**خلاصه فصل هفت:**

## ابزار های برشی

ابزار برشی یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر راندمان عملیات ماشینکاری و قابلیت ماشینکاری می باشد . با ظهور آلیاژهای جدید با سختی و استحکام بالا و استفاده آنها در صنایع خودروسازی، هواپیماسازی و نظامی، تولید ابزارهای با استحکام بالا بیش از پیش احساس می‌شود . به طوریکه ابزارهای برشی معمولی مانند HSS دیگر پاسخگوی نیازهای صنعت نمی‌باشند. زیرا سرعت برشی در این ابزارها فوق العاده پایین می باشد.

خصوصیات مهمی که از یک ابزار برشی انتظار داریم عبارتند از:

۱- **مقاومت به سایش** (جهت تولید با راندمان بالا ، حفظ دقت تراش و پایداری شکل هندسی ابزار)
۲- **گرما سختی (Hot hardness)**: یعنی حفظ سختی در دمای بالا. در حین ماشینکاری در سرعت‌های بالا گرمای زیادی تولید می‌شود. ابزار برشی باید قادر باشد در دماهای بالا نیز سختی خود را حفظ کند و عمل ماشینکاری را به صورت دقیق انجام دهد.
**۳- چقرمگی (Toughness)**: برای تحمل نیروها و شوک های مکانیکی (باید توجه داشت که با افزایش چقرمگی سختی کاهش می یابد).
**۴- سختی بازیابی (Recovery hardness)**: ابزار بعد از سرد شدن و بازگشت به دمای محیط دوباره سختی اولیه خود را داشته باشد.
**۵- ضریب انبساط حرارتی**: باید کم باشد تا ابزار کمتر دچار تنش حرارتی شود.
**۶- هدایت حرارتی بالا** (بالا بودن هدایت حرارتی هم مطلوب است و هم نامطلوب- به عبارت دیگر هسته ابزار برشی باید هدایت حرارتی بالا داشته باشد در حالیکه پوسته آن باید باید عایق حرارتی باشد.
**۷- قابلیت سنگ زنی خوب**
**۸- پایداری ابعادی**
**۹- قابلیت سختی پذیری و غیره**

عوامل موثر در انتخاب ابزار برشی عبارتند از:

۱- جنس و سختی قطعه کار

۲- حجم تراش (پرداختکاری - خشن کاری)

۳- سختی تراش (پیوسته ،غیر پیوسته ، منقطع)

۴- نرخ تولید

۵- سرعت برشی

۶- میزان صلبیت دستگاه (ماشین ، ابزار گیر ، گیره ها)

۷- هزینه ابزار (قیمت)

ابزارهای برش را به لحاظ تکنولوژی ساخت و قابلیت آنها می‌توان به دو دسته کلی ابزارهای برش معمولی و ابزارهای برش پیشرفته تقسیم بندی نمود.

**ابزار های برشی معمولی** شامل ابزارهای زیر می‌باشند:

۱-فولاد تندبر (HSS) ۲- Stellite (سوپر آلیاژهای کبالت دار) ۳- کاربید های سمانته ( Cemented Carbide) ۴- سرامیک های ساده ( Plain Ceramics)

در ادامه به صورت مختصر خواص و کاربردهای این ابزارها ارائه شده است:

**۱- فولاد های تند بر (High speed steel (HSS))**

ترکیب پایه این ابزار ها : W - 18% و Cr- 4% و C-0.7% و V-1% و بقیه Fe

تنگستن (W) موجب افزایش سختی، سختی گرمایی و مقاومت به سایش می‌شود. کروم (Cr) و وانادیوم (V) برای افزایش مقاومت به سایش و افزایش سختی گرمایی استفاده می‌شوند.

سرعت برشی ($V_C$) مجاز برای ابزارهای HSS در ماشینکاری فولادهای کم کربن در حدود ۲۰ تا ۳۰ متر بر دقیقه می باشد که سرعت برشی کمی محسوب می‌شود.

