

Cloruros y válvulas de control

WACLAW KOWARZYK W. * Y JÓZEF WÓJCIK FILIPEK**

Chlorides and control valves

Abstract. Regulation regarding the protection of the environment imposed in the 90's and the expected modifications of suds legislation in the near future, bring new challenge in a control of industrial fluids at all their stages. This article describes the expectations in terms of corrosion caused by chlorides and analyses the availability of metallurgical options for helping in the solution of suds as a problem.

Introducción

En los sesentas había mucho personal para resolver los problemas de mantenimiento, tampoco los paros imprevistos no han sido muy críticos, y los productos residuales eran depositados “en cualquier lugar”. Por las políticas arancelarias, México no tuvo que competir con nadie.

La situación ha cambiado a finales de los ochentas y en lo que va de los noventas. El cambio en la regulación arancelaria incrementó el costo de la mano de obra, por un lado; nuevas leyes referidas a la protección ambiental, que también forman parte importante del Tratado de Libre Comercio, han agravado el problema. Ahora existe competencia fuerte en el mercado, las compañías buscan la máxima eficiencia para abatir los costos, mientras las limitaciones legales relacionadas con la protección del ambiente son cada día más severas y difíciles de cumplir.

Sería mucha simplificación limitar el concepto de “control” dentro de cada tipo de proceso al manejo de las sustancias químicas. Aunque el control de éstas es, sin duda, el elemento vital dentro de la

planta, el medio de mayor volumen circulante es el agua contaminada. Sin importar si el agua aparece como vapor, está empleada para enfriamiento o es un ingrediente del proceso; por lo tanto los ingenieros encargados de las válvulas de control tendrán que dedicar mucho de su tiempo y cuidado a los sistemas de agua. Otra de sus actividades será analizar y establecer las causas de problemas provocados por el agua en las válvulas de control.

I. Conceptos generales de calidad del agua

El hecho de que tanto el ambiente exterior como el interior (de la planta) estén cada día más “cerrados” permite suponer que la calidad del agua disponible se degradará rápidamente. Esta degradación es resultado de los altos volúmenes manejados, combinados con el costo y dificultad de su tratamiento a esta escala.

Desde el punto de vista metalúrgico, muchos de los ingredientes de esta agua pueden causar problemas. Algunos de ellos, como los sólidos, pueden ser separados con el uso de la tecnología moderna de filtración. Otros, como los ácidos, pueden ser neutralizados por el tratamiento químico. Sin embargo, un grupo de ingredientes -los iones de cloruros- alcanzarán niveles superiores en comparación con los observados en la época de “descargas libres”, por la simple razón de que la

* Facultad de Ingeniería de la UAEM. Ciudad Universitaria. Cerro de Coatepec. Toluca, Estado de México.

** Centro de Investigación en Arquitectura, Ingeniería y Tecnología de la UAEM. Ciudad Universitaria. Cerro de Coatepec. Toluca, Estado de México. C. P. 50110.

tecnología actual, aunque más moderna, sólo es capaz de bajar sus niveles a una concentración moderada, pero no los elimina totalmente. La concentración alta de iones de cloruros es lo que puede determinarse como una de las fallas en válvulas de control de mayor gravedad y frecuencia de lo observado en los periodos anteriores.

El ion de cloruro es un componente molesto del agua en proceso. Penetra en esta por medio del agua de suministro, proveniente de los depósitos naturales; también tiene su fuente en los desechos químicos.

Desde el punto de vista metalúrgico, el ion de cloruro es peligroso en varios aspectos.

Los iones de cloruros destruyen, por lo menos, la capa pasivada, lo que produce las vejigas de oxidación en los aceros al carbono y la corrosión tipo picaduras en los aceros inoxidable. En el caso extremo, la presencia de iones de cloruros puede provocar la formación de grietas por corrosión bajo esfuerzo, y al final, la falla mecánica. Tanto los casos moderados como los extremos tienen el potencial de poner a los elementos del equipo fuera de servicio.

II. Efecto de la corrosión de las válvulas causado por los iones de cloruros

El tipo de servicio de las válvulas es tal, que los problemas de corrosión por cloruros ocurren muy frecuentemente en ellos, antes de que algún problema grave sea detectado en otra parte de la instalación.

Los productos de corrosión por cloruros, depositados dentro de la válvula de control, pueden inmovilizar a ésta completamente; incluso el ataque severo de los cloruros puede cambiar notablemente sus características de flujo. En caso extremo, la corrosión bajo carga provocada por cloruros puede ser la causa de fallas mecánicas de elementos críticos en la instalación, y en su defecto, de una catástrofe.

