EXTRALUM

Información Técnica

Proceso de Anodizado de Perfiles de Aluminio

Introducción

La utilización del aluminio y sus aleaciones[1] constituye una solución afortunada en la lucha contra la corrosión –frente a medios corrosivos-, ya que posee una resistencia superior a lo habitual para otros metales.

Existen tres propiedades básicas que explican la amplia utilización del aluminio: baja densidad (liviano), alta resistencia mecánica obtenida (cuando se emplea la aleación adecuada) y alta resistencia a la corrosión del metal puro.

Dicha resistencia a la corrosión, propia del aluminio, se debe a la particularidad de ser un elemento con gran afinidad por el oxígeno, que hace que el metal expuesto al aire se recubra de una película muy delgada de óxido natural que le protege del medio, dado su carácter dieléctrico y aislante.

La estructura de esta capa de aluminio no es regular y su poder protector está limitado a medios poco agresivos. Por otra parte, el metal comercial, y sus aleaciones, son más sensibles a la corrosión que el metal puro, por lo que resulta necesario recurrir a métodos de protección adecuados según la aplicación posterior (para la cual se utilicen).

La superficie del aluminio y sus aleaciones, si se expone no protegida a la intemperie, desarrolla un feo aspecto gris, que se vuelve negro en atmósferas industriales.

Aunque los métodos de protección son muchos, el más extendido es el tratamiento de anodizado, por la calidad del acabado y por la extensa gama de aplicaciones que posee, tales como arquitectura, aeronáutica, aislamientos térmicos entre otros.

[1] Aleación: Es una mezcla sólida homogénea de dos o más metales o de uno o más metales con algunos elementos no metálicos.

No por casualidad, el primer proceso industrial del anodizado (1923) fue desarrollado para proteger las placas de aluminio de hidroaviones.

Obtención del Aluminio

La producción de aluminio consiste en 3 pasos: extracción de bauxita[1], producción de alúmina[2] y electrólisis[3] de aluminio.

El aluminio es el tercer metal más abundante en la superficie de la tierra, aproximadamente un 8%. La bauxita está compuesta principalmente por uno o más componentes de hidróxido de aluminio, además de sílice, hierro y óxido de titanio como las principales impurezas.

La bauxita tiene que ser convertida en óxido de aluminio puro antes de que pueda ser transformada en aluminio por medio de la electrólisis. El óxido de aluminio es separado de las otras sustancias de la bauxita mediante una solución de soda cáustica, la mezcla obtenida es filtrada para remover todas las partículas insolubles. Posteriormente, el hidróxido de aluminio es precipitado de la solución de soda, lavado y secado, mientras que la solución de soda es reciclada. Después de la calcinación, el producto final, óxido de aluminio (Al_2O_3), es un fino polvo blanco.

El aluminio primario es producido en plantas de reducción, donde el aluminio puro es extraído de la alúmina a través del proceso Hall-Heroult[4]. El proceso de reducción de alúmina en aluminio líquido es realizado a una temperatura promedio de 650° Celsius en un baño fluorinado y bajo una alta intensidad de corriente eléctrica.

En Extralum las aleaciones que se extruyen son la AA6063 y AA6005. Este tipo de aleaciones adquieren las propiedades específicas de acuerdo al porcentaje de Magnesio (Mg) y de Silicio (Si) presentes como aleantes.

[1] Bauxita: Materia prima para la producción de aluminio.

[2] Alúmina: Óxido de Aluminio puro (Al_2O_3). Película muy delgada de óxido natural.

[3] Electrólisis: Palabra que se origina de las raíces *electro*, electricidad y *lisis*, separación. Es el proceso con el que se separa un compuesto en los elementos que lo conforman, usando para ello la electricidad.

[4] Hall-Heroult: Apellidos de los dos investigadores, Charles Hall y Paul Heroult, de Normandía, que dieron origen al método con el que se recolecta el aluminio fundido.

Fuentes Industriales del Aluminio

Las fuentes industriales principales del aluminio y sus compuestos son la bauxita y, en menor grado, la criolita (Na_3AlF_6), la alunita ($KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$), la leucita ($KAlSi_2O_6$) y la lutita aluminosa.

La roca bauxita es principalmente un óxido de aluminio hidratado, $Al_2O_3H_2O$, pero por lo general tiene impurezas de óxido de hierro, compuestos de fósforo y titanio. Algunos de los materiales conocidos como bauxita tienen la composición de diásporo, óxido de aluminio hidratado $Al_2O_2(OH)_2$ o $Al_2O_3H_2O$. La siguiente tabla muestra las formas de la alúmina.

