

LA METALIZACIÓN GALVÁNICA DE LOS PLÁSTICOS

Por: *Mac Dermid Española, S.A.*

® Reproducido con autorización expresa del editor

Es generalizado el conocimiento de que ciertos plásticos se pueden metalizar galvánicamente, es decir, recubrir electrolíticamente con metales como el cobre, latón, níquel, cromo, etc. No obstante, en más de una ocasión nos encontramos con personas que no distinguen el recubrimiento galvánico del metalizado al vacío, y no vamos a hablar del metalizado al vacío, sino únicamente a establecer que son dos procesos muy distintos, tanto en su aspecto como, sobre todo, en sus prestaciones, máxime si tiene en cuenta que el metalizado galvánico mejora sensiblemente en función del recubrimiento y espesor aplicados, las características mecánicas y físicas de la pieza recubierta, tales como: la rigidez, la dureza superficial, la resistencia a la temperatura y a la llama, a los rayos ultravioletas y a los solventes, lo cual no se produce por igual con un metalizado al vacío.

Una pieza metalizada galvánicamente, si no fuera por la diferencia de peso, no se distinguiría de la misma pieza metálica.

Se repasa aquí algunas de las posibles ventajas más generales y destacadas:

- 1) Los plásticos son más ligeros que los metales. Esto puede suponer ventajas en términos de costes de transporte y manipulación. También en reducir el peso de la máquina en el que vayan montados: automóviles, equipo aeronaval, electrodomésticos, etc.
- 2) Los plásticos son más económicos por unidad de volumen, y, consecuentemente, por pieza, aún considerando que en ciertos casos se requieren secciones más gruesas para alcanzar las mismas prestaciones mecánicas que con la pieza totalmente de metal.
- 3) Los plásticos ofrecen más posibilidades de diseño que los metales porque son más fáciles de moldear. En ocasiones, puede hacerse en plástico con un solo molde piezas que en metal requerirían la descomposición en más de un molde.
- 4) Con los plásticos se consigue una calidad superficial que exime del engorroso proceso de pulido, hecho habitual tratándose de metales.
- 5) Los plásticos son, en general, dieléctricos, es decir, no conductores de la electricidad y como es perfectamente posible el metalizado parcial o selectivo de la pieza, eso nos lleva a que se pueda producir piezas con zonas sin metalizar y, consecuentemente, no conductores en ese punto, cosa imposible en piezas de base metálica.
- 6) Los plásticos como material de base son químicamente inertes en comparación con los metales y, consecuentemente, el material de base en sí, no contribuye a contaminar los baños de recubrimiento electrolítico, como ocurre al recubrir piezas de base metálica y, evidentemente, también estará en mejores condiciones de ofrecer una más efectiva protección anticorrosiva ambiental.
- 7) La condición expuesta en el punto anterior, de mayor inercia química de los plásticos junto con la posibilidad también expuesta anteriormente del metalizado selectivo, hace que se puedan producir partes de conducciones, grifos, válvulas, etc., con un acabado decorativo externo, en níquel-cromo, latón y, sin embargo, dejar en plástico desnudo, las partes en contacto con soluciones

y fluidos agresivos para los metales.

- 8) Además de que con plásticos se puede mejorar, en muchos casos, las prestaciones mecánicas de piezas anteriormente metálicas; se destaca como punto final que el coste total de producir una pieza en plástico con metalizado galvánico, es sensiblemente menor en la mayoría de los casos que el de la misma pieza con base metálica.



A continuación se enumeran los plásticos para los que hay un proceso industrial de metalización:

- 1) ABS (polímero de Acrilo Nitrilo-Butadieno-Estireno)
- 2) Polipropileno, tanto en su forma de homopolímero como de copolímero
- 3) ABS/Policarbonatos (55/45%)
- 4) Policarbonatos
- 5) Polisulfonas
- 6) ABS/Polisulfona (Mindel A-670)
- 7) Poliamida 6 o Nylon 6
- 8) Poliacetales
- 9) Óxido de polifenileno modificado
- 10) Poliéster.

