید تنگستن بیشتر استفاده می‌شود
- در عملیات ماشینکاری با ابزار کاربیدی نیروی برش کمتر،اصطکاک کمتر و حرارت تولید شده کمتر است.

Cemented Carbide

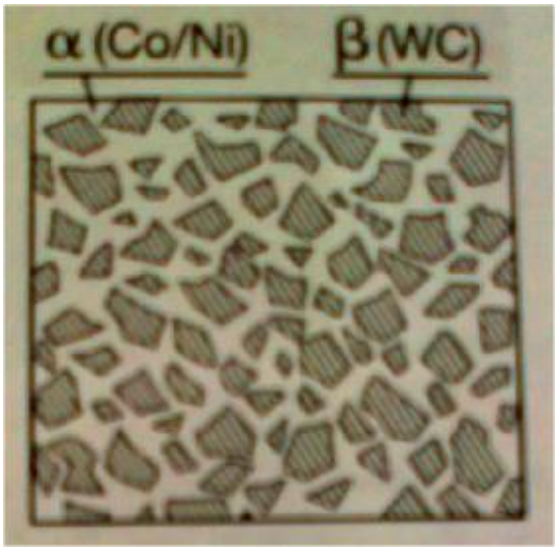
- فلز نگهدارنده اکثرا کبالت است. اما علاوه بر اینها کاربایدها می توانند در داخل یکدیگر حل شوند و سمنتد کاربایدی بدون فلز نگهدارنده ایجاد کنند.
- ذرات سخت دارای اندازه های مختلفی 1-10 میکرون متغییر است و معمولا95%-60 حجم کل ماده را تشکیل می دهند.
- سمنتدکاربایدها از نظر خواص با یکدیگر متفاوتند به نحوی که بعضی از آنها سخت تر و بعضی چقرمه تر می باشند. گریدهای مختلفی که برای اینسرتها استفاده می شوند اساسا توسط پارامترهای زیر تعریف می شوند:

1-نوع و اندازه ذرات سخت 2- نوع و مقدار فلز نگهدارنده

3- فنون تولید 4- کیفیت

Cemented Carbide

- سمنتد کارباید مرکب از WC,Coاولین گریدی بود که ساخته شد و برای ماشینکاری چدن مورد استفاده قرار گرفت.دارای دو فاز می باشد.
- این گرید ساده سمنتد نمی تواند در برابر سایش حفره ای فولادها مقاومت کند و روی سطح براده واکنش شیمیایی نشان می دهد. هنگامی که براده از روی سطح براده ابزار می گذرد، تماس نزدیک بین کربن و آستنیت منجر به جریان یافتن کربن از سمت ابزار به طرف براده شده و یک حفره ایجاد می کنند.



Cemented Carbide

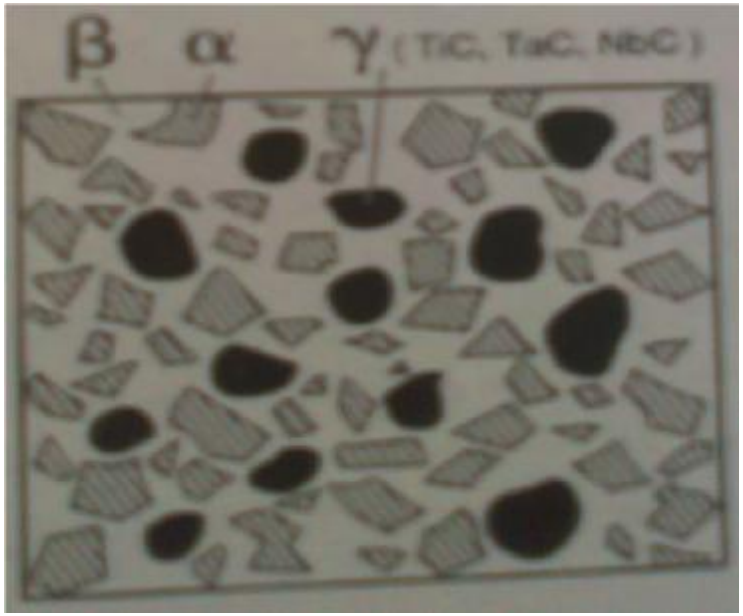
ابزار چند کاربیده

- با مخلوط کردن کاربیدهای مختلف ابزارهای چند کاربیده با عملکرد بهتر بدست می‌آید
- معمولا ابزارهای چند کاربیده بصورت زیر می‌باشند:

WC+CO+TiC

WC+CO+TaC

WC+CO+TiC+TaC



اثرات اضافه کردن کاربید تیتانیم و کاربید تانتالیم در ابزار چند کاربیده

- **اضافه کردن کاربید تیتانیم**
  - کاهش لبه انباشته
  - افزایش سختی در درجه حرارت بالا
  - کاهش مقاومت در مقابل ضربه که برای جبران درصد باند اتصال‌دهنده راافزایش می‌دهند.
- **اضافه کردن کاربید تانتالیم**
  - همان اثرات کاربید تیتانیم را شامل می‌شود
  - سختی در درجه حرارت بالای آن از ترکیب کاربید تیتانیم بیشتر است
  - مقاومت در مقابل شوک‌های حرارتی بالاتر
- کاربید تانتالیم خیلی گران است که معمولا کاربید کلبیوم یا کاربید هافنیوم جایگزین آن می‌شود.

