



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-K-109-1977

**ANODOS DE MAGNESIO EMPLEADOS EN PROTECCION
CATODICA**

MAGNESIUM ANODES FOR CATHODIC PROTECTION

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

PREFACIO

Los organismos participantes en la elaboración de esta norma son los siguientes:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.

Subdirección de Tecnología de la Explotación.

PETROLEOS MEXICANOS.

Gerencia de Explotación.

PETROLEOS MEXICANOS.

División G. I. V.C.

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO.

Laboratorio Central.

LAMINADORA. FOTO - ZINC, S.A.

Fábrica de Anodos de Magnesio.

IDEAL STANDARD, S.A. DE C.V.

División Cal - o - Rex.

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.

Consejo de Recursos Naturales no Renovables.

ANODOS DE MAGNESIO EMPLEADOS EN PROTECCION CATODICA
MAGNESIUM ANODES FOR CATHODIC PROTECTION

1 OBJETIVO

Esta Norma especifica las características de calidad y métodos de prueba que deben cubrir los ánodos de magnesio fundidos, empleados en sistemas de protección catódica de estructuras de acero.

2 CAMPO DE APLICACION

Esta Norma se aplica a la protección catódica de estructuras metálicas enterradas, sumergidas o de recipientes que contienen líquidos acuosos.

3 REFERENCIAS

Esta Norma Mexicana se complementa con las siguientes normas en vigor:

NOM-Z-012 Muestreo para la inspección por atributos.

NOM-W-050 Determinación de fierro en aleaciones de magnesio.

NOM-W-053 Determinación de manganeso en aleaciones de magnesio.

4 DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

4.1 Pila primaria

Es un sistema electrolítico constituido por un electrolito, dos electrodos y un conductor que conecta los electrodos de diferente actividad electro - química, denominados ánodo y cátodo. (ver figura 1.).

4.2 Celda electrolítica

Es un sistema electrolítico constituido por un electrolito, dos electrodos, una fuente de corriente y dos conductores. (ver fig. 2.).

4.3 Circuito de protección catódica

Es un sistema constituido por una estructura metálica por proteger, un electrolito, una fuente de corriente directa y un dispositivo anódico. La fuerza electromotriz puede provenir de una fuente externa (ver fig. No. 3), o de la propia actividad combinada del ánodo y la estructura trabajando como cátodo en el seno del electrolito (ver fig. No. 4).

4.4 Anodo

Es el electrodo que cede cargas positivas al electrolito en una pila primaria o en una celda electrolítica.

4.5 Anodo de magnesio

Es un ánodo de sacrificio de magnesio en un circuito de protección catódica.

4.6 Potencial de solución.- Es la diferencia de potencial que existe entre un metal o aleación con respecto a la solución en que está sumergido y medido por medio de un electrodo de referencia.

NOTA: En protección catódica se acostumbra utilizar como electrodo de referencia el de CU/CuSO₄ saturado.

5 CLASIFICACION Y DESIGNACION

Para los efectos de esta norma, los ánodos de magnesio se clasifican de acuerdo a su peso y a su forma y se establecen en la tabla 1 y fig. 5.

TABLA 1 Anodos de Magnesio

Número	Peso	Dimensiones		
		A	B	C
9-D-3	4.086 kg	8.636 cm	8.636 cm	34.925 cm
12 D-3	5.448 kg	8.636 cm	8.636 cm	45.72 cm
17 D-3	7.718 kg	8.636 cm	8.636 cm	64.77 cm
32 D-5	14.528 kg	13.97 cm	13.97 cm	53.97 cm
48 D-5	21.79 kg	13.97 cm	13.97 cm	82.55 cm
50 D-5	22.7 kg	Diámetro 20.32 cm largo: 41.91 cm		
2 -5		Diámetro 5.08 cm	Largo: 12.7 cm	
Anodo para	estruido calentador	diámetro:	1.905 cm Largo: según calentador	