De todos los plásticos metalizables citados, el ABS es el que acapara probablemente alrededor del 90% de la producción mundial, pero todos ellos, salvo el polipropileno, tienen un coste superior al del ABS, y los respectivos ciclos de metalizado difieren poco del ciclo para el ABS, que se puede ver a continuación:

CICLO GENERAL RECOMENDADO PARA EL ABS

- 1) Mordentado crómico/sulfúrico
- 2) Enjuagues
- 3) Neutralizado del Cr6
- 4) Enjuagues
- 5) Solución de ácido clorhídrico
- 6) Activado
- 7) Enjuagues
- 8) Acelerado
- 9) Enjuagues
- 10) Niquelado químico o cobreado químico
- 11) Enjuagues
- 12) Deposición electrolítica.

Se presenta a continuación algunos comentarios sobre los distintos pasos del proceso para metalizado del ABS, que por extensión son aplicables a los plásticos que, en todo o en parte, utilizan para su metalización dicho proceso.

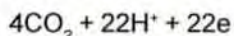
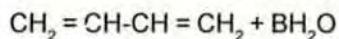
El proceso químico lo podemos dividir

en cuatro fases fundamentales:

- 1) Ataque o mordentado
- 2) Neutralización
- 3) Activado o Catalizado
- 4) Deposición química.

ATAQUE DEL ABS

El ataque del ABS, que también tiene otras denominaciones tales como: mordentado, acondicionado, etc., se consigue por medio del ácido crómico. El cromo está en estado hexavalente, reduciéndose a trivalente, lo cual produce la oxidación del butadieno, según las reacciones:



Esta reacción se realiza con la ayuda del ácido sulfúrico, esta crea el medio ácido preciso para que la reacción tenga lugar y, por otra parte, actúa sobre el ABS, creando una fisuración de éste, facilitando el acceso del ácido crómico sobre parte del butadieno que, en un principio, pudiera quedar aislado de la superficie en

contacto con el baño.

Independientemente de los contenidos de ácido crómico y sulfúrico, existen otros parámetros importantes a la hora de escoger un tipo de ataque determinado:

- Velocidad de ataque sobre el ABS a tratar
- Regularidad de ataque sobre cada tipo de pieza
- Tiempo óptimo de tratamiento.

No obstante, otros muchos factores entran también en juego, tales como el proceso de inyección, del que más tarde se analiza la posible presencia de tensiones, humedad, etc., y, en el mordentado propiamente dicho, cuenta el contenido en cromo trivalente, la tensión superficial, la temperatura, el tipo de ABS empleado, etc.

Con relación al cromo trivalente y gracias al desarrollo del proceso Long Life de MacDermid, se ha conseguido trabajar a niveles de 60-80 gr/lit de cromo trivalente, y sin embargo, consiguiendo índices de adherencia óptimos, sin necesidad de alteraciones de tiempo ni temperatura en el tratamiento, manteniendo la tensión superficial a 40-50 dinas/cm.

Antes de pasar al neutralizado se analizará brevemente el moldeo, dada su importancia para el mordentado.

La implantación y estricto mantenimiento de las correctas condiciones de moldeo es uno de los pasos más importantes para asegurar la satisfactoria metalización galvánica de los componentes plásticos.

Secado

El ABS esta particularmente sujeto a

la absorción de agua inexcusablemente debe ser secado durante dos o más horas a 80-90°C antes de pasar a la máquina de moldeo.

Selección de la máquina de moldeo

Solamente pueden utilizarse máquinas con preplastificación, como las de tipo helicoidal, con el inyector de hélice simple suelen dar excelentes resultados.

La capacidad total de la máquina en peso de material por molde no debe ser superior a 3 veces el peso del material (con reguera, canales, etc.) del molde que se está produciendo y la relación óptima de capacidad total de máquina respecto al molde es de 1,5 a 1.

Temperatura de fusión

La adherencia entre un depósito metalizado y el substrato de ABS aumenta con el incremento de la temperatura de fusión.

Cuando la temperatura de fusión en el área de inyección está entre 255°C y 270°C, se producen los moldeos de más baja tensión residual y consecuentemente superior acabado metalizado.

Velocidad de inyección

Cuanto más lenta sea la velocidad de inyección, mejor será la adherencia y el acabado, en general, del depósito metálico.

Tiempos reales de inyección de cinco (5) segundos para pequeñas piezas y hasta 25 segundos para piezas mayores dan los mejores resultados.

Presión de Inyección

Debe utilizarse la más baja presión de inyección que permita el llenado del molde sin producir faltas, como «falta

de peso», «contracción», «líneas de soldadura», etc.

