

HERRAMIENTAS DE CORTE:

Materiales y aplicaciones

50445

La base de mecanizar piezas con desprendimiento de material es utilizar un elemento con mayor resistencia y dureza llamado herramienta.

Una herramienta de corte debe reunir algunas características con el objeto de hacer un buen trabajo económico y eficientemente. Estas son:

1. Alta resistencia al desgaste.
2. Conservación de la dureza a altas temperaturas
3. Buena tenacidad.
4. Reducido coeficiente de rozamiento.
5. Conductividad térmica apropiada según condiciones de utilización.
6. Estabilidad química.
7. Alta resistencia a la compresión.
8. Alta resistencia a la rotura por flexión.

La resistencia al desgaste permite una mayor duración de la herramienta y conservación de la geometría.

El calor generado en los procesos con desprendimiento de viruta es el mayor enemigo de las propiedades físicas y químicas de las herramientas de corte, por eso es muy importante que se conserve la dureza ante la presencia de altas temperaturas.

La tenacidad se refiere a la mayor o menor resistencia de un material a romperse, por eso es importante la tenacidad de modo que se evite la rotura de la herramienta, especialmente en cortes interrumpidos.

La fricción entre dos materiales genera la producción de calor tan alto que puede ocasionar el deterioro

inmediato de la herramienta.

La importancia de la conductividad térmica radica en la conducción de calor en la herramienta y la dilatación que podría manifestarse en tensiones internas. Dichas tensiones hacen que la herramienta se rompa.

DESGASTE DE LA HERRAMIENTA

En todo proceso de corte sucede un fenómeno inevitable que es el desgaste de la herramienta. Las tres causas principales que originan el desgaste de la herramienta son: por abrasión, por adhesión y por difusión; siendo la velocidad de corte el factor que más influye en este fenómeno.

Desgaste por abrasión

En ocasiones se producen inclusiones microscópicas de otros materiales de gran dureza (hasta 1300 HV a 400°C) durante el proceso de obtención de los aceros. Estas inclusiones tienen un alto poder abrasivo que causan rayaduras en la superficie de la herramienta causando con el tiempo desgaste.

Desgaste por adhesión

La propiedad que tienen los átomos de un elemento, por la cual se adhieren con los de otro elemento, se llama afinidad. Esta propiedad se puede apreciar cuando se unen dos superficies metálicas incluso a

temperaturas normales (semejándose a una soldadura en frío).

Cuando el proceso de desprendimiento está en marcha, con el aumento de la temperatura esta afinidad entre los átomos se hace tan grande que los átomos de la viruta se adhieren a la celda de los átomos correspondientes a la herramienta.

Desgaste por difusión

Cuando los átomos de una red cristalina de un metal se trasladan a la red de otro metal se cumple una reacción termodinámica llamada difusión.

CLASIFICACION DE LAS HERRAMIENTAS SEGUN EL MATERIAL CONSTITUTIVO

Acero para herramientas	{ Sinalear { Aleado { Acero rápido
Metal duro	{ Sinrecubrimiento { Conrecubrimiento
Oxicerámica	{ Cerámica pura { Cerámica mezclada { Cerámica-metal (CERMET)
Diamante	{ Diamante puro { Policristalino (PKD) { Nitrato de Boro (PKB)

ACEROS AL CARBONO

Las herramientas de acero al carbono se caracterizan porque en su fabricación se incorporan metales como el manganeso (Mn) y el silice (Si), además del carbono (C).

Cuando se presentan temperaturas de trabajo superiores a 300 °C, la herramienta pierde el filo con gran facilidad.

ACEROS RAPIDOS

Las herramientas construidas con aceros rápidos tienen mayor aplicación que las construidas en aceros al carbono en la industria metalmeccánica.

Generalmente las herramientas de aceros rápidos contienen aleaciones a base de cobalto, molibdeno, vanadio, tungsteno y cromo, que permiten mayores temperaturas de trabajo; por lo tanto pueden emplearse a mayores velocidades de corte.

Estas herramientas se conocen con el nombre de HSS, correspondientes a iniciales en inglés de High Speed Steel: aceros de alta velocidad.

Pierden el filo a los 700 °C, por eso se emplea a baja velocidad de corte (Máxima velocidad de corte alcanzable es aproximadamente 40 m/min), y se hace necesaria la refrigeración.

Su dureza está entre 60 y 67 HRC.

