

Comportamiento de los Aceros inoxidables frente a la Corrosión Electroquímica

Eusebio Dionicio Padilla, (*), Pablo Antonio Nuñez Jara (**), José Luis Vidarte Merizalde (***), Aquiles Figueroa Loli (***)

Resumen

El presente trabajo de investigación de técnicas potencio métricas en la determinación de la velocidad de corrosión del acero inoxidable AISI 304, ha sido posible mediante el uso del potencióstato que tiene un rango de medición de 0,005 mA a 1,000 mA con respuestas en los potenciales de 0,1 a 100 mV.

Las velocidades de corrosión del acero inoxidable AISI 304 ha sido determinado:

Medio: Solución de Cloruro de Sodio al 3,56% C.R. (mpy) = 1,72

Medio: Agua sintética de mar C.R. (mpy) = 1,28

El estudio de medición de la velocidad de corrosión en material de ingeniería, mediante el uso del potencióstato ha demostrado ser rápido y confiable.

Abstract

Present contribution constitutes the research in electrochemical technique of corrosion measurement, potentiostat is used of corrosion measurement for stainless steels AISI 304.

The potentiostat have a potential range of 0,1 to 100 mV and anodic current output range 0,005 mA to 1000 mA. Corrosion rates determined:

Sodium chloride 3,56% CR (mpy) = 1,72 Seawater synthetic, CR (mpy) = 1,28

Potentiostat test permits an overall accelerated testing programe in materials engineer

(*) Responsable Proyecto de Investigación, (**) Corresponsable , (***) Miembro

I.- INTRODUCCION

Una manera conveniente de determinar la cinética de reacción entre el medio y material es mediante los diagramas de EVANS que han sido usados en el análisis de reacciones de corrosión. Los diagramas son la superposición de las dos curvas (Polarización) para un metal arbitrario es mostrado en la Fig. 1. En muy bajas

corrientes E_{cORR} , es equivalente al potencial de electrodo reversible. Cuando E , es hecho negativo (catódico), los iones metálicos comienzan a ser reducidos. En algún punto el potencial empieza a variar linealmente con el $\log i$ esta región de la curva de polarización es conocido como la región de Tafel para valores negativos grandes de potencial, la densidad de corriente alcanza un valor máximo que es la densidad de corriente límite, bajo estas condiciones la corriente es determinado por la velocidad de transporte para la conducta anódica del sistema cuando el potencial es hecho más positivo que E_{cORR} .

En este caso, sin embargo la densidad de corriente límite es solamente alcanzado cuando la superficie del metal está saturado con respecto a una sal de metal. De la región lineal de las curvas de polarización la ecuación de Tafel es definido como:

$$n = a \pm b \log i$$

Donde: a y b son constantes y n es el sobrepotencial (la diferencia entre el potencial a una corriente i y el potencial del electrodo reversible, $E_{cORR} - E$)

Las curvas de polarización pueden ser determinadas experimentalmente o calculadas, cuando el cambio de densidad de corriente y los coeficientes de transferencia son conocidos:

$$n = b \log \frac{i}{i_{corr}}$$

Las curvas de polarización pueden ser determinadas experimentalmente o calculadas, cuando el cambio de densidad de corriente y los coeficientes de transferencia son conocidos.

Cálculo de la Velocidad de Corrosión De acuerdo a la ley de Faraday

$$W = \frac{Miq}{nf}$$

n = Cambio de valencia en la reacción electroquímica

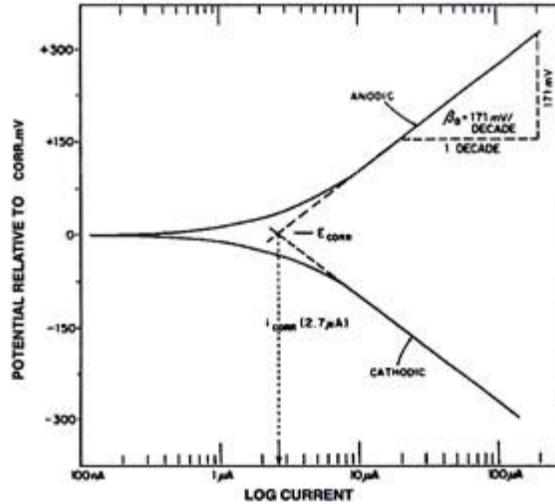
f = Faraday, 96 487 Coulombs

W = Peso de material depositado o corroído

M = Peso atómico

i = Cantidad de corriente

$$W = \frac{E \cdot M i_q}{f}$$



$$\frac{W}{q} = \frac{i \cdot E W}{f}$$

$\frac{W}{q}$ = velocidad de corrosión, g/s

Poniendo en milésima de pulgada por año, mpy la velocidad de corrosión se tiene:

$$\text{C.R. (cm/s)} = \frac{i \cdot E W}{d f A}$$

$$\text{C.R (mpy)} = \frac{0,13 i \text{CORR} \cdot E W}{d}$$

i_{CORR}, se obtendrá de la curva de medición potencioestática al potencial 0

II.-METODO EXPERIMENTAL

2.1 Ensayos de Medición

Las características del equipo de medición son como sigue:

2.1.1 Equipos de Medición:

- Unidad potencióstato PS4
- Unidad interruptora PUZ
- Unidad medidora de la corrosión KMZ 1.1

2.1.2 Modalidad de Medición

- Potencial estático - UR
- Potencial de medición - P
- Tiempo de respuesta del potencial - $T_{o/10}$, S

2.1.3 Electrodo

- Material de la probeta: AISI 304
- Electrodo de Referencia: Calomel
- Electrodo Auxiliar : Platino
- Continuidad Eléctrica : puente salino de Luggi

2.1.4 Solución para Ensayo

ENSAYO I

Agua de mar sintética

Composición

NaCl	30 g
MgSO ₄ .7H ₂ O	5 g
MgCl ₂ . 6H ₂ O	6 g
CaSO ₄ .2H ₂ O	1.5 g
KHCO ₃	0.2 g
Agua destilada	1 lt

ENSAYO II

Solución de cloruro de sodio al 3,56%

Composición:

NaCl	35,6 g
Agua destilada	1 lt

Mediciones:

ENSAYO I

Equipo: POTENCIOSATO PS4

REPOSO: 1/2 HORA

SOLUCION: Agua de mar sintético AREA PROBETA: 1.2668 cm²
POTENCIAL ESTATICO: 6,2 mV ELECTRODO DE REFERENCIA: CALOMEL
TEMPERATURA: Inicio 20,5°C. MATERIAL: Acero
Final 22,5°C. Inoxidable AISI 304

MEDICIONES CORRIENTE, POTENCIA, mV

Mediciones Corriente, Potencia, mV	
0.015	0.2
0.02	0.1
0.03	0.05
0.04	0.15
0.06	0.1
0.08	0.05
0.2	0.1
0.4	0.05
0.6	-0.05
0.8	-0.15
1.0	-0.2
2	-0.45
3	-0.8
4	-1.1
5	-1.4
6	-1.45
7	-1.6
8	-2.0
9	-2.1
10	-2.5
15	-3.5
20	-4.6
25	-5.4
30	-6.0

35	-7.0
40	-7.6
45	-8.4
50	-9.0
60	-9.2
72	-10.0
80	-10.2
92	-10.4
100	-10.45

ENSAYO II

EQUIPO: POTENCIOSTATO PS4

REPOSO: 1/2 HORA

SOLUCION: CNa al 3.56%

AREA PROBETA: 1.2668 cm²

POTENCIAL ESTATICO: -5.8 mV

TEMPERATURA: Inicio 25,5°C - Final 27,0°C

ELECTRODO DE REFERENCIA: Calomel

MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304

Mediciones Corriente Potencial mV	
0.01	0.2
0.02	0.15
0.60	-0.01
0.80	-0.1
1	-0.2
2	-0.4
4	-0.55
5	-0.8
7	-0.9
8	-1.1
9	-1.3
10	-1.4
20	-2.9
30	-4.2

40	-5.2
50	6.3
60	-7.0
70	-7.5
80	-8.5
90	-9
100	-10
200	-16
300	-21
400	-26
500	-30.5

III.- RESULTADOS

De acuerdo a las curvas potencioestáticas del material para los ensayos se determinó lo siguiente:

3.1 Velocidad de Corrosión

De la curva potencioestática se determina iCORR

ENSAYO 1: Agua de mar sintética
iCORR: 2,8 uA/cm²

Velocidad de corrosión

$$\text{C.R. (mpy)} = \frac{0,13 \text{ iCORR EW}}{d}$$

iCORR = Densidad de corrosión pA/cm²
EW. = Peso equivalente del material ensayado, g
d = Densidad del material ensayado, g/cc
EW = 27,7 g
d = 7,9 g/cc

$$\text{C. R. (mpy)} = \frac{0,13 \times 2,80 \times 27,7}{7,9} = 1,276$$

ENSAYO II: Solución de cloruro de sodio al 3,56

iCORR = 3,766 uA/cm²

$$C. R. (mpy) = \frac{0,13 \times 3,766 \times 27,7}{7,9} = 1,717$$

4.2 Ecuación de Tafel

ENSAYO I

$$n = 2,34 \log \frac{i}{i_{CORR}} \quad (\text{catódico})$$

ENSAYO II:

$$n = 9,14 \log \frac{i}{i_{CORR}} \quad (\text{catódico})$$

IV.- DISCUSION DE RESULTADOS

El método de medición de la velocidad de corrosión en los aceros inoxidable proporciona el desgaste del material en un medio electrolítico. La penetración de las picaduras no es medible; sin embargo puede ser observado en la probeta.

El método experimental ha sido efectuado a temperatura ambiente con una variación de 10% debido a la disipación de corriente en el medio electrolítico. La temperatura podría mantenerse constante mediante el uso de refrigeración si el caso fuera necesario.

La tendencia de la curva potencioestática es anódica en el inicio experimental siendo catódico en gran parte del desarrollo del ensayo lo que determina el transporte de los iones a la superficie del material.

Para la determinación de i_{CORR} a un potencial cero se identificó en la curva potencioestática la zona de actividad iónica.

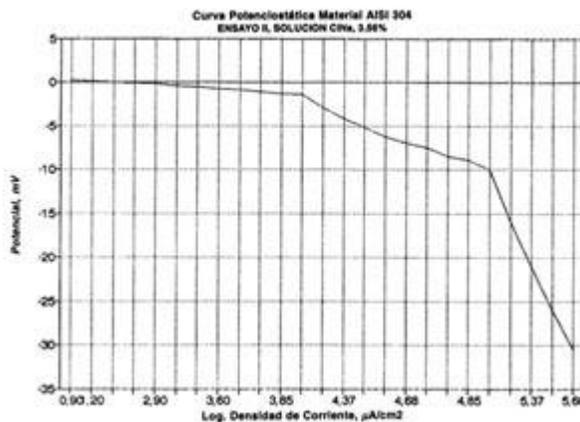
V.-CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de las pruebas efectuadas se concluye lo siguiente:

- a) La técnica para la medición de la velocidad de corrosión en el acero inoxidable AISI 304 usando el potencioestato ha resultado técnicamente aceptable, pudiendo ser extensivo a los aceros inoxidable en general y materiales.
- b) La velocidad de corrosión del acero inoxidable AISI 304 en solución de cloruro de sodio al 3,56% en peso ha sido de 1,72 mpy.

c) La velocidad de corrosión del acero inoxidable AISI 304 en agua sintética de mar ha sido de 1,28 mpy.

d) Los datos obtenidos de NACE de EE.UU. sobre la velocidad de corrosión del acero inoxidable AISI 304 son muy dispersos variando en el agua de mar entre 0,009 a 3,46 con un promedio de 1,17 mpy. Si comparamos con lo obtenido de 1,28 mpy podemos afirmar que el presente estudio ha demostrado que es posible aplicar técnicas potenciométricas de rápida evaluación para el estudio de procesos de corrosión en metales de ingeniería.



VI.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- CHAMPION, F.A.1976 Ensayos de Corrosión España: Urmo S.A. de Ediciones - FLINN, Richard
- 2.- TROJAN, Paul Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones México: Mc Graw Hill

- 3.- ASKELAND, Donald 1987 La Ciencia en Ingeniería de los Materiales México:
Grupo Editorial Iberoamerica
- 4.- FONTANA, Mars 1985 Corrosión Engineering
EE. UU: Mc Graw Hill Book Company - NA CE
1985 Basic Corrosion Course EE. UU.
- 5.- EG&G 1977 Corrosion Measurement Instrumentation EE. UU. : Princeton
Applied Reserarch
- 6.- ASTM G-5 1978 Standard Reference Method for Making Potentiostatic and
Potentiodynamic. Anodic Polarization Measurements