

Estudio del proceso de extrusión del latón al bismuto y su maquinabilidad

Extrusion process study from brass to bismuth and its machinability

Eusebio Dionicio P., Manuel Caballero R., Víctor Vega G., Oswaldo Gonzales R. y Luis Orihuela S.*

Recibido: 20/05/2011

Aprobado: 02/06/2011

RESUMEN

El presente estudio ha determinado que los materiales de latón al bismuto: 1.11%, 1.46% y 2.48%, respectivamente, presenten características como sigue:

El material latón al bismuto trefilado, barra redonda uniforme de 19 mm, cuya microestructura está formado por cristales $\alpha + \beta$ presenta inclusiones de bismuto en los límites de grano y en el grano. La deformación del grano es más pequeño en la superficie, siendo mayor el grano a medida que se llegue al centro.

Las propiedades mecánicas del material trefilado de 19 mm. I y II son mayores al establecido por la norma ASTM B 16/B 16M., siendo la dureza HRB mayor a lo establecido por dicha norma. Asimismo el material es forjable al obtenerse piezas de volante para las válvulas de gas. El índice de maquinabilidad de los materiales trefilados de latón que presenta bismuto entre 1.0 y 2.5 % deben estar entre 85 y 90.

Palabras clave: bismuto, latón, recristalización, tamaño de grano, maquinabilidad, extrusión

ABSTRACT

The current study has determined that the materials from brass to bismuth, 1.11%, 1.46% and 2.48% respectively, have the following characteristics: the brass to bismuth material drawing, uniform round bar of 19 mm which microstructure is formed by $\alpha + \beta$, shows inclusions of bismuth in the grain limits and in the same grain. The grain deformation is smaller on the surface, and it becomes bigger as it reaches the center.

The mechanical properties of the 19 mm drawing material, I and II are bigger than the established by the ASTM B 16/B 16M, being the HRB hardness higher than the established by the norm. Also the material is wrought to obtain pieces for gas valves. The machinability index of the brass's drawing materials that contains bismuth between 1.0 and 2.5% should be in a range from 85 and 90.

Keywords: bismuth, brass, recrystallization, grain size, machinability, extrusion

* Docentes del Departamento Académico de Ing. Metalúrgica - UNMSM. E-mail: edioniciop@unmsm.edu.pe, mcaballeror@unmsm.edu.pe, vvegag@unmsm.edu.pe, ogonzalesr@unmsm.edu.pe, loriuelas@unmsm.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

El tamaño promedio del grano recristalizado no depende exclusivamente de la mayor o menor cantidad de núcleos de recristalización generado por la acritud, sino también del efecto de las impurezas: Sn, Fe, Ni, Si, Al. Es decir, de los átomos de solución sólida y de los precipitados. Los átomos en solución sólida suelen retardar el avance de las superficies límites de los núcleos, debido a la interacción elástica que los átomos solutos ejercen sobre ellas, curvándolas. Los precipitados o segundas fases también obstaculizan aquellas superficies límites donde su efecto se asemeja al de los alfileres y por ello es denominado “pinning”. Con respecto a la nucleación, puede decirse que las impurezas y segundas fases precipitadas en la matriz con acritud, acelera la formación de núcleos si el tamaño de la segunda fase es suficientemente grande (del orden de varias micras), ello debido a la concentración local del esfuerzo que la deformación en frío produce sobre la matriz con acritud que rodea a la partícula. Las impurezas en cambio, retrasan la nucleación si esas segundas fases resultan muy pequeñas, porque frenan la movilidad de subjunatas de grano (Pero-Sanz, 2000).

A diferencia de otras propiedades mecánicas, la maquinabilidad de un material es muy difícil de definir, dado su dependencia con muchas variables, a saber, el material a mecanizar y su estado: microestructura, dureza, composición química, método de conformación, el material de la herramienta a utilizar, si esta es recubierta o no, la geometría de corte, el tipo de proceso de mecanizado, el estado de conservación de la máquina-herramienta empleada en el ensayo, la utilización o no de fluido de corte. López (2002) se refiere a aquellos “factores que contribuyen a la variabilidad en el análisis de la maquinabilidad”, asignándole mayor importancia al desgaste de la herramienta, a las variaciones en las propiedades metalúrgicas del material a trabajar y de la herramienta, y la facilidad que tiene el material a mecanizar para formar virutas cortas.

A pesar de la resistencia que evidencian algunos autores como Trent (2000) o Micheletti (1980), para precisar su definición, existen otros como López (2002), que más allá de la falta de una definición universal del término, se apoya en la ASM (1989) o en el trabajo de Faustmann (1976), que admite la descripción en 10 distintos tipos de maquinabilidad,

basado en desgaste de herramienta, estructura y tipo de viruta.

