به نام اللّه



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی مکانیک

توانایی ماشینکاری

عبدالواحد کمی

vahed.kami@gmail.com

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

- **عمر ابزار ممکن است توسط دو دسته اصلی پدیده‌های زیر به پایان برسد:**
  - **ضایعات نابهنگام مانند شکستن قلم**
  - **سایش تدریجی در نواحی خاصی از سطح آزاد و براده**

الف- تغییر شکل پلاستیک لبه برنده قلم

ب- سایش در اثر چسبندگی

پ- سایش در اثر ساییدگی

ت- سایش در اثر نفوذ

ث- سایش در اثر خستگی

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

- **عمر ابزار بر اساس چه پارامترهایی قابل بیان است؟**
  - **زمان حقیقی صرف شده برای براده‌برداری**
  - **زمان کل لازم تا رسیدن از کار افتادگی ابزار (به عنوان مثال در فرزکاری)**
  - **طول براده‌برداری شده از قطعه‌کار**
  - **حجم فلز ماشینکاری شده**
  - **تعداد قطعات یا اجزای تولید شده**
  - **سرعت برشی متناسب با یک طول عمر معین**

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

- **مقدار حقیقی عمر ابزار وابسته به تعریف به کار برده شده برای از کار افتادگی ابزار دارد.**
- **از کار افتادگی مرتبط با وظیفه مورد انتظار از ابزار در فرایند تولید می‌باشد.**

به عنوان مثال:

- **افزایش ناگهانی نیرو و توان مصرفی دستگاه در خشن‌کاری**
- **کاهش دقت ابعادی و صافی سطح در پرداختکاری**
- **تغییرات زیاد در فرم ابزار در فرم‌تراشی**

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

- **تعاریف مختلف از کار افتادگی قابل استفاده برای تعیین عمر ابزار:**

الف- آستانه فرسایش

ب- پارامترهای مربوط به گودال فرسایش

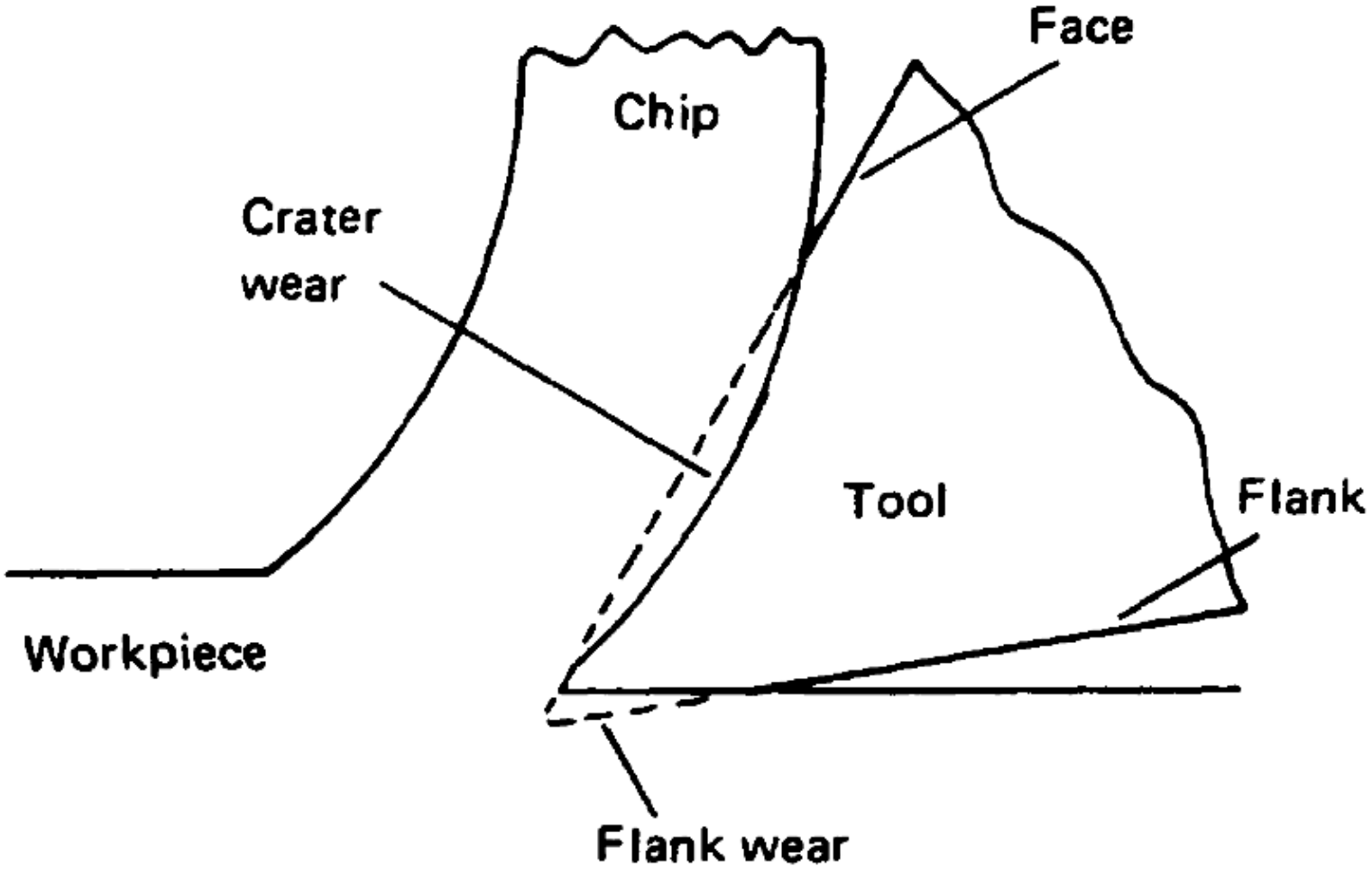
پ- مقدار مشخص افزایش نیروهای برشی یا توان مصرفی

