

LA METALIZACIÓN DE LOS PLÁSTICOS TERMOESTABLES

Adaptado para el Informador Técnico

POR: GERMAN CIFUENTES

Técnico Especialista ASTIN

LOS MATERIALES -SMC, DMC, BMC, COMPOSICION Y CONDICIONANTES

Entendemos por plásticos termoestables los constituidos por cadenas poliméricas que tienen entre sí enlaces transversales con lo que forman una red tridimensional.

Los plásticos de este tipo, con enlaces entrecruzados, son insolubles en la mayor parte de los disolventes, ya que las moléculas del disolvente no pueden penetrar en el material sólido, separando las moléculas del polímero. Esto se debe a su naturaleza tridimensional, aún cuando en realidad la estructura sólida total no sea una sola molécula. Los polímeros tridimensionales son bastante duros e infusibles, con frecuencia se descomponen si se calientan a la temperatura a la que debería esperarse que fundieran.

En las operaciones de fabricación estos plásticos suelen moldearse inicialmente dándoles la forma del objeto acabado, colocando o inyectando los ingredientes no completamente polimerizados en el molde y calentando hasta que la reacción sea completa. El molde puede ser abierto cuando aún está caliente para separar el artículo sólido acabado. El nombre de termoestables viene dado porque estos polímeros se endurecen con el calor.

Entre los plásticos termoestables más conocidos tenemos: Epoxi, fenol-formaldehído, poliésteres insaturados (UP) nos referiremos a estos por ser los que han tenido un mayor desarrollo relativo en los últimos años.

En efecto, aunque no se hayan realizado recientes descubrimientos revolucionarios en el campo de las resinas de poliéster insaturado (UP) ni han aparecido en el mercado materias primas o monómeros nuevos sí se están utilizando sistemas de resina y mezclas notablemente mejoradas.

Los UP provienen de la reacción de un anhídrido insaturado (el maleico por ejemplo) con un dialcohol (etilenglicol p.e.) por una copolimerización por

condensación de unidades ftálicas. Dependiendo de los productos de base se obtienen resinas ortoftálicas, isoftálicas o de bisfenol. El retículo se forma gracias al enlace entre cadenas poliméricas asegurado por un monómero que suele ser el estireno (Fig 1)

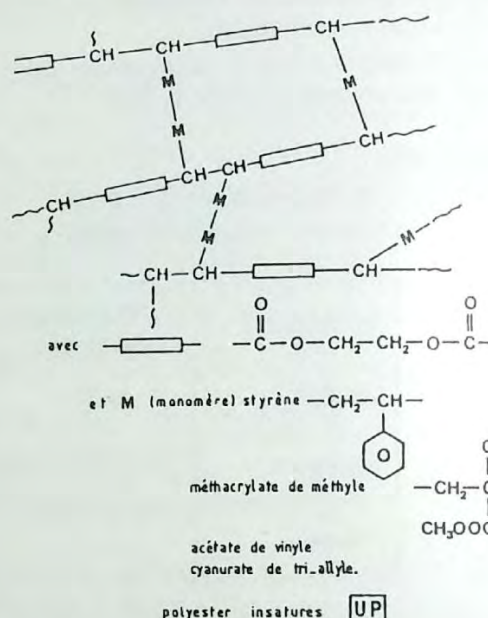


Figura 1. Representación estructura en U.P.

Representación estructura en U.P.

FIG. 1

Donde $\text{---} \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ || \end{array} \text{---} \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ || \end{array} \text{---}$ son - C - O - C CH₂ - CH₂ - O - C - Grupos succinilo saturados que toman posiciones al azar en la cadena del poliéster.

El agente de reticulación (estireno) se suministra mezclado con la resina de base y la reacción de reticulación tiene lugar con la ayuda del catalizador, también presente en la mezcla, que se desbloquea calentando la mezcla en el molde.

En el mercado encontramos los productos siguientes:

- SMC (Sheet Molding Compound) y HMC (High Molding Compound).

Compuesto preimpregnado constituido por fibra de vidrio en forma de "mats" o "roving" en resina de UP, catalizador, cargas y con un agente espesante o de maduración. El moldeado se realiza por compresión. Aplicaciones: carrocerías, capós, carters, mobiliario...

■ **DMC (Dough Molding Compound).**

Prémix constituido por una resina de poliéster de alta viscosidad, fibras de vidrio cortadas, cargas, agente desmoldeante interno, colorantes, lubricante o plastificante. El moldeo se efectúa por inyección en caliente.

Aplicaciones: cajas eléctricas, piezas de automóvil como por ejemplo proyectores.

■ **BMC (Bulk Molding Compound).**

Igual que el DMC pero con un agente espesante. Si contiene un agente plastificante que se hincha durante la reticulación para compensar la contracción del poliéster se denomina de "low profile" (o de contracción inferior al 0.04%).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS NO CONDUCTORES METALIZADOS, EN COMPARACION CON METALES

Para el metalizado de plásticos existen cuatro procedimientos principales:

1. Procedimiento de proyección de plata.
2. Procedimiento de laca conductora.
3. Vaporización a alto vacío.
4. Pulverización catódica.

Los plásticos tienen por naturaleza diversas ventajas respecto a los metales:

- a. El peso, por ejemplo, en comparación con la colada a presión de zinc alcanza solamente 1/6 aproximadamente.
- b. La configuración es mucho más flexible gracias a la técnica de inyección y puede realizarse en un solo proceso de trabajo.
- c. Los plásticos se ofrecen a costos relativamente bajos por unidad de volumen.

Por medio de la unión del sustrato no conductor con el metal se obtiene un material totalmente nuevo, en el que pueden determinarse propiedades típicas y cuyas propias leyes de configuración y elaboración han de ser tenidas en cuenta. El plástico metalizado se distingue fundamentalmente, como material, del no metalizado. Se mejoran muchas de las propiedades deseadas, algunas se reducen, lo que según el campo

de aplicación puede resultar ventajoso o desventajoso.

