

بِسْمِ اللّٰهِ



دانشگاه سمنان
دانشکده مهندسی مکانیک

توانایی ماشینکاری

عبدالواحد کمی

vahed.kami@gmail.com

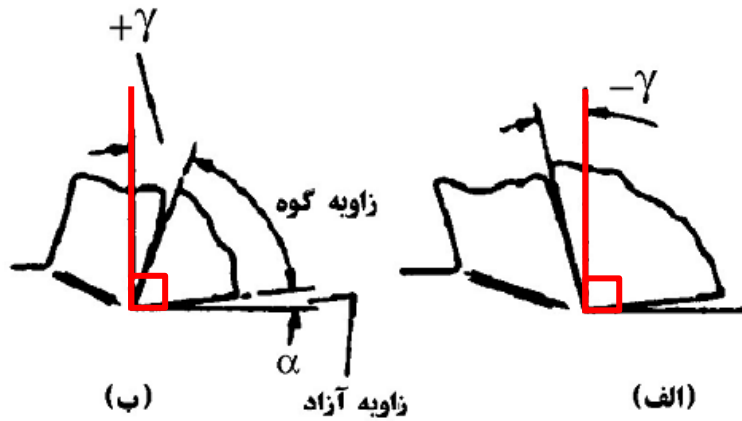


هندسه ابزار برش

برخی از اصطلاحات رایج در برش فلزات



- سطح براده
- سطح آزاد
- زاویه براده
- زاویه گوه
- زاویه تنظیم
- زاویه تمایل
- زاویه نوک ابزار

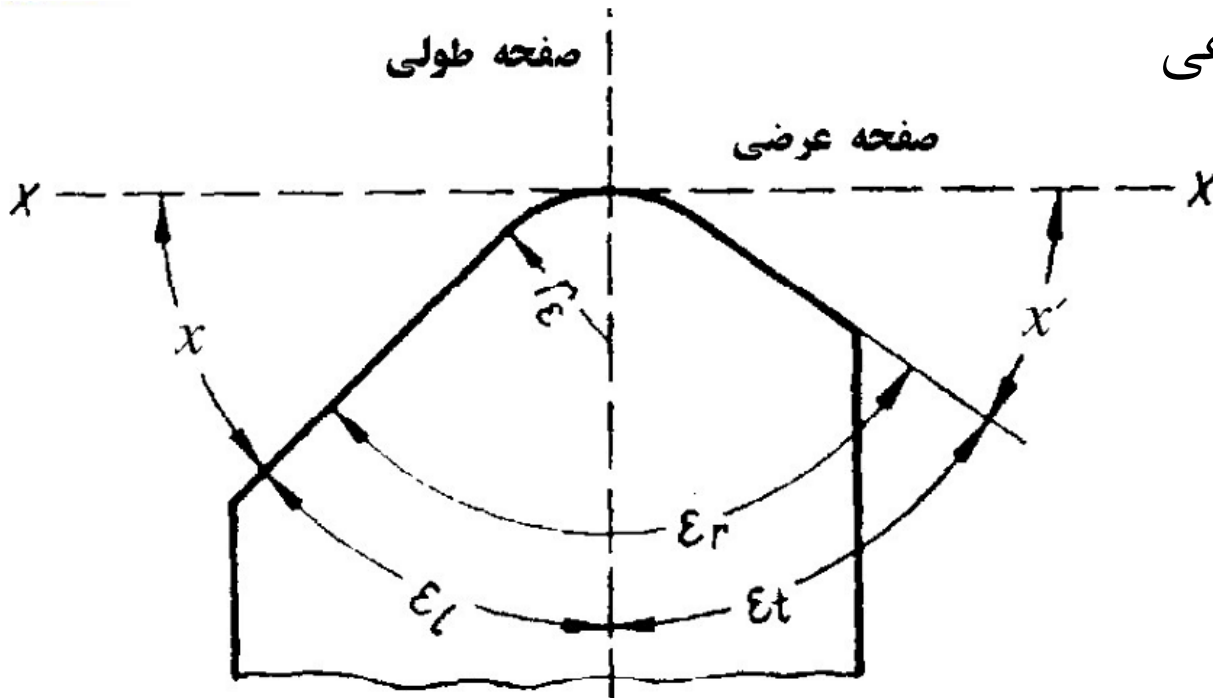




زاویه لبه‌های برنده در ابزار تک‌لبه‌ای

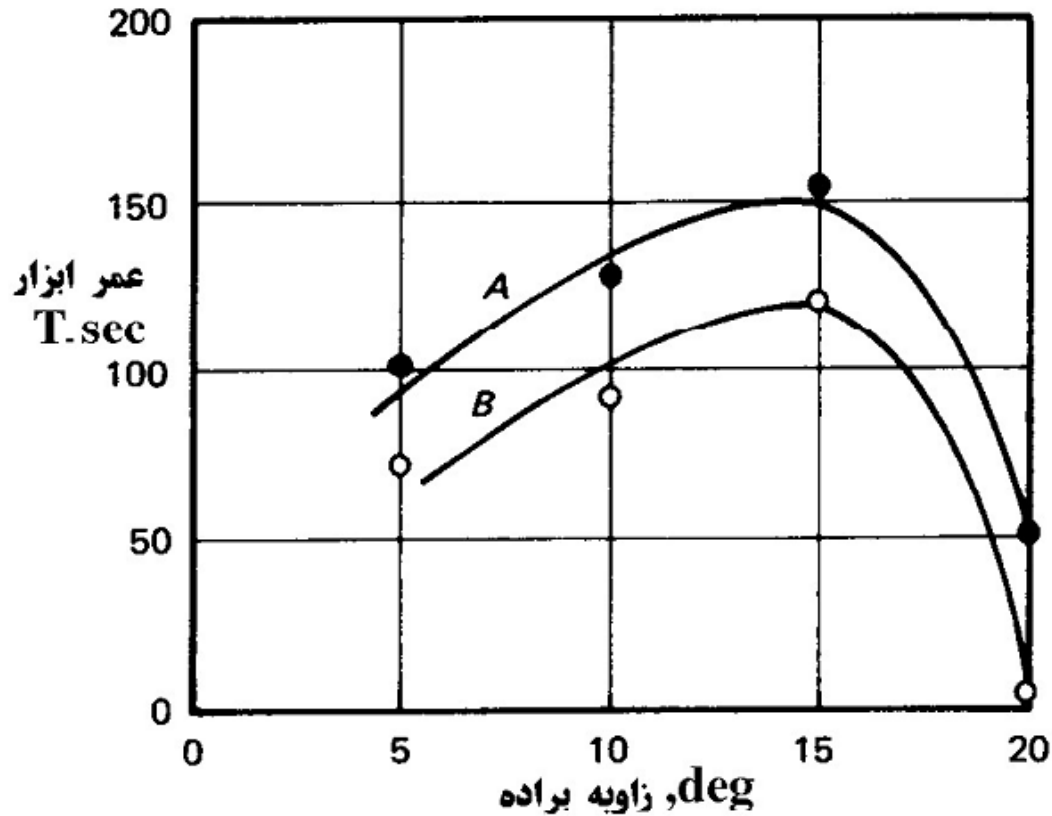
■ زاویه تنظیم اصلی

■ زاویه تنظیم فرعی





اثر زاویه براده بر عمر ابزار HSS



بهبود شرایط تراش

کاهش استحکام مکانیکی



Recommended Normal Rake for Roughing Operations

Work material	High-speed steel, deg	Carbide, deg
Cast iron, cast brass	0	0.0
Brass and bronze	8	3.5
Soft brass and high-tensile steel	14	3.5
Mild steel	27	3.5
Light alloys	40	13.0



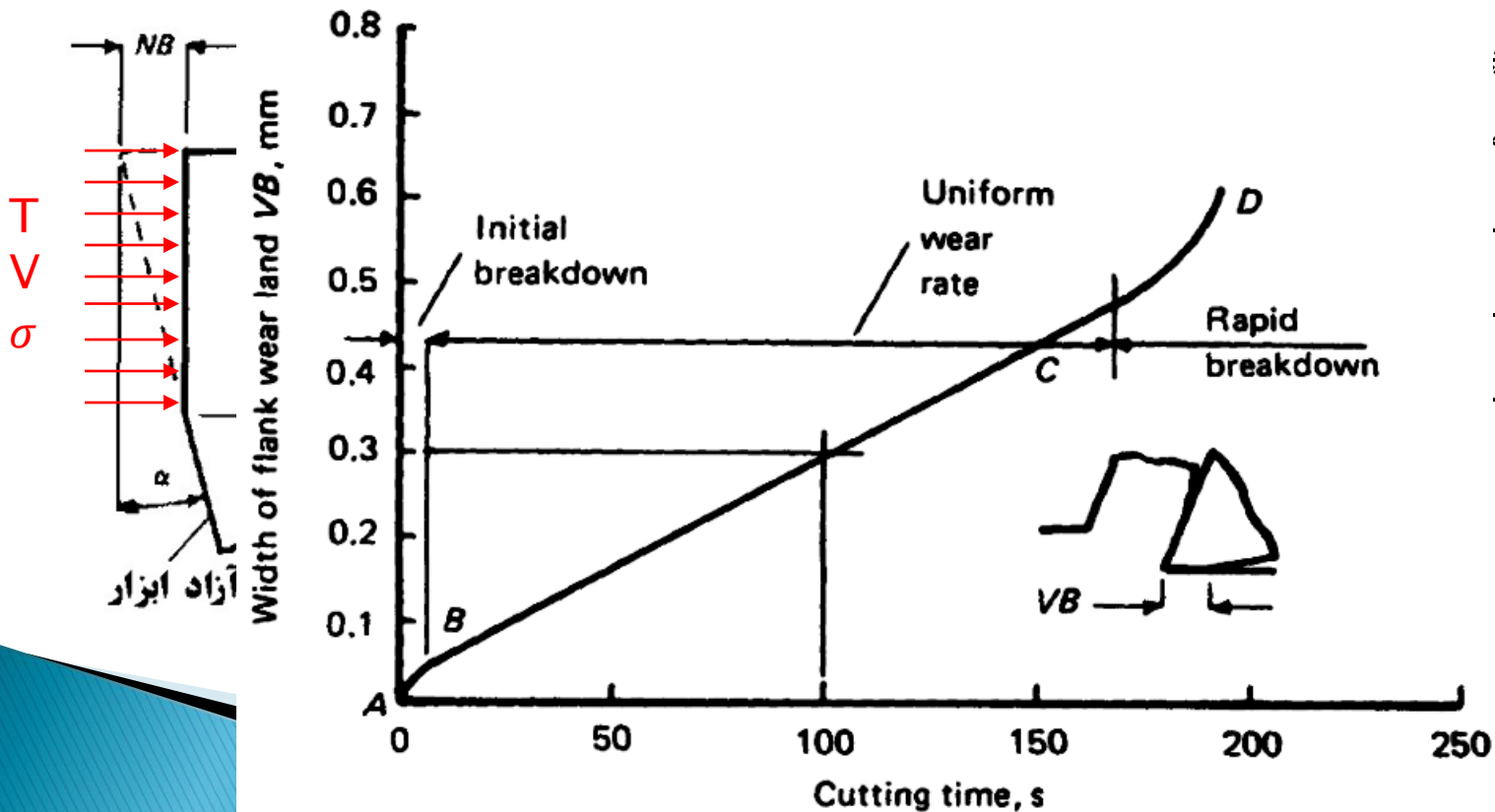
• زاویه براده منفی؟

- ماشینکاری منقطع و ماشینکاری فلزات شکننده
- مزیت: ۱- باعث افزایش مقاومت لبه برنده، ۲- دور شدن مرکز فشار را از لبه برنده