Poseen buena resistencia al impacto.

Sin embargo, para aumentar la dureza y mejorar las propiedades de corte del material se utilizan recubrimientos.

Los aceros rápidos con recubrimientos de nitrato de titanio (TiN), carburo de titanio (TiC) y con óxido de aluminio, son más duros y resistentes a la fricción.

Estos recubrimientos son aplicados por evaporación sobre el material base HSS en alto vacío para temperaturas entre 400° y 800 °C, según proceso CVD o PVD (Químico = CVD ó Físico = PVD).

Las velocidades de corte pueden llegar a 80 m/min.

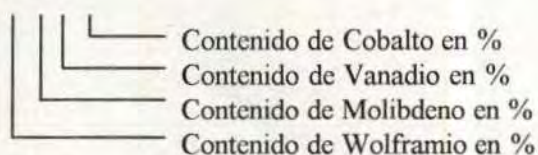
En la tabla 1 se muestra la composición y capacidad de trabajo de las herramientas construidas en aceros rápidos.

Grupo de Aleación	Designación W-Mo-V-Co	Clase según DIN	PARA TRABAJAR ACEROS		
			Esfuerzo Medio	Esfuerzo fuerte Desbaste	Acabado
18 % W	S 18-0-1	B 18	X	-	-
	S 18-1-2-5	E 18 Co 5	X	X	-
	S 18-1-2-10	E 18 Co 10		XX	-
	S 18-1-2-15	E 18 Co 15		XX	-
12 % W	S 12-1-2	D	X	-	-
	S 12-1-4	EV 4		-	X
	S 12-1-2-3	E Co 3		(X)	X
	S 12-1-4-5	EV 4 Co		(X)	XX
	S 3-3-2	ABC III	X	-	-
6% W+5% Mo	S 6-5-2	D Mo 5	XX	-	-
	S 6-5-3	E Mo 5 V 3		-	X
	S 6-5-2 5	E Mo 5 Co 5		XX	-
	S 10-4-3-10	EW 9 Co 10		XX	XX
2% W+9% Mo	S 2-9-1	B Mo 9	X	-	-
	S 2-9-2	M 7	X	-	-
	S 2-9-2-5	M 30		X	-
	S 2-9-2-8	M 34		XX	X

Tabla 1: Herramientas de acero rápido, composición y su capacidad de trabajo

Para interpretar el significado de los datos escritos en la designación de la tabla 1 debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

S - 18-1-2-5



Para casi todos los aceros rápidos vale:

C = 1 %, Cr = 4 %

Un acero con la designación S 12-1-4-5 tiene la siguiente composición:

1% C, 4% Cr, 12% W, 1% Mo, 4% V, 5% Co

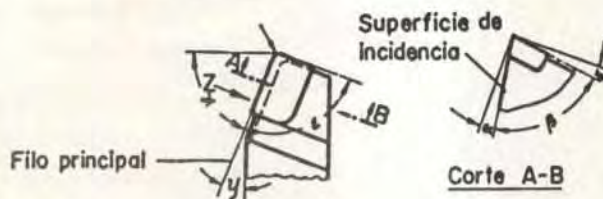
METALES DUROS

Se obtienen mediante el proceso denominado pulvimetalurgia que es un proceso químico industrial. Se mezclan los polvos de los diferentes elementos aleantes, tales como el Tungsteno, Carbono, Cobalto, Tantalio y Titanio; se compactan y luego se sinterizan.

La sinterización de los compuestos químicos iniciales en polvo, produce entonces el carburo de tungsteno (WC), el carburo de titanio (TiC) y el carburo de tantalio (TaC), las cuales reúnen las siguientes características:

- Conservación de la dureza a altas temperaturas.
- Elevada dureza y resistencia a la compresión.
- Buena resistencia al desgaste.
- Baja conductividad térmica.

Sin embargo las herramientas construidas de metales duros presentan las siguientes desventajas:



Profundidad de corte igual a 10 veces el avance.



