

Cuchilla con plaquita soldada vs cuchilla con plaquita de cambio rápido

M. Vidal González

Departamento de Tecnología de la Construcción de Maquinarias

Facultad Ingeniería Mecánica

Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría.

Calle 116 s/n, CUJAE, Marianao 15, Ciudad de la Habana, Cuba.

Teléfono: (537)-271208, Fax: (537)-277129 E-mail: vidal@mecanica.ispjae.edu.cu

(Recibido el 21 de diciembre de 1998; aceptado el 14 de mayo de 1999)

Resumen

En Cuba generalmente se considera que la utilización de las cuchillas con plaquitas de cambio rápido es económicamente inapropiada para el caso de las máquinas universales convencionales (no de CNC). Sin embargo hay evidencias que muestran que al menos en algunos casos concretos esta afirmación no tiene validez. Por tanto el artículo trata acerca de la comparación entre los dos tipos de herramientas mencionadas en el título.

Palabras claves: maquinado, herramienta, costo.

1.Introducción

Cuando se trata de máquinas herramienta convencionales generalmente se considera que el empleo de herramientas de cambio rápido no se justifica económicamente por dos razones: a) estas herramientas son más bien caras y b) las máquinas convencionales no tienen la capacidad para explotar todas las posibilidades de estas herramientas. Aunque estas dos afirmaciones son en general ciertas, existen evidencias, al menos para algunos casos particulares [1], de que estas herramientas no están vedadas a las máquinas herramienta convencionales.

Por otro lado, también se dispone de referencias [2] que muestran la factibilidad técnico-económica de fabricación en el país de los soportes portaplaquitas o mangos, que constituyen el elemento más costoso de estas herramientas. Es decir, se dispone de elementos que permiten considerar el empleo de estas herramientas en máquinas convencionales como una interesante hipótesis de trabajo.

La Empresa Herramental "Miguel Saavedra" HERRAMIX produce, entre otros renglones, cuchillas para torneado con plaquita soldada. Por esta razón como

base para la comparación se utilizan la cuchilla HERRAMIX ISO 2 $\phi=45^\circ$ 25X25 por ser una de las de mayor demanda, y la cuchilla SANDVIK equivalente por ser esta firma una de las punteras mundiales.

2.Desarrollo

En la tabla 1 se muestran las condiciones sobre las que se fundamenta la comparación.

La selección de las herramientas se realiza teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes para la aplicación dada. Los valores de velocidad de corte contenidos en la tabla están establecidos sobre la base de considerar una vida útil del filo de corte de 60 min, como corresponde típicamente para el caso del maquinado con cuchillas de plaquitas soldadas en máquinas convencionales. Por supuesto, estos son los valores teóricos calculados para ambos casos; los reales dependerían de las posibilidades concretas del torno específico. No obstante, y como se trata de una comparación, es conveniente que ambas herramientas "trabajen" bajo condiciones idénticas; por lo que se ajustará el valor de la velocidad de corte de la herramienta SANDVIK para que sea igual a la de la herramienta HERRAMIX.

Tabla 1: Condiciones de la comparación.

HERRAMIENTA	MAT. ELABORAR	ELABORACIÓN	t[mm]	S[mm/rev]	V ₆₀ [m/min]
SANDVIK MSSNR 2525L12 Plaquita SNMG120408-PM 4025	acero de construcción contenido medio de carbono	Cilindrado ligero – medio de superficies exteriores	3,0	0,3	217
HERRAMIX ISO 2 25X25 φ=45°			3,0	0,3	198,5

Tal proceder origina que la vida útil de la herramienta SANDVIK aumente en una magnitud que es posible calcular mediante la conocida expresión

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^n \quad (1)$$

Así, utilizando los datos que se obtienen de [5] y sustituyéndolos en la expresión (1) resulta, finalmente, que:

$$T_{V_{198}} = 84,6 \text{ min}$$

En general, el costo del maquinado por pieza y por herramienta puede determinarse por la siguiente expresión [4]:

$$C_P = t_t \frac{(S_h + S_m)}{60} + \frac{t_c}{T} C_{ft} \quad (2)$$

donde:

C_P costo del maquinado por pieza y por herramienta
[\$/p - herra]

S_h salario del operario [\$/hora]

S_m costo del tiempo - máquina [\$/hora]

t_c tiempo de maquinado [min]

T tiempo de vida útil del filo [min]

C_{ft} costo por filo de la herramienta [\$/filo]

t_t tiempo unitario de la elaboración [min]

$$t_t = t_c + t_i + \left[\frac{t_c}{T} - \frac{1}{Z} \right] t_{ft} \quad (2')$$

t_i tiempo auxiliar [min]

Z cantidad de piezas en el lote

t_{ft} tiempo de sustitución del filo [min]

Como puede apreciarse, sólo los términos T , C_{ft} y t_{ft} son diferentes para cada tipo de herramienta. Por tanto, el análisis puede referirse sólo a estos términos y entonces la expresión (2) se transforma como sigue:

$$C'_P = \frac{t_c}{T} [t_{ft} + C_{ft}] \quad (3)$$

La expresión (3) no representa realmente el costo del maquinado, sino sólo la parte de éste que está afectada por el empleo de un tipo u otro de herramienta; por esta razón

se ha designado mediante el símbolo C'_P . Esta expresión es el modelo matemático que permite hacer el análisis comparativo entre los dos tipos de cuchillas, para lo cual se hace necesario determinar los términos que en ella están presentes. A continuación se exponen las consideraciones a tener en cuenta para la evaluación de cada uno de los términos:

Tiempo de maquinado (t_c)

Se sugiere tomarlo numéricamente igual al tiempo de vida útil para el cual se calculará el régimen de corte (V) de la cuchilla con la plaquita soldada, para que el resultado del análisis quede referido por filo de la herramienta.