Como es lógico, la consecución de los valores mecánicos mejorados depende de un íntimo anclaje, del espesor y de las propiedades de las capas metálicas

Como resultado se determinan:

1. Las propiedades mecánicas de un plástico determinado pueden mejorarse o modificarse, a voluntad dentro de ciertos límites. Por ejemplo, las resistencias a la tracción, al choque y a la flexión aumentan considerablemente.
2. Mediante un revestimiento metálico galvanico puede disminuirse considerablemente la absorción de humedad del agua o aire, de disolventes o aceite, así como la permeabilidad a líquidos y gases de todos los plásticos.
3. El envejecimiento natural de determinados plásticos (por ejemplo ABS) se reduce notablemente mediante superposiciones metálicas.
4. Los plásticos que tienden a contraer fácilmente o deformarse por la acción del calor ganan en estabilidad dimensional gracias al metalizado.
5. La resistencia a la abrasión de las piezas puede llevarse hasta los valores del metal correspondiente, por medio de capas de aleación níquel-cobalto o níquel-cromo duro.
6. La estabilidad a los productos químicos y también a la corrosión mejora en comparación con los metales. Resultan de particular interés para la industria eléctrica efectos dieléctricos resultantes de la combinación de no conductor/conductor metálico.
7. La ductibilidad disminuye. Los valores alcanzables son lógicamente los de las capas metálicas aplicadas. Las propiedades de la capa metálica dependen notablemente de las condiciones de la separación galvanica.
8. Se observa un notable descenso en la resistencia a la rotura, en dependencia con el aumento de la diferencia de tensiones entre el plástico y el metal.
9. La estabilidad de forma al calor aumenta de forma notable. Gracias a ello pueden

utilizarse muchas veces los plásticos galvanizados a temperaturas a las que podrían deteriorarse en estado no metalizado.

10. Mediante una superficie galvanizada puede evitarse la carga estática en los plásticos.
11. Las cajas de plástico adquieren con el galvanizado el carácter de cajas de Faraday y sirven para el blindaje eléctrico o magnético en la industria eléctrica.
12. La resistencia a la corrosión de la capa galvánica sobre plástico no conductor es superior a la del mismo revestimiento sobre material metálico, pues no se produce formación de elementos locales.
13. Las piezas de plástico galvanizadas son mucho más ligeras que las piezas metálicas de iguales dimensiones.
14. Las piezas de plástico galvanizadas aportan considerables ventajas desde el punto de vista técnico y económico, especialmente cuando la fabricación de las correspondientes piezas metálicas exige diversos y costosos trabajos de elaboración mecánica, como por ejemplo torneado, fresado, taladrado, fileteado, biselado, soldado, rectificado, etc.

Comparando los costos de fabricación y de ennoblecimiento, los primeros son mucho más reducidos en el caso de los plásticos. Esta ventaja queda compensada parcialmente por los mayores costos de ennoblecimiento. A pesar de ello, existen gran cantidad de piezas que, a pesar de una configuración complicada, pueden fabricarse con costos mucho más favorables debido a la simplificada elaboración por inyección.

La industria cuenta con tres destacadas propiedades del material combinado, para inclinarse hacia este nuevo material:

1. El reducido peso del plástico proporciona ahorros considerables en el transporte a grandes distancias.
2. Las corrosiones de la capa interior que son de temer al aplicar diversas capas metálicas sobre un metal base no son de esperar en las piezas de plástico.
3. La técnica de producción racional y menor trabajo de montaje.

LIMPIEZA Y TRATAMIENTO PREVIO AL METALIZADO

Una vez moldeada la pieza ya sea por compresión (si se trata de un SMC) o por inyección (caso de un BMC) sería deseable obtener una superficie de alto brillo sin fallos. En la mayoría de los casos no es así. Las cargas que forman parte de la mezcla o la fibra de vidrio reforzado tienden a matizar notablemente el acabado de la resina UP. Además el propio sistema de moldeo produce en las piezas inyectadas fenómenos locales de separación de mezcla, porosidades y microondulaciones no deseadas que deben ser corregidas por un posterior recubrimiento de una laca o pintura que tienda a igualar y proporcionar brillo superficial.

En el caso del procedimiento IMC (In Mould Coating) la laca se inyecta en el mismo molde después de comprimido y reticulado el material y aprovechando el mismo calor generado en el molde, se reticula la laca o pintura, obteniéndose una pieza directamente con un aspecto superficial listo para aplicar capas de pintura de acabado o una metalización.

Sin embargo, el procedimiento IMC tiene el inconveniente de su bajo nivel de productividad, ya que une el ya largo tiempo de moldeo por compresión (>2 min.) el de lacado y curado (>2 min.) por lo que sólo es justificable para grandes piezas imposibles de realizar por inyección o que requerirían una inversión adicional muy importante de una instalación de pintado.

En la mayoría de los casos, antes del proceso de lacado hay que proceder a la limpieza de la pieza para eliminar impurezas, suciedades o restos de desmoldeante que perjudicarían notablemente la adherencia de la capa de laca posterior.

IMPUREZAS MECANICAS: polvo o partículas procedentes de los restos del desbarbado. Se eliminan mediante un soplado con aire ionizado que combine el efecto mecánico de arrastre con el de neutralización de la electricidad estática acumulada en la pieza. O bien con un lavado a alta presión con agua desionizada con una conductividad inferior a 20 uS/cm.

IMPUREZAS QUIMICAS: restos de desmoldeante, estearatos principalmente. Con un lavado a presión ligeramente alcalino en presencia de tensioactivo. El secado posterior de las piezas se puede realizar con aire caliente y seguidamente un enfriamiento con aire ionizado.

Las piezas de plástico ya limpias presentan en general una incompatibilidad con la tensión superficial de la

laca o pintura que le daremos posteriormente. Por ello se procede a su activación mediante los procedimientos de:

- Flameado: con llama oxidante.
- Descarga Corona: pieza sometida a un campo eléctrico de A.T..
- Plasma: pieza sometida a una descarga

plasmática en vacío.