Vista Z

α = $\angle$ de Incidencia
 γ = $\angle$ " ataque
 β = $\angle$ " cuña
 λ = $\angle$ " inclinación
 ϵ = $\angle$ " punta
 χ = $\angle$ " posición

MATERIAL	Resistencia tracción / Dureza (N/mm ²)	Desbaste y corte Interrompido						Semiacabado y acabado					
		Metal Duro HM	Avance S (f) (mm/rev)	Veloc. corte (m/min)	$\angle$ corte			Metal Duro HM	Avance (mm/rev)	Veloc. corte (m/min)	$\angle$ corte		
					α°	γ°	λ°				α°	γ°	λ°
Acero de construcc.	< 500	P 20	0,4-0,8	70-120	6	10-12	4	P 01	bis 0,1	250-300	6	12	0
		P 30	0,6-1,2	60-90	6	10-12	4	P 10	0,1-0,4	160-220	6	12	0
		P 40	1,2-2,5	40-70	6	10-12	4	K 20	0,1-0,6	120-160	6	12	4
Acero de construcc. y bonific.	500-700	P 25	0,6-1,2	50-110	6	10-12	4	P 01	bis 0,1	180-240	6	12	0
		P 30	0,6-1,2	50-80	6	10-12	4	P 10	0,1-0,4	150-200	6	12	4
		P 40	1,2-2,5	30-65	6	10-12	4	P 20	0,4-0,8	60-120	6	12	4
	700-1000	P 25	0,6-1,0	50-90	6	10-12	4	P 10	0,1-0,4	120-180	6	12	4
		P 30	0,6-1,2	35-75	6	10	4	M 10-20	0,1-0,3	80-150	6	12	4
		P 40	1,2-2,5	20-45	6	6	4	P 20	0,4-0,8	60-100	6	12	4
Acero al Cr, Mg, Mo y otros aleados	850-1000	P 25	0,6-1,0	40-80	6	10-12	4	P 10	0,1-0,4	70-140	6	12	4
		P 30	0,6-1,2	25-60	6	6	4	M 10-20	0,1-0,3	60-110	6	12	4
		P 40	1,2-2,5	15-30	6	6	4	P 20	0,4-0,8	50-90	6	12	4
	1000-1400	P 20	0,3-0,6	30-70	6	6	4	P 10	0,1-0,4	40-100	6	8	4
		P 25	0,3-0,6	25-60	6	6	4	M 10-20	0,1-0,3	35-60	6	6	4
		P 30	0,5-1,2	20-40	6	6	4						
Aceros Inoxidable	600-700	M 10	0,2-0,5	60-80	6	12	-4	P 10	0,1-0,2	70-120	6	12-15	4
		P 20	0,1-0,4	50-70	6	12	4	M 10-20	0,1-0,3	50-100	6	12-15	4
		M 30	0,2-0,6	30-50	6	12	4	K 20	0,2-0,4	40-80	6	12	6
Aceros de herramien.	1500-1800	P 20	0,2-0,6	25-40	6	0	6	P 10	0,1-0,3	45-55	6	0	4
		P 25	0,2-0,6	20-35	6	0	6	K 10	0,1-0,5	10-45	6	0	6
		P 30	0,3-0,8	15-30	6	0	6	M 10-20	0,1-0,5	10-45	6	0	6
Aceros templados	> 50 HRC	K 10	0,1-0,4	4-15	6	0 bis	-6	K 01	0,1-0,2	6-20	6	0	-4
		M 10-20	0,1-0,4	4-15	6	-5	-6					-5	
Fund. de acero.	< 500	P 30	0,3-1,2	40-90	6	12	4	P 10	0,1-0,2	130-180	6	12	4
		M 30	0,3-1,5	30-80	6	12	6	M 10-20	0,1-0,4	100-160	6	12	4
		P 40	0,6-2,5	25-60	6	12	8	P 20-25	0,2-0,8	80-120	6	12	4
	500-700	P 30	0,3-1,2	36-80	6	12	4	P 10	0,1-0,2	90-130	6	8	4
		M 30	0,3-1,5	30-70	6	12	6	M 10-20	0,1-0,4	60-130	6	8	4
		P 40	0,6-2,5	25-40	6	12	8	P 20-25	0,2-0,8	50-100	6	12	4
Fundición gris	< 200 HB > 200 HB	K 20	> 0,5	40-90	6	6	4	K 10	0,1-0,5	50-100	6	6	4
		K 20	0,3-1,2	30-70	6	6	4	K 10	0,1-0,5	40-80	6	6	4
								M 10-20	0,1-0,5	40-60	6	6	4
Fund. ale.	200-250 HB	M 10-20	0,1-1,0	20-35	6	6	4	K 10	0,1-1,0	25-40	6	6	4
Fundición maleable	< 220 HB	K 20	> 0,4	40-50	6	4	4	K 10	0,1-0,4	50-80	6	6	4
		M 30	> 0,4	50-70	6	4	4	M 10-20	0,1-0,4	70-100	6	6	4
Fundición Dura	65-90 Shore > 90 Shore	K 10		4-12	6	0	0	K 01		6-15	6	0	0
		K 10		2-5	6	0	0	K 01		3-6	6	0	0
Cobre		K 20	0,3-0,6	400-500	10	18	0	K 10	0,1-0,3	450-600	10	18	0
Bronce		K 20	0,3-0,6	400-500	10	12	0	K 10	0,1-0,3	450-600	10	12	0
Aleac. zinc		K 20	0,3-0,6	200-250	6	10	0	K 10	0,1-0,3	200-300	6	10	0
Aluminio puro		K 20	0,3-0,6	400-1000	8	20	0	K 10	0,1-0,3	500-1200	8	20	0