Los aceros inoxidables austeníticos son el grupo de materiales más comunes en la fabricación de las válvulas de control. Aparte de la resistencia extraordinaria a la corrosión química, tienen la capacidad de resistir a la cavitación y corrosión-erosión de niveles moderados. Estas propiedades se deben a la formación y presencia de la capa de óxidos pasivos en sus superficies. Desgraciadamente, el incremento de la concentración de los cloruros disueltos o activos genera en la ruptura de esta capa y la corrosión subsecuente. El problema del ataque de los cloruros sobre los aceros inoxidables austeníticos será discutido a continuación.

Aunque ya pasaron muchos años de investiga-

ciones el mecanismo de ataque de los cloruros a los aceros austeníticos y de la corrosión por picaduras todavía no es completamente conocido. En general, las teorías ya consolidadas tratan el ion de cloruro como un activador o catalizador de la reacción de hidrogenización subsecuente. Por lo tanto, se realizaron varios estudios con el fin de establecer el papel de varios elementos aleantes en la resistencia a la corrosión por cloruros.

Han sido muchas las discusiones sobre los llamados aceros inoxidables de bajo carbono y su comportamiento en presencia de los cloruros. Este tema merece una explicación un poco más profunda.

Todos los aceros austeníticos son metaestables por su naturaleza.

En otras palabras, son austeníticos en la temperatura ambiente solamente como resultado de la solidificación relativamente rápida. Para los aceros austeníticos, que contienen la cantidad normal de carbono (aproximadamente 0.08%), existe el rango de temperaturas, en el cual los carburos son separados de esta estructura metaestable. Este fenómeno es conocido como precipitación de carburos y ocurre comúnmente entre 450°C y 900°C.

Cuando esto ocurre, la resistencia a la corrosión baja considerablemente. En consecuencia, si aparece la corrosión interangular, los efectos pueden ser catastróficos.

Después de pasar el ciclo apropiado de tratamiento térmico, los aceros inoxidables no presentarán ningún problema hasta no ser levantada su temperatura al rango anteriormente mencionado y por tiempo suficiente para causar la precipitación. Esto puede suceder durante la fabricación (o reparación) con uso de soldadura o durante la unión con la tubería. Para evitarlo, se aplican los aceros de menor contenido de carbono (0.03% máximo) cuando está prevista la operación de soldadura.

Ya que las válvulas con extremos tipo brida no están previstas para ser montadas en la línea con el uso de la soldadura, pedir en ellas el material de bajo carbono sólo cuesta más dinero, pero no se mejora la resistencia a la corrosión en ambiente de cloruros. ¿De qué resulta el incremento de su costo extra? Es simple. Estos aceros presentan peores propiedades durante el vaciado, lo cual se refleja en mayor cantidad de rechazo y/o reparaciones.

III. Los elementos aleantes y su efecto anticorrosivo

Aparte de todos los malentendidos relacionados con el contenido de carbono, hay elementos de aleación en aceros inoxidables, cuya presencia es

benéfica para su resistencia a cloruros. La figura 1 es un fragmento de la tabla periódica de los elementos, escogido desde este punto de vista.

La figura 1 indica que algunos elementos que proporcionan influencia positiva para la solución de problemas de corrosión por cloruros de todos modos deben ser excluidos de la consideración.

El nitrógeno es un ingrediente poderoso para abatir la corrosión; sin embargo, su baja solubilidad disminuye mucho el efecto.

El silicio y el vanadio tienden a provocar efectos negativos en otros aspectos, como el agrietamiento o serios problemas en maquinado, así que también están limitados en su uso. La plata y el renio tienen poca aplicación hasta ahora. Lo anterior nos deja con el cromo, el níquel y el molibdeno como los agentes principales para mejorar la resistencia a la corrosión por picaduras en el ambiente de cloruros.

El cromo es uno de los elementos principales de los aceros inoxidable. Independientemente de si el acero en cuestión es austenítico, martensítico, dúplex o ferrítico, el cromo siempre es un elemento básico de la aleación. ¿Cómo ayuda el cromo para abatir a la corrosión por cloruros? La figura 2 proporciona la ideas sobre cómo se puede medir esto. El diagrama muestra la fuerza electromotriz (llamada también el potencial de picadura) requerida para causar la picadura en aleación hierro-cromo. Mayor potencial significa mayor resistencia de la aleación a las picaduras. Como se puede observar, para tener un efecto realmente positivo, se requiere el contenido de 30% - 40% de cromo. Este nivel no es realista, por los problemas estructurales y de solidificación, que adicionalmente provoca.

