

Boletín de Servicio Técnico 113

Limpieza de Membrana

Para mantener el rendimiento y la eficiencia de las membranas de LG Chem, deben realizarse limpiezas periódicas de acuerdo con las especificaciones y los requisitos de LG Chem. La limpieza química resulta útil para eliminar contaminantes acumulados en la superficie de la membrana o en el canal de alimentación a consecuencia del funcionamiento normal o debido a un aumento inesperado del potencial de ensuciamiento del agua de alimentación.

Los datos de operación deben recopilarse y normalizarse con frecuencia, como se describe en el "Procedimiento de recopilación de datos. Boletín de servicio Técnico 111". Las tendencias de los datos normalizados son los mejores indicadores para determinar cuándo se debe limpiar una membrana. Las membranas deben limpiarse cuando se han producido uno o varios de los siguientes cambios:

- El caudal de permeado normalizado ha descendido un 10 % desde la puesta en marcha o desde la última limpieza.
- El paso de sales normalizado ha aumentado un 10 % desde la puesta en marcha o desde la última limpieza.
- El diferencial de la presión normalizado desde la alimentación hasta el concentrado ha aumentado un 15 % desde la puesta en marcha o desde la última limpieza.

En determinadas condiciones, es posible que la limpieza no sea necesaria hasta que se produzcan cambios mayores de los indicados. Ponerse en contacto con LG Chem para conocer posibles directrices de limpieza para instalaciones específicas antes de realizar ninguna limpieza.

Limpiadores químicos

En muchos casos, las membranas de ósmosis inversa pueden limpiarse eficazmente aplicando una solución de hidróxido de sodio (NaOH) con un pH alto y, a continuación, una solución de ácido cítrico con un pH bajo. Puede añadirse a la solución de hidróxido de sodio EDTA, el agente quelante habitual, si es necesario.

A continuación, se indican las concentraciones recomendadas y los límites permitidos de pH y temperatura.

Concentraciones recomendadas

Grado	Solución	Concentración	Rango de pH recomendado	Intervalo de temperatura recomendado (°C)
BW R	NaOH / Permeado RO	Hasta 0.1% en peso	10-12	25 - 30
BW ES	NaOH, EDTA / Permeado RO	NaOH: Hasta 0.1% en peso EDTA: Hasta 1.0% en peso	10-12	25 - 30
BW UES	Ácido Cítrico, HCl / Permeado RO	Ácido Cítrico: Hasta 2.0% en peso HCl: Hasta 0.1-0.2% en peso	2-4	25 - 30
BW R G2	NaOH / Permeado RO	Hasta 0.1% en peso	11-13	25 - 30
BW R Dura	NaOH, EDTA / Permeado RO	NaOH: Hasta 0.1% en peso EDTA: Hasta 1.0% en peso	11-13	25 - 30
BW AFR G2	Ácido Cítrico, HCl / Permeado RO	Ácido Cítrico: Hasta 2.0% en peso HCl: Hasta 0.1-0.2% en peso	1-3	25 - 30
SW R / R G2	NaOH / Permeado RO	Hasta 0.1% en peso	11-13	25 - 30
SW GR / GR G2	NaOH, EDTA / Permeado RO	NaOH: Hasta 0.1% en peso EDTA: Hasta 1.0% en peso	11-13	25 - 30
SW SR / SR G2	Ácido Cítrico, HCl / Permeado RO	Ácido Cítrico: Hasta 2.0% en peso HCl: Hasta 0.1-0.2% en peso	2-4	25 - 30

Límites permitidos de pH y temperatura

Límite de pH	Temperatura máxima correspondiente (°C)	
	Ósmosis inversa de agua de mar	Ósmosis inversa de agua salobre
≥ 2	40	40
≤ 11	35	35
≤ 12	30	25

Notas:

- Por lo general, no se recomienda realizar la limpieza química de las membranas LG SW RO a pH 13. Sin embargo, si se requiere llevar a cabo una limpieza química más intensa, por favor, contactar con el equipo de Servicio Técnico de LG Chem antes de proceder.
- Es posible utilizar HCl para preparar una solución de limpieza con pH ácido. Es necesario tener en cuenta que el HCl es un ácido fuerte y por tanto es muy fácil sobrepasar con creces el límite de pH recomendado. LG Chem recomienda comenzar la preparación de la solución de pH ácido utilizando ácido cítrico y realizar el ajuste final con HCl.
- Es posible que el usuario necesite o desee utilizar limpiadores químicos genéricos o patentados, diferentes de los indicados. La compatibilidad de muchos otros limpiadores ha sido probada por LG Chem o el proveedor del limpiador químico y se ha aprobado su uso en muchas aplicaciones de instalaciones específicas. Ponerse en contacto con LG Chem para obtener asistencia inmediata antes de utilizar un limpiador químico diferente de los productos químicos genéricos recomendados, mencionados anteriormente.