ت-ضایعات نابهنگام مانند شکستن قلم

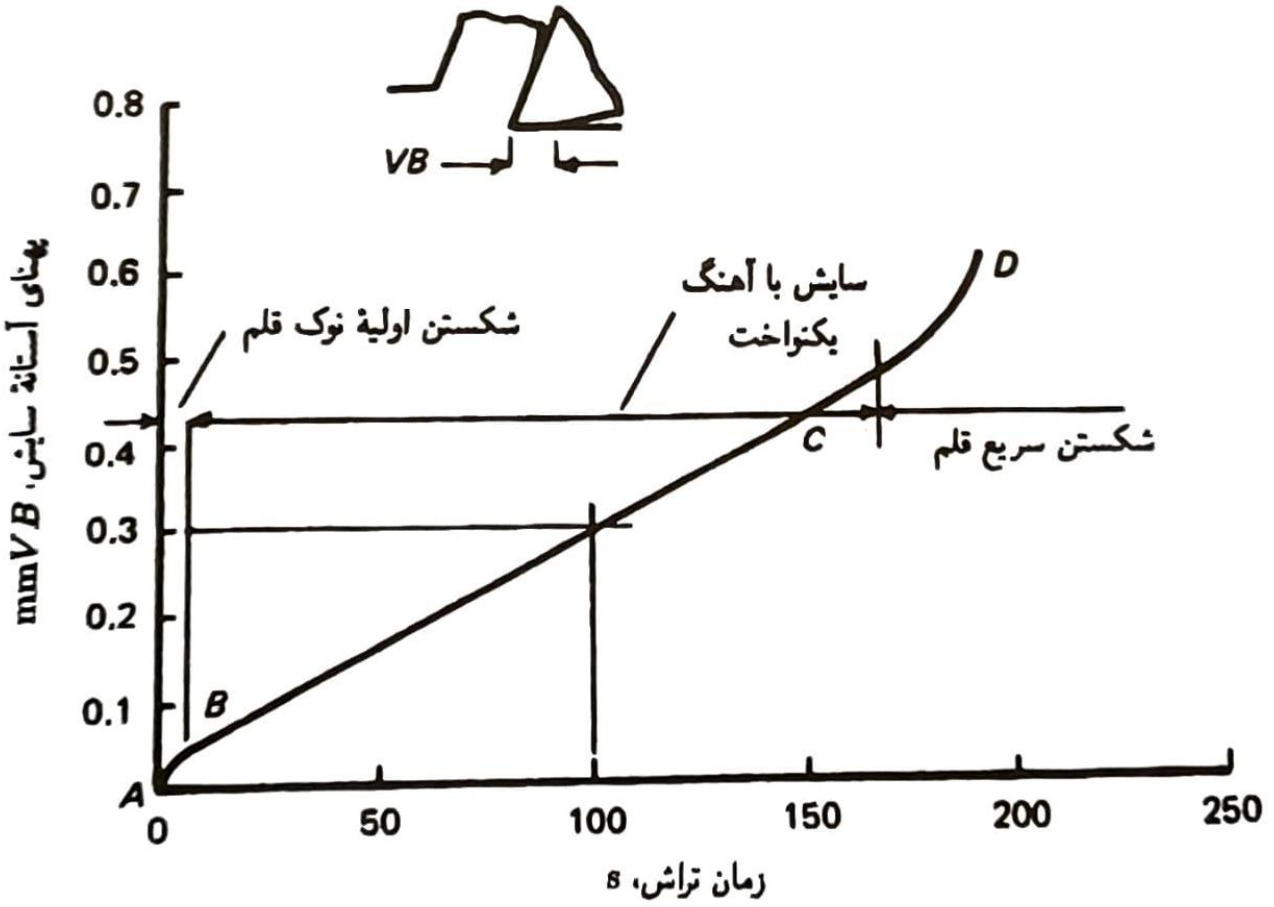
ث-مقدار مجاز صافی سطح و دقت ابعادی

ج-ایجاد ترک‌های ریز در لبه‌های برنده ابزار

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش



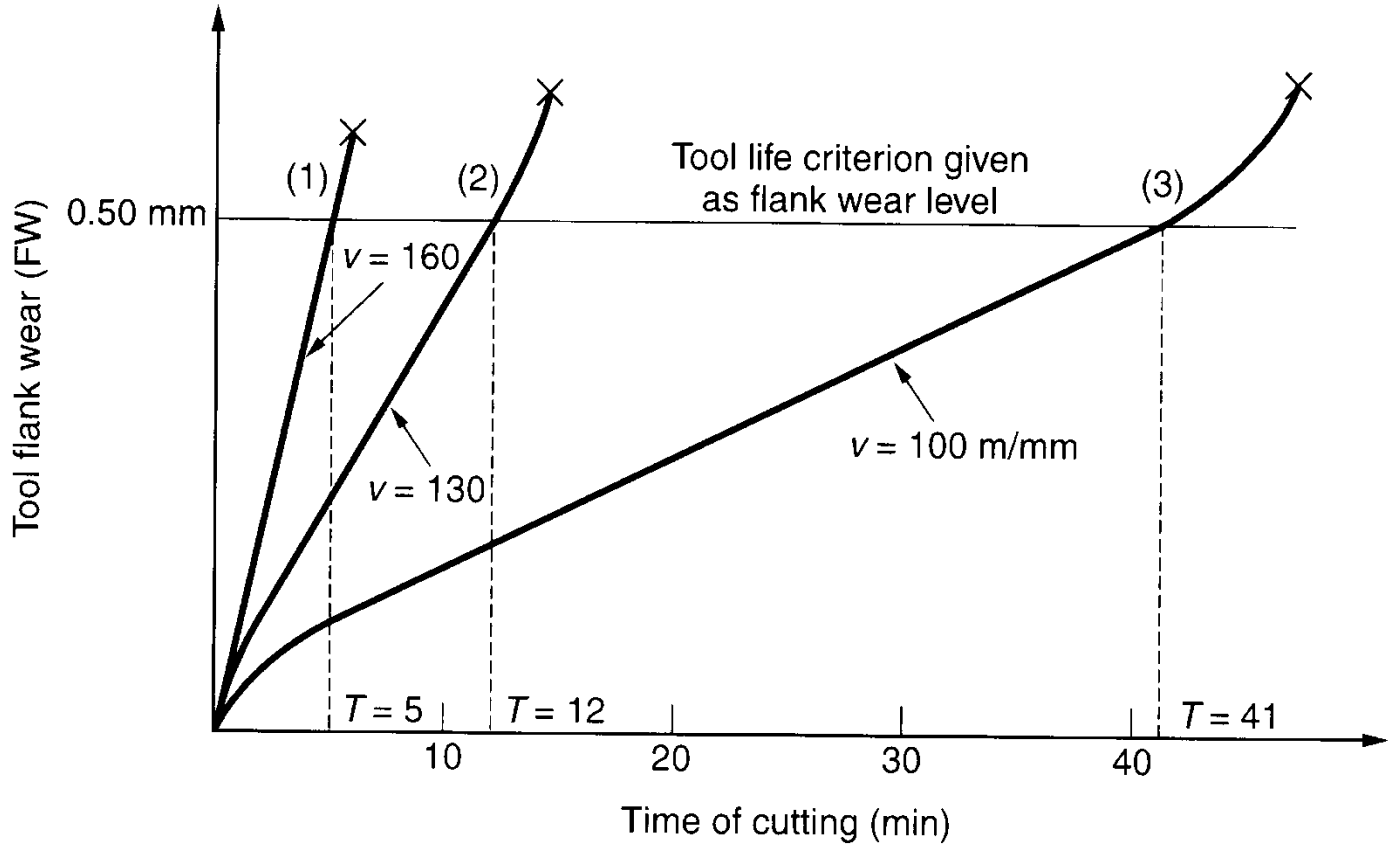
عمر ابزار، حرارت و سیالات برش



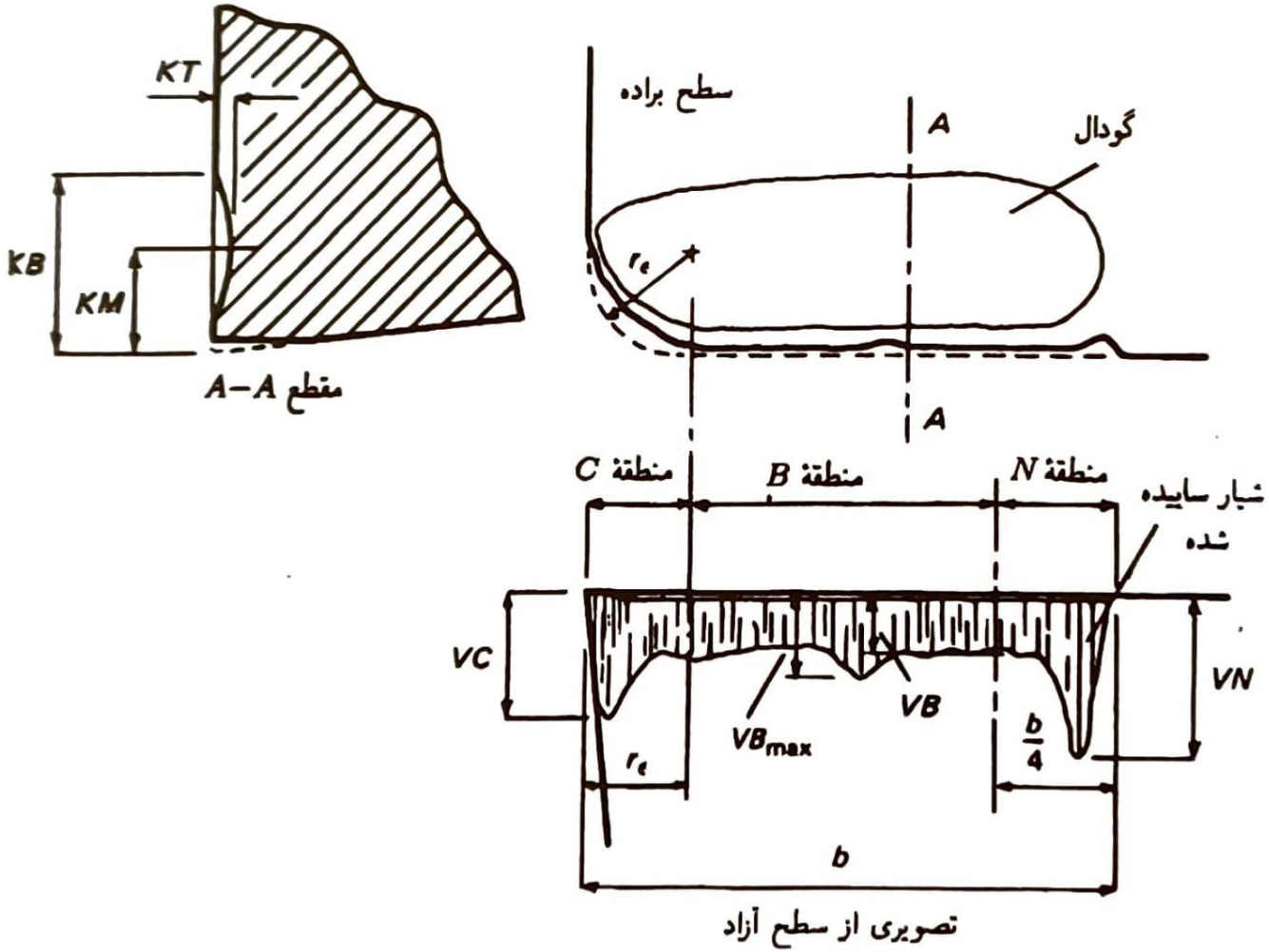
