



**BABBITT PARA COJINETES DE LUBRICACIÓN
POR TERMO-ROCIADO**

BABBITT PARA COJINETES DE LUBRICACIÓN POR METALIZACIÓN

RESUMEN

En esta propuesta se describe la calidad de los recubrimientos por metalización en aplicaciones de cojinetes de lubricación o chumaceras. El método de metalización es una alternativa competitiva para el depósito de material de Babbitt por la versatilidad del proceso y la producción de superficies equivalentes a aquellas producidas por procesos típicos de colada estática y colada centrífuga o fusión de alambre mediante torchas de oxiacetileno. A continuación se discuten y se comparan las propiedades requeridas para el Babbitt Grado 2 y Grado 3, en aplicaciones de cojinetes de lubricación. La idea principal es apoyar la producción local de Babbitt por metalización, asegurando la calidad del producto final a un costo razonable.

INTRODUCCIÓN

El material Babbitt de chumaceras se utiliza comúnmente por su bajo coeficiente de fricción. Otros materiales de bajo coeficiente de fricción son el cromo (Cr), el molibdeno (Mo), la cromia (Cr2O3), etc. Sin embargo, a diferencia de estos, las propiedades mecánicas del babbitt (base estaño-Sn) y otras aleaciones similares de aluminio (Al) y plomo (Pb), permiten niveles ostensibles de deformación plástica necesarias para adaptar defectos de alineación de ejes, asegurando un limitado desgaste por remoción o adherencia al material del eje. Otras propiedades importantes del material de Babbitt son su alta conductividad térmica que le permite disipar el calor generado por la fricción, estabilidad química para resistir a efectos corrosivos de lubricantes y otros productos en la interfase, y un bajo punto de fusión, que en ciertas aplicaciones le permite al par eje-cojinete llegar a la temperatura de *solidus-liquidus* del Babbitt y así reducir aún más la resistencia a la fricción en una condición de fusión del cojinete(Ref 1)(Ref 2).

Existen tres procesos comerciales para la producción del material de Babbitt para cojinetes de lubricación nuevos o reparado, que incluyen: 1) fundición (colada regular para cojinetes planos y la colada centrífuga para cojinetes circulares), 2) el depósito mediante torcha oxiacetilénica de Babbitt en forma de alambre, 3) el depósito mediante metalización de alambre. Todos los procesos demandan de un elevado control de los parámetros del proceso y de la configuración del sistema para asegurar la calidad del depósito de babbitt. Los métodos por fundición y especialmente el de colada centrífuga requieren de un delicado control de la temperatura de sobrecalentamiento de la colada y del sustrato así como también del proceso de enfriamiento y la velocidad de rotación. Además el proceso

presenta inconvenientes en acomodar distintas geometrías de superficie y alcanzar una eficiente adherencia. El proceso de depósito de alambre requiere de una elevada experticia del operador del proceso y esto generalmente limita la calidad por presencia de poros y defectos mayores como fisuras o grietas entre capas. En el caso de la metalización, el proceso permite el depósito controlado de millones de partículas atomizadas desde el material base en forma de alambre. Las partículas están expuesta a oxidación de sus superficies durante el vuelo. El depósito se forma en un continuo mediante el depósito de miles de diminutas gotas de material que rellenan los espacios sucesivamente.

En todos los casos, la adherencia entre el babbitt y el material base está limitada a enlaces de Van der Waals o covalentes, relativamente débiles puesto que no hay unión metalúrgica. Solo uno de los materiales es depositado en condiciones de fusión mientras que el otro permanece sólido. En el caso de la metalización, la adherencia es mejorada mediante un depósito de una capa base de aleación de Ni-5%Al, o NiCrAlY que puede llegar a producir enlaces metálicos y fusión localizada en la superficie del sustrato. Sin embargo, aunque la metalización puede superar a otros procesos en adherencia, la propiedad de cohesión (adherencia entre capas) puede representar una desventaja. Aquí toma especial atención, la optimización de parámetros del rociado térmico para producir micropartículas suficientemente calientes para beneficiar la adherencia entre partículas depositadas (mejorando la cohesión) pero sin promover excesiva oxidación de las mismas en vuelo. Dos procesos de metalización son sugeridos por los expertos y son usados desde los años 70's: el proceso de metalización por arco eléctrico y el proceso de metalización por flama. Ambos utilizan babbitt en forma de alambre como material de alimentación. El proceso de flama

es el preferido por la temperatura más baja que limita la oxidación en vuelo.

