



TECNOLOGÍA TOTAL
INGENIERÍA EN INTEGRIDAD Y CORROSIÓN

ELECTRODO DE CILINDRO ROTATORIO



Introducción

La corrosión es un problema multimillonario de todas las industrias, especialmente en el sector de energía lo es la corrosión interna.

Las compañías de petróleo y gas controlan el daño de la corrosión interna principalmente con el uso de **inhibidores de corrosión**. Ya que los procesos de corrosión se pueden acelerar significativamente por temperaturas o presiones altas y flujos turbulentos, igualmente, la efectividad de los inhibidores puede verse afectada.

Debido a ello, al momento de evaluar inhibidores como protección al proceso, se necesita reproducir condiciones similares dentro de una tubería en un sistema controlado en un laboratorio. NACE recomienda el uso de un electrodo de cilindro rotatorio como uno de los métodos para la evaluación de inhibidores.

Objetivo



El equipo de electrodo de cilindro rotatorio (RCE por sus siglas en inglés) permite **evaluar la eficiencia de inhibidores de corrosión** a determinadas condiciones de flujo. Las mediciones se realizan a una velocidad de rotación cuyo número de Reynolds se asemeje al que el fluido a proteger posee.

Ventajas del RCE para pruebas electroquímicas

- Permite la simulación de los parámetros más críticos para la corrosión
- Puede realizarse inspección visual de la celda
- Provee resultados de manera rápida
- Procedimiento estandarizado por instituciones respetadas
- Determina la eficiencia de inhibidores fácilmente

Normas ASTM para análisis con RCE

- ✓ ASTM G111 – 97: Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both
- ✓ ASTM G170 - 01: Standard Guide for Evaluating and Qualifying Oilfield and Refinery Corrosion Inhibitors in the Laboratory
- ✓ ASTM G185 - 06: Standard Practice for Evaluating and Qualifying Oil Field and Refinery Corrosion Inhibitors Using the Rotating Cylinder Electrode



Comparación con otros métodos

| Descripción | RCE | Estático | RDE | JI | Flow loop |
|--|-----|----------|-----|----|-----------|
| Régimen Laminar | ✓ | X | ✓ | ✓ | X |
| Régimen Turbulento | ✓ | X | X | ✓ | ✓ |
| Monitoreo gravimétrico de velocidad de corrosión | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Monitoreo electroquímico de velocidad de corrosión | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Compacto, fácil de armar | ✓ | ✓ | ✓ | X | X |
| Poco volumen de electrolito | ✓ | ✓ | ✓ | X | X |
| Régimen de flujo caracterizado | ✓ | X | ✓ | ✓ | X |
| Útil para estudios de esfuerzo | ✓ | X | X | ✓ | ✓ |

¿Cómo funciona la simulación?

La simulación de las condiciones del campo dentro del equipo de RCE es lograda a través de:

- Velocidad periférica del RCE
- La naturaleza y superficie del electrodo
- Uso de fluidos estandarizados o de campo.

Y con esto se puede imitar el flujo turbulento o laminar del interior de la tubería fácilmente.



Escogiendo la velocidad de rotación

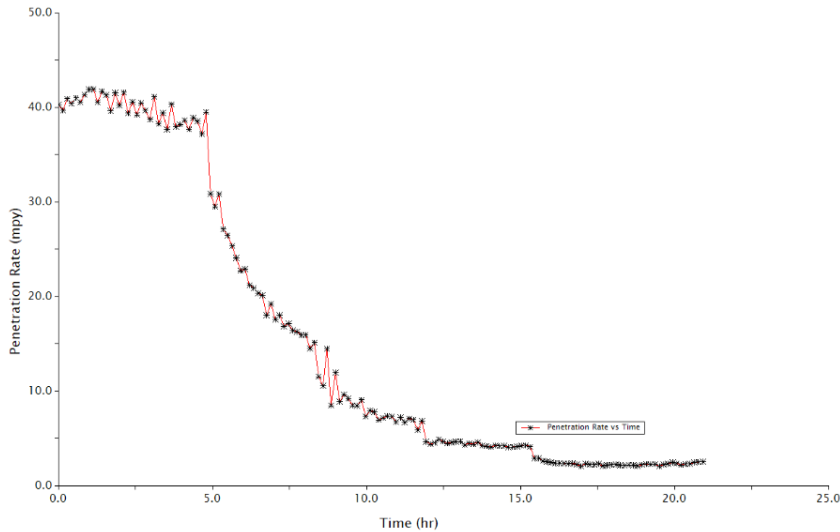
La selección de la velocidad de rotación está ligada a la velocidad del fluido y el diámetro de la tubería que recorre. A partir de estos datos, con una tabla proporcionada por el fabricante del equipo, se selecciona la velocidad de rotación del experimento.