Se pueden emplear también imprimaciones que no necesiten de un activado físico-químico como poliolefinas o algunas de curado mediante radiación U.V.

Seguidamente las piezas deben pasar a una fase barnizado, ya que la superficie, especialmente en los plásticos muy cargados o con un alto porcentaje de fibra de vidrio, suele tener elevada rugosidad y porosidad y en caso de metalizarse directamente obtendríamos un aspecto muy matizado.

Un aspecto importante a tener en cuenta aparte de la adherencia, que ya ha sido garantizada con el pretratamiento de limpieza o activación superficial, es la desgasificación del sustrato que puede dar lugar a fenómenos de hervido en el proceso de curado. Por esta razón se suelen emplear imprimaciones o "barriers" de secado por evaporación, o de baja temperatura de curado previas a la definitiva capa de barniz que puede curar a mayor temperatura (los U.P. no empiezan a degradarse hasta los 240 grados C).

Los barnices base del metalizado, suelen ser P.U. de 2 componentes, acrílicos modificados o expoxifenólicos, formulados de tal manera que eviten dejar después de reticulados radicales libres o insaturaciones en superficie susceptibles de sufrir modificaciones químicas que podrían dar lugar a fenómenos de irisado después de la metalización.

METALIZACION - MAQUINARIA PARAMETROS. PRODUCTOS. CONTROL DE PROCESO

El proceso de metalización de los plásticos termoestables en vacío, se realiza en condiciones parecidas al de una metalización clásica sobre metal, aunque con algunas variaciones tanto en la maquinaria como en el proceso, tendientes a reducir el tiempo del mismo, así como a dar un acabado de buena calidad.

Se utiliza para ello una cámara estanca o "campana", (foto N° 1), conectada directamente a una o varias columnas donde se ubica la bomba difusora de vacío y a unos conductos conectados en serie con las bombas de vacío, de tipo mecánico (rotativas y Roots) (fig. 2).



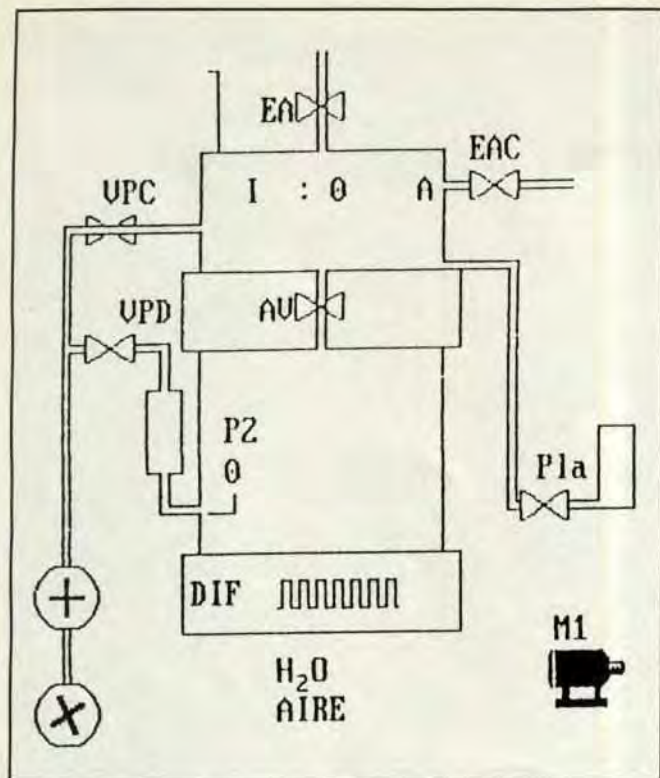
FOTO 1 Campana

La bomba rotativa de paletas, consiste en un bloque con una parte móvil y una fija montadas excéntricamente una de la otra. La parte móvil o rotor lleva una ranura en la que se ubican dos paletas separadas por dos resortes de compresión. Al girar el rotor, las paletas se apoyan en la parte fija debido al empuje del resorte y a la fuerza centrífuga. Para evitar el desgaste de las paletas y asegurar la estanqueidad del conjunto, se lubrican las paredes con una delgada capa de aceite.

El funcionamiento se esquematiza en la figura N° 3, donde se puede observar:

1. Por la aspiración se absorbe aire procedente de la cámara de vacío.
2. El aire aspirado queda cerrado.
3. Compresión.
4. Cuando se alcanza la presión suficiente se abre la válvula de expulsión.

En la fase (2) se suele realizar una entrada de aire a presión atmosférica justo en el momento antes de iniciarse la compresión, es lo que denominamos lastre de aire o Gas Ballast y que tiene por misión el evitar condensaciones de vapor de agua u otros



Esquema máquina de metalizar en vacío

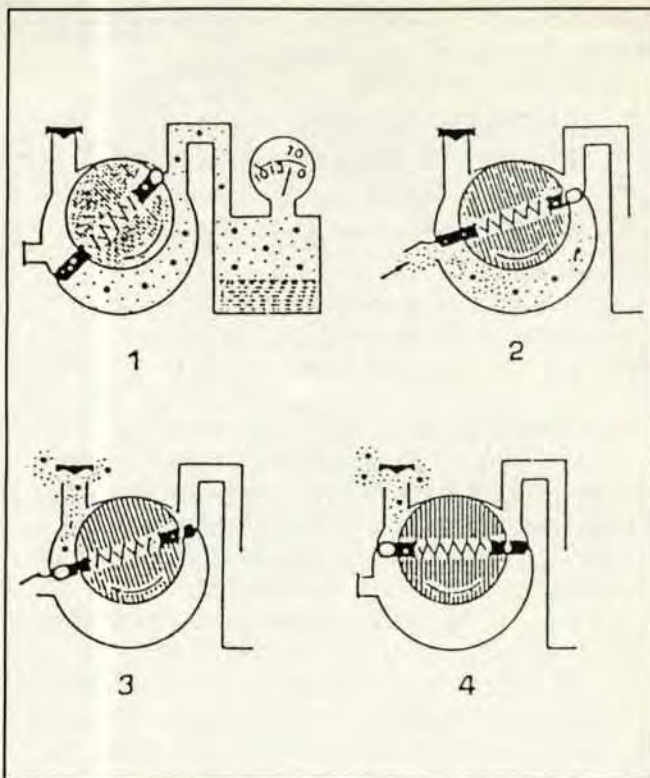
FIG 2

contaminantes que perjudicarían la lubricación y por lo tanto el rendimiento de la bomba.

