

Evitación de agua condensada en moldes de inyección y de soplado

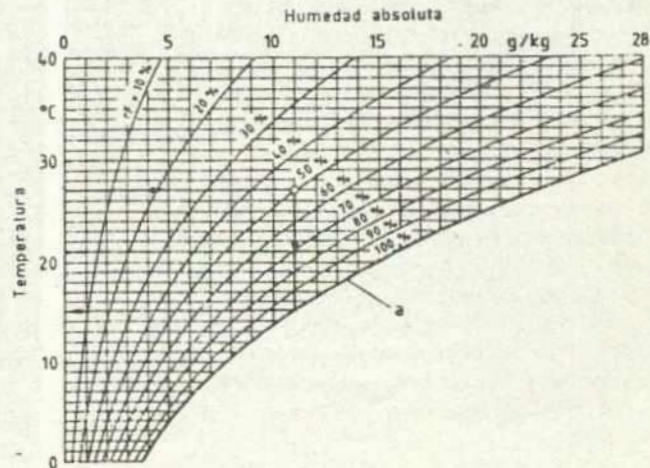
W. Egle, Hohenems/Austria

Con una temperatura de la nave y con una humedad del aire altas existe el peligro de que en los moldes bien refrigerados se condense agua, que merma la calidad de las piezas de material plástico o que da lugar a corrosiones en el molde. La presencia de agua condensada puede ser evitada inyectando aire seco en la zona del molde. Esto da lugar a temperaturas óptimas del agua de refrigeración y, por lo tanto, a tiempos de enfriamiento más pequeños

Fig. 1. Contenido en vapor de aire húmedo en el margen de temperaturas de 0 a 40 °C

rF humedad relativa, a curva del punto de rocío.
Ejemplo. a 27 °C/50% rF la humedad absoluta es aproximadamente 11 g/kg y la temperatura es del orden de 15 °C

Todas las figuras: Amann



1 Aparición de agua condensada en los moldes

En la fabricación de piezas de material plástico inyectadas o extrusionadas y sopladadas se puede formar sobre el molde agua de condensación, sobre todo, en verano, cuando, con una temperatura de la nave de 30°C aproximadamente y con una humedad relativa del aire del 60%, el punto de rocío de halla por encima de 20°C, figura 1. Si la temperatura de la superficie del molde desciende por debajo de este valor, se puede formar agua de condensación sobre él. Este problema surge en aquellos casos en los que se obtienen tiempos de enfriamiento pequeños con temperaturas de avance del agua de refrigeración bajas. Esto afecta en especial a los fabricantes de piezas de pared delgada para la industria de embalajes, así como a los de tapones para tubos, de botellas para productos cosméticos y de preformas de PETP. El agua, que se condensa sobre el molde da lugar a defectos superficiales en la pieza modelada y, con ello a un desecho mayor, así como a una corrosión del útil.

2 Evitación de la formación de agua de condensación

Como medida preventiva se puede elevar la temperatura del agua de refrigeración hasta tal punto, que la temperatura de la superficie del molde se halle por encima del punto de rocío del aire ambiente. Esto da lugar a un tiempo de enfriamiento mayor y a un ciclo de mayor duración. La segunda posibilidad es una climatización total (temperatura y humedad del aire) de toda la nave de producción. A pesar de que esta solución da lugar a costes de inversión y de explotación muy altos, se utiliza con frecuencia en los EE.UU. Desde hace poco tiempo se recurre a una tercera posibilidad. La formación de agua condensada se evita por el hecho de que permanentemente se inyecta aire seco en la zona del útil. Para ello se utiliza un aparato de enmascaramiento con aire seco, que puede ser interesante para el usuario, cuando

- un tiempo de enfriamiento menor permite reducir la duración del ciclo,
- el tiempo de enfriamiento menor se obtiene con una temperatura de avance más baja del agua de refrigeración,

- existe o se proyecta un circuito cerrado de agua de refrigeración.
- en la actualidad, la temperatura óptima de avance del agua de refrigeración no puede ser mantenida en modo alguno o sólo durante parte del año, porque se forma agua condensada sobre el útil

3 Funcionamiento del aparato de enmascaramiento con aire seco

3.1 Aparato fundamental

La pieza central del aparato de enmascaramiento con aire seco es un secador de ad-

de agua. En la salida del secador se obtienen 600 a 700 m³/h de aire con una humedad absoluta de 7 g/kg. La diferencia hasta 800 m³/h su utiliza como aire para la regeneración del producto adsorbente. El aire seco se conduce a través de un canal de chapa fija (dimensiones: 25 x 25 cm) hasta una caja de salida situada directamente encima de la zona del molde de la máquina de inyección o de soplado, figura 2. La caja de soplado se construye individualmente para cada tipo de máquina. Por medio de un sistema de toberas de la caja de salida se confiere al aire seco una velocidad de 7 m/s aproximadamente, con la

