

FUNDAMENTOS DE LA INYECCION ASISTIDA CON GAS.

Consideraciones generales sobre este método que, con todas sus posibilidades, sigue ganando terreno entre los procesadores.

El moldeo por inyección asistido con gas, presurizado es una forma mas avanzada de moldeo, si se compara con el proceso, convencional. En este nuevo proceso, un gas inerte se inyecta a presión dentro de la resina fundida que ya ha sido previamente introducida en la cavidad del molde. Usualmente, pero no siempre, se permite que la resina llene parcialmente la cavidad del molde. En casos muy raros se prefiere hacer una inyección simultanea en el molde, tanto de la resina como del gas. Un proceso llevado de esta manera es mas complicado y permite ventanas de procesamiento mas estrechas.

La inyección del gas en la cavidad del molde no tiene por objeto causar una mezcla de los fluidos, la resina liquida fundida y el gas; si no que el gas (generalmente nitrógeno) debe desplazar la resina hacia el volumen de la cavidad que todavía no ha sido llenado dejando en su lugar un canal interno sin resina formado por el flujo del gas. Una segunda función importante de la acción del gas en el moldeo por inyección es la de llegar a las secciones más anchas de la cavidad para forzar que la resina tenga un buen contrato las paredes del molde y así mejorar el terminado superficial del producto inyectado. Esta ultima función equivale a mejorar o incrementar el efecto de un buen prensado de la resina dentro del molde. Todas las otras características que frecuentemente se le atribuyen al proceso de moldeo por inyección asistida con gas son consideradas como beneficios del proceso pero no constituyen la parte básica de la mecánica del proceso.

Cuando se efectúa la inyección separada de las fases en el moldeo por inyección separada de las fases en el moldeo por inyección asistido con gas, se crea un diferencial de la presión interna en el molde. Este hecho muchas veces no es tenido en cuenta y en tales casos pueden lograrse resultados indeseables para la calidad del producto. Por ejemplo, uno de los fluidos es altamente compresible (el gas nitrógeno) y el otro fluido (la resina fundida) es relativamente incompresible. Los dos fluidos, sin embargo, pueden moverse dentro de la cavidad del molde. Los puntos de inyección múltiple (del gas o de la resina) influyen directamente en el movimiento de los dos fluidos, mientras la resina este todavía en estado fundido. Por lo tanto, el éxito de la operación de moldeo por inyección asistida por gas depende de la posición de las compuertas de inyección de la resina, del gas y del patrón de flujo de la resina introducida en el molde.

LOS FUNDAMENTOS DEL PROCESO.

El moldeo por inyección asistida con gas es un proceso de alta velocidad y baja presión, en cual ocurre una inyección corta en la cavidad del molde, y en donde el llenado del molde se completa mediante la inyección de un segundo fluido; en este caso el gas nitrógeno, a una presión que es mucho menor que la experimentada en el moldeo por inyección convencional. La segunda fase del llenado de la resina en el molde es lograda, gracias a la inyección de nitrógeno y el flujo de la resina en esta segunda fase es facilitado por el desplazamiento que ocasiona este gas, el cual empuja la resina hacia las áreas de bajas presión del molde, las cuales todavía se encuentran vacías. Se debe tener presente que el proceso asistido por gas es solamente una modificación del sistema de moldeo por inyección convencional, y que los principios básicos no cambian por el hecho de emplear un gas en la segunda fase de llenado del molde. El gas aporta una solución para reducir o eliminar ciertas características defectuosas del proceso convencional. En el proceso convencional se tienen en cuenta consideraciones básicas como la geometría del producto, el espesor de las paredes, la localización de los puertos de entrada, la longitud del flujo dentro del molde, los puntos de venteo y la forma de realizar el refuerzo del llenado del molde. En el proceso asistido con gas las consideraciones son paralelas, pero en muchos casos las tolerancias de operación son más amplias en el proceso modificado.

METODOS DE PROCESAMIENTO.