چرا با وجود ابداع ابزارهای برشی مدرن هنوز هم ابزارهای HSS مورد استفاده قرار می گیرند ؟

a) ابزارهایی که نازک باشند (یعنی شکل میله داشته باشند) و تحت نیروهای خمشی و ارتعاش زیاد کار کنند مانند مته (Drill)، تیغه فرزها (end mill) و برقوها (Reamer) لازم است که ابزار از استحکام کششی و خمشی بالایی برخوردار باشد. ابزارهای جدید به دلیل شکننده بودن این ویژگی را ندارند.

b) در مواردی که هندسه ابزار پیچیده باشد (مانند مته ، ابزار های تراش چرخ دنده و ابزارهای خان کشی (Broaching))

c) در مواردی که نیاز به ابزارهایی با چقرمگی و مقاومت خمشی بالا وجود دارد. مانند ماشینکاری منقطع که ضربه زیادی به ابزار وارد می شود.

d) ممکن است مجموعه ماشین ابزار-سیستم گیره بندی-ابزار-قطعه کار اجازه کار با سرعت های بالا را ندهد (مثلاً ماشین‌ابزار مورد استفاده کوچک یا ضعیف و یا قدیمی باشد).

در هر کدام از موارد فوق لازم است از ابزار از جنس HSS استفاده شود.

در طول سالهای اخیر خواص HSS بهبود یافته است. این امر از طریق افزایش :۱) استحکام ۲) سختی گرمایی و ۳) مقاومت سایش میسر شده است.

برای افزایش هر یک از خواص ذکر شده از روش‌های زیر استفاده شده است:

- بهبود میکرو ساختار

- افزودن مقادیر زیاد V و Co (۱۹۲۳)

- ساخت HSS با مقادیر زیاد V, Mo , Coو کربن (۶۰-۱۹۵۰)

- تولید HSS به روش متالورژی پودر (Powder Metallurgy) (۱۹۷۰)

- پوشش دهی PVD ( رسوب فیزیکی بخار Physical Vapor Decomposition)

انواع HSS:

درصد وزنی عناصر در انواع فولادهای تندبر:

| نوع | C | W | Mo | Cr | V | Co |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T-1 | 0.70 | 18 | - | 4 | 1 | - |
| T-4 | 0.75 | 18 | - | 4 | 1 | 5 |
| T-6 | 0.80 | 20 | - | 4 | 2 | 12 |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |
| M-2 | 0.80 | 6 | 5 | 4 | 2 | - |
| M-4 | 1.30 | 6 | 5 | 4 | 4 | - |
| M-15 | 1.55 | 6 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| M-42 | 1.08 | 1.5 | 9.5 | 4 | 1.1 | 8 |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |

نوع T: HSS با پایه تنگستن W درصد تنگستن در حدود (18-20%) سختی راکول C: 64.7

نوع M: HSS با پایه ترکیب تنگستن و مولیبدن (Mo - W) (Mo 3-10% و W 1.5-6%) سختی راکول C: 62.4

چون W کمیاب می‌باشد بجای آن در ساختار این ابزار Mo جایگزین شده است. به عبارت دیگر درصد استفاده ازW کاهش یافت و برای حفظ خواص ابزار Mo به آن اضافه شد.

**۲- Stellite (سوپر آلیاژ کبالت دار)**

ابزار ریخته گری شده از:

۴۰ تا ۵۰ درصد کبالت

۲۲ تا ۳۲ درصد کروم

۱۴تا ۱۹ درصد تنگستن

۲ درصد کربن

این ابزار فاقد آهن می باشد. عناصر ذکر شده، با یکدیگر ترکیب شده، پس از ذوب شدن، ریخته گری شده و به نوک ابزارگیر جوش داده می شوند.

ویژگی ها:

a) سختی گرمایی b) چقرمگی و c) مقاومت حرارتی بالاتر از HSS

ولی به مرور این ابزار منسوخ گردید. زیرا:

a) سنگ زنی آن بسیار مشکل بود. b) ابزارهای کاربایدی ابداع شدند که خواص بهتری نسبت به این ابزارها داشت و ساخت آنها راحتتر بود.

## ۳- کارباید های سمانته (Cemented/Sintered Carbides)

نحوه ساخت : متالوژی پودر: مخلوط کردن پودرها ، فشرده سازی و در نهایت زینتر کردن پودر فشرده شده

دو نوع اصلی کارباید ها : ۱- Single ۲- Composite

۳-۱ -Single : ۹۰ تا ۹۵ درصد وزنی WC و ۵ تا ۱۰ درصد Co که ماده چسبنده یا اتصال دهنده ذرات پودر کارباید محسوب می‌شود.