GRUPO SEGUN I S O		Composición			Dureza Vickers HV 30	RESISTENCIA		Módulo Elasticidad N/mm ²	Dilata- ción μm/ m grd
		WC %	TiC + TaC %	Co %		Flexión N/mm ²	Comp. N/mm ²		
AZUL	P 02	33	59	8	16500	800	5100	440000	7,5
	P 03	32	56	12	15000	1000	5250	430000	8
	P 04	62	33	5	17000	1000	5250	500000	7
	P 10	55	36	9	16000	1300	5200	530000	6,5
	P 15	71	20	9	15000	1400	5100	530000	6,5
	P 20	76	14	10	15000	1500	5000	540000	6
	P 25	70	20	10	14500	1750	4900	550000	5,5
	P 30	82	8	10	14500	1800	4800	560000	5,5
	P 40	74	12	14	13500	1900	4600	560000	5,5
AMARILLO	M 10	84	10	6	17000	1350	6000	580000	5,5
	M 15	81	12	7	15500	1550	5500	570000	5,5
	M 20	82	10	8	15500	1650	5000	560000	5,5
	M 40	79	6	15	13500	2100	4400	540000	5,5
ROJO	K 03	92	4	4	18000	1200	6200	630000	5
	K 05	92	2	6	17500	1350	6000	630000	5
	K 10	92	2	6	16500	1500	5800	630000	5
	K 20	92	2	6	15550	1700	5500	620000	5
	K 30	93		7	14000	2000	4600	600000	5,5
	K 40	88		12	13000	2200	4500	580000	5,5

Resistencia a la fricción
↑
TENACIDAD
↓

Tabla 3: Composición y propiedades de las herramientas de metal duro de los diferentes grupos empleadas en los procesos de mecanizado.

- Son poco resistente al impacto,
- Tienen baja resistencia a la flexión y
- Alta fragilidad.

Los componentes influyen en las propiedades de las herramientas de metal duro así:

Los metales duros con carburo de tungsteno (Wolframio) como base (WC) y Cobalto (Co) como ligante, tienen la más alta dureza y resistencia al desgaste; sin embargo, presentan tendencia a la difusión. Alcanza una dureza de 93 a 98 HRA.

Se emplean especialmente para materiales de viruta corta, metales ligeros y plásticos.

Los metales duros de carburo de titanio (TiC) tienen mayor resistencia al desgaste a altas temperaturas, debido a que tienen menos tendencia a la difusión; disminuye la tenacidad y resistencia de los cantos. Su dureza es 90 a 93 HRA.

Se emplean especialmente para materiales de viruta larga y con bajo contenido de TiC para materiales de viruta corta.

Los metales duros de carburo de tantalio presentan grano fino, lo que permite una mayor tenacidad y resistencia del filo.

Se aplican principalmente en fundiciones de dureza especial.

