

Informe detallado compatibilidad de materiales frente al Anolyte (HClO)

M.^a del Mar Rodríguez- Alejandro Reinaldo -Doney Berrio

Ituval Innovación

Introducción

La oxidación se genera cuando el metal entra en contacto con el oxígeno. Por ello, es una reacción superficial que se produce en la superficie, generando manchas de color marrón, rojizo o naranja, que pueden variar según la producción y los componentes químicos.

La corrosión es una reacción química, en la cual el metal entra en deterioro al estar expuesto al medio ambiente. Además, durante este proceso, el metal pierde propiedades mecánicas y sus características. Es decir, a mayor corrosión, mayor deterioro.

En el caso de la corrosión no puede eliminarse, como sí sucede como la oxidación, ya que la superficie se deforma o se agrieta. Por ello, hay que vigilar y revisar los metales sensibles a este proceso, para que no lleguen a este estado.

La principal diferencia que existe entre estos dos procesos es que la oxidación se produce por el aire, el agua o determinados minerales, mientras que la corrosión es el resultado, es decir, el deterioro del material. Por su parte la oxidación en materiales cerámicos no está tan definido como en el caso de los metales ya que su estructura atómica es responsable de su estabilidad química ante agentes químicos agresivos.

Los polímeros plásticos son considerados resistentes a la corrosión; por ejemplo, el teflón y el vitón son algunos de los materiales más resistentes.

En **Ituval Innovación** trabajamos con equipos generadores de agua electroquímicamente activada, donde el principio activo es el ácido hipocloroso (**HClO**) que se genera en concentraciones desde **100 ppm** hasta **500 ppm**. Esta solución es generada con un pH de entre **6.5** a **7.5** dependiendo de la aplicación y un potencial de oxido-reducción de **+900 mV**.

Es una tecnología probada y comprobada en muchos campos de aplicación como lo son:

- Agroindustria.
- Desinfección de piscinas.
- Limpieza y desinfección de sistemas CIP.
- Hospitales, centros de salud y clínicas.
- Hoteles y apartamentos.
- Centros deportivos.

A lo largo de los casos de éxito que hemos tenido en diferentes campos anteriormente mencionamos, nos encontramos con diferentes materiales en tuberías, depósitos, accesorios de conexión tales como (válvulas, bridas, juntas, etc..) en los cuales es una preocupación de forma recurrente por parte del cliente el tema de la corrosión y oxidación de dichos materiales al estar en contacto con nuestro producto, por ello presentamos el siguiente informe sobre el comportamiento de dichos materiales.

Prueba de corrosividad, oxidación y desgaste en materiales frente al Anolyte

Hemos realizado un conjunto de pruebas con diferentes materiales, con disoluciones de Anolyte que varían su concentración en **PPM** (partes por millón), la primera prueba se realizó a una concentración de **10 ppm** durante 24 horas de contacto y la segunda a una concentración de **57 ppm** con un tiempo de contacto de 24 horas en inmersión.

Acero Inoxidable 304		
El acero inoxidable AISI 304 hace referencia a un acero inoxidable de tipo austenítico lo que quiere decir que son aceros inoxidables no magnéticos que contienen altos niveles de cromo y níquel y bajos niveles de carbono). Contiene grandes cualidades, como su increíble resistencia a la corrosión y soldabilidad. Este tipo de aceros se endurecen por el trabajo en frío. De la misma forma, es un acero inoxidable muy higiénico y no magnético.		
Prevía inmersión	Disolución 10 ppm/24 horas	Disolución 57 ppm/24 horas
		
Comentarios		
Tras la inmersión del elemento, se registra que no se observa corrosión, oxidación o deterioro en la estructura de este.		

Acero Inoxidable 316

El acero inoxidable Tipo 316 es un acero inoxidable de cromo níquel austenítico que contiene molibdeno. Esta adición aumenta la resistencia a la corrosión general, mejora la resistencia a picaduras de soluciones de iones de cloruro y proporciona mayor resistencia a temperaturas elevadas. Las propiedades son similares a las del Tipo 304, excepto que esta aleación es un poco más sólida a temperaturas elevadas.