عمر این ابزارها ۲ تا ۳ برابر HSS می‌باشد.

کاربرد:

در ماشینکاری چدن ، برنج ، برنز و ... در سرعت برشی ۴۰ تا ۸۰ متر بر دقیقه مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای موادی که براده کوتاه تولید میکنند استفاده می‌شود. اگر براده تولید شده از نوع ممتد باشد حرارت زیادی تولید شده و سایش روی سطح براده ابزار رخ می دهد. (گودال فرسایش به علت نفوذ Co به داخل براده ایجاد می‌شود)

چون سرعت برشی مجاز در استفاده از این ابزارها بالاتر رفته است پس قابلیت ماشینکاری ۲ تا ۳ برابر بهبود یافته است.

۳-۲ - کاربایدهای ترکیبی (Composite)

۷۰ تا ۸۰ درصد WC (به عنوان فاز $\alpha$)

۴ تا ۸ درصد Co (به عنوان فاز $\beta$)

بعلاوه فازهای گاما (γ) که ترکیبی از کارباید تیتانیوم (TiC) ، TaC ، TiN ، Ta/NbC و غیره می‌باشند.

TiN و TiC و ... نسبت به WC از مقاومت حرارتی و مقاومت در برابر نفوذ بالاتری برخوردارند و استفاده از این ترکیبات در ساختار ابزار کاربایدی ترکیبی سبب بهبود خواص آن در مقایسه با ابزار کاربایدی single می‌شود. ابزار کاربایدی ترکیبی در مقایسه با ابزار کاربایدی single چقرمگی کمتر ولی مقاومت بالاتر در مقابل گودال فرسایش دارد.

کاربرد: ماشین کاری فولاد با سرعت ۵۰ تا ۱۲۰ متر بر دقیقه.

**درجه بندی کاربایدها بر اساس ISO:**

| کد | رنگ | کاربرد |
|---|---|---|
| **P** | آبی | ماشینکاری قطعات با براده ممتد مانند فولادهای ساده کربنی و کم آلیاژ |
| **M** | زرد | ماشینکاری مواد آهنی با براده ممتد یا کوتاه مانند فولاد زنگ نزن |
| **K** | قرمز | ماشینکاری فلزات آهنی و غیر آهنی با براده کوتاه و نیز غیر فلزات (مانند چدن ، برنج و ...) |

شکل زیر چند نمونه از ابزارهای اینسرت کاربایدی را نشان می‌دهد:

### ۴- سرامیک های ساده (Plain Ceramics)

دو نوع ابزار سرامیکی در این دسته قرار دارند که عبارتند از آلومینا ($Al_2O_3$) و نیترید سیلیسیوم ($Si_3N_4$).
آلومینا ($Al_2O_3$ - Alumina) به روش PM ساخته می شود و به شکل اینسرت مورد استفاده قرار میگیرد ( اینسرت ها اغلب شکل ساده دارند). ابزارهای سرامیکی در مقایسه با سایر ابزارهای برشی دارای خواص

خاصی می‌باشند که استفاده از آن‌ها را برای عملیات ماشینکاری بسیار جذاب کرده است. این خواص به صورت خلاصه در جدول زیر ذکر شده‌اند:

خواص ابزار های سرامیکی ساده (آلومینا، $Al_2O_3$)

| ضعف | مزیت |
|---|---|
| چقرمگی کم | سختی بسیار بالا |
| استحکام کششی کم | سختی گرمایی بالا |
| استحکام خمشی کم | پایداری شیمیایی بالا |
| هدایت حرارتی کم | مقاومت در برابر جوش خوردن |
| | مقاومت بالا در برابر نفوذ |
| | دمای ذوب بالا |
| | هدایت حرارتی کم |
| | انبساط حرارتی کم |

نیترید سیلیسیم ($Si_3N_4$) در مقایسه با آلومینا:

۱- مستحکم تر و چقرمه تربوده و هدایت حرارتی و مقاومت به شوک بالاتری دارد.

۲- در ماشینکاری فولادها تمایل به تشکیل لبه انباشته دارد.

۳- زینتر کردن آن مشکل‌تر است ( باید از فشار بالاتر و یا روش‌هایی مانند اتصال واکنشی در ساخت آن استفاده نمود).

