

Boletín de Servicio Técnico 111

Registro de Datos y Normalización de Rendimiento

Para resolver correctamente problemas de rendimiento de la membrana, identificar problemas operativos del sistema, desarrollar procedimientos de limpieza y mantenimiento y asegurar la validez de la garantía del producto/sistema, es fundamental registrar y archivar datos sobre la calidad del agua de alimentación y el rendimiento del sistema con regularidad para poder consultar dicha información si surge un problema de rendimiento o se realiza una solicitud de garantía.

¿Por qué es importante recopilar datos?

Dado que el rendimiento de la membrana de ósmosis inversa puede verse afectado por distintos factores, como un cambio de la calidad del agua de alimentación o de las condiciones de operación, lo único que permite determinar si el rendimiento de las mismas es el esperado, es recopilar y analizar con regularidad datos sobre la calidad del agua de alimentación y el rendimiento del sistema. Esta información puede evaluarse más adelante para determinar si el rendimiento de la membrana es el esperado o si aparecen tendencias negativas que requieran medidas correctivas. Todos los datos recopilados deben registrarse y archivarlos sistemáticamente para poder acceder a ellos más adelante con el objetivo de analizar tendencias de rendimiento a más largo plazo que puedan requerir una solución o para apoyar una solicitud de garantía.

Es necesario recopilar datos con regularidad y de forma sistemática para poder confirmar que las membranas se utilizan de acuerdo con sus condiciones de diseño, para contribuir a que el mantenimiento sea correcto y para poder resolver problemas de rendimiento.

⚠ PRECAUCIÓN

No cumplir los requisitos de registro de datos mínimos identificados en el presente documento o no facilitar dichos datos a LG Chem cuando se soliciten puede anular la garantía del producto/sistema.

¿Por qué normalizar los datos?

El rendimiento de la membrana de ósmosis inversa varía en función de las características y composición del agua de alimentación y las condiciones de operación. Parámetros como la temperatura del agua de alimentación, el total de sólidos disueltos en el agua de alimentación, el ensuciamiento de la membrana o la conversión del sistema pueden suponer un cambio de características clave de la membrana como la presión de alimentación, el caudal y la calidad de permeado.

Para determinar si el cambio del rendimiento es resultado de los cambios producidos en el agua de alimentación o las condiciones de operación o si es realmente un cambio del rendimiento de la membrana, deben recopilarse datos operativos con regularidad y "normalizarse" de acuerdo con unas condiciones de referencia básicas. Solo es posible determinar si el cambio del rendimiento es aparente o real comparando los datos del rendimiento "normalizado" obtenidos a lo largo del tiempo con el rendimiento de referencia básico. Para garantizar un rendimiento de la membrana optimizado y una larga vida útil, es importante identificar los cambios de dicho rendimiento y tomar medidas correctivas lo antes posible. Por lo tanto, es esencial disponer de un registro completo de datos normalizados para que los usuarios puedan obtener el mejor rendimiento y la mayor vida útil de membranas de ósmosis inversa de LG Chem.

Causas de cambios en el rendimiento aparente de la membrana

Determinados cambios de los parámetros de operación del sistema o bastidor de ósmosis inversa pueden ocasionar cambios en el rendimiento de la membrana. Estos cambios pueden producir cambios aparentes o reales de la calidad o el caudal de permeado. A continuación, se ofrece una lista de cambios de condiciones que suelen afectar al rendimiento de la membrana de ósmosis inversa.