شکل۲.۴ گسترش تدریجی آستانهٔ سایش با گذشت زمان برای قلم الماسه و سرعت تراش ۱m/s

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

رشد آستانه فرسایش در سطح آزاد ابزار با افزایش سرعت

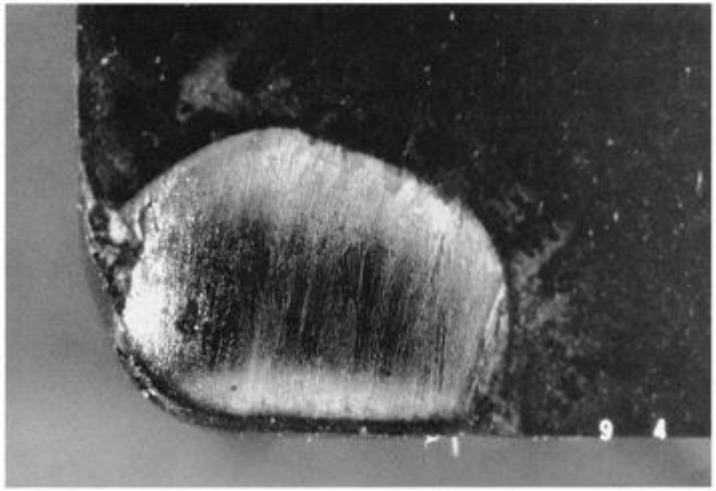


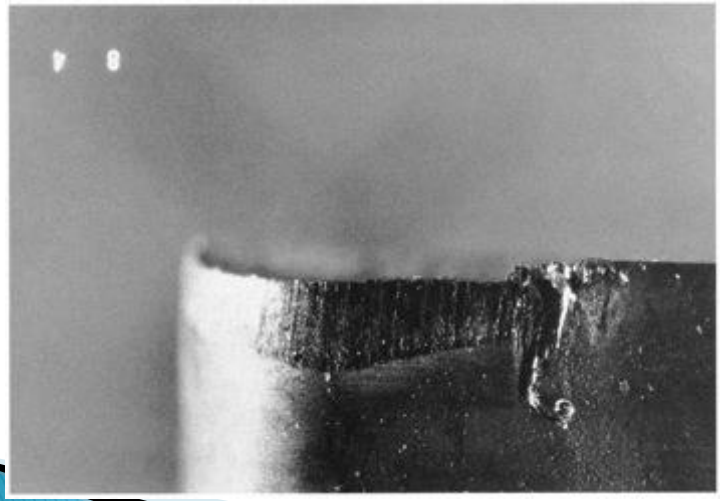
عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