Cemented Carbide

- با افزایش میزان درصد ذرات سخت، سمنتدکاربایدی بدست می آید که دارای سختی و مقاومت فشاری بیشتری خواهد بود.
- اگر نسبت مواد نگهدارنده بیشتر باشدکارباید بدست آمده چقرمه تر خواهد بود. مقاومت خمشی معرف چقرمگی می باشد.
- ذرات بزرگ کارباید منجر به گرید چقرمه تر شده در حالی که دانه های ریزتر گریدی سخت تر را ایجاد خواهد کرد.
- سمنتدکاربایدها دارای چگالی تقریبا دو برابر فولاد است. این مواد سفت تر و صلب تر از فولاد می باشند به عبارت دیگر دارای مدول الاستیسیته ای 2 تا 3 برابر بیشتر از فولاد دارند.
- ضریب انبساط حرارتی آنها نصف فولاد می باشد.

سیستم‌های دسته‌بندی ابزارهای کاربیدی

q الف) سیستم دسته‌بندی C (C-Grade)

- بر اساس موارد مصرف
- ابزارها به 8 دسته C-1 تا C-8 تقسیم می‌شوند
- C-1 تا C-4 برای موادی که براده کوتاه تولید می‌کنند
- C-5 تا C-8 برای موادی که براده طولانی تولید می‌کنند
- در هر دو دسته هر چه به سمت عددهای بزرگتر می‌رویم مقدار کبالت کم شده و مقاومت در مقابل ضربه کاهش می‌یابد
- در هر دو دسته عددهای کوچکتر برای خشن‌کاری و عددهای بزرگتر برای پرداخت‌کاری کاربرد دارند

سیستم‌های دسته‌بندی ابزارهای کاربیدی

- **ب) سیستم اتحادیه تولیدکنندگان فلزات سخت بریتانیا (BHMA) British Hard Metal Association**
  - دسته‌بندی براساس خواص مکانیکی مواد اولیه ابزار
  - برای دسته‌بندی از اعداد سه رقمی استفاده شده
  - رقم اول سمت چپ نشانگر میزان سختی کاربید است (9-1) که 1 بیشترین سختی
  - رقم دوم نشانگرمیزان استحکام ضربه‌ای، (9-1) که 9 بیشترین مقاومت ضربه‌ای
  - رقم سوم نشانگر میزان مقاومت در مقابل سایش حفره‌ای است (9-0) که 0 بیشترین مقاومت سایشی

سیستم‌های دسته‌بندی ابزارهای کاربیدی

- **ج) سیستم استاندارد بین‌المللی** International Standard Organization (ISO)
  - دسته‌بندی بر اساس موارد مصرف ابزار
  - ابزار به 3 گروه کلی تقسیم می‌شوند
  - گروه ابزار با رنگ مشخص می‌شود

Ø گروه P (P-Grade) : دارای رنگ آبی است. مقدار TIC در WC آن بالاست و برای ماشینکاری مواد اولیه با براده طولانی کاربرد دارد

Ø گروه M (M-Grade) : رنگ زرد،مقدارTIC کمتر از گروه P است در نتیجه سختی کمتر است. برای مصارف عمومی

Ø گروه K (K-Grade) : رنگ قرمز،کاربید تنگستن ساده،مواد اولیه با براده کوتاه

اصلاح اینسرت ها

بعضی از اینسرت ها را سنگ می زنند تا دقت و ضخامت دقیق به دست آید.

سنگ زنی سطوح یا از طریق ماشین های سنگ زنی یا با سنگ زنی از جنس الماس انجام می شود.

در طول عملیات سنگ زنی، اینسرت ها از نظر ضخامت، تخت بودن، توازی سطوح، زبری و.... مورد بررسی قرار می گیرند.

ابزار کاربیدی پوشش‌دار

- **q** علت پیدایش ابزار کاربیدی پوششی
  - نیاز به ابزار با استحکام بالا
  - نیاز به ابزار با چقرمگی بالا
  - نیاز به ابزار با مقاومت سایشی بالا
  - نیاز به بی اثر بودن ابزار در مقابل واکنشهای شیمیایی
- **Ø** در ابتدا لایه ضخیمی (حدود 500 میکرون) از کاربید تیتانیم و کبالت

ایجاد شد که پوشش ترک می‌خورد.