La presión más baja que se obtiene con una bomba rotativa de paletas de simple efecto es de 10^{-2} mbar (medido con una sonda pirani) y velocidades de bombeo del orden de $600 \text{ m}^3/\text{h}$. Se puede mejorar el rendimiento acoplando dos sistemas rotor-estator en los que llamamos una bomba rotativa de paletas de doble efecto (fig. 4) llegando a presiones del orden de 10^{-4} mbar.

La bomba Roots (fig. 5) es una bomba mecánica de dos rotores para mayores velocidades de bombeo ($150-6.000 \text{ m}^3/\text{h}$) y presiones en el intervalo de 50 y 10^{-3} mbar. Los dos álabes en forma de ocho montados sobre ejes paralelos girando en dirección opuesta, sin tocarse entre sí y girando a altas velocidades ($1.000-3.000 \text{ rpm}$) expulsan el aire de la campana sin variar su volumen y evitando así condensaciones de vapores incluso a temperaturas cercanas a la saturación.

Según el tipo de aplicación requerido se puede



Esquema funcionamiento bomba rotativa de paletas

FIG 3

combinar el depresor Roots de compresión en seco, con diversas bombas rotativas primarias, como son las bombas rotativas de paletas.

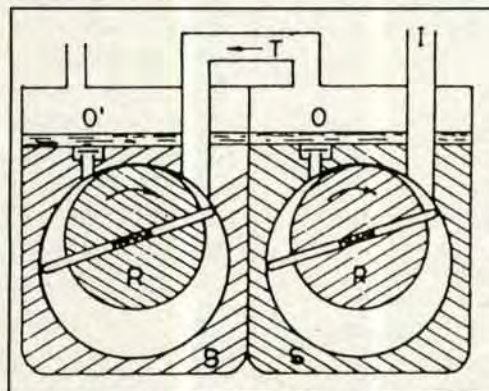
La bomba difusora (fig 6) permite comprimir el gas a aspirar hasta la presión de trabajo de una bomba de vacío primario (10^{-1} ó 10^{-2} mbar). Ninguna pieza

mecánica está en movimiento en el interior de esta especie de "compresor", el motor es el fluido utilizado (Hg o aceite).

Trabajan de la siguiente manera: se crea en el interior del cuerpo de la difusora un vacío primario de 10^{-1} mbar como mínimo. El fluido motor se calienta mediante resistencias eléctricas a $200-220$ grados C. y se evapora en el interior de las "chimeneas".

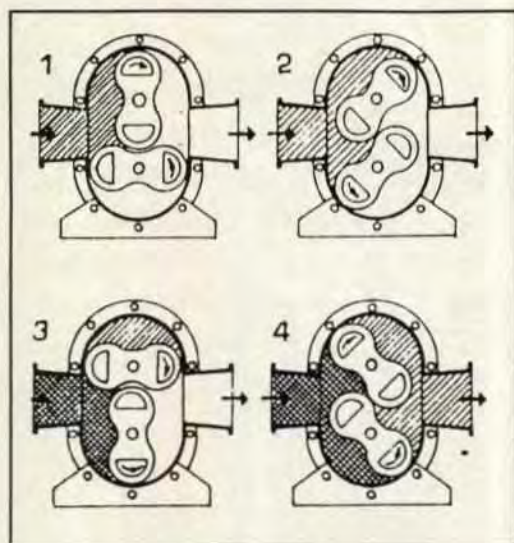
Dicho vapor fluye a través de las toberas en forma de boquilla a una gran velocidad. Los chorros constituyen una especie

de membrana semipermeable a través de la cual el gas aspirado puede difundirse para entrar pero no para salir. Las moléculas bombeadas son arrastradas hacia el estadio inferior mientras que los chorros de



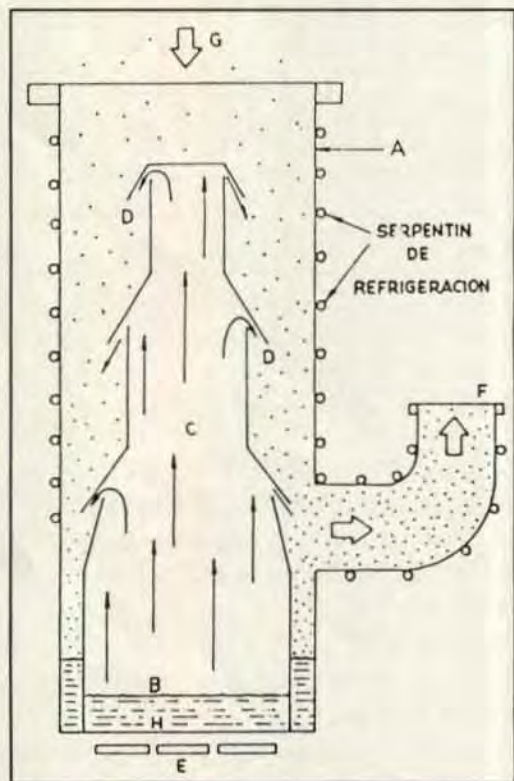
Esquema funcionamiento bomba rotativa de paletas de doble efecto

FIG 4



Esquema funcionamiento bomba roots

FIG 5



Esquema funcionamiento bomba difusora

FIG 6

vapores se condensan sobre las paredes frías de la bomba. El aceite retorna pues al fondo de la bomba y las moléculas de aire o gas son evacuadas por el bombeo primario y devueltas a la atmósfera. El ciclo se repite continuamente durante el funcionamiento.

