



Electrodeposición del Níquel en materiales metálicos en desuso

Electrodeposition of Nickel in metallic materials in disuse

镍在废弃金属材料中的电沉积

Eletrdeposição de níquel em materiais metálicos em desuso

Jhon Mamani¹

Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Puno, Perú
jmamanib@est.unap.edu.pe

Gregorio Palomino

Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Puno, Perú
 <https://orcid.org/0000-0002-0775-9787>
gpalomino@unap.edu.pe (correspondencia)

DOI: <https://doi.org/10.35622/j.ti.2022.01.004>

Recibido: 28/02/2022 Aceptado: 14/03/2022 Publicado: 31/03/2022

PALABRAS CLAVE

deposición,
electrodeposición,
níquel, recubrimiento.

KEYWORDS

RESUMEN. El presente estudio realizó la electrodeposición del níquel en materiales metálicos de hierro usados, al que se le denominó cátodo para verificar las condiciones adecuadas, dichos procesos se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional del Altiplano, la investigación buscó encontrar los parámetros de temperatura, humedad, pH a condiciones del departamento de Puno. Tales datos son distintos a la electrodeposición en las regiones de la costa y la selva peruana, para lo cual se planteó el objetivo de verificar si el proceso de electrodeposición podrá satisfacer las expectativas esperadas en el recubrimiento de metales mediante la metodología watts. La cantidad de pruebas fue constituida por la electrodeposición de 20 tubos de media pulgada previamente sometidas a un proceso de lavado y preparado para su baño electrolítico, en un número de cuatro unidades cada 10 minutos. Para la verificación del control de calidad se llevó a cabo las diferencias de pesos. Obteniendo los resultados de voltaje apropiando de 2,0V, amperaje de 1,5A y un tiempo de 10 minutos son los parámetros ideales obtenidos en el proceso de la electrodeposición del níquel a condiciones ambientales de la región altiplánica.

ABSTRACT. This study carried out the electrodeposition of nickel in used iron metallic materials, which was called cathode to verify the adequate conditions, these processes were carried out in the laboratories of the Faculty of Metallurgical Engineering of the Altiplano National University, the investigation sought find the parameters of temperature, humidity, pH to conditions of Puno

¹ Ingeniero Químico por la Universidad Nacional del Altiplano.



deposition,
electrodeposition, nickel,
coating.

department. Such data is different from the electrodeposition in the regions of the coast and the Peruvian jungle, for which the objective of verifying if the electrodeposition process will be able to satisfy the expected expectations in the coating of metals through the watt's methodology was raised. The number of tests was constituted by the electrodeposition of 20 half-inch tubes previously subjected to a washing process and prepared for their electrolytic bath, in a number of four units every 10 minutes. To verify quality control, weight differences were carried out. Obtaining the results of appropriating voltage of 2.0V, amperage of 1.5A and a time of 10 minutes are the ideal parameters obtained in the nickel electrodeposition process at environmental conditions of the high plateau region.

关键词

沉积 · 电沉积 · 镍
· 涂层。

抽象的。 本研究在使用过的铁金属材料中进行镍的电沉积，称为阴极以验证适当的条件，这些过程是在阿尔蒂普拉诺国立大学冶金工程学院的实验室进行的，调查寻求找到普诺省条件的温度、湿度、pH 参数。这些数据不同于海岸和秘鲁丛林地区的电沉积，为此提出了通过瓦特方法验证电沉积过程是否能够满足金属涂层的预期期望的目标。测试的数量是由 20 个半英寸管子的电沉积构成，该管子预先经过洗涤过程并准备用于它们的电解槽，每 10 分钟有四个单元。为了验证质量控制，进行了重量差异。得出的适宜电压2.0V、电流1.5A、时间10分钟的结果是高原地区环境条件下镍电沉积工艺获得的理想参数。

PALAVRAS-CHAVE

deposição,
eletrodeposição, níquel,
revestimento.

