

PURIKOR



MEMBRANAS

MEMBRANAS PARA SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA

V1.0
28/08/2023

Manual de instalación

Resumen

Agradecemos su preferencia al adquirir nuestra membrana para ósmosis inversa marca PURIKOR.

Con la ayuda de este manual de instrucciones usted podrá realizar una correcta instalación y mantener en funcionamiento óptimo su equipo, por lo cual le recomendamos seguir las indicaciones que aquí se incluyen.

Conserve en un lugar seguro este manual para futuras consultas.

Copyright © 2023 PURIKOR®

La información contenida en este documento puede cambiar sin previo aviso.

Tabla de contenidos

1. INSTALACIÓN Y USO DEL SISTEMA	4
1.1. INSTALACIÓN Y DESMONTAJE	4
1.2. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA	6
1.3. APAGADO DEL EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA	8
2. PRETRATAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA	9
2.1. IMPORTANCIA DEL PRETRATAMIENTO	9
2.2. CONCEPTOS IMPRESCINDIBLES	10
2.3. MÉTODOS CONVENCIONALES DE PRETRATAMIENTO	11
2.4. SDI (COLOIDE, PARTÍCULA)	12
2.5. PREVENCIÓN DE INCRUSTACIONES	14
2.6. CONTROL DE INCRUSTACIONES DE MICROORGANISMOS	15
2.7. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ORGÁNICA	16
2.8. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR HIERRO, MANGANESO Y OTROS ÓXIDOS	16
2.9. RESUMEN DE OPCIONES DE PRETRATAMIENTO	16
3. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA	17
3.1. LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA	17
3.2. DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA	19
4. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	20
4.1. SELECCIÓN DE LA MEMBRANA Y ERRORES DE DISEÑO DEL SISTEMA	20
4.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA	20
4.3. CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	20
4.4. CONTAMINACIÓN ORGÁNICA	21
4.5. CONTAMINACIÓN COLOIDAL	22
4.6. CONTAMINACIÓN MICROBIANA	22
4.7. INCRUSTACIONES DE ÓXIDO	23
4.8. INCRUSTACIONES DE SAL INORGÁNICA	24
4.9. FUGAS EN LA JUNTA TÓRICA	24
4.10. OXIDACIÓN	25
4.11. OTRAS ANOMALÍAS	25
4.12. ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE FALLAS COMUNES	26
5. REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA DE ENTRADA AL SISTEMA DE MEMBRANAS	28
6. APÉNDICE 1: TABLA DE FACTOR DE CORRECCIÓN DE TEMPERATURA PARA FLUJO DE PERMEADO	30
7. APÉNDICE 2: UNIDADES DE USO COMÚN Y RELACIONES DE CONVERSIÓN EN LA INDUSTRIA DE MEMBRANAS	31

1. INSTALACIÓN Y USO DEL SISTEMA

1.1. INSTALACIÓN Y DESMONTAJE

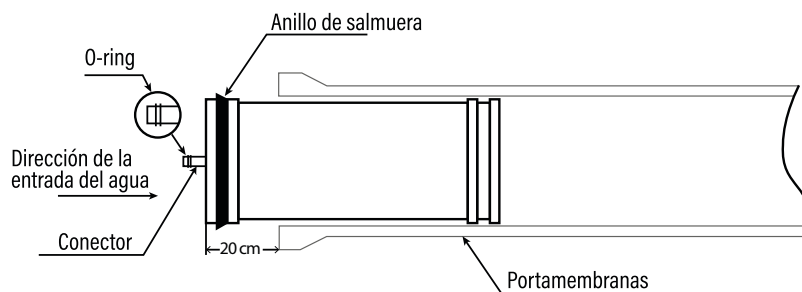
Preparación de la instalación

1. Para registrar la posición relativa de cada portamembrana y la membrana, se debe preparar un diagrama esquemático para identificar la posición de instalación de la portamembrana y la membrana. Al cargar y descargar las membranas, complete el número de serie de la membrana (que se muestra en la etiqueta) en el diagrama esquemático como el número de membrana; el diagrama esquemático que indica la ubicación de la portamembrana y la membrana ayudará a rastrear la situación de funcionamiento de cada membrana individual en el sistema.
2. Se recomiendan los siguientes equipos: zapatos de seguridad, guantes de goma, lubricante de silicona, glicerina, gafas de seguridad, llave Allen, pinzas para tubos, tijeras, trapos limpios, un hisopo lo suficientemente grande para llenar el diámetro interior de la portamembrana, etc.
3. Revise cuidadosamente el flujo del conducto de entrada del agua y elimine todo el polvo, grasa, desechos metálicos, etc. que puedan existir en la tubería; si es necesario, limpie químicamente la tubería de entrada y el recipiente a presión para asegurarse de que todos los objetos extraños se eliminen de manera efectiva.
4. Verifique cuidadosamente la calidad del agua de entrada; Antes de instalar la membrana, enjuague el sistema de ósmosis inversa con el agua producida por un sistema de pretratamiento eficaz durante unos 30 minutos y compruebe si la calidad del agua de entrada del sistema cumple con las normativas y compruebe no haya alguna fuga en la tubería.
5. Retire todos los conjuntos de tapas de los extremos y anillos de empuje de todas las portamembranas, rocíe agua limpia a través de las portamembranas abiertas para eliminar el polvo o los residuos presentes en las mismas.
6. Antes de instalar las membranas, asegúrese de que todas las piezas y productos químicos para la instalación y puesta en servicio del sistema estén completos y que el sistema de pretratamiento funcione con normalidad y eficacia; de lo contrario, no abra la bolsa de embalaje de las membranas hasta que se hayan confirmado todos los elementos anteriores.

Carga

Abra la caja de embalaje y saque con cuidado la membrana de la bolsa de embalaje; compruebe si la posición y la dirección del anillo de sello de salmuera (anillo en Y) en la membrana es correcta (la dirección de apertura del anillo en Y debe estar orientada hacia la dirección de entrada de agua, como se muestra en la Figura 1.1); Saque todas las membranas a instalar y colóquelos en orden vertical.

Figura 1.1:



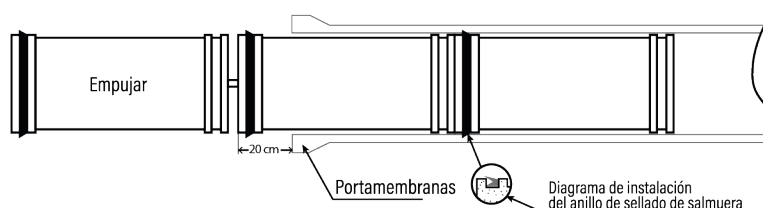
Lubrique los sellos del anillo en Y y permee el tubo con una capa muy fina de glicerina. Luego empuje la membrana en paralelo en el extremo del agua de alimentación de la portamembrana (preste atención a colocar primero el extremo sin que sea primero el anillo en Y) hasta el final de la membrana con sellos de anillo en Y que es de aproximadamente 20 cm hasta el extremo del agua de alimentación de la portamembrana (como se muestra en la Figura 1.1) Siempre cargue las membranas en el extremo del agua de alimentación de la portamembrana.

Instalación de múltiples membranas

Instale el interconector en el tubo de permeado. (como se muestra en la Figura 1.1), lubrique las juntas tóricas del interconector y el interior del tubo de agua del producto con una capa muy fina de lubricante de silicona. Compruebe si la junta tórica está dañada y tenga cuidado de no torcer la junta tórica para la instalación.

Como se muestra en la Figura 1.2, sostenga la membrana (referenciado como "empujar" fuera de la membrana de la portamembranas e inserte el elemento conector central del tubo de membrana que ha entrado en la portamembrana dentro del mismo (tenga cuidado de que el peso de la membrana no sea soportado por el interconector), y luego empuje el elemento "empujar" de la membrana dentro de la portamembrana (tenga cuidado de no dañar la membrana por colisión con el borde de la portamembrana).

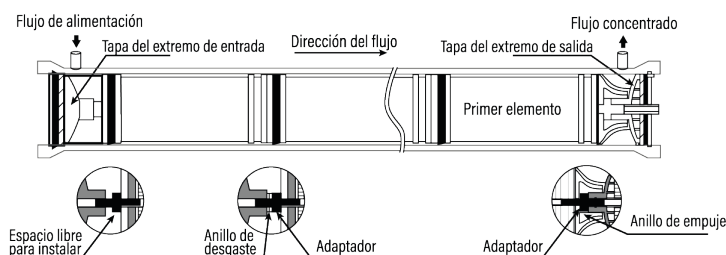
Figura 1.2:



Repita los pasos "3" y "4" hasta que la portamembranas esté llena de membranas.