Condiciones que reducen el caudal de permeado:

1. Reducir la temperatura del agua de alimentación causará una reducción del caudal de permeado si no hay un aumento correspondiente de la presión de alimentación. Del mismo modo, aumentar la temperatura del agua de alimentación causará un aumento del caudal de permeado si no hay una reducción correspondiente de la presión de alimentación.
2. Reducir la presión de alimentación de ósmosis inversa causará una reducción del flujo de permeado, pues se reduce la presión de desplazamiento neta en las membranas. La presión de desplazamiento neta es la presión efectiva disponible necesaria para traspasar el permeado a través de las membranas de ósmosis inversa. La presión de desplazamiento neta depende de la presión de alimentación aplicada, las pérdidas de presión, la presión osmótica de alimentación/concentrado y la presión de permeado.
3. Aumentar la contrapresión del permeado reduce el caudal de permeado porque se reduce la presión de desplazamiento neta disponible.
4. Un aumento del total de sólidos disueltos en el agua de alimentación produce un aumento de la presión osmótica y, por consiguiente, una pérdida de caudal de permeado debida a la reducción de la presión de desplazamiento neta disponible, a menos que se aumente la presión de alimentación.
5. Aumentar la conversión del sistema (el porcentaje de caudal de permeado con respecto al caudal de alimentación) produce un aumento de la presión osmótica, lo que reduce la presión de desplazamiento neta. Esto, a su vez, reduce el caudal de permeado.
6. Si la superficie de la membrana está sucia, se reducirá la permeabilidad de la membrana, lo que provocará una reducción del caudal de permeado.
7. La suciedad del espaciador de alimentación/salmuera del elemento de membrana acentúa la caída de la presión de alimentación/concentrado en las membranas que funcionan en serie, lo que reduce la presión de desplazamiento neta de las membranas del extremo final del sistema y provoca la consiguiente reducción del caudal de permeado.

Condiciones que aumentan la salinidad del permeado:

1. Un aumento de la temperatura del agua de alimentación sin el correspondiente cambio del flujo de permeado provocará un aumento de la salinidad del permeado.
2. Al reducirse el caudal de permeado de la planta o bastidor, se reduce el flujo de agua de la membrana, lo que aumenta la salinidad del permeado porque hay menos permeado para diluir las sales que han atravesado la membrana.
3. Un aumento de la salinidad del agua de alimentación produce un aumento de la salinidad del permeado porque las membranas de ósmosis inversa rechazan un porcentaje fijo de las sales totales.
4. Un aumento de la conversión del sistema (el porcentaje de permeado obtenido con respecto a la alimentación) produce un aumento de la salinidad del permeado porque esto provoca un aumento de la salinidad media de la alimentación/salmuera del sistema.
5. Si la superficie de la membrana está sucia, se reducirá el caudal de permeado y, por tanto, habrá menos permeado para diluir las sales que han atravesado la membrana.
6. Las fugas mecánicas causadas por fallos o pérdidas de las juntas tóricas pueden permitir que grandes cantidades del total de sólidos disueltos en la alimentación/salmuera lleguen al permeado sin atravesar la membrana o que la alimentación pase por la junta de salmuera de una membrana.
7. Los daños de la superficie de la membrana pueden deberse a la exposición a cloro libre.

Si se normalizan los datos de la planta, se puede determinar si los cambios del rendimiento de la membrana (tanto de la calidad como del caudal de permeado) se deben al uso de diferentes condiciones de temperatura, salinidad o presión de alimentación y, así, concluir si los cambios del rendimiento son solo aparentes o reales. Los cambios reales requieren medidas correctivas para eliminar la suciedad de la superficie, localizar y corregir pérdidas en las juntas tóricas o prevenir nuevos daños en la membrana debidos a la oxidación.

Elaborar gráficos con los datos normalizados con regularidad resulta útil para obtener una visión general del rendimiento del sistema de ósmosis inversa y permite identificar cómo y cuándo puede haber cambiado el rendimiento. Así, los cambios negativos de las tendencias de rendimiento pueden revisarse teniendo en cuenta otros registros de funcionamiento de la planta y datos para determinar qué ha sucedido, cuándo ha sucedido y qué puede hacerse para corregir el problema.

Procedimientos de recopilación de datos

En las siguientes tablas se identifican los datos que deben recopilarse con regularidad y la frecuencia de dicha recopilación.