**انواع ابزارهای Alumina:**

| مشخصه | ۱ | ۲ | ۳ (Mixed Ceramics) |
|---|---|---|---|
| **ترکیب** | آلومینا با مقدارجزئی از ترکیبات دیگر | آلومینا با/بدون ترکیبات اضافه | آلومینا + کاربید تیتانیوم (20 - 30%) |
| **نوع زینتر** | پرس سرد | پرس داغ | پرس داغ |
| **رنگ** | سفید / صورتی | سیاه | سیاه |
| **سختی** | متوسط | زیاد | کم |
| **چقرمگی** | کم | متوسط | زیاد |
| **کاربرد** | چدن خاکستری | فولاد + چدن | فولاد های استحکام بالا و چدن سخت |
| **سرعت برشی (m/min)** | ۲۰۰-۲۵۰ | ۲۰۰-۳۰۰ | ۱۵۰-۲۵۰ |

**محدودیت های سرامیک ساده :**

- کم بودن استحکام، چقرمگی، مقاومت خمشی و هدایت حرارتی

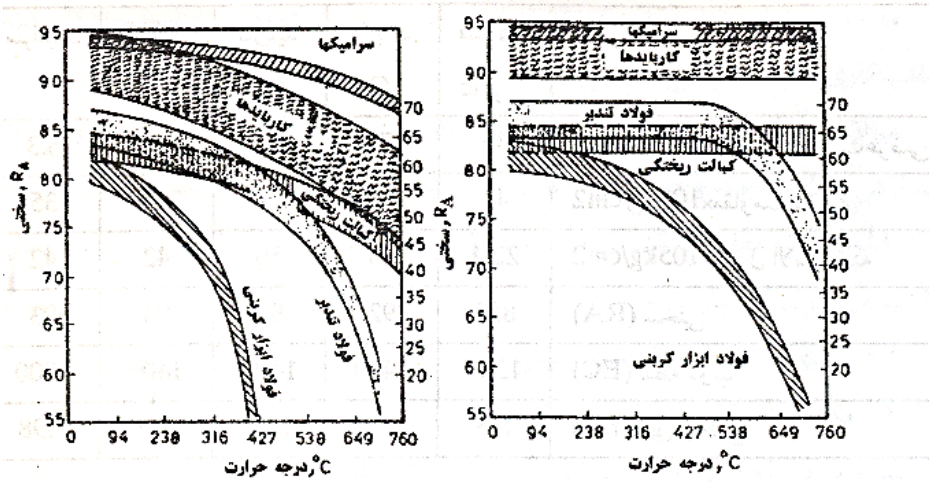
- فقط برای ماشینکاری **پیوسته** چدن نرم و فولاد قابلیت استفاده دارند.

- فقط در محدوده سرعت : ۲۰۰-۳۰۰ متر بر دقیقه می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

- دستگاه ماشینکاری باید کاملا صلب باشد.

در شکل زیر چند نمونه از ابزارهای اینسرت سرامیکی نمایش داده شده است:

شکل زیر سختی ابزارهای مختلف را در دماهای بالا و نیز سختی بازیابی آنها را نشان می دهد. با توجه به این شکل فولادهای تندبر در با افزایش دما سختی خود را از دست می‌دهند درحالیکه سرامیکها و کاربایدها کاهش سختی کمتری دارند. علاوه بر این سختی بازیابی فولادهای تندبر در دماهای بالای ۵۰۰ درجه سانتی گراد کاهش می‌یابد. سختی بازیابی یعنی سختی ماده پس از آنکه به دمای بالا برده شد و سپس به دمای محیط بازگشت.




*ب- سختی بازیابی ابزارهای مختلف*

*الف -گرماسختی ابزارهای مختلف*

در ادامه بر روی دسته دوم ابزارها یعنی ابزارهای ماشینکاری پیشرفته بحث خواهیم نمود. ابزارهای ماشینکاری پیشرفته به صورت کلی عبارتند از:

۱- کارباید های پوشش دار ( Coated Carbides)

۲- سرمت ها (Cermets)

۳- کرونایت ها (Coronites)

۴- سرامیک های با کارایی بالا ( High Performance Ceramics - HPC )

۵- نیترید بور مکعبی (Cubic Boron Nitride - CBN)

۶- الماسه (Diamond)

بصورت ایده آل یک ابزار برشی مدرن باید در هسته استحکام ، سختی گرمایی ، چقرمگی و هدایت حرارتی بالا داشته باشد و در سطح ابزار سختی بالا (برای مقاومت در برابر سایش)، مقاومت در برابر گرما، نفوذ و چسبندگی بالا داشته و به لحاظ شیمیایی پایدار بوده و ضد اصطکاک باشد. پوشش سخت روی ابزارهای کارباید این خواص را فراهم می آورد .