Vida útil del filo (T)

Para la cuchilla de plaquita soldada se establece según recomendaciones y a partir de aquí se calcula el valor de velocidad de corte (V) que corresponda al resto de los parámetros de corte seleccionados (t y s). Después, con el mismo valor de V ya calculado, se determina para la cuchilla de plaquita de cambio rápido cuál sería el tiempo de vida útil que le correspondería, según las recomendaciones del fabricante.

Tiempo de sustitución del filo (t_{ft})

Se determina experimentalmente mediante medición cronométrica del tiempo empleado en cada caso, tomando en consideración el correspondiente procesamiento estadístico de los datos que se obtengan.

Costo por filo de la herramienta (C_{ft})

Es el aspecto más complejo para determinar, sobre todo para el caso de la cuchilla con plaquita soldada. A continuación se dan las expresiones para su determinación:

Para la cuchilla de plaquita de cambio rápido:

$$C_{ft_{rap}} = \frac{C_{pl}}{n_f} + \frac{1}{n_1} C_{sop} + \frac{1}{n_2} C_{REP} \quad (4)$$

donde:

C_{pl} costo de una plaquita [\$]
 n_f número de filos de la plaquita
 C_{sop} costo del mango o soporte portaplaq. [\$]
 C_{REP} costo de los elementos del mango que se consideran repuestos gastables [\$]
 n_1 y n_2 vida útil (expresada en cantidad de filos) del mango o soporte y de las piezas de repuesto respectivamente.

Los valores de n_1 y n_2 son muy difíciles de establecer. De hecho, el soporte en sí mismo no se deteriora (si no se consideran golpes o daños por mal uso o manipulación) y sólo están sujetos a desgaste fundamentalmente las piezas consideradas como repuestos. Se asume en primera aproximación, para periodos largos de trabajo ($\frac{1}{Z} \rightarrow 0$ en expresión 2'), que

n_1 es un valor suficientemente grande para que el 2º término de (4) pueda desprejiciarse; y que $n_2 = 100$ (valor evidentemente pequeño).

Para la cuchilla de plaquita soldada

$$C_{ft_{sold}} = \frac{C_H}{n+1} + n C_{afil} \quad (5)$$

donde:

C_H costo de la herramienta (\$)

C_{afil} costo del afilado del filo (\$/filo)

n cantidad de afiladas posibles en la herramienta dada.

La cantidad n de afiladas es un valor dependiente del diseño y dimensiones de cada una de las herramientas de plaquita soldada, y que en general se determina a partir de consideraciones geométricas de la parte cortante. Para el caso de la herramienta que se analiza, este valor puede calcularse por la expresión [3]:

$$n = \frac{M \cos(\alpha + \wp)}{h_z \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos(\alpha + \wp)}{\cos \wp} + \Delta h} \quad (6)$$

donde:

$M = (0,6 \div 0,7)b$ magnitud afilable de la herramienta y b es el ancho de la plaquita [mm].

α , ángulos de incidencia y desprendimiento, respectivamente ($^\circ$).

h_z desgaste permisible en la superficie de incidencia [mm].

Δh tolerancia para la magnitud afilada [mm].

En la tabla 2 se muestran los valores específicos para la herramienta considerada y para las condiciones de corte seleccionadas.

Tabla 2: Parámetros de la herramienta considerada

Parámetro	B[mm]	α [$^\circ$]	\wp [$^\circ$]	h_z [mm]	Δh [mm]	n
valor	12	6	10	0,8÷1,0	0,1÷0,25	19

El costo de un afilado de la herramienta puede determinarse por la siguiente expresión:

$$C_{afil} = T_{af} \cdot \frac{S_{af}}{60} \left(1 + \frac{\lambda}{100} \right)$$

donde:

T_{af} tiempo de duración del afilado [min]

S_{af} salario del afilador [\$hora]

$\lambda = 5\%$ factor que tiene en cuenta los costos inducidos de la operación del afilado.

El tiempo de duración del afilado puede variar dentro de límites bastante amplios, en función de las condiciones concretas bajo las que ocurre (manual o a máquina, calificación y experiencia de los afiladores, calidad y características del abrasivo empleado, etc.). En este caso se considera el valor establecido en HERRAMIX, que responde a condiciones de especialización del puesto de trabajo para una producción seriada. Así mismo los otros dos parámetros corresponden también a las condiciones establecidas en dicha entidad. En la tabla 3 se recogen los valores correspondientes.

