

Los sensores ópticos de OD mejoran la gestión de la fermentación

Problema

El aumento de la producción anual de cerveza de un importante fabricante planteaba dificultades cada vez mayores para hallar intervalos de tiempo en los que realizar las tareas de mantenimiento; en particular, la recalibración de los sensores de oxígeno disuelto en las líneas de mosto.

Solución

Se instaló un sensor LDO en línea de rango alto de Hach® en una línea de mosto y se realizaron tests paralelos para comparar los resultados con un sensor EC. Durante 12 meses, el rendimiento del sensor LDO de rango alto fue extremadamente bueno.

Ventajas

Los sensores de OD en línea de rango alto reducen de forma drástica los requisitos de servicio y mantenimiento. La propia cápsula de los sensores LDO solo se cambia una vez al año y se calibra cada semestre, en lugar de cada mes.

Antecedentes

Un importante fabricante de cerveza deseaba incrementar la producción en aproximadamente 2 millones de hectolitros por año (en torno a 1,7 millones de barriles desde 3,5 a 5,5 millones de hectolitros). La fábrica, que funciona las 24 horas del día, es un importante centro de producción del sector y la inversión les ha permitido continuar respondiendo a la exigente demanda de los clientes.

Gestión del mosto

Se inyecta el aire o el oxígeno puro en las líneas de mosto para facilitar la fermentación. El objetivo no es incrementar la respiración de la levadura; tras añadir la levadura, esta absorbe el oxígeno con rapidez y lo emplea en la biosíntesis de membrana. El oxígeno ayuda a que las células de la levadura crezcan mucho más rápido y alcancen una densidad celular mayor. Sin embargo, si se controlan los niveles de OD, por ejemplo a 20 ppm en el caso de una cerveza de tipo lager, la velocidad de fermentación continúa a un ritmo correcto. Si la fermentación es demasiado larga, la producción se retrasa, y si es demasiado corta, el sabor resulta afectado.



Fig. 1. Fermentación del mosto

Medición del mosto

Obviamente, se debe controlar la cantidad de oxígeno o aire que se añade al mosto. Si se añade demasiado oxígeno, se obtendrá, sin desearlo, una fermentación rápida y demasiado vigorosa, lo que afectará al sabor y dará lugar a un crecimiento excesivo de la levadura. La sobreproducción de la levadura es costosa para la fábrica, pues hace que aumente la pérdida de cerveza por el exceso de levadura.

Por el contrario, si falta oxígeno en las fases iniciales, la fermentación será pobre y podría provocar un incremento en el nivel de la acetil coenzima A en las células de la levadura. Esto puede producir a su vez niveles más altos de ésteres en la cerveza y otros sabores extraños no deseados.

Consecuencias de la oxigenación insuficiente del mosto

- Fermentación estancada
- Fermentación deficiente
- Acumulación de acetil coenzima A
- La síntesis de la pared celular de la levadura se inicia con el acetil coenzima A
- Se precisa de O_2 para que el desarrollo de los lípidos sea adecuado
- El nivel bajo de O_2 conlleva la formación elevada de ésteres
- Aumento del H_2S

Consecuencias de la oxigenación excesiva del mosto

- Calentamiento de la fermentación
- Crecimiento excesivo de la levadura
- Inanición de la levadura debido a la falta de nutrientes
- Desarrollo de un sabor no deseado

Objetivos de la oxigenación

Durante la fermentación, la cerveza puede adquirir sabores extraños.

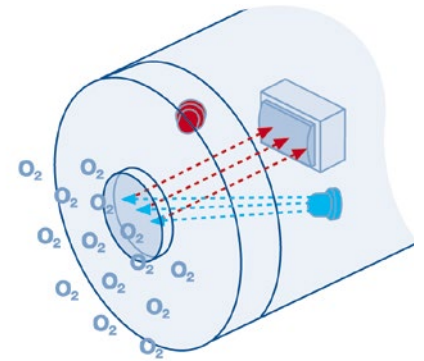
- Obtenga un nivel óptimo de oxígeno para el estado de la levadura.
- Emplee la menor cantidad posible de gas (O_2 o aire).
- Mantenga el gas en la solución.
- Minimice la formación de espuma.
- Valide los puntos de medición.

Solución y mejoras

El objetivo principal de reemplazar los sensores electroquímicos (EC) por los sensores ópticos de OD era el de reducir tanto la frecuencia de recalibración como el tiempo de realización de esta tarea. Para llevar a cabo las labores de mantenimiento de los sensores, era necesario detener la producción y, puesto que la mayor parte de las líneas están presurizadas, se requerían varios procedimientos para obtener la autorización necesaria. Por lo general, se buscaban huecos en la producción para realizar estas tareas, pues los retrasos eran muy costosos.