RESUMO. O presente estudo realizou a eletrodeposição de níquel em materiais metálicos ferrosos usados, que foi chamado de cátodo para verificar as condições adequadas, esses processos foram realizados nos laboratórios da Faculdade de Engenharia Metalúrgica da Universidade Nacional do Altiplano, a investigação buscou encontrar os parâmetros de temperatura, umidade, pH para as condições do departamento de Puno. Tais dados diferem da eletrodeposição nas regiões do litoral e da selva peruana, para a qual levantou-se o objetivo de verificar se o processo de eletrodeposição será capaz de satisfazer as expectativas esperadas no revestimento de metais através da metodologia watts. A quantidade de testes foi constituída pela eletrodeposição de 20 tubos de meia polegada previamente submetidos a um processo de lavagem e preparados para seu banho eletrolítico, em número de quatro unidades a cada 10 minutos. Para verificar o controle de qualidade, foram realizadas diferenças de peso. A obtenção dos resultados de apropriação de tensão de 2,0V, amperagem de 1,5A e tempo de 10 minutos são os parâmetros ideais obtidos no processo de eletrodeposição de níquel em condições ambientais da região do alto platô.

1. INTRODUCCIÓN

La continua necesidad de nuevos materiales para nuevas aplicaciones han sido unos de los motivos por los que el conocimiento humano continúa avanzando día a día en todos los campos, pero es el de la electroquímica uno de los que más ha avanzado en los últimos 50 años. Dentro de este campo cada vez son más necesarios nuevos materiales o modificaciones de los ya existentes en aras de conseguir unas propiedades muy concretas que permitirán su utilización. Se hace necesario el uso de procesos electroquímicos que permitan depositar un metal sobre otro, de forma fiable y con la posibilidad de controlar tanto el espesor depositado como el acabado. Es posible depositar numerosos metales mediante la reducción de sus cationes acuosos por el paso de una corriente eléctrica adecuada. Entre la lista de los metales susceptibles de ser electro depositados están prácticamente todos los conocidos, aunque algunos como el Cu, Ni o el Au son de extrema importancia práctica en las aplicaciones habituales, siendo el Ni el objeto del presente informe (Abdel,1998; Wesley & Carey,1999).

El níquel es un metal de transición englobado en el grupo 10 de la tabla periódica y que aparece en la naturaleza combinado formando parte de diferentes minerales Es uno de los componentes mayoritarios del núcleo

del planeta junto con el hierro, con el que se encuentra aleado. Se obtiene por reducción metalúrgica, presentándose como un metal blanco-plateado muy buen conductor de la electricidad, con propiedades ferromagnéticas y muy resistente a la abrasión y a los ataques químicos. Además de unas propiedades físicas muy útiles, su utilización en un gran número de procesos químicos pone de manifiesto sus propiedades como catalizador, sobre todo en hidrogenaciones industriales. Entre sus estados de oxidación es el níquel (II) el más estable y es el componente de las sales que se emplearán en electroquímica en forma de sulfato o de cloruro. (Holm & Kofe, 2000).

Una manera de conjugar las propiedades del níquel con otros metales, puede consistir en su aleación, aunque también, mediante la deposición electrolítica de níquel, podemos transferir algunas de sus propiedades al metal sustrato. La deposición electroquímica se encuentra presente en numerosos campos de aplicación. La primera y más importante, aunque alejada de nuestros intereses, es decorativa. El níquel es capaz de cubrir imperfecciones en la superficie del metal base, actuando como nivelador. La deposición se puede controlar para producir depósitos brillantes mediante la adición de cantidades pequeñas de Cromo, que se co-depositará con el níquel, lo que permitirá obtener un depósito con un brillo que se mantendrá incluso en condiciones de trabajo de desgaste muy severas (Diabari, 2010, Macheras et al., 1996).

Otras posibilidades consisten en hacer un níquel satinado o en conseguir diferentes acabados, en función de los aditivos añadidos. La adición de varias capas de níquel sobre la superficie de un metal confiere una excelente protección contra la corrosión. Se puede conseguir que ésta sea máxima únicamente cuando se niquela con dos o más tipos distintos de níquel. Esta mejor protección contra la corrosión que aporta el níquel nos permite mejorar además las propiedades de desgaste mecánico en metales mucho más blandos, tales como cobre o zinc. Como consecuencia de ser un metal ferromagnético es posible aprovechar sus propiedades magnéticas en caso de ser necesarias. Por último, destacar que se puede depositar el baño con o sin estrés, dependiendo de la utilidad última a la que lo destinemos. La versatilidad mostrada por los recubrimientos de níquel los hace procesos muy útiles en diferentes industrias, como automovilísticas, aeroespaciales, joyería, electrónica, etc (Asli et al., 2008).