Aunque la presión de inyección y presión secundaria no tienen un efecto tan pronunciado como la temperatura de fusión y tiempo de llenado, ambas deben mantenerse tan bajas como sea posible para minimizar las tensiones superficiales en el moldeo.

Temperatura de molde

Para obtener resultados consistentes, es necesario el control de la temperatura del utillaje de moldeo. Esta debe mantenerse entre 60-85°C, dependiendo del grosor de las paredes de la pieza y su magnitud.

Inter-relación de los parámetros de moldeo

Si un parámetro de moldeo, como por ejemplo la velocidad de inyección, se varía, entonces habrá un cambio directo o indirecto en todos los demás parámetros, ya que cada uno de ellos está relacionado de algún modo con los otros.

Es importante por tanto, establecer un conjunto empírico de condiciones para cada pieza en particular y atenerse estrictamente a estas condiciones para cada ciclo de producción: de otro modo podrán producirse cambios sustanciales en el acabado metálico entre partida y partida.

Cuidado del utillaje de moldeo

Los moldeos deben mantenerse con un alto grado de pulido para conseguir el mejor acabado decorativo. Un niquelado químico de estos contribuirá eficazmente a una conservación en perfectas condiciones de uso, al par que reducirá extraordinariamente el desgaste por fricción.

Evitar las aleaciones de cobre-berilio para ejecución del molde.

Los agentes de desmoldeo, especialmente los de tipo silicona, no deben usarse, ya que estos amenudo causan defectos de metalizado.

NEUTRALIZACIÓN

El cromo hexavalente de arrastre es perjudicial en todos los baños posteriores del proceso, independientemente que su presencia ya sea por goteo u otra causa, sobre zonas de la pieza provocaría falta de metalización. Normalmente la serie de enjuagues posteriores al baño de ataque ya lo hace desaparecer casi totalmente, no obstante para poder completar la acción de los enjuagues es indispensable una inmersión en solución ácida reductora. De esta forma cualquier cromo hexavalente residual es reducido a trivalente, con lo que su acción queda eliminada.

CATALIZACIÓN

Muchos han sido los estudios y avances realizados en esta fase del proceso, fundamentalmente en favor de la calidad y costo del proceso operativo.

De todos los estudios se desprende que el proceso de catálisis debe ser capaz de dar las siguientes características a la pieza:

- A) Un número de puntos de inseminación o «islas catalíticas» suficientes para crear una concentración de paladio superficial capaz de catalizar la deposición de níquel
- B) Una sólida unión entre el paladio y la superficie del ABS

- C) Que todo el paladio esté en forma de paladio metal.

En las distintas etapas que ha atravesado la metalización del ABS se han desarrollado nuevas técnicas de catalización de la superficie que, por su importancia o aplicación, las podemos dividir en:

- a) Sensibilización con solución de cloruro estañoso y activación con plata amoniacal o cloruro de paladio. Este método es antiguo y prácticamente desechado
- b) Activación con solución de paladio coloidal y aceleración.

Este método es la base de la producción actual del mercado, aporta la ventaja de no ser necesario el cambio de bastidor y por otra parte el consumo de metal noble es inferior, ya que en este proceso la aportación de metal se realiza principalmente en forma reducida, y se elimina el efecto Re-dox del anterior, ya que en muchos casos, debido a una gran absorción del cloruro estañoso produciría la reducción de excesivos iones paladio, que no se aprovechan totalmente.

En este proceso la absorción de paladio se realiza sobre las piezas y se lleva a cabo únicamente debido al carácter hidrófilo del ABS, no permitiendo éste la pérdida de paladio durante las secuencias de enjuague. No existe aquí tampoco el problema conocido por «star



dusting» o «polvo de estrellas», puesto que las micelas de paladio coloidal son de unas dimensiones tales que no alteran la finura o rugosidad de la pieza. La solución de paladio coloidal tiene los iones paladio en equilibrio con el coloide de protección, pese a esto es un baño muy resistente a la contaminación metálica, excepto a la del hierro, que produce rápidamente la descomposición de la solución.

Después de la activación con paladio coloidal es necesario tratar las piezas con un acelerante o reductor, el cual debe cumplir las tres funciones siguientes:

- Acelera la activación metálica en el baño de níquel químico, al eliminar el coloide protector del paladio de la superficie de la pieza
- Actúa regulando el exceso de catalizador que puede llevar la pieza, protegiendo de esta forma al baño de deposición química de una posible descomposición y también evitando la posible deposición sobre los bastidores
- Previene la deposición pulverulenta del níquel químico.

