

Riesgos térmicos: identificar, valorar, controlar ...

Parte II: ¡Socorro! Mi temperatura de proceso excede la temperatura límite

En nuestra última consiLetter hemos explicado como ya en una fase temprana del desarrollo de productos y procesos es posible llegar a una temperatura límite para un manejo seguro por medio de una prueba de cribado con DSC y cantidades muy pequeñas de la sustancia. En algunos casos, sin embargo, la temperatura límite determinada con la DSC es muy baja y claramente inferior a la temperatura deseada del proceso. Dado que a menudo resulta muy difícil modificar el proceso recomendamos en estos casos comprobaciones ulteriores de la estabilidad térmica. Una de estas comprobaciones ulteriores es el ensayo adiabático de acumulación de calor de presión. En este caso se vierten aproximadamente 100 gramos de la sustancia en un recipiente evacuado espejo de camisa doble (Dewar). Este recipiente Dewar se incorpora luego en una autoclave de presión de acero especial, colocado durante el experimento en un horno macizo de bloque de aluminio (fig. 1). Este diseño experimental permite evitar todo intercambio de calor o sustancia con el entorno ("condiciones adiabáticas"). Para simular de manera posible el proceso real también es posible revolver o agregar dosificando otros componentes. Adicionalmente a la temperatura en la muestra se mide también la presión en la cámara de gas de la autoclave.

Con tal medición adiabática no solo se simula el caso menos favorable de un fallo, la falla de la refrigeración, sino que también permite deducir el aumento adiabático de temperatura (ΔT_{ad}) a base del ensayo. El aumento adiabático de temperatura señala la diferencia de temperatura según la cual puede calentarse la muestra y ello independientemente del volumen o de la masa de la muestra. Otro parámetro interesante para la evolución térmica segura de un proceso, obtenido asimismo a base de los datos de medición, es el tiempo adiabático de inducción (TMR_{ad}). Este señala el período de tiempo dentro del cual, bajo condiciones adiabáticas, se alcanza el valor máximo de la tasa de aumento de temperatura.

La temperatura de descomposición adiabática de 24 horas (AZT24) describe la temperatura a la cual un proceso bajo condiciones adiabáticas necesita 24 horas para alcanzar el valor máximo de la tasa de aumento de temperatura. Conforme a la norma técnica para la seguridad de instalaciones TRAS 410 se elige la temperatura límite del manejo seguro (T_{exo}) 10 K por debajo de AZT24.

La figura 2 muestra a título de ejemplo la curva de temperatura (azul) así como la tasa de aumento de temperatura (rojo) en un ensayo con un peróxido. Primero se observa la adaptación de la temperatura a la temperatura ajustada del horno. En el curso ulterior se aprecia primero un aumento lento de la temperatura. Debido al diseño adiabático del experimento resulta imposible disipar el calor producido, por lo que el producto se calienta ulteriormente pasando luego a un aumento de temperatura de evolución exponencial. Se detecta la tasa máxima de aumento de temperatura a una temperatura de 197 °C. Si desde ese momento se vuelve 24 horas hacia atrás, se obtiene la AZT24. Esta asciende para la descomposición del peróxido a 90 °C. La T_{exo} resulta por lo tanto restante un margen de seguridad de 10 K en 80 °C. Esto indica que el peróxido puede manejarse de manera segura hasta una temperatura de 80 °C.

La descomposición adiabática observada del peróxido no solo provoca un aumento adiabático de la temperatura a unos 210 °C, sino que también es acompañada por un aumento de la presión. En el próximo número de la consiLetter le mostraremos lo que puede si la acumulación de la presión determinada en un ensayo adiabático excede los límites de diseño de la instalación.

Fig. 1: Diseño experimental