CLASIFICACION DE LOS METALES DUROS SEGUN LOS PROCESOS Y APLICACION INDUSTRIAL

GRUPO DE MECANIZADO	SIMBOLO	MATERIAL A TRABAJAR	PROCESOS Y CONDICIONES DE CORTE UTILIZADOS
Para trabajar aceros, fundición de acero, fundición maleable de viruta continua	P 01	Acero; fundición de acero.	Torneado y taladrado fino para alta velocidad; avances pequeños. (Especial para buena precisión y acabado superficial).
	P 10	Acero; fundición de acero.	Torneado, torneado copiado roscado, fresado para alta velocidad; pequeños y medianos avances.
	P 20	Acero; fund. de acero; fund. maleable de viruta continua y sección media.	Torneado, copiado, fresado para velocidades y avances medios.
	P 30	Acero; fundición de acero; fundición maleable de viruta continua.	Torneado, cepillado, fresado para baja, pequeña y mediana velocidad; medios y grandes avances.
	P 40	Acero; fundición de acero con superficies arenadas y rechupes.	Torneado, cepillado, mortajado, mecanizados automáticos para baja velocidad, gran avance y ángulo de ataque grande; corte discontinuo.
	P 50	Acero; fundición de acero con baja o media tenacidad.	Torneado, cepillado, mortajado, mecanizado automático con baja velocidad, gran avance, grandes exigencias de tenacidad en la herramienta.
Para aceros al Mn., fundición gris, fundición de aceros, aceros inoxidables, austeníticos, automáticos.	M 10	Acero; acero duro; fundición de acero; fundición gris.	Torneado con media y alta velocidad para medio y pequeños avances.
	M 20	Acero; fundición gris; fund. de acero; fundición maleable; aceros austeníticos.	Torneado, fresado para velocidades y avances medios.
	M 30	Acero; acer. austeníticos, fund. de acero con buena estabilidad al calor; fund gris	Torneado, cepillado, fresado para velocidad media y avances grandes.
	M 4	Acero de mediana resistencia, aceros automáticos y aleaciones no ferrosas.	Torneado, copiado en torno, tronzado especial para trabajo automático.
Materiales de acción abrasiva, materiales de viruta corta. Aceros de baja resistencia, acero templado, fund. gris, metales no ferrosos, plásticos	K 01	Aceros templados; fundición en coquilla, fundición gris dura.	Operaciones de afinado en torno, fresado, taladrado, rasqueteado.
	K 10	Plásticos; papel duro; vidrio; cobre y aleaciones de aluminio.	Torneado, taladrado, avellanado, rimado, brochado, rasqueteado, fresado.
	K 20	Fundición cobre; aluminio; aleaciones de cobre.	Torneado, cepillado, avellanado, brochado, donde se necesite resistencia y tenacidad del metal duro.
	K 30	Acero de baja resistencia	Torneado, cepillado, mortajado, fresado con posibilidad de valores altos del ángulo de ataque.
	K 40	Metales no ferrosos; maderas duras y blandas.	Torneado, cepillado, mortajado, con posibilidad de ángulo de ataque grande.

Tabla 4: Clasificación de los Metales Duros

El cobalto determina las propiedades de tenacidad y es utilizado como aglomerante, además del cobalto, molibdeno y el níquel.

Los metales duros para el mecanizado de piezas están divididos en tres grupos según normas ISO, y se pueden identificar por tres colores que se observan en el mango soldado a las plaquitas así:

P = Azul
M = Amarillo
K = Rojo

Para su correcta aplicación es muy importante seguir las recomendaciones dadas por el fabricante en los respectivos catálogos y tablas.

Para mejorar aún más la resistencia al desgaste, la tenacidad, y las velocidades de corte, se emplean recubrimientos de elementos ó compuestos químicos

como el nitrato de boro (Ni_3B), el óxido de aluminio (Al_2O_3) y el carburo de titanio (TiC). Estos recubrimientos tienen espesores de 0,003 a 0,006 milésimas de mm, según el proceso químico aplicado.

Los metales duros con recubrimientos poseen un material base de grano grueso con una película de material duro o combinación de varias películas de diferentes materiales con propiedades particulares.

Ofrecen las siguientes características:

- Alta estabilidad química.
- Aumenta la resistencia a la abrasión.
- Disminuye la temperatura del filo por aislamiento del calor, a través de las películas del recubrimiento.
- Reduce el coeficiente de fricción.



Tabla 5: Cerámicas de corte

MATERIALES CERAMICOS

La cerámica de corte no es un metal, es un material de corte inorgánico, que no tiene aglomerante. Las herramientas construidas con estos materiales presentan las siguientes características:

- Elevada resistencia al desgaste.
- Conservan su filo hasta una temperatura de trabajo máxima de 1300 C.
- Baja conductividad térmica. El calor generado se va en la viruta.
- Bajo coeficiente de fricción en contacto con los aceros a mecanizar, evitando así el recroqueado del filo.
- Se puede trabajar a altas velocidades de corte con óptimos acabados superficiales.
- Dureza entre 9 y 10 grados en la escala Mohs.
- Estabilidad química (muy baja difusión).
- Resistencia a la rotura por flexión permanente, inclusive a altas temperaturas.
- Estabilidad a los cambios de temperatura. Es decir presenta una alta resistencia a los choques térmicos.