Existen dos métodos básicos para implementar la tecnología de moldeo asistido por gas. El primero consiste en inyectar el nitrógeno a través de una abertura común, la boquilla de inyección de la resina; y el segundo método con que lleva la inyección del nitrógeno a través de inyectores de gas (también llamadas agujas de gas) directamente en el producto o de los canales fríos secundarios del molde. La aplicación del gas a través de los inyectores también se denomina inyección en el "producto". En el pasado hubo un debate acerca de cual era el mejor de los métodos y, con frecuencia, la opinión estaba guiada por la experiencias del proveedor de la tecnología en particular. Pero lo esencial es determinar cual es el método mas apropiado para cada producto en particular, mas que cual es el mejor método básico de operación. Existen ventajas y desventajas en ambos métodos pero el debate sobre este punto no es objetivo de este articulo. En el momento, se han alcanzado desarrollos significativos con las agujas de inyección de gas, logrando un mejor control de los parámetros críticos del proceso de tal manera que la inyección a través de la boquilla y mazarota de entrada de la resina debe aplicarse únicamente, cuando lo requiera la geometría del producto

Hay dos filosofías adicionales a seleccionar del proceso y son conocidas como el modo de "Control de la presión" y el modo de "control del volumen" El modo de operación con control de volumen consiste en seleccionar un volumen dado del gas a una presión específica e introducirlo en el producto moldeado. El modo de control de volumen puede ser implementado, tanto en la inyección del gas a través de la boquilla de la resina como en las agujas de inyección, El modo de control de presión también llamado "fases de control de presión " consiste en desarrollar una presión dada de gas en el molde (lo cual tiene un volumen de gas asociado), durante un tiempo determinado del ciclo del proceso. La intención en este caso, es la de mantener un nivel dado presión en el molde, independientemente de la cantidad de resina a desplazar dentro del molde. En muchos casos se prefiere aplicar un perfil de presión de gas, en el cual existe una presión inicial otra de mitad de ciclo y la final, que es mas baja y que supuestamente ayuda a rellenar la cavidad con la resina. Cada nivel de presión tiene un tiempo de aplicación diferente, lo que justifica el nombre de fases de control de la presión. En este método, el perfil de presión es inicialmente alto con el objeto de lograr completar el llenado de la cavidad con la resina, en la siguiente fase se tiene una presión intermedia de sostenimiento, y en la ultima fase, la presión disminuye sustancialmente ,La forma del perfil de presión puede ser cambiado en la segunda y tercera fases, cuando lo requiera la geometría del producto moldeado.

CONSIDERACIONES CON REPECTO AL MOLDE.

Con frecuencia, los procesadores plantean la pregunta. ¿Hay algún buen proveedor de moldes para moldeo asistido con gas? La verdad es que hay numerosos constructores de moldes que tienen la experiencia y la habilidad para implementar este proceso , pero la mejor manera de responder la pregunta es con otra pregunta: "¿Piensa que su proveedor actual de moldes convencionales le ha entregado buenos trabajos y que sus relaciones de negocios son las mejores?" Esto no quiere decir que hacer moldes para inyección asistida con gas sea fácil. Lo que se quiere dejar por sentado es que cualquier buen constructor de moldes puede hacer las modificaciones necesarias, implementar los canales de flujo y los inyectores de gas en el molde. Lo importante es la forma como se hacen estas alteraciones. En la fabricación de moldes convencionales el fabricante del molde tiene la colaboración del usuario, el fabricante de la resina y de un proveedor de tecnología en moldes, para tomar las decisiones básicas con respecto a la construcción del molde. Estas decisiones son aun mas criticas cuando se trata de implementar esta nueva tecnología. Debido a que el moldeo asistido con gas conlleva la inyección de cantidades limitadas de resina en molde. Los diferenciales de presión mencionados anteriormente determinan el éxito o fracaso de la implementación de la tecnología. Las mejores fuentes de información sobre la manera de hacer estos moldes son los proveedores mismos de la tecnología y los moldeadores con experiencia en una variedad de aplicaciones.

LOS PUNTOS DE LLENADO EN EL MOLDE.

