

La rugosidad del material base: un factor decisivo en la calidad del niquelado electrolítico.

Rudy Castillo M.

Ingeniero metalúrgico IUPEG (UNEXPO), MSc en ciencia de los materiales UCV. Profesor asociado UNRXPO, Investigador Asociado UNEG. Investigador Especialista Gerencia Centro de Investigaciones de SIDOR.

Resumen

Se determinó la influencia de la rugosidad del material base en la calidad del niquelado electrolítico y en el proceso de electrodeposición. Se realizaron pruebas a nivel experimental y a nivel industrial. Los resultados indican que la rugosidad afecta la transferencia de masa y micropoder cubriente del proceso de niquelado electrolítico e influye también en la eficiencia de la celda y en la homogeneidad de la capa del metal depositado.

Introducción

El niquelado es un tipo de recubrimiento noble muy utilizado para proteger al acero de la corrosión y la abrasión, así como proporcionarle gran brillo superficial, lo que lo hace un proceso muy adecuado para la fabricación de piezas ornamentales, las cuales esten expuestas a medios agresivos. La rugosidad influye en la calidad del niquelado electrolítico, particularmente en lo referido al brillo superficial. Las láminas de acero utilizadas como material base para ser recubiertas, según sean las características impuestas durante el proceso de laminación, pueden tener rugosidades dentro de un intervalo de 10 hasta 90 mpulg., razón por la que se requería determinar la influencia de la rugosidad en la calidad superficial del niquelado, así como definir los valores límites de rugosidad y las condiciones óptimas del proceso para asegurar acabados aceptables.

Desarrollo

Método Experimental:

Se utilizó un baño convencional tipo Watts con las siguientes características:

Sulfato de nique: 280 gr/l

Cloruro de niquel: 42 gr/l

Acido Bórico: 20 gr/l

Abrillantadores:

Vegal 33: 25 ml/l

Vegal 8187: 1,5 ml/l

Humectantes:

Vegal V8518 10 a 14 1/2500 l

ph: 4,2 a 4,6

Temperatura: 60 a 65°C

ánodos: niquel

agitación: suave

a) se realizaron experiencias a nivel experimental en una celda Hull y una celda electrolítica normal con el objeto de determinar la densidad de corriente

y la distancia óptima ánodo cátodo, así como estudiar la influencia de las rugosidades en las características del proceso (tiempo de electrodeposición, espesor de capa depositada, eficiencia de la celda, etc.) y en la calidad del recubrimiento (homogeneidad de la capa, apariencia y resistencia a la corrosión). En estas experiencias no se utilizaron aditivos abrillantadores ni humectantes. Las láminas evaluadas presentaban dos rangos de rugosidad, bajos: 20 - 30 mpulg. y altas: de 55 - 60 mpulg.

b) Utilizando los valores de densidad de corriente y distancia ánodo-cátodo óptimos, según las pruebas anteriores, se efectuaron pruebas, a nivel industrial, utilizando abrillantadores y humectantes comerciales. Se amplió el nivel de rugosidades a ser evaluados, niquelandose láminas de acero con las siguientes condiciones:

Rugosidades: 10, 15, 20, 25, 30, y 40 mpulg.

Tiempos de electrodeposición: 5, 10, 15, 20, 25, y 30 min. Los métodos utilizados para evaluar la calidad del recubrimiento fueron: Inspección visual, metalografía, análisis químico, medición de porosidad por método Ferroxil, nivel de brillo por refractometría, resistencia a la corrosión en cámara salina y rugosidad.

Resultados y discusión de resultados

a) Los ensayos en celda Hull, permitieron determinar un intervalo óptimo para la densidad de corriente, el cual está entre 3,11 y 4,96 A/dm². La distancia óptima ánodo-cátodo seleccionada fue de 6 cm. Las pruebas en la celda electrolítica simple permitieron determinar con mayor precisión la densidad de corriente óptima, la cual resultó de 4,35 A/dm². En la figura 1 puede observarse los gramos de niquel por unidad de área vs el tiempo