Las cerámicas de corte deben ser empleadas en máquinas robustas y sin juego en los carros. Debido a su gran dureza son muy frágiles. En trabajos de torneado deben colocarse exactamente a la altura del eje entre puntos.

Presentan las siguientes desventajas:

- Baja resistencia al impacto
- No son reafilables.

La firma Sandvik Coromant ha creado las primeras plaquitas de cerámica con recubrimiento, que permite el mecanizado de un mayor número de piezas por plaquita, reduciendo el tiempo necesario para el cambio de la misma.

Presentan las siguientes ventajas:

- Mayor duración de la herramienta, superior a la del nitrato de silicio sin recubrimiento;
- Mayor uniformidad y fiabilidad;
- Velocidades de corte elevadas;
- Mecanizado en seco o con refrigerante, pues posee excelente resistencia al desgaste, tanto del sustrato como del recubrimiento,
- Buena seguridad de filo y tenacidad;
- Buena resistencia a los choques térmicos.

CERMET

La palabra cermet significa "cerámica" y "metal".

Las herramientas cermet están compuestas de materiales cerámicos y materiales metálicos. El metálico es el aglomerante (Níquel). Los cerámicos son compuestos de nitratos, carbonitratos y carburos.

Pueden destacarse las siguientes propiedades:

- Alta resistencia al desgaste (tamaño de grano menor a 1µm).
- Alta resistencia contra la deformación plástica del filo.

OPERACION PARAMETRO	TORNEADO		FRESADO	
	Aceros sin alear hasta 200 HB	Aceros aleados entre 200 y 300	Aceros sin alear hasta 200 HB	Aceros aleados entre 200 y 300
VELOCIDAD DE CORTE Vc en m/min.	70-200	50-180	70-220	50-200
AVANCE "S" en mm	0.05-0.40	0.05-0.30	0.05-0.40	0.05-0.30
PROFUNDIDAD	0.1-4	0.1-3	0.1-5	0.1-4

Tabla 6: Parámetros de corte recomendados para torneado y fresado con herramientas cermet