پوشش دهی ابزارهای کاربایدی مزایای زیر را برای این ابزارها فراهم می آورد :

۱- کاهش نیروهای برشی (۲۰ الی ۵۰ درصد ) در نتیجه ارتعاش ، انرژی مصرفی و غیره کم می شود .
۲- افزایش عمر ابزار ( ۲۰۰ الی ۵۰۰ درصد ) یا افزایش سرعت $V_c$ (۵۰ الی ۱۵۰ درصد )
۳- بهبود دقت و پرداخت سطح زیرا لبه ها در حین ماشینکاری تیز باقی می ماند.
۴- ماشینکاری محدوده وسیع تری از جنس های قطعات
۵- کاهش آلودگی ناشی از سیال برشی (چون سیال نداریم یا استفاده از سیال کاهش می‌یابد).

مزایای ذکر شده به دلایل:

۱- مقاومت بالاتر پوشش در مقابل سایش و حرارت
۲- کاهش اصطکاک و لبه انباشته
۳- حفظ تیزی لبه برنده در دماهای بالا
۴- استفاده کمتر یا عدم استفاده از سیال برشی

حاصل می‌شود. علاوه بر این برای بهبود بیشتر خواص می توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

۱- بهبود زیر ساختار
۲- استفاده از چند لایه پوشش
۳- مواد بهتر برای پوشش دهی
۴- افزایش استحکام اتصال پوشش

### ۲ ) سرمت ها ( Cermet)

ترکیب cer (Ceramic) و met (Metal) می‌باشد. بخش سرامیکی شامل ( TiC , TiN , TiCN ) می‌باشد که وظیفه افزایش استحکام ابزار و بخش فلزی شامل (Ni , Ni-Co , Fe) می‌باشد که وظیفه افزایش چقرمگی را بر عهده دارد.

نحوه ساخت: همانند کارباید ها به روش متالورژی پودر ساخته می‌شوند.

TiCN + Ni-Co ( 10 ~ 20 % )

دلیل استفاده از TiCN مقاومت سایش بهتر و ساخت راحتتر آن در مقایسه با سایر کاربیدها و نیترایدها می‌باشد. این ابزار در مقایسه با کاربید تنگستن ـ کبالت ($WC - Co$) ویژگی‌های زیر را دارد:

۱- سخت تر ، پایدارتر ، مقاومت به سایش بالاتر
۲- حفظ تیزی بهتر از کارباید پوشش دار
۳- سرعت برشی بالا در پرداختکاری
۴- شکننده تر و هدایت حرارتی کمتر

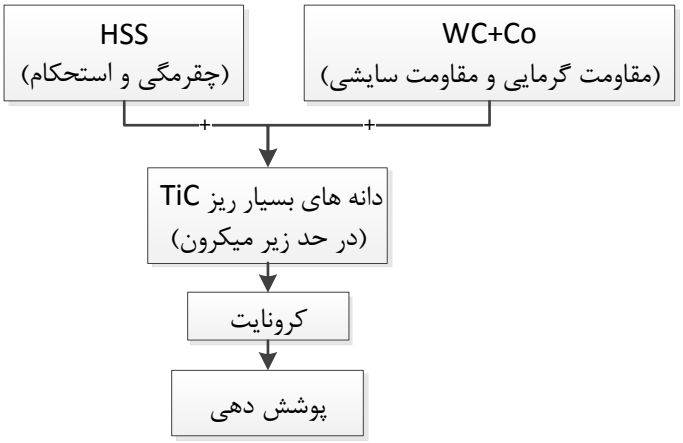
**موارد کاربرد Cermet:**

۱- برای پرداخت کاری و نیمه پرداخت کاری:
- فولاد ها (در سرعت بالاتر $V_c$) ۲۵۰ – ۲۰۰ متر بر دقیقه
- فولادهای زنگ نزن (در سرعت های متوسط $V_c$) ۲۵۰ – ۱۰۰ متر بر دقیقه

۲- خشن کاری و ماشینکاری منقطع سبک در سرعت های برشی متوسط ( ۱۰۰ – ۲۵۰ m/min) با اینسرت هایی که مقدار حجم اتصال دهنده (Co) بالاتری دارند.

