

ماشین کاری هارداکس و ولداکس



ورق ضدسایش هارداکس و ورق سازه ای ولداکس با استحکام خارق العاده، فولادهایی هستند که می توان آنها را با ابزارهای HSS یا کاربید سماته (CC) ماشینکاری نمود. این بروشور پیشنهادهایی را در مورد ارقام و اعداد مربوط به پیشروی (Feed)، سرعت و انتخاب ابزار مناسب دربر دارد. همچنین نکات دیگری را که باید در عملیات ماشینکاری رعایت شوند مورد بحث قرار می دهد. راهنمایی های مندرج در این بروشور پس از آزمایش های متعدد بر روی ابزارهایی با مارک های مختلف و در مشاوه با سازندگان پیشروی این ابزارها به دست آمده است.

خواص نمونه ولداکس و هارداکس

	Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
Tensile strength, R_m [N/mm ²]	~860	~1040	~1350	~940	~1250	~1400	~1550
Hardness [HBW]	~260	~320	~430	~350	~400	~450	~500

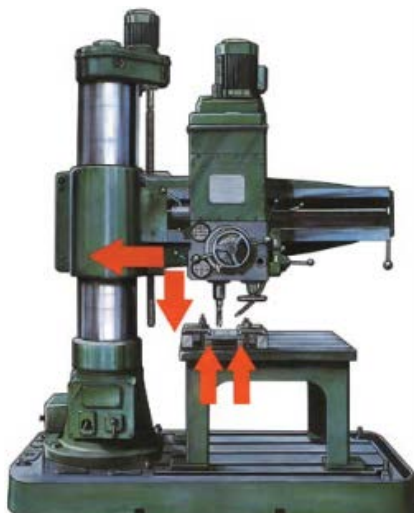
سوراخکاری

هر یک از مته های HSS یا کاربید سماته (CC) را می توان در سوراخکاری هارداکس و ولداکس استفاده نمود. دستگاه ماشینکاری موجود و ثابت بودن آن تعیین کننده نوع مته مورد استفاده است. در هر حال دستگاه موجود، از هر نوع که باشد به حداقل رساندن میزان لرزش بسیار مهم است.

دستگاه های سوراخکاری بازویی (رادیال) یا ستونی

توصیه های ما برای کاهش ارتعاش و افزایش عمر مفید مته:

- فاصله بین مته و ستون را به حداقل برسانید.
- بلوک های تنظیم فاصله، از جنس چوب نباشند.
- قطعه مورد سوراخکاری کاملاً با گیره محکم شود و سوراخکاری تا حد امکان از نزدیکترین نقطه به بلوک های تنظیم فاصله انجام گردد.
- مته را بطور کامل به داخل هرزگرد (سه نظام) وارد کنید. (از هرزگرد کوتاه و مته کوتاه استفاده کنید).
- درست پیش از عبور مته از قطعه کار، برای یک ثانیه مته را از روی قطعه بردارید. در غیر اینصورت احتمال شکستن مته در داخل قطعه وجود دارد. سپس دوباره مته را داخل قطعه کار قرار دهید.
- به مقدار فراوان از مایع خنک کننده استفاده شود.



HSS
HSS-E
HSS-Co



سوراخ های تکی را می توان با مته معمولی HSS سوراخ کاری نمود. برای سری سازی استفاده از مته میکرو آلیاژی HSS-E یا کبالت آلیاژی HSS-Co توصیه می شود.

HSS-Co



از مته HSS-Co با ۸ درصد کبالت، با گام کوتاه و بدنه قوی جهت مقاوت در برابر ترک استفاده نمایید.

	Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
V_c [m/min]	~18	~15	~7	~12	~9	~7	~5
D [mm]	Feed rate, f [mm/rev] / Speed, n [rpm]						
5	0,10/1150	0,10/950	0,05/445	0,07/760	0,05/570	0,05/445	0,05/320
10	0,10/575	0,10/475	0,09/220	0,10/380	0,10/290	0,09/220	0,08/130
15	0,16/400	0,16/325	0,15/150	0,16/250	0,16/190	0,15/150	0,13/85
20	0,23/300	0,23/235	0,20/110	0,23/190	0,23/150	0,20/110	0,18/65
25	0,30/240	0,30/195	0,25/90	0,30/150	0,30/110	0,25/90	0,22/50
30	0,35/200	0,35/165	0,30/75	0,35/130	0,35/90	0,30/75	0,25/45

دستگاه‌ها و ابزار ماشینکاری، نظیر انواع ماشین‌های داخل تراش

از میان مته‌های مجهز به تیغه‌های کاربید سمانته، سه گزینه در اختیار داریم. انتخاب نوع مته بستگی دارد به استواری ماشین، گیره‌بندی قطعه کار، قطر سوراخ و تolerانس مورد نظر. همیشه از کوتاه‌ترین مته استفاده شود.



سر مته قابل تعویض (Indexable)

- با قطر تقریبی ۱۲ میلی‌متر به بالا.
- راندمان بالا.
- تolerانس بیشتر نسبت به سایر مته‌ها (دقت کمتر).
- با صرفه اقتصادی.



مته کاربید سمانته آبکاری شده

- با قطر تقریبی ۱۰ میلی‌متر به بالا.
- تolerانس اندک (بسیار دقیق).
- قابل تیز کردن دوباره.
- حساسیت کمتر به ارتعاشات.



مته کاربید سمانته معمولی

- با قطر تقریبی ۳ میلی‌متر به بالا.
- تolerانس اندک (بسیار دقیق).
- قابل تیز کردن دوباره.
- حساس به ارتعاشات.

مایع خنک‌کن

- از مایع خنک‌کن مخصوص سوراخکاری استفاده نمایید.
 - قاعده سر انگشتی برای جریان عبور مایع خنک‌کننده:
- جریان مایع (دور بر دقیقه) $\approx$ قطر مته (میلی‌متر)

		Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
Cutting speed, v_c [m/min] and Feed rate, f [mm/rev]								
کاربید سمانته معمولی	v_c	70-100	50-80	30-50	45-80	40-70	35-65	30-60
	f	0,10-0,25	0,10-0,20	0,08-0,18	0,10-0,30	0,10-0,25	0,08-0,18	0,08-0,15
کاربید سمانته آبکاری شده	v_c	40-60	40-50	35-45	40-50	35-45	30-40	20-30
	f	0,12-0,18	0,12-0,18	0,10-0,15	0,10-0,15	0,10-0,15	0,10-0,15	0,08-0,12
سر مته قابل تعویض	v_c	75-140	70-130	60-100	70-130	60-120	60-100	50-70
	f	0,08-0,18	0,08-0,18	0,06-0,14	0,04-0,16	0,04-0,16	0,04-0,16	0,04-0,14

فرمول‌ها:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad \begin{array}{l} v_c = \text{سرعت براده برداری [m/min]} \\ D = \text{قطر مته [mm]} \end{array}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} \quad \begin{array}{l} n = \text{سرعت چرخش مته [rpm]} \\ 3,14 = \pi \end{array}$$

$$v_f = f \times n \quad \begin{array}{l} v_f = \text{سرعت پیشروی مته [mm/min]} \\ f = \text{سرعت پیشروی مته [mm/rev]} \end{array}$$

چنانچه قطر مته کم است، سرعت پیشروی (f) کمتری در محدوده تعریف شده انتخاب شود. برای تعیین سرعت چرخش (دور بر دقیقه) با توجه به سرعت توصیه شده برای برش (متر بر دقیقه):

مثلا برای قطر مته $D=15\text{mm}$ و سرعت پیشروی $v_c = 80 \text{ m/min}$

$$\text{سرعت}, n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} = \frac{80 \times 1000}{3,14 \times 15} = 1698 \approx 1700 \text{ rpm}$$

اقدامات و راه حل ها

تجدید تنظیمات سوراخکاری

جریان مایع خنک کننده را افزایش دهید. فیلتر و سوراخ های عبور مایع در مته را تمیز کنید

مته کاربید سماتنه با سختی بیشتری را انتخاب کنید (به شکل مندرج در صفحه ۸ رجوع شود)

سرعت پیشروی را کاهش دهید

سرعت پیشروی را افزایش دهید

لقی مته را با محکم کردن قطعه توسط گیره (با کوتاه کردن) بگیرید

سوآپ های مربوط به تنظیمات براده برداری را افزایش دهید

دقت کنید نوع صحیح مته HSS یا CC انتخاب شده باشد

سرعت براده برداری را افزایش دهید

سرعت براده برداری را کاهش دهید

چنانچه مشکلات برطرف نشود ...

