

Control de pureza del CO₂ en fábricas de cerveza

Introducción

En las fábricas de cerveza, el dióxido de carbono se recupera durante la fermentación siguiendo dos criterios principales: evitar la presencia de aire, que tiene un fuerte impacto en la duración y el sabor del producto final. Además, se espera un rendimiento máximo de recuperación de CO₂. En este informe de aplicación, se presentan las soluciones de HACH para obtener una medición fiable de oxígeno en el CO₂ recuperado.

Tecnologías de medición

Tecnología electroquímica

A lo largo de los años, esta tecnología ha sido probada y proporciona una sensibilidad y precisión incomparables para el control de trazas de oxígeno. Dado que el CO₂ medido es seco, las primeras generaciones de sensores EC presentaban una pérdida de electrolito que implicaba tener que rellenar el sensor con electrolito de forma regular. Sin embargo, con la tecnología actual, hay un cierre hermético en el cabezal del sensor que ayuda a evitar fugas de electrolito y problemas de medición. El conector de cierre de protección roscado ayuda a mantener la colocación de la membrana y evita las derivas en la calibración.

Tecnología luminiscente

Con esta tecnología, las propiedades ópticas (luminiscencia) de una capa sensible cambiarán al entrar en contacto con el oxígeno. Como sucede con todos los dispositivos ópticos, y contrariamente a la antigua tecnología EC, el enorme beneficio que se obtiene es una dependencia mucho menor de las tareas de calibración y mantenimiento. El límite de detección (LOD) es de 17 ppmV, mientras que con el sensor EC es de aproximadamente 2 ppmV. Las exactitudes son de la misma magnitud.

Muestreo y configuración

Existen dos soluciones de muestreo principales: en línea y fuera de línea. Cada variante se describirá primero y luego se evaluará utilizando sensores EC y LDO.

Fuera de línea con sensor EC

Esta variante requiere un modelo ORBISPHERE con cámara de flujo 32001 (1) donde se acopla el sensor de oxígeno.

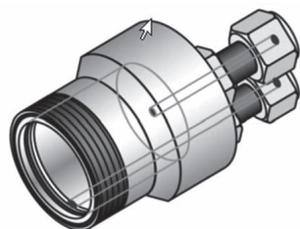


Fig. 1 Orbisphere Célula de flujo 32001

La muestra se extrae del tubo de CO₂ principal a través de un tubo de 6 mm o 1/4". Esta es la configuración habitual, utilizada históricamente, descrita a continuación (2).

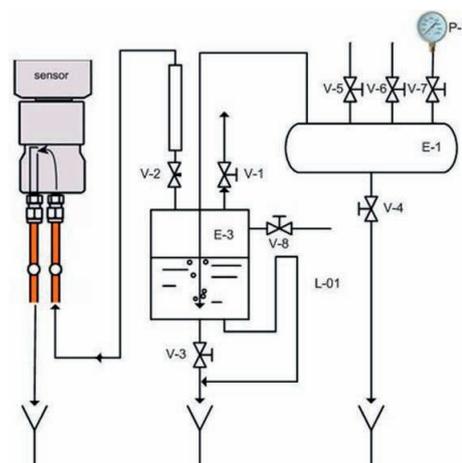


Fig. 2 Configuración de muestreo de CO₂

Principio: El CO₂ procedente de varios fermentadores pasa primero al colector E-1. Las válvulas V-5 a V-7 permiten escoger la línea de alimentación o conectar la entrada de agua o un analizador de oxígeno con fines de validación y calibración. El manómetro P-1 indica la presión de gas. La válvula V-4 permite purgar el colector de espumas y otros residuos. El CO₂ recogido pasa al recipiente E-3, donde se satura con agua para reducir el efecto secante del sensor electroquímico durante las mediciones en gases secos. Cuando se abre, la válvula V-1 purga el recipiente. El agua entra a través de la válvula V-8 y el tubo L-01 actúa como canal de desagüe para mantener el agua a un determinado nivel al rellenar el recipiente.

La válvula V-3 corresponde a la purga de agua del recipiente. La válvula de aguja V-2 ajusta el flujo indicado en el caudalímetro (tipo rotámetro). Tenga en cuenta que el caudalímetro no debe instalarse nunca en la salida de la cámara de flujo. El motivo es que la concentración de O₂ correcta se muestra cuando el sensor funciona a presión ambiental, tras pasar por la válvula de aguja. Un flujo de muestra normal de 1–5 mL/min es muy bajo y no representa riesgos para la salud o la seguridad.



Fig. 3 Muestreo de CO₂ para célula de flujo 32001 y sensor EC

Fuera de línea con sensor LDO

La medición de gas seco no representa ningún problema con los sensores LDO. Por este motivo, la anterior configuración puede simplificarse eliminando el recipiente del humidificador.

En línea

La válvula autosellante “ProAcc” de ORBISPHERE, combinada con la carcasa Varivent™ (Fig. 4), facilita el muestreo directo en línea.



Fig. 4 Principio de la válvula autosellante ProAcc

Al insertar un sensor LDO o EC, se abre la cámara en la que circulará parte del flujo principal. Al extraer el sensor, sucede lo contrario; la principal ventaja es poder evitar interrupciones en el proceso, ya que el tubo mantiene siempre en su interior un flujo de gas.

No obstante, como consecuencia, el sensor mide la presión de oxígeno total, por lo que se necesita compensar con la presión total del tubo.

Comparaciones de variantes

En la actualidad existen varias opciones disponibles para medir el oxígeno en la recuperación de CO₂ combinando tecnologías de detección y muestreo. Ninguna de ellas muestra ventajas exclusivas. Mientras que las variantes fuera de línea ofrecen flexibilidad para el mantenimiento y admiten diferentes líneas de conexión de CO₂, las variantes en línea presentan una complejidad menor. La tecnología LDO requiere menos mantenimiento, pero tiene un LOD de 17 ppmV frente a los 2 ppmV del sensor EC. Por ello, la tecnología EC es más adecuada para el control de la pureza del CO₂ o para la validación, utilizando como referencia un analizador externo.

Criterios	Fuera de línea		En línea	
	EC	LDO	EC	LDO
Nivel mínimo de detección [ppmV]	2	20	2	n/a
Exactitud [ppmV]	±2	±17	±2	
Sin sensor de presión adicional	+++	+++	---	
Estabilidad a largo plazo	+	++	-	
Extracción del sensor sin interrumpir el proceso	+++	+++	+++	
Validación con referencia externa	+++	+++	-	
Tiempo de respuesta tras el servicio	-+	+++	-+	
Frecuencia de mantenimiento	+	++	-	
Complejidad	+	++	+++	
Coste	+	+	+	

Autor: Georges Schmidt
Product Application Manager, HACH LANGE