La falta de un proceso de electro deposición adecuado para recubrir el metal, abrillantarlo y proteger de la humedad y el óxido en forma eficaz, conlleva a problemas en oxidación, impresentabilidad, bajo precio de venta de los productos, traslados a laboratorios de electrodeposición capaz de recubrir con una calidad según los ISOS como el ISO9001, 1400 (Koparal & Ogutveren, 2002) los cuales son los problemas que actualmente existen en la región altiplánica.

Cambi (2001) explica que el niquelado en materiales metálicos y otras aleaciones, es un proceso de electro deposición mediante el uso de instrumentos electrónicos y procesos de tecnología química se recubre el metal, todo los metales son propensos a esta ley físico-químico él se inicia con el proceso de movimiento de electrones del ánodo hacia el cátodo tal movimiento llamado electrodeposición en donde interviene el proceso de reducción y oxidación en el anión y catión respectivamente todo ello se lleva a cabo en una celda o cuba electrolítica, la cual es posteriormente retirado una vez terminado su espesor respectivo de recubrimiento y se almacena en un espacio confinado respectivamente con ventilación incorporada para su secado y para su posterior proceso de limpieza y almacenado para su uso respectivo en diferente usos así como tubos de bicicletas, pedestales musicales, llaves, utensilios de cocina etc.

La tecnología de la galvanoplastia y la electrodeposición ha venido adquiriendo gran importancia en los últimos años, ya que ha demostrado que puede dar valor agregado a los bienes y servicios de una organización, porque permite transformarlos o mejorar la calidad del producto relacionadas con el proceso de acabados de estos, así con la electrodeposición o galvanoplastia en mano, se pretendió investigar el proceso de electro deposición en la Región de Puno.

Langer et al. (2001) indican la cantidad de electrolito que se debe de concentrarse en un material metálico se aplicó en piezas metálicas de bronce y los resultados fueron óptimos. Esto incluye la dosificación adecuada de electrolitos (Rosenqvist, 1987). Por otro lado, Biswas (1993) muestra un procedimiento para realizar dorado de materiales metálicos a temperaturas y voltajes adecuados siendo resultados esperados de intensidad de corriente de 1,3 amperios y voltaje de 1,9 voltios.

Ballester et al. (2000) explica los procedimientos para recubrir un material metálico con oro por medio de electrodeposición donde se inicia con la limpieza electrodeposición y enjuague. Por su parte Chao et al. (2008) indican que el pH debe estar en 7,0. Se resalta la conclusión de que los procedimientos galvanoplásticos utilizados en la experimentación son idóneos para asegurar que se puede asegurar un mejor rendimiento y eficacia en la electrodeposición (Valencia, 2013).

2. MÉTODO Y MATERIALES

Procedimientos

Preparación de la materia prima: Los reactivos como el sulfato de níquel el cloruro de níquel, el ácido bórico, los abrillantadores orgánicos y el material metálico y el agua debe ser pesado y medido.

Pesado de cloruro de níquel: Doblar un papel de pescado de dimensiones de 10 cm de largo por 8 cm de largo En una balanza analítica tarar el peso del papel y agregar el reactivo cloruro de níquel hasta pesar 30 g cloruro de níquel.

Pesado de sulfato de níquel: Doblar un papel de pescado de dimensiones de 10 cm de largo por 8 cm de largo En una balanza analítica tarar el peso del papel y agregar el reactivo cloruro de níquel hasta pesar 15 g sulfato de níquel.

Pesado de ácido bórico: Doblar un papel de pescado de dimensiones de 10 cm de largo por 8 cm de largo En una balanza analítica tarar el peso del papel y agregar el reactivo cloruro de níquel hasta pesar 2 g ácido bórico.

Pesado de abrillantadores: Doblar un papel de pescado de dimensiones de 10 cm de largo por 8 cm de largo En una balanza analítica tarar el peso del papel y agregar el reactivo cloruro de níquel hasta pesar 2 g abrillantador sacarina.