Con el fin de evitar la retrodifusión de la fracción más volátil del aceite hacia la campana de vacío, se utilizan trampas o baffles ópticamente estancos y refrigerados que cubren la bomba difusora, aún a costa de disminuir la velocidad de bombeo por aumento de la conductancia.

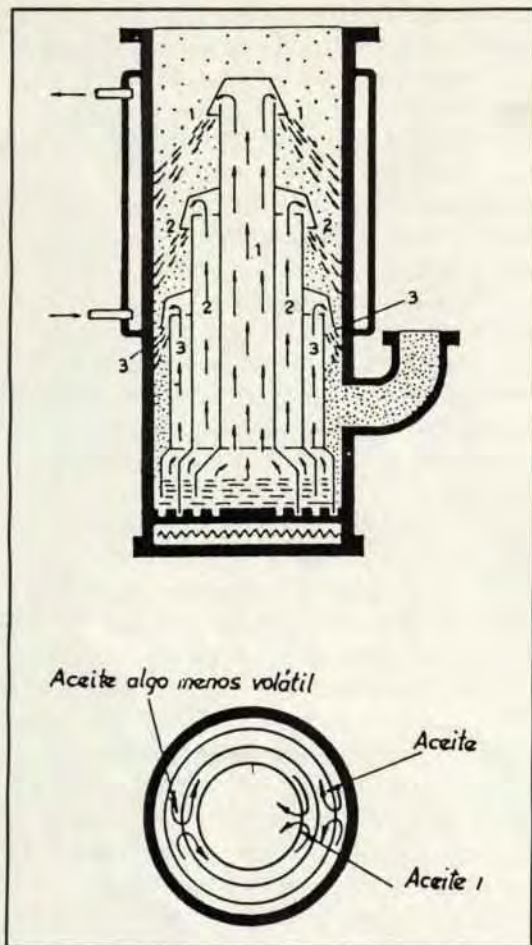
Las bombas difusoras de tipo "fraccionante" (fig. 7), con un sistema de autopurificación del aceite mediante un inyector lateral, que facilita la expulsión de los componentes más volátiles y evaporación fraccionada del aceite, permiten unos mayores rendimientos.

Debido a que los aceites empleados en las difusoras son mezclas de compuestos de distinta presión de vapor, para obtener una mejor presión límite, interesa que el chorro de vapor superior más cercano a la campana de vacío corresponda al componente del aceite de más baja presión de vapor. El sistema de fraccionamiento empleado consiste en aprovechar el hecho de que el fluido recondensado en una operación de la difusora fluya cuando llega a la caldera, radialmente hacia el centro de la misma. Mediante un laberinto se lentifica este fluido radial de manera que el aceite pueda ser calentado sustancialmente, mientras se encuentra todavía cerca de la parte exterior de la caldera, facilitando así que los componentes de más alta presión de vapor, se evaporen en las zonas más exteriores de la chimenea, que conducen a las toberas inferiores. Al centro del anillo del laberinto, llegarán solamente los componentes de menor presión de vapor y sus vapores fluirán justamente por las toberas superiores de la chimenea de la difusora.

El acoplamiento de un sistema de bomba rotativa de paletas, bomba Roots y una difusora de tipo fraccionante suele ser suficiente para el tratamiento de piezas que tengan poca desgasificación.

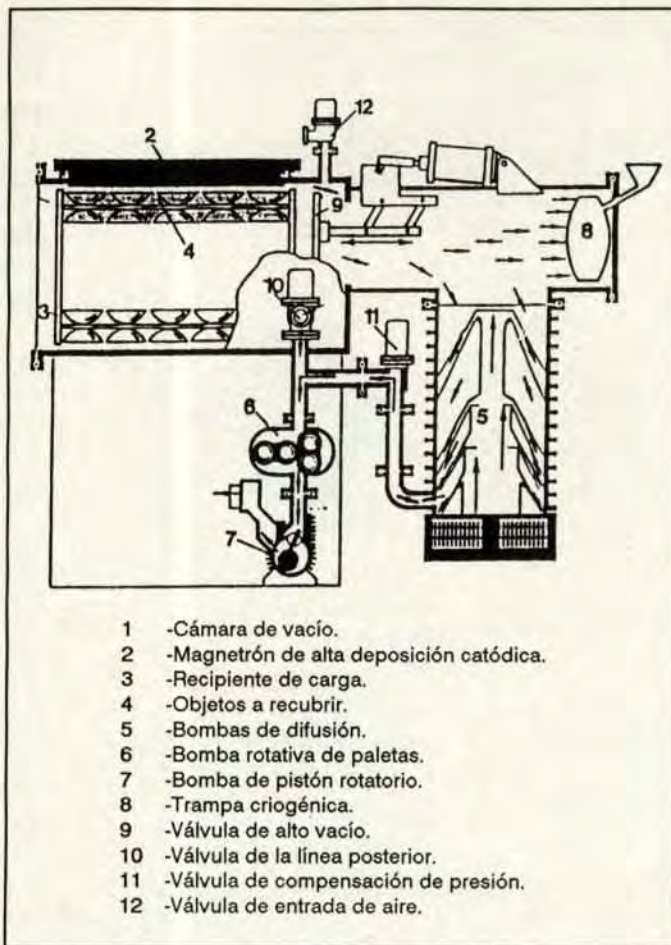
Para la mayoría de los plásticos y en especial los U.P. los coeficientes de desgasificación suelen ser elevados. Los U.P. en el vacío sufren la difusión del monómero libre intermolecular (estireno p.e.) y por otra parte la desorción superficial de otros gases, principalmente vapor de agua.

Dado que la cantidad de vapores liberados puede llegar a ser importante (2%) de su peso, hay que plantearse la necesidad de acelerar la evacuación de gases del interior de la campana, de lo contrario podemos alargar enormemente los tiempos de ciclo.



