

**FACTORES INCIDENTES EN EL ACABADO SUPERFICIAL
DE PIEZAS MECANIZADAS CON LIMADORA**

Luis SARACHE
Escuela de Ingeniería Mecánica
Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

RESUMEN

Se hace un análisis detallado de los diversos factores que inciden directamente en el acabado superficial, luego de ser mecanizada una pieza con limadora.

Se establece una ecuación matemática, totalmente diferente a la enunciada por G. Boothroyd que rige el grado de rugosidad dado por la herramienta sobre el material. Se comparan estos valores obtenidos de la ecuación con los determinados experimentalmente.

ABSTRACT

Variables on workpiece-surface finishing by a shaper machine. In this paper, an analysis has been done on the variables involved in the surface finish of a workpiece as produced by a shaper machine.

The results of many experiments have been fitted into an equation which closely predicts actual rugosity. This equation is quite different from that proposed by Boothroyd.

INTRODUCCION

La ecuación matemática (1) describe el acabado superficial dado por una herramienta, en función del avance de corte y los ángulos efectivos de los filos principal y secundario.

$$Ra = \frac{f}{4 (\cotg Kré + \cotg Kre)} \quad (1)$$

donde:

Ra = grado de acabado superficial en mm.

f = avance de corte en mm.

Kré = ángulo efectivo del filo principal.

Kre = ángulo efectivo del filo secundario.

Esta ecuación describe en forma, muy simple un efecto bastante complicado como es el acabado superficial, resumido en tres condiciones básicas como son: el avance y los dos ángulos efectivos de la herramienta.

Se hace necesario realizar un análisis más completo y detallado de otros factores, que también son importantes en el grado de acabado de las piezas maquinadas. Entre los factores antes mencionados figuran: velocidad, profundidad y avance de corte, diseño de la máquina, carrera de trabajo, material, ángulos y vida de la herramienta, dimensiones y propiedades mecánicas del material a trabajar, tipo de operación de corte a ejecutar y frecuencia de esta operación.

CONSIDERACIONES TEORICAS

Luego de realizarse las consideraciones técnicas necesarias y comparar estas con los resultados experimentales se llega a la conclusión de que la expresión matemática que rige el grado de rugosidad dado a una pieza con la limadora, se puede expresar según la fórmula:

$$H_s = \frac{P}{4 (\cotg Kré + \text{Cotg} Kre)} \quad (2)$$

Ecuación muy parecida a la (1), pero de fondo totalmente diferente, el valor de P involucra toda una serie de factores, no considerados anteriormente, que inciden en forma rotunda sobre la pieza maquinada y en especial sobre el acabado superficial.

Desarrollo:

$$P = F N_R f \quad (3)$$

donde

$$N_R = \frac{bw}{f} \quad (4)$$

y

$$F = \sqrt{N_t / N_b} \quad (5)$$

Siendo:

bw = la longitud de la pieza a maquinar en mm.

f = el avance de la mesa en mm/golpe

N_t = número de herramientas utilizadas

N_b = número de piezas trabajadas

N_R = frecuencia de corte

Pero

$$\frac{N_L}{N_D} = \frac{t_m}{t} \quad (6)$$

Involucra el tiempo de maquinado t_m y la vida de la herramienta t , debido a que cuando se corta del metal el rendimiento o la capacidad de corte está definida por la duración del filo de la herramienta afectando de forma directa el acabado superficial de la pieza.

La vida de la herramienta está definida por la ecuación de Taylor (2), Según la siguiente expresión para corte continuo.

$$t = t_r \left[\frac{v_r}{v_c} \right]^{1/n} \quad (7)$$

donde t_r : vida relativa de la herramienta

v_r : velocidad relativa de corte

v_c : velocidad de corte

Para el corte intermitente, la ecuación anterior se modifica a:

$$t = \frac{t_r}{Q} \left[\frac{v_r}{v_c} \right]^{1/n} \quad (8)$$

donde Q es la razón entre la permanencia de la herramienta sobre la pieza en corte y el tiempo que dura la herramienta inactiva, según muestra la figura 1.