La concepción de la calidad final del producto determina de manera imperativa la localización de los puntos de entrada a las cavidades, la forma de los canales de gas y la forma de diseñar, las costillas de refuerzo, protuberancias y secciones pesadas del producto moldeado. Como se anotó antes, los diferenciales de presión dentro de las cavidades, inducidos por el llenado parcial de las mismas con resina y la presurización repentina con un gas, presentan un efecto dramático entre los dos fluidos. Para simplificar el concepto, es mejor pensar en una fase de inyección 1 (la resina) y en una fase de inyección 2 (el nitrógeno) colocados en una progresión en secuencia. Durante la fase uno se introduce la resina, por ejemplo, que llena de 70 a 80% del camino total por recorrer; en la fase 2, se logra la distribución de la resina en la cavidad. De aquí resulta que la introducción de puntos múltiples de presión puede complicar la distribución de la resina dentro de las cavidades y crear una condición de llenado fuera de control.

LLENADO DEL GAS A TRAVÉS DE LA BOQUILLA DE LA RESINA.

Inyectar el gas a través de la boquilla de inyección de la resina es quizás la manera más fácil de evitar conflictos con los diferenciales de presión dentro de las cavidades de los moldes, aunque el proceso en sí puede no ser el más eficiente. Cuando la resina y el gas entran al molde en el mismo punto se establece un camino lineal, si la ruta del flujo es también lineal, lo cual es controlado por la localización de los canales de flujo. Los problemas se presentan cuando los canales de flujo se implementan de una manera tal que tanto la resina como el gas efectúan cambios de dirección en reversa o atravesados en su propia línea de flujo dentro del molde. Por razones obvias, estas situaciones deben evitarse.

La compuerta de entrada está colocada en uno de los bordes, como ocurre en los moldes en donde el gas se inyecta a través de la boquilla de la resina o a través de dos agujas de inyección. Cuando se usa la aguja de inyección, esta se sitúa un poco apartada del borde de la pieza, insertada en un "orificio para la aguja" o posiblemente en el canal secundario del molde fuera del borde del panel. Una aguja de inyección colocada en forma apropiada permite lograr mejores resultados, gracias al control superior de los parámetros del producto, cavidad por cavidad. Una compuerta de inyección central está representada en la ilustración 2. En este caso, un patrón de distribución del gas en forma de H permite lograr un buen balance de distribución de la resina. La inyección del gas se podría hacer a través de la boquilla de la resina o con agujas de inyección. Cuando se inyecta el gas a través de la boquilla de la resina, la localización del puerto de entrada es crítica y la mejor consejera es la simplicidad en

El diseño. Se prefiere contar con un punto único de entrada de la resina y el gas cuando las piezas pueden hacerse con un puerto de entrada. El direccionamiento del flujo hacia costillas de refuerzo, protuberancias y partes gruesas del producto debe ser diseñado por moldeadores e ingenieros experimentados en el proceso de inyección asistida con gas. Debe tenerse en cuenta que el gas no puede ser inyectado a través de sistemas de colada caliente. Si se elimina la colada caliente, disminuye el costo del molde, la implementación de la tecnología se hace más fácil. No es necesario implementar adiciones mecánicas al molde de inyección cuando la entrada del gas se hace en la boquilla de alimentación de la resina. En resumen, las ventajas de la inyección de gas a través de la boquilla de la resina, incluyen la facilidad de su implementación porque no requiere la adición de equipos especiales al molde (como inyectoros de gas, boquillas o agujas de inyección) y la rapidez de los arreglos en los inicios de las ordenes de producción. Como desventajas pueden citarse la necesidad de contar con una válvula de corte de flujo para evitar que el gas entre al barril del extrusor cuyo costo puede ser elevado (desde us\$2.400 a us\$20.00 dependiendo del proveedor y las opciones adicionales). La presión del gas debe ser más elevada cuando se inyecta a través de la boquilla de la resina y no es posible inyectar el gas simultáneamente en puntos diferentes en el molde con perfiles de presión variables.

LLENADO DEL GAS A TRAVES DE AGUJAS DE INYECCION.