El siguiente procedimiento básico debe utilizarse en todas las limpiezas, a menos que LG Chem de su consentimiento para un procedimiento alternativo.

Procedimiento de limpieza

1. Realizar un desplazamiento – enjuague con permeado de ósmosis inversa a todos los tubos hasta que el agua de proceso de alimentación/concentrado se desplace completamente. El permeado de ósmosis inversa utilizado en el desplazamiento y en los pasos de limpieza mezclado con limpiadores químicos, no debe contener cloro ni otros agentes oxidantes.
2. Preparar una solución de NaOH con un pH alto siguiendo las directrices de pH y temperatura permitidos.
3. Introducir la solución limpiadora a un caudal de 75 litros por minuto (20 galones por minuto) por cada tubo de presión de 8 pulgadas (20.32 cm) de diámetro.
4. No permitir que el agua de proceso de alimentación/concentrado desplazada por la introducción de la solución limpiadora entre en el tanque de limpieza. Si el volumen inicial de solución limpiadora que vuelve al tanque está muy sucio, desecharlo también.
5. Hacer circular de nuevo la solución limpiadora a un caudal de 151 litros por minuto (40 galones por minuto) por cada tubo de presión de 8 pulgadas (20.32 cm) de diámetro, durante un período de 45 minutos.
6. Dejar la solución en el tubo durante más tiempo si se ha determinado que ampliar el tiempo de remojo es beneficioso para el proceso de limpieza. La ampliación del tiempo de remojo suele ser de 1-12 horas.

Notas:

Los tiempos de remojo suelen establecerse basándose en el conocimiento que tiene el operador de resultados anteriores o en un análisis detallado del ensuciamiento.

7. Eliminar la solución limpiadora, con un pH alto, de los tubos utilizando permeado de ósmosis inversa hasta que el pH del agua de empuje que salga del recipiente se aproxime al pH del agua de empuje que entra en el mismo. (Asegurarse de tener una cantidad adecuada de permeado de ósmosis inversa almacenada antes de iniciar la limpieza). Si se introduce un periodo de remojo, puede ser necesario hacer circular de nuevo la solución limpiadora antes del desplazamiento o empuje.
8. Controlar exhaustivamente el pH de la solución limpiadora durante el proceso de limpieza y ajustar dicho pH si es necesario.
9. Medir la temperatura y el caudal de la solución limpiadora al principio, en el medio y al final de los periodos de recirculación.
10. No permitir que el diferencial de presión del tubo supere los 4 bares (60 psi) en ningún momento de la limpieza. Esto se aplica a los tubos de presión que contengan CINCO O MÁS membranas. Si los tubos contienen menos de cinco membranas, ponerse en contacto con LG Chem para conocer las directrices de los límites de presión.
11. Cuando la solución con un pH alto se haya eliminado de todos los tubos de presión y de las tuberías, como se describe en el Paso 7, aplicar una solución limpiadora de ácido cítrico con un pH bajo. Respetar los límites adecuados de pH y temperatura. Los caudales, el tiempo de recirculación y la presión diferencial máxima de la solución limpiadora de ácido cítrico son los mismos que los de la solución limpiadora con pH alto.
12. Una vez completada la limpieza con la solución de ácido cítrico con pH bajo, eliminar la solución utilizada de los tubos utilizando permeado de ósmosis inversa hasta que el pH del agua de empuje que salga del tubo se aproxime al pH del agua de empuje que entra en el mismo.

13. Tras la limpieza puede haber limpiadores químicos en el permeado. Una vez se ponga en marcha de nuevo el sistema (tras la limpieza), el permeado de ósmosis inversa debe dirigirse hacia el drenaje durante un mínimo de 10 minutos. Tener en cuenta que la conductividad del permeado suele incrementarse tras una limpieza y puede tardar algún tiempo en estabilizarse.
14. Ponerse en contacto con LG Chem para analizar los datos de operación de la ósmosis inversa obtenidos antes de las limpiezas y 48 horas después de las mismas.