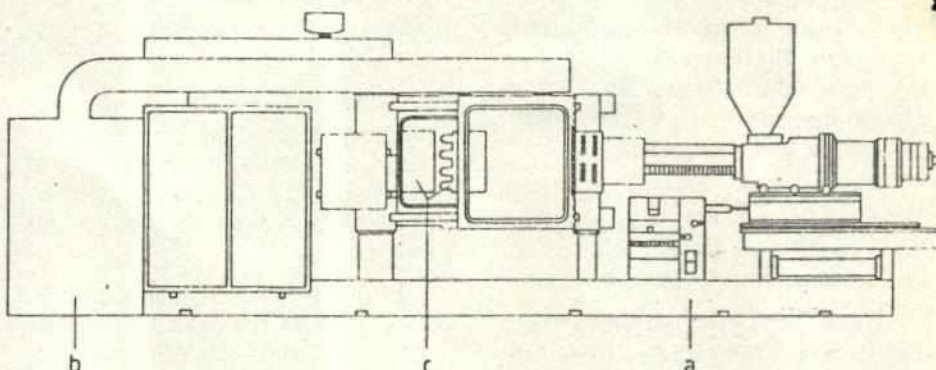


Fig. 2. Máquina de inyección (a) con un aparato de enmascaramiento con aire seco (b), que baña con aire seco la zona del útil (c)

sorción con una capacidad de deshumidificación definida de 9 g de agua por kg de aire (referida a un contenido en humedad absoluta de 16 a 18 g/kg). Como producto de adsorción se utiliza cloruro de litio. Este aparato se instala junto a la máquina de inyección o de soplado. El secador seca hasta 800 m³/h de aire. Si, por ejemplo, la humedad absoluta del aire de entrada es de 16 g/kg de aire, el secador elimina 9 g

que penetra en la zona del molde. Si no es posible inyectar el aire desde arriba, por ejemplo por realizarse el desmoldeo con un manipulador, se puede insuflar el aire desde un lado o desde abajo.

El aire húmedo de las naves en el entorno del molde, es decir en la superficie del molde en las cavidades, es desplazado por el aire seco. Del ejemplo numérico se desprende, que el molde no está expue-

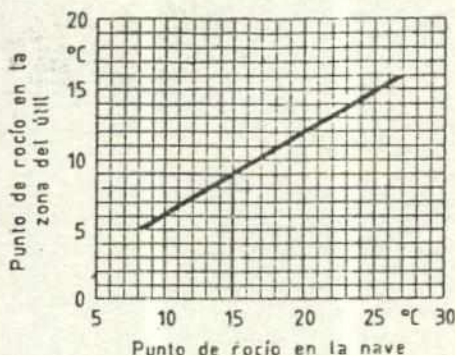


Fig. 3. Curva de rendimiento del secador de adsorción. Reducción del punto de rocío

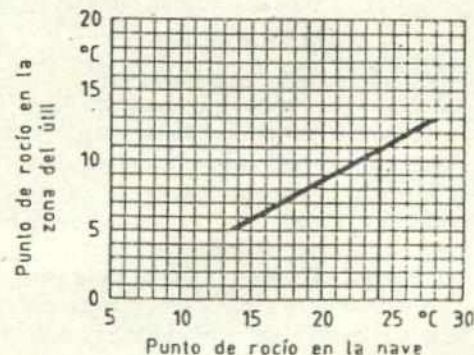


Fig. 4. Curva de rendimiento del secador de adsorción con refrigerador de agua antepuesto. Reducción del punto de rocío

sto a aire con una humedad absoluta de 16 g/kg, equivalente a 30°C, 60% de humedad relativa, sino a un aire de 7 g/kg. Con ello, el punto de rocío desciende de un valor superior a 20°C (véase la figura 1) a 8°C. Si se tiene en cuenta, que es inevitable, que se produzca un intercambio entre el aire de la nave y el aire seco, se puede obtener en las condiciones mencionadas un punto de rocío, que de acuerdo con la experiencia, oscila entre 9 y 12°C. Estas consideraciones se basan en la capacidad de secado mínima alcanzable en el diagrama de rendimiento, figura 3, del secador de adsorción. Cuanto más se aísla el entorno del molde de su medio ambiente, tanto menor es el peligro de que el aire húmedo de la nave se mezcle con el aire seco y tan tanto más se acercará el punto de rocío alcanzado al valor límite calculado. Finalmente, también es preciso tener en cuenta, que la temperatura de la superficie del molde se halla siempre por encima de la temperatura de entrada del agua de refrigeración. Esta diferencia es