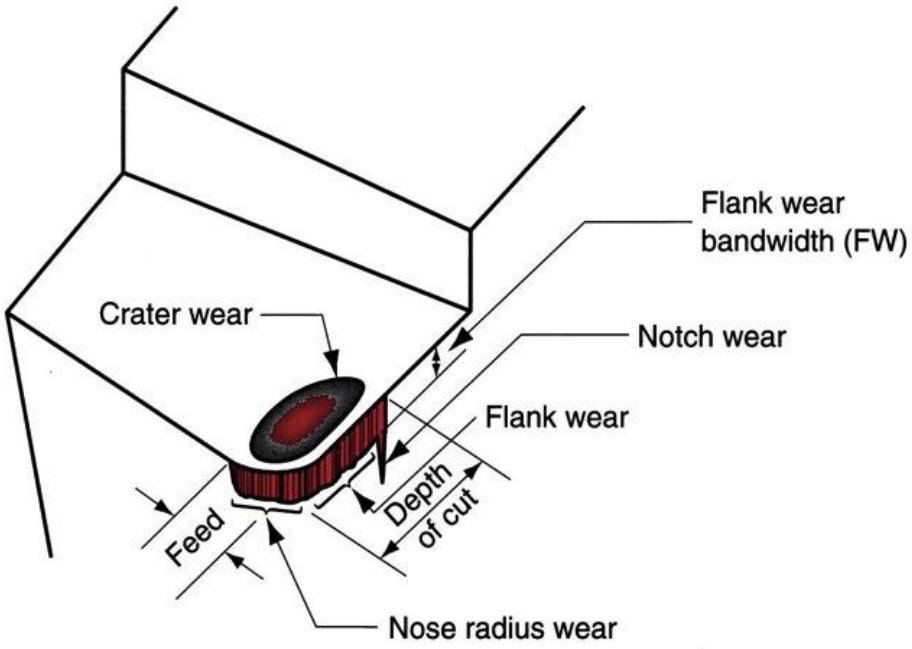


شکل۳.۴ بعضی از ویژگیهای سایش قلم‌تک لبه‌ای در عملیات روتراشی [۲].

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش







عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

- **معیار متداول عمر قلم برای قلم‌های تندبر و سرامیکی**

مطابق استاندارد ISO:

۱- شکستن نابهنگام یا

۲- $VB = 0.3mm$ در صورت سایش منظم در منطقه B یا

۳- $VB_{\max} = 0.6mm$ در صورت سایش نامنظم، خراشیدگی لب پر شدن یا وجود شیار در منطقه B

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

- **معیار متداول عمر قلم برای قلم‌های الماسه**

مطابق استاندارد ISO:

۱- $VB = 0.3mm$ یا

۲- $VB_{\max} = 0.6mm$ در صورت سایش نامنظم یا

۳- $KT = 0.06 + 0.3a_f$

- معادله عمر ابزار (معادله تیلور):

$$VT^n = C$$

$$\log V + n\log T = \log C$$

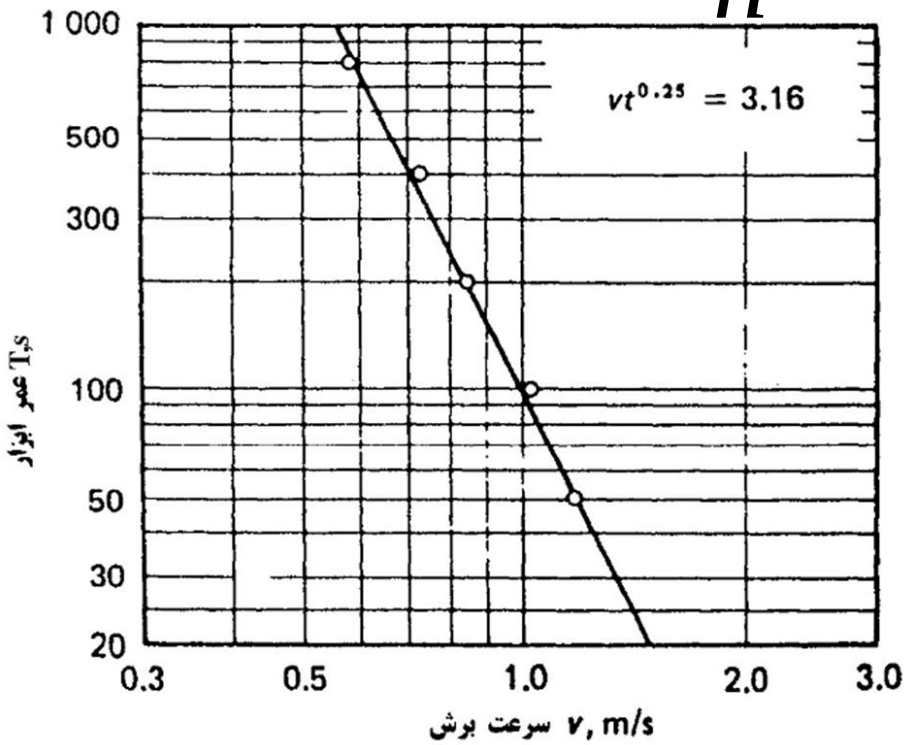
$$\log T = -\frac{1}{n}\log V + \frac{1}{n}\log C$$