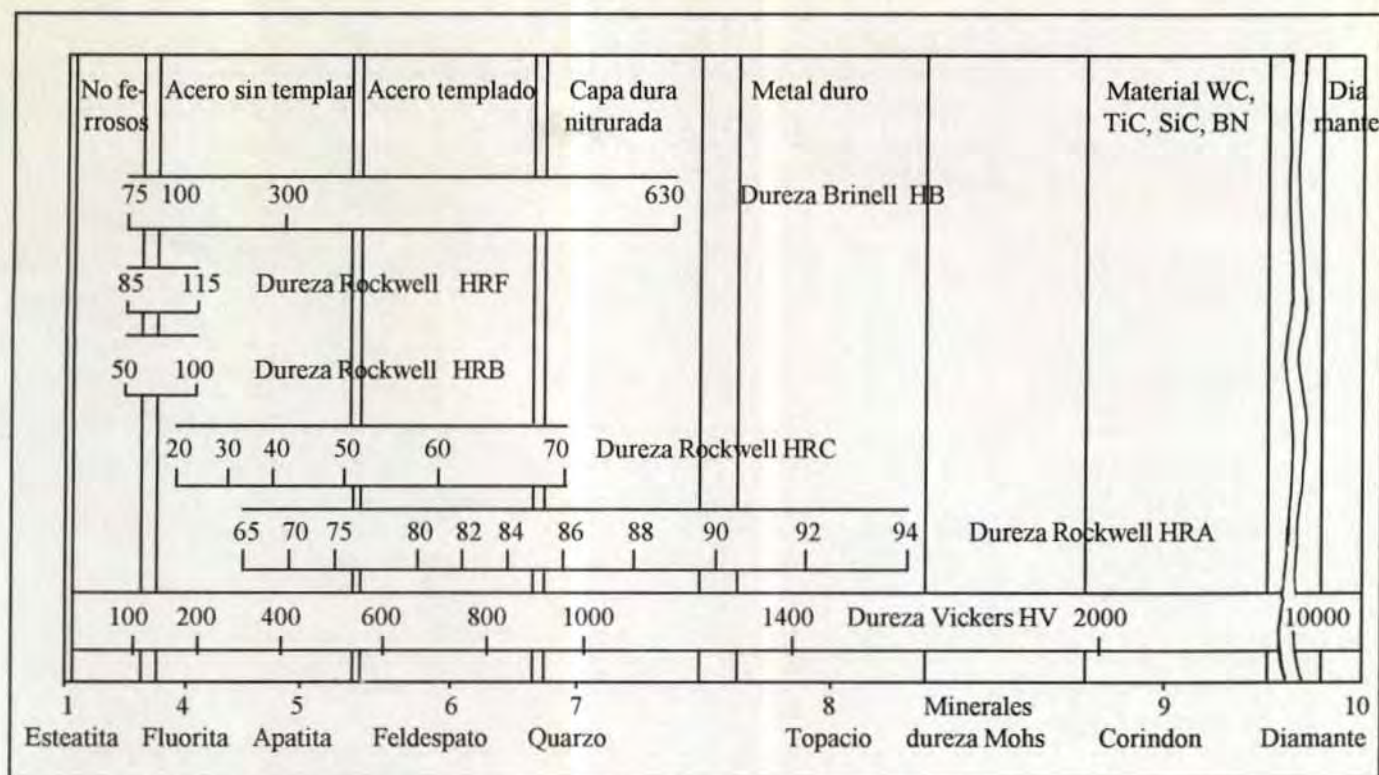


Tabla 7: Comparación de diferentes escalas de dureza

- Alta resistencia a la rotura.
- Alta resistencia al choque térmico.
- Ventajoso comportamiento a la fricción (comparado con el metal duro).
- Baja tendencia a la difusión.

Los componentes de TiC mejoran la resistencia a la abrasión.

En las herramientas cermet no se forma filo recrecido, lo que permite mejor calidad del acabado superficial de las piezas. Mediante la alta resistencia a la fricción, se logra un mejor sostenimiento de la medida en la pieza mecanizada. Tienen buena resistencia al termochoque, especialmente cuando se trabaja con refrigeración. Con la adición, en la aleación, de TaC se influye positivamente la resistencia al cambio de temperatura.

La resistencia a la rotura, resistencia a la fricción y tiempo de trabajo pueden ser óptimas.

Los cermet son producidos con procesos de sinterizado como los utilizados para obtener los metales duros. Estas pastillas han sido fabricadas

para mecanizados de desbaste y acabado en procesos de torneado y fresado de piezas de acero y fundición.

DIAMANTES

Son materiales muy duros. Son aplicados en la obtención de piezas muy precisas y con excelente acabado superficial. Se emplea en aquellos casos de trabajos muy finos, que no se pueden alcanzar con otro tipo de herramienta.

El diamante puede trabajar largo tiempo con velocidades de 3000 m/min sin que pierda el filo. El diamante no se emplea en trabajos de desbaste. Ni en piezas de acero y fundición por razón de la afinidad del carbono del diamante con estos materiales.

Diamantes monocristalinos: encuentran aplicación en:

- Rectificado de muelas de carburo de silicio y corundum,
- Mecanizado de acabado (para torneado, fresado,

MATERIAL A TRABAJAR	Vcm/mm	S mm/rev	MATERIAL A TRABAJAR	Vcm/mm	S mm/rev
Aluminio sin S	200-2000	0.05-0.4	Papel prensado duro	200-600	0.1-0.2
Aleaciones de Al con Si $\leq 8\%$	200-2000	0.05-0.4	Caucho duro y blando	100-500	0.1-0.6
Aleaciones de Al con Si hasta 12%	150-1000	0.05-0.4	Grafito	100-500	0.1-0.4
Aleaciones de Al con Si hasta 18%	100-800	0.05-0.4	Metal duro presintetizado	100-500	0.1-0.4
Latón, aleaciones de Mg y Zn.	200-2000	0.05-0.4	Oxido de aluminio Al_2O_3	50-180	hasta 0.1
Cobre, bronce y aleaciones de Pb	200-1000	0.05-0.4	Silicio	50-180	hasta 0.1
Duro y termoplásticos sin materiales de refuerzo - Resinas epoxicas	100-1000	0.05-0.2	Tungsteno Metal duro	50-180 30-70	hasta 0.1 0.1-0.6

Tabla 8: Valores de corte con herramientas de corte policristalinas para torneear

taladrar y avellanar) de:

- No metales,
- Aluminio y aleaciones con alto Silicio,
- Bronce, latón, oro
- Plásticos, vidrio.