humedad absoluta de aproximadamente 10 a 12 g/kg. Esto equivale, de acuerdo con la figura 1, a un punto de rocío de 15°C. Para que sea posible mantener, incluso en estas condiciones, temperaturas óptimas del agua de enfriamiento sin la formación de agua condensada, se puede anteponer al secador de adsorción un refrigerador, que funcione con agua. El aire aspirado por el secador pasa en primer lugar por el refrigerador previo, que utiliza agua a 11°C como medio refrigerante. Una parte del agua contenida en el aire se condensa en el refrigerador previo. Después de esta deshumidificación previa, el aire saturado de humedad fluye hacia el secador de adsorción y de aquí pasa en calidad de aire seco a la caja de soplado. Con una temperatura de entrada de 11°C, la cantidad de agua necesaria para el enfriamiento previo es de unos 2 m³/h. Con una temperatura de entrada más baja se puede reducir la cantidad de agua o incrementar la capacidad específica de deshumidificación del secador. Con la combina-

ti humedad de chapa cincada en ambas caras con 25 mm de aislamiento. El consumo máximo es de 85, kW. Cuando el secador no trabaja a pleno rendimiento, consume menos.

El secador posee un medidor de humedad absoluta. Hasta una humedad absoluta de 8 g/kg del aire de la nave no será necesario, que en Europa Central, se recurra a una un secador, a no ser, que se requieran temperaturas muy bajas del agua de enfriamiento inferiores a 0°C (circuito de enfriamiento con una mezcla de agua y glicol). Con un aparato de enmascaramiento con aire seco se pueden atender varias máquinas de inyección pequeñas. Ya fue posible repartir el aire seco entre cuatro máquinas.

4 Rentabilidad

La rentabilidad de un aparato de enmascaramiento con aire seco depende esencialmente de la posible reducción de la duración del ciclo. La tabla 1 recoge un

Tabla 1. Determinación del tiempo de amortización de un aparato de enmascaramiento con aire seco (TLS) con producción y tiempo de producción constantes. Datos de producción: molde sextuple, duración del ciclo sin TLS: 13,5 s, con TLS: 12 s, grado de aprovechamiento de la instalación de producción: 95%, costes de material 0,21 DM/pieza, precio de venta 0,30 DM/pieza

		Cantidad producida constante			Tiempo de producción constante		
		Sin TLS	Con TLS	Diferencia	Sin TLS	Con TLS	Diferencia
Costes de adquisición del TLS	DM	-	40.000,-	+ 40.000,-	-	40.000,-	-
Coste total por hora variable	DM/h	57,-	58,50	+ 1,5	57,-	58,50	+ 1,5
Cantidad producida	Unidades	36.480	36.480	-	36.480	41.040	+ 4560
Tiempo de fabricación		24	21,3	- 2,7	24	-	-
Facturación	DM/día	-	-	-	10.944,-	12.312,-	+ 1368,-
Costes de material	DM/día	-	-	-	7.661,-	8.618,-	+ 957,-
Costes de fabricación	DM/día	1.368,-	1.246,-	- 122,-	1.368,-	1.404,-	+ 36,-
Costes de producción	DM/día	-	-	-	9.029,-	10.022,-	+ 993,-
Margen (bruto)	DM/día	-	-	-	1.915,-	2.290,-	+ 375,-
Tiempo de amortización	días		328			107	

en general de 2 a 4 K, de modo, que en el ejemplo sería posible utilizar para el enfriamiento del molde agua con una temperatura de 6 a 9°C.

3.2 Deshumidificador con enfriamiento previo

Los resultados descritos todavía no son satisfactorios para zonas climáticas con una humedad del aire especialmente alta. Si la humedad absoluta del aire es superior a 20 g/kg, se pueden eliminar aproximadamente 10 g de agua con el secador descrito. Sin embargo, esto significa, que el aire seco disponible posee todavía una

ción de ambas medidas es posible reducir el contenido absoluto en humedad hasta en 17 g/kg frente al aire de la nave. Esto permite reducir casi en 18 K el punto de rocío en el entorno del molde. Los valores alcanzables con seguridad se representan nuevamente en el diagrama de la figura 4.

3.3 Los restantes componentes

Al secador de adsorción se anteponen una cámara de aspiración de aire con ventilador de alta presión (1500 r.p.m., 1200 Pa) y un filtro de polvo, mientras que detrás se halla la ya mencionada cámara de soplado. La totalidad de la instalación se monta en una carcasa de doble pared, an-

cálculo para una pieza inyectada, que se fabrica con un molde sextuple. Todavía es preciso distinguir si el aumento de producción alcanzable con el aire seco conduce únicamente a un tiempo de producción menor (como sucede, cuando la demanda permanece constante) o si la mayor producción también es vendible, es decir, que sigue asegurada la plena ocupación de la instalación. Como resulta de los datos resumidos en la tabla 1, el tiempo de amortización, sin los intereses del capital, es de 328 días en el primer caso y de 170 días tan solo en el segundo

Dirección del autor:

W. Egle, Eisbär Kälte u. Klima GmbH Rheinholstr. 3, A-6845 Hohenems, Austria.