زاویه آزاد (α)

• آستانه فرسایش؟

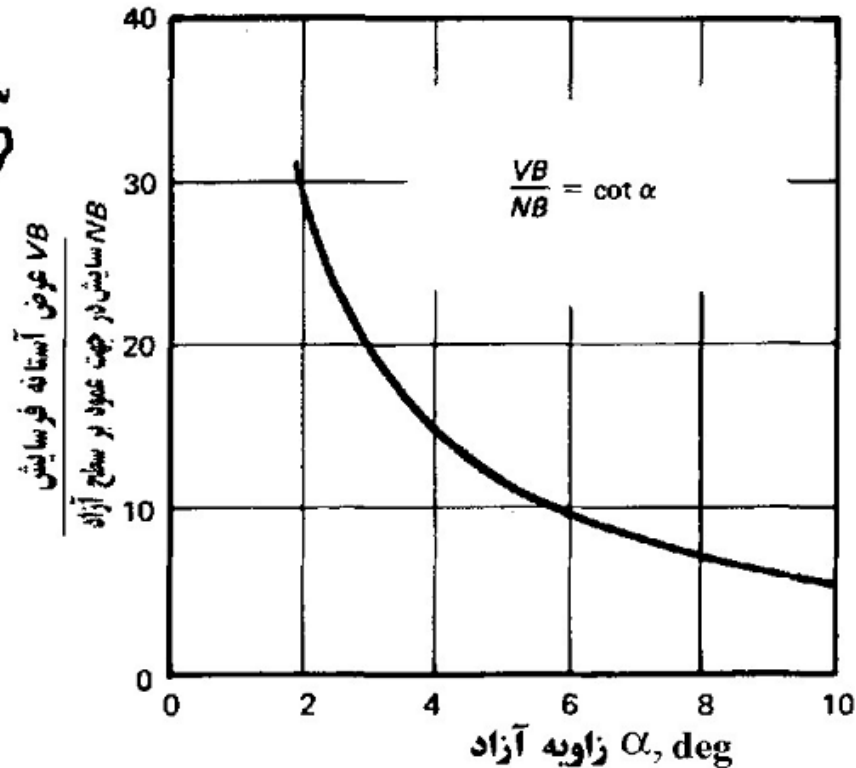
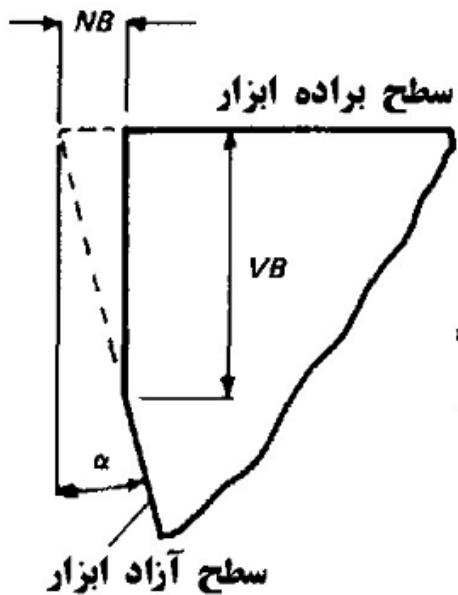




هندسه ابزار برش

اثر زاویه آزاد بر میزان سایش سطح آزاد قلم

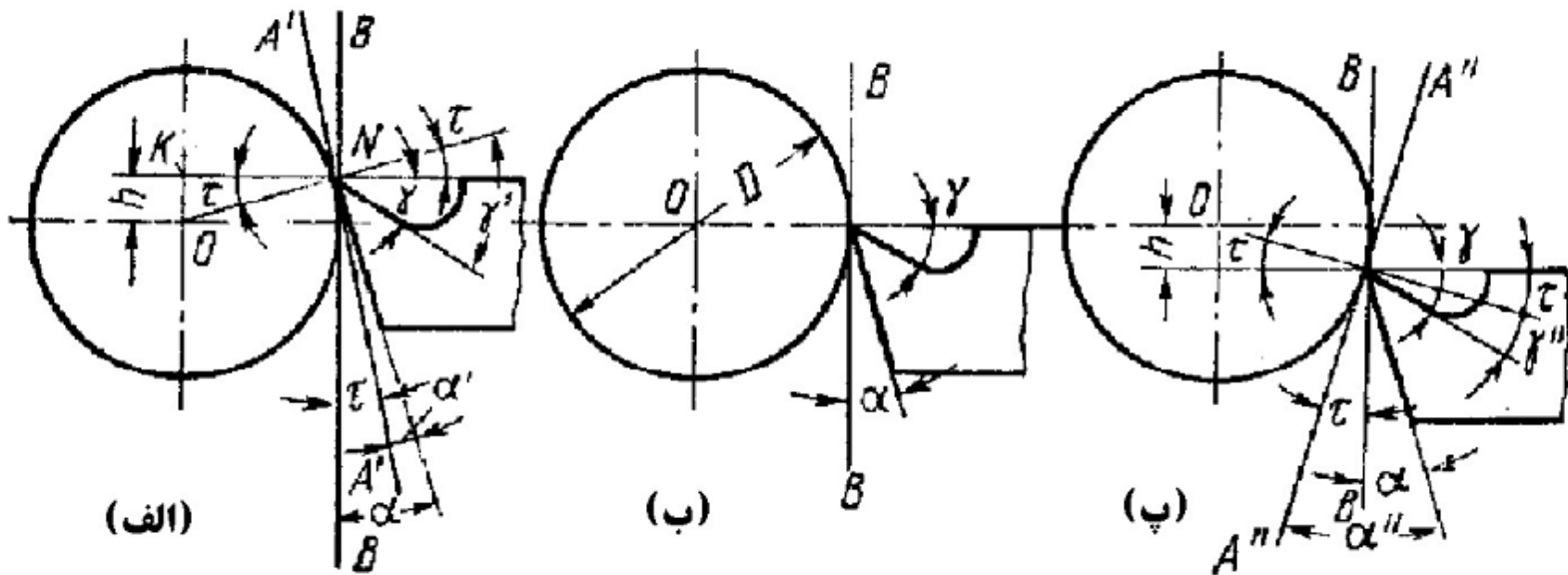
- اثر تغییرات زاویه آزاد بر نرخ فرسودگی در زاویه‌های آزاد کوچک بیشتر است.
- زاویه آزاد را تا چه اندازه می‌توان افزایش داد؟





اثر موقعیت نوک قلم نسبت به مرکز قطعه

- زاویه‌های براده و آزاد با تغییر موقعیت نوک قلم نسبت به مرکز قطعه تغییر می‌کنند.



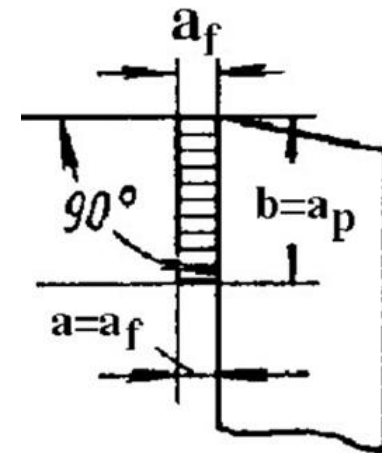
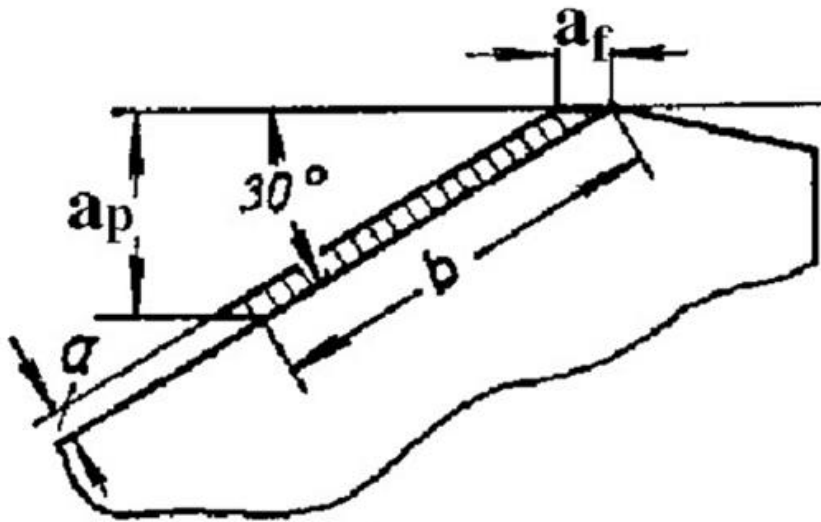
- برای هر یک از عملیات خشن تراشی و پرداختکاری کدام حالت/حالت‌ها می‌تواند مورد

استفاده قرار گیرد؟



زاویه تنظیم جلو (χ)

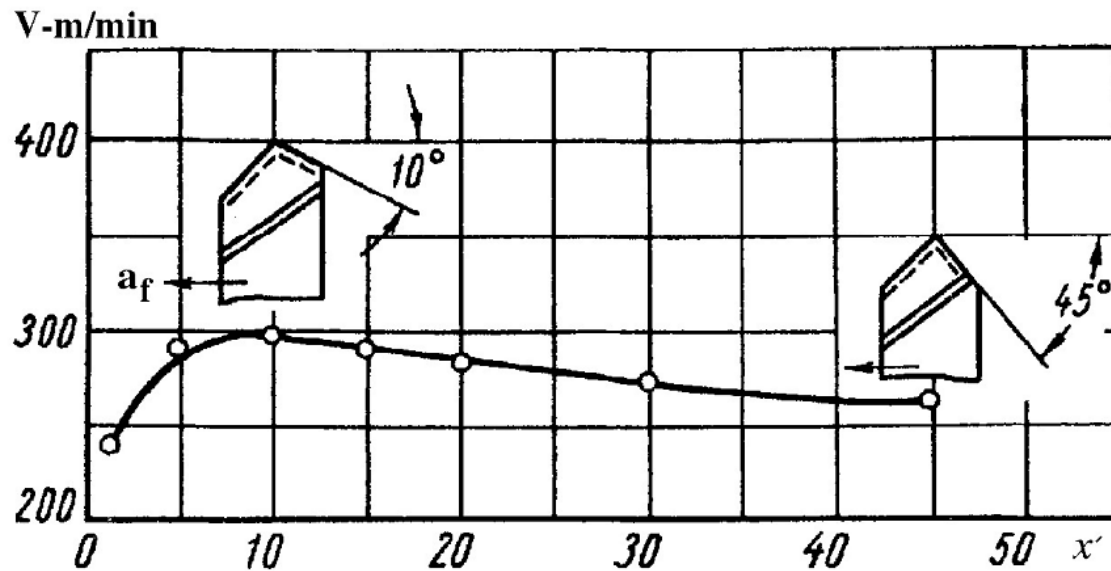
- با کاهش این زاویه: ۱- پهنای براده زیاد می شود، ۲- فشار کمتری به قلم وارد می شود، ۳- عمر قلم افزایش می یابد و ۴- زبری سطح کاهش پیدا می کند.