نوک مته HSS آسیب دیده است

اطراف مته CC ساییده شده است

سوراخ های بزرگتر یا کوچکتر از اندازه هستند

تراشه فلز به شیارهای مته چسبیده است

وجود ارتعاشات

آسیب های جزئی به لبه های تیز مته وارد شده است

سوراخ ها نامتقارن است

عمر مفید مته HSS کوتاه بوده است

عمر مفید مته CC کوتاه بوده است

خزینه کاری و کونیک کاری

این کارها را می توان با استفاده از ابزار مخصوص کونیک کردن انجام داد که دارای سرمتنه های (ابزار) کاربید سماتنه قابل تعویض و پیلوت چرخان می باشند، با استفاده از مایع خنک کننده.



ابزار خزینه کاری مجهز به تیغه های قابل تعویض و پیلوت چرخان



ابزار کونیک کاری مجهز به تیغه های قابل تعویض و پیلوت چرخان

توجه

۱. اطلاعات مربوط به براده برداری را برای کونیک کردن در حدود ۳۰ درصد کاهش دهید.

۲. همیشه از پیلوت چرخان استفاده کنید.

	Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
V_c [m/min]	70-100 ²	40-80 ²	20-50 ²	30-80 ²	25-70 ²	20-50 ²	17-50 ²
Feed rate, f [mm/rev]	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20	0,10-0,20
D [mm]	Speed, n [rpm]						
19	1175-1675	670-1340	335-840	500-1340	420-1175	335-840	285-840
24	930-1325	530-1060	265-665	400-1060	330-930	265-665	225-665
34	655-935	375-750	185-470	280-750	235-655	185-470	160-470
42	530-760	300-600	150-380	230-600	190-530	150-380	130-380
57	390-560	225-440	110-280	170-440	140-390	110-280	95-280

۱. اگر با مشکل خرد شدن تراشه ها روبرو شدید، سوراخکاری را گام به گام (۲ میلی متر پیشروی در هر بار) انجام دهید.

۲. چنانچه قدرت دستگاه سوراخکاری کم است، سرعت براده برداری را کم کنید.

ابزارهای کونیک‌کاری HSS، مجهز به مته سه تیغه را که دارای پیلوت چرخان نیز هستند می‌توان طبق جدول زیر برای فولادهای ولداکس به کار برد. (فراوانی جریان مایع خنک کننده ضرورت دارد)

		Weldox 700	Weldox 900/960
v_c [m/min]		~8	~7
D [mm]	Feed rate, f [mm/rev]	Speed, n [rpm]	
15	0,05-0,20	170	150
19	0,05-0,20	130	120
24	0,07-0,30	100	90
34	0,07-0,30	70	70
42	0,07-0,30	60	50
57	0,07-0,30	40	40



قلاویزکاری

چنانچه از مته مناسب استفاده شود، انواع فولادهای هارداکس و ولداکس را می‌توان قلاویز کاری نمود. توصیه ما استفاده از قلاویز چهار شیاره است که توان تحمل گشتاور بالای مورد نیاز را برای سوراخ کردن فلزات سخت دارا می‌باشد. هنگامی که قطعات هارداکس و ولداکس قلاویز می‌شوند، بهتر است از روغن برای خنک کردن رزوه‌ها استفاده شود. در مواردی که استحکام رزوه‌ها اهمیت چندانی ندارد، سوراخی را که قطر آن اندکی (حدود ۳ درصد) بزرگتر از استاندارد باشد می‌توان سوراخکاری نمود تا تنش‌های ناشی از قلاویزکاری کاهش یابد. این عمل بویژه هنگام سوراخ کردن هارداکس و ولداکس ۱۱۰۰ موجب افزایش عمر مفید رزوه‌ها می‌گردد.