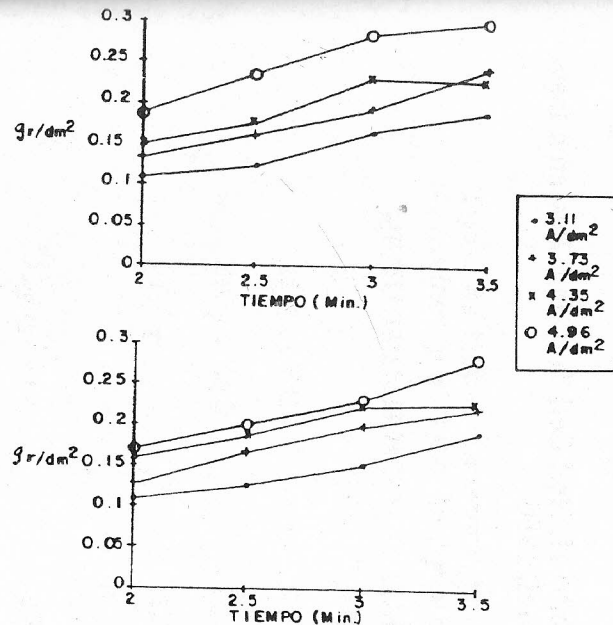
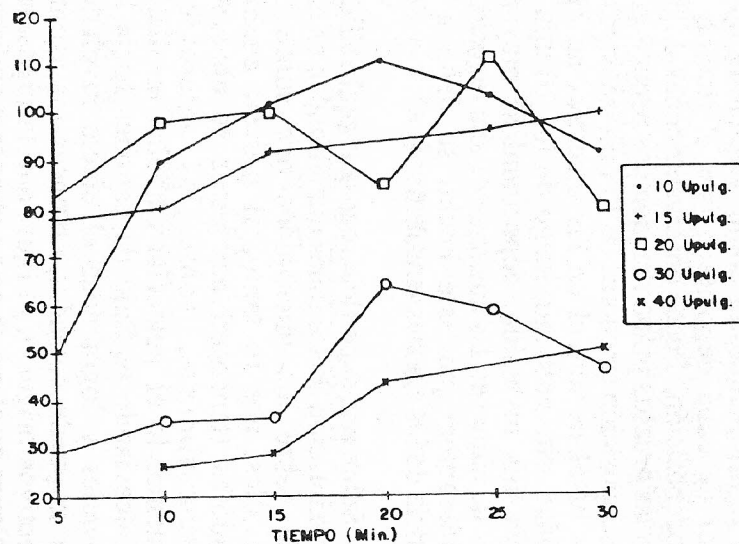


Fig. 3. Gramos de níquel depositado por unidad de área en función del tiempo de electrodeposición para muestras niqueladas en una celda normal.

- a) muestras de baja rugosidad y
b) Muestras de alta rugosidad.



Variación del nivel de brillo de láminas niqueladas en función del tiempo de recubrimiento y de la rugosidad inicial del material base.

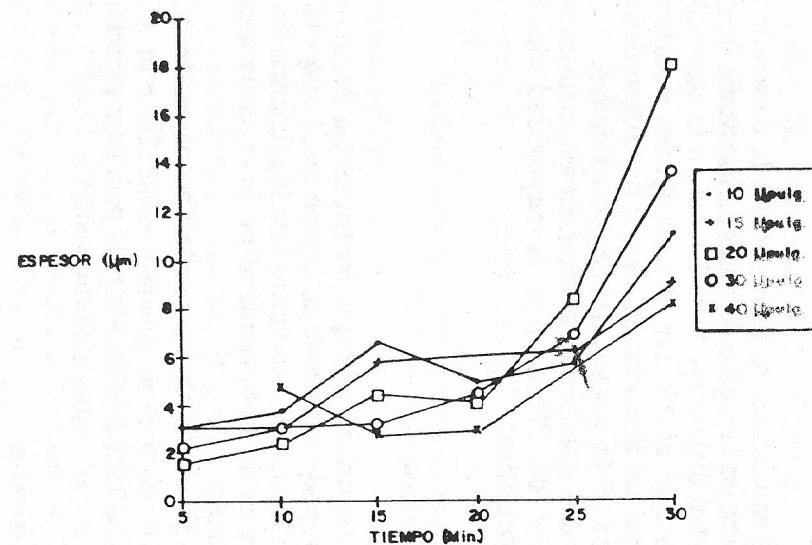


Fig. 5. Variación del espesor de recubrimiento de níquel en función del tiempo de electrodeposición y de la rugosidad inicial del material base, prueba industrial.