زاویه تنظیم پشت (χ')

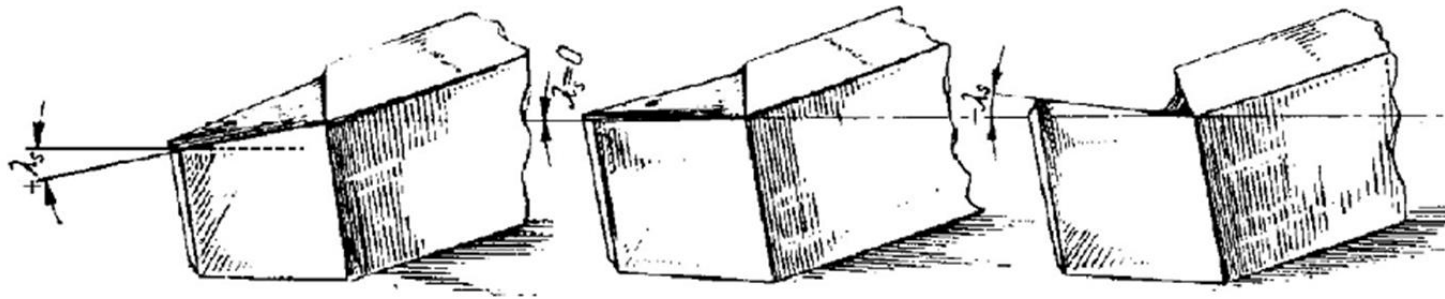
- افزایش این زاویه باعث کم شدن اصطکاک بین پشت قلم و قطعه می‌شود.
- افزایش بیش از حد این زاویه باعث تضعیف قلم و کاهش سرعت برشی مجاز می‌گردد.





زاویه تمایل (λ)

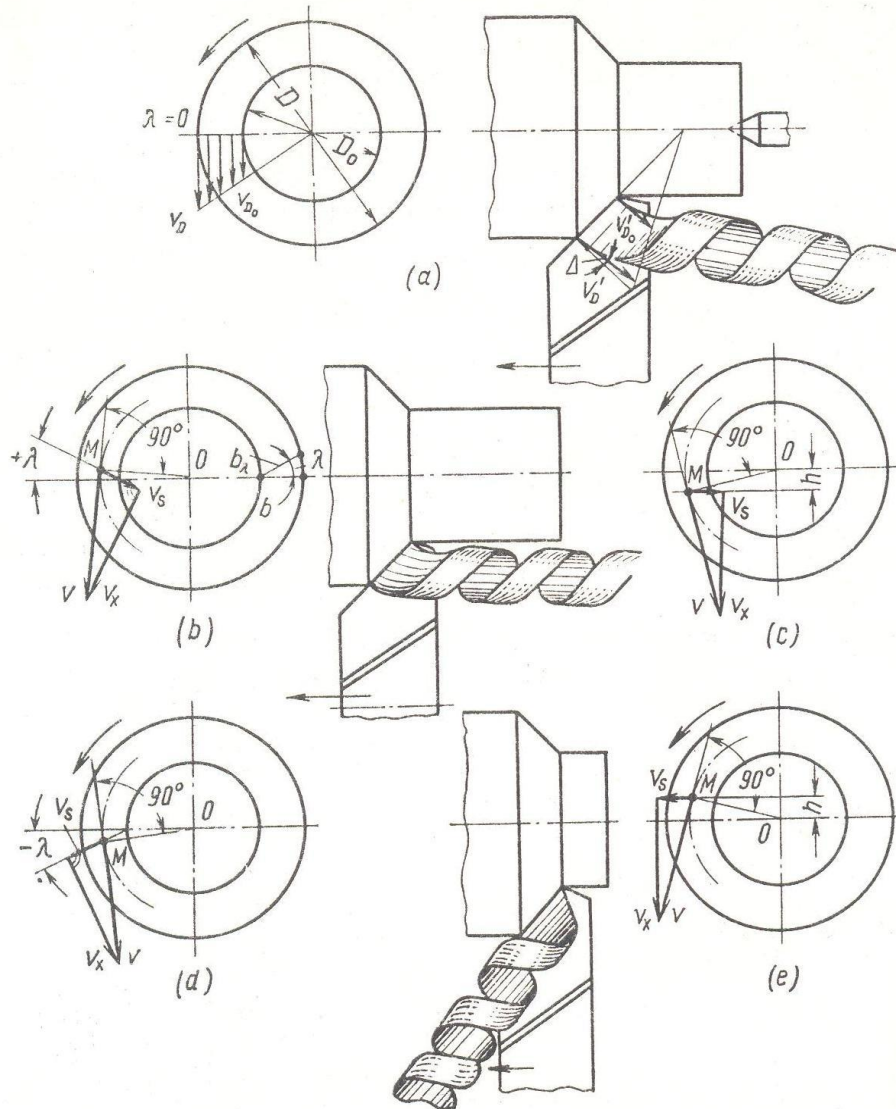
- یادآوری: اگر نوک قلم نسبت به افق در بالاترین قسمت از لبه برنده باشد زاویه تمایل منفی می باشد و برای حالت معکوس، مثبت می باشد.





زاویه تمایل (λ)

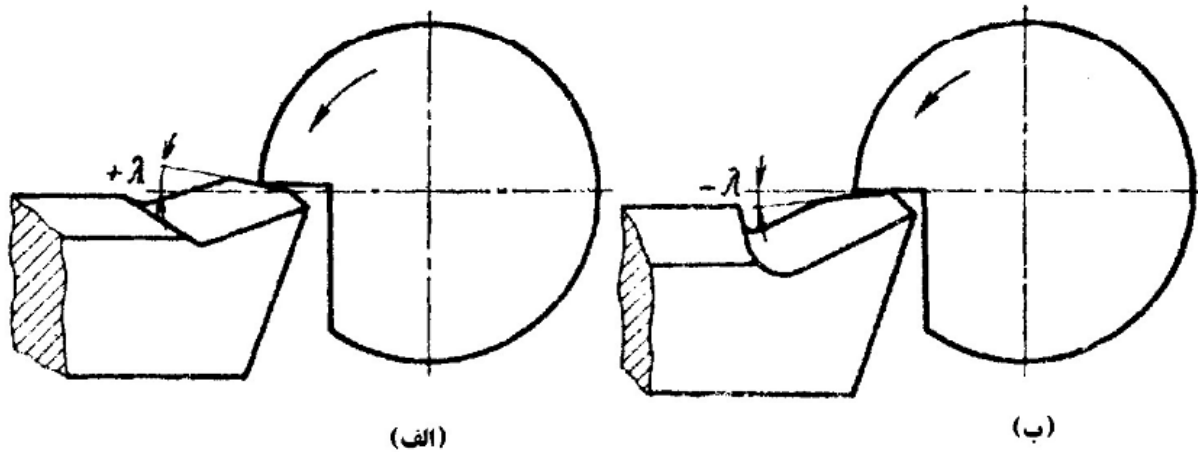
- زاویه تمایل بر روی جریان براده و مقاومت قلم مؤثر است.
- موقعیت نوک قلم نسبت به مرکز قطعه کار در مقدار زاویه تمایل اثر دارد.





زاویه تمایل (λ)

- برای بار ضربه‌ای کدام حالت مناسب‌تر است؟





شعاع نوک قلم (r)

• با افزایش شعاع نوک قلم:

۱- مقاومت و عمر قلم افزایش می‌یابد.

۲- صافی سطح بهتر می‌شود.

۳- نیروهای ماشینکاری و ارتعاشات قلم زیاد می‌شود.



سیستم‌های اندازه‌گیری زاویه‌ها:

- قلم در دست: سنگ زدن و تیز کردن قلم
- قلم در کار: تراشکاری

اثر پیشروی بر زوایای ابزار

- با افزایش سرعت پیشروی:
 - ۱- زاویه موثر براده: **افزایش می‌یابد.**
 - ۲- زاویه آزاد: **کاهش می‌یابد.**



مقادیر بهینه شکل هندسی قلم

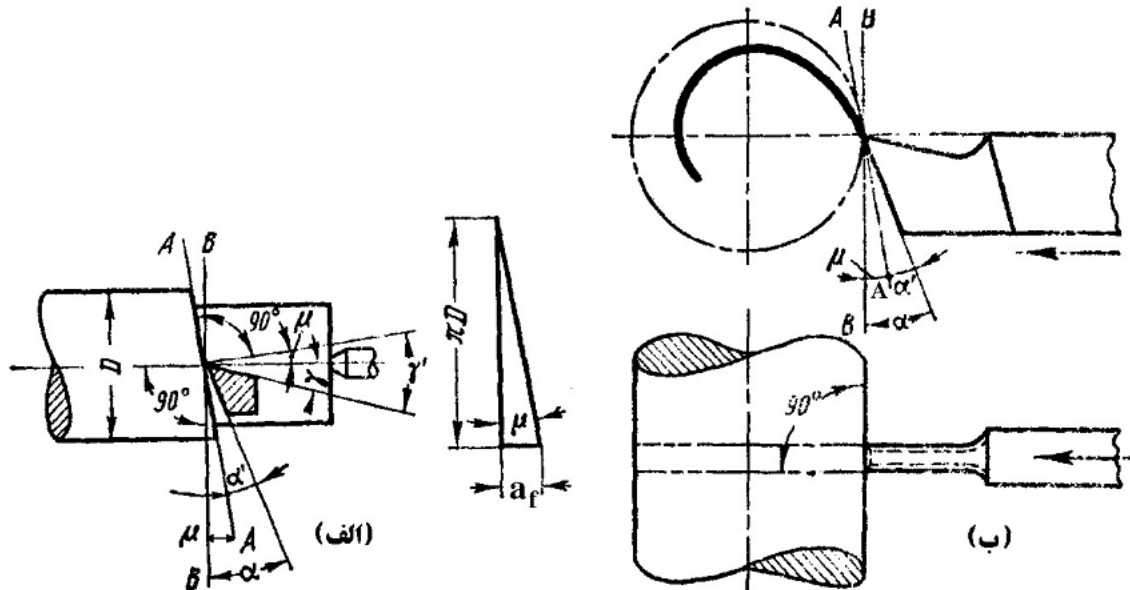
زایویه تنظیم ۹۰ درجه است

$$\tan \mu = \frac{a_f}{\pi \cdot D} \quad \dot{\alpha} = \alpha - \mu \quad \dot{\gamma} = \gamma + \mu$$