Como se muestra en la Figura 1.3, combine correctamente el adaptador de la membrana, el anillo de empuje y la placa terminal de agua concentrada. Alinee el conjunto de la placa del extremo de agua concentrada con el "primer" tubo central de la membrana y empújelo en la portamembranas en paralelo. Alinee con el tubo de conexión externo y fíjelo con tornillos o con el anillo de retención de la placa final.

Figura 1.3:



Empuje la membrana desde el sitio de entrada hasta el agua concentrada, hasta que la membrana "primero" esté firmemente conectada con el conjunto de la placa del extremo de agua concentrada. Luego instale la placa de extremo en el lado de entrada.

Al instalar la placa de entrada de agua, se deben usar juntas para ajustar y eliminar el posible espacio entre el adaptador de la membrana y la placa del extremo de la entrada de agua (como se muestra en la Figura 1.3) para evitar que la membrana se exponga a la presión cuando el sistema inicie y se detenga. El cambio repentino de la presión de entrada de agua de la portamembrana provoca el desplazamiento axial de la membrana en el recipiente a presión, lo que hace que el anillo de sello de salmuera se desgaste y envejezca y afecte el rendimiento de sellado.

Repita estos pasos hasta que todas las membranas estén cargadas en las portamembranas.

Desmontaje

1. Desconecte la tubería en cada extremo de la portamembranas, remueva los componentes de conexión.
2. Retire los conjuntos de cabezales de cada extremo de la portamembranas.
3. Utilice una tubería de PVC u otra herramienta de desmontaje para empujar la membrana desde el extremo opuesto de conexión del agua concentrada, hasta que la membrana se exponga desde el extremo del agua concentrada. Tenga en cuenta que solo una membrana es empujada hacia fuera a la vez. Cuando la membrana se empuja fuera de la portamembranas, debe recogerse a tiempo. Sostenga la membrana para evitar daños a la misma o lesiones personales (al mismo tiempo, tenga cuidado de no dejar que el conector soporte el peso de la membrana).
4. Remoje la membrana retirada con "solución de protección estándar de bisulfito de sodio al 1.0%, colóquelo en una bolsa de plástico limpia y séllelo para su almacenamiento".

1.2. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

Puesta en marcha inicial

1. La puesta en marcha inicial del sistema se realiza normalmente justo después de la carga de membranas.
2. Para la puesta en marcha, los siguientes accesorios opcionales pueden formar parte de los equipos en el sitio: Vidrio de seguridad, termómetro, medidor de pH, medidor de conductividad, medidor de ORP, botellas para muestras de agua, equipo de medición SDI, balanza para pesar un elemento, análisis equipos para muestras de agua dureza total, calcio, alcalinidad total, cloruro, cloro libre, sulfato, sílice, hierro y otras indicaciones.
3. Antes de poner en marcha el sistema de ósmosis inversa, asegúrese de que toda la sección de pretratamiento esté funcionando de acuerdo con las especificaciones. Realice la inspección de la calidad del agua efluente del pretratamiento, asegúrese de que los siguientes indicadores del sistema de membranas del agua sean estables o calificados: Flujo de agua de alimentación estable, índice de contaminación (SDI15), turbidez (NTU), cloro residual y otros oxidantes, concentración de agente reductor (si se usa para eliminar el cloro residual), conductividad, pH, temperatura, recuento de bacterias, dureza, etc.
4. Lista de verificación previa al arranque del sistema de ósmosis inversa:
 - Todos los equipos, desde la fuente de suministro hasta la membrana, incluidas las tuberías, los recipientes, los instrumentos y los sistemas de dosificación, cumplen con los requisitos anticorrosión y son compatibles con el rango de pH de las operaciones diarias y la limpieza química.
 - Todos los dispositivos de pretratamiento han sido lavados a contracorriente o enjuagados y están limpios.
 - El filtro de cartucho se instala o se reemplaza por un nuevo filtro. No use surfactantes, lubricantes, telas, etc.
 - Confirme que la tubería de agua de alimentación se haya enjuagado eficazmente y que se haya eliminado todo el polvo, la grasa, el aceite lubricante, los residuos metálicos, etc.
 - El dispositivo de dosificación está en un estado normal y operativo.
 - Si se usa cloro para el pretratamiento, existen disposiciones para garantizar la eliminación completa del cloro antes de las membranas.
 - La instrumentación planificada está instalada y operativa. Y permite el correcto funcionamiento y seguimiento del sistema de pretratamiento y RO.
 - La protección de alivio de presión está instalada y configurada correctamente.
 - Existen disposiciones para evitar que la presión de permeado exceda la presión de alimentación / concentrado en más de 0.03 MPa o 4.4 psi en cualquier momento.
 - Todos los enclavamientos, relés de retardo de tiempo y alarmas están correctamente configurados.
 - Asegúrese de que cada portamembranas se pueda muestrear individualmente.
 - Asegúrese de que se puedan tomar muestras de los sistemas de ósmosis inversa y de cada etapa del agua de alimentación, el agua de permeación y el agua concentrada.

- Portamembranas y la tubería de limpieza están conectados correctamente.
 - Las portamembranas están fijadas correctamente en el soporte.
 - Todas las portamembranas se llenan con membranas, o la membrana se fija de forma segura y eficaz en las portamembranas y no se puedan mover. Las portamembranas están instalados de manera adecuada y segura con tapas de extremo.
 - Todas las portamembranas están conectadas de forma segura y correcta, especialmente revise las uniones de abrazadera y las juntas de las portamembranas.
 - La válvula de control de flujo de permeado está en posición abierta.
 - El flujo de permeado por ósmosis inversa y dispositivos de la membrana de nanofiltración se pueden descargar directamente.
 - La válvula de control de flujo de concentrado está en posición abierta.
 - Ajuste la válvula de salida y la válvula de derivación de la bomba de alta presión para controlar el flujo de agua de entrada de los dispositivos de la membrana de ósmosis inversa y nanofiltración para que sea inferior al 50% de la entrada de agua de funcionamiento normal.
5. Iniciar la secuencia de los sistemas de ósmosis inversa:
- Revise todas las válvulas para asegurarse de que los ajustes sean correctos. Las válvulas de control de presión de alimentación, control de permeado y control concentrado deben estar completamente abiertas.
 - Llene todos los recipientes a presión y tuberías con agua de permeado del sistema de pretratamiento cualificado de baja presión y bajo flujo para garantizar que se purgue el aire en las portamembranas y las tuberías; Enjuague a una presión manométrica de (0.2-0.4) MPa o (30-60) psi; toda el agua permeada y el agua concentrada deben descargarse, y al mismo tiempo verifique si hay fugas en todas las conexiones de la tubería de la válvula durante este proceso.
 - El sistema con membrana húmeda debe lavarse durante al menos 30 minutos; el sistema con membrana seca debe lavarse continuamente a baja presión durante 6 horas o más.
 - Antes de poner en marcha la bomba de alta presión, la válvula de control de entrada entre la bomba de alta presión y la membrana debe estar casi cerrada por completo.
 - Al arrancar la bomba de alta presión, abra lentamente la válvula de control de agua de salida de la bomba de alta presión y cierre lentamente la válvula de control de agua concentrada. Mientras mantiene el flujo de agua concentrada, preste atención al aumento del flujo de agua de permeado y ajústelo en cualquier momento para alcanzar el flujo de permeado diseñado; preste atención a comprobar la presión de funcionamiento del sistema para asegurarse de que no se supere el límite superior de diseño.
 - Verifique si la dosis de todos los agentes químicos es consistente con el valor de diseño y determine el valor de pH del agua de alimentación.
 - Después de que el sistema funcione continuamente, verifique la conductividad de permeado de cada portamembrana para determinar si hay fugas u otras fallas en la membrana y las juntas tóricas de las portamembranas.
 - Cuando se revise la calidad del agua de permeado, abra la válvula de suministro de agua de permeado, cierre la válvula de descarga e introduzca el agua de permeado en el tanque de agua.
 - Registre todos los datos de la operación inicial de los sistemas como estándar de referencia para evaluar la estabilidad de desempeño a largo plazo de los sistemas en el futuro. Los elementos de prueba de los sistemas son los siguientes (lista de elementos de supervisión de parámetros del sistema):