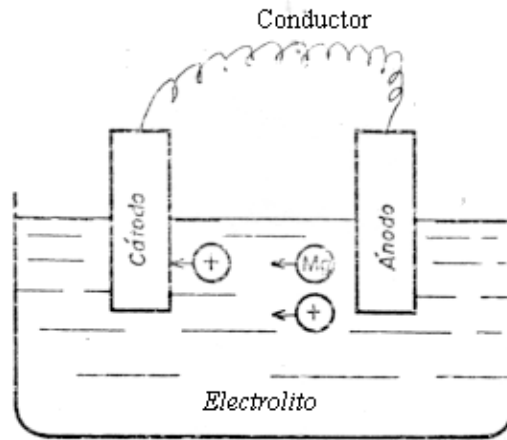


Fig. 1

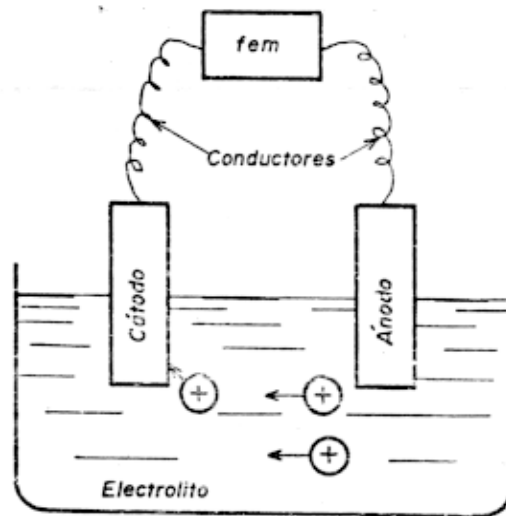


Fig. 2

FIG. 1.- PILA PRIMARIA
FIG. 2.- CELDA ELECTROLITICA

6 ESPECIFICACIONES

6.1 Químicas

Las especificaciones químicas se establecen en la Tabla 2.

TABLA 2

Elementos	Especificaciones en % peso
Magnesio (Mg)	Resto a 100
Aluminio (Al)	0.010 máximo
Manganeso (Mn)	0.50 a 1.30
Cobre (Cu)	0.02 máximo
Níquel (Ni)	0.001 máximo
Fierro (Fe)	0.030 máximo
Otros	0.30 máximo

6.2. Físico químicas

6.2.1 El potencial de solución en agua de mar sintética (ver 8.1.6) medido en circuito abierto y referido a un electrodo de Cu/CuSO₄ saturado, debe ser de 1.65 volts mínimo.

6.2.2 Rendimiento electroquímico de carga eléctrica en servicio de suelos y líquidos acuosos.

$$\text{Rendimiento teórico} = 2200 \frac{\text{A h}}{\text{kg}}$$

$$\text{Rendimiento práctico} = 1100 \frac{\text{A h}}{\text{kg}} \text{ mínimo}$$

6.2.3 Eficiencia de carga eléctrica

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de carga eléctrica} &= \frac{\text{Rendimiento práctico}}{\text{Rendimiento teórico}} \times 100 \\ &= 50\% \text{ mínimo.} \end{aligned}$$

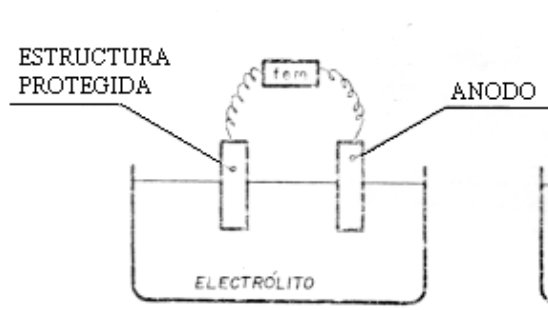


Fig. 3

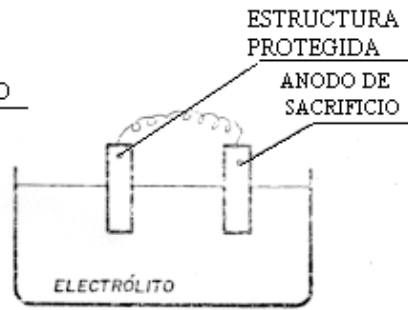


Fig. 4

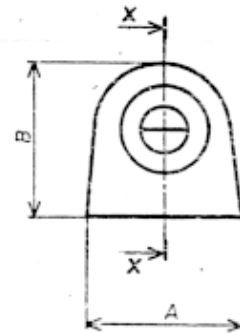
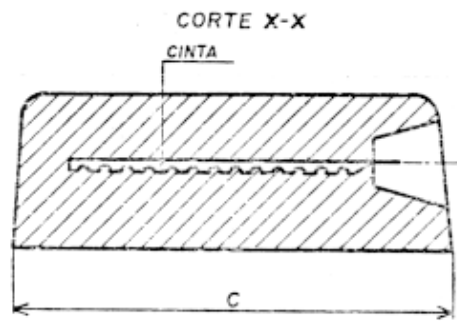