زایویه تنظیم ۹۰ درجه نباشد

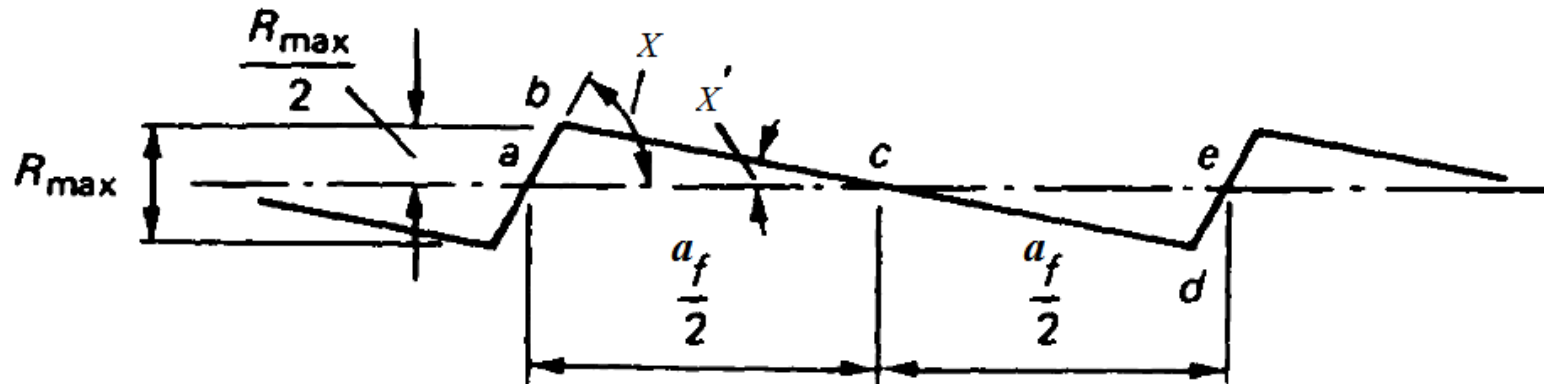
$$\tan \mu_x = \tan \mu \cdot \sin \chi$$

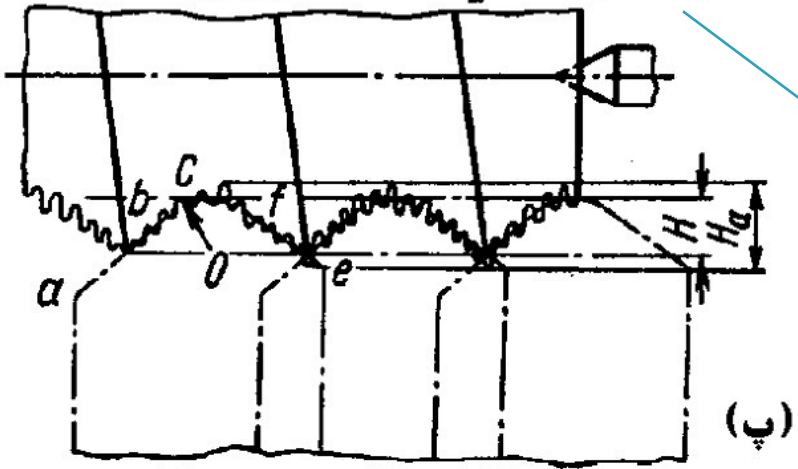
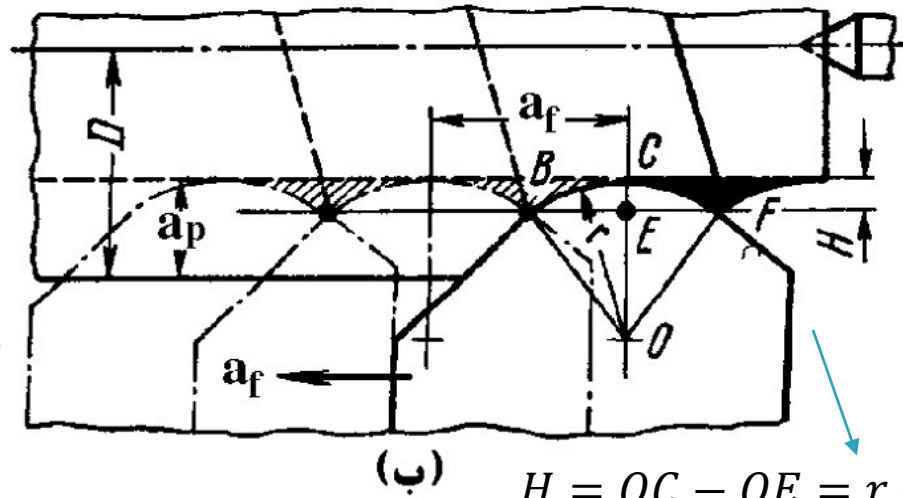
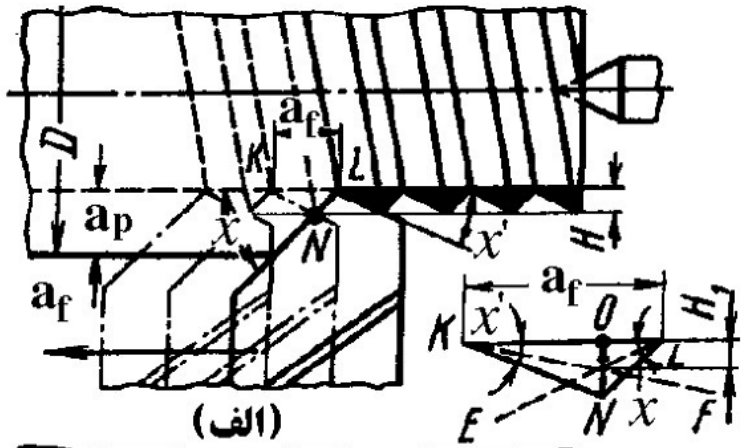
$$\dot{\alpha} = \alpha - \mu_x \quad \dot{\gamma} = \gamma + \mu_x$$





- ناهمواری سطوح ماشینکاری وابسته به شکل قلم و سرعت پیشروی دارد.
- دلیل اصلی اختلاف بین منحنی‌های تئوری و عملی تغییر شکل الاستیک و پلاستیک لایه‌های سطحی می‌باشد.





$$H = OC - OE = r - OE$$

$$OE = \left(r^2 - (a_f/2)^2 \right)^{1/2}$$

$$KO = ON \cdot \cot \chi = H \cdot \cot \chi$$

$$OL = ON \cdot \cot \chi = H \cdot \cot \chi$$

$$a_f = KO + OL = H(\cot \chi + \cot \chi)$$

$$= H \frac{\sin(\chi + \chi)}{\sin \chi \cdot \sin \chi}$$

$$H = \frac{a_f \cdot \sin \chi \cdot \sin \chi}{\sin(\chi + \chi)}$$



زبری سطوح ماشینکاری شده

در عملیات تراش کاری، اگر شعاع نوک ابزار ($r = 0.4 \text{ mm}$) و سرعت پیشروی ابزار ($f = 80 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$) و دور قطعه کار ($n = 1000 \text{ rpm}$) باشد، زبری ماکزیمم (R_z) سطح ماشین کاری شده، چند میکرو متر پیش بینی می شود؟

0.08 (1)

1.125 (2)

2 (3)

3.2 (4)

$$H = OC - OE = r - OE$$

$$OE = \left(r^2 - (a_f/2)^2 \right)^{1/2}$$

$$a_f = \frac{f}{n} = \frac{80}{1000} = 0.08 \text{ mm/rev}$$

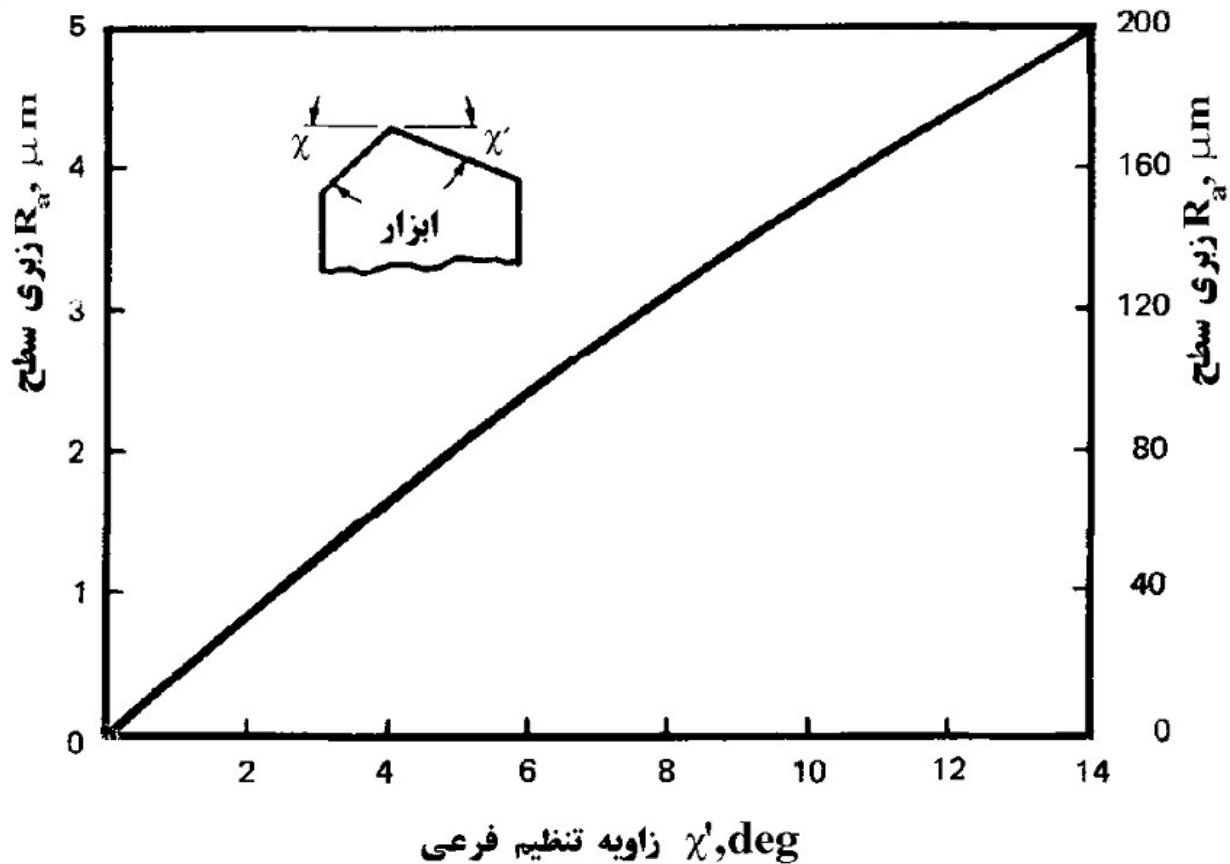
$$OE = \left(r^2 - (a_f/2)^2 \right)^{1/2} = \left(0.4^2 - (0.08/2)^2 \right)^{1/2} = 0.398 \text{ mm}$$