Óxido	Propiedades	Estructura
Al_2O_3	Anfótera	Forma □ Corindón inactivo, forma de alta temperatura. Iones de óxido con arreglo cúbico compacto con los iones de aluminio distribuidos de manera regular en sitios octaédricos. La densidad del romboedro es de 3.96 Forma □Estructura hexagonal cuya densidad es de 3.31 Forma □ Forma de baja temperatura, es más reactiva. Los iones metálicos arreglados al azar sobre los sitios octaédricos y tetraédricos de un espinal cúbico. Su densidad es 3.42 Se transforma a □□a 750°C

La alúmina también existe en forma de gemas:

Zafiro blanco	Al_2O_3
Rubí	Al_2O_3 + trazas de Cr^3
Zafiro azul	Al_2O_3 + trazas de Fe^2, Fe^3 o Ti^{4+}

La forma común de la bauxita es como masa terrosa, granular, amorfa o pisolítica, con una gama de colores que varía entre el blanco sucio, grisáceo, café amarillo o café rojizo, con un promedio de 60% de alúmina en comparación a un 40% de caolín o arcilla de buena calidad.

El Proceso de Anodizado

El anodizado es un proceso electrolítico por medio del cual la película protectora natural de óxido que se presenta en la superficie del aluminio y sus aleaciones se hace de mayor espesor. El ánodo[1] es de aluminio y el cátodo[2] es usualmente una hoja de aluminio en una celda electrolítica. Cuando pasa la corriente, en lugar de que el oxígeno se libere en el ánodo como un gas, se combina con el aluminio para formar una capa de óxido de aluminio poroso.

[1] Ánodo: Se denomina así a la celda electrolítica de terminal positivo.

[2] Cátodo: Se denomina así a la celda electrolítica de terminal negativo.

Todas las aleaciones en las extrusiones de aluminio pueden ser anodizadas. No obstante, no en todos los casos los resultados que se obtienen son los esperados.

La capa anódica puede variar tanto en color como en densidad. También, pueden variar dependiendo del uso que se le dará. La Asociación de Manufactura Arquitectónica Americana (AAMA por sus siglas en inglés) aplica las siguientes definiciones en su especificación AAMA 11-92:

No clasificado	0.1 a 0.3 mils* (6 micras)
Clase Arquitectónica II	0.4 a 0.7 mils* (10 micras)
Clase Arquitectónica I	0.7 a 1.0 mils* (18 micras)
* Una mils equivale a la milésima parte de una pulgada	

Las capas no clasificadas son típicamente acabados decorativos, frecuentemente usados en aplicaciones de interior.

Las capas arquitectónicas Clase II son capas anódicas comerciales usadas tanto en aplicaciones de interior como de exterior que reciben un mantenimiento frecuente –regular-, tales como las fachadas de las tiendas.

Los acabados arquitectónicos Clase I son usados para aplicaciones de exterior más exigentes, porque se requiere mayor protección.

Los perfiles a ser anodizados deben ser tratados tan pronto como sea posible luego de ser extruidos, preferiblemente dentro de las siguientes 12 horas. Durante este intervalo, deben cubrirse ligeramente con papel y deben almacenarse en un área en la que no existan variaciones en la temperatura ambiente ni humedad.

El comportamiento de la aleación AA6063 al anodizado es muy bueno, permitiendo, si el caso lo requiere, capas de importante espesor con excelente adherencia y una correcta estabilidad de los colores aplicados.

Frente a otras aleaciones de mayor resistencia mecánica, la AA6063 presenta una tonalidad más homogénea y una excelente calidad superficial, facilitada por su buena aptitud a la fluencia durante la extrusión, que evita en buena medida los roces, líneas y pegaduras a la salida de la matriz.

La capa anódica es de un espesor mucho mayor a la capa natural de óxido, asegurando con ello una permanente protección de la superficie. Esta capa se caracteriza por su alta resistencia a la corrosión y constituye una excelente base para la posterior coloración debido a su porosidad.

Una vez realizado el proceso de anodizado es necesario realizar el proceso de sellado para que el metal quede perfectamente protegido frente a ambientes agresivos. El sellado es un proceso que reduce la porosidad y, por tanto, la capacidad de absorción de la misma.

La aleación 6005 ofrece una buena resistencia a la corrosión, incluso frente a atmósferas hostiles. Tampoco se ve afectada por la corrosión bajo tensión. Este comportamiento significa, en el orden práctico, que para perfiles estructurales no es necesaria una protección especial o particular.

El proceso de anodizado puede ser usado para aumentar el efecto protector con el que cuenta la superficie debido al óxido de aluminio transparente. También se utiliza para dar un color decorativo.

En Extralum dicho proceso está basado en las recomendaciones dadas por Qualanod, compañía miembro de la Asociación Europea de Aluminio y Anodizado con sede en Zurich.