Tecnología óptica de OD de Hach

La cápsula del sensor está revestida con un material luminiscente, denominado luminóforo, que se excita con una luz de color azul procedente de un LED interno. A medida que el material luminiscente vuelve a su estado habitual emite una luz roja; por lo que la luminiscencia es proporcional a la cantidad de oxígeno disuelto presente. La luminiscencia se mide en función



tanto de su intensidad máxima como de su tiempo de extinción. El LED rojo interno ofrece una medición de referencia antes de cada lectura para garantizar que se mantiene la exactitud del sensor.

Al modular la excitación, el tiempo de extinción se transforma en un desplazamiento de fase de la señal de fluorescencia modulada, que es independiente de la intensidad de la fluorescencia. Este hecho es vital en comparación con los sensores EC, ya que el envejecimiento del sensor no afecta a la exactitud.

Por lo tanto, mientras que los sensores EC requieren tareas frecuentes de mantenimiento y recalibración (por lo general, cada mes o cada trimestre), los sensores LDO solo precisan de una calibración semestral, que se realiza en solo unos minutos, y de un único cambio de la cápsula al año. Los sensores LDO también tienen un tiempo de respuesta más rápido que los sensores EC, lo que puede constituir un factor de vital importancia para reducir las probabilidades de retrasos en la producción.



Fig. 2. Instalación habitual de los controladores 410 de Hach



Fig. 3. Instalación habitual del sensor de LDO M1100-H de Hach

Mediciones de OD en rangos alto y bajo

El OD de la cerveza clarificada se mide en partes por billón (mil millones), normalmente hasta 100 ppb, lo que se encuentra dentro de la capacidad de medición del sensor LDO de rango bajo de Hach: el M1100-L. Los modelos portátiles de la tecnología LDO (Orbisphere 3100) también se utilizan para complementar las mediciones en continuo. De igual modo, se dispone de un sensor LDO de alto rango: el sensor M1100-H, que cuenta con un rango de 0-40 ppm y que, por lo tanto, es idóneo para las aplicaciones en mosto.

Durante varios años, la fábrica ha utilizado sensores LDO de rango bajo, por lo que el personal de control de calidad ya confiaba en la tecnología óptica. En 2014, se instaló un nuevo sensor LDO de rango alto. No se encontró ningún problema y el rendimiento del sensor fue extremadamente bueno. La línea también se monitorizó con un sensor EC, por lo que se pudo comprobar el rendimiento de este a largo plazo.

Resultados

A lo largo de 12 meses, se completaron aproximadamente 1344 ciclos de producción con tareas de limpieza semanales. No obstante, desde entonces, la producción anual de esta línea se ha incrementado hasta llegar a los 2200 ciclos. El rendimiento del sensor de rango alto cumple con los requisitos de la fábrica y, por ese motivo, han adquirido recientemente otros dos sensores LDO de rango alto.

Conclusión

En la fábrica son plenamente conscientes de las mejoras en la eficiencia y en la estabilidad que ofrecen los sensores LDO. Los sensores EC requieren ser calibrados 12 veces al año en cada línea, por lo que suponen una mayor carga administrativa y operativa; además, a medida que los niveles de producción han ido aumentando, se ha hecho más difícil hallar intervalos de tiempo adecuados para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.

Por el contrario, la cápsula de los sensores LDO de rango bajo se cambia y calibra una vez al año, y lo mismo se aplica a los sensores de rango alto, excepto que con un intervalo de 6 meses. La paralización de la planta para llevar a cabo el mantenimiento anual normalmente tiene lugar en enero, el periodo de menor demanda y el más idóneo para cambiar y recalibrar los sensores LDO.



Fig. 4. Orbisphere 3100 portátil empleado para la verificación en continuo

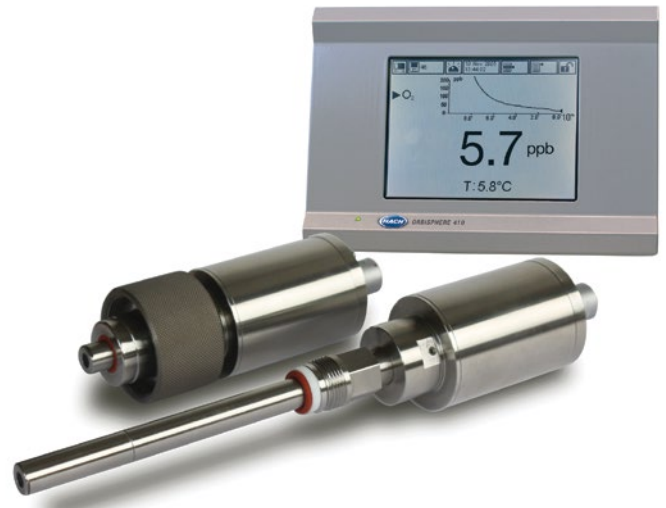


Fig. 5. Sensor LDO de rango alto: idóneo para la gestión de la fermentación