Diamantes policristalinos PKD: (no oxidación). Compuesto de un 80 a 90% de concentración de diamante. Puede soportar temperaturas de hasta 1000 °C.

Se aplica en aquellos casos donde los metales duros no pueden cumplir exigencias de:

- Calidad superficial,
- Datos de corte,
- Tiempo de corte.

Nitruro de boro cúbico: (No oxidación).

Después del diamante corresponde al material más duro. Se emplea en forma de plaquitas revestidas con sustrato de metal duro. Tiene buena estabilidad química, puede soportar temperatura de hasta 1400°C sin perder el filo. Puede en muchos casos sustituir

operaciones de rectificado.

Se aplica especialmente para:

- Aceros con alta dureza de 45 a 68 HRC,
- Aleaciones con alta resistencia al calor con base de cobalto y níquel,
- Aceros rápidos,
- Metales duros.

Las piezas a mecanizar con CBN deben tener la "entrada" rectificada.

SELECCION DE LA HERRAMIENTA DE CORTE

Las herramientas de corte son elegidas dependiendo de:

- Material a trabajar.
- Condiciones de trabajo y frecuencia.
- La experiencia acumulada.

Hay criterios de trabajo que están limitados por las condiciones de la máquina y la pieza, tales como:

- Calidad superficial
- Corte interrumpido
- Potencia de transmisión
- Gama de revoluciones de la máquina
- Rigidez de la máquina.

La fijación del tiempo de mecanizado resulta de la determinación de los parámetros de corte, tales como:

- Profundidad de corte
- Avance
- Velocidad de corte

BIBLIOGRAFIA

BENAVIDES C. Mariano Antonio. -- Teoría del desprendimiento de viruta y mecanizado eficaz. Teoría y

Laboratorios. Cali: SENA, 1986. 430 p. il.

BENAVIDES C. Mariano Antonio. Evolución de las herramientas de corte y procesos para mejorar su rendimiento. -- Cali: SENA. 140 p. il.

SAENZ, Pedro Maria; BENAVIDES C., Mariano Antonio. II Seminario Taller: Las herramientas de corte en el mecanizado eficaz. -- Cali: Centro de Desarrollo Tecnológico ASTIN, Nov. 1991. -- 118 p. il.

BENAVIDES C., Mariano Antonio; SAENZ, Pedro Maria. - Mecanizado Eficaz. -- Cali: SENA, ASTIN, FEDEMÉTAL. Mayo. 1989. -- 134 p. il.

Este artículo fue adaptado por Alejandra Suárez R. Ingeniero Mecánico, con la colaboración de Pedro María Saenz, Técnico especialista en Procesos de Mecanizado y el Ingeniero Mariano Antonio Benavides C. - Jefe del Centro ASTIN que suministraron el material de apoyo.

MATERIAL	ACERO RAPIDO		METAL DURO		OXICERAMICA				
	HSS	Rev. HSS	HM	Rev. HM	Al ₂ O ₃ -B	Si-Base	Cermet	PKD	CBN
Fundición gris	(X)	(X)	X	X	X	X	X		(X)
Fundición dura hasta 55 HRC			X	X		X	X		(X)
55-62 HRC			X		X+TiC	X	X		(X)
Sobre 62 HRC			(X)		(X)				X
Aceros hasta 800 N/mm ²	X	X	X	X					
800-1200 N/mm ²	(X)	(X)	X	X	X		X		
1200-2000 N/mm ²			X	X	(X)		X		
Aleación blanda de Al	X		X					X	
Fundición aleada de AlSi < 12% Si	(X)		X					X	
> 12% Si			X					X	
Aleación de Cu	X		X					X	
Super aleación Co-Ni-Fe-Base	(X)		X	(X)					X
Aleación de Titanio	(X)		X	(X)				X	
Plástico reforzado	(X)		X	X				X	
Sin refuerzo	X		X					X	
Estabilidad de máquinas y herramienta									
Muy inestable	X	(X)							
Inestable	X	X	X	X			X	X	X
Estable	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Muy estable	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Corte interrumpido	X	X	X	X	(X)	(X)	X	X	X

Tabla 9: Tabla para la elección del material de corte. Los elementos marcados con (X) indican que son opcionales.