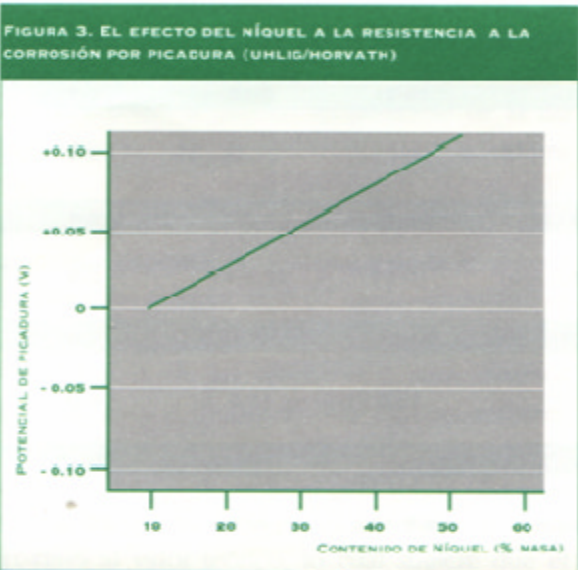
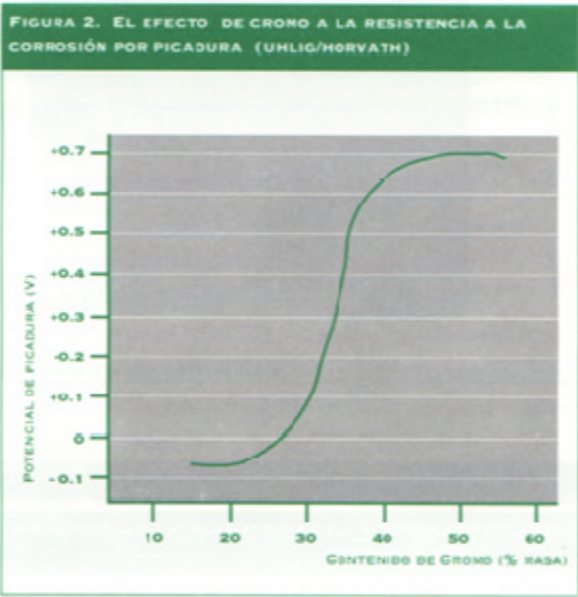
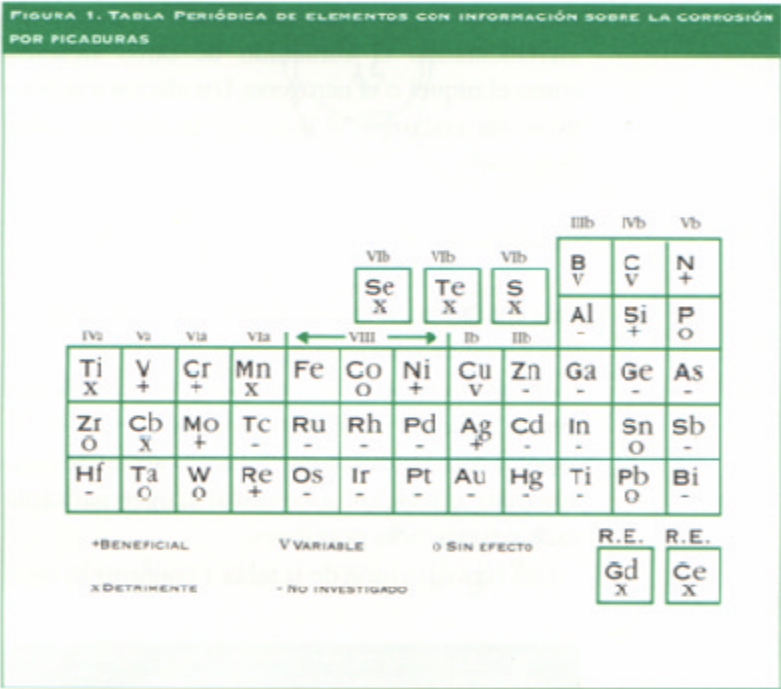
La presencia de níquel en la solución hierro-cromo redonda formación de la estructura austenítica metaestable y en la mejora de la resistencia a la corrosión en general. La figura 3 representa el efecto del níquel como ingrediente en la aleación hierro-cromo y su influencia en la corrosión por picadura.

El carácter de la gráfica indica que el contenido de níquel no tiene mucho efecto, antes de alcanzar los niveles comparables con las aleaciones tipo Inconel o Hastelloy.

El molibdeno es uno de los aleantes más poderosos en la lucha contra la corrosión por cloruros, lo cual se observa muy claramente en la figura 3.

Aunque la gráfica termina en un nivel muy bajo de contenido del molibdeno, su carácter indica que el efecto se incrementaría con contenidos mayores. Sin embargo, otra vez tenemos la limitación práctica.