توجه: سرمت ها نباید برای ماشینکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن مورد استفاده قرار گیرند.

### ۳) کرونایت‌ها (Coronite)




مراحل ساخت ابزارهایی مانند مته ، تیغه فرز از جنس کرونایت:

- یک میله در هسته از جنس HSS یا فولاد فنر (برای ماشینکاری ناپیوسته) با قطر D
- اکستروژن داغ کرونایت با ضخامت 0.2D روی میله قبلی
- پوشش دهی PVD (در حد 2µm) از جنس TiN یا TiCN (تیتانیوم کربونیتراید)

مزایا :

- عمر بیشتر ابزار در مقایسه با ابزار کاربایدی (WC + Co)

- استحکام و چقرمگی بالاتر

- قابلیت سنگ زنی و تیز کردن

کاربردها:

در مقایسه با HSS می توان از آن برای ماشینکاری مواد با جنسهای بیشتر و در سرعت های بالاتر استفاده نمود.

### ۴ ) HPC ( سرامیک هایی با کارایی بالا )

این ابزارها دارای دو نوع کلی زیر می‌باشند:

۱- HPC بر پایه آلومینا ($Al_2O_3$)

که به سه روش زیر ساخته می‌شوند:

- تقویت شدن با $ZrO_2$ (زیرکونیا Zirconia )
- تقویت شدن با ویسکر SiC
- تقویت شدن با فلز (معمولاً Ag- نقره)

آلومینای تقویت شده با Ag ( نقره ) خاصیت self – lubrication (خود روانکاری) دارد.

۲- HPC بر پایه نیترید سیلسکون ( $Si_3N_4$)

این دسته از سرامیک‌ها را نیز می‌توان به دو روش زیر تولید نمود:

- سیالون (SIALON) که در واقع ترکیب $Si_3N_4$ و $Al_2O_3$ می‌باشد.
-تقویت شدن با ویسکرهای SiC

## ۲- HPC بر پایه نیترید سیلسکون ( $Si_3N_4$)

۱- سیالون

نحوه ساخت: پرس داغ ترکیب پودرهای $Al_2O_3$ و $Si_3N_4$ (این ابزار ترکیب خواص هردو سرامیک را دارد)

خواص ویژه : افزایش سختی گرمایی ، چقرمگی و استحکام سایش

کاربردها : ماشینکاری فولادهای ریخته گری شده در سرعت های ۲۵۰ الی ۳۰۰

نباید در دما و سرعت برشی بالاتر مورد استفاده قرار گیرد زیرا این امر سبب افزایش سرعت نفوذ می‌شود (نیترات سیلیکون در آهن نفوذ می کند) و ابزار زود کارایی خود را از دست می‌دهد.

۲- $Si_3N_4$ تقویت شده با ویسکرهای SiC

این ابزارها کارایی فوق العاده زیادی دارند. سرعت برشی تا ۶۰۰ متر بر دقیقه برای فولادهای نرم و سخت قابل افزایش است. منتهی قیمت فوق العاده بالایی دارند.

**خلاصه HPC:**

۱- HPC ها در حال جایگزینی به جای ابزارهای کاربایدی هستند چون :

- نرخ تولید بالایی دارند ( سرعت ماشینکاری زیاد است )
- هزینه ساخت کمتری دارند
- مواد سازنده آن راحت تر یافت می شود

۲- آلومینای تقویت شده با ویسکر SiC نرخ تولید را خیلی بالا می برد ولی برای سلامتی انسان مضر است .

۳- آلومینای تقویت شده با Ag به دلایل زیر ، ابزاری فوق العاده کاربردی محسوب می‌شود:

- فرآیند ساخت ساده و کم هزینه
- عملکرد خوب برای شرایطی که نیاز به چقرمگی و مقاومت خمش بالایی وجود دارد و ابزار باید هدایت حرارتی خوبی داشته باشد. علاوه بر این، این ابزار خاصیت self – lubrication ( خود روانکاری ) دارد.

