

Niquelado en baños tipo Watts

W. FRANCISCO, L. M. BLANCO Y R. CHOY

*Grupo de Corrosión, Universidad Central de Las Villas,
Santa Clara, Cuba*

Recibido: 22 de julio de 1980

ABSTRACT. In the present paper are shown the results of a bibliographical research about the properties and applications of nickel coatings. Are also given the components and working parameters of Watts-type baths, and is discussed the influence of the main types of addition agents used at present in these baths. In the paper are finally analysed the development perspectives of the application in our country of electrolytical nickel coatings.

RESUMEN. El presente artículo muestra los resultados de un estudio bibliográfico sobre las propiedades y aplicaciones de los recubrimientos electrolíticos de níquel. Se reportan los componentes y parámetros de trabajo fundamentales, de los baños tipo Watts, así como los principales tipos de agentes de adición utilizados en la actualidad en estos baños. Este trabajo comenta finalmente las perspectivas de desarrollo en la aplicación de recubrimientos electrolíticos de níquel, en nuestro país.

INTRODUCCION

Los recubrimientos electrolíticos de níquel, son depósitos metálicos protectores y decorativo-protectores. Su amplia aplicación se debe, a la alta resistencia contra la corrosión, en condiciones atmosféricas, fácil obtención de los recubrimientos, y el agradable aspecto superficial que produce. Por esta razón, los recubrimientos de níquel se aplican en todas las ramas tecnológicas y actualmente el consumo de níquel dedicado a este fin alcanza un 20% de su producción mundial.

En nuestro país, los recubrimientos electrolíticos de níquel son ampliamente aplicados en muchos procesos tecnológicos. Sin embargo, la tecnología del niquelado en Cuba está muy atrasada, y su aplicación es casi artesanal.

Por otra parte, el progresivo desarrollo de la industria sidero-mecánica en Cuba y la alta producción de níquel de nuestro país, exigen una revi-

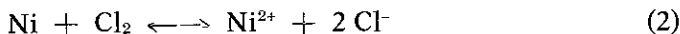
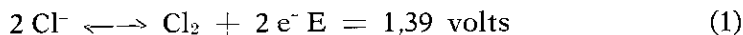
sión profunda de los procesos de aplicación del niquelado. El presente trabajo, resume los primeros pasos dados por nuestro grupo de investigación, en esta dirección y en particular, se presentan las características y propiedades fundamentales de estos recubrimientos, así como también se analizan las principales cuestiones que de inmediato se deben acometer para mejorar la aplicación de la tecnología del niquelado.

Tipos de baños. En la industria se usan muchos tipos de baños de níquel; el tipo y composición del baño usado en determinados tratamientos galvánicos está en dependencia de las características de las piezas a recubrir, la velocidad de deposición, la dureza del recubrimiento, el aspecto del depósito y el espesor de la capa.

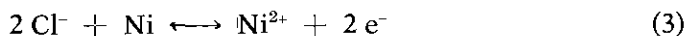
Los baños electrolíticos de níquel más usados son: de tipo Watts, de aminas de fluoroboratos y baños para la deposición de recubrimientos negros. Los baños electrolíticos tipo Watts son los más usados para la obtención de recubrimientos de níquel; por esta razón, se pasa a la descripción detallada de sus propiedades y parámetros de trabajo.

Componentes de los baños tipo Watts. Estos baños están constituidos por tres componentes básicos: sulfato de níquel, cloruro de níquel y ácido bórico. El sulfato de níquel heptahidratado en solución acuosa aporta iones simples de níquel, los que por electrólisis se reducen en el cátodo. El potencial de descomposición del níquel en estos baños es de alrededor de $-0,64$ volts, aunque este valor puede variarse en dependencia de la concentración utilizada con el objeto de incrementar el rendimiento catódico. En algunos casos, con el propósito de incrementar la conductividad de los baños y de disminuir la concentración de los iones níquel, se adicionan sulfatos alcalinos como: el sulfato sódico, el sulfato de magnesio o también el sulfato amónico en estado de sulfato doble¹.

