

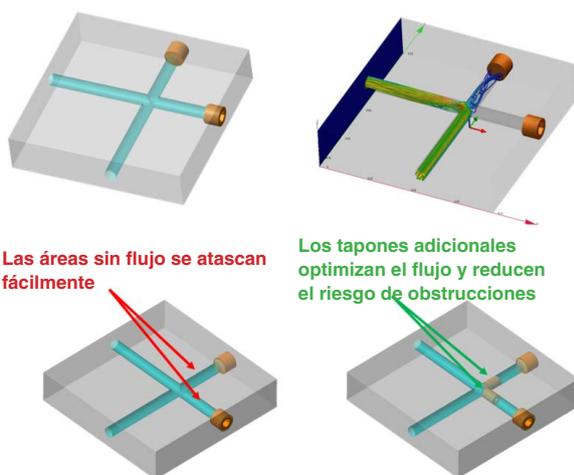
Herramientas de moldes con refrigeración conformal: cómo reducir la duración de los ciclos y aumentar la calidad de las piezas

El moldeo de inyección permite fabricar productos plásticos con detalles complejos y complicados, a veces en tiradas de distintas unidades, con tolerancias repetible y alta calidad de superficie.

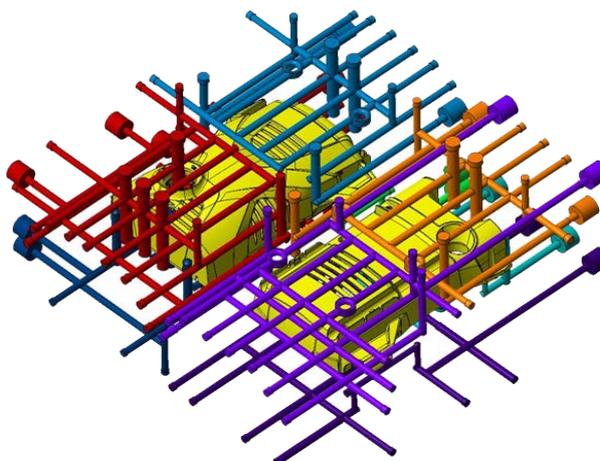
Ahora, los fabricantes de moldes pueden proporcionar a sus clientes herramientas para fabricar piezas que reproducen exactamente el diseño 3D en el mínimo espacio de tiempo. Refrigerar la pieza de plástico mientras se solidifica en el molde es un elemento crucial, ya que repercute en la duración del ciclo y la calidad de la pieza.

El principio de la refrigeración conformal es reducir la temperatura de la pieza de plástico de forma rápida y uniforme. La pieza no se puede retirar de la herramienta hasta que se haya enfriado lo suficiente para sacarla del molde. Cualquier punto caliente retrasa la extracción de la pieza, y podría producir deformaciones y rechupes, que alteran la calidad de la superficie del componente.

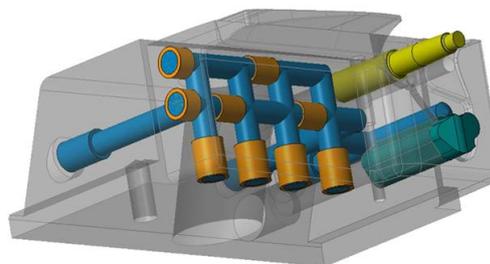
Para acelerar la refrigeración, el líquido circula por los canales internos de la herramienta de molde, de forma que el calor se expulsa de la pieza de plástico a través de la herramienta metálica y el líquido. La velocidad y uniformidad de este efecto de refrigeración depende de la precisión del recorrido de los canales por la superficie de la herramienta, y el caudal del líquido refrigerante al recorrerla.