Prevía inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

El resultado de este tipo de acero inoxidable es el esperado, ya que presenta una mayor resistencia a químicos agresivos y al hacer la inmersión en nuestro producto no presentó, al igual que el acero 304, ningún índice de corrosividad, oxidación y ni deterioro en su composición.

Anexo

Continuando con otros análisis realizados sobre el efecto que puede causar el Anolyte en los metales, hemos realizado pruebas con 3 concentraciones distintas y de igual forma se dejan en inmersión durante las 24 horas.

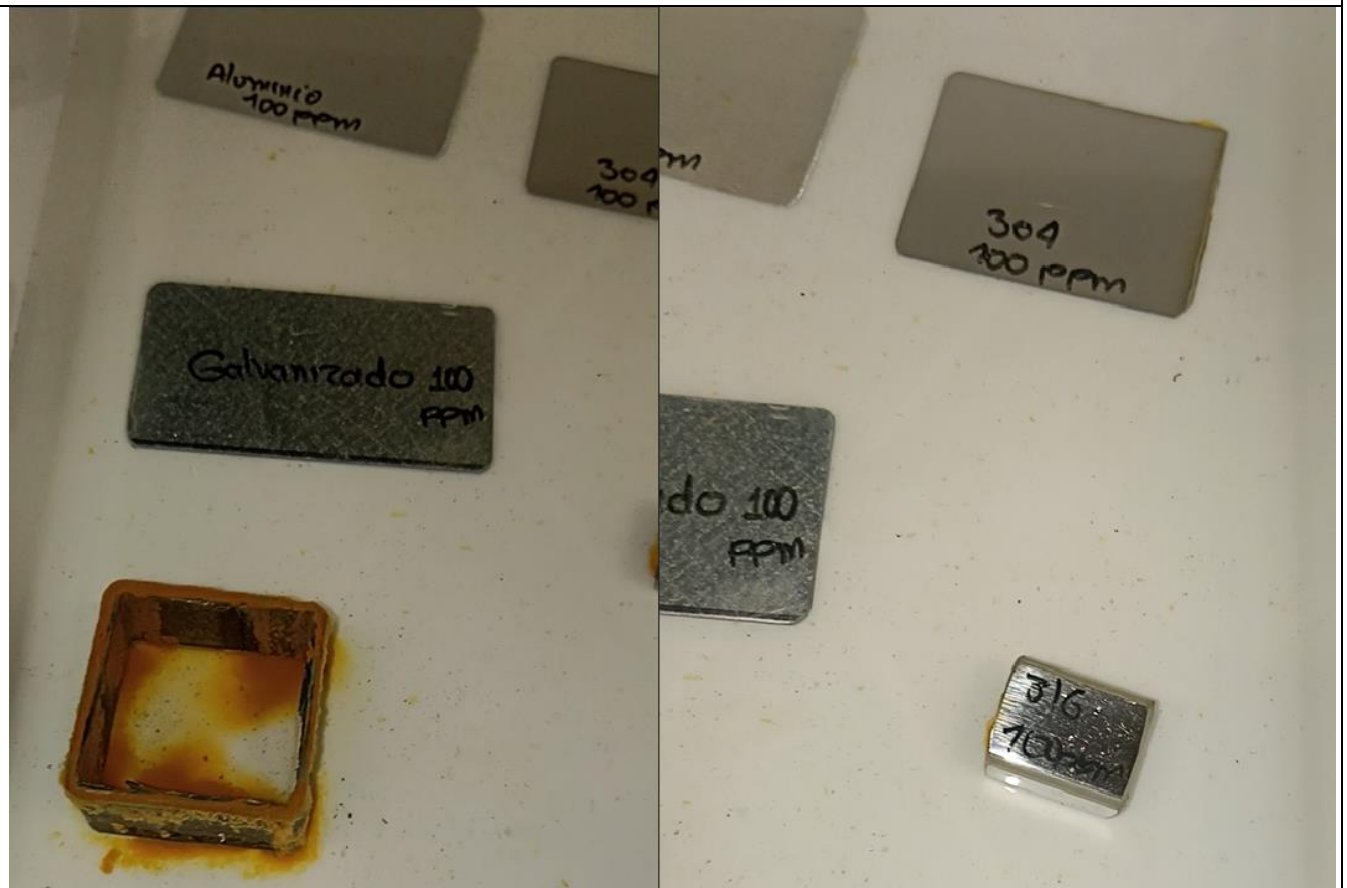
Estos materiales, que han sido usados para diferentes cometidos, cuentan ya con un desgaste e inclusive con corrosión y oxidación presentes, con el fin de conocer y registrar los futuros cambios que puedan surgir de dicha prueba.