No.	Elemento de medida	Unidad	Frecuencia mínima de detección
1	Caudal de permeado del sistema (etapa)	m ³ / h	2 veces al día
2	Caudal de concentrado del sistema	m ³ / h	2 veces al día
3	Presión operacional	MPa (psi)	2 veces al día
4	1° etapa de presión de concentrado	MPa (psi)	2 veces al día
5	Presión de concentrado del sistema	MPa (psi)	2 veces al día
6	Entrada TDS	μS / cm	2 veces al día
7	Salida TDS	μS / cm	2 veces al día
8	Flujo concentrado TDS	μS / cm	2 veces al día
9	SDI ₁₅	/	2 veces al día
10	Turbiedad	NTU	2 veces al día
11	Temperatura	°C	2 veces al día
12	pH	/	2 veces al día
13	ORP	mv	1 vez cada 4 horas
14	Cloro residual	mg / L	2 veces al día

1.3. APAGADO DEL EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA

Precauciones para el apagado de sistemas de ósmosis inversa

1. Detenga la bomba de alta presión.
2. Deje que los sistemas de ósmosis inversa funcionen enjuagando a una configuración de baja presión de 0.3 MPa o 44 psi para mejorar el efecto de enjuague de la membrana bajo una descarga de agua concentrada de alto flujo.
3. Los sistemas deben lavarse preferentemente con agua de permeado o, alternativamente, con agua de alimentación de alta calidad, reemplazar completamente el agua concentrada en la portamembranas y la membrana hasta que la conductividad del concentrado coincida con la conductividad del agua de alimentación.
4. El agua de descarga a baja presión no debe contener productos químicos utilizados para el pretratamiento, especialmente inhibidores de incrustaciones.
5. Al apagar, asegúrese de que la portamembrana esté completamente llena de agua de alta calidad (mejor si se utilizan los sistemas de ósmosis inversa), e instale válvulas de retención en las tuberías de agua concentrada y permeado.
6. Después de lavar el sistema, la válvula de descarga de agua concentrada y la válvula de descarga de agua permeada están completamente cerradas.
7. Ninguna operación puede hacer que la contrapresión en el lado del agua de permeado exceda 0.03 MPa o 4.4 psi.

Almacenamiento de la membrana

1. La mayoría de las membranas son de tipo seco, una pequeña parte de las membranas de tipo húmedo son productos calificados de muestreo en el proceso de fabricación.
2. La membrana húmeda debe almacenarse en bisulfito de sodio de grado alimenticio al 1% de líquido protector estándar. Se sella con una bolsa de embalaje cuando se vende fuera de la fábrica. Debe usarse dentro de los 90 días. Si no se puede usar, debe reemplazarse con el mismo líquido protector.
3. La membrana debe permanecer siempre húmeda después de estar mojada, evite que la membrana permanezca en posición vertical durante un período prolongado; Si se seca accidentalmente, el flujo de agua de la membrana puede perderse irreversiblemente.

4. El almacenamiento la membrana húmeda debe sumergirse en "bisulfito de sodio al 1.0% de líquido protector estándar" preparado con agua de ósmosis inversa y bisulfito de sodio de grado alimenticio; en invierno, debe agregarse al "1.0% de bisulfito de sodio del líquido protector estándar" al 10% de glicerol para evitar la congelación; El líquido protector debe reemplazarse cada 90 días.
5. Ya sea que se utilicen o reutilicen membranas secas o húmedas, deben almacenarse en un estado de embalaje sellado al vacío; la membrana empaquetada debe guardarse en su caja, y el lugar de almacenamiento debe ser frío, seco y alejado de la luz solar directa.
6. La temperatura de almacenamiento de la membrana seca: 30°C o 86°F (para modelos serie E 45°C o 113°F), almacenamiento a largo plazo después del sellado.
7. La temperatura de almacenamiento de la membrana húmeda: 0-30°C (para modelos serie E: 0-45°C).

Protección de cierre de sistemas de ósmosis inversa

1. Apagado a corto plazo: Si el sistema de ósmosis inversa necesitan dejar de funcionar en menos de 48 horas, se pueden tomar las siguientes medidas de protección:
 - Enjuague el sistema con agua de permeación de membranas.
 - Llene la portamembranas con la membrana para evitar que se seque, entre aire y crezcan microbios.
 - Los sistemas de ósmosis inversa deben lavarse de acuerdo con el método anterior cada 24 horas. Si la temperatura ambiente es superior a 27°C, la frecuencia de descarga debe ajustarse a una vez cada 12 horas.
2. Apagado prolongado: Si los sistemas de ósmosis inversa deben dejar de funcionar por más de 48 horas, se pueden tomar las siguientes medidas de protección:
 - Utilice métodos de limpieza química para esterilizar los sistemas de ósmosis inversa.
 - Llene la portamembranas con "bisulfito de sodio al 1.0% de líquido protector estándar" preparado con la membrana para que no se seque, tenga entrada de aire y crecimiento de microbios.
 - Compruebe el valor de pH del líquido de protección con regularidad y reemplace el líquido de protección cuando el valor de pH sea inferior a 3.

2. PRETRATAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA

2.1. IMPORTANCIA DEL PRETRATAMIENTO

La tecnología de ósmosis inversa o nanofiltración es uno de los diversos métodos de tratamiento de agua. Un sistema completo y eficaz de membranas de ósmosis inversa o nanofiltración incluye los siguientes tres componentes necesarios: dispositivo de pretratamiento de agua cruda, dispositivo de membrana de ósmosis inversa o nanofiltración y dispositivo de postratamiento. La función principal de la membrana de ósmosis inversa o nanofiltración es separar o eliminar el agua que generalmente contiene una cierta concentración de sólidos en suspensión y sustancias solubles (incluidas las sales fácilmente solubles (como el cloruro) y las sales insolubles (como el carbonato, el sulfato y el silicato)). Si el dispositivo de pretratamiento no puede eliminar la materia suspendida y el exceso de sal insoluble en el agua cruda y hacer que ingrese al dispositivo de membrana de ósmosis inversa o nanofiltración, la sal insoluble excede su límite de saturación y se precipita, y la materia suspendida se acumulará gradualmente en la membrana.

Internamente, las membranas se contaminan, bloquean e inscrustan, la eficiencia operativa de los sistemas de ósmosis inversa se reduce y la calidad del agua permeada reduce. Se puede observar que el funcionamiento de los sistemas de ósmosis inversa falla, en la mayoría de los casos, debido al funcionamiento imperfecto de los sistemas de pretratamiento. Para prolongar la vida útil de la

membrana y los sistemas de ósmosis inversa, se deben usar los dispositivos de pretratamiento necesarios para eliminar de manera efectiva los sólidos en suspensión, coloides, microorganismos y otras impurezas en el agua cruda, controlar la precipitación de sales insolubles, asegurar la calidad del agua de alimentación de ósmosis inversa o el dispositivo de membrana de nanofiltración, para que la membrana pueda funcionar en condiciones saludables. Además, la selección de dispositivos de pretratamiento apropiados y necesarios puede mejorar significativamente la eficiencia energética de las membranas y los sistemas de ósmosis inversa, reducir el sistema, reducir la frecuencia de limpieza de los dispositivos de membrana de ósmosis inversa o nanofiltración y reducir los costos operativos del sistema. Por tanto, el pretratamiento es una garantía importante y necesaria para el funcionamiento estable de los sistemas de ósmosis inversa.

2.2. CONCEPTOS IMPRESCINDIBLES

Agua pura

El agua pura que ingresa a los sistemas de ósmosis inversa generalmente incluye: agua permeada del sistema de ósmosis inversa / nanofiltración, el agua superficial, el agua subterránea, el agua recuperada, el agua de mar u otros materiales líquidos, etc.