$$H = 0.4 - 0.398 = 0.002 \text{ mm} = 2 \mu\text{m}$$



زبری سطوح ماشینکاری شده

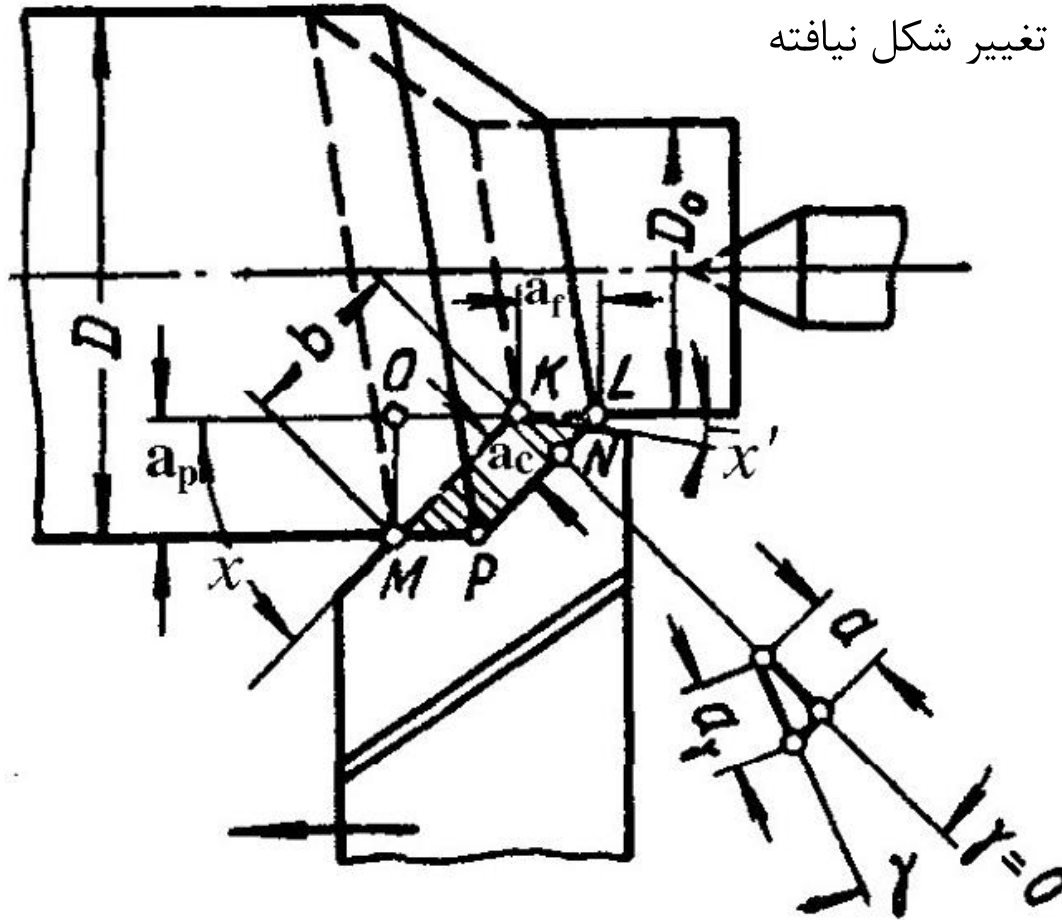
$$H = \frac{a_f}{(\cot \chi' + \cot \chi)}$$





