



Application Note AN-PAN-1012

# Análisis en línea del contenido de iones de níquel e hipofosfito en banos de niquelado sin corriente

El níquel puro es un metal blanco plateado extremadamente duro, resistente a la corrosión y dúctil. Debido a estas notables características, el metal se usa ampliamente en recubrimientos e ingeniería de superficies con muchas aplicaciones. El niquelado electrolítico es una técnica química autocatalítica para depositar una capa de aleación de níquel-fósforo en la superficie de una pieza de trabajo sólida. El proceso se basa en la presencia química de un agente reductor (hipofosfito de sodio) que reacciona con los iones metálicos para la deposición. Sin embargo, la vida útil del baño de galvanoplastia productos químicos es limitado, por lo que existe un requisito de

control de proceso crítico para monitorear el consumo de productos químicos automáticamente. A medida que el baño se usa durante períodos más largos, el electrolito se sobrecarga con productos de reacción que afectan negativamente las características de la superficie y la capa de las piezas de trabajo.

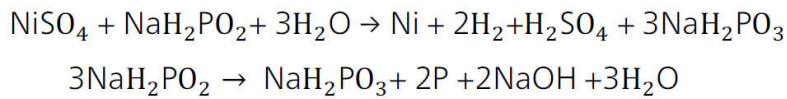
Esta Nota de aplicación del proceso presenta un método para monitorear regularmente los componentes activos del baño en un baño de niquelado sin electricidad para garantizar que se deposite una capa uniforme de aleación de níquel-fósforo.

## INTRODUCCIÓN

Los baños de niquelado electrolítico facilitan la reducción química de los iones de níquel al metal en baños electrolíticos ácidos. Aquí, el hipofosfito de sodio ( $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ ) se utiliza como agente reductor; con su ayuda, se deposita sobre la superficie del material una aleación de níquel-fósforo muy resistente a la corrosión.

La reacción decisiva es la reducción química de los iones de níquel e hidrógeno por el hipofosfito que conduce al níquel depositado y al gas de hidrógeno

(**Reacción 1**). La poca formación de hidrógeno gaseoso apunta a una deposición lenta o faltante de níquel. Cuanto más rápido ocurra esta reacción, menor será la cantidad de fósforo en el recubrimiento. Por otro lado, el recubrimiento contiene más fósforo cuando la reacción se ralentiza. Los recubrimientos con altas cantidades de fósforo (10–14 %) son muy resistentes a la corrosión, mientras que una mayor resistencia a la abrasión se logra más fácilmente con un bajo contenido de fósforo (3–7 %).

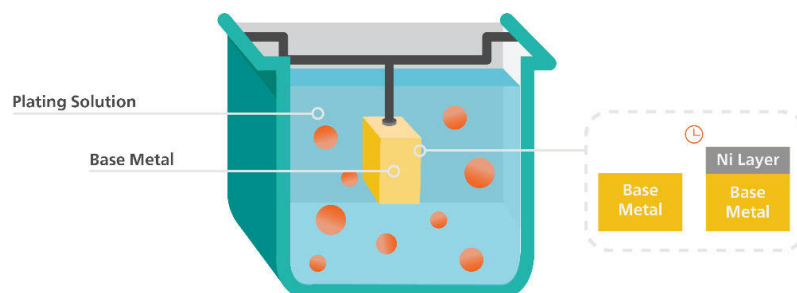


**Reaction 1.** Reacción de deposición de níquel no electrolítico.

Como los iones de níquel y el hipofosfito se consumen continuamente durante el proceso de deposición, las concentraciones de estos componentes deben mantenerse dentro de tolerancias definidas y reponerse continuamente para mantener una calidad constante en el producto final.