1. **Agua permeada del sistema de ósmosis inversa / nanofiltración:** Para agua de permeado de ósmosis inversa primaria o nanofiltración, se puede usar un pretratamiento más simple (como un elemento de filtro de PP), y la calidad del agua puede cumplir con los requisitos de la entrada de la membrana.
2. **Agua superficial:** El término general de agua dinámica y agua estática en la superficie terrestre, también llamada "agua terrestre", que incluye varias masas de agua líquidas y sólidas, principalmente ríos, lagos, pantanos, glaciares, casquetes polares, etc. La calidad del agua superficial es compleja, algas y otros microorganismos son abundantes, y la calidad del agua cambia mucho debido a los cambios estacionales. De acuerdo con la calidad real del agua, los procesos de pretratamiento correspondientes como floculación y sedimentación, MF, UF multimedia y esterilización se pueden utilizar para hacer que la calidad del agua cumpla con los requisitos de la entrada de las membranas.
3. **Agua subterránea:** Se refiere a varias formas de agua por gravedad enterradas debajo de la superficie. El agua subterránea es generalmente relativamente limpia, con bajo contenido de sólidos en suspensión y baja turbidez. Solo necesita un pretratamiento simple (multimedia, inhibidor de incrustaciones, ablandamiento) para cumplir con los requisitos de la entrada de la membrana. Las bacterias existirán en algunas aguas subterráneas. Para ello, debemos elegir un proceso de pretratamiento adecuado de acuerdo con la situación real.
4. **Agua regenerada:** También conocida como agua recuperada, se refiere al agua que se puede usar de manera beneficiosa después de que las aguas residuales o de lluvia se tratan adecuadamente para alcanzar un cierto índice de calidad del agua y cumplir con ciertos requisitos de uso. Para el agua recuperada que cumple con la norma, consulte el plan de tratamiento previo de aguas superficiales. La solución madura actual es el tratamiento de doble membrana.
5. **Agua de mar:** El contenido de sal es generalmente (25 000 - 35 000) mg/l, lo que puede entenderse como agua superficial con alto contenido de sal. Afectados por el alto contenido de sal del agua de mar, los sistemas de desalinización de agua de mar deben tener una presión osmótica extremadamente alta. Para garantizar el funcionamiento estable del sistema de ósmosis inversa, generalmente la tasa de recuperación del sistema de desalinización de agua de mar es inferior al 50%.
6. **Otros líquidos de alimentación:** Mediante combinaciones de diferentes sistemas de ósmosis inversa y sistemas de nanofiltración, se pueden separar diferentes solutos en algún líquido de alimentación. Este proceso se ve afectado por diferentes procesos y líquidos de alimentación, por lo que debe probar y confirmar el proceso de pretratamiento adecuado usted mismo.

Incrustación

A medida que se drena continuamente el flujo de permeado y se concentra el agua cruda durante la operación del sistema de ósmosis inversa, la sal no disuelta excede su límite de saturación y causa

la deposición, este fenómeno se denomina incrustación. Este fenómeno aparece por primera vez al final del sistema de ósmosis inversa y gradualmente aparece en el lado de entrada ya que es causado por la concentración del agua cruda. La incrustación se producirá en muy poco tiempo debido a una operación incorrecta (la tasa de recuperación del sistema es demasiado alta). Las sales insolubles y las incrustaciones comunes son: CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 , CaF_2 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, (SiO_3^{2-}) etc.

Contaminantes

Las impurezas tales como sólidos insolubles, coloides, materia orgánica, microorganismos en el agua cruda, se depositan gradualmente y se adsorben en la superficie de las membranas, haciendo que disminuya el rendimiento de los sistemas de ósmosis inversa. Este fenómeno se aparece principalmente en el lado de la entrada. Los ensuciamientos comunes son: materia coloidal y particulada (limo, arcilla, polvo de carbón activado, restos microbianos, óxidos metálicos, etc.), humus, ácido fúlvico, ácido tánico, floculantes, etc.

Los microorganismos también afectarán en gran medida el rendimiento de los elementos de la membrana, algunos metabolitos microbianos (polisacáridos, moco, etc.) se adherirán a la superficie de la membrana, formando colonias, provocando la destrucción de la membrana. Después de que se limpian tales impurezas, los sólidos disueltos ingresan al lado del agua pura a través de la membrana destruida, la tasa de rechazo del sistema puede caer bruscamente.

Degradación de la membrana

La degradación de la membrana es la degradación del rendimiento de la membrana causado por cambios en las propiedades químicas en la capa de separación de la membrana. Principalmente en la disminución del flujo de permeado y la tasa de rechazo. Las principales sustancias que afectan la degradación de las membranas son los oxidantes (cloro residual, permanganato de potasio, ozono y otros oxidantes), demasiado altos o demasiado bajos del valor de pH del agente de limpieza, exceso de temperatura, etc.

2.3. MÉTODOS CONVENCIONALES DE PRETRATAMIENTO

1. Filtro multimedia

El filtro multimedia es un proceso en el que se utiliza uno o varios medios filtrantes para hacer pasar agua con mayor turbidez a través de una cierta densidad de materiales granulares o no granulares bajo cierta presión, eliminando así de manera eficaz las impurezas suspendidas y clarificando el agua. Es principalmente para eliminar impurezas suspendidas o coloidales en el agua, especialmente para eliminar de manera efectiva partículas diminutas y bacterias que no pueden eliminarse mediante la tecnología de precipitación. BOD_5 y la COD también pueden eliminar estas impurezas suspendidas o coloidales. Los materiales de filtro de uso común incluyen arena de cuarzo, antracita, arena de manganeso, carbón activado, magnetita, granate, cerámica porosa, bolas de plástico, bolas de fibra, etc. El diseño y funcionamiento del filtro multimedia puede referirse a alguna literatura relacionada.

2. Floculantes y coagulantes

El floculante es un grupo con electricidad positiva (negativa) y partículas con electricidad positiva (negativa) que son difíciles de separar en el agua cerca unas de otras, bajan el potencial eléctrico, lo hacen inestable, recogen las partículas a través del polimerismo, y están separados por métodos físicos o químicos. Los floculantes se utilizan principalmente en los campos de suministro de agua y tratamiento de aguas residuales. Hay muchas variedades de floculantes, desde los de bajo peso molecular hasta los de alto peso molecular, desde los de un solo tipo hasta los compuestos.

Los floculantes inorgánicos son baratos, pero tienen un efecto adverso sobre la salud humana y el medio ambiente ecológico; aunque los floculantes de polímero orgánico son de pequeña dosis, pequeña producción de espuma, fuerte capacidad de floculación que alivia los flóculos separados, y buen efecto de remoción de aceite y sólidos en suspensión, pero los monómeros residuales de este tipo de polímero causarán malformaciones, cáncer, mutación, lo que limita su aplicación; Los floculantes microbianos no tienen contaminación secundaria, son fáciles de usar y tienen

perspectivas de aplicación seductoras, por lo que pueden reemplazar completa o parcialmente los polímeros inorgánicos tradicionales y los floculantes de polímeros orgánicos sintéticos en el futuro.

3. **MF, UF**

La microfiltración (MF) Y la ultrafiltración (UF) pueden eliminar eficazmente los sólidos insolubles suspendidos en el agua. Bajo cierta presión, los solutos y solventes de pequeño peso molecular pasan a través de una membrana especial con un cierto tamaño de poro, los solutos macromoleculares son impermeables y en un lado de la membrana, por lo que el macromolecular está parcialmente purificado. La tecnología de ultrafiltración es un tipo de tecnología de separación de membranas. Es un proceso en el que bajo la presión exterior, los coloides, las partículas y las sustancias de alto peso molecular se retienen, el agua y las pequeñas partículas de soluto pasan a través de la membrana. El MF / UF debe limpiarse / lavarse a contracorriente con regularidad para restaurar el rendimiento después de su uso.

4. **Filtro de precisión**

Filtro de precisión (también conocido como filtro de seguridad), la carcasa del cilindro generalmente está hecha de acero inoxidable, el interior utiliza PP fundido, quemado de alambre, plegable, filtro de titanio, filtro de carbón activado y otros elementos filtrantes tubulares como elementos filtrantes, seleccione el elemento filtrante de acuerdo con diferentes medios filtrantes y el proceso de diseño para cumplir con los requisitos de calidad del efluente. Los filtros de precisión se suelen utilizar como último proceso de pretratamiento para proteger las bombas de alta presión y la membrana de daños por impacto e incrustaciones causadas por escoria de soldadura, partículas, impurezas, etc. Normalmente se recomienda seleccionar una precisión de 5 µm. El elemento filtrante del filtro de precisión debe reemplazarse regularmente de acuerdo con la diferencia de presión o el tiempo de uso (la vida útil no debe superar los tres meses). No se recomienda reutilizar el filtro para evitar que se contamine con microorganismos y bacterias.