Requisitos de registro mínimos para las membranas de ósmosis inversa de LG Chem

Características del agua de alimentación de ósmosis inversa - datos requeridos

Parámetro	Frecuencia de recopilación	Comentario o unidad de medida
Índice de densidad de sedimentos (SDI ₁₅)	Una vez al día (cada 24 horas)	Consulte "Procedimiento del Índice de Densidad de Sedimentos. Boletín Técnico 107"
Turbidez (NTU)	Una vez por turno (cada 8 horas)	NTU
Temperatura	Una vez al día (cada 24 horas)	°C o °F
Conductividad (µS/cm)	Una vez al día (cada 24 horas)	
Análisis químico del agua de alimentación	Una vez al mes	

Sistema de permeado de ósmosis inversa o cada bastidor: datos obligatorios

Parámetro	Frecuencia de recopilación	Comentario
Conductividad (µS/cm)	Una vez al día (cada 24 horas)	
Flujo	Una vez por turno (cada 8 horas)	
Presión	Una vez por turno (cada 8 horas)	

Sistema de concentrado de ósmosis inversa o cada bastidor: datos requeridos

Parámetro	Frecuencia de recopilación	Comentario
Conductividad (µS/cm)	Una vez al día (cada 24 horas)	
Caudal	Una vez por turno (cada 8 horas)	
Presión	Una vez por turno (cada 8 horas)	

Condiciones operativas del sistema de ósmosis inversa o cada bastidor

Parámetro	Frecuencia de recopilación	Comentario
Presión diferencial	Una vez al día (cada 24 horas)	
Horas de funcionamiento acumuladas	Una vez al día (cada 24 horas)	

Eventos operativos o de mantenimiento del sistema de ósmosis inversa o cada bastidor

Evento	Frecuencia de recopilación	Comentario
Puesta en marcha del sistema o bastidor	Según corresponda	Anotar fecha y hora
Parada del sistema o bastidor	Según corresponda	Anotar motivo de la parada, fecha y hora
Limpieza o enjuague de membrana	Según corresponda	Anotar motivo de la limpieza, productos químicos utilizados, método o procedimiento, concentración, fecha y hora. Anotar resultados tras la limpieza.

Ecuaciones de normalización de datos

- Para obtener el flujo de permeado normalizado, utilice la siguiente ecuación:

$$Q_n = Q_a * (NDP_n / NDP_a) * (TCF_n / TCF_a)$$

Q_n	Caudal de permeado (vol/t) normalizada de acuerdo con condiciones estándar
Q_a	Caudal real (vol/t)
NDP_n	Presión de desplazamiento neta en condiciones estándar (expresada como unidades de presión)
NDP_a	Presión de desplazamiento neta real (expresada como unidades de presión)
TCF_n	Factor de corrección de temperatura para la temperatura en condiciones estándar
TCF_a	Factor de corrección de temperatura para la temperatura en las condiciones reales

- Para obtener la presión de desplazamiento neta, utilice la siguiente ecuación:

$$\text{Net Driving Pressure} = P_f - \frac{1}{2} \Delta P_{fb} - \text{Avg. } P_{osm f} - P_p + P_{osm p}$$

P_f	Presión de alimentación
ΔP_{fb}	Caída de la presión entre los sistemas de alimentación y salmuera
P_p	Presión de permeado
Avg. P_{osm f}	Presión osmótica de alimentación promedio - promedio ponderado
P_{osm p}	Presión osmótica: media ponderada

- Para obtener la presión osmótica de alimentación promedio, utilice la siguiente ecuación:

$$\text{Avg. } P_{osm f} = 0.0385 * C_{fc} * (t + 273) / (1000 - C_{fc} / 1000) / 14.5$$

C_{fc}	Concentración media de alimento
t	grado Celsius

- Para obtener la presión osmótica, utilice la siguiente ecuación:

$$P_{osm p} = 1.8 * C_p / 55850 * 0.0821 * (t + 273) * 14.7 / 14.5$$

C_p	Concentración de permeado
t	grado Celsius

- Para obtener el factor de corrección de temperatura, utilice la siguiente ecuación:

$$TCF = \exp \{ K * [1 / 298 - 1 / (273 + t)] \}$$

K	La constante de velocidad de reacción depende del modelo de membrana.
t	grado Celsius