A continuación, veremos los resultados de la prueba realizada a concentraciones de **59 ppm**, **100 ppm** y **210 ppm**. Se registro el comportamiento de metales como el acero INOX 304, 316, acero galvanizado, hierro y aluminio y se revisó su comportamiento durante 24 horas de contacto continuo.

Resultado 24 horas de contacto a 59 ppm



Resultado 24 horas de contacto a 100 ppm



Resultado 24 horas de contacto a 210 ppm



Comentarios

Una de las características de Anolyte es que añade un electrón al óxido ferroso (+2) y lo transforma en óxido férrico (+3), esto hace que sea más reactivo y comparta electrones con otros elementos químicos.

En la imagen podemos observar cómo se desprende el óxido y se crea la mancha anaranjada característica de dicha reacción.

Por otro lado, en los cortes que se les realizaron a las partes de acero INOX y al haber expuesto su parte no pasivada, se ven pequeñas muestras de oxidación, no obstante, las partes que aun cuentan con dicha protección logran permanecer intactas pese a las concentraciones a las que se les fueron sometidas.

Plástico ABS

El plástico ABS, es un Acrilonitrilo Butadieno Estireno. Por las características que tiene cada bloque que lo compone, es muy utilizado para manufacturar productos de gran volumen y aparatos electrónicos.

El material ABS tiene una gran variedad de aplicaciones, debido a la versatilidad que obtiene de sus propiedades, que lo vuelven muy fuerte y liviano, tiene una buena resistencia química, lo que permite que sea pintable, adherible y soldable; también tiene una gran resistencia a los rayos gamma y X.

Prevía inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

El recipiente donde realizamos las pruebas es de material plástico ABS, se aprovechó que es un material muy comercial y con amplio catálogo de productos elaborados.

Al contener las dos disoluciones durante los tiempos de contacto anteriormente mencionados, no se registra manchado, agrietamiento, ablandado, ni ningún otro desperfecto en el mismo.

Plástico Acetal

Es un termoplástico de ingeniería utilizado en piezas de precisión que requieren alta rigidez, baja fricción y excelente estabilidad dimensional, se caracteriza por su alta resistencia, dureza y rigidez. Las aplicaciones típicas del POM moldeado por inyección incluyen componentes de ingeniería de alto rendimiento, como ruedas dentadas pequeñas, monturas de anteojos, rodamientos de bolas, fijaciones de esquí, sujetadores, piezas de armas, mangos de cuchillos y sistemas de bloqueo.

Previa inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

Los tornillos después de realizar las pruebas poseen su rigidez intacta al igual que su color, no se ven afectados por el producto de ninguna forma.

Buna N-Nitrilo NBR

Aunque sus propiedades físicas y químicas varían en función de la composición del polímero de nitrilo, este tipo particular de caucho sintético es inusual por ser generalmente resistente al aceite, al combustible y a otros productos químicos. Se utiliza en la industria de la automoción y la aeronáutica para fabricar mangueras de manipulación de combustible y aceite, juntas, oiales y depósitos de combustible autosellantes, ya que los cauchos ordinarios no pueden utilizarse.

Previa inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

Como se observa en las imágenes, el NBR presenta buena resistencia a los aceites minerales, aceites vegetales, benceno/gasolina, ácidos diluidos ordinarios y alcalinos.