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

$$VT^n = C$$

- **معادله عمر ابزار (معادله تیلور):**

$$\log T = -\frac{1}{n}\log V + \frac{1}{n}\log C$$

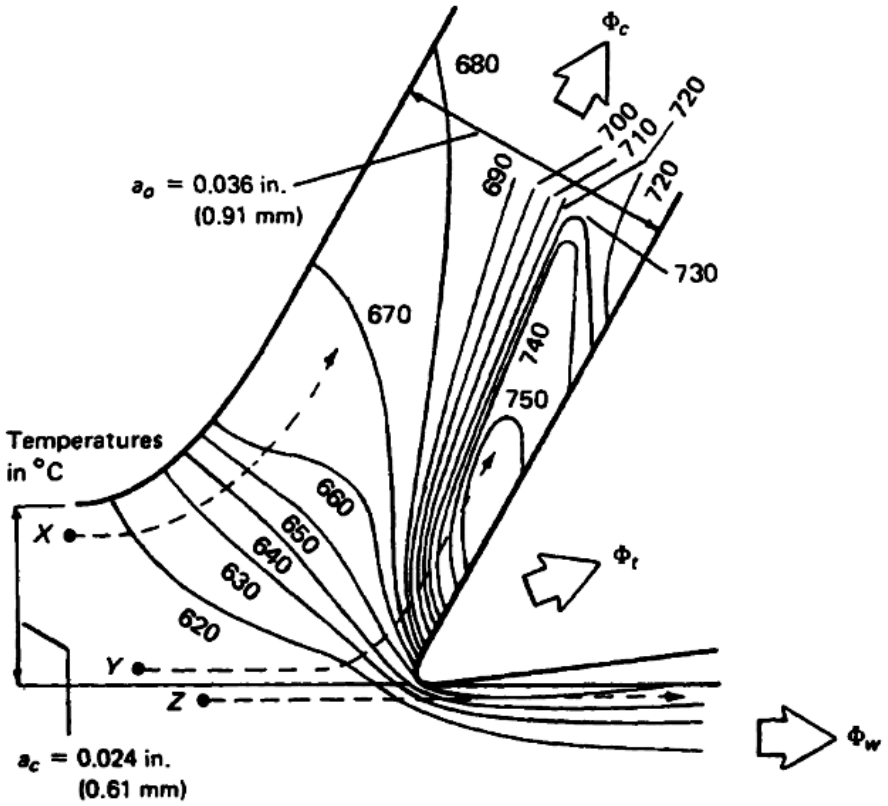


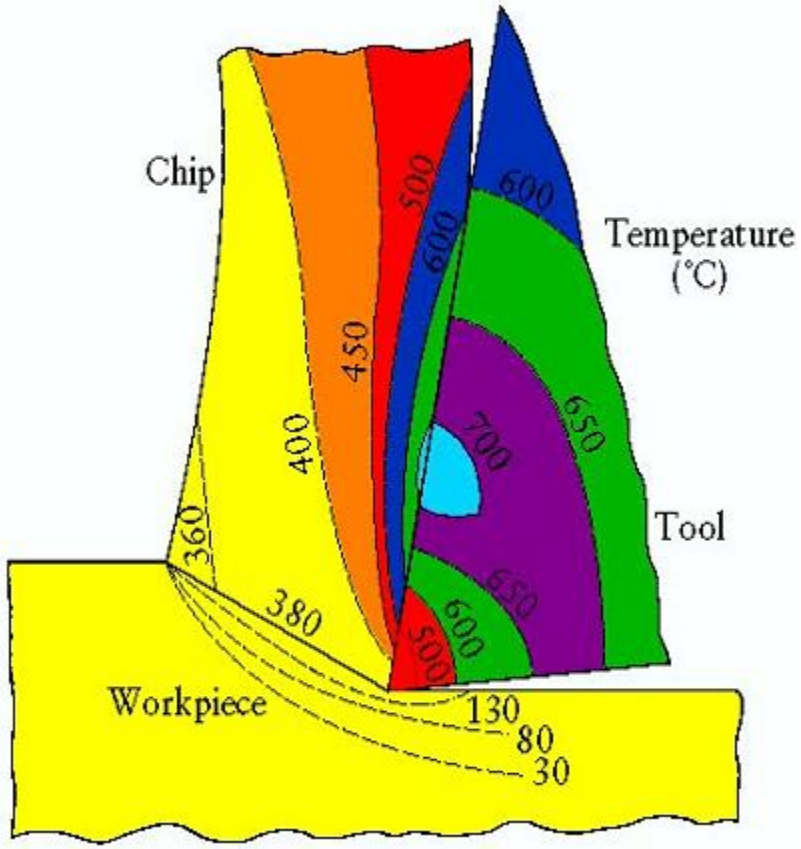
$$\frac{V}{V_r} = \left(\frac{T_r}{T}\right)^n$$

$$T = \frac{K}{V^{\alpha} \times a_f^{\beta} \times a_p^{\gamma}}$$

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

حرارت در برش فلزات





عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

مزایای استفاده از سیال در برش فلزات:

الف- افزایش عمر ابزار

ب- بهبود کیفیت سطح قطعه

پ- کاهش نیروهای برشی و توان مصرفی

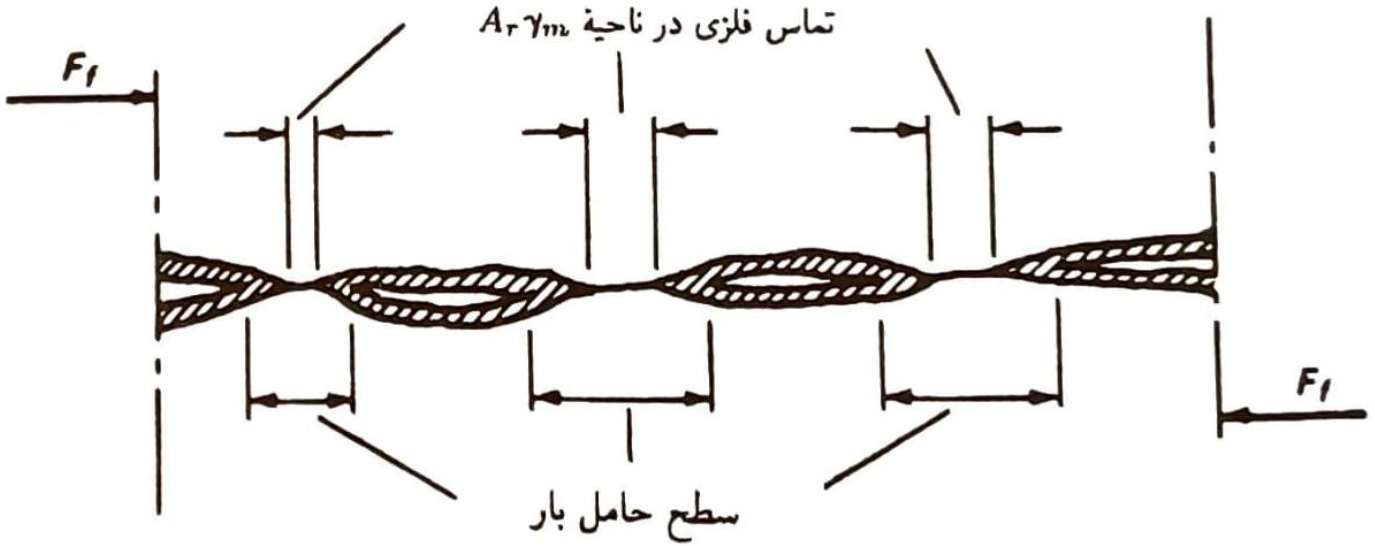
ت- کاهش تغییر شکل قطعه

ث- جدا شدن راحت‌تر براده

ج- کاهش تشکیل لبه انباشته

چ- دفع براده‌ها از منطقه برش

سیالات برش



شکل۱.۵ لغزش بین سطوح با لایه‌ای از روانکار جامد؛ در این شکل F_f = نیروی اصطکاک، τ_1 = استحکام برشی فلز نرمتر، و τ_2 = استحکام برشی لایهٔ روانکار.

$$F_f = A_r[\gamma_m\tau_1 + (1 - \gamma_m)\tau_2]$$

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

عوارض نامطلوب ممکن در استفاده از سیال برش:

الف- ایجاد دود، بخار سمی و یا بوی ناراحت کننده

ب- اثرات نامطلوب بر روی قطعه

پ- اثرات نامطلوب بر روی ماشین‌ابزار

ت- اثرات دیگر از قبیل جدا شدن آب و روغن، ایجاد چسبندگی در کشویی‌ها و ...