- **Ø** امروزه در حالت تک لایه پوشش 7-5 میکرونی و در حالت چند لایه در نهایت مجموع ضخامت پوشش تا 13 میکرون از Tic-TiN-HfC-HfN-Al2O3 اعمال می‌شود

امتیازات و محدودیت‌های ابزار کاربیدی پوشش‌دار

- **q** امتیازات
  - قشر داخلی مقاوم در مقابل ضربه و لایه خارجی مقاوم در مقابل سایش
  - عمر بیشترابزار نسبت به ابزار کاربیدی بدون پوشش
  - سرعت برشی بالاتر و راندمان برشی بالاتر
  - نیروی برشی، اصطکاک و حرارت کمتر
- **q** محدودیت‌ها
  - نداشتن قابلیت تیز شدن مجدد
  - شعاع نوک ابزار بزرگ و لرزش زیاد
  - نا مناسب برای تراش دقیق قطعات لوله‌ای با جداره نازک

ابزار کاربیدی پوشش‌دار

- در حال حاضر، تقریبا سه چهارم مصرف اینسرتها روکشدار می باشند.
- مواد اصلی تشکیل دهنده روکشها تیتیانیم کارباید، تیتیانیم نیترید، اکسید آلومینیم و تیتانیم کربن نیتراید می باشند.
- تیتانیم کارباید و اکسید آلومینیم موادی بسیار سخت هستند که مقاومت سایشی بسیار بالایی دارند. به علاوه این مواد از نظر شیمیایی خنثی هستند و به صورت یک سپر حرارتی و شیمیایی بین ابزار و براده عمل می کنند.
- تیتانیم نیترید یک ماده خیلی سخت نیست ولی دارای ضریب اصطکاک پایینی است و باعث افزایش مقاومت در برابر سایش حفره ای روی سطح فوقانی ایزار می شود.

ابزار کاربیدی پوشش‌دار

- تیتانیم نیتراید رنگ طلایی دارد در حالی که تیتانیم کارباید خاکستری است و اکسید آلومینیم شفاف است.
- تیتانیم کربن نیتراید دارای خواص چسبندگی عالی می باشد و به علاوه مقاومت سایشی حوبی نیز دارد و به همین دلیل می تواند به عنوان لایه نزدیک به زیر لایه استفاده شود.
- مقاومت سایشی ابزاربا افزایش ضخامت روکش افزایش می یابد اما شکنندگی ظاهر می شود و امکان کنده شدن روکش بصورت ورقه ای وجود خواهد داشت.

ابزار کاربیدی پوشش‌دار

- تکنولوژی روکش کاری چند لایه از نظر نتایج بشدت وابسته به فرآیند است.
- رسوب شیمیایی بخارها Chemical Vapour Deposition منجر به توسعه هرچه بیشتر زیر لایه ها شده است.
- اصولا روکش کردن از طریقCVD توسط واکنش شیمیایی بین گازهای مختلف انجام می شود.
- در مورد روکش کردن با تیتانیم کارباید، هیدروژن، تیتانیم کلراید و متان خواهد بود.
- گازهای مورد استفاده در روکش اکسید آلومینیم، کلراید آلومینیم و گاز نیتروژن خواهد بود.
- در این فرآیند روکش یکنواخت و همگن ایجاد می شود.

ابزار کاربیدی پوشش‌دار

- یک روش دیگر روکش دهی، روش رسوب دهی بخارها به صورت فیزیکیPVD می باشد.
- این روش معمولا برای فولادهای تندبر استفاده می شود،ولی بصورت محدودی روی اینسرت های سمنتد کارباید نیز کاربرد دارد.
- معمولا یک روکش PVD در مقایسه با روکشCVD نازکتر می باشد. با روشCVD یک روکش ضخیم تر ایجاد می شود که مقاومت سایشی بیشتری خواهد داشت.

سرمت ها

سرمت ها نامی است که برای سمتند کاربایدهایی بکار می رود که دارای ذرات سختی از جنسTiC ،تیتانیم کاربونیترایدTiCN یا تیتانیم نیترایدTiN به جای تنگستن کارباید هستند.

- سرمت به معنای ذرات سرامیک در یک فلز نگهدارنده است.
- در عمل سرمت به سمنتدکاربایدهایی اطلاق می شود که بجای تنگستن در آنها از تیتانیم استفاده شده است.

ابتدا ساخت آنها بسیار مشکل بود و ضمنا خیلی شکننده بودند،با افزودن مولیبدن و تشکیل کارباید مولیبدن (Mo2C) و بهبود تکنیک های ساخت، گرید قابل قبولی بر اساس استانداردISO معرفی شد.

- افزایش مقادیر TiN و فلز نگهدارنده منجر به افزایش چقرمگی خواهد شد.

سرمت ها

اگرچه سرمت ها نسبتا شکننده می باشند، اما با بهبود خواص آنها،اکنون گریدهایی برای فرزکاری، تراشکاری و... فولادهای زنگ نزن نیز تولید می شود.

سرمت ها دارای خواصی از قبیل:

- مقاومت زیاد در برابر سایش حفره ای و دیواره جانبی ابزار
- پایداری شیمیایی بالا و گرم سختی بالا
- تمایل پایین به تشکیل لبه انباشته
- تمایل پایین به سایش ناشی از اکسیداسیون

سرمت ها

با توجه به اینکه سرعت سایش این ابزارها بسیار کم است، این امر منجر به ساخت سطوحی با کیفیت و دقت بالاتر خواهد شد.