Acero al Carbono

El acero al carbono es una aleación de hierro con carbono y manganeso, la proporción de carbono y tratamiento térmico del acero son los que determinan sus propiedades. También es conocido como acero maleable, esto quiere decir que es flexible y puede tomar cualquier forma. Está considerado un material de alta resistencia.

Previa inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

El acero inoxidable aguanta muy bien la oxidación y la corrosión gracias al cromo, el cual genera una capa de protección alrededor del acero que impide que se degrade.

En el acero al carbono no se cuenta con cromo en su composición, por lo que se oxida de una forma muy rápida y no aguanta nada bien la corrosión.

A pesar de estas características, el acero al carbón se ha comportado muy bien en las pruebas efectuadas en las dos concentraciones a las que se probó.

No presento corrosión ni oxidación en ninguna de las fases de la prueba.

FFKM

Son compuestos perfluoroelastómeros que contienen una cantidad de flúor. Se trata de un material mejorado para la resistencia a altas temperaturas y productos químicos e incluso soportan entornos donde el oxígeno está presente durante muchas horas.

Se utilizan comúnmente para fabricar juntas tóricas y juntas que se utilizan en aplicaciones que implican contacto con hidrocarburos o fluidos altamente corrosivos, o cuando se encuentra una amplia gama de temperaturas.

Previa inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

Al encontrarnos con un material con alta resistencia a productos químicos y así como también una amplia gama de temperaturas, es normal que no se vea afectado por la prueba como se puede observar en las imágenes.

EPDM

Es un termopolímero que tiene buena resistencia a la abrasión y al desgaste. Tiene buenas propiedades como aislamiento eléctrico, resistente a los agentes atmosféricos, ácidos y a los productos químicos en general.

Prevía inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

Al tener buena resistencia a los ácidos, incluso a los oxidantes y a los químicos en general, supero la prueba sin mostrar deterioro en su composición.

FKM

Los fluoroelastómeros (FKM/FPM) son polímeros sintéticos fluorados diseñados para entornos difíciles, incluyendo aplicaciones químicas y altas temperaturas.

La fiabilidad a largo plazo, con un cambio mínimo en el entorno, son los principales factores que hacen de los fluoroelastómeros un polímero vital.

Previa inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



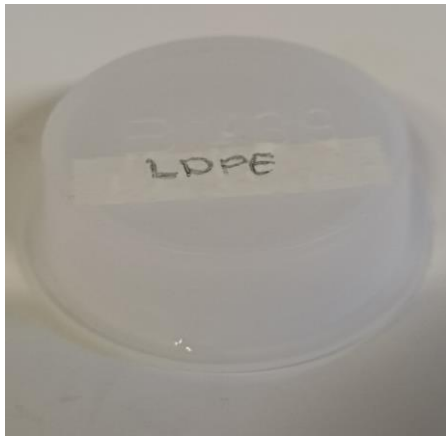
Comentarios

Nos encontramos con uno de los mejores materiales de su tipo, su gran compuesto nos permite pasar sin duda alguna la prueba realizada sin afectaciones. Muchas válvulas, bridas cuentan con O 'ring o juntas de dicho material por la fiabilidad y duración.

Polietileno de baja densidad (LDPE)

El polietileno de baja densidad es un polímero termoplástico de la familia de los olefínicos, formado por múltiples unidades de etileno. A su flexibilidad se unen otras cualidades como una buena resistencia tanto al impacto como a altas temperaturas y a sustancias químicas.

Como bien se le reconoce su flexibilidad lo convierte en un material ideal para la fabricación de bolsas, tuberías, juguetes, cables, envases y tapones de plástico, envases para detergentes y otros productos químicos.