Tabla 3: Determinación del C_{af}

Parámetro	T_{af} [min]	S_{af} [\$/hora]	λ [%]	C_{af} [\$/filo]
valor	1,28	1,05	5	0,023

Por último en la tabla 4 se muestran los valores correspondientes a los términos de la expresión (5) para el

cálculo del costo por filo de la cuchilla de plaquita soldada.

Tabla 4: Determinación de C_{ftsold}

Parámetro	C_H [\$/]	n (u)	C_{ftsold} [\$/filo]
valor	6,91	19	0,79

De modo análogo puede calcularse el costo por filo de la herramienta de plaquitas de cambio rápido, empleando

la expresión (4) y los valores de los parámetros que en ella aparecen, y que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: Determinación de C_{ftrap}

Parámetro	C_{pl} [\$/]	n_f [u]	n_2 [u]	C_{rep} [\$/]	C_{ftrap} [\$/filo]
valor	6,33	8	100	24,03	0,81

Utilizando la expresión (3) y sustituyendo en ella los valores que aparecen en la tabla 6, puede calcularse el

costo por filo del maquinado con cada una de las cuchillas analizadas.

Tabla 6: Determinación de C'_P

parámetro	plaquita de cambio rápido			plaquita soldada				
	T [min]	t_{ft} [min]	C_{ft} [\$/filo]	C'_P [\$/]	T [min]	t_{ft} [min]	C_{ft} [\$/filo]	C'_P [\$/]
valor	84,6	0,5	0,81	0,92	60	1,0	0,79	1,79

En este caso se ha considerado que el costo se refiere al maquinado de una pieza que demora $t_c = 60$ min y que el tiempo de sustitución del filo es en la cuchilla de plaquita soldada el doble que en la cuchilla de plaquita de cambio rápido, lo que evidentemente beneficia a la de plaquita soldada.

3.Conclusiones

El análisis de los resultados aunque se refieren a la comparación entre dos tipos particulares de cuchillas en cuanto a sus especificaciones, permite establecer conclusiones de carácter general que son aplicables a otros casos:

El empleo de cuchillas de cambio rápido en las máquinas universales convencionales no sólo es técnicamente posible sino incluso recomendable y económicamente ventajoso. No obstante siempre será conveniente hacer el cálculo empleando la metodología

propuesta en este trabajo ya que los valores concretos dependen de la cantidad de filos de la plaquita de cambio rápido así como de sus dimensiones y calidad, todo lo cual afecta su precio y su vida útil global.

El tiempo de amortización de las cuchillas de cambio rápido es mayor que el de las soldadas, debido a los altos precios relativos de algunos de sus componentes sobre todo el mango soporte y las propias plaquitas. En este sentido la existencia de mangos soportes más baratos podría contribuir a que aun los talleres más pequeños se sintiesen atraídos a adquirir este tipo de herramientas.

Aunque no se dispone de datos numéricos concretos que lo corroboren, en algunos trabajos como [7] se pone de manifiesto la certeza de que la vida útil de las plaquitas de cambio rápido es a veces considerablemente mayor que la que resulta de los cálculos que ofrecen los propios fabricantes. Esto favorece aun más el empleo de estas herramientas.

Bibliografía

1. M.RIVAS SANTANA. "Introducción de las herramientas de cambio rápido SANDVIK en el mecanizado de ejes de centrífugas en los talleres TANACEN del MINAZ". Ponencia III Taller de Herramientales tecnológicos y de corte, en Convención Internacional METANICA 98, La Habana, 1998.
2. M.VIDAL GONZÁLEZ y M. LÓPEZ NAVARRO. "Análisis de la factibilidad económica para la producción de vástagos para cuchillas mediante centros de maquinado". Ponencia III Taller de Herramientales tecnológicos y de corte, en Convención Internacional METANICA 98, La Habana, 1998.
3. S.S. NEKRASOV. Obrabotka konstrujzionnij materialov rezaniem Mashinostroenie, Leningrad, 1974 (en ruso).
4. N.L. COPPINI, G.W.A. MIRANDA Y J.R. FERREIRA. "Criterio de sustitución del filo cortante para maquinado óptimo". Proceeding III Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, La Habana, 1997 (en portugues).
5. SANDVIK COROMANT. Catálogo general 1996 y listado de precios 1998.
6. Empresa Herramental "Miguel Saavedra" HERRAMIX. Especificaciones técnicas de las cuchillas para torno con plaquita soldada y listado de precios, 1998.
7. J.R.PIRES y A. DINIZ. "Evitando el desperdicio de herramientas de torneado en una producción no automatizada" Proceeding III Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, La Habana, 1997 (en portugues).

Tip brazed lathe tool vs quick change lathe tool

Abstract

In Cuba it is generally considered that the utilization of quick change lathe tools is economically inappropriate when machining on conventional universal machine tools (not CNC).

However there are some evidences showing that al least in a few particular cases this statement has no support at all. Therefor this paper deals with the comparison between the two types of tools mentioned in the title.

Key words: schemed, tool, cost.