DEPOSICIÓN QUÍMICA

El baño de níquel químico es el que, en realidad, hace conductora la pieza y, portanto, el que dá carácter metálico al ABS al recubrirlo con una delgada película que, en la mayoría de los casos, no alcanza el espesor de una micra.

La solución está constituida fundamentalmente por una sal de níquel, estabilizadores y un reductor en solución acuosa:

El mecanismo de la deposición del níquel se basa en la descomposición catalítica del reductor en la superficie activa del plástico, el cual deja libre un ión hidruro, capaz de reducir el níquel. Durante el periodo de inducción actúa como catalizador el paladio y una vez recubierto éste, es el propio níquel depositado el que hace de catalizador. Por este motivo, se llama reducción autocatalítica, ya que el propio níquel cataliza su reducción.

Las reacciones de generación del ión hidruro que tienen lugar en el caso del hipofosfito son:



El resto del hipofosfito sódico es consumido en su descomposición por hidrólisis, según la siguiente reacción:



Como es de suponer, la descomposición del hipofosfito será dependiente del pH del baño, temperatura, concentración de sales, etc., y, por tanto, el rendimiento de la reacción variará de unas condiciones a otras.

Si la velocidad de deposición es demasiado alta, el depósito obtenido será esponjoso y pulvulento, pudiéndose separar durante la deposición gérmenes de níquel reducido, los cuales actúan como focos catalíticos dispersos en toda la solución. Cuando esto ocurre la reducción del baño va yendo cada vez a más y, en poco tiempo provocaría una descomposición o precipitación del propio níquel.

Para evitar este defecto, normalmente al baño de níquel químico se le adicionan una serie de compuestos orgánicos e inorgánicos que aseguran la estabilidad de la solución, velocidad de deposición y calidad del depósito.

El paso siguiente es la deposición o recubrimiento electrolítico con el acabado requerido.

No obstante, si deseamos eludir el recubrimiento electrolítico de níquel, podemos recurrir a otros níqueles químicos y además brillantes para depositar a espesor, como son los níqueles químicos sobre metales, que en este caso se depositarían directamente sobre la capa de paladio que ya se ha mencionado con anterioridad en sustitución del níquel químico propio del proceso de metalizado de plástico. Es decir, después de la deposición de paladio coloidal y de su aceleración o reducción.

Se describe a continuación la diferencia que hay entre estos níqueles brillantes de tipo ácido sobre metales y el níquel alcalino, mencionado anteriormente, de uso exclusivo para el plástico.

La base de las reacciones y funcionamiento es la misma que la del níquel alcalino y las mayores diferencias se hallan en sus formulaciones, que se reflejan en el depósito con las características descritas en la siguiente tabla.

Es también importante señalar que con estos procesos de niquelado ácido se puede metalizar cómodamente el

plástico en mesa (es decir a bombo). Otra posibilidad del metalizado sobre plásticos que está ahora abriéndose camino en U.S.A es el cobreado y/o niquelado químico, sin ningún recubrimiento electrolítico subsiguiente para evitar el creciente problema de las interferencias electromagnéticas. Lo que en inglés se llama EMI (Electro-Magnetic-Interference) y ERFI (Electro Radio Frecuence Interference). Con la finalidad de evitar emisiones o recepciones molestas de ondas electromagnéticas basta metalizar una sola cara de las cajas que contienen los equipos a proteger. Basta un delgado recubrimiento de cobre o níquel químico, o de ambos, en capas alternadas según el nivel de la cobertura en decibelios deseado.

Este proceso MacDermid llamado MacuShield es posible aplicarlo en forma selectiva, o sea metalizando una sola cara de la pieza o caja o la parte de esta que convenga mediante sustitución de parte del proceso básico antes descrito por un acondicionador y una laca conductora, aplicada esta última sobre la cara o parte a metalizar.

Se hace referencia, antes de finalizar, al coste del metalizado del plástico, tomando como referencia varias plantas galvánicas para el metalizado a terceros y dado en porcentajes.