Fig. 5

FIG. 3, 4.- CIRCUITOS DE PROTECCION CATODICA
 FIG. 5.- ANODO FUNDIDO TIPO GALVOMAG

7. MUESTREO

7.1 Este párrafo especifica las condiciones y criterios de muestreo para comprobar las especificaciones significativas de calidad del producto Para los casos de que no exista acuerdo entre fabricante y consumidor, se deben aplicar los planes de muestreo conforme a la norma NOM-Z-012 considerando lo siguiente:

Debe aplicarse nivel especial (S-4) con NCA igual a 2.5% expresado como por ciento de defectuosos (ver Tabla 3).

TABLA 3

TAMAÑO DEL LOTE (N)	TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	CRITERIO DE ACEPTACION	
		Ac	Re
I	II	III	IV
6 a 150	5	0	1
151 a 1200	20	1	2
1201 a 10000	32	2	3

7.2 Unidad de producto (pieza)

Es cada uno de los ánodos de magnesio que constituyen el lote motivo de la inspección.

7.3 Tamaño de la muestra (n)

Es el que se obtiene a partir del lote de entrega.

7.4 Tamaño del lote (N)

Número total de unidades de producto.

7.5 Procedimiento

Extraer, usando una tabla de números aleatorios, una muestra de n ánodos de los N que componen el lote de acuerdo a la Tabla 3; probar los n ánodos siguiendo los métodos de prueba de referencia y los que se describen en esta norma.

7.6 Criterio de aceptación

Si del número de ánodo que forman la muestra (n) columna II, sólo son rechazados un número igual o menor al que se establece en la columna III (Ac), el lote (N) se acepta.

Si del número de ánodos que forman la muestra (n) columna II, Son rechazados un número igual o mayor al que se establece en la columna IV (Re) el lote (N) se rechaza.

8 METODOS DE PRUEBA

8.1 Método electroquímico para evaluar el rendimiento de carga eléctrica y la eficiencia de los ánodos de magnesio que se usan en protección catódica.

8.1.1 Principio del método

Se basa en la primera ley de Faraday que establece que la cantidad del metal disuelto o depositada en un electrodo, en el seno de una solución es directamente proporcional a la cantidad de corriente que pasa y al equivalente electroquímico del metal.

8.1.2 Equipo y materiales

8.1.2.1 Fuente de corriente directa

Se utiliza una fuente de corriente directa de capacidad apropiada, provista de un reóstato para el control de la corriente aplicada al circuito.

8.1.2.2 Amperímetro y Coulombímetro

Para la medición de la intensidad de la corriente aplicada se utiliza un amperímetro y para la medición de la cantidad de la carga eléctrica aplicada durante el período de prueba se utiliza un coulombímetro de cobre (ver fig. 6,).

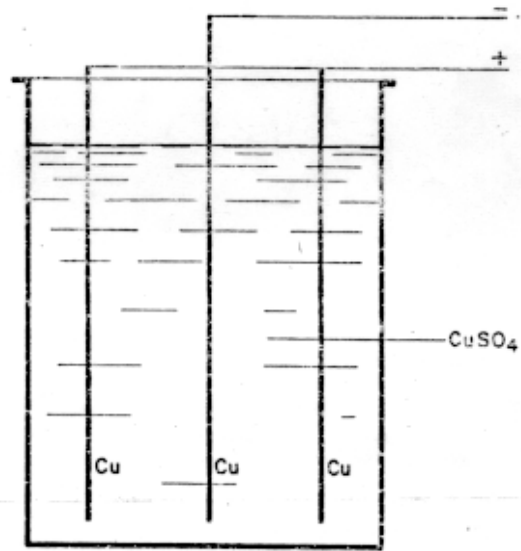
8.1.2.3 Potenciómetro

Para la medición del potencial anódico, respecto al electrolito y referido a un electrodo de Cu/CuSO₄, saturado se utiliza un voltmetro de alta resistencia (100000 Ohms/volts) o un potenciómetro.