Cuando el baño de galvanoplastia está en uso, las concentraciones de sulfato y fosfito de sodio ( $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ ) aumentan constantemente; esto se convierte en el factor limitante cuando el baño está en uso durante mucho tiempo. A medida que se

deposita más níquel que fósforo, se forma más ácido sulfúrico que hidróxido de sodio a medida que continúa el proceso. Esto conduce a una disminución del pH durante la deposición de níquel, que debe aumentarse nuevamente mediante la adición de hidróxido de sodio o amoníaco. Solo la determinación exacta y reproducible de los parámetros relevantes para el proceso puede garantizar que los componentes del baño consumidos se repongan correctamente para garantizar un control óptimo del proceso.



**Figure 1.** Diagrama esquemático del proceso de niquelado electrolítico.

## APLICACIÓN

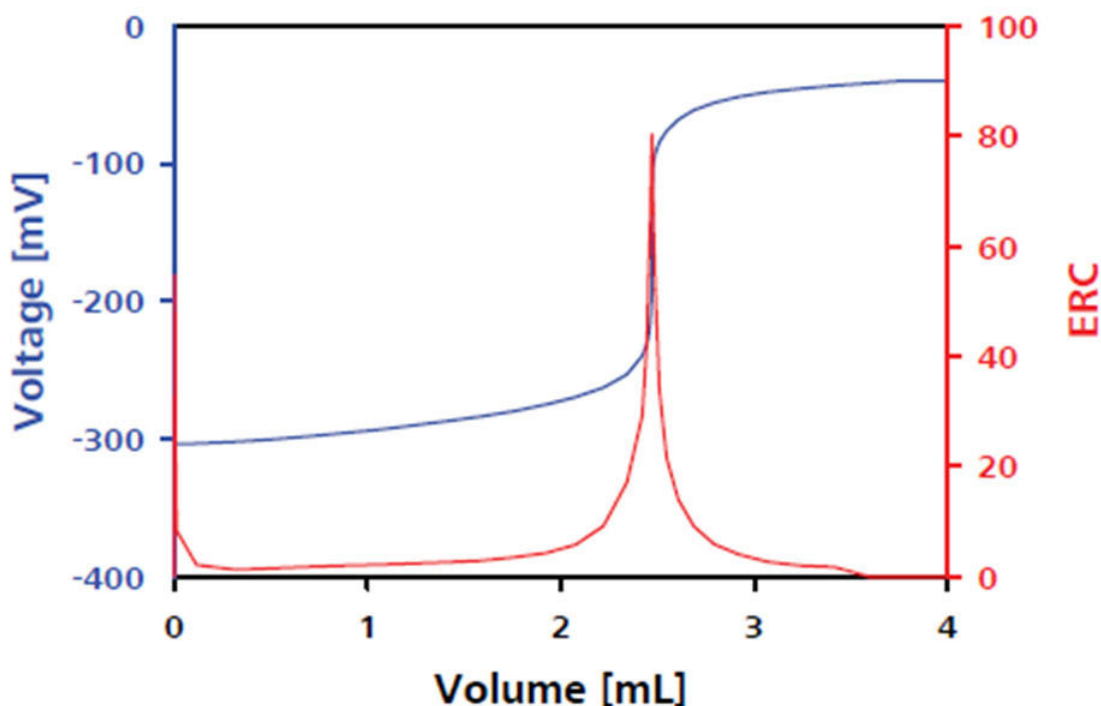
El monitoreo en línea del contenido de pH, níquel e hipofosfito es posible con el **Analizador de procesos 2060** de Metrohm Process Analytics (**Figura 2**). Todos los pasos de manipulación de líquidos, como la toma de muestras en alícuotas, la dosificación de reactivos, la titulación y la limpieza, se realizan mediante bombas y buretas controladas por el analizador de procesos.

El análisis consiste en transferir una alícuota de muestra al recipiente para análisis de alcalinidad y níquel o al recipiente para determinación de hipofosfito de sodio.

El analizador de procesos 2060 permite el monitoreo simultáneo de diversos parámetros de bano con una sola medición, lo que aumenta la frecuencia de medición. El níquel y el pH se determinan mediante titulación en línea (**figura 3**), y el hipofosfito de sodio se determina por titulación potenciométrica utilizando un electrodo de platino.