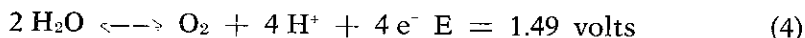
La adición de cloruro de níquel en estos baños se fundamenta por el aporte de iones simples de níquel, los que por electrólisis se reducen en la disolución anódica. En presencia de cloruros la reacción anódica que ocurre es².



y la reacción total es:



El funcionamiento de los ánodos es óptimo cuando las velocidades de ambas reacciones son iguales, pero cuando la velocidad de la reacción (1) es superior a la reacción (2) la concentración de los cloruros baja, con el consecuente incremento del potencial y, por tanto, la posibilidad de la descarga del oxígeno, corriendo la pasivación anódica.



En la Tabla I se muestran los componentes y parámetros de los baños de tipo Watts más usados. De ellos, los de mayor aplicación para la obtención de los recubrimientos de níquel son los baños de sulfato; la composición y parámetros de los mismos están en dependencia del proceso tecnológico que se utilice. En la actualidad se utilizan numerosos procesos tecnológicos de níquel y la composición de estos baños está protegida por patentes comerciales^{3,4}.

TABLA I

Composición y parámetros de los baños tipo Watts para niquelado con brillo

Componentes del Baños 2/E	Baños de Sulfato	Baños Clorurados
Ni SO ₄ • 7 H ₂ O	250-350	170-250
Ni Cl ₂ • 6 H ₂ O	30-60	100-180
H ₃ BO ₃	40-60	30-40
Agentes de adición	0,2-5	0,2-5
Parámetros de Trabajo		
Temperatura °C	45-55	45-55
pH	3,2-4,2	3-4
Densidad de corriente Catódica, A/dm ²	1,5-5	2,5-15

Los baños de níquel de tipo Watts, como se presenta en la Tabla I, trabajan en un rango de temperatura de 45-55°C, pero es posible incrementar este rango hasta 70°C, con el objetivo de favorecer la velocidad de deposición. La densidad de corriente admisible en estos baños está en

función de la composición del baño y de la agitación, para lo que se recomienda usar aire comprimido, el que debe suministrarse a razón de 8-15 l/minuto aire por cada 10 cm de barra catódica.

Los baños tipo Watts son muy sensibles a las impurezas, por ello se recomienda la filtración continua con carbón activado, a una velocidad de 2 volúmenes/h y un consumo de 0,2-0,3 g de carbón por 1 de baño. De los baños tipo Watts presentados en la Tabla I, los baños de sulfatos son más sensibles a las impurezas de los metales pesados que los baños clorurados a pesar de que éstos producen recubrimientos más duros y frágiles, y con más tensiones internas que los baños sulfatados. Por esta razón los baños clorurados son utilizados en los recubrimientos de piezas que tienen materiales fácilmente solubles en la solución electro-lítica de níquel tales como, objetos de zinc y sus aleaciones.

Agentes de adición para baños de níquel. Estos son los compuestos químicos que se añaden a los baños electrolíticos con el fin de mejorar sus propiedades, de acuerdo a su función, se clasifican en:

Agentes nivelantes. Estos agentes se añaden al baño electrolítico con el objetivo de obtener el rendimiento de níquel con una superficie más lisa que la del propio metal base. Se logra, porque la adición de estos agentes causa un incremento en el potencial catódico². El mecanismo de acción de estos agentes no está del todo aclarado. Se han formulado muchas teorías al respecto, pero hoy en día, la más aceptada es la teoría de adsorción-difusión de la micronivelación⁵⁻⁷. Entre los agentes nivelantes más usados en los baños de níquel tipo Watts se encuentran la coumarina, la tiourea, el butindiol y la piridina. La tendencia actual, es la de usar como agentes nivelantes, compuestos obtenidos por síntesis orgánica.

Agentes abrillantadores. Como su nombre los indica, son aquellos compuestos químicos que, añadidos al baño de níquel, aumentan el brillo de los recubrimientos. Su acción resultante, lógicamente, está en dependencia de la adición de agentes nivelantes al baño, aunque en algunos casos los abrillantadores también producen el efecto de nivelación de la superficie del recubrimiento.