2.4. SDI (COLOIDE, PARTÍCULA)

El índice de densidad de sedimentación (SDI) es uno de los parámetros importantes de los indicadores de calidad del agua. Muestra el contenido de partículas, coloides y otros objetos que bloquean el equipo de depuración en el agua. Puede seleccionar la tecnología o equipo de purificación de agua correspondiente a través del valor SDI. El valor SDI se puede determinar de acuerdo con el método especificado en ASTM4189-95, que es un método de prueba estándar reconocido en la industria. El valor SDI es uno de los indicadores importantes para medir el agua de entrada del sistema de ósmosis inversa en el proceso de tratamiento de agua. Es la solución principal para inspeccionar si el agua de salida de los sistemas de pretratamiento cumple con el estándar de agua de entrada de los sistemas de ósmosis inversa. Es muy importante para el funcionamiento del sistema. El valor SDI mide la atenuación del flujo a través de un diámetro de 47 mm, Membrana de poros de 45 µm. El coloide es más fácil de bloquear la membrana que las partículas (como arena, incrustaciones, etc.) con un poro de 0.45 µm. La atenuación del caudal se convierte a un valor entre 1 y 100, que es el valor de SDI, cuanto menor sea el valor de SDI, el menor bloqueo del agua causa a las membranas. Teniendo en cuenta la economía y la eficiencia, la mayoría de los fabricantes de membranas recomiendan que el valor de SDI del influente no sea superior a 5.

(ASTM4189-95) Medición SDI

La medición del SDI se basa en la medición del coeficiente de bloqueo (PI,%). La medida es agregar continuamente el agua (bajo cierta presión 0.2MPa o 30 psi) a la Membrana de filtro microporosa de 47 mm 0,45 µm, registre el tiempo T_i (segundos) para filtrar 500 ml de agua y el tiempo T_f (segundos) para filtrar 500 ml después de 15 minutos, luego calcule el valor SDI como se muestra a continuación:

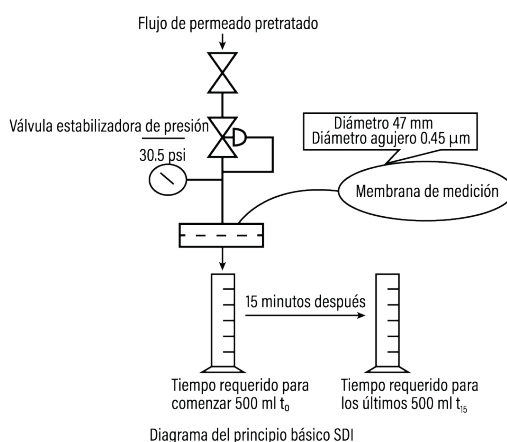
$$SDI = [1 - T_i / T_f] * 100 / 15$$

"15" significa 15 minutos. Cuando los contaminantes en el agua son altos, puede tomar 100 mL, 200 mL, 300 mL de agua para filtrar. El tiempo de intervalo se puede cambiar a 10 minutos, 5 minutos, etc. El "15" en la fórmula de cálculo se ajusta a 10 o 5 según corresponda.

Pasos de medición

1. Conecte el analizador SDI al punto de muestreo (no instale la membrana).
2. Abra la válvula del analizador y lave el sistema a fondo durante varios minutos.
3. Cierre la válvula del analizador y luego use unas pinzas desafiladas para colocar la membrana del filtro de 0.45 μm en el soporte del filtro.
4. Confirme que la junta tórica esté en buenas condiciones, coloque la junta tórica en la membrana del filtro con precisión y luego cubra la mitad superior del accesorio de la membrana del filtro y fíjela con pernos.
5. Abra ligeramente la válvula y afloje lentamente 1-2 pernos de mariposa para eliminar el aire de la membrana del filtro cuando fluye el agua.
6. Asegúrese de que el aire esté completamente descargado y mantenga el flujo de agua continuo, vuelva a apretar la válvula.
7. Abra la válvula completamente y ajuste el regulador de presión, hasta que la presión se mantenga en 0.2 MPa o 30 psi (si la presión no puede llegar a 0.2 MPa o 30 psi, entonces pruebe con la presión actual, la presión no puede ser inferior a 0.1 MPa o 15 psi).
8. Use un recipiente adecuado para recolectar la muestra de agua y comience a registrar con un cronómetro cuando el agua ingrese al recipiente. El tiempo para recolectar 500 ml de agua de muestra es T_i (segundos).
9. Cuando el agua de muestra fluya 15 minutos (incluido el tiempo para recolectar el agua inicial de 500 ml), use el recipiente para recolectar 500 ml de agua de muestra nuevamente y registre el tiempo como T_f .
10. Cierre la válvula de bola, afloje el la válvula del contenedor del filtro de membrana microporosa y saque la membrana del filtro para su almacenamiento.
11. Seque el filtro microporoso y la placa de orificio de soporte de la membrana microporosa.

Figura 1.4:



Método de cálculo

1. Si la presión del agua de alimentación es de 0.2 MPa o 30 psi durante la medición, sustituya los datos obtenidos durante el proceso de medición en la siguiente fórmula para calcular el valor SDI:
$$\text{SDI} = [(1 - T_i / T_f) * 100] / 15$$

Donde: T_i : tiempo necesario para la primera recogida de muestra de 500 ml (unidad: segundo) T_f : Tiempo requerido para la segunda recolección de muestra de 500 ml (unidad: segundo).
2. Cuando el valor de presión no puede alcanzar 0.2 MPa o 30 psi durante el proceso de medición, se puede usar el valor de presión existente en su lugar, pero el valor de SDI medido debe convertirse al valor uno en condiciones de 0.2 MPa o 30 psi. El método es el siguiente:
$$\%Pp = (1 - T_i / T_f) * 100$$

(%Pp es el índice de bloqueo a una presión no estándar de 0.2 MPa o 30 psi)

$$\text{SDI} = \%Pp / 30$$

2.5. PREVENCIÓN DE INCRUSTACIONES

Para la salinidad en agua concentrada inferior al 1%, la posibilidad de formación de incrustaciones de CaCO_3 se puede juzgar por el valor de LSI_C .

$$\text{LSI}_C = \text{pH}_C - \text{pH}_s$$

Donde: pH_C es el valor de pH del agua concentrada; pH_s es el valor de pH cuando CaCO_3 está saturada.

Cuando $\text{LSI}_C \leq 0$, CaCO_3 tendrá incrustaciones.

La mayoría del agua cruda sin tratar tiene un valor LSI_C positivo. Para evitar la incrustación de CaCO_3 , se deben utilizar medidas como agregar inhibidor de incrustaciones o ablandamiento de resina en el agua de alimentación del sistema de ósmosis inversa.

Ablandamiento por suavizador (método de intercambio iónico)

El intercambio de iones se refiere al intercambio de iones en un intercambiador de iones sólidos con otros en una solución diluida para lograr el propósito de extraer o eliminar algunos iones en la solución. La resina de intercambio iónico es la parte principal del sistema de ablandamiento. En el sistema de ósmosis inversa, la resina de intercambio iónico se utiliza generalmente para eliminar la dureza y alcalinidad del agua y evitar la formación de incrustaciones en el sistema de ósmosis inversa. La resina catiónica de ácido fuerte se puede reemplazar con iones de Na^+ o eliminar los cationes de incrustaciones con Ca^{2+} , Ba^{2+} y Sr^{2+} en el agua. La resina saturada se puede regenerar con sal (NaCl). Las condiciones de funcionamiento adecuadas y la regeneración oportuna de la resina pueden eliminar eficazmente el riesgo de incrustaciones de carbonato y de sulfato en el sistema, y también pueden reducir los TDS en el agua. Pero debe tenerse en cuenta que el intercambio iónico puede provocar cambios en el valor de pH del agua.

Adición de inhibidor de incrustaciones

Las incrustaciones pueden disminuir el caudal de permeado y aumentar el paso de sal, lo que puede afectar el funcionamiento normal de los sistemas de ósmosis inversa / nanofiltración y acortar la vida útil de la membrana. El inhibidor de incrustaciones es un tipo de agente que puede dispersar sales inorgánicas insolubles en el agua y prevenir o interferir con la precipitación y la formación de incrustaciones. Se pueden utilizar para controlar las incrustaciones de carbonato, de sulfato y de fluoruro de calcio. En general, existen tres tipos diferentes de inhibidores de incrustaciones: hexametáfosfato de sodio (SHMP), organofosfonatos con compuesto y principalmente PAPEMP sin fósforo amigable con el medio ambiente. La elección del inhibidor de incrustaciones puede basarse en los modelos recomendados por fabricantes farmacéuticos.