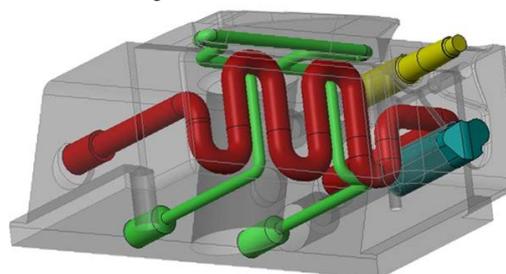
El método convencional de fabricar los canales de refrigeración en una herramienta de molde implica operaciones de mecanizado adicionales. Como explico en mi artículo Colectores mínimos: cómo reducir peso y aumentar el rendimiento, estos canales se producen taladrando orificios cruzados que crean redes internas rectilíneas de tubos, con tapones para limitar el flujo del líquido:



Este método tiene sus limitaciones en el diseño de una corredera con refrigeración conformal, como se muestra a continuación. La red de canales tiene restricciones de forma, ya que está situada a más profundidad desde la superficie de la herramienta, por lo que la refrigeración es menos eficiente. Además, es necesario realizar mecanizado adicional y ensamblaje, y controlar los puntos muertos de la red de canales que podrían obstruirse con el uso. En operaciones complejas, para insertar los canales de refrigeración conformal es necesario fabricar la herramienta por secciones, por tanto, se generan uniones adicionales que acortan la vida de la herramienta.



La fabricación aditiva (FA) nos libera de las restricciones de los taladros cruzados. Ahora podemos diseñar canales internos que se adaptan a la superficie de la herramienta, con esquinas más redondeadas que aceleran el caudal y aumentan la transferencia de calor al refrigerante. En el ejemplo siguiente, se muestran circuitos de refrigeración separados para las distintas áreas de la corredera, diseñados para extraer el calor a un ritmo constante y obtener una refrigeración uniforme.



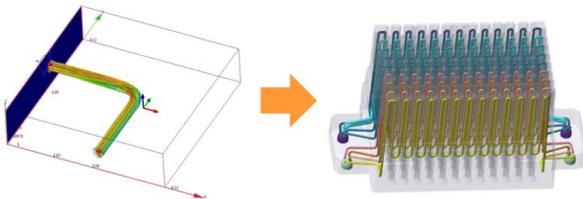
Aumento y uniformidad del caudal

El flujo de refrigerante a través de la herramienta es crucial para aumentar el nivel de refrigeración. Por tanto, los canales del líquido deben diseñarse con esquinas poco pronunciadas para reducir la pérdida de carga en el canal. En FA, pueden fabricarse canales con diámetros de solo 1,4 mm y más de 1.100 mm de longitud.

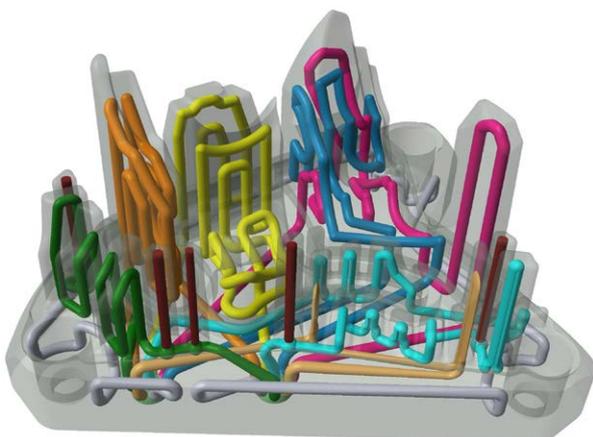
Una de las ventajas de la fabricación de capas aditivas es que las superficies de los canales de refrigeración tienen una textura ligera. Esta textura aumenta el área de la superficie dentro del canal para extraer mejor el calor y, además, genera un flujo de turbulencias de autolimpieza dentro de los canales.

Ejemplos de aplicaciones

En el ejemplo siguiente, una herramienta compleja con varios 'dedos' en nueve filas se refrigera mediante una red de canales que llegan al interior de cada uno de ellos. Para conseguir una refrigeración rápida y uniforme, dos colectores de admisión reparten el flujo entre cinco y cuatro canales paralelos de igual diámetro y longitud. La longitud total de los canales de refrigeración supera, en este caso, los doce metros.