Como en el caso de los agentes nivelantes, el mecanismo que explica la acción de los abrillantadores no está totalmente definido. Un gran número de investigadores explican este fenómeno, debido a la disminución

del tamaño del grano por la presencia del abrillantador, y otros consideran que para obtener recubrimientos brillantes no sólo basta con disminuir el tamaño del grano, explican la acción de los abrillantadores por incrustaciones en el recubrimiento de carbono, azufre y nitrógeno, así como otros autores los atribuyen a la adsorción de estos agentes en la superficie catódica, con la consecuente orientación de los granos durante la deposición⁸.

Como ejemplo de abrillantadores se pueden citar los agentes de adición ingleses tipo Gleamol, los cuales conjugan la acción del brillo con la nivelación de la superficie del recubrimiento. La Fig. 1a, muestra la fotografía con ausencia de micronivelación, obtenida del baño tipo Watts sin agentes de adición; mientras que la Fig. 1b, muestra la fotografía con el efecto de micronivelación, obtenida con presencia de agentes de adición, entre ellos con el agente de adición tipo Gleamol⁴.

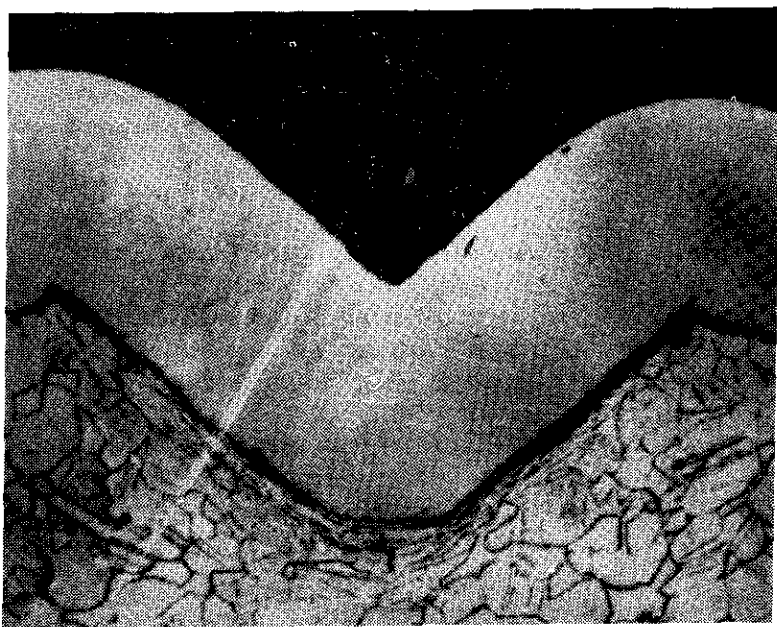


Fig. 1. a. Micro sección de un corte del recubrimiento con baño tipo Watts sin agentes de adición, mostrando la ausencia de superficie nivelante.



Fig. 1. b. Micro sección de un corte del recubrimiento con baño tipo Watts con agentes de adición mostrando alto grado de superficie nivelante agentes de adición.⁴

Agentes humectantes. Estos compuestos tienen como función disminuir la tensión superficial del baño, para favorecer el desprendimiento de gases y con ello reducir las posibilidades de aparición de picaduras por formación de poros locales. Además, se ha comprobado, que estos agentes influyen en el aumento de la plasticidad y disminución de la dureza de los recubrimientos, así como también, que emulsionan los aceites y grasas presentes². Entre los agentes humectantes que se aplican en los baños de níquel se encuentran los compuestos oxidantes, como el agua oxigenada y compuestos orgánicos tales como, el laurilsulfonato de sodio⁹.

Agentes de adición que disminuyen las tensiones internas. Los baños de níquel con brillo, causan la formación de recubrimientos con altas tensiones internas, es por esta razón que a los baños se añaden agentes capaces de disminuir dichas tensiones. La presencia de grandes tensio-

nes causan en los recubrimientos grietas, disminuciones de la adherencia, de la resistencia a la corrosión y de su plasticidad.