سرمت ها اغلب برای مواردی با سرعت برشی بالا، همراه با عمق برش و پیشروی کم مورد استفده قرار می گیرند و زمانی که دقت و پرداخت عملیات بسیار مهم و حیاتی باشند مناسب خواهند بود.

سرمت ها با توجه به خواص شان برای کار روی قطعاتی مورد استفاده قرار می گیرند که ابعاد قطعه خام بسیار نزدیک به قطعه تمام شده است.

سرمت ها

- برای عملیات فرزکاری، سرمت ها برای کارهای پرداخت در مقاصد عمومی و برای محدوده وسیعی از مواد کاربرد دارند. در این عملیات سرعتهای برشی بالا و سرعت های پیشروی متوسط را می توان بکار برد. اما باید از عمق برش زیاد اجتناب شود.
- اگر سرمت دارای چقرمگی بیشتری باشد می توان فولادهای زنگ نزن آستنیتیک و حتی فولادهای سختکاری شده را ماشینکاری کرد.
- در مقایسه با سمنتدکاربایدها که دارای محدوده کاربرد وسیعی هستند سرمت ها منطقه کمی را اشغال می کنند. آنها بصورت یک انتخاب مناسب برای عملیات پرداخت درآمده اند.
- مزایای دیگر سرمت ها عمر بالای ابزار در هنگام احتیاج به ایجاد تلرانس های بسته در دماهای بالا و تمایل پایین به جوش خوردن می باشد.

ابزارهای سرامیکی

در حال حاضر سرامیک ها به عنوان نام مجموعه ای از مواد مختلف ابزارهای برشی به کار می روند. سرامیک ها در اصل از اکسید آلومینیم ساخته شده اند و این امر به اولین ابزارهای ساخته شده بر می گردد.

- سرامیک ها به طور مداوم در حال توسعه و بهبود بوده اند و اینسرتهای امروزی با انواع اولیه قابل مقایسه نیستند. همچنین ماشین آلات و روشهای کاربرد نیز تغییر کرده اند تا تطابق بهتری بین سرامیک ها با تولید و بهره وری ایجاد کنند.

- این ابزار هنوز نتوانسته به عنوان یک ابزار با کاربردهای همه جانبه مطرح شود و در حال حاضر بیشتر برای ماشینکاری چدن، فولادهای سخت و آلیاژهای ضدحرارت کاربرد دارد.

ابزارهای سرامیکی

تفاوت سرامیک خالص در مقایسه ما فولادها:

- چگالی در حدود یک سوم فولاد
- مقاومت فشاری بسیار بالا در برابر مقاومت کششی پایین
- برعکس فولاد تغییر طول پلاستیکی ندارند و بسیار شکننده می باشند
- مدول الاستیسیته سرامیک های خالص حدود 2برابر فولاد است
- سرامیک ها دارای ضریب هدایت گرمایی بسیار پایینی هستند در حالی که این ضریب در فولاد بالاست.

ابزارهای سرامیکی

سرامیک ها به دو نوع اصلی تقسیم می شوند:

1- دارای پایه اکسید آلومینیم (Al_2O_3)

2- دارای پایه سیلیکون نیتراید (Si_3N_4)

ابزارهای سرامیکی

1- دارای پایه اکسید آلومینیم (Al2O3)

پایه اکسید آلومینا به سه گروه تقسیم می شوند:

1- خالص

2- مخلوط شده

3- تقویت شده

1- خالص: دارای مقاومت و چقرمگی نسبتا پایین و ضریب هدایت گرمایی پایینی هستند. این نوع سرامیک ها دارای کاربرد زیادی جهت استفاده در برش فلزات نیستند زیرا موارد مختلف که شرایط ماشینکاری صحیح انتخاب نشده، شکستگی لبه برنده اتفاق افتاده است.

- افزودن مقادیر جزیی اکسید زیرکونیم به مخلوط به طور مشخصی باعث افزایش و بهبود خواص سرامیک خالص شده است.
- سرامیک خالص اگر به روش پرس سرد ایجاد شود سفید رنگ و اگر بصورت داغ پرس شود خاکستری خواهد بود.

ابزارهای سرامیکی

1- دارای پایه اکسید آلومینیم (Al2O3)

2- سرامیک های مخلوط: دارای مقاومت بیشتری در برابر شوک های حرارتی هستند و این توانایی از طریق افزودن فاز فلزی ایجاد شده است.

این نوع سرامیک کمتر در برابر ترک خوردن حساس است زیرا قابلیت هدایت حرارتی آن بهبود یافته است.

بهبودها نسبی هستند و چقرمگی به دست آمده را نمی توان با سمنتدکاربایدها مقایسه کرد.

ابزارهای سرامیکی

1- دارای پایه اکسید آلومینیم (Al2O3)

3- سرامیک های تقویت شده: از رشته های تقویت شده به نام ویسکر ایجاد شده اند. این ویسکرها دارای قطری فقط برابر یک میکرون و طولی بیش از 20 میکرون دارند. این رشته ها بسیار قوی بوده و از سیلیکون کارباید ساخته شده اند.