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

عملکردهای اصلی سیال برش:

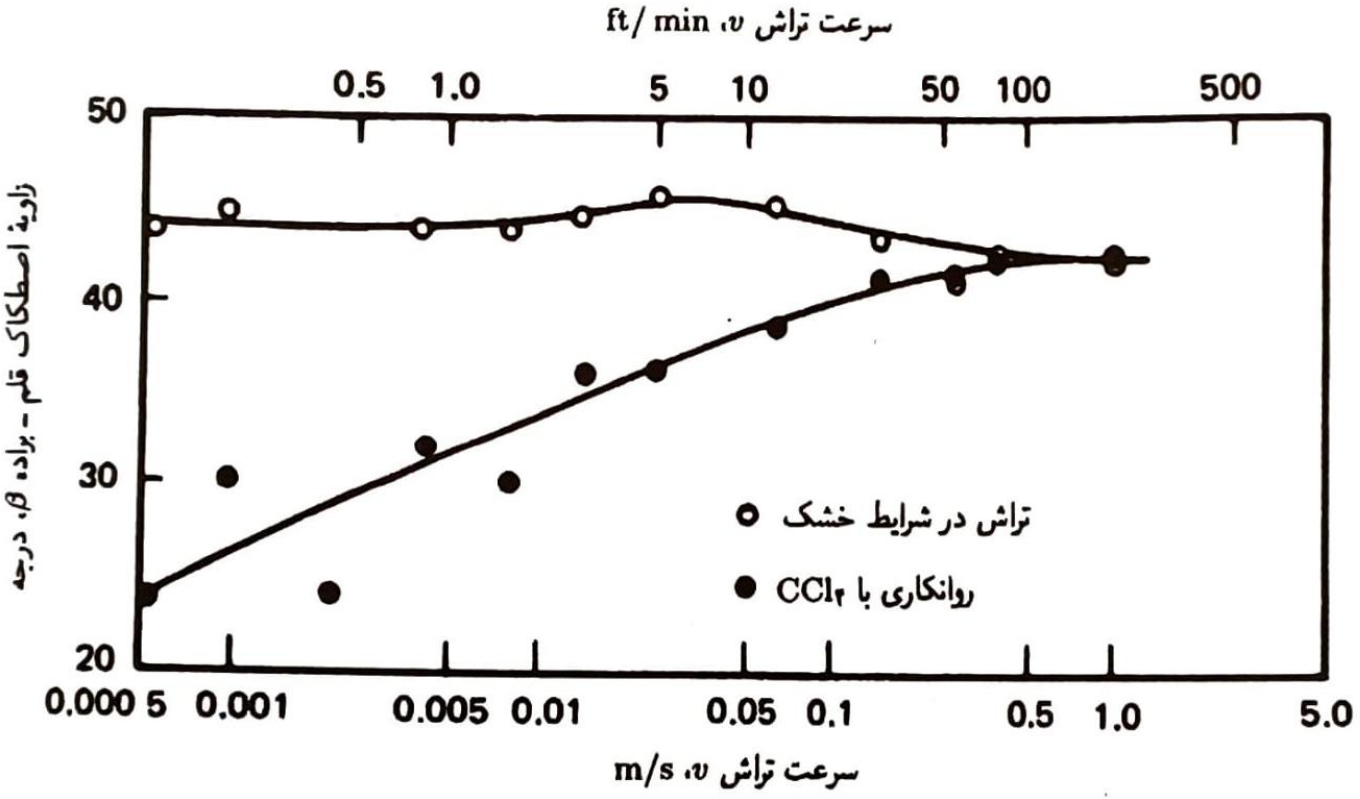
الف- خنک‌کاری

ب- روانکاری

پ- کاهش مقاومت برشی

- **با کاهش نسبت آب به روغن از خاصیت خنک‌کنندگی سیال کاسته شده و به خاصیت روانکاری آن افزوده می‌شود.**
- **در سرعت‌های برشی پایین کاهش اصطکاک و تنش برشی و در سرعت‌های برشی بالا قدرت خنک‌کنندگی سیال نقش مهم‌تری دارند.**

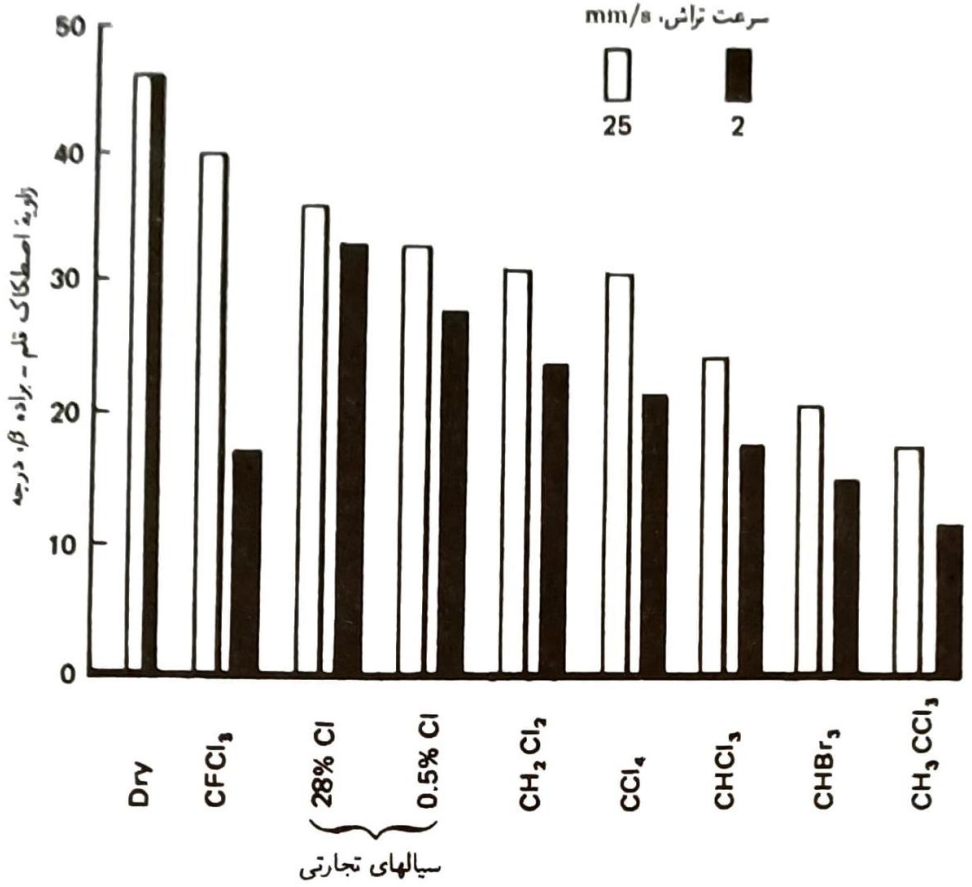
اثر سرعت برشی بر روی عمل روانکاری هنگام تراشکاری مس