Esquema funcionamiento bomba difusora fraccionante

FIG. 7



Equipo de vacío con trampa criogénica

FIG. 8

Para mejorar el rendimiento de las máquinas de vacío se utiliza en estos casos lo que llamamos una trampa fría (fig 8). Ello consiste en la eliminación de los gases y vapores no por compresión y posterior descarga a la atmósfera, sino por desaparición del sistema gracias a un cambio de fase.

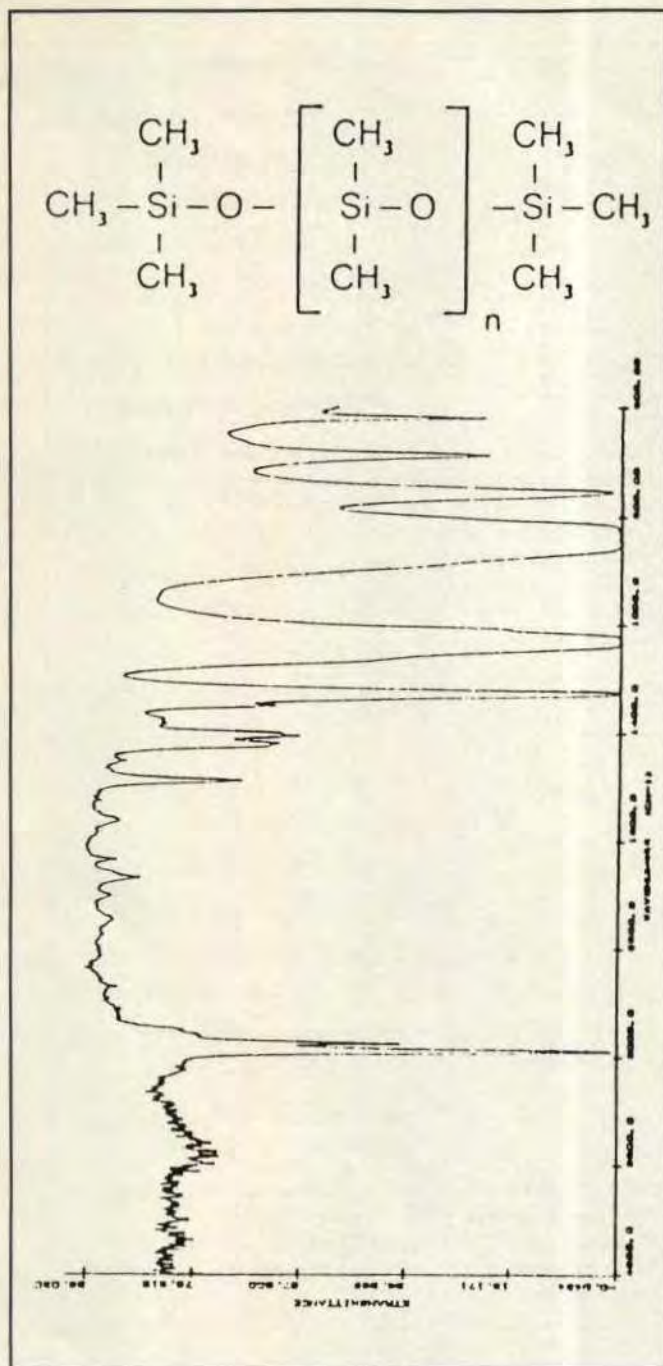
El dispositivo condensador suele ser un serpentín refrigerado por N₂ líquido o por una mezcla de freones, situado en la misma cámara de vacío o tras la válvula de cierre de la bomba difusora. El dispositivo entra en funcionamiento en el proceso de alto vacío condensando así rápidamente los vapores y proporcionando velocidades de bombeo extraordinariamente altas. Cuando el serpentín está saturado de escarchas, al cabo de varios ciclos, se procede a una operación de calentamiento y eliminación de los vapores con la ayuda del sistema primario de bombeo.

PROTECCION DEL METALIZADO

Dicha protección se puede llevar a cabo mediante la aplicación de un barniz brillante e incoloro de naturaleza acrílica, o bien en la misma cámara de vacío, mediante tratamiento posterior al aluminizado, que consiste en:

- Descarga plasmógena a 10^{-1} mbar (descarga alto voltaje con plasma iónico de vapores de un aceite tipo siloxano) (fig. 9).

Dicha descarga plasmógena tiene lugar entre un electrodo metálico y la superficie metalizada de las piezas, produciendo una ligerísima capa del orden de decenas de Å de un retículo molecular de polisiloxano. Dicha capa da un acabado altamente resistente a la humedad y agentes



Dimetil Polisiloxano

FIG. 9

atmosféricos y puede servir como base a una nueva protección de SiO₂ que dará un acabado y sellado definitivo y de alta resistencia al conjunto. Esta última capa se aplica también en la misma cámara:

- Evaporación de SiO a 10⁻⁴ mbar mediante navéculas de molibdeno calentadas por efecto Joule y en presencia de O₂ (foto N° 2).



FOTO 2

Dicha protección del acabado metalizado garantiza la resistencia a los más duros pliegos de condiciones exigidos en la industria del automóvil y da un acabado prácticamente equivalente al del metal sin proteger, con lo que la calidad del conjunto mejora notablemente.

ELABORACION TERMOPLASTICA

La adherencia a conseguir de la capa metálica es influida por las condiciones de elaboración del plástico. Además no debe olvidarse que una pieza de plástico metalizada no puede ser nunca mejor que la superficie situada bajo el metal. Por ello adquiere particular importancia la técnica de inyección.

Principalmente se trata de conseguir piezas moldeadas exentas al máximo de tensiones. Con diversidad de tensiones en la pieza se produce una deformación de la fase elástica en el seno de la matriz de resina circundante. En consecuencia tales piezas muestran, tras el asperizado en mezcla crómica, estructuras superficiales submicroscópicas con cavernas en forma de bola. Sobre una superficie de este tipo no puede efectuarse un galvanizado correcto, tanto por lo que se refiere a la adherencia como al aspecto de las capas galvánicas.