El mecanismo que explica el surgimiento de altas tensiones internas no se conoce con exactitud, pero sí se ha demostrado que se producen fundamentalmente a causa de las variaciones del pH, como se muestra en la Fig. 2 y del contenido de impurezas del baño; así como también se ha demostrado que depende de la densidad de corriente aplicada¹⁰. Algunos compuestos orgánicos que contienen el grupo $=C-S=O$, compuestos orgánicos derivados de fluoruros y de fluoboratos tienen la propiedad de disminuir las tensiones internas.

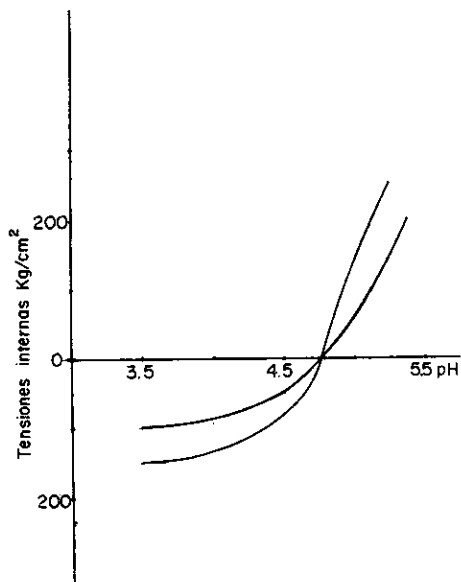


Fig. 2. Influencia del pH en las tensiones internas de los recubrimientos de níquel.

Agentes acomplejantes. La adición de estos agentes a los baños de níquel se debe a la velocidad de acomplejar los iones metálicos que resultan perjudiciales a los baños. En los baños de níquel tipo Watts se acostumbra, generalmente, a acomplejar el hierro presente mediante la adición de fluoborato de sodio y o EDTA.

Factores a controlar en los baños de níquel tipo Watts

Porosidad. La porosidad de los recubrimientos metálicos es la cantidad de poros que poseen éstos por unidad de superficie del recubrimiento. En los recubrimientos catódicos, por ejemplo, en recubrimientos de níquel sobre acero, la porosidad tiene gran importancia. En la Fig. 3 se presenta la influencia del espesor del recubrimiento sobre la porosidad. La porosidad de los recubrimientos de níquel se puede determinar por varios métodos, pero el más utilizado es el método ferroxílico¹¹.

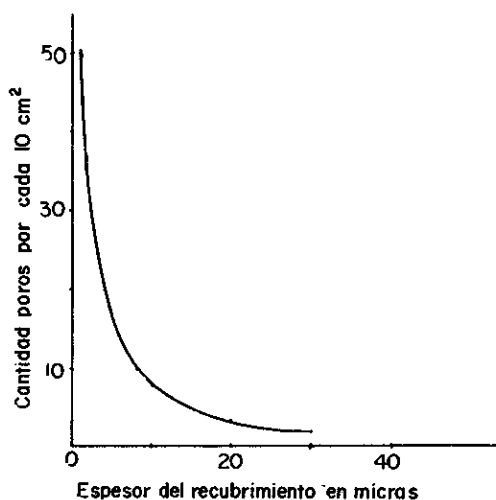


Fig. 3. Influencia del espesor del recubrimiento de níquel con la porosidad

Tensiones internas. Como ya se ha dicho, en los recubrimientos metálicos electrolíticos de níquel se originan tensiones internas durante la deposición, que pueden llegar a ser tan grandes, que provocan que el recubrimiento se desprenda. Las tensiones internas en los baños de níquel son determinadas mediante el contactómetro⁴.

Poder de penetración. El poder de penetración de los baños de níquel tipo Watts es bajo, en comparación con los baños alcalinos cianurados, debido a que el rendimiento no disminuye cuando aumenta la densi-

dad de corriente. En los baños alcalinos cianurados con densidad de corriente de 1.5 A/dm^2 , se obtiene el valor de 40, según la ecuación de Field¹², mientras que para los baños de níquel tipo Watts¹³, en igualdad de condiciones, su valor es alrededor de 20.

Rendimiento. Los baños de níquel tipo Watts, por lo general, presentan buen rendimiento, como se muestra en la Fig. 4. No obstante, los baños deben contener agentes humectantes para disminuir la tensión superficial de 70 dinas/cm^2 a 35 dinas/cm^2 , con el objeto de disminuir la formación de poros, al facilitar el desprendimiento de hidrógeno¹⁴.