Medición de volumen de agua: En un vaso precipitado de 400ml medir 200 ml de agua y verter en la cuba electrolítica junto a los reactivos (Raymond, 2002).

Pulido de piezas metálicas: Pesar tubos de media de 5cm de altura y de ½ pulgada de diámetro.

Proceso de niquelado:

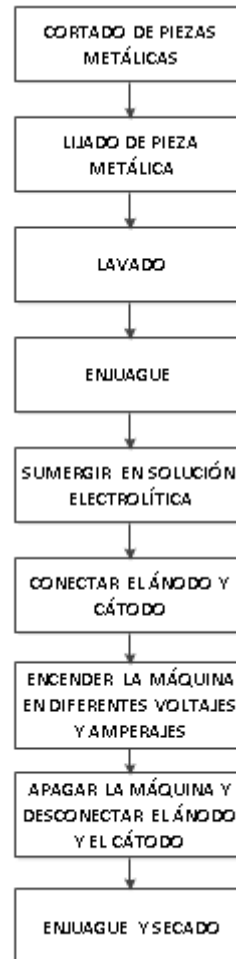
- El calentamiento del electrolito a 45 grados Celsius.
- Posteriormente se realiza el lavado o desengrase del material a recubrir.



- Se somete a proceso de lijado con lija 400 y se enjuaga con agua pura.
- Se sumerge el material a recubrir en el tanque de electrodeposición.
- Se enciende el rectificador y se calibra a 2 voltios y 1 amperio de intensidad.
- Se espera durante 10 minutos.
- Se extrae el cátodo y se enjuaga con agua.

Figura 1

Proceso de niquelado



Materiales

- Resistencia de calentamiento PT-100
- Probeta de 80 ml LBL- 0268
- Bureta digital BRAND GMBH 4760151

Equipos

- Termómetro PT100
- Voltímetro SUNWA RE50G
- Amperímetro RANGE CE 78G
- Cronómetro PC6060
- Rectificador DISEÑO PROPIO
- Fuente de poder DISEÑO PROPIO
- pH – Metro HI 5222
- Balanza analítica ADAM NBL 254e

Materia prima

- **Cloruro de níquel:**
 - Masa molar: 129,5994 g/mol Punto de fusión: 1455 °C Densidad: 3,55 g/cm³
 - NFPA 704: 0 2 0
- **Sulfato de níquel:**
 - Fórmula: NiSO₄
 - Masa molar: 154,75 g/mol Densidad: 3,68 g/cm³ Punto de ebullición: 840 °C
- **Ácido bórico:**
 - Fórmula: H₃BO₃
 - Masa molar: 61,83 g/mol Densidad: 1,44 g/cm³ Punto de fusión: 170,9 °C Soluble en: Agua

3. RESULTADOS

3.1 Prueba 1 amperaje vs voltaje en tiempo de 10 minutos

Se realiza experimentos con tiempos constantes tal como se muestra en la tabla 1.

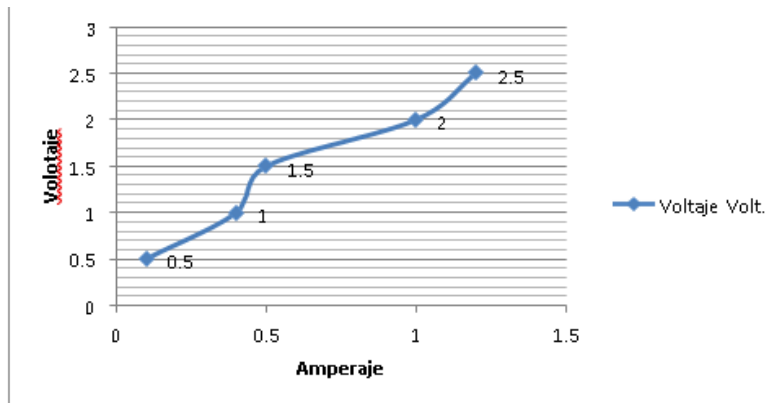
Tabla 1

Datos de primeras pruebas en laboratorio

Pruebas	Amperaje Amp.	Voltaje Volt.	Tiempo min	Temperatura	Deposición	Observaciones
1	0,1	0,5	10	50	30	
2	0,4	1	10	45	65	
3	0,5	1,5	10	45	97	
4	1	2	10	42	92	
5	1,2	2,5	10	40	87	