8.1.2.4 Celda de prueba

Se usa un recipiente de vidrio de forma cilíndrica de 12 cm de diámetro y 17 cm de altura y con un volumen aproximado de 1600 ml.

En este recipiente se coloca: el espécimen de prueba, el electrolito, el cátodo auxiliar y el electrodo de referencia.



COULOMBIMETRO DE COBRE

8.1.2.5 Anodos de prueba

Se preparan de cada una de las aleaciones en estudio y son de forma cilíndrica con las siguientes dimensiones aproximadas: 8 cm de longitud por 1.6 cm de diámetro, desengrasándolos y pesándolos con aproximación de 0.0001 g.

8.1.2.6 Cátodo auxiliar y electrodo de referencia

Se utiliza un cilindro de criba de acero y una media celda de Cu/CuSO₄ saturado respectivamente.

8.1.3 Procedimiento

8.1.3.1 Los especímenes de prueba que se van a evaluar y que han sido previamente pesados, se colocan en el centro de las celdas que contienen el electrolito y los cátodos auxiliares.

8.1.3.2 A continuación se hacen las conexiones eléctricas de acuerdo con el esquema indicado en la figura No. 7, anotando la hora de iniciación de la prueba. La densidad de corriente anódica debe ser constante (1.25 mA/cm² máximo) durante el desarrollo de prueba. El tiempo de la prueba es de 96 a 120 horas.

8.1.3.3 Una vez concluida la prueba, se retiran los ánodos y se someten a limpieza química con el propósito de remover los depósitos y productos de la corrosión presentes en la superficie de los ánodos.

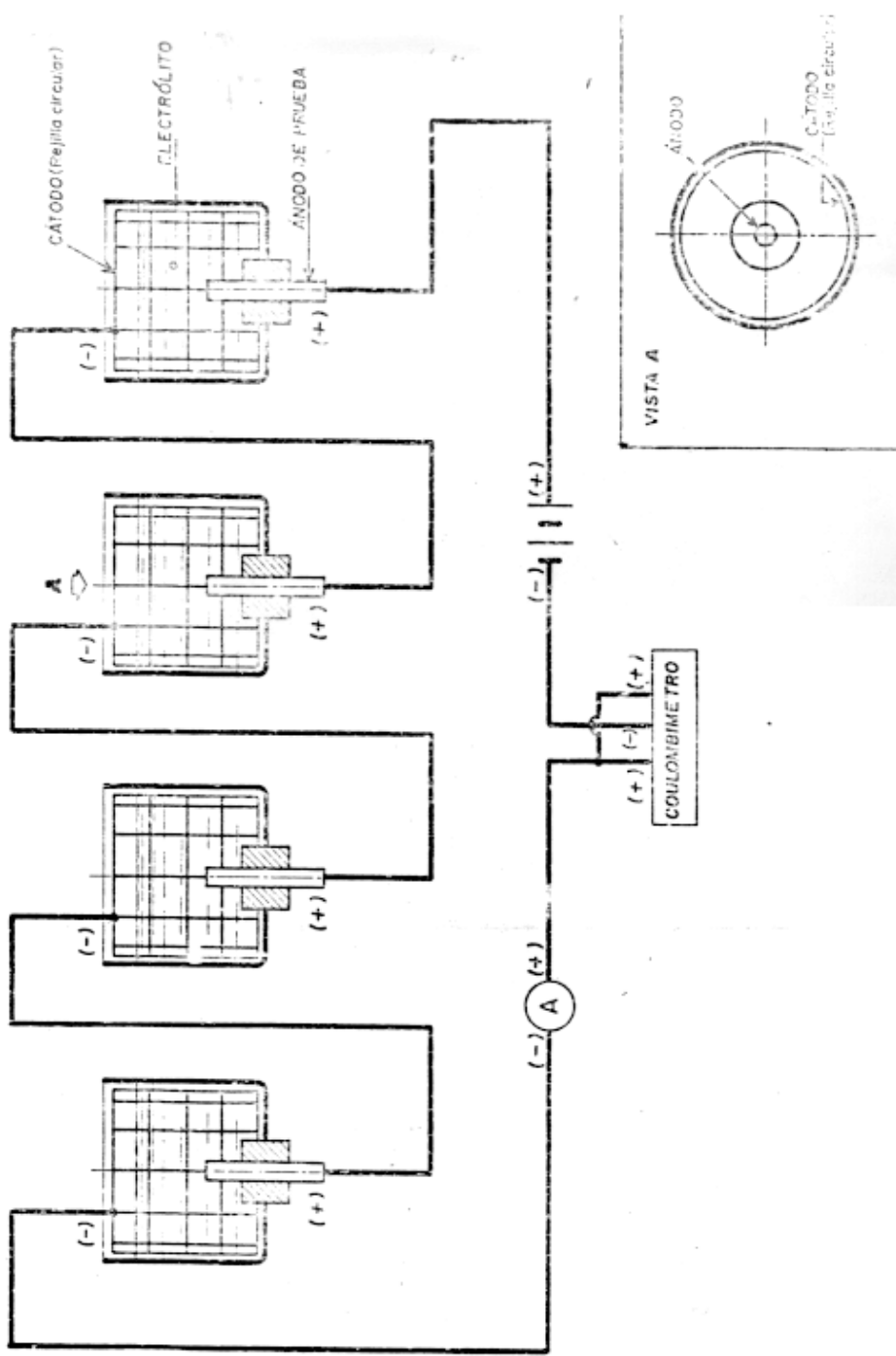
8.1.3.4 Los ánodos de magnesio se deben limpiar como se describe a continuación:

Las muestras (ánodos) que van a ser limpiados, se sumergen de 1 a 3 minutos en una solución de ácido crómico al 15% y cromato de plata al 1% manteniéndose a la temperatura de ebullición.

A continuación se enjuagan las muestras con agua destilada para remover el ácido, frotándose suavemente con un cepillo de cerda blanda, para remover cualquier película presente, después de lo cual se enjuagan nuevamente. Si aún permanecen depósitos o productos de corrosión se repite la operación anterior.

8.1.4 Cálculo del rendimiento y la eficiencia de carga eléctrica.

8.1.4.1 El espécimen corroído se pesa y por diferencia con su peso original se obtiene la cantidad de metal disuelto durante la prueba.



CELDA PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE ELECTROQUIMICO PRACTICO

La cantidad de carga eléctrica suministrada se determina con el coulombímetro y el cálculo de rendimiento del magnesio se determina mediante la siguiente expresión:

$$D_p = \frac{Q \times 1000}{W}$$

En donde:

D_p = Drenaje de carga eléctrica o rendimiento práctico, en Ah/kg

Q = Cantidad de carga eléctrica determinada con el coulombímetro, en A h

W = Pérdida de peso, en gramos

1000 = Factor adimensional de conversión de kilogramos a gramos.

Para el cálculo de la eficiencia usando material anódico de magnesio, el drenaje de carga eléctrica o rendimiento teórico es:

$$2200 \frac{\text{A h}}{\text{kg}} \text{ que corresponde con el 100\% de eficiencia.}$$

Por lo que: $e = 0.0454 D_p$

En donde:

e = Eficiencia.

0.0454 Factor de conversión en Kg/A h

8.1.6 Electrolito (Agua de mar sintética)

Se prepara en el laboratorio, en la siguiente forma:

solución base	
KCl	10 g
KBr	45 g
MgCl ₂	550 g
CaCl ₂	110 g

Se agrega agua destilada hasta completar un litro.

La solución base se agrega a otros productos químicos para hacer el agua de mar sintética a saber:

NaCl 23 g

Na₂SO₄ 10H₂O 8g

Solución base 20 ml

Se agrega agua destilada hasta completar un litro.

La resistencia específica aproximada de esta agua de mar sintética es de 25 ohms x cm.

8.2 Determinación colorimétrica de níquel de ánodos de magnesio (método dimetilglioxima - agente oxidante).

8.2.1 Principio del método

A un pH de 7.5 el compuesto de níquel con dimetilglioxima, insoluble en soluciones acuosas puede ser extraído con cloroformo, en donde dicho compuesto es ligeramente soluble; una vez separado en níquel por extracción en fase orgánica, se retorna a fase acuosa para seguir el método colorimétrico.