Para la producción de piezas moldeadas con pocas tensiones, son de decisiva importancia los siguientes puntos de vista:

1. Elevada temperatura de la masa (figs. 10 y 11).
2. Baja velocidad de llenado del molde (fig. 14).
3. Temperatura del molde media o elevada (fig. 12).
4. Presión de inyección media (figs. 13, 14 y 15).
5. Presión residual reducida o descendente.

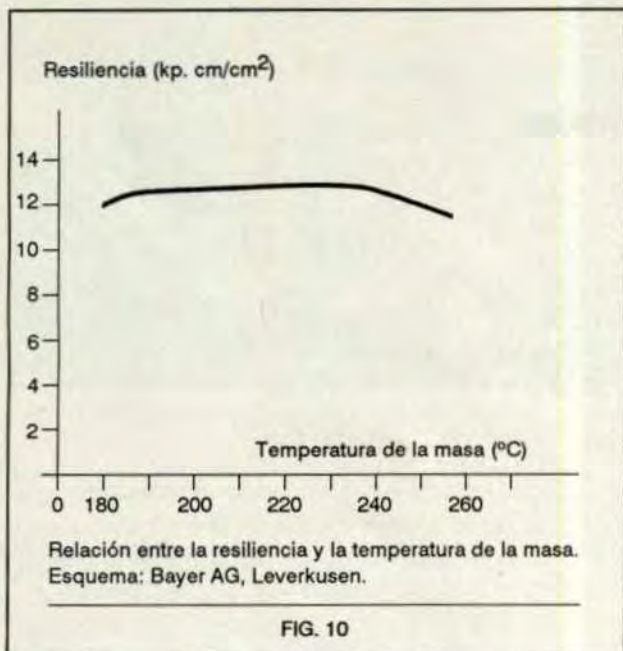


FIG. 10

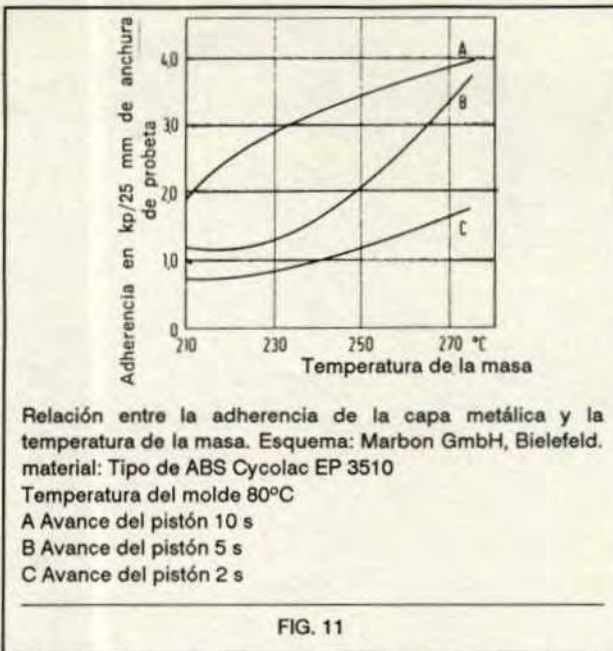


FIG. 11

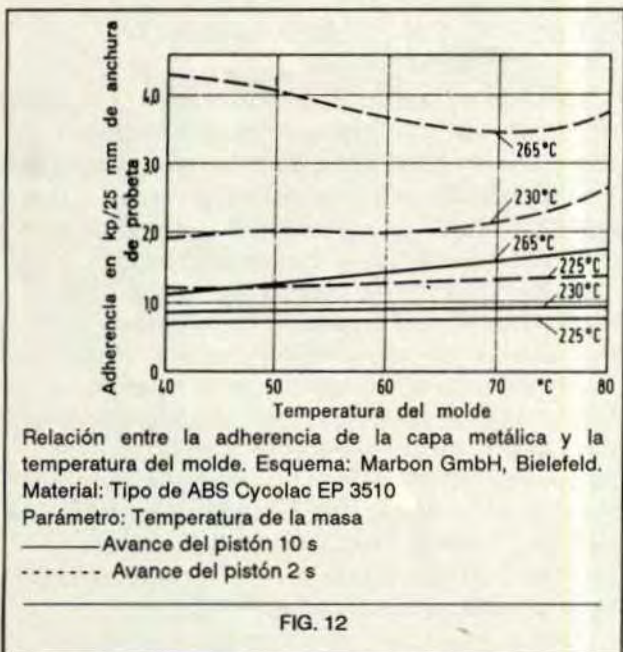


FIG. 12

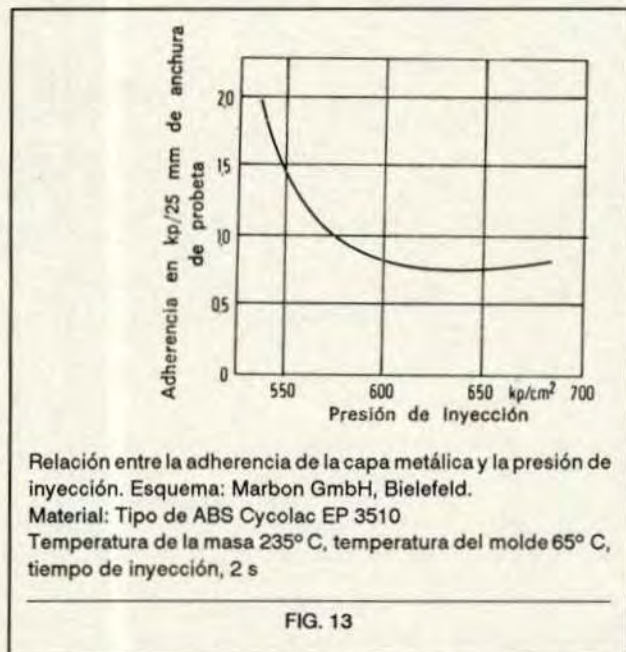


FIG. 13

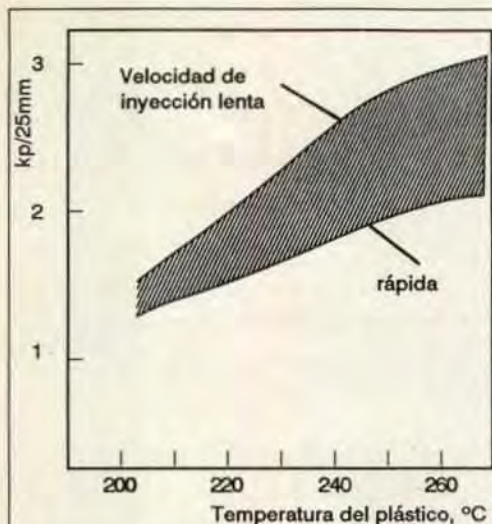
TEMPERATURA DE LA MASA

La temperatura de la masa debe situarse entre 240 y 250 grados centígrados para el ABS, no sobrepasando en ningún caso los 270 grados centígrados. Temperaturas de elaboración demasiado bajas producen fuertes tensiones en las piezas y si son demasiado altas producen la descomposición térmica del plástico, especialmente en combinación

con largos tiempos de permanencia de la masa en el cilindro. En consecuencia, pueden producirse burbujas en la pieza, que estallan tras el galvanizado.

VELOCIDAD DE LLENADO DEL MOLDE

La masa ha de introducirse en el molde lo más lentamente posible. Se tendrá en cuenta la forma y volumen de la pieza y la sección del canal de llenado.



Influencia de la temperatura del plástico y la velocidad de inyección sobre la adherencia de la capa metálica tras el galvanizado. Esquema BASF, Ludwigshafen. Probeta: circular de 50 mm de diámetro y 2 mm de espesor. Inyectada radialmente.

FIG 14

Influencia de la temperatura del plástico y del espesor de pared sobre la adherencia de la capa metálica Esquema: BASF Ludwigshafen. Probeta: Ver esquema parcial. Velocidad de inyección: Alta.

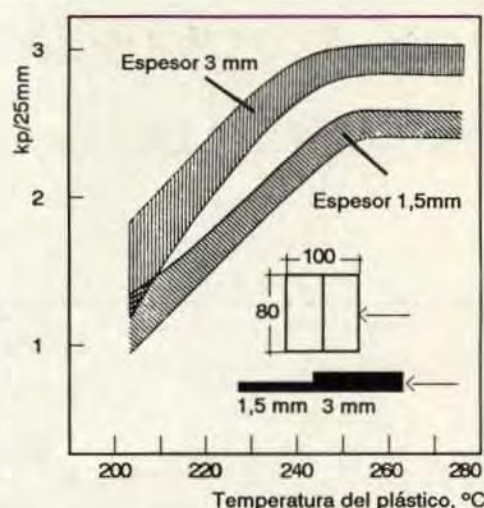


FIG 15

Para la posición y forma de los canales de llenado y de distribución, debemos tener en cuenta:

1. Inyectar de modo que se originen caminos de flujo lo mas cortos posible y de igual longitud en caso de moldes múltiples.
2. Inyectar en general en las zonas de mayor espesor para mentener lo más reducidas posible las pérdidas de presión y dejar actuar durante el máximo tiempo la presión residual.
3. Inyectar de modo que no se origine un chorro libre de masa, es decir, trabajar siempre con choques sobre una pared o eventualmente con núcleo auxiliar desplazable.