Figura 1

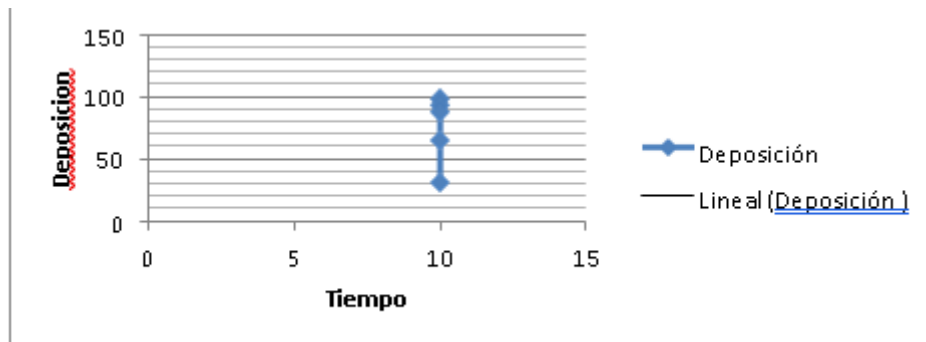
Amperaje vs Voltaje



En la figura 1 se muestra la relación de voltaje vs amperaje, donde el voltaje se incrementa en forma proporcional al incremento del amperaje y que a un voltaje de 2,5 voltios y una intensidad de corriente de 1,4 existe una electrodeposición adecuada.

Figura 2

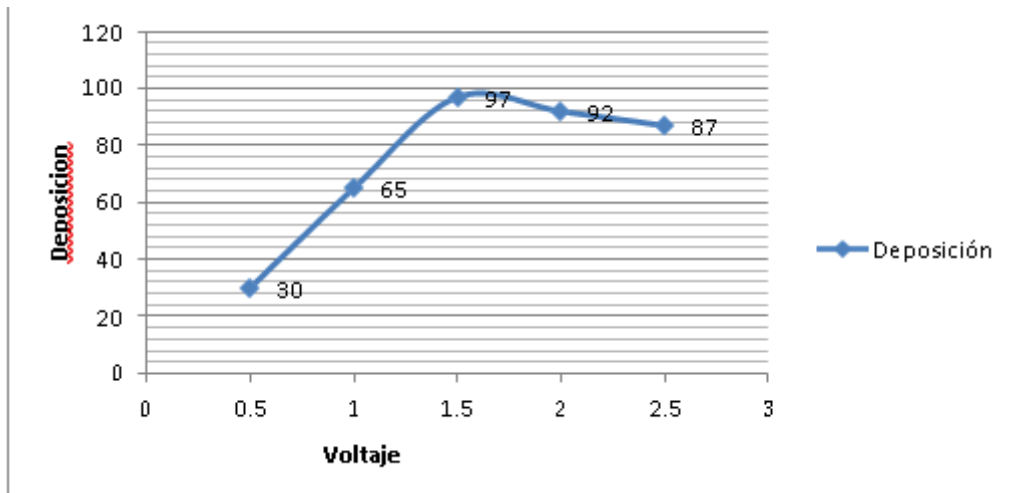
Tiempo vs Deposición



En la figura 2 se muestra la relación de deposición vs tiempo, donde la deposición se incrementa y el tiempo se mantiene constante.