Entre las ventajas que tiene el anodizado están:

- Mucho más resistente (duro) que la pintura. Muy bueno para áreas de alto tráfico en las que el anodizado soporta abuso físico y abrasivo
- No se desgasta. La capa es parte del metal o pieza
- El color metálico es más profundo, no imitable con la pintura

La siguiente imagen muestra el proceso de electrólisis:

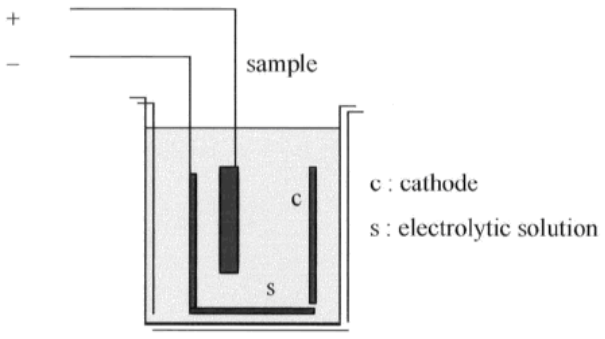

Imagen 1. Representación esquemática del proceso de electrólisis

Ciclo Típico del Proceso de Anodizado

- Enganche. Permite asegurar un adecuado contacto para la conducción de la corriente.
- Desengrase. Consiste en aplicar agentes químicos que eliminen de la superficie manchas de aceite, grasas u otros
- Matizado o Decapado Químico. Este proceso se realiza en un tanque con soda cáustica como etapa preparatoria de la superficie del aluminio antes de la anodización
- Anodizado. Proceso electrolítico de oxidación anódica. Se hace con ácido sulfúrico haciendo pasar una corriente eléctrica directa de aproximadamente 1 a 2 amperios por decímetro cuadrado. En la celda electrolítica el aluminio actúa como ánodo y la corriente como agente de disociación. El cátodo lo constituyen láminas de otro material dentro de la celda (**Imagen 2**).
- Sellado. Después de la anodización, la película anódica se sella en tanques con agua y sales de níquel a bajas temperaturas. De esta forma, dicha película así formada puede llegar a tener un espesor de 5 a 20 micras, según el uso para el que se requiera el material.

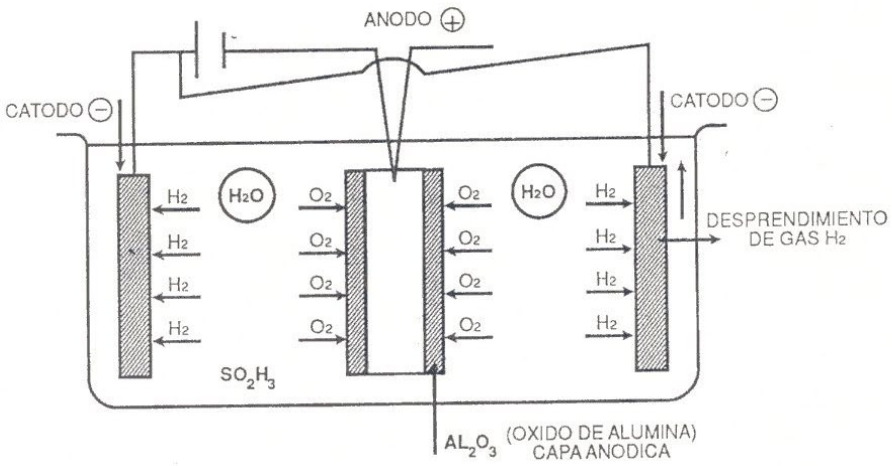

Imagen 2. Celda electrolítica de anodización

Tipos Básicos de Anodizado

Existen varios tipos de procesos de anodizado. Difieren, principalmente, del tipo de solución electrolítica utilizada, del voltaje y de la densidad aplicada, además de la temperatura del baño. Las capas anódicas pueden variar significativamente en espesor, dureza, porosidad y valor de protección, dependiendo del proceso usado y del tiempo de tratamiento.

- Con ácido sulfúrico. Es el proceso más utilizado.
- Con ácido crómico. Principalmente utilizado en la industria aeroespacial.
- Con ácido fosfórico.
- Con ácido bórico. Utilizado principalmente en aplicaciones eléctricas especializadas.
- Con ácido sulfúrico para capa dura.

Consideraciones del Anodizado

- Espesor de la capa.
- Dureza de la capa.
- Peso de la capa.
- Efectividad del sellado.
- Resistencia a la corrosión (cámara salina).
- Uniformidad del color.
- Resistencia a la decoloración.
- Resistencia a la abrasión y/o desgaste.

Recomendaciones

- Limpieza periódica con agua potable es suficiente, que no sea agua dura o de pozo, aplicando chorro a presión para eliminar restos de mugre. Esto es muy útil, haciéndolo regularmente evita la necesidad de usar productos químicos posteriores (tales como detergentes).
- Si la suciedad persiste, se debe emplear un detergente líquido neutro y restregar con un paño suave. Luego lavar y remover perfectamente los restos del detergente.
- Nunca usar abrasivos, tales como esponjillas o lijas, para evitar el rayado de la superficie.
- Secar el metal luego de lavado para que no queden muchos residuos de humedad que ocasionan pequeñas manchas.

Referencias y Bibliografía

- "The Aluminum Extrusion Manual", Aluminum Association, First Edition, September 1987.
- "Noticias sobre el Aluminio". Industrias Aragonesas del Aluminio, S.A. (INALSA), Zaragoza, España, Folletos No. 4, 5 y 6.

- http://qualanod.net
- http://www.eaa.net/eaa/education/TALAT/index.htm

Ante cualquier duda consulte al Departamento de Ventas de Extralum S.A.

www.extralum.com