**۵ ) نیترید بور مکعبی (CBN)**

- بعد از الماس سخت ترین ماده شناخته شده می باشد .
- تحت فشار بالا و دمای بالا و با اتصال لایه‌ای به ضخامت 0.5 الی 1 میلی‌متر از آن بر روی اینسرت‌های کاربایدی پایه Co ساخته می شود.
- استحکام بالا، چقرمگی زیاد ، مقاومت سایشی خوب و پایداری حرارتی و شیمیایی تا دمای ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد دارد.

**کاربردهای CBN :**

- هم پرداخت کاری و هم خشن کاری
- ماشینکاری چدن و فولاد های آلیاژی با سختی متوسط و بالا
- ماشینکاری آلیاژهای سخت مانند Ni-Hard (چدن سفید آلیاژ شده با نیکل – کروم)، Nimonic، , Inconel و نیز سایر مواد که ماشینکاری آنها مشکل است . مثل سرامیک ها، پلیمرها و ...

سرعت برش برای ماشینکاری مواد مختلف به کمک ابزارهای CBN به صورت زیر می‌باشد:

* چدن : ۳۰۰ الی ۴۰۰

* چدن ریخته گری سخت : ۸۰ الی ۳۰۰

* سوپر آلیاژها ($R_c > 35$) : ۸۰ الی ۱۴۰

* فولادهای تخت ($R_c > 45$) : ۱۰۰ الی ۳۰۰

**۶ ) ابزارهای الماسه :**

انواع ابزارهای الماسه و مزایا و محدویت‌های هر کدام به صورت خلاصه در جدول زیر قید شده است:

| محدودیت‌ها | مزایا | حالت |
|---|---|---|
| - لغزش لایه ها<br>- چقرمگی کمتر<br>- پر هزینه و کمیاب | - سخت ترین<br>- لبه های برش تیز | تک کریستال :<br>۱- طبیعی<br>۲- مصنوعی |
| - مقاومت سایش کم<br>- محدودیت اندازه و شکل<br>- هزینه بالا | - چقرمه تر<br>- لغزش لایه ها (cleavage) | چند کریستاله (Polycrystalline) یا PCD |
| | - بدون اتصال دهنده<br>- سختی بالا<br>- پایداری حرارتی | پوشش CVD بر روی ابزارهای اینسرتی کاربایدی |

یک کریستال تکی الماس دارای یک محور سخت و یک محور نرم می باشد. اگر الماس در جهت محور نرم مورد استفاده قرار گیرد زودتر از حالتی که در جهت محور سخت مورد استفاده قرار می‌گیرد دچار سایش می‌شود. هدایت حرارتی الماس بالا است، ۲ تا ۳ برابر کاربایدها و در نتیجه دماهای ایجاد شده در برش به کمک ابزارهای الماسه کمتر خواهد بود.

یک کریستال تکی الماس برای:

۱- تیز کردن چرخ سنگ

۲- مته ها و تیغه فرزهای بسیار ریز مورد استفاده قرار می گیرد.

PCD : دانه های بسیار ریز الماس ( زیر یک میکرون ) با زینتر کردن به صورت لایه هایی با ضخامت 0.5 میکرومتر ساخته می شود . این لایه ها به ابزار کاربایدی WC با پایه Co متصل می شوند.

- PCD در بعضی از کاربرد ها تا ۱۰۰ برابر کاربایدها عمر می کند.
- توجه شود که PCD مقاومت سایش کمی دارد چون پایه Co دارد .
- بسیاری از مواد مانند سنگ ها ، سرامیک ها ، FRP ها ، پلیمرها .... را می توان با PCD ماشینکاری نمود .
- در مورد ماشینکاری فولاد مشکل داریم (ابزار الماسه هرگز نباید برای ماشینکاری فولاد مورد استفاده قرار گیرد). برای غلبه بر این مشکل از پوشش دهی الماسه استفاده می شود . برای این منظور یک لایه ۶ تا۱۰ میکرون از الماس به روش CVD روی ابزارهای کاربایدی پوشش داده می شود. در ابزارهای پوشش داده شده در مورد شکل هندسی ابزار مشکلی نداریم (یعنی اینسرتها با شکلهای هندسی پیچیده را می‌توان با این روش تولید نمود) چون پوشش دهی بعد از تولید هسته انجام می شود.