La dosis de inhibidor de incrustaciones: la dosis de la calidad general del agua es de 3-5 ppm (solución estándar). Se recomienda que la calidad del agua recuperada sea de 8 ppm - 10 ppm. Las dosis específicas también deben determinarse de acuerdo con el experimento de inhibición de incrustaciones estático o dinámico de la calidad del agua de alimentación y el software de cálculo del fabricante del inhibidor de incrustaciones para garantizar el efecto de aplicación del inhibidor de incrustaciones.

Cabe señalar que se debe evitar la sobredosis, porque los inhibidores de incrustaciones excesivos también son contaminantes de la membrana. Al mismo tiempo, asegúrese de que no estén presentes cantidades significativas de polímeros catiónicos al añadir un inhibidor de incrustaciones aniónicas, de lo contrario, el polielectrolito catiónico puede tener una reacción de precipitación coordinada con el inhibidor de incrustaciones cargado negativamente y contaminar la superficie de la membrana.

Ajuste de parámetros de funcionamiento del sistema

Cuando el efecto de algunos sistemas de pequeña escala o medidas anti-incrustaciones no es bueno, el rechazo de sal insoluble en el agua concentrada de los sistemas se puede controlar reduciendo

la tasa de recuperación del sistema, de modo que la sal insoluble sea menor que su producto de solubilidad y no se producirán incrustaciones. Además, la reducción del pH del agua cruda puede lograr el efecto de prevenir las incrustaciones.

2.6. CONTROL DE INCRUSTACIONES DE MICROORGANISMOS

Microorganismos es un término colectivo para todos los organismos diminutos que son difíciles de observar a simple vista para las personas, incluidas bacterias, virus, hongos y algunas algas, etc. Se encuentran ampliamente en diversas aguas crudas. Después de que el agua cruda fluye hacia el sistema de ósmosis inversa y se concentra continuamente, los nutrientes disueltos en el agua cruda se acumulan gradualmente en la superficie de la membrana, creando un ambiente ideal para la formación de una biopelícula. Los metabolitos microbianos, los desechos, los polisacáridos, etc. forman biopelículas coloidales o moco, lo que provoca ensuciamiento y daño a la membrana. La contaminación microbiana severa es difícil de restaurar el rendimiento del sistema mediante la limpieza, y los microorganismos restantes se multiplicarán rápidamente después de la limpieza, lo que volverá a ensuciar el sistema.

Desinfección

La contaminación microbiana afectará seriamente el rendimiento de las membranas, que se debe principalmente a la disminución gradual del flujo de agua y al aumento gradual de la diferencia de presión de funcionamiento, y la disminución lenta del rechazo de sal. Para evitar la contaminación microbiana, el agua cruda generalmente se esteriliza.

El fungicida puede controlar eficazmente el crecimiento de microorganismos en el sistema de ósmosis inversa al afectar el crecimiento y la división de la división de microorganismos, la germinación de esporas, la expansión celular, dañar las paredes celulares y desintegrar el citoplasma.

Según el mecanismo de esterilización, los bactericidas se pueden dividir en dos categorías: oxidantes y no oxidantes. Los bactericidas oxidantes destruyen el sistema enzimático de las bacterias con la función de oxidación de agénica para lograr el propósito de esterilización. Los bactericidas oxidantes comunes incluyen hipoclorito de sodio, ozono, peróxido de hidrógeno, etc. Dado que los bactericidas oxidantes incluyen hipoclorito de sodio, ozono, peróxido de hidrógeno, etc.

Dado que los bactericidas oxidantes tienen fuertes propiedades oxidantes, el reductor como bisulfito de sodio debe agregarse cuando el sistema de ósmosis inversa está trabajando. Se requiere detección en tiempo real para garantizar que el agua de alimentación no contenga cloro residual. Los bactericidas no oxidantes se basan principalmente en la penetración en las bacterias o después de ser hidrolizados en el agua y forman una precipitación compleja con algunos componentes bacterianos para lograr un efecto de esterilización. Los bactericidas no oxidantes comúnmente usados incluyen DBNPA, isotizolinona, etc.

Eliminación de oxidantes

Aunque los bactericidas oxidantes pueden inactivar microorganismos rápida y eficazmente, los oxidantes también pueden destruir la capa de separación de las membranas y acortar la vida útil. Por lo tanto, el potencial de oxidación-reducción del agua de alimentación debe ser monitoreado de cerca para asegurar que se elimine el oxidante en el crudo. Atención especial al agua del grifo (existencia de cloro), agua regenerada (cierto paso de esterilización), UF (esterilización por retrolavado, etc.), agua circulante (ciertos agentes oxidantes), aguas subterráneas contaminadas, aguas superficiales, etc. generalmente eliminado por reductor. En algunos sistemas pequeños, se pueden utilizar dispositivos de carbón activado para eliminar los oxidantes del agua.

Bisulfito de sodio

El bisulfito de sodio es el reductor y bactericida común que existe en la solución protectora de la membrana. El bisulfito de sodio puede reaccionar rápidamente con oxidantes, a fin de lograr la función de eliminar las sustancias oxidantes en el agua cruda. En términos generales, podemos utilizar 3 mg / L de bisulfito de sodio para restaurar 1 mg / L de cloro libre.

2.7. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ORGÁNICA

Los orgánicos con propiedades químicas complejas y composición química comúnmente existen en varias aguas y se pueden encontrar con diferentes tipos y concentraciones, que afectarán directa o indirectamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua. Una vez que los orgánicos ingresan al sistema de ósmosis inversa, se adhieren gradualmente a la superficie de la membrana a medida que se concentra el agua cruda, lo que hace que el flujo de permeado del sistema de ósmosis inversa se atenúe.

En determinadas circunstancias especiales, provocará una pérdida irreversible del flujo de membrana. Por lo tanto, adopte floculación, ultrafiltración, adsorción y otros métodos para eliminar la materia orgánica del sistema de ósmosis inversa.

La contaminación orgánica es similar a la contaminación coloidal. La limpieza alcalina y otros métodos de limpieza se pueden utilizar al limpiar el sistema. En la aplicación de algunos sistemas de ósmosis inversa tanto para la pérdida de agua y separación de material, pruebas prácticas o pequeñas deberían de ser llevadas a cabo de acuerdo a cada líquido para determinar la habilidad restaurativa de la membrana, después la limpieza causada por la contaminación orgánica y la factibilidad de la separación del material.

2.8. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR HIERRO, MANGANESO Y OTROS ÓXIDOS

Cuando hay un alto contenido de iones de hierro o manganeso en el agua pura (más de 0.05 mg/L), la contaminación por hierro (manganeso) puede estar presente en el sistema de ósmosis inversa, debido al efecto de las propiedades químicas, la frecuencia de la contaminación por hierro es obviamente más alta que el de la contaminación por manganeso. Los principales métodos para prevenir la contaminación por hierro son controlar el contacto entre el agua pura y el aire u oxidante, para reducir el valor de pH del agua pura. En términos generales, podemos eliminar los iones de hierro y manganeso en el agua a través del intercambio iónico, la floculación, la oxidación avanzada y luego la filtración, el método de oxidación sincrónica, etc.

2.9. RESUMEN DE OPCIONES DE PRETRATAMIENTO

Opciones	Sales disueltas difíciles	Hierro y manganeso	Microorganismo	Materia orgánica	Oxidante	SDI alto	Silicato
Floculación				Posible		Eficaz	
Inhibidores de incrustaciones	Eficaz						
Intercambio iónico	Eficaz						
Control de sistema							Eficaz
MF / UF			Posible	Eficaz		Eficaz	Eficaz
Carbón activado				Eficaz	Eficaz		
Restaurar					Eficaz		
Esterilización por óxido			Eficaz				
Filtración de oxidación		Eficaz					

3. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA

3.1. LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

Consejos de limpieza

Método de limpieza del sistema de ósmosis inversa: Limpieza física y química.

La limpieza física es un proceso de "lavado". Se refiere al uso de agua de "baja presión y gran flujo" en la entrada del canal de concentración de la membrana para eliminar los contaminantes y depósitos adheridos a la superficie de la membrana. La presión de descarga típica es inferior a 60 psi (0.4 MPa), lave las membranas de 8 pulgadas con agua de alimentación a 7.2 - 12 m³/h, membranas de 4 pulgadas con agua de alimentación a 1.8 - 2.5 m³/h.

