



COMPORTAMIENTO DEL ALUMINIO

COMPORTAMIENTO GENERAL

El aluminio y todas sus aleaciones poseen en general un excelente comportamiento frente a todo tipo de agentes externos. Su capa de óxido de alúmina natural, autopasivante, lo protege frente a la corrosión. En los siguientes textos y tablas podrá conocer con mayor exactitud el comportamiento del aluminio frente a la corrosión, a las sustancias orgánicas e inorgánicas y a productos alimentarios.

> Comportamiento frente a la corrosión > Comportamiento frente a productos alimentarios > Comportamiento frente a sustancias inorgánicas > Comportamiento frente a sustancias orgánicas

COMPORTAMIENTO FRENTE A LA CORROSIÓN

El ambiente marino es un medio agresivo para la mayor parte de los materiales: metales, madera, plástico, etc. Los costos de mantenimiento son más elevados en unos que en otros.

Es por esto que se atribuyen mejores resultados a los productos llamados de «calidad marina» porque este «label» significa que su calidad ha sido comprobada en ambientes marinos, por eso existen pinturas marinas, bronce marino e igualmente, desde hace medio siglo, aleaciones de aluminio marino que tienen una excelente resistencia a la corrosión en medio hostil como es el marino.

LAS CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO MARINO

La agresividad del medio marino en contacto con los metales se debe a la abundancia de cloruros «Cl» en el agua del mar, con cantidades alrededor de 19 gramos por litro, bajo formas de cloruro de sodio, la sal, de cloruro de magnesio, etc. En efecto,

en el medio marino es donde ellos se encuentran en equilibrio y está compuesto de:

- Salas minerales disueltas del orden de 30 a 35 gramos por litro.**
- Gases disueltos de los cuales son de 5 a 8 ppm de oxígeno.**
- Materias orgánicas en descomposición.**
- Materias minerales en suspensión.**

El conjunto constituye un medio muy complejo donde la influencia de cada factor de orden químico (la composición...) de orden físico (la temperatura, presión...), de orden biológico (la fauna...) sobre el comportamiento a la corrosión de los metales, no es realmente separable ni cuantificable independientemente.

La agresividad de la atmósfera marina es acentuada por la humedad y las salpicaduras constituidas por finas gotas de agua de mar importadas por el viento. El efecto de la atmósfera marina depende de la orientación y de la intensidad de vientos dominantes y se atenúan fuertemente a algunos kilómetros de la costa.

La salinidad varía de unos mares a otros, por ejemplo, los 8 gramos por litro en el Mar Báltico (lo que facilita su congelación), o los 41 gramos por litro en el Mar

Mediterráneo, no tiene una influencia sensible en el comportamiento a la corrosión de las aleaciones de aluminio. Lo mismo ocurre con la temperatura del agua de mar en la superficie que varía según la estación y las latitudes, desde algunos grados centígrados en el Mar del Norte a los 25°C sobre los trópicos.

La experiencia demuestra que la resistencia a la corrosión es similar en los trópicos que en el Mar del Norte y aquí que en el Pacífico. Nada permite diferenciar el sólo hecho del medio marítimo al margen de elementos extraños que lo contaminan y que modifican localmente la composición del agua del mar o la atmósfera local así como los efluentes o emanaciones gaseosas. El conocimiento de los datos elementales sobre la corrosión del aluminio y sus aleaciones en el medio marino, así como lo que respecta a algunas reglas, muy fáciles de aplicar,

evitarán ciertos inconvenientes clásicos en el empleo del aluminio en el medio marino.

A este efecto hace falta recordar la importancia que tiene la capa de óxido natural en el comportamiento a la corrosión del aluminio y sus aleaciones. Se tratará a continuación de las formas de corrosión que se pueden observar en el medio marino incidiendo más en particular sobre la corrosión galvánica.

LA FINALIDAD DE LA CAPA DE ÓXIDO

El buen comportamiento a la corrosión del aluminio es debido a la presencia permanente sobre el metal de una capa de óxido natural constituido por óxido de aluminio (Alúmina) que le hace pasivo a la acción del medio ambiente.

Aunque de muy pequeño espesor, comprendido entre 50 y 100 Angströms (o sea de 50 a 100 mil millonésimas de metro) la película de óxido constituye una barrera entre el metal y el medio ambiente y se forma instantáneamente desde que el metal entra en contacto con un medio oxidante: el oxígeno del aire, el agua, etc., la estabilidad físico-química de la capa de óxido por tanto tiene una gran importancia sobre la resistencia a la corrosión del aluminio. Ella depende de las características del medio, uno de los cuales es el pH y también la composición de la aleación del aluminio.

LA INFLUENCIA DEL pH

La velocidad de disolución de la capa de óxido depende del pH. Ésta es elevada en un medio ácido y en un medio alcalino pero es débil en los medios próximos a la neutralidad (pH 7). El agua de mar tiene un pH de 8 - 8,2. La capa de óxido es por tanto muy estable en el agua del mar y en el ambiente marino.

Contrariamente a una idea muy difundida, el pH no es sólo un criterio a tener en cuenta para predecir el comportamiento del aluminio en un medio acuoso: La naturaleza del ácido o de la base juegan un papel preponderante. Esto es muy importante cuando se debe elegir un producto limpiador o decapante para el aluminio.