• Para obtener el paso de sales normalizado, utilice la siguiente ecuación:

$$\%SP_n = (EPF_a / EPF_n) * (STCF_n / STCF_a) * \%SP_a$$

%SP_n	Paso de sales porcentual normalizado de acuerdo con condiciones estándar
SP_a	Paso de sales porcentual en las condiciones reales
EPF_a	Tasa de caudal de permeado de la membrana en las condiciones estándar de la prueba
EPF_n	Tasa de caudal de permeado de la membrana en las condiciones reales
STCF_n	Factor de corrección de temperatura del transporte de sales en condiciones estándar
STCF_a	Factor de corrección de temperatura del transporte de sales en condiciones reales

• Para obtener el paso de sales real, utilice la siguiente ecuación:

$$\%SP_a = C_p / C_{fc}$$

C_p	Concentración de permeado (expresada en ppm)
C_{fc}	Concentración media de alimento

• Para obtener el factor de corrección de temperatura del transporte de sales, utilice la siguiente ecuación:

$$STCF = \exp \{K * [1 / 298 - 1 / (273 + t)]\}$$

t	grados Celsius
K	La constante de velocidad de reacción depende del modelo de membrana.

$$NDP = DP * ((QF_n + QC_n) / (QF_a + QC_a))^{(1.5)}$$

DP	Presión Diferencial
QF_n	Caudal de alimentación en condiciones estándar
QF_a	Caudal de alimentación en condiciones actuales
QC_n	Caudal de concentrado en condiciones estándar
QC_a	Caudal de concentrado en condiciones actuales

Notas:

1. El caudal de permeado de la membrana es único para cada modelo. Consultar en la ficha técnica del producto de LG Chem el flujo especificado.
2. Ponerse en contacto con LG Chem para obtener el factor de corrección de temperatura del transporte de sales. También se puede utilizar el factor de corrección de temperatura indicado en la anterior ecuación de corrección de temperatura.
3. Las ecuaciones descritas son versiones simplificadas de las expresiones reales. Por ello, puede esperarse cierta variación (~±10 %) en el paso de la sal o el flujo normalizados. Puede lograrse una mejor normalización utilizando el software de normalización QSee de LG Chem.

Aviso: El uso de este producto no garantiza necesariamente la eliminación de los quistes y los patógenos del agua. Una reducción eficaz de los quistes y los patógenos depende de todo el diseño del sistema, así como del funcionamiento y el mantenimiento del mismo. No se concede autorización para utilizar las patentes propiedad de LG Chem, Inc. o de otras empresas. Las condiciones de uso y la legislación aplicable pueden diferir según la ubicación y variar con el paso del tiempo. El Cliente es responsable de averiguar si los productos y la información de este documento resultan apropiados para el uso del Cliente, y también de asegurarse de que el lugar de trabajo y las prácticas de eliminación del Cliente cumplan la legislación aplicable y otras normas gubernamentales. LG Chem no asume obligación ni responsabilidad alguna por la información que contiene el presente documento. NO SE OTORGA NINGUNA GARANTÍA; SE EXCLUYEN DE FORMA EXPRESA TODAS LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIABILIDAD O IDONEIDAD PARA UN FIN DETERMINADO. Todas las marcas comerciales mencionadas en el presente documento son propiedad de sus respectivas empresas. LG NanoH₂O es una empresa que pertenece en su totalidad a LG Chem, Ltd. Todos los derechos reservados. © 2017 LG NanoH₂O, Inc.

Póngase en contacto con LG Chem Water Solutions

• América +1 424 218 4042 • Europa, África salvo Egipto +49 162 2970927 • Oriente Medio, Egipto +971 50 624 3184
• Corea del Sur +82 2 3773 6572 • China +86 2160872900 513 • India +91 9810013345 • Sudeste asiático +65 9749 7471