El lavado físico se hará con frecuencia. Después de que el sistema de ósmosis inversa haya estado funcionando durante algún tiempo, las membranas de ósmosis inversa y nanofiltración se contaminarán con incrustaciones minerales, materia biológica, partículas coloidales y componentes orgánicos insolubles.

Los depósitos se acumulan en las superficies de la membrana durante la operación, lo que no provocará una caída para el flujo de permeado normalizado y el rechazo de sal normalizado, por separado, o ambos elementos deben limpiarse químicamente cuando se producen los parámetros mencionados a continuación, el lavado físico ya no puede restaurar el rendimiento de la membrana de ósmosis inversa y nanofiltración.

- El flujo de permeado normalizado cae entre un 10% y un 15% o más.
- La diferencia de presión normalizada (entre la presión de alimentación y la presión del concentrado) aumenta un 15% o más.
- La normalización del paso de la sal incrementa 10-15% o por encima.

La limpieza física es recomendada antes de la limpieza química.

Confirmación del tipo de incrustación

Antes de la limpieza química, es importante determinar el tipo de incrustación en la superficie de la membrana. La mejor manera de determinar el tipo de incrustación es realizar un análisis químico de los residuos recolectados en el diafragma de prueba SDI para determinar los principales tipos de contaminantes y luego realizar una limpieza química específica.

En ausencia de análisis químico, de acuerdo con la determinación de SDI, se puede medir el color y la densidad del residuo en la lámina plana de la membrana, y luego se puede clasificar la incrustación.

Por ejemplo, si es marrón, puede haber incrustaciones por escamas de hierro. Si es blanco, probablemente incrustaciones por silicio, arcilla arenosa, incrustaciones de calcio, etc.

El aspecto de la lente es característico del coloide inorgánico y de incrustaciones de calcio. Las incrustaciones biológicas o el material orgánico suelen ser viscosos, excepto en el análisis de olores.

Elección de agentes de limpieza

La selección de métodos y agentes de limpieza química debe estar determinada por el estado del agua cruda.

- Si el agua cruda tiene mayor dureza, las membranas son más propensas a ensuciarse con incrustaciones, generalmente se limpian con productos químicos ácidos; Es probable que el agua

cruda con contenido orgánico cause contaminación orgánica en la membrana, generalmente se usarán químicos alcalinos para la limpieza.

- Cuando el sistema está dominado por incrustaciones de sal, se recomienda escurtir primero y luego limpiar con álcali; cuando el sistema está principalmente contaminado por materia orgánica, se recomienda adoptar primero la limpieza con álcali, luego la limpieza con salmuera y la limpieza con álcali.

Contaminantes	Soluciones de limpieza química	Condiciones de limpieza
Incrustación de carbonato	HCl de ácido clorhídrico al 0.2%	Temperatura 35°C; pH > 2
	0.5% de ácido fosfórico H ₃ PO ₄	Temperatura 35°C
	2.0% de ácido cítrico C ₆ H ₈ O ₇	Temperatura 35°C; Ajuste el pH a 3 con amoníaco
Incrustación de sulfato	0.1% de Hidróxido de sodio NaOH 1.0% de Tetrasodio EDTA EDTA-4Na	Temperatura 30°C; pH 12
	0.1% de Hidróxido de sodio NaOH 0.025% de Dodecilsulfonato de sodio Na-DDBS	
	1.0% de Ditionito de sodio Na ₂ S ₂ O ₄	
Óxido	0.5% de Ácido fosfórico H ₃ PO ₄	Temperatura 30°C; pH > 2
	2.0% de Ácido cítrico C ₆ H ₈ O ₇	Temperatura 30°C; Ajuste el pH a 3 con amoníaco
	0.1% de Hidróxido de sodio NaOH 0.025% de Dodecilsulfonato de sodio Na-DDBS	Temperatura 30°C; pH 12
Materia orgánica	0.1% de Hidróxido de sodio NaOH 0.025% de Dodecilsulfonato de sodio Na-DDBS 0.2% de Ácido clorhídrico HCl	Temperatura 30°C El primer paso es utilizar NaOH y Na-DDBS, pH 12 El segundo paso es usar HCl > 2
	0.1% de Hidróxido de sodio NaOH 1.0% de Tetrasodio EDTA EDTA-4Na 0.2% de Ácido clorhídrico HCl	Temperatura 30°C El primer paso es utilizar NaOH y EDTA-4Na, pH 12 El segundo paso es usar HCl, pH > 2
	0.1% de Hidróxido de sodio NaOH 0.025% de Dodecilsulfonato de sodio Na-DDBS 0.1% de Hidróxido de sodio NaOH	Temperatura 30°C; pH 12

Pasos de limpieza

1. Lavado a baja presión de los sistemas de ósmosis inversa con agua producida.
2. Prepare la solución de limpieza relevante en el tanque de agua de limpieza (Prepare con agua del producto para controlar el pH y la temperatura de la solución de limpieza).
3. Abra y cierre la válvula correspondiente para formar una tubería de lavado de medios en circulación; Encienda la bomba de limpieza e inyecte la solución de limpieza en la portamembranas de la membrana para iniciar la operación de limpieza del ciclo. El tiempo de ciclo de limpieza es de (1-2) horas por una vez.
4. El ciclo de limpieza comienza durante 5 minutos, se lleva a cabo en una cantidad de 1/3 del caudal establecido, y luego cada 10 minutos aproximadamente, el caudal del ciclo aumenta gradualmente desde 2/3 del caudal establecido para la tasa del flujo completo para la circulación.
5. Después de la primera limpieza, la membrana debe enjuagarse con agua del producto y luego reemplazarse con otra solución limpiadora.
6. Detección en tiempo real de la turbidez y el valor de pH del agua concentrada, cuando se vuelve turbia o el valor de pH cambia más de 0.5 unidades, la solución de limpieza se debe complementar o volver a preparar.
7. Después de la limpieza, primero lave el sistema con baja presión y gradualmente extraiga y aumente la presión hasta que el agua producida esté calificada.

8. Si la membrana está muy obstruida, o la recuperación del flujo no es obvia después de la limpieza, la solución de limpieza puede introducirse en la portamembrana de la membrana y la solución de limpieza se puede mantener en el estante de la membrana y remojar la membrana durante (6-12) horas antes del segundo tiempo de limpieza circulante.
9. Para la limpieza de "sistemas multietapa", el proceso de enjuague y remojo se puede realizar en todas las secciones al mismo tiempo; pero el proceso de limpieza del ciclo de alto flujo debe llevarse a cabo en etapas para facilitar el control del flujo de circulación durante cada etapa de limpieza.

Atenciones de limpieza

1. Antes de comenzar la limpieza química, asegúrese de que los productos químicos utilizados en la solución limpiadora estén completamente disueltos y mezclados.
2. Limpiar el sistema de ósmosis inversa con "baja presión y gran flujo" provocará una gran caída de presión. Cabe señalar que la caída de presión máxima permitida para la entrada y el agua concentrada de un solo elemento es de 0.1 MPa o 15 psi, y la caída de presión máxima permitida para portamembranas con membranas múltiples es de 0.35 MPa o 50 psi.
3. Límite de pH de limpieza: cuando el pH de la solución = 1 o 13, puede limpiar de manera eficiente las incrustaciones, los compuestos orgánicos y las biomembranas. En el caso de esta limpieza de pH límite, la temperatura de la solución debe controlarse en el proceso de limpieza para garantizar que los componentes de la membrana no se dañen.
4. Límite de temperatura de limpieza: durante la limpieza química normal, la temperatura de la solución debe controlarse a (30-35)°C; para una limpieza extrema, la temperatura de la solución debe controlarse dentro de los 30°C; Trate de evitar la limpieza química en un ambiente de baja temperatura, y debe ser usada la temperatura de la solución 20°C para garantizar la eficiencia de la limpieza y evitar la precipitación.
5. Después de la limpieza química, antes de que el funcionamiento normal del sistema de ósmosis inversa sea restaurado, el sistema debe enjuagarse con el agua del sistema o con agua que cumpla con los requisitos del flujo de entrada del sistema de ósmosis inversa. La limpieza química se completa solo después de que el residuo de la solución de limpieza en el sistema se haya enjuagado por completo.