- ویسکرها حدود 30 درصد از ماده را تشکیل می دهند.
- چقرمگی، مقاومت مکانیکی و پایداری در برابر شوکهای حرارتی به طور چشمگیری افزایش یافته است.
- این اینسرتها که با روش پرس داغ تولید می شوند دارای رنگ سبز می باشند.
- روی آلیاژهای مقاوم در برابر گرما، فولادهای سختکاری شده و چدن به همراه برش سطوح ناپیوسته کاربرد داشته است.

ابزارهای سرامیکی

2- دارای پایه سیلیکون نیتراید (Si3N4)

دارای مواد کاملا متفاوت هستند و از نظر مقاومت در برابر شوک های حرارتی و چقرمگی از سرامیکهای با پایه اکسید آلومینیم بهتر هستند.

در مورد ماشینکاری چدن با حجم بالای براده برداری این ابزار اولین انتخاب بشمار می رود. چدن خاکستری ماده ای خوش تراش است اما چنانچه حجم ماده ای که قرار است برداشته شود زیاد باشد و ماشینکاری در سرعت بالا صورت گیرد ابزار باید تواناییهای زیر را داشته باشد:

1- گرم سختی بالا 2- مقاومت بالا 3- چقرمگی بالا 4- پایداری در برابر شوک های حرارتی

5- ثبات شیمیایی

ابزارهای سرامیکی

2- دارای پایه سیلیکون نیتراید (Si3N4)

- اگرچه این نوع سرامیک ها به اندازه سرامیک های اکسید آلومینیم از نظر شیمیایی پایدار نیستند، به خصوص در هنگامی که فولاد را ماشینکاری می کنیم، اما برای ماشینکاری چدن خاکستری در شرایط خشک و مرطوب و در سرعت های بالاتر از 450 m/min عالی عمل می کنند.
- سرامیک های سیلیکون نیتراید موادی دوفازی هستند که کریستالهای طویل سیلیکون در داخل نگهدارنده قرار گرفته اند.
- این محصول از طریق پرس سرد و سپس زینتر کردن بدست می آید. درحالتی دیگر روش پرس گرم به کار رفته است.
- این ماده جدید بوده، همچنین به عنوان ماده تشکیل دهنده اجزا مهم موتورها به کار می رود.

ابزارهای سرامیکی

- زمینه اصلی کاربرد سرامیک ها عبارتند از: چدن خاکستری، آلیاژهای ضد گرما، فولادهای سخت کاری شده و تاحدی فولاد.
- برای خشن کاری و پرداخت چدن خاکستری، سرامیک های اکسید آلومینیم خالص نتایج بسیار خوبی داشته اند.
- سرامیکهای با پایه سیلیکون در برش های منقطع و زمانی که عمق برش متغیر است نتایج خوبی دارند.
- چقرمه ترین گرید سرامیک ها یعنی سرامیک های با پایه سیلیکون نیتراید متاسفانه در ماشینکاری مواد آهنی پایداری شیمیایی ندارند و سایر گریدها نیز چقرمگی کافی برای کاربرد وسیعتر را ندارند. سرامیک های تقویت شده نیز از نظر پایداری شیمیایی در هنگام ماشینکاری فولاد بسیار ضعیف هستند.

ابزارهای سرامیکی

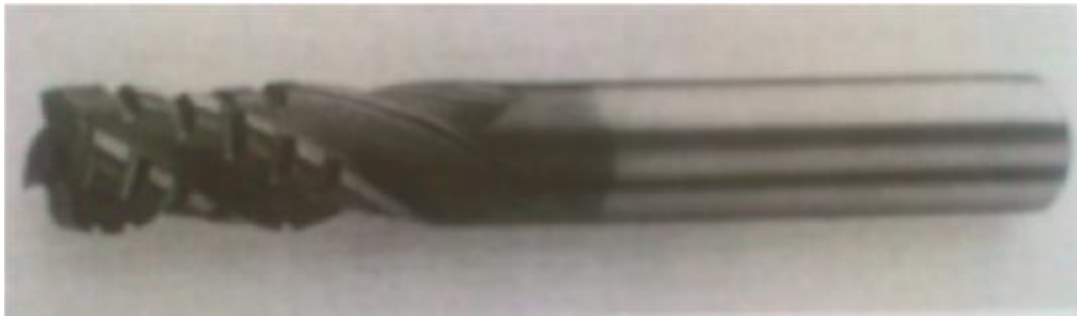
کابرد موفقیت آمیز سرامیک ها به هماهنگی و انطباق بین عوامل مختلفی مانند:

1- نوع عملیات 2- شرایط ماشینکاری 3- جنس قطعه کار

4- کارایی ماشین ابزار 5- روش ماشینکاری 6- پایداری عمومی

7- آماده بودن لبه برنده..... بستگی دارد.

کرونایت (Coronite)



کورنایت یک ماده جدید برای ابزارهای برشی است که دارای چقرمگی فولادهای تندبر و مقاومت سایشی سمنتد کارباید است.