Babbitt, por el método de metalización es el preferido para casos de re-manufactura de componentes. Babbitt por metalización se aplica generalmente a superficies de apoyo (rodamiento principal del cigüeñal, bielas, y bloques de motor, etc.). Estas constituyen aplicaciones muy populares y de reconocido éxito.

El proceso habitual de metalización para re-manufactura incluye los siguientes pasos(Ref 3)(Ref 4)(Ref 5):

1. El Babbitt previo es típicamente derretido con una antorcha de alto poder calórico.
2. Mientras el material sustrato está todavía caliente, se limpia química y mecánicamente con un fluido ácido (de composición especializada), un cepillo de alambre, y un paño.
3. Una vez que esté limpio, más flujo ácido puede ser añadido y una ligera película de polvo de estaño puede ser aplicada como base. También se sugiere el uso de una capa base de NiAl o NiCrAlY
4. Se aplica inmediatamente la metalización a través de una torcha de llama o arco de alambre al espesor deseado. Para reducir al mínimo el contenido de óxido de estaño por la pulverización se usará una llama reductora en O2 (llama rica en combustible).



Fig. 1. (superior izquierda) chumacera a la cual se ha removido el babbitt por calentamiento y limpieza química y mecánica. (superior derecha) Proceso de metalización con torcha de arco eléctrico. (inferior izquierda) maquinado final a medida y tolerancia especificada por la aplicación. (inferior derecha) control de calidad por ultrasonido y corrientes inducidas.

El control de calidad típico por ultrasonido es aplicado en

cojinetes producidos por colada de babbitt. Este proceso también se recomienda en recubrimientos de metalización sin embargo, por el posible efecto de las intercapas en la medida, se recomienda complementar la caracterización con el proceso de ultrasonido (Ref 6).

En cuanto a la composición de los materiales, se identifica tanto en el babbitt grado 2, como 3 (clasificación según norma ASTM B23(Ref 7)) precipitados de material relativamente más duros embebidos en una matriz suave de Sn. Los precipitados son producto de la adición de aleantes como Antimonio-Sb y cobre-Cu a la matriz, con lo que se forman precipitados.

La misma microestructura de babbitt por fundición puede ser identificada en recubrimientos por metalización a nivel de la microescala, presentando dos tipos de precipitados: 1) uno cuboide de fase alfa de SnSb, 2) un segundo precipitado secundario en forma de agujas o estrellas de Cu-Sn, y todos embebidos en la matriz de Sn (Ref 8). Esta microestructura es ilustrada en la Figura 2.

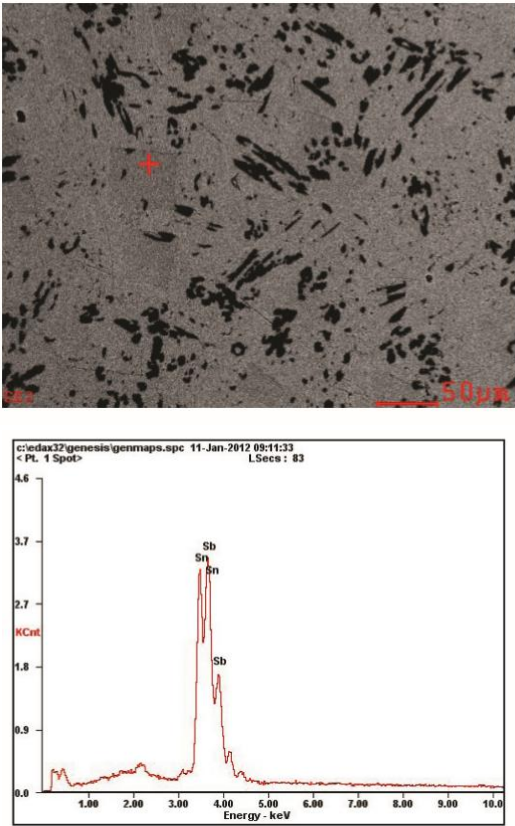


Fig. 2. (arriba) Microestructura típica de un recubrimiento Babbitt (base Sn, Sb, Cu). Se identifican las fases precipitadas en una matriz rica en Sn. (abajo) Patrón de difracción de rayos X, que identifica la composición del cuboide precipitado (marca en rojo arriba) rico en Sn-Sb fase alfa.

LA PROPUESTA

Como solución, se propone producir cojinetes de lubricación por el proceso de metalización por flama usando alambre Babbitt grado 2. A nivel mundial no se produce comercialmente alambre de Babbitt grado 3 por su baja maleabilidad. A continuación se presenta una comparación de composición (Tabla 1) y propiedades (Tabla2) (las más relevantes a la aplicación en discusión) (Ref 2).