TABLE 2. ROTATION RATE CORRELATION FOR WATER BETWEEN A TYPICAL* RCE AND A SMOOTH, STRAIGHT PIPE FLOW (Table Values in RPM)

| Schedule 40 Type | | "1 inch" | "2 inch" | "3 inch" | "4 inch" | "5 inch" | "6 inch" | "8 inch" | "10 inch" | "12 inch" |
|------------------|----------|-----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Pipe ID (cm) | | 2.66 | 5.25 | 7.79 | 10.23 | 12.82 | 15.41 | 20.27 | 25.45 | 30.32 |
| PIPE VELOCITIES | | | *These quantities assume a typical Pine RCE tip (either 12-mm or 15-mm diameter) rotated in water at 25 degrees C. For pure water at 25 degrees C, the density is 0.997 g / cm ³ and the absolute viscosity is 0.00891 g / cm s. | | | | | | | |
| (ft / s) | (cm / s) | (mi / hr) | 11 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| 0.10 | 3.05 | 0.07 | 26 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 |
| 0.20 | 6.10 | 0.14 | 43 | 39 | 36 | 34 | 33 | 32 | 30 | 28 |
| 0.30 | 9.14 | 0.20 | 62 | 55 | 51 | 49 | 47 | 46 | 43 | 40 |
| 0.40 | 12.19 | 0.27 | 82 | 73 | 68 | 65 | 62 | 60 | 57 | 53 |
| 0.50 | 15.24 | 0.34 | 103 | 92 | 85 | 81 | 78 | 76 | 72 | 67 |
| 0.60 | 18.29 | 0.41 | 125 | 111 | 104 | 99 | 95 | 92 | 87 | 81 |
| 0.70 | 21.34 | 0.48 | 148 | 131 | 122 | 117 | 112 | 108 | 103 | 96 |
| 0.80 | 24.38 | 0.55 | 172 | 152 | 142 | 135 | 130 | 126 | 120 | 111 |
| 0.90 | 27.43 | 0.61 | 196 | 174 | 162 | 154 | 148 | 143 | 136 | 127 |
| 1.00 | 30.48 | 0.68 | 466 | 413 | 385 | 366 | 352 | 341 | 324 | 302 |
| 2.00 | 60.96 | 1.36 | 773 | 685 | 639 | 608 | 584 | 565 | 538 | 501 |
| 3.00 | 91.44 | 2.05 | 1108 | 982 | 915 | 871 | 837 | 810 | 771 | 718 |
| 4.00 | 121.92 | 2.73 | 1465 | 1298 | 1209 | 1152 | 1106 | 1071 | 1019 | 949 |
| 5.00 | 152.40 | 3.41 | 1840 | 1630 | 1519 | 1447 | 1389 | 1345 | 1280 | 1192 |
| 6.00 | 182.88 | 4.09 | 2230 | 1976 | 1841 | 1754 | 1685 | 1630 | 1552 | 1445 |
| 7.00 | 213.36 | 4.77 | 2636 | 2335 | 2176 | 2073 | 1991 | 1926 | 1834 | 1707 |
| 8.00 | 243.84 | 5.45 | 3054 | 2705 | 2521 | 2401 | 2307 | 2232 | 2125 | 2041 |
| 9.00 | 274.32 | 6.14 | 3483 | 3086 | 2876 | 2739 | 2631 | 2546 | 2425 | 2256 |
| 10.00 | 304.80 | 6.82 | 3924 | 3477 | 3240 | 3086 | 2964 | 2868 | 2731 | 2542 |
| 11.00 | 335.28 | 7.50 | 4375 | 3876 | 3612 | 3441 | 3305 | 3198 | 3045 | 2834 |
| 12.00 | 365.76 | 8.18 | 4836 | 4284 | 3992 | 3803 | 3653 | 3534 | 3366 | 3132 |
| 13.00 | 396.24 | 8.86 | 5305 | 4700 | 4380 | 4172 | 4007 | 3878 | 3692 | 3436 |
| 14.00 | 426.72 | 9.55 | 5783 | 5123 | 4774 | 4548 | 4368 | 4227 | 4025 | 3746 |
| 15.00 | 457.20 | 10.23 | 6269 | 5553 | 5175 | 4930 | 4735 | 4582 | 4363 | 4060 |
| 16.00 | 487.68 | 10.91 | 6762 | 5991 | 5583 | 5318 | 5108 | 4943 | 4706 | 4380 |
| 17.00 | 518.16 | 11.59 | 7263 | 6434 | 5996 | 5712 | 5486 | 5309 | 5055 | 4704 |
| 18.00 | 548.64 | 12.27 | 7771 | 6884 | 6415 | 6111 | 5870 | 5680 | 5409 | 5033 |
| 19.00 | 579.12 | 12.95 | 8285 | 7340 | 6840 | 6516 | 6258 | 6056 | 5767 | 5367 |
| 20.00 | 609.60 | 13.64 | | | | | | | | |
| Schedule 40 Type | | "1 inch" | "2 inch" | "3 inch" | "4 inch" | "5 inch" | "6 inch" | "8 inch" | "10 inch" | "12 inch" |
| Pipe ID (cm) | | 3 | 5 | 8 | 10.23 | 12.82 | 15.41 | 20.27 | 25.45 | 30.32 |