سطح مقطع براده تغییر شکل نیافته

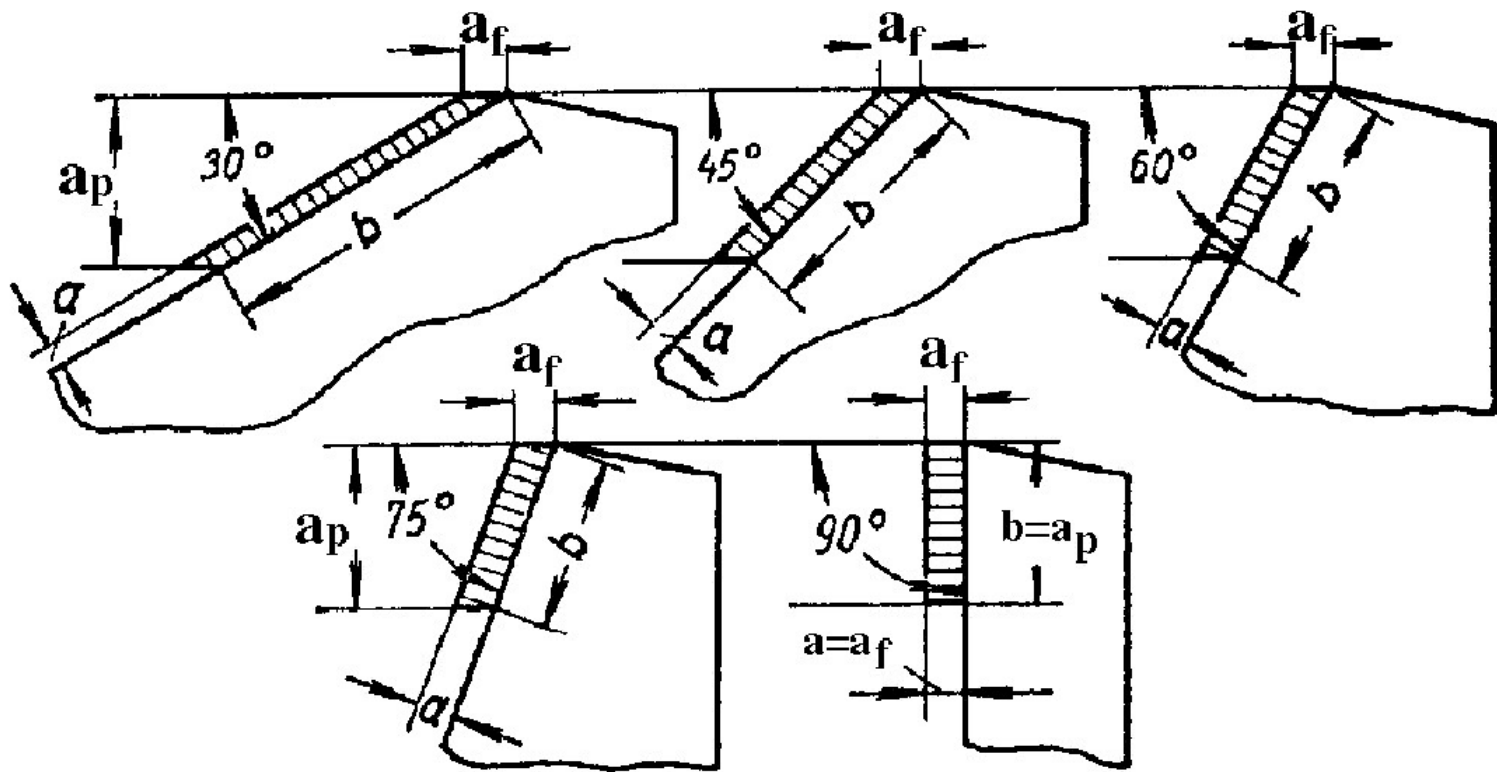
سطح مقطع براده تغییر شکل نیافته





سطح مقطع براده تغییر شکل نیافته

اثر زاویه تنظیم اصلی بر عرض و ضخامت براده تغییر شکل نیافته



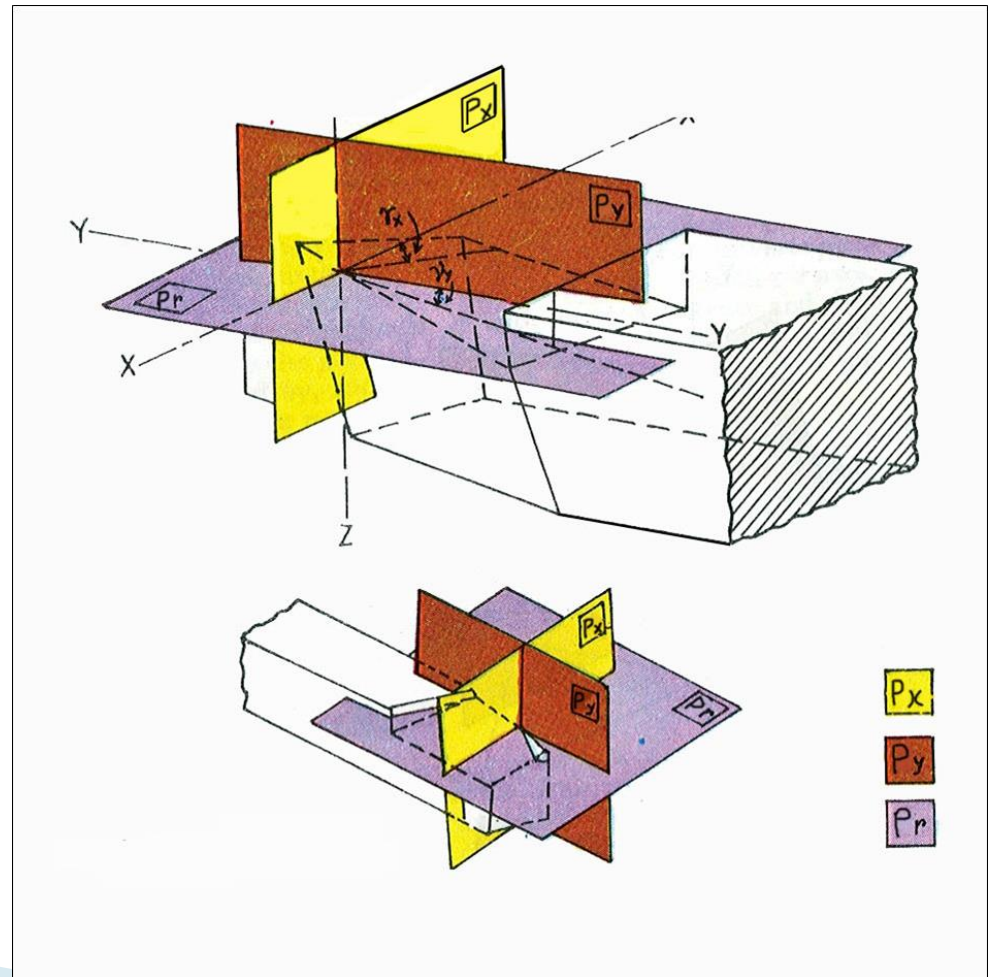
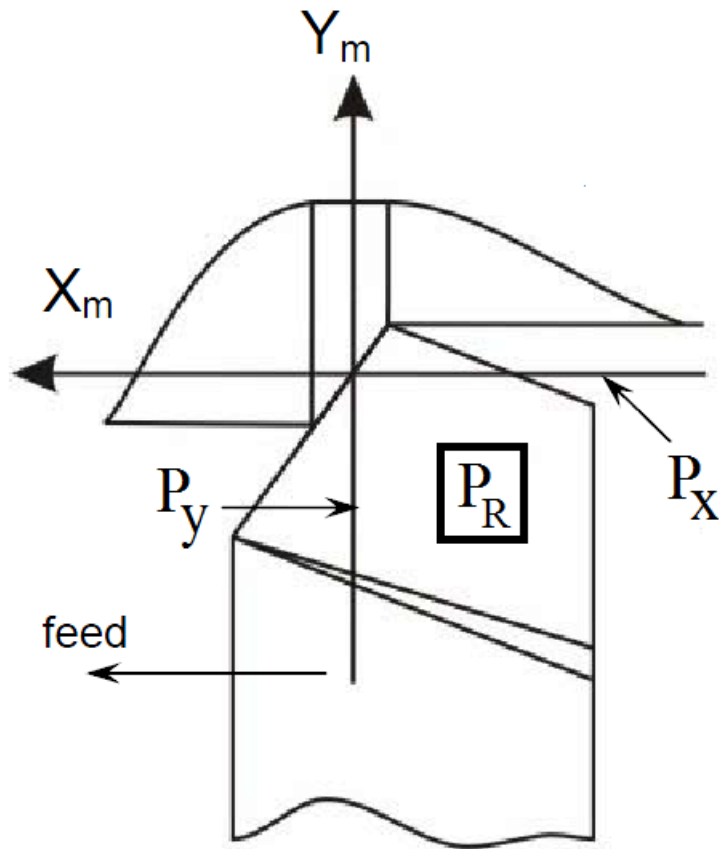


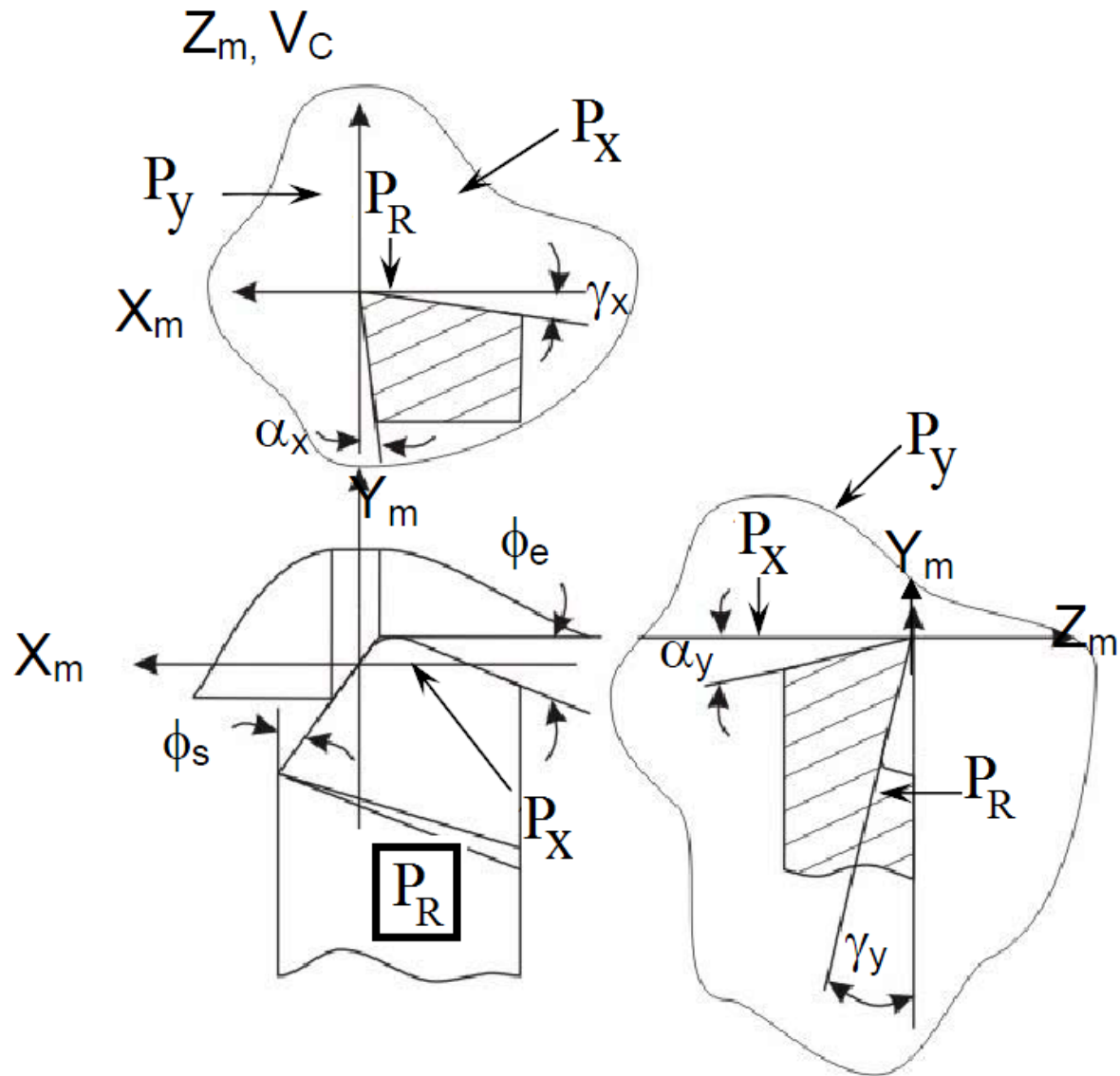
سیستم‌های تعریف هندسه ابزار

- سیستم قلم در دست
- سیستم قلم در کار
- سیستم آمریکایی یا **ASA** (ماشین مبنا)
- سیستم آلمانی یا **ORS** (ابزار مبنا)
- سیستم **ISO** یا **NRS** (ابزار مبنا)



سیستم آمریکایی ■ مناسب برای سنگ زنی و بازرسی





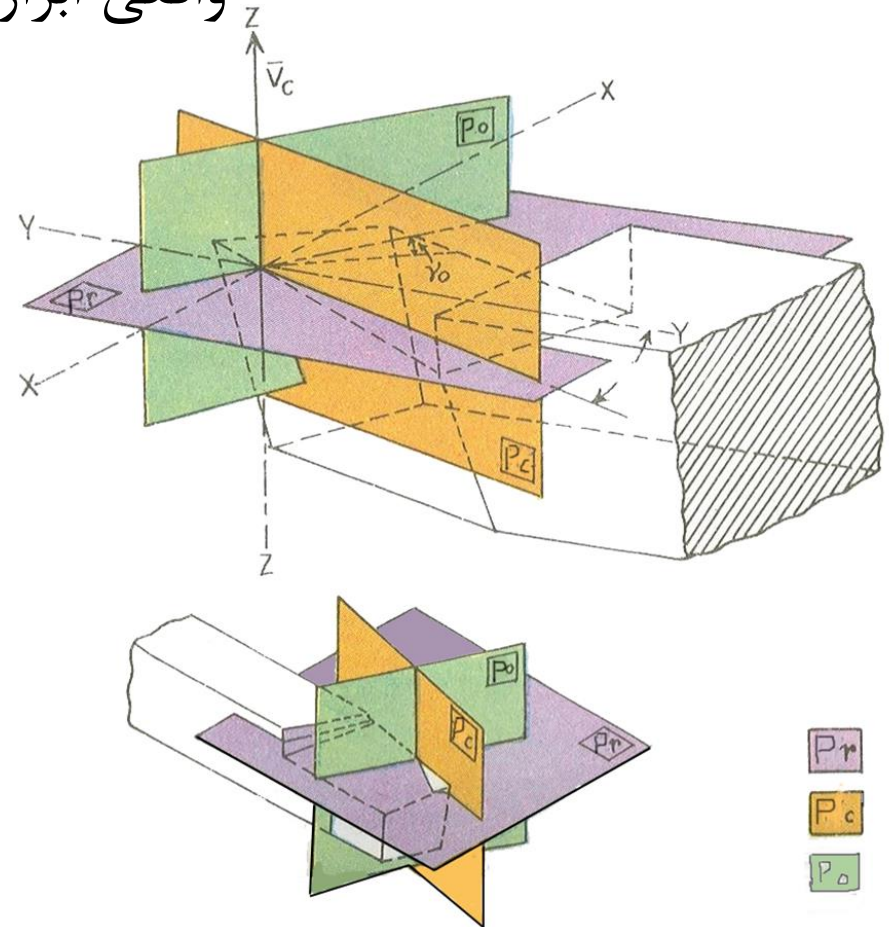
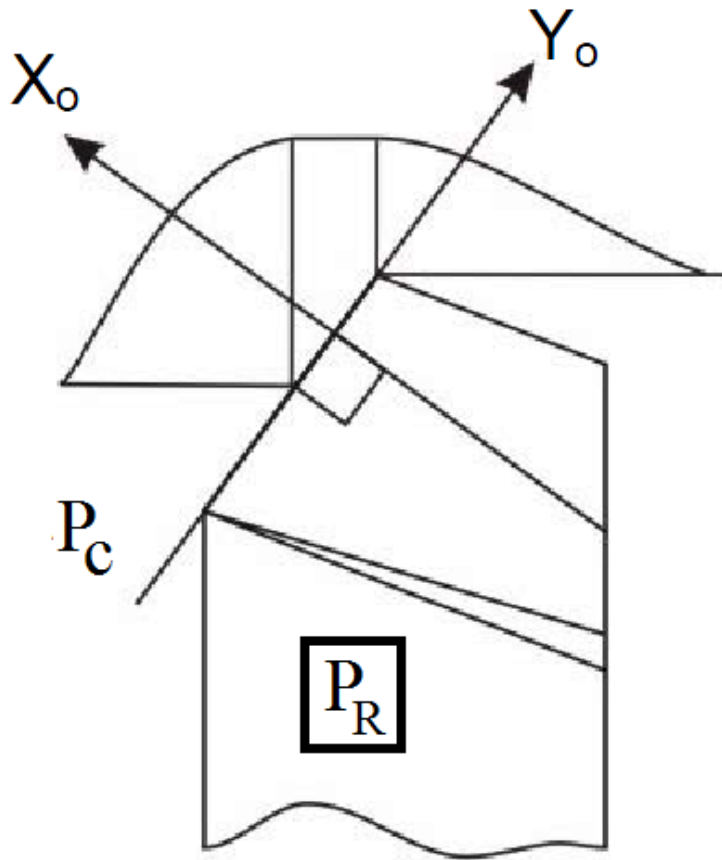