8.2.2. Reactivos y materiales

8.2.2.1 Solución de dimetilglioxima en alcohol etílico al 1%

8.2.2.2 Solución acuosa de ácido cítrico al 10%

8.2.2.3 Solución de persulfato de potasio al 2%

8.2.2.4 Cloroformo grado analítico

8.2.2.5 Solución de ácido clorhídrico (HCl) 1 N

8.2.2.6 Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 2 N

8.2.2.7 Solución acuosa de clorhidrato de hidroxilamina al 10%

8.2.3 Aparatos y Equipo

8.2.3.1 Medidor de pH, con juego de electrodos vidrio calomel.

8.2.3.2 Colorímetro o espectrofotómetro con juego de celdas

8.2.3.3 Balanza analítica

8.2.4 Preparación de la muestra

Pesar 1 g de muestra para contenidos de níquel menores a 0.030%.

8.2.5 Procedimiento

8.2.5.1 Atacar con 20 ml de ácido clorhídrico 1:1 hasta disolución total, si quedan residuos insolubles, filtrar lavando perfectamente.

8.2.5.2 Añadir 5 ml de solución de ácido cítrico y 5 ml de solución de clorhidrato de hidroxilamina.

8.2.5.3 Ajustar el pH a 7.5, diluir con agua destilada hasta 100 ml, pasar la solución a un embudo de separación y agregar 5 ml de solución de dimetilglioxima.

8.2.5.4 Hacer 3 extracciones sucesivas con 5 ml de cloroformo agitando vigorosamente por 30 segundos cada ocasión.

8.2.5.5 Para retornar el níquel a la fase acuosa, agite el cloroformo de las extracciones por 1 minuto con 2 porciones por 1 minuto con 2 porciones de 5 ml de solución de ácido clorhídrico 1 N.

8.2.5.6 Trasferir la solución a un matraz y diluir aproximadamente a 50 ml.

8.2.5.7 Agregar 1 ml de ácido cítrico, 3 ml de persulfato de potasio, 15 ml de hidróxido de sodio 2 N y 1 ml de dimetilglioxima.

8.2.5.8 Calentar a 60°C por 5 minutos, la solución se tornará de un color rojo vino en caso de existir níquel, aforar a 100 ml.

8.2.5.9 Medir la absorbancia a 465 nm y restar el blanco llevado en todo el proceso.

8.2.5.10 La curva de calibración se hace con una solución estándar de níquel en ácido clorhídrico 0.1 N.

8.2.6 Cálculos

$$\% \text{ de Ni} = \frac{\text{Microgramos de níquel de la gráfica} \times 10^{-6} \times 100}{\text{Peso de la muestra, en gramos}}$$

8.3 Determinación de cobre en ánodos de magnesio

8.3.1 Principio del método

El cobre cuproso forma una solución coloreada con neocuproína (2.9 dimetil 1.10 - fenantrolina). Este complejo de cobre coloreado se extrae con cloroformo y se determina colorimétricamente.

8.3.2 Reactivos y materiales

- 8.3.2.1 Acido clorhídrico, grado analítico
- 8.3.2.2 Solución acuosa de ácido clorhídrico 1:4
- 8.3.2.3 Clorhidrato de hidroxilamina, solución acuosa al 10%
- 8.3.2.4 Cloroformo, grado analítico
- 8.3.2.5 Solución estandar de cobre (concentración: 1 mg/ml)
- 8.3.2.6 Solución estandar de cobre (concentración: 5 microgramos/ml) prepararla a partir de la solución anterior.
- 8.3.2.7 Solución acuosa de ácido nítrico concentrado 1:1
- 8.3.2.8 Solución acuosa de citrato de sodio al 20%
- 8.3.2.9 Hidróxido de amonio, grado analítico
- 8.3.2.10 Solución alcohólica de neocuproína al 0.1%
- 8.3.3 Aparatos y equipo
- 8.3.3.1 Medidor de pH
- 8.3.3.2 Colorímetro o espectrofotómetro con juego de celdas
- 8.3.3.3 Balanza analítica
- 8.3.4 Procedimiento

8.3.4.1 Tomar una muestra de 5 a 10 g y limpiarla, sumergiéndola en una solución de ácido clorhídrico 1:4.

8.3.4.2 Lavar la muestra varias veces con agua destilada y secarla. Pesar la muestra y colocarla en un vaso de 400 ml.

8.3.4.3 Agregar aproximadamente 100 ml de agua destilada y colocar el vaso en un recipiente con hielo en la campana. Agregar 50 ml de ácido clorhídrico concentrado y dejar la muestra en el recipiente con hielo hasta que la reacción se atenúe.