این خواص به فرزهای انگشتی کرونایت اجازه می دهد با سرعت های بالاتری ماشینکاری کنند و با بهبودهای آتی عمر ابزار، میزان قابلیت اعتماد و صافی سطح بهتری نیز حاصل خواهد شد.

این نوع ابزار برشی است که اساسا برای ماشینکاری فولاد توسعه یافته اما نمایش خوبی در ماشینکاری تیتیانیم و سایر آلیاژهای سبک نیز نشان نداده است.

کرونایت (Coronite)

کلیه خواص این ماده جدید،در اندازه دانه بندی و روش پیشرفته تولید و مدیریت دانه های بسیار ظریف تیتانیم نیتراید است. این دانه ها دارای اندازه ای حدود 0/1 میکرون می باشند.

روش خاصی که در تولید این ماده به کار می رود به این ترتیب است که ذرات ریز TiN در یک شبکه فولادی عملیات حرارتی می شوند تا 35-60% ظرفیت حجمی ماده را اشغال کنند.

به این ترتیب ذرات سخت در کورونایت بیشتر از مقدار ممکن در فولاد تندبر و کمتر از حد موجود در سمنتدکارباید است.

کرونایت (Coronite)

خواص کرونایت در یک محدوده وسیعی بین سمنتد کارباید و فولاد تندبر تعریف می شود. این خواص می تواند با تغییر اجرا آلیاژی و به خصوص میزان کربن تغییر نماید.

عملیات حرارتی نیز باعث تغییر این خواص خواهند شد.اما منحنی های انتقال فاز که باید برای شبکه فولادی بکار رود را نمی توان در اینجا یافت زیرا میزان ذرات ریز TiN بالاست که باعث ایجاد محدوده فازی وسیع و طول کوتاه مسیر آزاد میانی در فاز در فاز نگهدارنده می شود.

کرونایت (Coronite)

موضوع تعیین کننده در خواص برجسته کرونایت که سختی بالایی ایجاد می کند، ظریف بودن اندازه ذرات است.

تیز کردن یک لبه برنده با ساختار ذرات ریز آسانتر است

لبه در برابر ساییش مقاومت بیشتری نشان می دهد و لبه حتی در زمان ساییده شدن تیزی خود را حفظ می کند.

این لبه ها خودشان تیز می شوند این خصوصیتی است که نه در فولاد تندبر و نه در سمنتدکاربایدها وجود دارد.

اندازه ظریف دانه ها به این معناست که سطح ماشینکاری شده، ظریف تر خواهد بود.

ترکیب دانه های ظریف به این معنا است که ذرات و به تبع آنها مقاومت سایشی در کل ماده حضور دارد و نقطه ضعیفی مشاهد نمی شود.

کرونایت (Coronite)

TiN که ماده سخت غالب در کورونایت است از نظر شیمیایی یک ماده پایدار محسوب میشود. این بدان معنا است که سایش حفره ای و تمایل به چسبندگی پایین است.

فرایند تولید از روشهای ترکیب کردن و روکش کاری پیشرفته ای بهره می گیرد. باید گفت که فرزاهای انگشتی به استثنا فرزهای سرکروی، از کرونایت صلب ساخته نمی شوند. به جای آن این ابزارها دارای سه بخش خواهند بود:

1- یک هسته فولادی

2- یک لایه کرونایت که حدود15% از قطر را در بر می گیرد

3- یک روکش از جنس TiCN یا TiN که دارای حدود 2 میکرون ضخامت است و به روش PVD انجام گرفته است.

کرونایت (Coronite)

هسته فولادی که در فرز انگشتی با توانایی نفوذ محوری از جنسHSS و در سایر فرزهای انگشتی از جنس فولاد فنر می باشند که نسبتا چقرمه می باشند.

کاربرد روکشی از جنس TiCN یا TiN روی ابزارهای برشی امروزه یک عمل نسبتا متداول محسوب می شود اما در مورد کورونایت این موضوع کمی فرق خواهد کرد.کورونایت دارای 50% تیتانیم نیتراید است و در نتیجه یک اتصال بسیار قوی بین زیرلایه و روکش ایجاد می کند که خطر پوسته شدن روکش را کاهش می دهد. به علاوه باید به این حقیقت نیز توجه نمود که توزیع TiN در ماده بسیار یکنواخت است. بنابراین ضریب انبساط گرمایی در روکش و زیرلایه تقریبا یکسان خواهد بود.

کرونایت (Coronite)

از دیدگاه جنس ابزار، کورونایت دارای مقاومت بالایی در مقابل سایش حفره ای یک ابزار می باشد. به این دلیل با تیزکاری مجدد سطوح براده کورونایت یک ابزار جدید به دست می آید بدون اینکه احتیاجی به روکش کردن مجدد باشد.

کرونایت (Coronite)

هسته از جنس فولاد تندبر یا فولاد فنر با پودر کورونایت پوشانده می شود وسپس پرس می شود تا تبدیل به یک بدنه شکننده اما یک تکه شود. این مجموعه تا چگالی موردنظر فشرده می شود و این عمل از طریق اکستروژن داغ در دمای بالاتر از هزار درجه صورت می گیرد تاپایداری ماده حفظ شود.