¿Y luego?

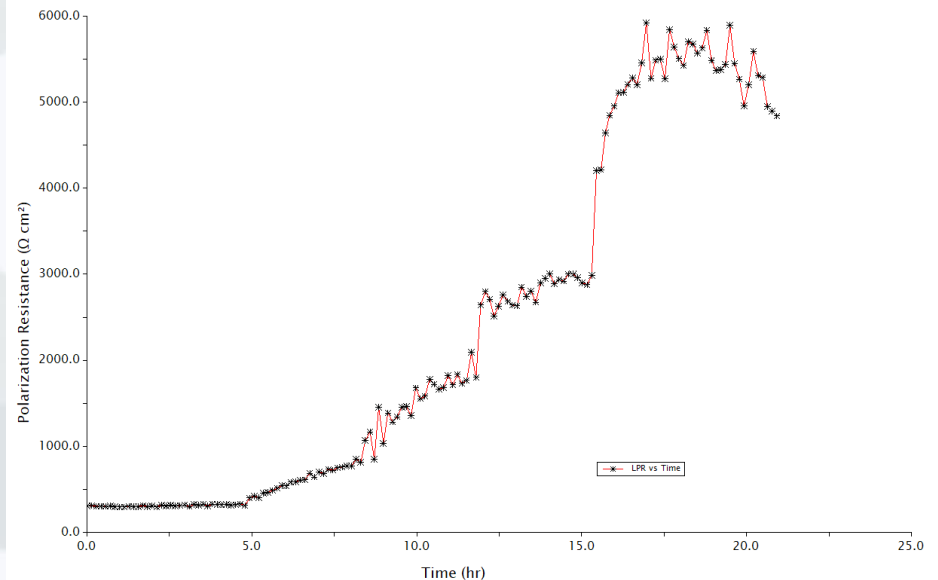
Penetration Rate Versus Time



Con estos datos se realizan curvas de polarización automatizadas, y así se puede hacer un seguimiento constante a la velocidad de corrosión.

Dentro de la celda ocurren reacciones electroquímicas, que producen un voltaje que se lee a través de un potencióstato.

LPR Versus Time



Entonces, ¿Qué ofrece el servicio del RCE?

Puede usar el servicio de laboratorio que ofrecemos con el equipo RCE para:

- Estudios de velocidad de corrosión
- Estudios de eficiencia de inhibidores de corrosión
- Experimentos de electroquímica en general





TECNOLOGÍA TOTAL

INGENIERÍA EN INTEGRIDAD Y CORROSIÓN

Muchas gracias por su participación !