Notas:

El sentido del flujo de limpieza en los tubos de presión siempre debe ser el mismo del flujo de alimentación durante el funcionamiento normal. Antes de iniciar el proceso de limpieza, se debe comprobar que en los equipos de limpieza y en las tuberías de entrada y salida de solución de limpieza NO haya contaminantes ni agua estancada.

Recopilación de datos

Es importante recopilar los siguientes datos durante el proceso de limpieza:

- | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| • Fecha y hora | • Productos químicos utilizados | • pH inicial y final | • Temperatura inicial y final |
| • Caudal de recirculación y tiempo | • Tiempo de remojo | • Observaciones | |

**PRECAUCIÓN**

Quando se utilice CUALQUIER producto químico, seguir las prácticas de seguridad aceptadas y leer todas las instrucciones del fabricante. Consultar al fabricante del producto químico si se desea obtener más información sobre su manipulación y eliminación. Al preparar soluciones limpiadoras, asegurarse de que todos los productos químicos estén disueltos y bien mezclados antes de hacer circular las soluciones por los elementos.

Limpieza en Dirección Inversa

La limpieza en dirección inversa se considera muy útil para eliminar el ensuciamiento en el extremo frontal, especialmente en casos de biopelícula, que es común en muchas plantas de ósmosis inversa de agua de mar. En general, las directrices especificadas anteriormente, así como la solución de limpieza, los límites de pH y temperatura utilizados para la limpieza estándar, también son aplicables a la limpieza en dirección inversa. Sin embargo, deben considerarse ciertas precauciones, como se indica a continuación.

- Incrustaciones (Scaling)
Se recomienda siempre realizar la limpieza en dirección directa si hay incrustaciones presentes. De hecho, las incrustaciones deben eliminarse antes de realizar cualquier limpieza en dirección inversa. Los cristales que se forman durante la incrustación pueden tener bordes muy afilados que pueden dañar la superficie de la membrana, y la limpieza en dirección inversa puede causar daños mayores que la limpieza normal si estos cristales no se eliminan primero.

⚠ PRECAUCIÓN

La limpieza en dirección directa debe realizarse primero, seguida de la limpieza en dirección inversa

- Limitación de la Presión Diferencial a través de los Recipientes de Presión

Dado que no hay un cono de empuje en el extremo de alimentación de un recipiente de presión, puede producirse efecto telescópico en los elementos de ósmosis inversa durante la limpieza en dirección inversa si la presión diferencial excede cierto valor. LG Chem recomienda que la presión diferencial (dP) del recipiente no exceda los 40 psi (2.75 bar) durante la limpieza en dirección inversa para recipientes que contengan cinco o más elementos. En la práctica, el control de la presión diferencial puede lograrse mediante una variación gradual del caudal de limpieza en dirección inversa. LG recomienda reducir los caudales a 1/3 del caudal normal de limpieza para elementos fuertemente ensuciados y a 2/3 del caudal normal de limpieza para elementos ligeramente ensuciados, como se indica a continuación únicamente a modo de referencia.

Condición de Ensuciamiento	Caudal Inicial por Recipiente de 8"	Caudal Máximo por Recipiente de 8"
Elementos Ligeramente Ensuciados	6.7 gpm (25 lpm)	26.7 gpm (100 lpm)
Elementos Fuertemente Ensuciados	6.7 gpm (25 lpm)	13.3 gpm (50 lpm)

⚠ PRECAUCIÓN

Superar la presión diferencial indicada (dP) durante la limpieza en dirección inversa puede causar daños irreversibles a las membranas. Siempre se recomienda comenzar la limpieza con un caudal bajo e incrementarlo lentamente en etapas, observando los valores reales de dP.