No.	Babbitt segun norma ASTM B23	Sb (%peso)	Cu (%peso)	Sn (%peso)
1	Babbitt Grado 2 (alloy 2)	7.5	3.5	89
2	Babbitt Grado 3 (alloy 3)	8.0	8.0	84
3	Alambre de metalización	3.5	7.5	89

Tabla 1: Composición de Babbitt tipo 2 y 3 (bajo norma ASTM B23) en comparación con la composición del alambre de metalización (producto referencial empresas Oerlikon Metco y Praxair Surface Technologies(Ref 9)(Ref 10))

Se observa de la tabla 1, que la composición de babbitt grado 3, contiene mayor cantidad de Cu, lo que promueve la formación de más precipitados Cu-Sn y menor cantidad de Sn-Sb. Esto incrementa la dureza por cuanto la matriz se encuentra más reforzada en volumen de material precipitado lo que se evidencia en la tabla 2 (columna- resistencia a la fluencia y dureza). Sin embargo, se nota que esta diferencia en dureza y resistencia a la fluencia, no es altamente significativa (7.5% y 9.2%). Es por esto que la metalización de material grado 2 (Tabla 1, fila 3) ha sido aceptada ampliamente en aplicaciones de re-manufactura, en las cuales el costo beneficio de producir piezas con renovada dimensión en aleación grado 2, compite muy de cerca con la composición de la aleación grado 3. La peso específico de ambas aleaciones es muy similar y no representa un factor determinante al momento de seleccionar una u otra aleación.

No.	Babbitt segun norma ASTM B23	Gravedad especifica	Resistencia a la fluencia en compresion (MPa)	Dureza Brinell a 20°C
1	Babbitt Grado 2 (alloy 2)	7.39	42.1	24.5
2	Babbitt Grado 3 (alloy 3)	7.46	45.5	27
3	Alambre de metalización	7.39	-	25

Tabla 2: propiedades destacadas de aplicaciones de babbitt para cojinetes de lubricación.

Finalmente, citamos como importante nuestras alianzas estratégicas con Universidades del Ecuador (Escuela Politécnica Nacional EPN, y Universidad San Francisco de Quito USFQ) con quienes caracterizamos nuestros materiales

en sus laboratorios y sumamos la asesoría de su personal calificado, afín de asegurar el éxito de nuestros proyectos.

Referencias:

1. C.M. Fraiss and N.B. Street, Saint-Gobain - Coating Solutions Application Data Sheet Babbitt Bearing Rebuilding, n.d.
2. W.P. Bardet, D.J. Wengler, P. Motor, and B. Company, Introduction BABBITTING Is a Process by Which Relatively Soft Metals Are Bonded Chemically or Mechanically to a Stronger Shell or Stiffener, Which Supports the Weight and Torsion of a Rotating, Oscillating, or Sliding Shaft. The Babbitt, Being Softer, *ASM Handbook in Surface Engineering*, n.d.
3. T.S. Society, Discussion Topics and Threads on Thermal Spray, *J. Therm. Spray Technol.*, 2006, **15**(1), p 22-23, doi:10.1361/105996306X92505.
4. R.S. Lima, Discussion Topics and Threads on Thermal Spray, *J. Therm. Spray Technol.*, 2007, **16**(1), p 24-27.
5. S. Lima, Discussion Topics and Threads on Thermal Spray, *J. Therm. Spray Technol.*, 2006, **15**(1), p 22-23, doi:10.1361/105996306X92505.
6. J. Koutsk?? and J. Vesel??, Evaluation of White Metal Adhesion (conventional Casting and Thermal Wire Arc Spraying) by Ultrasonic Non-Destructive Method, *J. Mater. Process. Technol.*, 2004, **157-158**(SPEC. ISS.), p 724-728.
7. A. American and N. Standard, Standard Specification for White Metal Bearing Alloys (Known Commercially as " Babbitt Metal ") 1, *October*, 1994, **14**(1988), p 1-3.
8. B. Zhang, Z.Y. Yang, D.X. Fu, X.F. Li, and W. Chen, Preparation of the Wire of ZChSnSb11-6 Used for Remanufacturing Thermal Spraying, *Phys. Procedia*, 2013, **50**(October 2012), p 231-237.
9. O. Metco., "Material Product Data Sheet Pure Molybdenum Powders for Thermal Spray," 2014, p 1-4, <http://www.oerlikon.com/metco/en/>.
10. A. Praxair, Praxair and TAFA Inert Arc Spray Titanium Wire -14T, n.d., p 2-5.