De este modo si los hidrácidos tales como el ácido sulfúrico atacan fuertemente al aluminio (tanto más si están en una solución concentrada), el ácido nítrico concentrado por el

contrario no tiene acción sobre el aluminio, el contribuye por su función oxidante a reforzar ligeramente la capa de óxido y puede ser utilizado en una concentración superior al 50% para el decapado del aluminio y de sus aleaciones. Los ácidos

orgánicos, sólo tienen una ligera acción sobre el aluminio. Es igualmente verdadero en un medio alcalino: la sosa caustica, la potasa, atacan severamente al aluminio. El amoníaco concentrado tiene una acción mucho más moderada.

LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS DE ADICIÓN

Ciertos elementos de adición de las aleaciones de aluminio refuerzan las propiedades protectoras de la película de alúmina.

Otros por el contrario la debilitan. Por parte de las primeras hay que citar el magnesio cuyo óxido, la magnesia, se combina con la alúmina. La mejora de las propiedades protectoras de la película de óxido natural es lo que explica el rendimiento óptimo del comportamiento a la corrosión de las aleaciones de aluminio-magnesio de la familia EN W 5000 (Magnealtok) tales como la 5005 (Magnealtok 10), 5052 (Magnealtok 25), 5754 (Magnealtok 30), 5154 (Magnealtok 35), 5086 (Magnealtok 40) y la 5083 (Magnealtok 45).

Por el contrario, el cobre es uno de los elementos que debilitan las propiedades de la capa de óxido. Esta es la razón por lo que está totalmente desaconsejado utilizar en un ambiente marino, sin protección especial, las aleaciones de aluminio-cobre de la familia EN AW 2000 (Cobrealtok 07-11-14-17 y 24) y las aluminio-zinc de la familia 7000 con adición de cobre.

FORMAS DE CORROSIÓN

Nosotros no citaremos aquí más que las formas de corrosión que pueden eventualmente encontrarse en el ambiente marino en las aleaciones de extrusión y laminación de las familias 1000 (Aluminio Puro), 3000 (Aluminio-Manganeso), 5000 (Aluminio-Magnesio) y 6000 (Aluminio-Magnesio-Silicio) y las aleaciones de moldeo con silicio o magnesio.

- Corrosión uniforme

Este tipo de corrosión se traduce por una disminución del espesor regular y uniforme sobre toda la superficie del metal. La velocidad de disolución puede variar de unas micras por año, en un medio no agresivo a muchas micras por hora según la naturaleza del ácido o de la base de la solución en el agua. En ambiente marino, sea en inmersión en el agua o bajo los efectos de la atmósfera marina, la corrosión uniforme es ínfima. No es medible.

- Corrosión por picaduras

Esta es una forma de corrosión muy localizada y común a muchos metales. Consiste en la formación de cavidades en el metal, en las cuales la geometría, varía según cierto número de factores inherentes al metal (naturaleza de la aleación, condiciones de fabricación...) o al medio: concentración de sales minerales, etc.

El aluminio es sensible a la corrosión por picaduras en los medios donde el pH está próximo a la neutralidad, es decir, de hecho en todos los medios naturales: aguas superficiales, aguas de mar, humedad del aire, etc.

Contrariamente a los otros metales usuales, esta forma de corrosión llama la atención porque las picaduras de corrosión están siempre recubiertas de pústulas blancas de alúmina hidratada gelatinosa $\text{Al}(\text{OH})_3$ muy voluminosas. El volumen de la pústula es más importante que la cavidad subyacente.

La corrosión por picaduras se desarrolla en sitios donde la capa de óxido natural presenta defectos: reducciones de espesor, roturas locales, lagunas, etc. provocadas por diversas causas relacionadas con las condiciones de transformación o defectuoso manipulado y con los elementos de aleación, etc. La experiencia demuestra que las zonas lijadas, rayadas en las operaciones de calderería, de plegado, de soldadura, son lugares donde las picaduras pueden desarrollarse durante las primeras semanas de inmersión en el agua de mar.

Lo que interesa al usuario, es conocer la velocidad de penetración de las picaduras donde se han iniciado. Contrariamente a otros metales cuyos productos de corrosión son solubles, es el caso del zinc, los del aluminio, la aluminia $\text{Al}(\text{OH})_3$, son insolubles en el agua, si bien una vez formados, permanecen fijados al metal en las cavidades de la picadura. La

alúmina hidratada frena considerablemente los cambios entre el agua de mar o la humedad del aire y el metal.

La velocidad de corrosión por picaduras del aluminio y de sus aleaciones decrece por tanto muy rápido en la mayor parte de los medios incluso en el agua del mar. Las medidas de penetración de las picaduras hechas a intervalos regulares demuestra que la velocidad de ataque de la picaduras está ligada al tiempo por una relación del tipo $V = Kt^{1/3}$.

La gran experiencia en el empleo del aluminio no protegido en la construcción al borde del mar (techos, cubiertas, etc.) y en la construcción naval, confirma los resultados obtenidos en laboratorio o en exposición natural de la corrosión durante mucho tiempo: La profundidad de las picaduras una vez formadas durante los primeros meses, no sigue evolucionando. Esta ralentización de la velocidad de corrosión por picaduras, explica que se puedan utilizar productos de aluminio en algunos medios naturales (atmósfera rural, atmósfera marina, agua de mar ,etc.) sin ninguna protección durante decenios.

La corrosión se produce tanto en atmósfera marina como en inmersión en agua de mar. Tanto en un caso como en el otro, la profundidad de las eventuales picaduras rara vez sobrepasa el milímetro después de varios años.



**Avda. Luxemburgo Parcela G-10 Nave 6
30353 POL. IND. CABEZO BEAZA
CARTAGENA-MURCIA
SPAIN
+34 968501406
www.e-palsa.com
palsa@e-palsa.com**