بعد از این مرحله روکش کاری انجام خواهد شد.

کرونایت (Coronite)

خواص کرونایت نسبت به فولاد تندبر و سمنتدکارباید:

1- چقرمگی و مقاومت خمشی مشابه فولاد تندبر و بهتر از سمنتدکارباید

2- سفتی بالاتر از فولاد تندبر و کمتر از سمنتدکارباید

3- گرم سختی به طور مشخصی بالاتر از فولاد تندبر

4- چسبندگی ماده قطعه کار به لبه برنده ابزار در مقایسه با هر دو ابزار نسبتا پایین تر است

5- توانایی تولید سطوح با کیفیت بالاتر از هر دو ابزار

6- سایش متوازن و قدرت تیز نگه داشتن لبه برنده نیز از هر دو ابزار بهتر است.

CBN (CUBIC BORON NITRIDE)

CBN یکی از مواد بسیار سخت برای ابزار برشی است که پس از الماس در رده دوم قرار دارد. این ماده ای عالی برای ساخت ابزارهای برشی است که در آن ترکیبی از خواص: سختی بسیار بالا، گرم سختی بالا تا دمای حدود 2000C ، مقاومت سایشی عالی و پایداری شیمیایی خوب در طول عملیات ماشینکاری وجود دارد.

این ماده شکننده است اما از سرامیکها چقرمه تر است.

CBN (CUBIC BORON NITRIDE)

- در مقایسه با سرامیک ها، CBN سخت تر است اما مقاومت شیمیایی و گرمایی خوبی ندارد.
- علیرغم قیمت بالا این ابزارها توانستند در تراشکاری قطعات سخت که قبلا سنگ زنی می شدند کاربرد وسیعی بیابند.
- فولادهای فورج شده، فولادهای سخت کاری شده، قطعاتی که سطوح خارجی آنها سختکاری شده،قطعاتی با پایه کبالت و آهن که متالورژی پودر شده اند و آلیاژهای مقاوم در برابر گرما جزء انواع اصلی کاربرد CBN می باشند.
- کاربرد موارد فوق باید به طور کامل تجزیه و تحلیل شود تا به این نتیجه اساسی برسیم که با توجه به مسایل اقتصادی استفاده از کدام ابزار CBN یا سرامیک، مقرون به صرفه است.

CBN (CUBIC BORON NITRIDE)

CBN از طریق فشار و دمای بالا تولید می شود که منجر به اتصال بلورهای Cubic boron با یکدیگر و با سرامیک یا فلزی که که نقش نگهدارنده را بازی می کند، خواهد داشت.

ذراتی که به طور اتفاقی جهت یافته اند تشکیل ساختاری چند کریستالی وبسیار چگال خواهند داد. بلور واقعی CBN شبیه الماس می باشد.

خواص CBN با تغییر در اندازه بلورها، مقدار و نوع نگهدارنده تغییر کرده و گریدهای مختلفی را ایجاد خواهند کرد.

CBN (CUBIC BORON NITRIDE)

گریدی که دارای مقدار کمتری CBN است، با داشتن نگهدارنده ای از جنس سرامیک دارای مقاومت سایشی و پایداری شیمیایی بیشتری است و برای اجزاء فولادی سخت مناسب است.

CBN های با مقدار زیاد چقرمه تر هستند و بیشتر برای چدن های سخت و فولاد مناسب است.

با چسباندن تکه ای از CBN روی پایه ای از جنس تنگستن کارباید، ابزاری چقرمه و مقاوم در برابر شربه بدست می آید که دارای لبه برنده ای نسبتا ترد خواهد بود.

CBN (CUBIC BORON NITRIDE)

CBN می تواند روی موادی که دارای سختی بالای 48 HRC هستند به کار رود.

اگر ماده قطعه کار نرم باشد سایش اتفاق خواهد افتاد، به عبارتی هر مقدار ماده سخت‌تر باشد سایش ابزار کمتر خواهد بود.

سافی سطح قطعات ماشینکاری شده بسیار عالی است و به همین دلیل CBN یک جایگزین جذاب برای سنگ زنی به شمار می رود.

دانه های CBN بسیار ریز هستند وبه همین دلیل برای جلوگیری از ایجاد براده های میکروسکوپی باید لبه پخهای مناسبی ایجاد شود.

CBN (CUBIC BORON NITRIDE)

- سرعت های برشی بالا و سرعت های پیشروی پایین برای ماشین کاری پیشنهاد می شود.
- اگر از خنک کاری استفاده می شود باید ببه مقدار فراوان در اطراف لبه برنده پاشیده شود در غیر این صورت از ماشینکاری خشک استفاده گردد تا از ترک های ناشی از شوک های حرارتی اجتناب شود.

الماس های چند کریستالی(Polycrystalline diamond)

سخت ترین ماده شناخته شده الماس طبیعی تک کریستال است و الماس مصنوعی چند کریستالی تقریبا دارای همان سختی است.

کریستالهای ظریف الماس در طول عمل زینترینگ تحت فشار و دمای بالا به یکدیگر متصل می شوند.