• Espesor:	Desde 6 a 20 micras o superior
• Brillo:	Semibrillante a brillo total
• Deposition con P:	Desde 2-4% a 10-12% P
• Propiedades magnéticas:	Desde ligeramente magnético a no magnético
• Dureza:	45-50 RC

Datos tomados de plantas en producción entre junio y Diciembre 1989 que, no obstante, en su imputación porcentual deben tomarse como puramente orientativos por cuanto pueden variar de una planta de producción a otra.

• Superficie por carga:	200-250 dm ² y 300-350 dm ²
• N° de cargas por hora:	12
• Tiempo total del ciclo o tiempo teórico que tarda en salir la primera carga:	80 minutos
• N° promedio real de cargas por jornada (*):	60
• Días laborables al año:	210
• Total promedio cargas/año:	12.600

(*). Descontando los tiempos de paro por averías de máquina y causas varias, así como el hecho de que los bastidores no van siempre llenos a tope y, basándonos a este respecto en datos reales de tres plantas, a lo largo de un año de producción se ha llegado al equivalente del promedio de cargas por jornada que se indica, del que resulta la producción total real anual subsiguiente:

Los gastos de carga se subdividen en:

• Productos químicos:	45,0%
• Mano de obra directa:	20,8%
• Mano de obra indirecta (jefe de planta, verificación, mantenimiento de planta)	7,8%
• Administración:	7,9%
• Comercial (ventas, etc.):	2,3%
• Gastos mantenimiento general y amortización inmueble:	2,4%
• Amortización instalación y equipo:	5,5%
• Energía eléctrica y agua:	5,4%
• Gastos estructuras:	2,9%
Total	100%

Como punto final, se puede repasar los campos de aplicación del plástico metalizado:

- Automóvil - por su diseño, peso, etc.
- Accesorios para la construcción - grifería, accesorios del hogar, etc.
- Botones para sastrería, insignias, etc.
- Juguetería, peines, peinetas, bisutería, etc.
- Bolígrafos y artículos de oficina
- Figuras o piezas decorativas, trofeos deportivos, marcos de cuadro
- Partes de lámparas.

Algo a tener muy en cuenta en el metalizado de los plásticos es el diseño de los bastidores que deben soportar las piezas a su paso por las soluciones químicas de preparación y electrolíticas de deposición galvánica.

Estos bastidores deben ser del tipo plastisolado con los contactos desnudos en acero inoxidable 18/8 CrNi y diseñados para no ejercer presiones excesivas que pudieran deformar el plástico, sobre todo al pasar por soluciones calientes como las del ataque sulfocrómico para el ABS que operan a 65-72°C, o las del propileno a 85°C.

También el número de los contactos debe ser sensiblemente mayor que para una pieza metálica, la de plástico al entrar en el primer baño de deposición electrolítica sólo tiene metálico y conductor un espesor de 0,5 micras de níquel y una excesiva densidad de corriente a través de pocos contactos para una pieza de gran superficie, actuando sobre las

zonas de contacto como haría con un fusible eléctrico, fundiría el níquel químico de estas zonas de contacto, aislando eléctricamente la pieza, que consecuentemente no llegaría a cubrirse galvánicamente.

En líneas generales esperamos haber hecho una exposición conceptual suficiente para tener una idea del metalizado de los plásticos.

De hecho es, en suma, una tecnología perfectamente dominada, aunque por muchas firmas, en la que, hoy por hoy, MacDermid es líder mundial indiscutible, con una gran experiencia práctica acumulada al respecto en muy diversos países.

Se finaliza este artículo señalando que en España la metalización del plástico tiene su implantación a través de MacDermid desde 1968, metalizándose hoy en día (1990) en nuestro país alrededor de 600.000 m²/año.

MacDermid ofrece otros tantos procesos para cada uno de los plásticos dados como metalizables, en los que prácticamente la única diferencia entre sí, está en la parte del ciclo a que se refiere el subtítulo (Ataque químico selectivo del plástico). Una vez el plástico se ha colocado en situación receptiva para acoger el depósito coloidal, el proceso es único para todos los plásticos.

Tomado de:

MACDERMID ESPAÑOLA, S.A., "La metalización galvánica de los plásticos", MacDermid: España, 12p.

Agradecimientos:

Al señor Joan Gaspa, Jefe de Ventas de la firma Mac Dermid, Española, S.A., por permitirnos reproducir el documento Metalización Galvánica de los Plásticos.