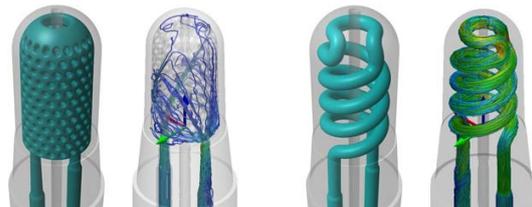
Una herramienta de molde de forma irregular también puede refrigerarse mediante canales paralelos de igual diámetro y longitud. En este caso, se han integrado en el molde ocho canales de refrigeración, cada uno de 3 mm de diámetro e igual longitud. Los ocho canales están conectados a un colector de admisión y puertos de salida de 10 mm para garantizar un caudal uniforme.



Técnicas de refrigeración de canales y red

Otro factor a tener en cuenta es el diseño de las estructuras internas por las que circula el refrigerante. Una técnica habitual es diseñar una malla de red de canales con una única entrada de admisión y tubos de salida, por la que el refrigerante circula libremente. Sin embargo, al analizar el flujo simulado en estas redes, observamos que es bajo e irregular, por lo que se reduce el caudal de líquido refrigerante y, por tanto, el nivel de refrigeración que se puede obtener, además de aumentar el riesgo de depósitos en las áreas de poco caudal.

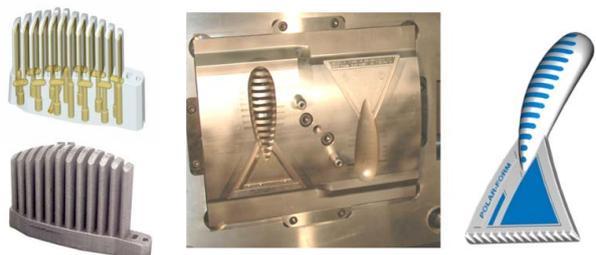
Las siguientes ilustraciones comparan un canal de malla de red con un canal continuo optimizado. Las dos imágenes de la izquierda muestran el diseño de malla y el flujo simulado por la red: muchos puntos de caudal bajo distribuidos irregularmente. Las dos imágenes de la derecha muestran un canal de refrigeración continua, con un caudal alto y uniforme. En canales del mismo tamaño de entrada y salida, el caudal de refrigerante supera el 50% en el canal continuo, por lo que se consigue una refrigeración considerablemente más rápida.



Impacto aditivo en los tiempos de los ciclos

El impacto de esta refrigeración mejorada en los tiempos de los ciclos de moldeo varía según la aplicación, pero puede llegar hasta un 70%. En el ejemplo siguiente, la aplicación de FA en una herramienta de molde de dos cavidades para una rasqueta para quitar hielo, ha reducido el tiempo de moldeo de 80 a 40 segundos, por lo que se duplica la producción de piezas.

Otra de las principales ventajas de la refrigeración conformal es que permite producir piezas más homogéneas, sin defectos y sin marcas de hundimiento generadas por niveles de refrigeración irregulares. La mayor estabilidad dimensional también permite ajustar y depurar nuevos diseños con menos repeticiones. Además, la FA permite, por supuesto, diseñar y fabricar herramientas de molde aún más complejas en menos tiempo.



Debe saber que un proceso de FA no produce superficies con la calidad de acabado necesaria para muchas aplicaciones de moldes. La mayoría de los moldes se someten a un proceso de mecanizado y pulido para obtener la precisión de superficie necesaria.

Resumen

La FA proporciona a los diseñadores de moldes la libertad para crear herramientas con canales de refrigeración interna complejos, que pueden diseñarse para maximizar la transferencia de calor para producir un efecto de refrigeración rápido e uniforme. Por consiguiente, se reducen los costes de producción en cuanto a la duración del ciclo, menos piezas desechadas y más vida útil del molde, por tanto, productos de mayor calidad.

Acerca del autor

Marc Saunders, director de aplicaciones de FA

Marc Saunders tiene más de 25 años de experiencia en fabricación de alta tecnología. En posiciones anteriores en Renishaw, desempeñó un papel fundamental en el desarrollo de la galardonada plataforma de mecanizado automático RAMTIC de la empresa, y ha facilitado soluciones completas de metrología a clientes del sector aeronáutico.

Marc gestiona la red global de Centros de Soluciones de fabricación aditiva de Renishaw, que permite a los clientes interesados en desarrollar la FA como proceso de producción obtener experiencia práctica con la tecnología antes de comprometerse con un nuevo proyecto.

www.renishaw.es/additive