El llenado del gas a través de agujas de inyección es el único método posible cuando hay necesidad de inyectar el gas en varios puntos del molde, a diferentes presiones y en tiempo variable. La inyección "en el producto" permite emplear presiones bajas en el inicio del perfil de presiones, cuando el inyector esta localizado en un punto del canal de flujo donde la resina es menos viscosa. En el pasado, los sistemas de inyección de gas eran bastante costosos, sin embargo, estas unidades son ahora muy accesibles ya que con las agujas de inyección de gas raramente hay necesidades de emplear válvulas de seguridad para el corte de flujo (cuando la aguja esta situada cerca de la boquilla de inyección de la resina). Un problema que, aunque poco frecuente, puede presentarse con las agujas de inyección es el taponamiento de las mismas con la resina. Esto puede llevar a una variación del flujo del gas, lo que implicaría cambios en el acabado del producto. Las nuevas agujas de inyección evitan la formación de taponamientos y por otro lado, se pueden escoger sitios estratégicos fuera de la dirección de flujo de la resina para situar las agujas.

OTRAS CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE MOLDES.

El diseño de la alimentación de las cavidades debe ser simple. En el caso de la fabricación de los gabinetes de televisores, el número de puertos de entrada de la cavidad se puede reducir desde 5 y 10 a una o dos entradas, cada uno llevando a un canal de gas dentro de la cavidad. Un número excesivo de puerto de entrada puede enfrentar los canales de flujo del gas dentro de la cavidad, hecho que debe ser evitado. Los canales pueden por otro lado. Competir entre si inhibiendo la optimización del flujo de la resina en el molde. Tanto el flujo de la resina como el del gas debe ser lineal y no deben encontrar contraflujos dentro del molde.

LOS MOLDES EXISTENTES PARA MOLDEO POR INYECCION CONVENCIONAL PUEDEN SE CONVERTIDOS PARA INYECCION ASISTIDA CON GAS, SIEMPRE Y CUANDO EL DISEÑO DEL PRODUCTO MISMO LO PERMITA.

El diseño ideal de canal de gas es el esférico, aunque no es muy practico. La mayoría de los canales adicionales a áreas relativamente planas si se diseñan de manera apropiada, deben ser semiesféricos. La sección del canal de gas usualmente debe ser de dos a tres veces el tamaño nominal del espesor de la pared; dependiendo del espesor nominal de la pared, la resina base y la longitud deseada del flujo. La sección vacía en estas áreas puede ser hasta 50% del espesor total (paredes y canal incluidos). Canales más pequeños no permitirán que el canal de flujo de la resina (que corresponde inicialmente al canal de flujo del gas) proporcione el inventario necesario para un flujo adecuado de la resina y una evacuación eventual de la misma. Canales de flujo de gas y de la resina significativamente más grandes no se recomiendan. Los canales sobrediseñados en tamaño acomodan una cantidad excesiva de resina, la cual puede causar un desbalanceo de llenado en aquellos canales y secciones nominales de pared, llevando a un sobrepeso del producto y aumentando el tiempo de enfriamiento del mismo en el ciclo de fabricación. En los dos casos de diseño no apropiado de canales de flujo se perjudica la eficiencia del proceso.

Los canales de flujo deben ser diseñados para que faciliten el flujo de la resina a una presión reducida en el molde, rellenen el producto terminado de manera uniforme, distribuyan la resina fundida de tal manera que la fase gaseosa desplace parte de la resina remanente en el canal hasta que se llenen todas las áreas de la cavidad aun en aquellos puntos donde el moldeo convencional no logra un acabado optimo.

LOS REBOSADEROS EN MOLDEO ASISTIDO CON GAS.

Los rebosaderos son bolsillos cortados en el molde de inyección, fuera del área de la cavidad misma, que se usan para recibir los excesos de resina provenientes de la cavidad durante el moldeo por

inyección asistida con gas, Los rebosaderos reciben la resina desplazada de los canales de flujo y de las secciones del producto moldeado cuando por razones de diseño del producto, la resina no es desplazada aguas abajo en la cavidad por el gas presurizado. En ciertos diseños de productos, esta condición no se puede evitar y, por lo tanto, las áreas de difícil llenado deben ser ocupadas en la primera fase de inyección de la resina. Cuando ocurre la inyección con gas no hay un área donde se pueda desplazar la resina y por lo tanto el material sobrante es cortado dentro del área adyacente a la cavidad y desplazado al bolsillo del rebosadero

El rebosadero puede ser usado para crear una reunión de canales de confluencia para el flujo de gas en la parte moldeada.