La simple intuición nos indica que un material de buena maquinabilidad, gastará poco el filo de la herramienta de corte, producirá menores esfuerzos durante el mecanizado, consumirá menos potencia y por supuesto generará menor cantidad de calor, que un material de pobre maquinabilidad.

II. DISEÑO EXPERIMENTAL

La metodología experimental para obtener resultados ha sido el siguiente:

1. Balance de materiales para obtener las aleaciones de latón de la presente investigación.
2. Fundición de los tochos en coquilla de 3 pulg.
3. Extrusión de los materiales fundidos
4. Análisis químico de los materiales.
5. Trefilación de las barras extruidas a 19 mm de diámetro.
6. Análisis metalográfico de los materiales trefilados.
7. Forjamiento del material trefilado.
8. Pruebas mecánicas de los materiales trefilados.

II. MÉTODOS Y RESULTADOS

Tabla N.º 1. Composición química de los materiales

Método de análisis: espectro de emisión

Elemento	Material I	Material II	Material III
Cobre	62.2	62.1	61.9
Estaño	0.61	0.58	0.43
Bismuto	1.11	1.46	2.48
Fierro	0.136	0.061	0.087
Fosforo	0.012	0.016	0.016
Plomo	0.01	0.002	0,17
Cinc	35.86	35.688	34.66

Tabla N.º 2. Propiedades mecánicas del material trefilado

Material	Carga: N			Esfuerzo: Mpa			Elongación
	Fluencia	Máxima	Rotura	Fluencia	Máxima	Rotura	%
I	19859	41546	39375	156.77	327.97	310.82	36.70
	19734	40703	31718	155.78	321.31	250.39	38.78
II	22781	45156	42250	179.83	356.46	333.52	40.64
	25109	43312	43312	198.21	362.01	341.91	34.16
III	22500	38218	37953	177.61	301.70	299.60	
	20265	37218	32890	162.52	298.48	263.77	

Tabla N.º 3. Dureza superficial de los materiales

Dureza: la dureza de los materiales fueron medidos en la superficie de las barras trefilados, con los siguientes resultados promedios:

Material	Dureza HRB
I	89
II	92
III	88

2.1. Análisis metalográfico



Figura N.º 1. Material I.- trefilado.

Borde.- tomada a 100x en el borde de la probeta atacada con cloruro férrico en solución alcohólica. Se observa granos equiaxiales alargándose hacia el centro como si fueran columnares posible debido al crecimiento de granos también se observa inclusiones de bismuto.

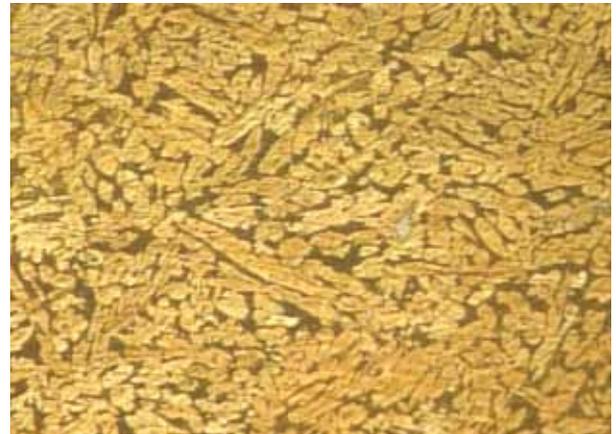


Figura N.º 2. Material I centro.- tomada en el centro de la probeta a 200x, atacada con cloruro férrico presenta granos alargados fase alfa (como dendritas) posible crecimiento de grano debido al trabajo mecánico recibido o térmico, se observa presencia de fases aisladas adireccionadas de bismuto en especial en los límites de grano.



Figura N.º 3. Material II borde trefilado.- tomada a 200x atacada con cloruro férrico, se observa granos de forma dendrítica basta (gruesa) con pequeñas fases dispersas de bismuto.

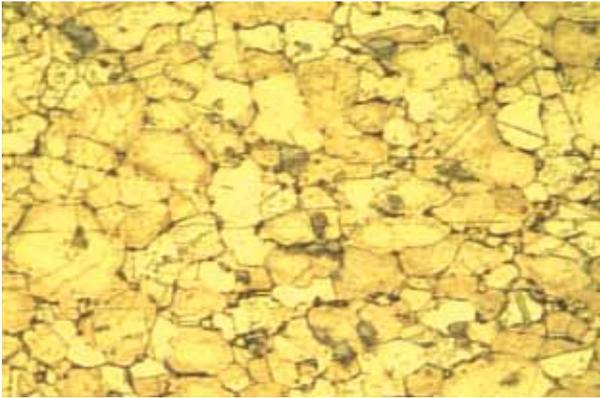


Figura N.º 4. Material III, borde trefilado tomada a 200x atacada con cloruro férrico, se observa granos de forma dendrítica basta (gruesa) con pequeñas fases dispersas de bismuto.