Figura 3

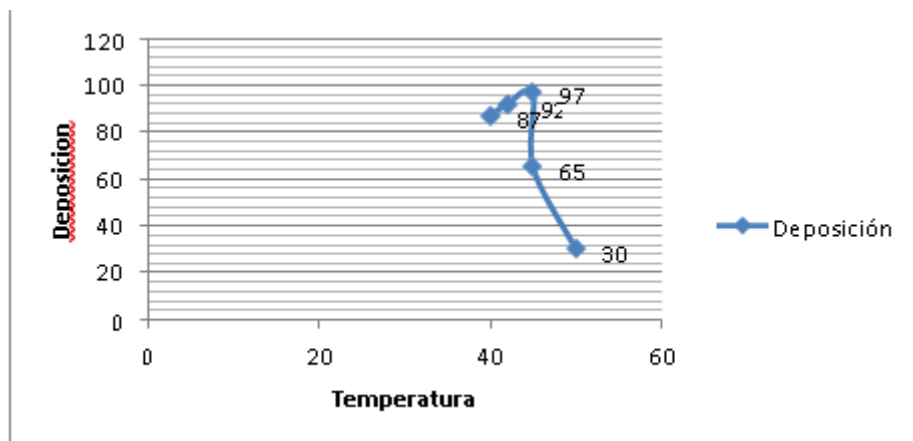
Voltaje vs Deposición



En la figura 2 se muestra la relación de deposición vs voltaje, donde la deposición aumenta en forma proporcional al voltaje y que a un voltaje de 1,6 voltios existe una electrodeposición adecuada

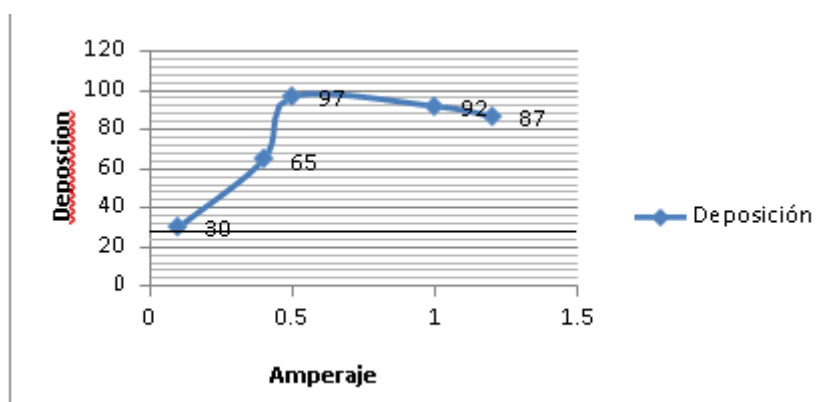
Figura 4

Temperatura vs Deposición



En la figura 4 se muestra la relación de temperatura vs amperaje, donde la temperatura disminuye y a deposición también disminuye y que a una temperatura de 56°C hay un depósito del 97%.

Figura 5

Amperaje vs Deposición

En la figura 5 se observa la relación de deposición vs amperaje se observa que a un amperaje o intensidad de corriente de 0,5 la deposición es óptima.

3.2 Prueba 2 en tiempos variados

Tabla 2

Datos de segunda prueba en laboratorio

Pruebas	Amperaje Amp.	Voltaje Volt.	Tiempo min	Temperatura	Deposición	Observaciones
1	1,1	1,5	5	80	30	
2	1,1	1,5	10	75	65	
3	1,1	1,5	15	68	95	
4	1.1	1,5	20	65	96	
5	1,1	1,5	25	63	97	

Los datos de la segunda prueba muestran los siguientes resultados:

- En la relación de voltaje vs amperaje donde el voltaje va incrementando en forma proporcional al incremento del amperaje y que a un voltaje de 3 voltios y 2,5 de amperios la deposición es óptima.
- En la relación de deposición vs tiempo, donde la deposición aumenta mientras el tiempo es constante de 10 minutos y que a un tiempo de 10 minutos la deposición es adecuada.
- En la relación de deposición vs voltaje, donde la deposición aumenta en forma proporcional al incremento del voltaje y que a un voltaje de 2 voltios es adecuada la deposición
- En la relación de temperatura vs deposición, donde la deposición decrece en forma proporcional a la disminución de la temperatura y que a una temperatura 98°C logra depositarse de manera homogénea.
- En la relación de deposición vs amperaje, donde la deposición aumenta junto al amperaje y que a una intensidad de corriente de 1,5 amperios la deposición es el 98%.