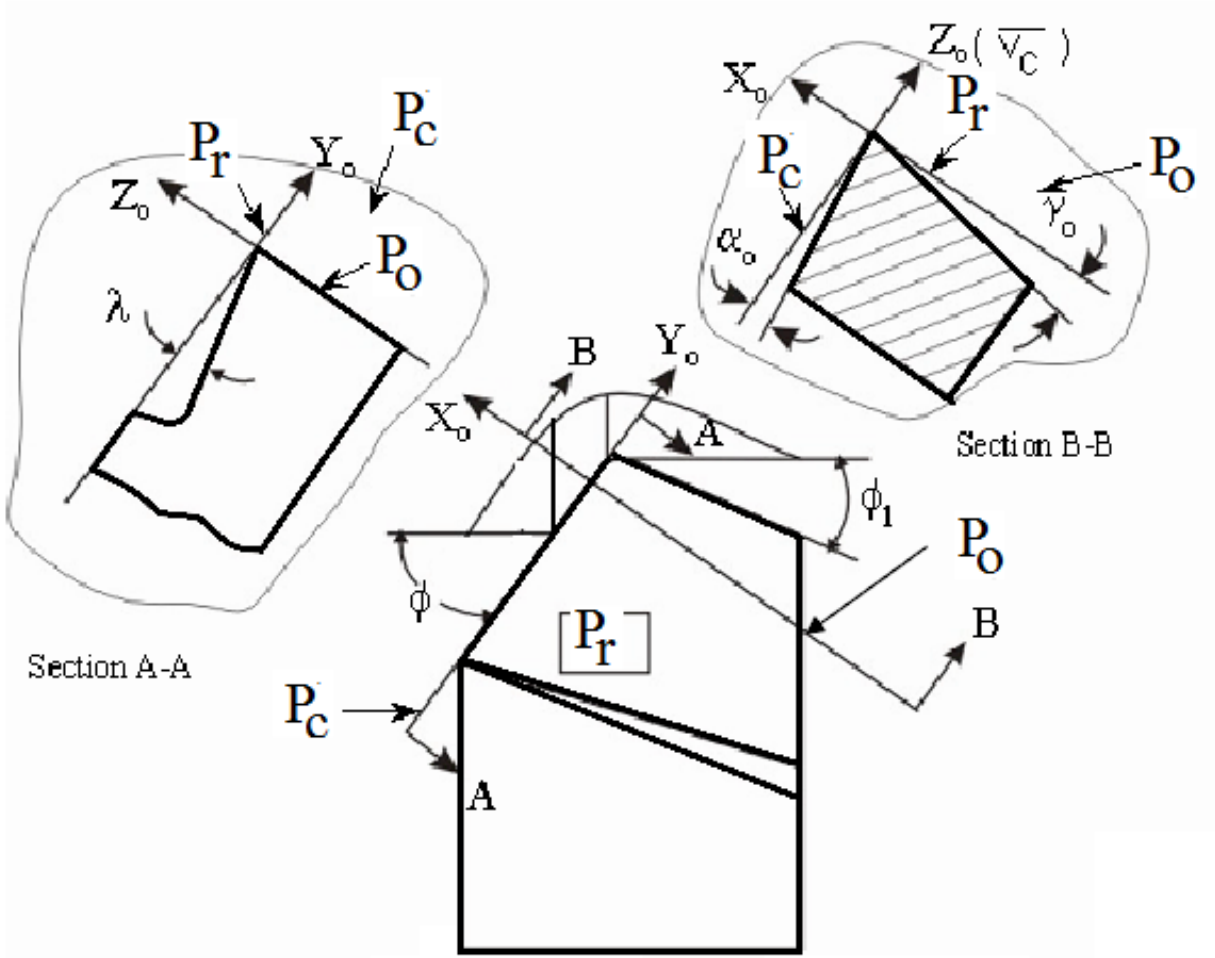
ASA system of turning tool designation

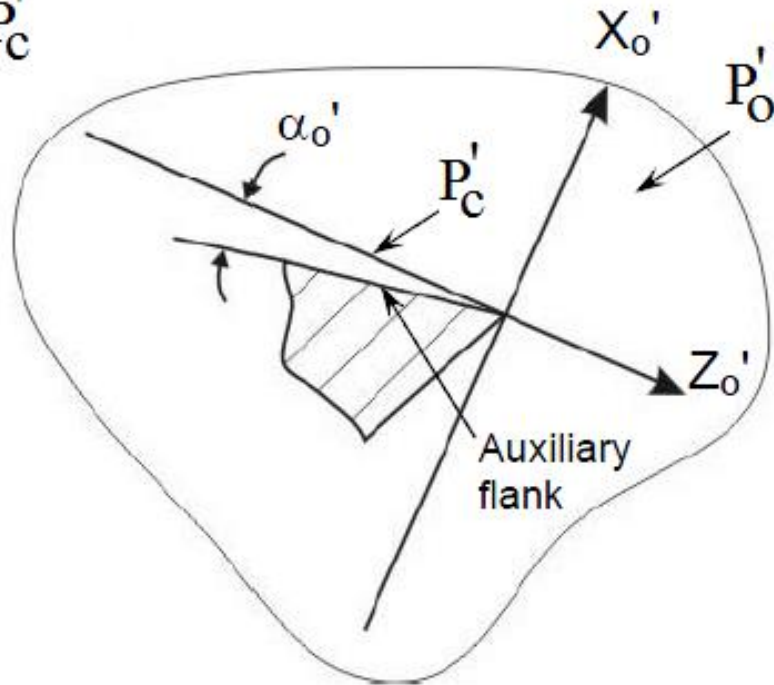
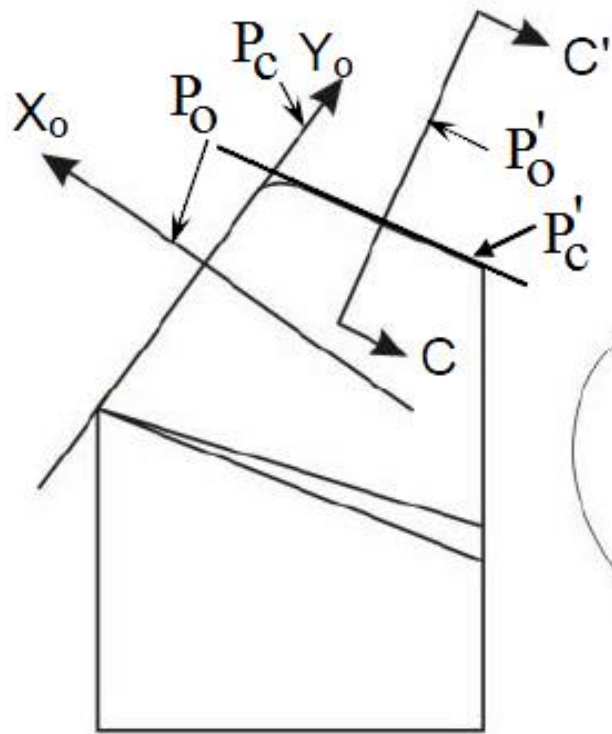
γ_Y	γ_X	α_Y	α_X	ϕ_e	ϕ_s	r
0°	5°	6°	6°	10°	30°	1/12
Back rake angle					0°	
Side rake angle					5°	
Back clearance angle					6°	
Side clearance angle					6°	
End cutting edge angle					10°	
Approach angle					30°	
Nose radius					1/12 inch	

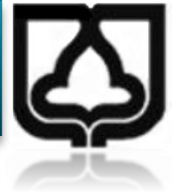


▪ مناسب برای کارهای پژوهشی ولی زوایای واقعی ابزار را مشخص نمی کند.