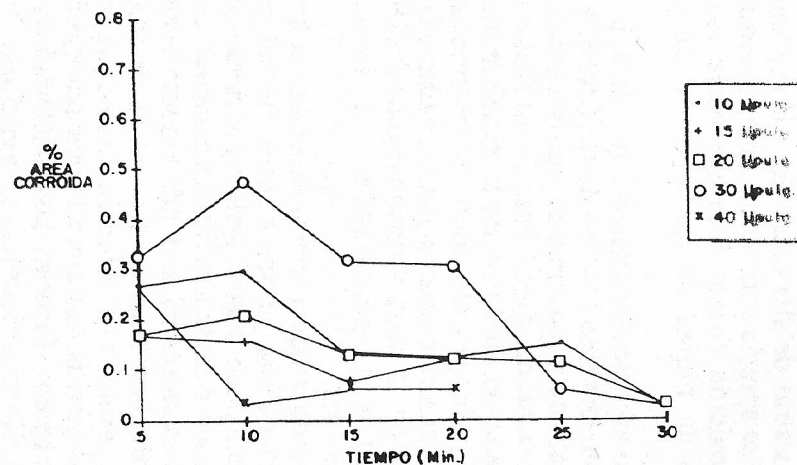


Fig. 6. Comportamiento de muestras niqueladas al ser sometidas a ensayos de corrosión en cámara salina por 72 horas, en electrodeposición, prueba industrial.

de electrodeposición para las diferentes densidades de corriente utilizada; se aprecia como existe correspondencia con las leyes de Faraday, tanto para las muestras de alta como de baja rugosidad. Igualmente se aprecia como para tiempos cortos de electrodeposición (hasta 5 min), existe mayor deposición de níquel en las muestras de baja rugosidad.

b) El último aspecto mencionado, aunado al hecho de que existe una disminución de la eficiencia del proceso electroquímico con la rugosidad, evidencia que la rugosidad del metal base es un factor que influye de manera definitiva en la transferencia de masa del níquelado electrolítico. El incremento de diferencias entre micropicos y microvalles origina distorsiones en la capa difusional introduciendo heterogeneidad y porosidades en la capa electrodepositada.

c) El níquelado produce cierto nivelador sobre la superficie metálica, ya que este es un baño que posee un buen poder macro y microcubriente. Este hecho se observó tanto a nivel experimental como en las pruebas industriales, donde se incrementa el efecto, particularmente, en las piezas de mayor rugosidad, gracias al efecto de los agentes tensoactivos (abrillantadores y humectantes). Este efecto logic amente favorece las características del brillo de las láminas níqueladas. Ver figura 2; en dichas figuras igualmente se puede determinar como son críticos el tiempo de electrodeposición de 20 minutos y la rugosidad de 30 micropulgadas para tener aceptables valores de brillo.

d) La figura 3 muestra como se incrementa el espesor de capa depositada con el tiempo de electrodeposición. Puede observarse como al igual que en las pruebas piloto con tiempos pequeños de electrodeposición (menores de 15 min) se deposita mayor nivel de níquel en las muestras de baja rugosidad, sin embargo, luego de los 20 min se observa una inversión, depositandose mayores niveles de níquel en las muestras de alta rugosidad. Consideramos que este hecho se deba a la influencia de los agentes tensoactivos.

Sobre una superficie rugosa la probabilidad de aproximación de los iones que difunden es más grande sobre los micropicos que sobre los microvalles, por lo tanto, al utilizar agentes niveladores (tensoactivos), estos se ubicarán, preferencialmente, sobre los micropicos incrementando el potencial catódico en dichas zonas desviando el flujo de cationes hacia los microvalles y lograndose el efecto nivelador. Como se puede entender, entonces los agentes tensoactivos originan, al igual que la rugosidad, alteraciones en el micro poder cubriente pudiendo, probablemente, influir en la diferencia de cantidad

de níquel depositada luego de los 20 min de electrodeposición.

e) Los resultados de resistencia a la corrosión se muestran en la figura 4. Puede observarse que la rugosidad disminuye la resistencia a la corrosión, puesto que al afectar el micropoder cubriente favorece las discontinuidades, la heterogeneidad de la capa y la presencia de porosidades. Los resultados confirman como valores críticos los tiempos de 20 min y la rugosidad de 30 micropulgadas.

Conclusiones

- 1.- La rugosidad afecta la transferencia de masa y el micropoder cubriente en el proceso de níquelado electrolítico, todo esto influye en la eficiencia de la celda y en la homogeneidad de la capa de metal depositado.
- 2.- La densidad de corriente óptima es de 4,35 A/dm², el tiempo óptimo es de 20 min y la rugosidad límite es de 30mpulg para lograr garantía de calidad en níquelado ornamental.

Bibliografía

1. Pushpavanam y Raman V. Leveling in Bright Nickel Electrolyte. Metals Finishing, vol. 80, 1982.
2. Metals Handbook ASTM, Nickel Plating, ASM 1984. pp 45-47
3. Mohler J. Plating Cells, Metals Finishing Handbook. 1987, pp 621
4. Hashiba H. Hull Cell Test, Ind. Research Inst. Aichi Pref. 1980