توجه

۱. اگر از قلاویزهای آبکاری نشده استفاده می‌کنید، تنظیمات براده‌برداری را ۳۰ درصد کاهش دهید.
۲. اگر قلاویزکاری با ماشین‌های CNC انجام می‌شود، می‌توانید از تیغه رزوه کاری استفاده کنید.



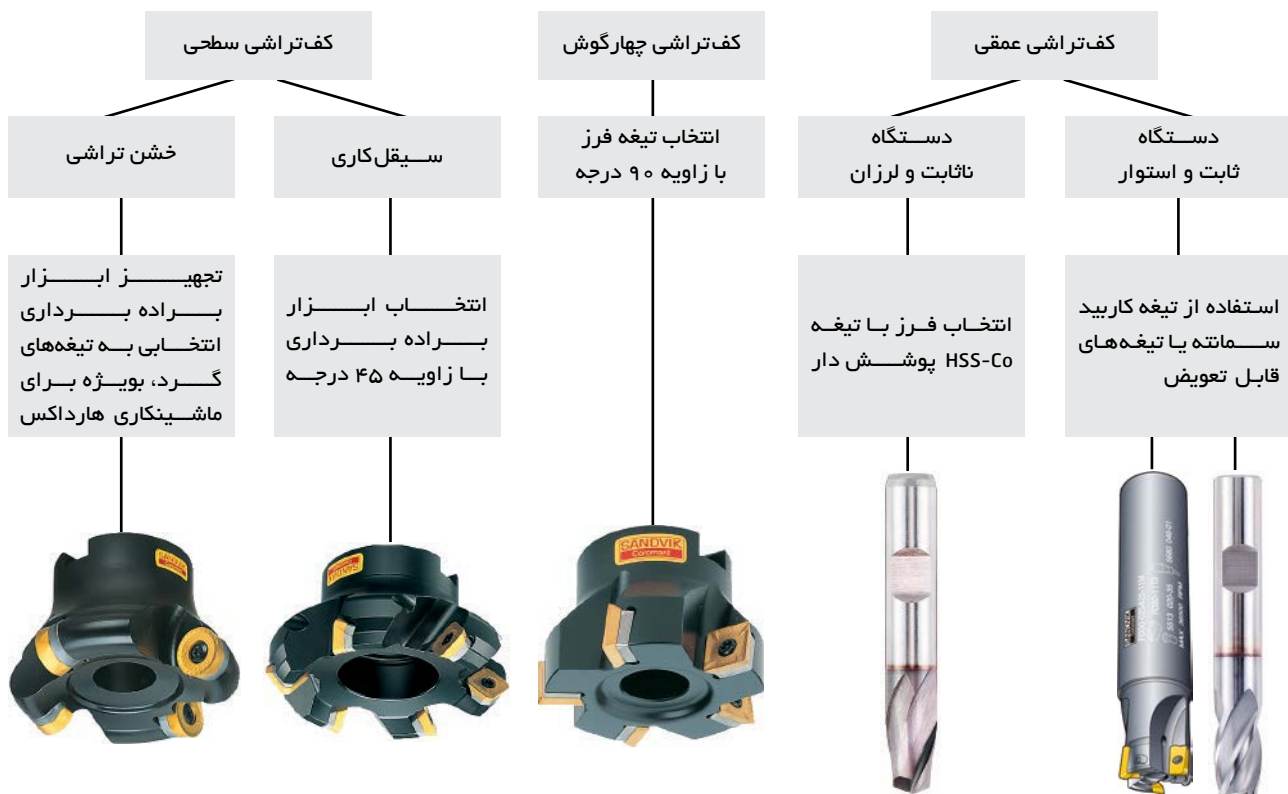
ابزار قلاویز سوراخ‌های ته بسته.
ولداکس ۷۰۰ - ۹۰۰ تا ۹۶۰.



ابزار قلاویز سوراخ‌های ته باز.