Continuar con la adición de ácido clorhídrico en incrementos de 25 ml hasta que la muestra se disuelva. Agregar uno o varios cuerpos de ebullición y calentar lentamente durante 30 minutos aproximadamente. Se observará un precipitado de silice si el silicio está presente en la muestra. Este debe eliminarse.

8.3.4.4 Transferir la solución a un matraz volumétrico de 250 a 500 ml, aforar con agua destilada y mezclar.

8.3.4.5 Pipetear una alícuota que represente de 0.3 a 0.5 g de la muestra, y pasarlos a un vaso de 100 ml. Agregar 10 ml de la solución de clorhidrato de hidroxilamina y 15 ml de la solución de citrato de sodio. Usando el medidor de pH, fijar un valor de 4.5 a 5.5 con hidróxido de amonio concentrado o ácido clorhídrico 1:4.

8.3.4.6 Transferir la solución a un embudo de separación de 250 ml, agregar 15 ml de neocuproína, agitar y dejar reposar aproximadamente durante 30 segundos. Añadir 10 ml de cloroformo y agitar vigorosamente durante 30 segundos. Dejar que las fases se separen y dejar salir la fase inferior cobre - cloroformo, filtrarla con papel filtro (No. 41 Whatman o un equivalente) y recoger el filtrado en la celda de lectura.

8.3.4.7 Medir la absorbancia a 457 nm y resta el blanco llevado en todo el proceso. Hacer referencia a la curva de calibración para microgramos de cobre.

8.3.4.8 La curva de calibración se prepara a partir de las soluciones de cobre estandar.

8.3.5 Cálculos

$$\% \text{ de cobre} = \frac{\text{Microgramos de cobre de la gráfica} \times 10^{-6} \times 100}{\text{Peso de la muestra, en gramos}}$$

8.4 Determinación de aluminio en ánodos de magnesio (Método colorimétrico 8 - hidroxiquinol ina)

8.4.1 Principio del método

Se basa en la separación del aluminio por precipitación selectiva utilizando cantidades conocidas de fierro como recolector, y posteriormente una extracción en fase orgánica del compuesto 8 - hidroxiquinolato de aluminio, en condiciones adecuadas para eliminar la interferencia del fierro.

8.4.2 Reactivos y materiales

8.4.2.1 Solución de ácido clorhídrico, 1:1

8.4.2.2 Solución de fierro de concentración, 0.2 g/l aproximadamente.

8.4.2.3 Cloruro de amonio, grado analítico

8.4.2.4 Solución de hidróxido de amonio, 1:4 y 1:1

8.4.2.5 Solución de cianuro de potasio de concentración 30 g/l

8.4.2.6 Solución reguladora de pH (10.4 a 10.7).- Se mezclan 200 ml de hidróxido de amonio concentrado con 50 ml de agua y se disuelven 50 g de cloruro de amonio.

8.4.2.7 Solución de 8 - hidroxiquinolina en cloroformo de concentración 10 g/l

8.4.2.8 Cloroformo puro

8.4.2.9 Solución estándar de aluminio de concentración 10 microgramos/ml

8.4.3 Aparatos y equipo

8.4.3.1 Medidor de pH, con juego de electrodos vidrio - calomel

8.4.3.2 Colorímetro o espectrofotómetro con juego de celdas

8.4.3.3 Balanza analítica

8.4.4 Procedimiento

8.4.4.1 Pesar un gramo de muestra para contenido de 0.002% a 0.01% de aluminio

8.4.4.2 Atacar lentamente con 20 ml de ácido clorhídrico 1:1

En caso de existir insolubles, eliminarlos por filtración, lavando perfectamente con el mínimo posible de volumen de agua.