El rebosadero también puede ser empleado para eliminar las líneas de soldadura, desplazando la resina que produce este defecto de la apariencia hacia el rebosadero en lugar de permanecer en el producto moldeado. Sin embargo si se aplica un diseño correcto de ingeniería, tanto del producto como del molde, los rebosaderos pueden ser evitados y deben ser eliminados.

LA CONVERSIÓN DE MOLDES YA EXISTENTES.

Con mucha frecuencia, los moldes existentes para moldeo por inyección convencional pueden ser convertidos para inyección asistida con gas, siempre y cuando el diseño del producto mismo lo permita. Como se mencionó antes, el nitrógeno no puede ser inyectado en un sistema de colada caliente. Hay tres opciones que se pueden aplicar a un molde con colada caliente: inyectar el gas a través de agujas de inyección directamente en el producto; modificar el molde para eliminar el sistema de colada caliente y revisar el método de puertos de entrada; o instalar válvulas de compuerta independientes controladas en el sistema de colada caliente. Los canales de gas pueden necesitar ser tallados para facilitar el flujo de la resina y el gas adhiriéndose a los principios de flujo lineal anotados anteriormente. Los canales deben dirigirse a áreas de intersección de costillas de refuerzo, protuberancias grandes y a cualquier área adicional que se pueda beneficiar de un canal de gas. Debe anotarse que en el diseño de moldes nuevos la eliminación de los sistemas de colada caliente hace posible el incremento de flujo de la resina en tramos largos cuando se emplea gas presurizado. Los canales de flujo de resina y de gas dentro de una pieza inyectada funcionan como "canales parciales de colada fría" o como sistema de colada aisladas térmicamente los canales de flujo logra las mismas ventajas de capacidad de flujo que se logran con los sistemas de colada caliente.

LA SELECCIÓN DE LA RESINA

Ha habido pocos problemas experimentados con las resinas de inyección excepto cuando los índices de fluidez son muy altos. Debe tenerse en cuenta que los materiales reforzados no son un obstáculo para aplicar el proceso y que, mas bien facilitan el flujo del gas inyectado a través de los canales y las secciones de mayor tamaño del producto. Los materiales de mayor índice de fluidez no se pueden usar en el proceso como se anotó arriba y son usados en el moldeo por inyección convencional para poder llenar los puntos problemáticos de los moldes. Sin embargo, cuando se aplica la inyección asistida con gas, usando canales de flujo bien diseñados, se reduce la presión en las cavidades pero a la vez se incrementa el alcance de las longitudes de flujo de la resina, por lo que las resinas de alto índice de fluidez pueden ser substituidas por otras de mayor viscosidad y más apropiadas para el proceso modificado. El proceso también ha sido usado con éxito en el moldeo de materiales reforzados, como son las resinas de ingeniería hasta con 50% en peso de cargas, como la fibra de vidrio, el carbonato de calcio, los talcos, esferas de vidrio, fibras de carbón y combinaciones de los mismos refuerzos. El proceso ha podido implementar con fibras de vidrio hasta de 6 pulgadas de longitud en proceso de moldeo por compresión tanto de materiales termofijos como termoplásticos.

DISEÑO DE NUEVOS PRODUCTOS

El moldeo por inyección asistida con gas ha dado lugar al diseño y manufactura de productos que antes eran imposibles de hacer debido a las limitaciones inherentes a la inyección convencional. Entre

estas limitaciones estaban las costillas de refuerzo de gran tamaño, longitudes de flujo cortas y otras características de los productos que daban lugar a la aparición de defectos en la superficie y acabados. Los canales de flujo permiten la eliminación de estos defectos, porque ellos dirigen el gas hacia el interior de las costillas de refuerzo o en sitios adyacentes a las protuberancias, empujando el flujo de la resina hacia mayores distancias desde el puerto de entrada a la cavidad rellenando con resina las partes del producto con una presión relativamente uniforme, en sitios donde antes no era posible obtener un acabado adecuado.

ALGUNOS MALOS ENTENDIDOS SOBRE EL PROCESO.