Prevía inmersión	Disolución 10 ppm/24 horas	Disolución 57 ppm/24 horas
		

Comentarios

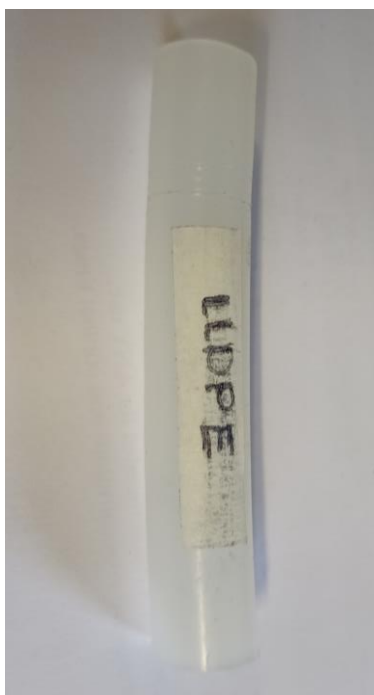
Al cabo de las pruebas observamos que el tapón de polietileno sigue manteniendo su flexibilidad sin presentar deformaciones ni rupturas, tampoco ningún tipo de modificación debida al Anolyte.

LLDPE

El polietileno de baja densidad lineal se destaca del polietileno de baja densidad regular por la ausencia de largas cadenas ramificadas. La linealidad del LLDPE resulta de los distintos procesos de fabricación del LLDPE y el LDPE. De forma general, el LLDPE está producido a temperaturas y presiones más bajas por copolimerización de etileno, buteno, hexeno u octeno. El proceso de copolimerización produce un polímero LLDPE que tiene una distribución del peso molecular más reducido que la del LDPE.

Los usos más habituales son bolsas de plástico y hojas, envoltorio de plástico, juguetes, cubiertas, tapas, tubería, cubos y contenedores, geomembranas, tubería flexible, frascos farmacéuticos, bolsas de basura, películas para envases de alimentos, productos de hogar, tuberías y mangueras de agua, revestimiento de cables.

Prevía inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

El fragmento de manguera con el cual se realizó esta prueba corresponde al conjunto de mangueras que componen el sistema hidráulico de los equipos generadores de Anolyte. Soportando estas el producto puro de 500 ppm y en otras referencias de hasta 3000 ppm sin mostrar ningún signo de afectación.

Polipropileno

El polipropileno, es uno de los materiales plásticos más utilizados, sus usos abarcan desde textiles y envases hasta dispositivos médicos, material de laboratorio o componentes automovilísticos.

Entre las principales ventajas del polipropileno o PP destacan las siguientes: gran resistencia mecánica, elevado punto de fusión, baja absorción de humedad, resistencia química tanto a sustancias acidas como alcalinas, gran versatilidad, por lo que es compatible con la mayoría de las técnicas de procesamiento y por lo cual le da usos muy diversos.

Prevía inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

Este tipo de material es utilizado en tuberías de trasiego del producto puro y en puntos de inyección, soportando concentraciones del producto de entre los **10 ppm** y los **3000 ppm** sin perder propiedades en su estructura.

PTFE (Teflón)

El politetrafluoroetileno (PTFE), más conocido como teflón, es un polímero similar al polietileno, en el que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de flúor. La propiedad principal de este material es que es prácticamente inerte, no reacciona con otras sustancias químicas excepto en situaciones muy especiales. Esto se debe básicamente a la protección de los átomos de flúor sobre la cadena carbonada. Tiene un muy bajo coeficiente de rozamiento y gran impermeabilidad, manteniendo además sus cualidades en ambientes húmedos.

Prevía inmersión



Disolución 10 ppm/24 horas



Disolución 57 ppm/24 horas



Comentarios

El teflón es utilizado en elementos sometidos a ambientes corrosivos, así como en mangueras y conductos por los que circulan productos químicos, por lo cual la inmersión en la disolución de 10 ppm y la de 57 ppm no afectó de ningún modo al material.

PVC

El polivinilo de cloruro es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo.

En la industria existen dos tipos:

- Rígidos: para envases, ventanas, tuberías —las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente).
- Flexibles: cables, juguetes y muñecas actuales, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados.

El PVC se caracteriza por ser dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental.

Prevía inmersión	Disolución 10 ppm/24 horas	Disolución 57 ppm/24 horas
		

Comentarios

El PVC al igual que las mangueras de polietileno (LLPDE) son usados en el montaje de los equipos generadores, habiendo demostrado un buen comportamiento frente al contacto con Anolyte.

Siendo así, el material se ha comportado como se esperaba frente a la prueba de inmersión.