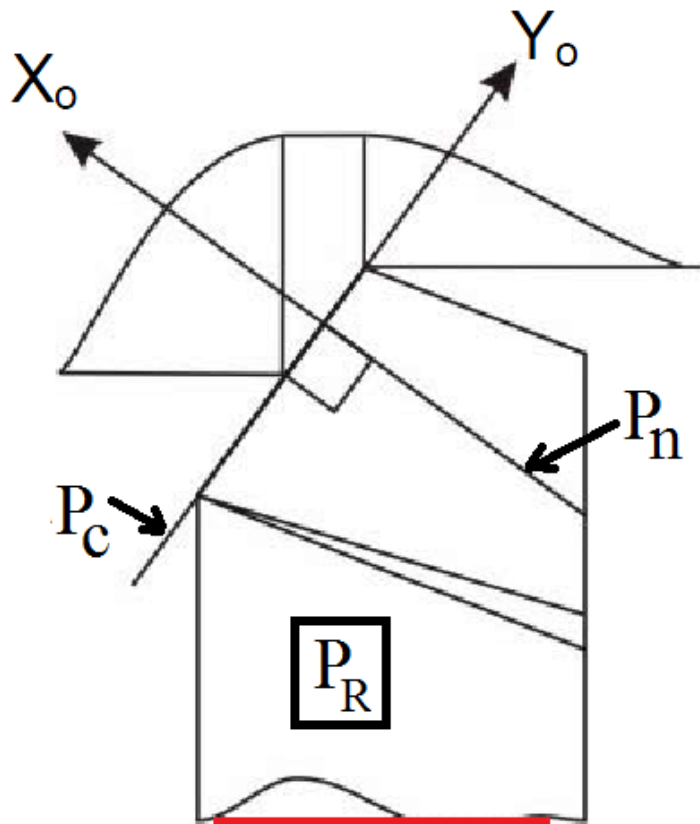


ORS system of turning tool designation

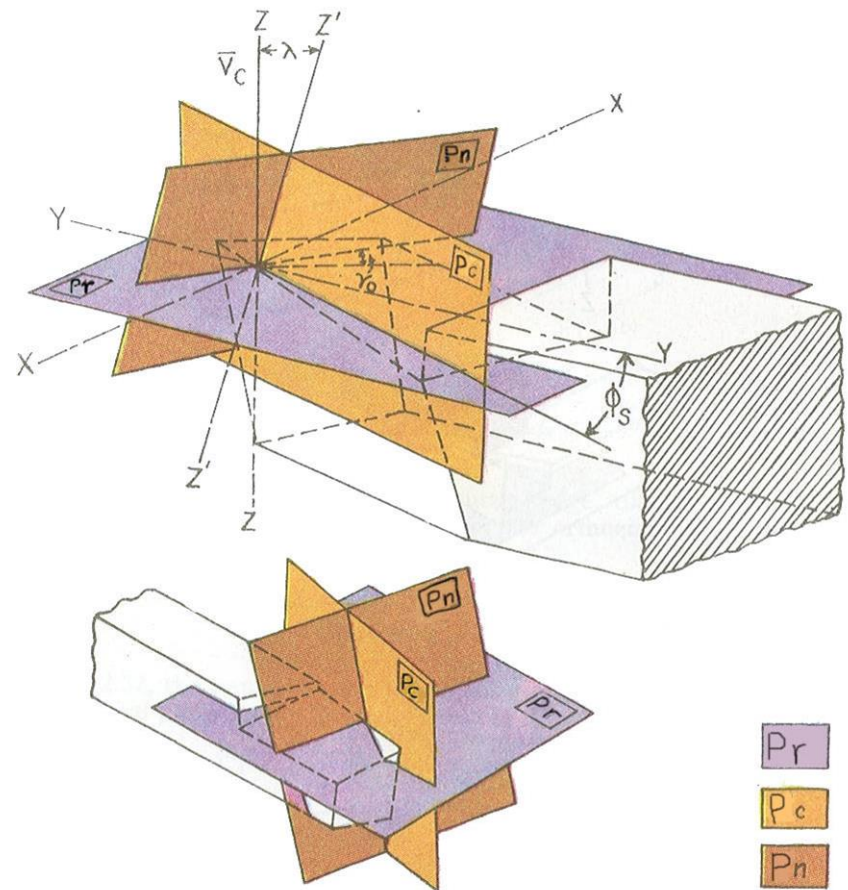
λ	γ_o	α_o	α'_o	ϕ_1	ϕ	r
0°	-7°	10°	8°	15°	60°	0.8
Inclination angle (λ)					0°	
Orthogonal rake angle (γ_o)					-7°	
Orthogonal clearance angle (α_o)					10°	
Auxiliary orthogonal clearance angle (α'_o)					8°	
Auxiliary cutting edge angle (ϕ_1)					15°	
Principal cutting edge angle (ϕ)					60°	
Nose radius (r)					0.8mm	

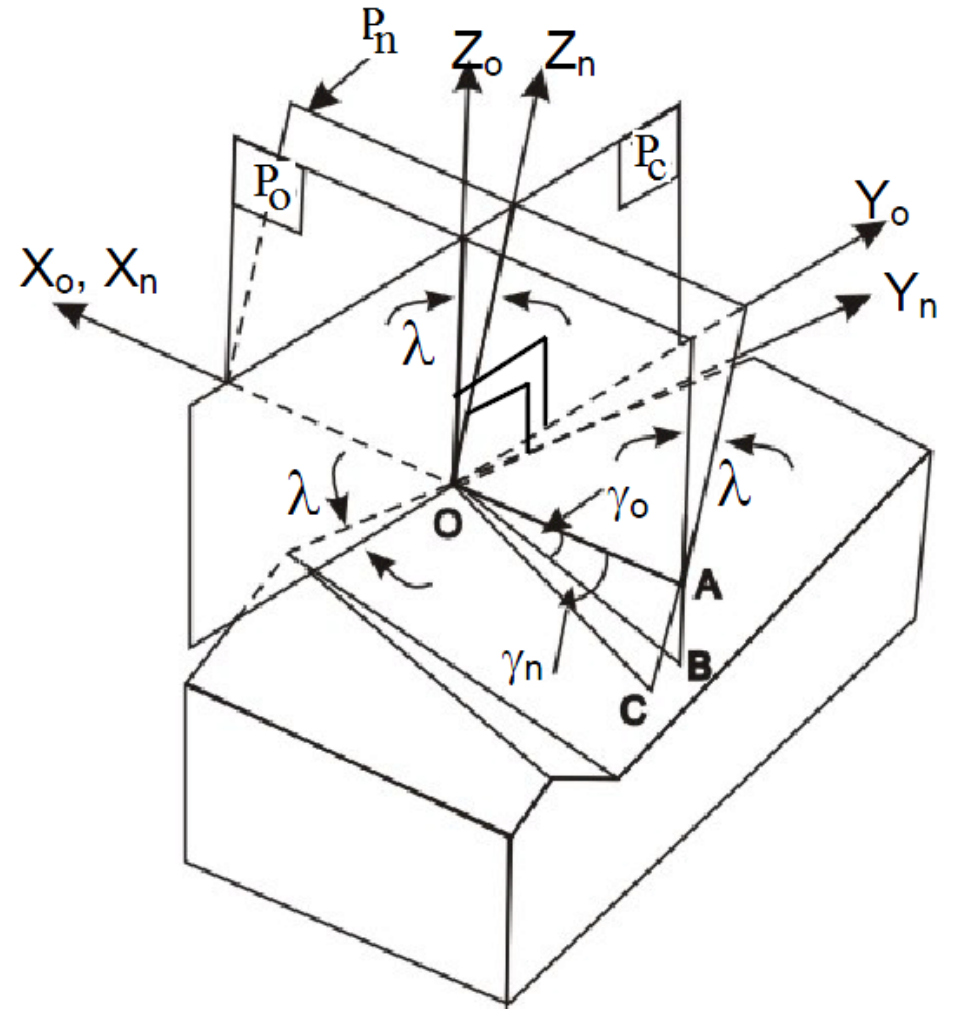
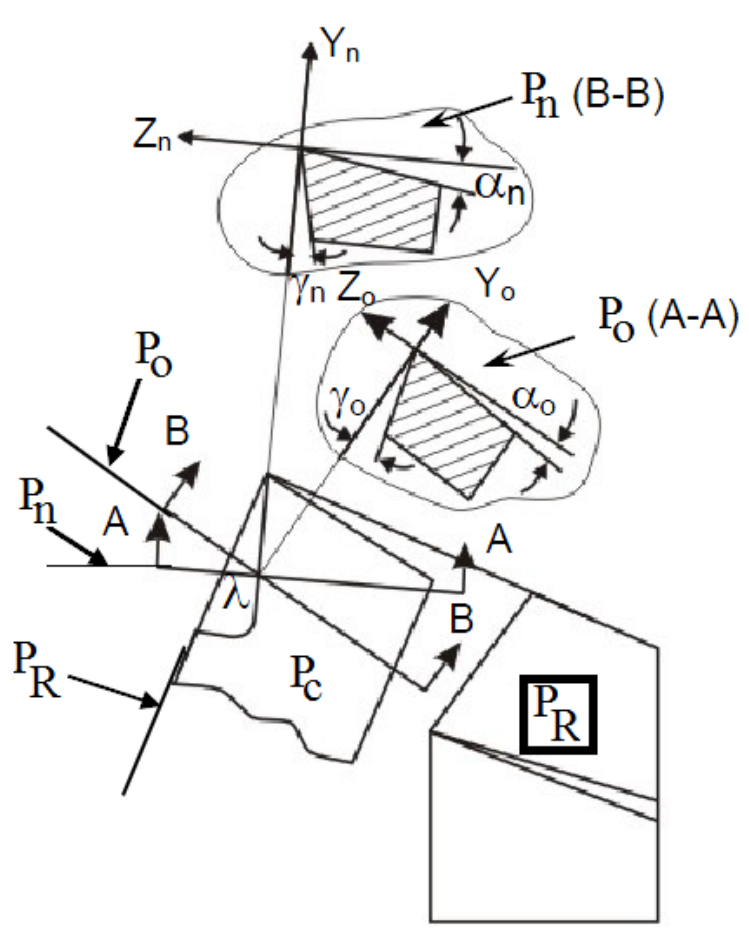


▪ هندسه واقعی ابزار را نمایش می‌دهد.



Only for $\lambda=0$







NRS system of turning tool designation

λ	γ_N	α_N	α'_N	ϕ_1	ϕ	r
0°	-7°	10°	8°	15°	60°	0.8
Inclination angle (λ)					0°	
Normal rake angle (γ_N)					-7°	
Normal clearance angle (α_N)					10°	
Auxiliary normal clearance angle (α'_N)					8°	
Auxiliary cutting edge angle (ϕ_1)					15°	
Principal cutting edge angle (ϕ)					60°	
Nose radius (r)					0.8mm	



Designation (signature) of tool geometry in

- ASA System –
 $\gamma_y, \gamma_x, \alpha_y, \alpha_x, \phi_e, \phi_s, r$ (inch)
- ORS System –
 $\lambda, \gamma_o, \alpha_o, \alpha_o', \phi_1, \phi, r$ (mm)
- NRS System –
 $\lambda, \gamma_n, \alpha_n, \alpha_n', \phi_1, \phi, r$ (mm)

- From ORS to NRS

$$\tan \gamma_n = \tan \gamma_o \cos \lambda$$

$$\cot \alpha_n = \cot \alpha_o \cos \lambda$$

- From ASA to ORS

$$\begin{bmatrix} \tan \gamma_o \\ \tan \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \phi & \cos \phi \\ -\cos \phi & \sin \phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tan \gamma_x \\ \tan \gamma_y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \cot \alpha_o \\ \tan \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \phi & \cos \phi \\ -\cos \phi & \sin \phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cot \alpha_x \\ \cot \alpha_y \end{bmatrix}$$

$$\phi \text{ (in ORS)} = 90^\circ - \phi_s \text{ (in ASA)}$$

$$\text{and } \phi_1 \text{ (in ORS)} = \phi_e \text{ (in ASA)}$$