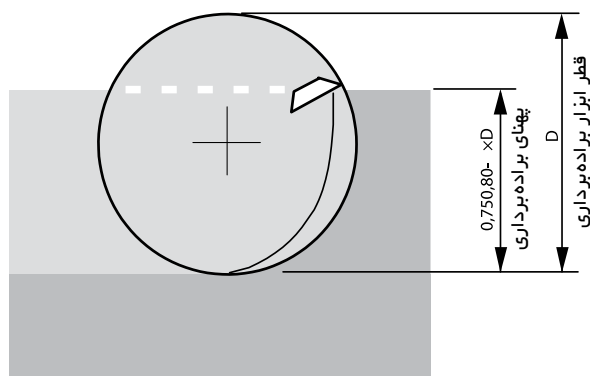


	HSS-Co (HSS-E) TiN or TiCN coated			HSS-Co (HSS-E) TiCN coated			
	Weldox 700	Weldox 900/960	Weldox 1100	Hardox HiTuf	Hardox 400	Hardox 450	Hardox 500
V_c [m/min]	10	8	3	6	5	3	2.5
Size	Speed, n [rpm]						
M10	320	255	95	190	160	95	80
M12	265	210	80	160	130	80	65
M16	200	160	60	120	100	60	50
M20	160	125	45	90	80	45	40
M24	130	105	40	80	65	40	30
M30	105	85	32	60	50	32	25

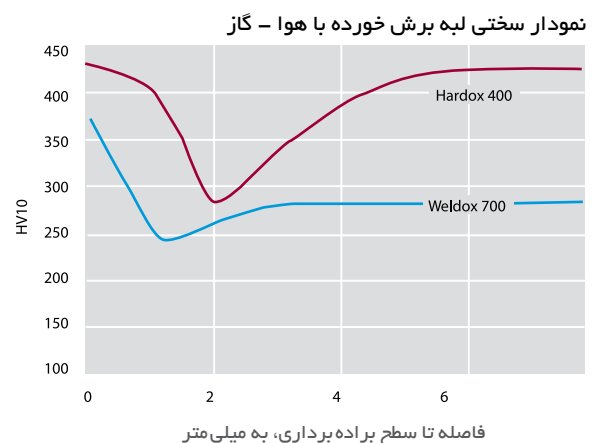


نکاتی که باید در هنگام کف تراشی در نظر گرفته شوند:

- مطمئن شوید که قطعه کار کاملاً با گیره محکم شده باشد.
- اگر دستگاه فرز ضعیف است، از ابزار براده برداری کم تیغه استفاده شود.
- در صورت امکان از نصب "کله گی همه سمت گرد" اجتناب شود زیرا موجب تضعیف اتصال ابزار و انتقال قدرت می گردد.
- پهنای برش در کف تراشی سطحی باید ۷۵ تا ۸۰ درصد قطر ابزار برش باشد (شکل زیر).
- هنگام کف تراشی، سطوحی که قطر آنها کمتر از قطر ابزار برش است، نحوه قرار گرفتن ابزار باید طوری باشد که بیشترین تعداد تیغه ها (دندانه ها) با سطح قطعه درگیر شوند.
- وقتی لبه های برش خورده با هوا- گاز را فرزکاری می کنید، عمق براده برداری باید دست کم ۲ میلی متر باشد تا از تماس با لایه سخت لبه برش خورده جلوگیری شود. (رجوع به نمودار).



پهنای مجاز براده برداری در کف تراشی سطحی



	FACE MILLING				END MILLING			
	Coated CC		Cermet	Coated CC	CC		HSS-Co	
Grade	P40/CS	P25/C6	P20/C6-C7	K20/C2	K10/C3 uncoated	K10/C3 coated	P10/C7 indexable insert	TiC Ncoated
Conditions	unstable	average	stable	stable	stable	stable	stable	unstable
Feed rate (f_z)	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2	0.1-0.2	0.02-0.10	0.02-0.20	0.05-0.15	0.03-0.09
Plate grade	Cutting speed, v_c [m/min]							
Weldox 700	195-150-95	220-180-150	240-200	-	100	180	195-150	40
Weldox 900/960	95-75-50	200-160-130	220-170	-	90	130	140-120	18
Weldox 1100	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	-
Hardox HiTuf	-	170-150-140	170-150	-	90	100	110-90	-
Hardox 400	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	-
Hardox 450	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	-
Hardox 500	-	120-110	120-100	120-100	90	80	90-70	-

در صورت بالا رفتن سرعت پیشروی، سرعت براده برداری را کاهش دهید.