8.4.4.3 Adicionar 5 ml de la solución de fierro, calentar a ebullición durante 5 minutos, enfriar, añadir 0.5 g de cloruro de amonio, y diluir a 50 ml.

8.4.4.4 Ajustar el pH de la solución a un valor de 6 con solución de hidróxido de amonio 1:4, llevar a baño maría durante 20 minutos.

8.4.4.5 Filtrar con papel filtro (Whatman No. 40, ó su equivalente) lavar perfectamente con agua tibia (5 lavados mínimo), a la que se le han adicionado dos gotas de solución de hidróxido de amonio 1:4.

8.4.4.6 Redisolver el precipitado con 5 ml de ácido clorhídrico 1:1 y volver a repetir todos los pasos a partir de 8.4.5.4.

8.4.4.7 Una vez que el precipitado se ha vuelto a disolver con 5 ml de ácido clorhídrico 1:1, diluir a 50 ml, adicionar 5 ml de solución de cianuro de potasio. Este paso debe realizarse en una campana por la posibilidad de desprendimiento de gases venenosos.

8.4.4.8 En seguida ajustar el pH a 7 con la solución de hidróxido de amonio 1:1, agregar 10 ml de solución reguladora de pH, transferir la solución problema a un embudo de separación de 125 ml y efectuar dos extracciones sucesivas con 5 ml de solución 8 - hidroxiquinolina, agitando vigorosamente durante dos minutos en cada ocasión.

8.4.4.9 Recibir los extractos orgánicos en un matraz volumétrico de 50 ml y aforar con cloroformo.

8.4.4.10 Medir la absorbancia a 395 nm y restar el blanco llevando en todo el proceso. Hacer referencia a la curva de calibración para microgramos de aluminio.

8.4.4.11 La curva de calibración se hace a partir de una solución estándar de aluminio, de concentración 10 microgramos /ml.

NOTA: Es recomendable para el desarrollo de esta técnica analítica utilizar agua bidestilada o tridestilada, además en el blanco debe utilizarse el mismo volumen de agua de dilución que en el problema hasta el momento de efectuar las extracciones.

8.4.5 Cálculos

$$\% \text{ de aluminio} = \frac{\text{Microgramos de aluminio de la gráfica} \times 10^{-6} \times 100}{\text{Peso de la muestra, en gramos}}$$

9 MARCADO Y EMPAQUE

9.1 Marcado

El producto considerado en esta norma debe marcarse en forma legible y permanente únicamente con su marca comercial, debido a las características propias de este producto.

9.2 Empaque

Este no es necesario en la mayor parte de los casos, pero puede hacerse mediante acuerdo entre comprador y vendedor.

10 APENDICE

10.1 Observaciones

10.1.1 La pila primaria funciona en la forma siguiente:

El ánodo cede cargas positivas al electrolito en forma de iones, estos viajan a través del mismo electrolito y se depositan en el cátodo. El circuito se cierra por el conductor que une a los electrodos.

10.1.2 La celda electrolítica funciona en la siguiente forma:

La fuente de corriente directa a través del conductor anódico envía cargas positivas al electrodo positivo o ánodo, éste las cede al electrolito por el cual viajan hasta el cátodo que las colecta y las envía a la fuente a través del conductor catódico cerrándose así el circuito.

10.2 Bibliografía

Norma Mexicana NOM-Z-013. Guía para la redacción, estructuración y presentación de las Normas Mexicanas.

ASTM E 35-63 Standard Method for Chemical Analysis of Magnesium and Magnesium - Base Alloys.

Gahler, SA.R., Analytical Chemistry, 26. 257, 1954.

Snell, S.D. and Snell, Colorimetric Methods of Analysis; Princenton, D. Van Nostrand Company Inc.

Handbook of Analytical Chemistry.

Meites, L. McGraw - Hill Book N.Y. 1963.

Cathodic Protection, Morgan - H.; Leonar Hill Book London 1959.

Colorimetric Determination of Traces of Metalic, E.D.B. Sandell Interscience Publishers, Inc. N.Y.

11 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No concuerda con ninguna

México, D.F., Noviembre 4, 1977

EL C. DIRECTOR GENERAL

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a 'S' and a horizontal line extending to the right.

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS

Fecha de aprobación y publicación: Noviembre 11, 1977