Con respecto al moldeo de cuerpo huecos se ha asegurado en algunos escritos técnicos que el proceso de moldeo por inyección con asistencia de gas presurizado es adecuado para hacer estos productos. Esta es una interpretación errónea y debe aclararse que los cuerpos huecos de plásticos normalmente deben fabricarse por la tecnología de moldeo por soplado. En único caso en el cual es posible fabricar un producto parecido a un cuerpo hueco es cuando éste tiene la forma tubular, como ocurre con las manijas gruesas o cualquier producto con geometría que sea significativa o enteramente tubular.-

Los volúmenes vacíos en un producto inyectado con gas es el resultado de la ejecución del proceso con la asistencia de un gas presurizado y solamente de manera ocasional se puede obtener que una parte del producto resulte hueco. Debe recordarse que el moldeo por inyección con asistencia de un gas presurizado y solamente de manera ocasional se puede obtener que una parte del producto resulte hueco. Debe recordarse que el moldeo por inyección con asistencia de un gas presurizado es una mejora del proceso que le permite al moldeador reducir o eliminar características indeseables de la inyección convencional, al tiempo que mejora la rentabilidad del proceso, como se explicó anteriormente. Puede ser posible obtener productos con huecos de tamaño significativo en alguna parte de los mismos, este no es el propósito del diseño original del producto. Esta aclaración es importante en vista de la frecuencia con que se observan diseños de cuerpos huecos para ser logrados por este proceso. Con respecto a las posibilidades de inyectar el gas a través de la boquilla de la resina o por medio de agujas de inyección, muchos procesadores creen que la decisión de usar cualquiera de estos métodos está más relacionada con el estilo de trabajo de cada proveedor de equipo de esta tecnología. Esta es otra aseveración que no es correcta. La decisión de inyectar el gas a través de la mazarota o por medio de agujas de inyección debe hacerse solamente con base en consideraciones que tienen en cuenta el diseño del producto y en la necesidad de obtener resultados precisos, ciclo tras por medio de agujas de inyección permiten tener un mayor control del proceso.- No se recomienda emplear la tecnología de moldeo por inyección con asistencia de gas presurizado en artículos de paredes con espesores uniformes. Esta no es una práctica generalizada, pero ocasionalmente algunos transformadores intentan aplicarla con resultados poco reproducibles. Aun que el gas desplaza a la resina dentro de la cavidad llenada parcialmente, no hay control sobre la dirección en la cual el gas se mueve, pues buscará las regiones más calientes de la resina dentro de la cavidad y, por lo tanto, los resultados no son consistentes de ciclo a ciclo. En gas no debe inyectarse en paredes de espesor uniforme o que no ofrecen una dirección de recorrido definida. Bajo estas circunstancias, el gas puede abrir canales internos de manera errática en donde las paredes internas pueden resultar más gruesas que lo deseado en algunas secciones de la cavidad o, por el contrario, puede adelgazar las paredes internas en puntos donde no se desea. Las paredes muy gruesas pueden extender el tiempo de enfriamiento dentro del ciclo o el producto puede perder integridad. <Los costos del molde con la configuración recomendada de canales se compensarán de manera significativa cuando sus beneficios sean cuantificados al observar la calidad del producto fabricado. Otro concepto de poca validez es la afirmación que aparece en algunos escritos técnicos indicando que el arranque de un nuevo molde dedicado a esta tecnología toma más tiempo que el que se emplea en los moldes nuevos convencionales. Esto no ocurre cuando los canales de flujo en el molde nuevo están bien diseñados o cuando existe apoyo técnico adecuado para esta tarea. En realidad, el

arranque de un molde de este tipo toma menos tiempo que con los moldes convencionales por cuanto la acción del gas es más simple que la que se tiene con los sistemas de colada caliente o en moldes con acciones complejas incorporadas. Con respecto al pago de regalías por el uso de patentes de la tecnología, debe tenerse en cuenta que esto ha existido por décadas en la industria y que son pocas las patentes vigentes que realmente puedan tener algún grado de utilidad práctica para el constructor de un molde o para el convertidor. Muchas de las patentes todavía existentes no pasan de ser inventos que no mejoran el proceso y muchas veces sus propios inventores no aplican.-

PARA MAS INFORMACION DIRIGIRCE AL DEPARTAMENTO TECNICO.