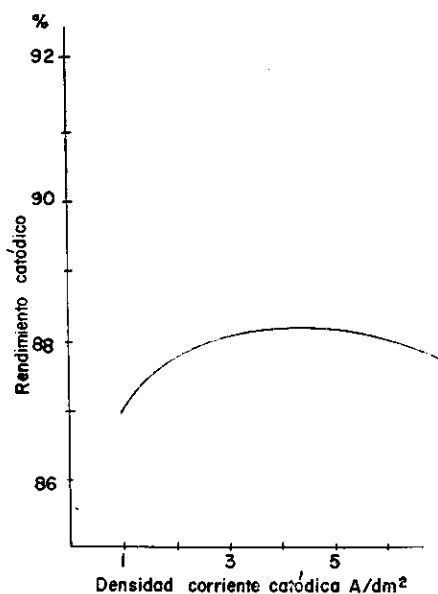


Fig. 4. Influencia de la densidad de corriente con el rendimiento catódico en baños de níquel.

Espesor. El espesor de los recubrimientos de níquel que se obtienen, están en dependencia del metal base, del tiempo de uso y de las condiciones agresivas donde será utilizado. Por esto existen normas que regulan los espesores de los recubrimientos de níquel².

La medida del espesor y su control tiene tanta importancia como la eliminación de la porosidad en los recubrimientos de níquel.

Impurezas. Los baños modernos de níquel tipo Watts con agentes de adición, tienen que ser filtrados constantemente, ya que las impurezas perjudican las características del recubrimiento porque pueden causar porosidad, tensiones internas, etc. Los baños deben filtrarse a razón de 2 a 3 cambios de volumen del tanque por hora, además, se deben aplicar periódicamente bajas densidades de corrientes de 0,2 a 0,3 A/dm² y además añadir agentes acomplejantes.

CONCLUSIONES

Los recubrimientos electrolíticos de níquel, son ampliamente aplicados en la industria nacional, debido a las propiedades anticorrosivas y decorativas de estos recubrimientos.

Para la obtención de los recubrimientos electrolíticos de níquel en los baños tipo Watts, se necesitan una correcta preparación de la superficie metálica y un control técnico adecuado de los parámetros y propiedades de los baños.

Como en la industria cubana, tiene amplia aplicación este tipo de recubrimiento, deben realizarse trabajos encaminados a la evaluación de recubrimientos electrolíticos de níquel obtenidos en baños tipo Watts.

REFERENCIAS

1. ARBELLOT L. Manual práctico de recubrimientos electrolíticos, 69-99. Editorial Hispano Europa, Barcelona, 1965.
2. PRACA ZBIORAWA. Poradnik Galwanotechnika, 326-366, WNT. Warszawa, 1973 (en polaco).
3. Patente polaca 53154, 1967.
4. CANNING W. Canning handbook on electroplating. 242. Published by W. Canning Co. LTD. Birmingham. Inglaterra.
5. ZAK T. Micronivelación de la deposición de los recubrimientos galvánicos 9-25, WKC-Varsovia, 1969 (en polaco).
6. ZAK T. Transactions of the Institute of Metal Finishing, 49, 220, 1971.
7. KARDOS O. Plating 63, 231, 1974.

8. FRANCISCO W. Tesis de Candidatura, Varsovia, 1976 (en polaco).
9. Patente Canadiense 630969, 1961.
10. Información Tecnología del baño tipo Watts Kg-67. Revista Recubrimientos Anticorrosivos, 3, 56, Varsovia 1975 (en polaco).
11. JULVE E. Recubrimientos electrolíticos brillantes. 3-16. Ediciones Cedel Barcelona, 1963.
12. DER TAU CHIN. *J. Electrochem. Soc.* 104, 279, 1957.
13. FRANCISCO W. Y MOREIRA A. Trabajo de Grado, Universidad Central, 1972.
14. MACHU W. *Galvatecnia Moderna*, 252, Aguilar, Madrid, 1958.