2.2. Conformado plástico

2.2.1. Extrusión

Los tochos fundidos han sido fundidos en moldes de coquilla de 3 pulgadas.

Temperatura de calentamiento de los tochos: 750 °C a 780 °C.

Relación de extrusión: $S/s = 3 \text{ pul.}/0.75 \text{ pul.} = 5,333$.

Reducción de sección: $(S - s)/S \times 100 = 75\%$

2.2.2. Forja

Pedazos de las barras del material trefilado fueron forjados para obtener volantes para válvula de gas.

En la vistas se puede observar las piezas forjadas sin presentar fisuras.



Material I

Figura N.º 5. Latón Cu-Bi Forja/Volante .



Material II

Figura N.º 6. Latón Cu-Bi Forja/Volante



Material III

Figura N.º 7. Latón Cu-Bi Forja/Volante.



Figura N.º 8. Trefilado.

Los materiales extruidos en barras cilíndricas I, II y III, fueron trefilados a una medida de 19 mm de diámetro.

En la vista se observa los materiales I, II y III



Figura N.º 9. Muestras de viruta de los materiales I, II y III corresponden al tipo 7 de maquinabilidad del estudio de J. Faustmann.

III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La temperatura para el calentamiento de los tochos ha estado entre 750 °C a 780 °C, para luego

ser extruido. Los resultados indican que los granos están deformados, siendo más pequeños en la superficie.

Tabla N.º 4. Índices de maquinabilidad de los latones:

Material	Composición			Índice de maquinabilidad
	Cu	Zn	Pb	
Free Cutting Brass	61.5	35.5	3	100
High Leade Brass	62.5	33.75	1.75	90
Medium leaded Brass	62.5/66.5	Resto	0.75/1.25	70
Low Leade Brass	65.0/68.0	Resto	0.3/0.8	60

Fuente: ASME Handbook, Metals Properties, pp. 309-310.

Índice de Maquinabilidad: (Resistencia del Free Cutting Brass al corte/Resistencia del Material al corte) x 100.

Tabla N.º 5. Índice de maquinabilidad de latones con Plomo y Bismuto

Composición			Índice de maquinabilidad
Cu	Pb	Bi	
62.52	2.58	—	100
61.38	1.04	—	90
61.86	0.43	0.49	87
60.00	—	0.50	55
62.04	—	1.02	87
60.00	—	3.00	88
62.00	—	—	35

Fuente: Data J.T. Plews.

De acuerdo a la norma ASTM B 16/B 16M-05, latones aleados al plomo de fácil maquinado (índice de maquinabilidad 100), con diámetro entre ½ y 1 pulgadas, debe tener una dureza entre 60-80 HRB, propiedades mecánicas: Esfuerzo a la rotura mínimo 55 ksi, esfuerzo a la fluencia 0.5% mínimo 25 y % de elongación mínimo 10.

La norma ASTM B 124/B 124M-06 para barras forjadas, latón C37700 de composición química: Cu 59.0-61.0, Pb 1.5-2.5, hierro 0.30 max., Zn resto; las

propiedades mecánicas no es establecido, salvo de mutuo acuerdo entre fabricante y comprador.

IV. CONCLUSIONES

Los materiales: latón al bismuto (I, II y III), cuya microestructura está formado por cristales $\alpha + \beta$ presenta inclusiones de bismuto en los límites de grano y en el grano.

La temperatura de extrusión de los tochos ha estado entre 750 °C a 780 °C.

La trefilación produjo una barra redonda uniforme de 19 mm de diámetro y la deformación del grano es más pequeño en la superficie, siendo más grande a medida que se llega al centro.

El material es forjable al obtenerse piezas de volante para la fabricación de válvulas de gas sin defecto alguno.

Las propiedades mecánicas del material trefilado de 19 mm I y II son mayores al establecido por la norma ASTM B 16/B 16M., siendo la dureza HRB mayor a lo establecido por dicha norma.

El índice de maquinabilidad de los materiales trefilados de latón que presenta bismuto entre 1.0 y 2.5 % deben estar entre 85 y 90.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASM (1989). Metals Handbook. 9th edition. Vol. 16 Machining, ASM International. Editoriales DOSSAT, pp. 507-525.

2. Faustmann J. (1976). Maquinabilidad Exposición General, VII Jornadas Metalúrgicas Hispano-Francesas, Madrid.
3. López E. (2002). Estudio de maquinabilidad para aleaciones de aluminio Al-MgSi 6063. Universidad Autónoma de Nuevo León, Mexico.
4. Micheletti G. (1980). Mecanizado por arranque de viruta. Editorial Blume, Barcelona, España.
5. Pero-Sanz Eloz, José Antonio (2000). 5.^a ed. Ciencia e Ingeniería de Materiales.
6. Trent E and Wright P. (2000). Metal Cutting, Fourth Edition, Butterworth Heinemann, USA.