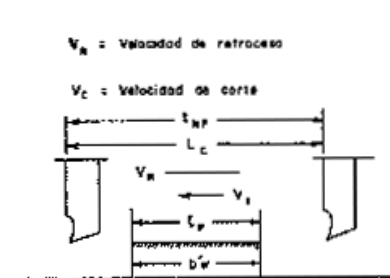


Fig. 1.-Esquema del proceso de corte con laminadora.
 t_p =tiempo de permanencia en corte; b =ancho de la pieza; t_{np} =tiempo inactivo de la herramienta; t_c =longitud de la carrera de trabajo.

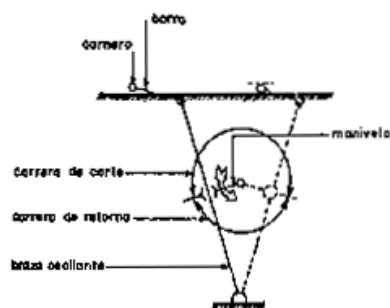


Fig. 2.-Sistema de palanca oscilante, medio por el cual se produce el desplazamiento del torpedo y cabezal porta herramienta.

De lo anterior resulta:

$$Q = \frac{t_p}{t_{NP}} \quad (9)$$

donde
$$t = \frac{bw'}{v_c} \quad (10)$$

y
$$t_{NP} = \frac{L_c}{v_R} + \frac{L - bw'}{v_c} \quad (11)$$

En el proceso existen dos velocidades diferentes, la velocidad de corte v_c y la velocidad de retroceso v_R , distintas en las máquinas herramientas que trabajan mediante un sistema de palanca oscilante, la velocidad v_R es mayor que v_c de forma tal que se disminuyan los tiempos improductivos, como se muestra en la figura 2.

Existe por lo tanto una relación entre v_R y v_c dada por la ecuación:

$$v_R \frac{v_R}{v_c} = \frac{2 L r}{d L_c} \quad (12)$$

donde: l = longitud del brazo o palanca en mm.
 d = distancia al centro de rotación en mm.
 r = radio de la manivela en mm.
 L_c = carrera del torpedo en mm.

Haciendo las sustituciones respectivas, de las ecuaciones (9), (10), y (11) y del valor de v_R de la ecuación (12) en la ecuación (8) se tiene:

$$Q = \frac{1}{\left[\frac{L_c^2 d}{2 L_r b w'} - \frac{L_c}{b w'} - 1 \right]} \quad (13)$$

$$Q = \frac{1}{A} \quad (14)$$

$$t = t_r \left[\frac{v_r}{v_c} \right]^{1/n} = A \quad (15)$$

Para poder estimar la vida se requiere definir el tipo de material de construcción de la herramienta, en este caso acero rápido Mas, y la resistencia del material para poder obtener los valores de t_p y V_p dados en la figura 3.

Queda por definir el tiempo de maquinado t_M :

$$t_M = \frac{bw k}{f N_R} \quad (16)$$

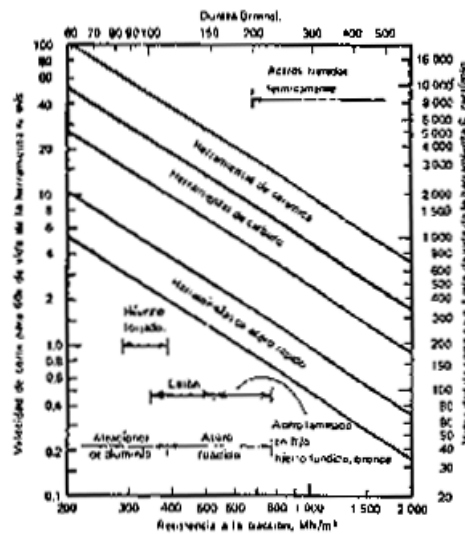


Fig.3.-Valores aproximados de la velocidad de corte V_p para una vida de la herramienta $t_p = 60$ s

Siendo k el número de pasadas requeridas por la herramienta para llegar a la profundidad deseada y N_R la frecuencia de corte de la herramienta sobre la pieza, dado directamente por el selector de velocidad de la limadora expresada en golpes/min. V_m que representa la velocidad media de la operación.

$$0 \text{ Sea} \quad V_m = 2 L_c N_R = \frac{V_c + V_R}{2} \quad (17)$$

Sustituyendo la ecuación (15) y (16) en la ecuación (6) resulta.

