



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

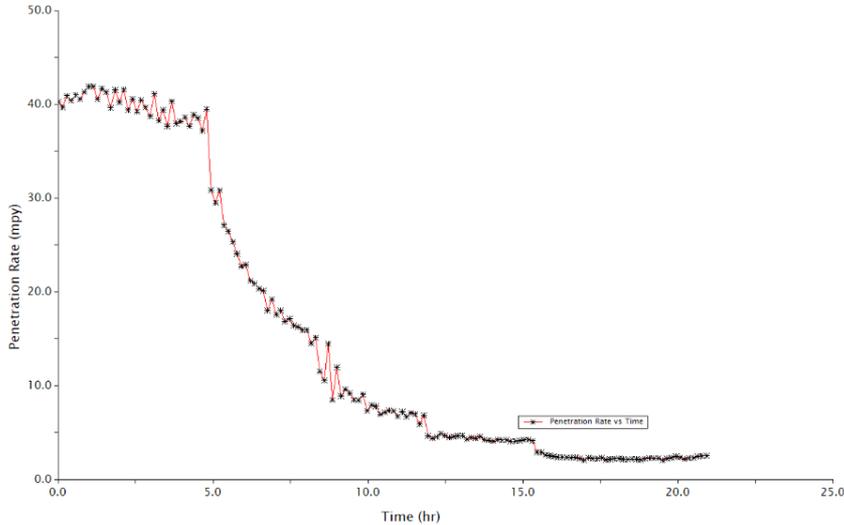
La selección de la velocidad de rotación está ligada a la velocidad del fluido y el diámetro de la tubería que recorre. A partir de estos datos, con una tabla proporcionada por el fabricante del equipo, se selecciona la velocidad de rotación del experimento.

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?

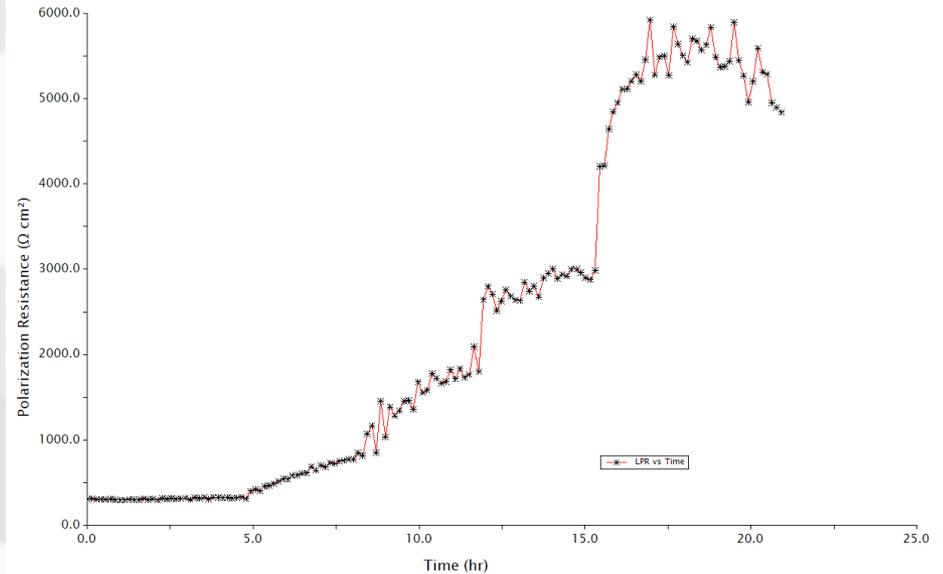
Penetration Rate Versus Time



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 !