3.3 Prueba 3 amperaje vs voltaje en tiempo de 10 minutos

Tabla 3

Datos de tercera prueba en laboratorio

Pruebas	Amperaje Amp.	Voltaje Volt.	Tiempo min	Temperatura	Deposición	Observaciones
1	0,4	1	10	80	30	
2	0,9	1,5	10	75	65	
3	1,3	2	10	68	98	Punto exacto
4	1,5	2,5	10	65	96	
5	1,7	3	10	63	78	

Los datos de la segunda prueba muestran los siguientes resultados:

- En la relación del voltaje vs amperaje, donde el voltaje se incrementa de manera proporcional con el amperaje y que a un voltaje de 3 voltios y 2,5 de amperios es óptima
- En la relación de deposición vs tiempo, donde la deposición aumenta y el tiempo se mantiene constante y que a un tiempo de 10 minutos la deposición es adecuada.
- En la relación de deposición vs voltaje, donde la deposición aumenta en forma directamente proporcional al incremento del voltaje y que a un voltaje de 2,1 voltios la electrodeposición se realiza de una manera correcta.
- En la relación de temperatura vs deposición, donde la deposición disminuye en forma directamente proporcional a la disminución de la temperatura y que a una temperatura 98°C logra depositarse de manera homogénea.
- En la relación de deposición vs amperaje, donde la deposición aumenta en forma directamente proporcional al amperaje y que a un voltaje de 3 voltios y 2,5 de amperios es óptima.

4. CONCLUSIONES

Los resultados permiten concluir que la intensidad de corriente óptima para el recubrimiento es de 1,3 amperio. Además, el voltaje óptimo para el recubrimiento es de 2 voltios. Se encontró también que el tiempo adecuado en la electrodeposición del níquel en materiales de hierro que es de 10 minutos, recubriendo el material de hierro con níquel por proceso de electro deposición.

Es recomendable automatizar el proceso para que tenga más precisión en el recubrimiento, instalando un sistema de ventilación para evacuar los gases en el medio, con cuidado del flujo de energía eléctrica. Se recomienda utilizar ganchos con resorte en los cátodos para fijarlos y construir un rectificador específico para níquel en 2 voltios y 1,3 de amperaje.

Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores declaran que no incurren en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

Jhon Mamani: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, escritura - preparación del borrador original, escritura - revisar & edición.

Gregorio Palomino: conceptualización, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, escritura - preparación del borrador original, escritura - revisar & edición

Fuentes de financiamiento / Funding:

Los autores declaran que no recibió un fondo específico para esta investigación.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- Abdel, Z., (1998). Mathematics and Chem and Physic, Butterworth Publishers, Edith. Stoneham.
- Asli, E., Surndras, N., Tewari & Orhan, T. (2008). Electrodeposition of nickel nanowires and nanotubes using various templates, Journal of Experimental Nanoscience, 278-295.
- Ballester A. & Wiley R. (2000). Electrodeposición del oro en láminas de cobre, Colombia, Editorial Limusa.
- Biswas, A. (1993). Metalúrgica extractive del Cobre y deposición electrolítica, revista Ainsa. Prentice Hall.
- Cambi L., & Piontelly, R. (2001). Modern electroplating, Fifth Electro-chem, 925.
- Chao, G., Yu, Z., Xuhui, Z., Jingmao, Z., Jinping, X. (2008), The effects of electrodeposition current density on proprieties of Ni- CNTs composite coatings, Surface Coatingws Technology, 3246 – 3250.
- Diabrai, G. (2010). Modern Electro deposition of Nickel, New York, Prentice Hall.
- Holm, M. & Kofe, T. (2000). Evaluation of nickel deposition by electrochemical impedance spectroscopy, Electro-chem, 30-55.
- Koparal, A. & Ogutveren, A. (2002). Ulker Bakir. Removal of nitrate from water by electroreduction and electrocoagulation. Journal of Hazardous Materials B89 83–94.
- Langer, S. & Roberth, M. (2001). Cupric chloridre Leaching of Model SulfurCompounds for Simple Cooper, Pensilvania, McGraw Hill.
- Macheras, J., Vouros,D., C. Kollia, C. & Spyrellis, J. (1996). Nickel electrocrystallization influence of Unsaturated Organics Additives on the Mechanism of Oriented Crystal Growth, Trans. Inst, 55 – 74.
- Raymond, C. (2002). La Electroquímica y sus procesos, España, McGraw Hill.
- Rosenqvist, T. (1987). Fundamentos de Metalurgia Extractiva, Madrid, McGraw Hill.
- Valencia, N. (2013). Anteproyecto de instalación de una planta de cromado.
- Wesley, W. & Carey, J. (1999). The Electrodeposition o nickel chloride solutions, Experimental Nanoscience, 209-236.