لبه های برنده کوچکی از PCD روی اینسرتهای سمنتدکارباید چسبانده می شوند تا به مقاومت و تحمل ضربه ابزار افزوده شود.

عمر این ابزارها حدودا صد برابر ابزارهای سمنتد کارباید خواهد بود.

الماس های چند کریستالی(Polycrystalline diamond)

معایب این ابزارهای برشی:

1- دمای منطقه برشی نباید بیشتر از 600C باشد

2- نباید برای مواد آهنی استفاده شود

3- برای مواد چقرمه و با مقاومت کششی بالا استفاده نشود.

الماس های چند کریستالی(Polycrystalline diamond)

این نوع ابزارها برای تراشکاری و فرزکاری به خصوص روی آلیاژهای ساینده سیلیکون- آلومینیم زمانی که صافی سطح و دقت بسیار مهم است کاربرد دارند.

همچنین دیگر مواد ساینده غیر فلزی از قبیل کامپوزیت ها، رزین ها، لاستیک ها، سرامیکهای پیش زینتر شده و کاربایدهای زینتر شده به همراه فلزاتی مانند مس، برنز، برنج، آلیاژهای منیزیم، روی و سرب را می توان با PCD ماشینکاری کرد.

چسبندگی ماده قطعه کار معمولاذبرای ابزارهای برشی PCD مشکلی ایجاد نمی کند و این امر به لطف پایداری شیمیایی بالای این ماده است.

الماس های چند کریستالی(Polycrystalline diamond)

به علت شکنندگی بالای طبیعت PCD ، در هنگام ماشینکاری با این ابزارها باید شرایط ماشین و ابزار بسیار پایدار و صلب باشد و عملیات با سرعت برشی زیادی صورت گیرد.

مایع خنک کاری می تواند عموما مورد استفاده قرار گیرد

سرعت های پیشروی پایین، عمق برش کم و احتزار از برش سطوح ناپیوسته و شوکها بسیار مهم است.

در عملیات تراشکاری بزرگترین اندازه ساقه ابزارگیر و حداقل طول آزاد ابزار باید استفاده شود.

ابزارهای سرامیکی

q 5- ابزارهای سرامیکی

- تولید به طریق متالورژی پودر
- ماده اولیه آن اکسید آلومینیوم
- روشهای تهیه پودر سرامیک (مکانیکی وشیمیایی(روش محلول،فاز بخار و روش تجزیه حرارتی نمک سولفات آمونیم آلومینیوم))
- مواد افزودنی برای بهبود خواص:

اکسید منیزیم (جلوگیری از رشد دانه)،اکسید کرم، اکسید تیتانیم و اکسید نیکل

- ابزار سرامیکی سفید (اکسید آلومینیوم + اکسید منیزیم)
- ابزار سرامیکی سیاه (اکسید آلومینیوم + اکسید تیتانیم)
- مقاومت در دمای بالای حدود 2 برابر کاربید تنگستن معمولی
- بی اثری از نظر شیمیایی
- استحکام ضربه‌ای کمتر نسبت به کاربیدها
- مقاومت کم در مقابل شوک‌های حرارتی

v ابزار سرامیکی سخت‌تر SIALON (سیلیکون آلومینیوم اکسی نیترید)

انواع ابزار برشی از نظر جنس

مواد اولیه خیلی سخت

q 6- نیترید برم مکعبی (C.B.N) Cubic Borom Nitrid

- نیترید برم تحت حرارت بال و فشار بالا بصورت ساختمان مکعبی می‌شود
- C.B.N معمولا بصورت اینسرت‌های کوچک و یا لایه وپوششی کلفت نسبت به سرامیک‌ها استفاده می‌شود
- چقرمگی در حدود سرامیک
- استحکام فشاری وسختی بالا
- دارای H.H بالا
- تعادل شیمیایی در ماشینکاری فلزات آهنی در دمای بالا

انواع ابزار برشی از نظر جنس (مواد اولیه خیلی سخت)

q 7- الماس مصنوعی

- گرافیت دارای ساختمان 6 وجهی است که تحت درجه حرارت بالا و فشار بالا به ساختمان سخت F.C.C تبدیل می‌شود.
- الماس مصنوعی معمولا بصورت پلی کریستال استفاده می‌شود
- خواص p.c.d به اندازه دانه‌های کریستال الماس ،فاز ماده اتصال‌دهنده، مقدار اتصال‌دهنده و نحوه توزیع اتصال‌دهنده
- سختی خیلی بالا و H.H خیلی بالا
- سرعت برشی 400 تا 1000 متر بر دقیقه
- چقرمگی بالا تر نسبت به cbn
- ضریب انبساط حرارتی خیلی پایین
- مقاومت سایشی خیلی بالا
- میل ترکیبی شدید با آهن وگرافیته شدن در دمای 700 تا 800 درجه
- مناسب برای پرداختکاری مواد غیر آهنی
- استفاده اقتصادی ابزار الماسه:ظرفیت تولید بالا،ماشین مستحکم و قدرت بالای ماشین