$$\frac{N_T}{N_b} = \frac{bw k}{f N_R t_T (v_T/v_C)^{1/n} A} \quad (18)$$

Y el valor de P final para determinar el grado de rugosidad queda la siguiente forma:

$$P = bw \sqrt{\frac{bw k}{f N_R t_T (v_T/v_C)^{1/n} A}} \quad (19)$$

EXPERIMENTAL

Condiciones de operación

$N_R = 20$ golpes/min	$L = 680$ mm.
$bw = 50.8$ mm.	$d = 350$ mm.
$Kre = 4^\circ$	$L_C = 300$ mm.
$Kre = 60, 65, 75, 80$ y 85°	$r = 122$ mm.
$N_P = 300$ golpes	$t_T = 60$ s.
$f1 = 0,2$ mm/golpe	$k = 1$ herramienta.
$f2 = 0,4$ mm/golpe	$bw_1 = 60$ mm.
$f3 = 0,6$ mm/golpe	$bw_2 = 120$ mm.
$n = 0,125$ Has	$bw_3 = 180$ mm.
$v_p = 0,75$ m/s. Probeta de acero con dureza 200 Brinl	

RESULTADOS

Figuras 4,5 y 6, sobre ellas se representan los valores experimentales <4> y los calculados en base a las ecuaciones (1) y (2)

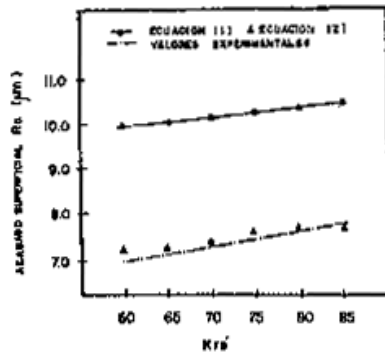


Fig.4.-Acabado superficial vs ángulo efectivo del filo principal con avance de 0,2 mm/golpa.

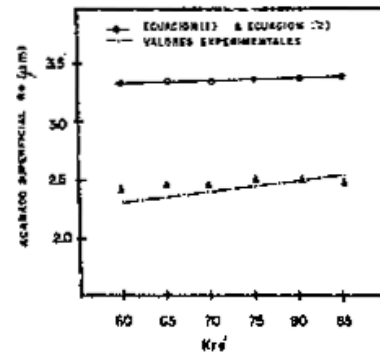


Fig.5.-Acabado superficial vs ángulo efectivo del filo principal con avance de 0,4 mm/golpa

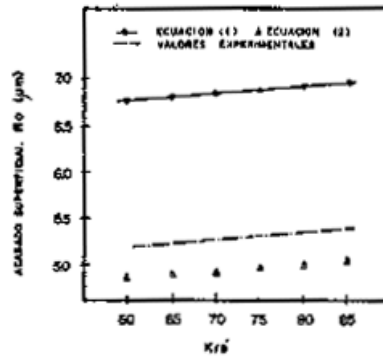


Fig.5.-Acabado superficial vs ángulo efectivo del filo principal con avance de 0,6 mm/golpe.

CONCLUSIONES

Se observa que los valores calculados por la ecuación propuesta presenta una mejor coincidencia con los valores experimentales, que los obtenidos de la ecuación de Geoffrey Boothroyd.

Se analiza más globalmente las causas determinantes que, influyen en el grado de rugosidad dado a la pieza, sin embargo, la inclusión de nuevos factores dió como resultado que el error entre los valores calculados y experimentales no sobrepasa el 10%, confirmando lo expresado por E.N. Maslow (5), quien en estudios realizados sobre rectificación de piezas, considera que el acabado superficial, no sólo es función de la geometría de la herramienta y las características de corte, sino también de otros factores menos importantes pero no despreciables.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BOOTHROYD, Geoffrey. Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas Herramientas; McGraw Hill, pág. 136-143 (1978)
- (2) TAYLOR, F.W.; On the Art of Cutting Metals, Trans, ASME, Vol. 28, pág. 31 (1906)
- (3) MICHELETTI, G.F.; Mecanizado por Arranque de Viruta, BLUME, pág. 342-359 (1980)
- (5) SARACHE, L.M.; Influencia de tres variables en Corte de Metal con Limadora, Universidad de Los Andes, (1981)
- (4) MASLOW, E.N.; Teoría sobre el Rectificado de Piezas Metálicas, MGSCA (1961)