**Figure 2.** 2060 Process Analyzer



**Figure 3.** Curva de retrotitulación de yodo usando tiosulfato. ERC: Criterio de Reconocimiento de Puntos de Equivalencia.

La recopilación manual de datos puede afectar la calidad del producto, reducir el rendimiento y exponer al personal a condiciones peligrosas. Este sólido analizador de procesos tiene la flexibilidad de reconocer automáticamente el punto final de la titulación para garantizar la reproducibilidad de los resultados y una alta confiabilidad y precisión de

dosificación de los componentes del baño. El analizador de procesos 2060 se puede programar para adquirir datos a intervalos regulares sin necesidad de esperar los resultados del laboratorio, y las lecturas fuera de las especificaciones pueden informar de inmediato a los operadores para que tomen medidas directas.

**Tabla 1.** Parámetros a monitorear en baños de niquelado químico

| Analito  | Rango   |
|--|---------|
| Ni como sulfato de níquel (NiSO <sub>4</sub> ) | <10g/L  |
| NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub>               | 1–12 %  |
| pH   | 4,5–5,0 |

## CONCLUSIÓN

Conocer la concentración exacta de los componentes activos del baño en un baño de niquelado no electrolítico es crucial, ya que se pueden tomar medidas tempranas si es necesario. Esto incluye la reposición oportuna de los componentes consumidos para garantizar una deposición uniforme del

recubrimiento y la separación de los contaminantes formados. El monitoreo en línea de los baños de galvanoplastia garantiza la calidad del producto final, lo que significa mayores rendimientos y menos tiempo de inactividad, así como una reducción de los costos operativos al extender la vida útil del baño.

## MÁS INFORMACIÓN

[Determinación de ácidos, bases y aluminio: industria galvanica – tratamiento de superficies metálicas](#)

[Análisis online y atline de ácidos y hierro en baños de decapado](#)

## BENEFICIOS DE LA VALORACIÓN EN PROCESO

- Mayor calidad del producto final y rotación de metales (MTO) debido a la determinación en línea de los parámetros del baño
- Diagnóstico completamente automatizado – alarmas automáticas para cuando las muestras están fuera de los parámetros de especificación
- Entorno de trabajo más seguro y muestreo automatizado



---

## CONTACT

Metrohm México  
Calle. Xicoténcatl 181, Col.  
Del Carmen, Alcaldía  
Coyoacán.  
04100. Ciudad de México  
México

[info@metrohm.mx](mailto:info@metrohm.mx)

## CONFIGURACIÓN



### 2060 Process Analyzer

El 2060 Process Analyzer es un instrumento de análisis de química húmeda online que sirve para innumerables aplicaciones. Este instrumento de análisis de procesos ofrece un nuevo concepto de modularidad que consiste en una plataforma central, denominada "armario básico".

El armario básico consta de dos secciones. La sección superior contiene una pantalla táctil y un ordenador industrial. La sección inferior contiene la parte húmeda flexible donde se aloja el hardware para el análisis propiamente dicho. Si la capacidad básica de la parte húmeda no es suficiente para resolver un desafío analítico, entonces el armario básico puede ampliarse a hasta cuatro armarios más de parte húmeda para asegurar el espacio suficiente para resolver incluso las aplicaciones más difíciles. Los armarios adicionales pueden configurarse de tal manera que cada armario de parte húmeda puede combinarse con un armario de reactivos con detección de nivel integrada (sin contacto) para aumentar el tiempo de funcionamiento del instrumento de análisis.

El 2060 Process Analyzer ofrece diferentes técnicas de química húmeda: titulación, titulación Karl Fischer, fotometría, medida directa y métodos de adición de patrón.

Para cumplir con todos los requisitos del proyecto (o para satisfacer todas sus necesidades) se pueden proporcionar sistemas de acondicionamiento de muestras para garantizar una solución analítica robusta. Suministramos prácticamente cualquier sistema de acondicionamiento de muestras, como sistemas de refrigeración o calentamiento, reducción de presión y desgasificación, filtración, etc.