شکل۲.۵ اثر سرعت تراش بر عمل کربن تتراکلرید از لحاظ روانکاری. جنس قطعه‌کار مس، ضخامت برادهٔ تغییر شکل نیافته ۰٫۲۵mm، طول ناحیهٔ تماس قلم ـ براده ۰٫۳mm، و زاویهٔ براده ۴۵° است.

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

اثر سرعت برشی بر روی عمل روانکاری هنگام تراشکاری مس



شکل۳.۵ عمل روانکاری سیالهای مختلف در هنگام ماشینکاری مس؛ ضخامت برادهٔ تغییر شکل نیافته ۰٫۲۵mm و زاویهٔ براده ۴۵° است.

عمر ابزار، حرارت و س

انواع سیال‌های برش:

جدول ۱.۵ مشخصه‌های عمومی سیالهای تراشکاری قابل اختلاط با آب [۱].

نوع روانکار	مشخصه‌ها
روغنهای قابل تعلیق و محلول در آب	
همه‌کاره	به‌نسبت $\frac{1}{10}$ تا $\frac{1}{40}$ با آب مخلوط می‌شود و شبیه شیر است. برای ماشینکاری عمومی به‌کار می‌رود
شفاف	به‌نسبت $\frac{1}{20}$ تا $\frac{1}{60}$ با آب مخلوط می‌شود. به دلیل داشتن مقدار زیادی امولسیون‌ساز، ظاهری نیمه‌شفاف تا شفاف دارد. در سنگزنی یا ماشینکاری عمومی به‌کار می‌رود.
چرب	با نسبتهای مشابه روانکار همه‌کاره با آب مخلوط می‌شود و امولسیونی شبیه شیر ایجاد می‌کند. چربی موجود در آن سبب می‌شود تا، به‌ویژه در ماشینکاری فلزات غیرآهنی، مؤثر افتد.
فشار ـ زیاد	عموماً مواد افزودنی فشار زیاد، از نوع سولفیدی یا کلر زده شده دارد. به نسبت $\frac{1}{10}$ تا $\frac{1}{20}$ با آب رقیق می‌شود و در شرایطی که به روانکاری با کیفیتی بالاتر از آنچه انواع همه‌کاره، شفاف و چرب ارائه می‌کنند نیاز باشد، از این روانکار استفاده می‌شود.
محلولهای شیمیایی	
سیالهای سنگزنی	اساساً محلولهای ضدزنگ محلول در آب‌اند. به نسبت $\frac{1}{50}$ تا $\frac{1}{100}$ در آب رقیق می‌شوند و در عملیات سنگزنی آهن یا فولاد به‌کار می‌روند.
سیالهای صناعی همه‌کاره	به‌طور عمده از محلولهای ضدزنگ و مواد افزودنی تشکیل شده‌اند. با نسبت $\frac{1}{10}$ تا $\frac{1}{40}$ برای تراشکاری و نسبتهای بالاتر، یعنی رقیقتر، برای سنگزنی به‌کار می‌روند. اغلب برای ماشینکاری فلزات آهنی و غیرآهنی مناسب‌اند.
سیالهای صناعی فشار ـ زیاد	مشخصه‌های آنها شبیه سیالهای صناعی همه‌کاره است، ولی مواد افزودنی فشار ـ زیاد دارند تا در هنگام ماشینکاری فلزات آهنی عملکرد بهتری داشته باشند.

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

انتخاب سیال برش

جدول ۲.۵ راهنمای انتخاب سیالهای تراشکاری قابل اختلاط با آب [۱].

عملیات ماشینکاری	جنس قطعه‌کار					
	آلیاژهای غیرآهنی آسان‌تراش	آلیاژهای غیرآهنی چقرمه	فولادهای آسان‌تراش و فولادهای کم کربن	فولادهای با کربن متوسط	فولادهای پرکربن و فولادهای آلیاژی	آلیاژهای زنگ زن و آلیاژهای مقاوم در گرما
سنگزنی	همه‌کاره یا روغن محلول در آب		شفاف، محلول در آب یا سیال شیمیایی سنگزنی			
روتراشی	همه کاره، محلول در آب	همه کاره یا چرب، محلول در آب	همه کاره، محلول در آب یا سیال صناعی			فشار ـ زیاد، محلول در آب یا صناعی
فرزکاری		همه کاره یا چرب، محلول در آب		فشار ـ زیاد، محلول در آب یا صناعی		فشار ـ زیاد، محلول در آب یا صناعی (شاید استفاده از روغنهای خالص ضروری باشد)
سوراخکاری	همه کاره یا چرب، محلول در آب		چرب یا فشار ـ زیاد، محلول در آب، سیالهای صناعی			
چرخدنده‌تراشی			فشار ـ زیاد، محلول در آب یا صناعی			روغنهای خالص ترجیح داده می‌شوند
هاب‌زنی			فشار ـ زیاد، محلول در آب یا صناعی			روغنهای خالص ترجیح داده می‌شوند
خان‌کشی			فشار ـ زیاد، محلول در آب یا صناعی (شاید روغنهای خالص ترجیح داشته باشند)			روغنهای خالص ترجیح داده می‌شوند
قلاویزکاری	همه کاره یا چرب، محلول در آب (شاید روغنهای خالص ترجیح داده شوند)		فشار ـ زیاد، محلول در آب یا صناعی (شاید روغنهای خالص ترجیح داشته باشند)			

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

پارامترهای موثر در انتخاب سیال برش:

- **جنس قطعه‌کار**
- **جنس ابزار**
- **نوع عملیات ماشینکاری و پارامترهای برش**

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

سیالات برش

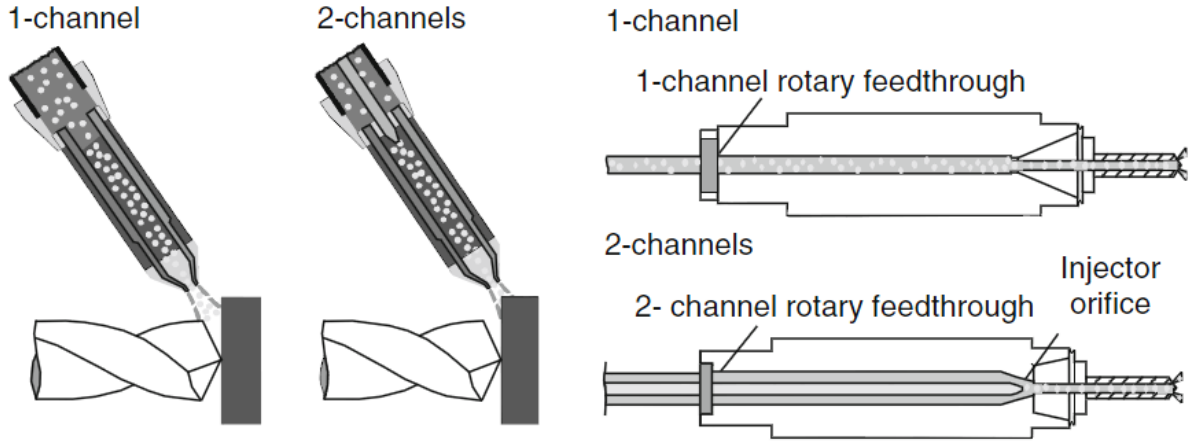


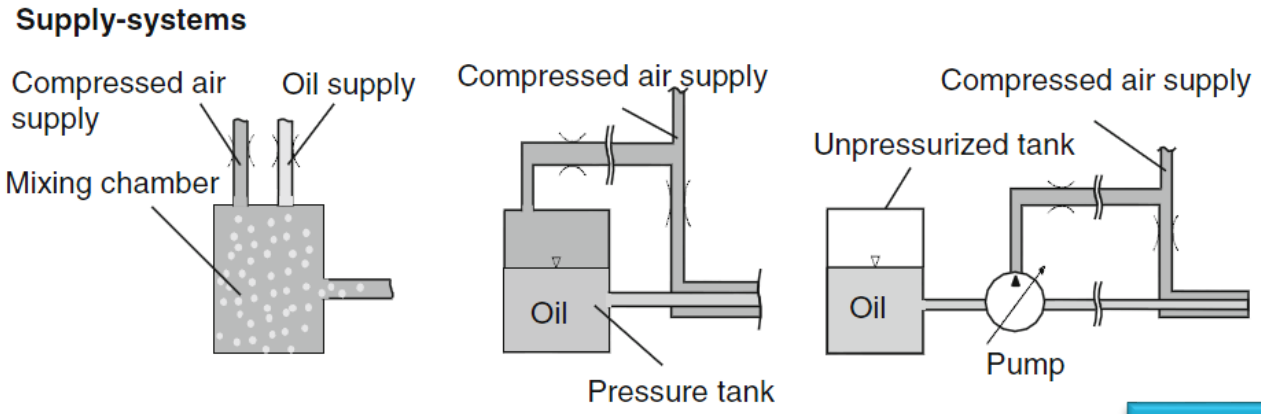




عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

سیالات برش



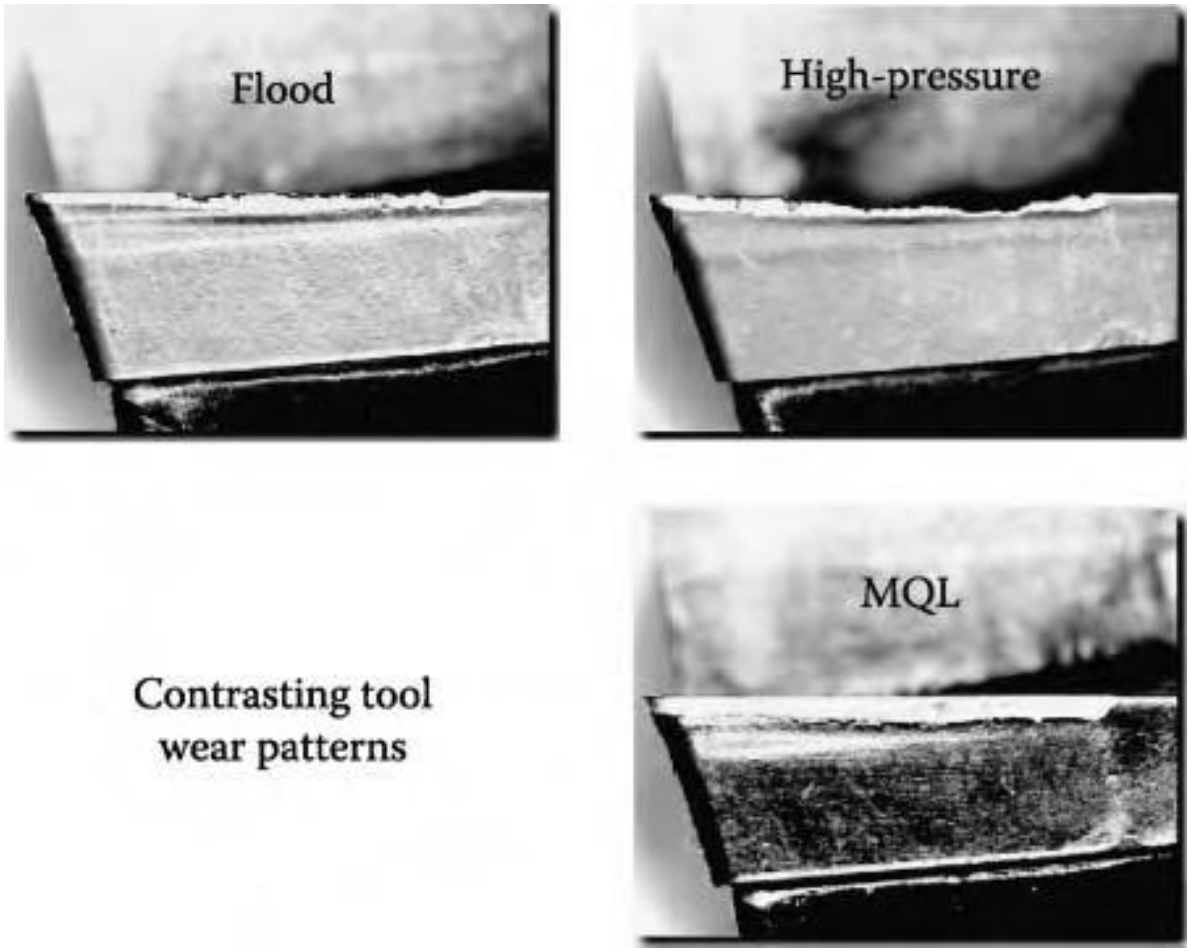


MQL

Unist

عمر ابزار، حرارت و سیالات برش

سیالات برش



Contrasting tool wear patterns