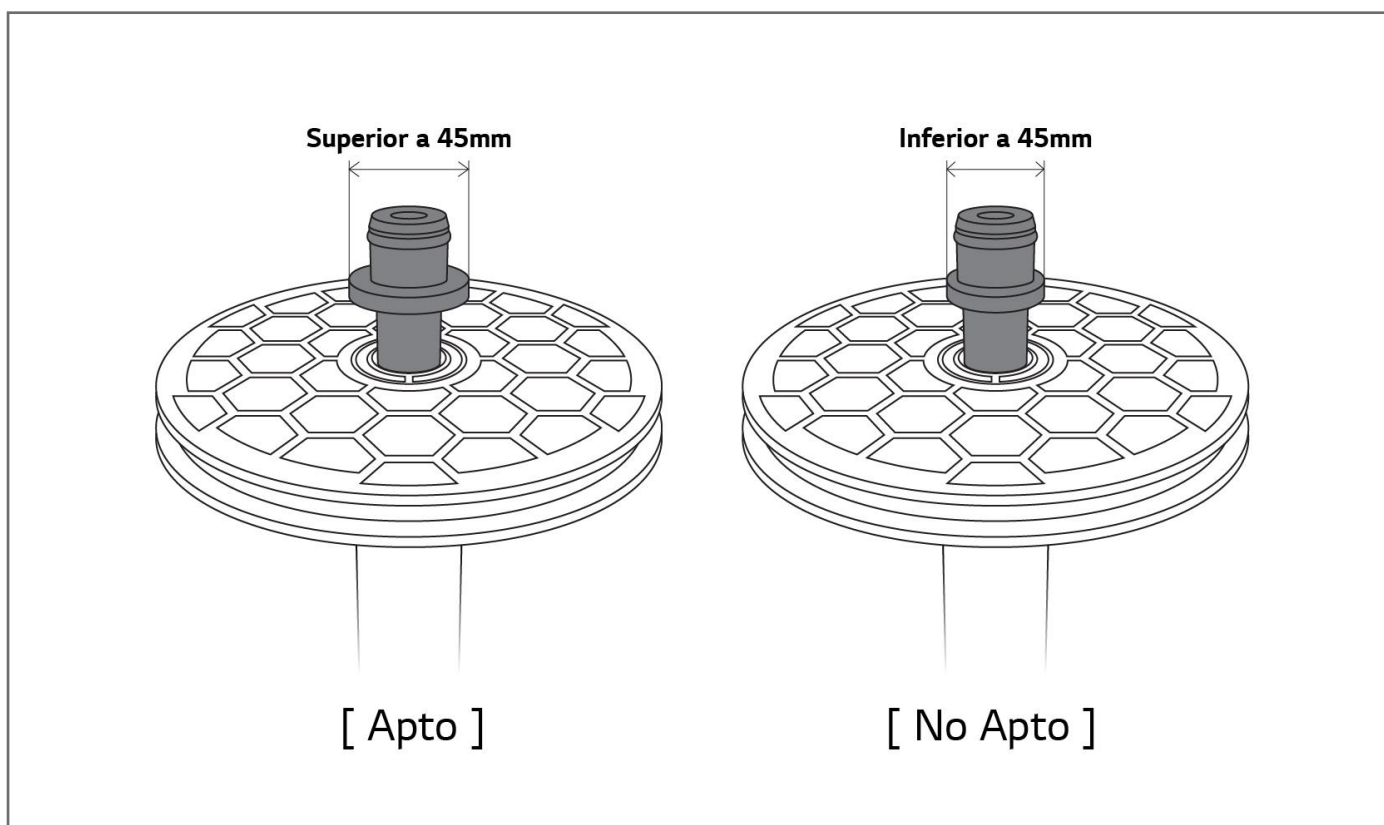
- Limitación en los Adaptadores de las Tapas de los recipientes de presión

Existen varios tipos de adaptadores en las tapas de los recipientes de presión utilizados en la industria. Al considerar la limpieza en dirección inversa, es importante verificar el tipo de adaptador instalado en los recipientes de presión. **Los adaptadores que tienen un diámetro exterior del hombro (OD), en el lado de la membrana, de 45 mm o inferior no deben utilizarse para la limpieza en dirección inversa.** Solo deben utilizarse aquellos adaptadores de tapa que tengan un OD de **45 mm o superior** y que se asienten completamente sobre el ATD del elemento

⚠ PRECAUCIÓN

Los adaptadores que tienen un diámetro exterior del hombro (OD), en el lado de la membrana, de 45 mm o menos no deben utilizarse para la limpieza en dirección inversa.

Figura 113.1 Adaptador de tapa apto (Suitable) y no apto (Unsuitable)



• **Consideraciones Adicionales para la Limpieza en Dirección Inversa**

Durante la limpieza en dirección inversa se deben evitar el aire atrapado en el sistema, los golpes de ariete, la presurización rápida, etc.

Si es posible, el cono o anillo de empuje debe trasladarse al extremo de alimentación antes de realizar la limpieza en dirección inversa.

Notas:

Nunca limpie la membrana de ósmosis inversa desde el lado del permeado. Esto puede provocar una contrapresión desde el permeado que dañará irreversiblemente la membrana.

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