فرمول‌ها:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad \begin{array}{l} \text{سرعت براده برداری } v_c \text{ [m/min]} \\ \text{قطر مته } D \text{ [mm]} \end{array}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} \quad \begin{array}{l} n = \text{سرعت چرخش مته [rpm]} \\ 3.14 = \pi \end{array}$$

$$f_z = \frac{v_f}{n \times Z} \quad \begin{array}{l} v_f = \text{سرعت پیشروی مته [mm/min]} \\ f_z = \text{سرعت پیشروی هر دندانه/تیغه [mm/tooth]} \end{array}$$

$$v_f = f_z \times n \times Z \quad \text{تعداد تیغه‌ها/دندانه‌های ابزار براده برداری } Z$$

چنانچه مشکلات برطرف نشود ...

سایش پهلوی

سایش بریدگی

سایش دهانه

تغییر شکل پلاستیکی

تجمع مواد فلزی در لبه برش

ترک‌های شانه‌ای شکل

آسیب‌های جزئی در لبه قطعه کار (تراشه‌ها)

شکستن یا خراب شدن ابزار براده برداری

ارتعاشات

ناصافی سطحی

عمر کوتاه ابزار براده برداری HSS-Co

اقدامات و راه حل‌ها

سرعت براده برداری را کاهش دهید

سرعت براده برداری را افزایش دهید

سرعت پیشروی در هر دندانه/تیغه را کاهش دهید

سرعت پیشروی در هر دندانه/تیغه را افزایش دهید

ابزار کاربرد سماتته مقاوم‌تر را انتخاب کنید
(به شکل مندرج در صفحه ۸ رجوع شود)

ابزار کاربرد سماتته با سختی بیشتری را انتخاب کنید
(به شکل مندرج در صفحه ۸ رجوع شود)

ابزار کم دندانه/تیغه را انتخاب کنید

موقعیت ابزار براده برداری را تنظیم کنید

از مایع خنک‌کننده استفاده نکنید

ابزار CC معمولی را جایگزین ابزار HSS-Co نمایید

تنظیمات دستگاه براده برداری را کنترل کنید

تراشکاری

کاربرد اطلاعات و تنظیمات توصیه شده در زیر مربوط است به ابزار کاربید سماتنه. این راهنمایی‌ها برای عملیاتی است که طی آن ابزار در معرض برخوردهای شدید با قطعه در حال چرخش قرار دارد، مانند قطعه در حال گردش که لبه‌های آن با هوا-گاز بریده شده باشد.

فرمول‌ها:

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad \begin{array}{l} \text{سرعت براده برداری [m/min]} \\ \text{قطر مته [mm]} \end{array}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D} \quad \begin{array}{l} \text{سرعت چرخش مته [rpm]} \\ 3.14 = \pi \end{array}$$

$$v_f = f \times n \quad \begin{array}{l} \text{سرعت پیشروی مته [mm/min]} \\ \text{سرعت پیشروی مته [mm/rev]} \end{array}$$

Carbide grade	P25/C6	P35/C6-C7	K20/C2
Feed rate fn [mm/rev]	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8	0.1-0.3
Cutting speed, vc [m/min]			
Weldox 700	285-195-145	230-150-100	-
Weldox 900/960	130-90-70	105-65-45	-
Weldox 1100	130-90-70	105-65-45	-
Hardox HiTuf	130-90-70	105-65-45	-
Hardox 400	130-90-70	105-65-45	-
Hardox 450	130-90-70	105-65-45	-
Hardox 500	-	-	100-80

در صورت بالا رفتن سرعت پیشروی، سرعت براده برداری را کاهش دهید.

مواد ترکیبی موجود در ابزار/انواع ابزارهای کاربید سماتنه