4. Disponer la entrada de forma que las líneas de unión de flujo eventualmente originadas no aparezcan en la cara visible de la pieza inyectada.
5. Siempre que sea posible, no situar la entrada en zona visible.

TEMPERATURA DEL MOLDE

La temperatura del molde se ha de mantener lo más elevada posible. La superficie de las piezas resultará tanto más brillante cuanto más elevada sea la temperatura del molde. Esta temperatura depende del espesor de las piezas. Para piezas con secciones gruesas, se recomiendan temperaturas de 35 a 45 grados centígrados, y para las de paredes finas de 70 a 80 grados centígrados.

PRESION DE INYECCION

La presión de inyección tiene influencia sobre las tensiones en la pieza, por lo que debe mantenerse a

un nivel medio. Por otra parte, la influencia de la presión de inyección no es tan notable como la de otros factores.

PRESION RESIDUAL

Por el contrario, la presión residual tiene una influencia mucho mayor sobre la calidad de las piezas. Es importante trabajar con una presión residual corta, de ser posible reduciéndose lentamente. Con una presión residual demasiado alta y constante se producen fuertes tensiones que quedan retenidas durante la fase de enfriamiento. Al proceder a un posterior asperizado se manifiesta este fenómeno, con malas consecuencias para el anclaje del metal sobre el plástico. Muchas veces, las piezas con abundantes tensiones tienden a deformarse en los baños de tratamiento galvánico.

PRESION PREVIA

La elección de la presión previa correcta es condición indispensable para la producción de piezas con superficie sin defectos. Una presión demasiado baja, incluso nula, produce muchas veces una insuficiente desgasificación de la masa en el cilindro. Con ello pueden quedar burbujas de aire en la superficie de la pieza o debajo de ella, haciéndose notar como ampollas que finalmente estallan en el posterior galvanizado.

BIBLIOGRAFIA

- STOECKHERT, Klaus.-- Tratamiento de las superficies de plásticos: Acabado, metalizado, lacado, coloreado e impresión.-- Barcelona: Gustavo Gili, 1977.-- 252p.-- il
- SOLE UBEDA, J.L.-- La metalización de los plásticos termoendurecibles.-- En pinturas y acabados industriales.-- Barcelona 23 (185): 83-89, Ene-Feb, 1991.-- il