Al agregar más molibdeno a la aleación, se observan las fracturas de transformación durante la



solidificación. Esta tendencia puede ser reducida, incrementando el contenido de otros aleantes, como el níquel o el nitrógeno. Los efectos son positivos; sin embargo, el costo de la aleación crece demasiado.

Conclusioncs

Tras analizar todo lo anterior se puede decir que el fenómeno de corrosión, a través de los cloruros es un problema típico. La ciencia y la tecnología modernas ofrecen la solución del problema en el aspecto físico; sin embargo, el costo actual de éstas automáticamente las pone casi al margen para aplicaciones prácticas populares.

Una breve revisión de la tabla 1 confirma lo ante-

rior. La resistencia de las aleaciones enlistadas a la corrosión por picaduras, provocada por cloruros está creciendo, desde arriba hacia abajo de la tabla. Desgraciadamente, el incremento del costo presenta la misma tendencia. En él, aparte del costo directo de los aleantes, se incluye el costo mayor de retrabajos, reparaciones y, también, los requisitos, más elevados, respecto al tratamiento térmico necesario.

Y ahora, frente a este problema por resolver, a cada ingeniero de mantenimiento encargado de las válvulas de control en la planta (y también a los autores) le gustaría tener una carta, una gráfica o un “mapa” para seleccionar la aleación apropiada en función de pH, concentración de cloruros, temperatura, velocidad, contenido de partículas sólidas, etcétera.

Francamente, por la cantidad de variables que ya mencionamos (y no son todas) en la época actual es imposible elaborar recomendaciones generales de este tipo. ¿En el futuro? Quién sabe. Por ahora, lo mejor que puede hacer el ingeniero de mantenimiento es examinar las condiciones del proceso específico que maneja, en relación con la vida real de las válvulas usadas, para llegar a su propias conclusiones en cuestión de selección óptima de los materiales.

El objetivo de esta discusión era el de presentar “las herramientas metalúrgicas” que ya están a su alcance. Con este “equipamiento”, es posible la solución del problema de las válvulas de control. •

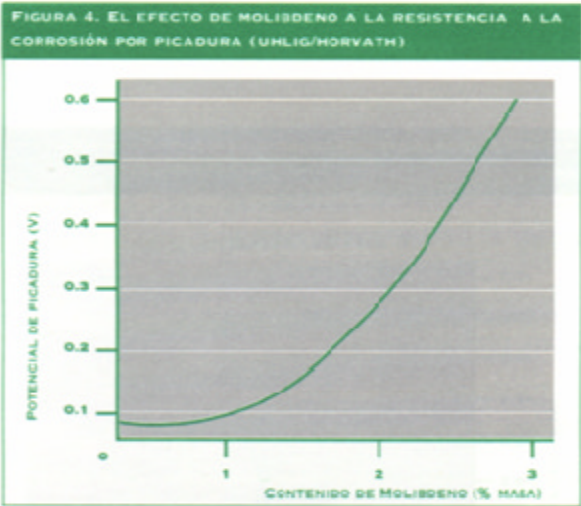


TABLA 1			
CONTENIDO DE ALEANTES EN RELACIÓN A LA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN POR PICADURA			
ALEACIÓN	% CROMO	% NÍQUEL	% MOLIBDENO
315 (ROLADO)	16-15	10-14	2-3
CF-8M (FUNDICIÓN)	18-21	9-12	2-3
317 (ROLADO)	18-20	11-15	3-4
CC8M (FUNDICIÓN 317)	18-21	9-13	3-4
CARPENTER CB-3 (ROLADO)	19-21	32.5-35	2-3
CN7M(ALEACIÓN 201)	19-22	27.5-30.5	2-3
AVESTA 254 5NO	19.5	19.5	8.0
HASTELLY C 276 (ROLADO)	14.5-15.5	+51	15-17
HASTELLOY C (FUNDICIÓN)	15.5-17.5	+47	16-18

BIBLIOGRAFÍA

Clinton R., Thomas, y Wright, Joseph B (1992). “Chlorides and the control valve engineer in the 1990’s”, in *Valve Magazine*, verano 1992.

Inchaurreza Zabala, Adrián. (1981). *Aceros inoxidables y aceros resistentes al calor. Propiedades, transformaciones y normas*. Editorial Limusa. México.

Colombiez, L. y Hochmann, J. (1969). *Aciers inoxydables Aciers réfractaires*. Editorial DLINOD. Paris.

Wójcik Filipek, Józef; García Ibarra, Carlos A, Zuñiga, V., Margarito. (1993). “Estudio sobre la fabricación de aceros con más alta resistencia a la corrosión para el uso en las construcciones petroleras”, en *Cuadernos de Investigación 1*. UAEM. Toluca. México.