3.2. DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA

Desinfección del sistema

Para evitar la reproducción bacteriana, el sistema de ósmosis inversa debe desinfectarse con regularidad o antes de que el sistema se apague durante un período prolongado. Se recomienda utilizar una solución de bisulfito de sodio al 1.0% para remojar.

Atenciones de desinfección

- El agua utilizada para preparar la solución desinfectante debe estar libre de cloro residual u otros oxidantes.
- Evite el uso de desinfectantes oxidantes, que pueden causar daño de oxidación a la membrana.

4. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Las fallas comunes de los sistemas de ósmosis inversa y nanofiltración incluyen: rendimiento anormal de la instalación inicial y degradación del rendimiento del sistema después de un funcionamiento estable. Se manifiesta principalmente en:

- Se reduce el rechazo del sistema.
- Cambios sistemáticos en la tasa de flujo de permeado.
- Cambios anormales en la presión de operación del sistema (diferencial de presión). Los cambios anormales en el rendimiento del sistema deben analizarse bajo los datos de operación para excluir varios factores externos. Juzgue la posible causa y ubicación de la anomalía a través de los cambios anormales de los datos, realice más pruebas para determinar la causa de la anomalía y tome las medidas correspondientes. La falla o anomalía típica del sistema de ósmosis inversa se describirá a continuación.

4.1. SELECCIÓN DE LA MEMBRANA Y ERRORES DE DISEÑO DEL SISTEMA

Las anomalías comunes en el rendimiento de la instalación inicial del sistema se muestran principalmente en el flujo de permeado y la tasa de rechazo anormales. La mayoría de las anomalías de la instalación inicial están relacionadas con la selección de la membrana y errores de diseño del sistema.

Las excepciones comunes incluyen: el alto contenido de sal del agua cruda, lo que lleva a la producción de agua del sistema a que no pueda cumplir con los requisitos de diseño; la selección de la membrana (especialmente la membrana de nanofiltración) hace que la tasa de desalinización del sistema sea demasiado baja o demasiado alta (algunos proyectos de agua mineral), etc.

Por lo tanto, es necesario comprender la condición del agua cruda y los requisitos de producción de agua del sistema del usuario y, si es necesario, se necesitará una prueba piloto.

4.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA

La temperatura es una de las principales razones que afectan el flujo de permeado de las membranas.

Afectado por la actividad molecular, cuanto mayor es la temperatura, menor es la viscosidad del agua (aumenta el coeficiente de corrección de temperatura) y el aumento del flujo de agua.

Consulte más detalles en: [Apéndice 1 "Tabla de factor de corrección de temperatura para flujo de permeado" \[30\]](#)

4.3. CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN

La contaminación por partículas en suspensión ocurre principalmente en el caso de fallas del pretratamiento o defectos en el diseño del pretratamiento.

Tales como lavado incompleto de filtros multimedia, materiales de filtro de mala calidad, falla de los filamentos rotos de ultrafiltración y parálisis del pretratamiento causada por cambios repentinos en el agua cruda.

La falla ocurre en el extremo frontal de una sección de la membrana (cerca del extremo de la bomba de alta presión). Los datos operativos del sistema principal se muestran a continuación:

Flujo de permeado	Disminuye
Rechazo	Incrementa o sin cambio
Diferencial de presión	Incrementa
Localización de fallos	Principalmente en el frente de una etapa



Cuando se produce la contaminación por partículas, es necesario comprobar si el pretratamiento está completo y los cambios en el agua cruda, y las medidas de tratamiento correspondientes deben tomarse de acuerdo con la situación real para garantizar que el agua de entrada del sistema de ósmosis inversa cumpla con los requisitos de calidad del agua de entrada.

Para obtener más información, consulte: "[REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA DE ENTRADA AL SISTEMA DE MEMBRANAS \[28\]](#)"

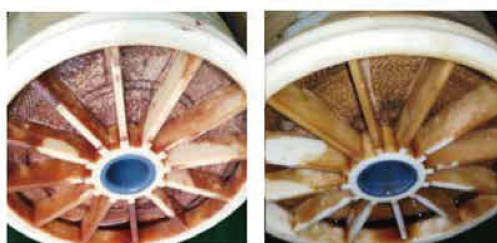
4.4. CONTAMINACIÓN ORGÁNICA

La contaminación orgánica ocurre principalmente en sistemas en los que el agua cruda son aguas superficiales, aguas recuperadas, aguas residuales o aguas subterráneas contaminadas.

Puede confirmarse detectando COD y BOD₅ del agua cruda. La contaminación orgánica puede ocurrir en cualquier etapa y normalmente se puede usar un lavado alcalino para restaurar el rendimiento del sistema.

Los principales métodos de rendimiento de datos operativos del sistema son los siguientes:

Flujo de permeado	Disminuye
Rechazo	Incrementa o sin cambio
Diferencial de presión	Normal
Localización de fallos	Cualquier ubicación



La contaminación orgánica generalmente ocurre con contaminación microbiana, y generalmente se puede usar un lavado alcalino para restaurar el rendimiento del sistema. Consulte más detalles en: "[LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA \[17\]](#)".

La contaminación orgánica puede eliminarse reemplazando el material del filtro de pretratamiento, y es necesario mejorar el pretratamiento para evitar la contaminación orgánica.

4.5. CONTAMINACIÓN COLOIDAL

La contaminación coloidal ocurre principalmente en sistemas que utilizan agua superficial o agua subterránea poco profunda contaminada como fuente de suministro.

Puede juzgarse por el valor SDI del agua cruda. Si el valor de SDI del agua cruda es alto, la posibilidad de contaminación coloidal del elemento de membrana es muy alta.

Los datos operativos del sistema principal se muestran abajo:

Flujo de permeado	Disminuye
Rechazo	Normal o ligeramente disminuye
Diferencial de presión	Incrementa
Localización de fallos	Principalmente en el frente de la primera etapa



La contaminación coloidal grave es generalmente difícil de limpiar, y se deben adoptar diferentes esquemas de limpieza de acuerdo con las condiciones reales para la contaminación coloidal diferente. Para obtener más información, consulte: "[LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA \[17\]](#)".

Cuando se produce contaminación coloidal, es necesario confirmar si el sistema de pretratamiento (filtro multimedia, sistema de ultrafiltración), etc., tiene fallas o sobrecargas, y optimiza el sistema de pretratamiento de acuerdo con la situación real.

4.6. CONTAMINACIÓN MICROBIANA

La contaminación microbiana es una de las más comunes en el sistema.

Ocurre principalmente en sistemas que utilizan agua cruda como agua superficial, agua recuperada, aguas residuales o aguas subterráneas contaminadas como fuente de suministro, y generalmente se acompaña de contaminación orgánica (para proporcionar nutrientes para la reproducción microbiana).

Esta anomalía generalmente se confirma por el número total de colonias en agua cruda o agua producida. Los datos operativos del sistema principal se muestran a continuación:

Flujo de permeado	Disminuye
Rechazo	Normal o ligeramente disminuye
Diferencial de presión	Incrementando
Localización de fallos	Cualquier ubicación



El lavado y desinfección médica se utilizan normalmente para solucionar la contaminación por microorganismos anormales. Para obtener más información, consulte: "[LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA \[17\]](#)".

Debido a la fuerte reproducción de los microorganismos, se debe encontrar la fuente de contaminación para la esterilización específica; de lo contrario, los microorganismos se multiplicarán nuevamente en poco tiempo, lo que provocará un ensuciamiento repetido de el sistema.

4.7. INCRUSTACIONES DE ÓXIDO

Las incrustaciones de óxido generalmente ocurren por el agua de alimentación del sistema que contiene hierro, manganeso, aluminio, etc.

Algunos sistemas de suministro de agua que utilizan tuberías de hierro fundido sin tratar también tendrán un incrustaciones de óxido. Ocurre predominantemente en el extremo frontal del sistema de ósmosis inversa. Los datos operativos del sistema principal se muestran a continuación:

Flujo de permeado	Disminuye
Rechazo	Disminuye
Diferencial de presión	Normal o incrementa
Localización de fallos	En la punta de la primera etapa



La contaminación por hierro normalmente se puede limpiar con ácido cítrico o ditionito de sodio. Para obtener más información, consulte: "[LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA \[17\]](#)".

Para las incrustaciones de óxido metálico, la medida es utilizar equipos de filtro de oxidación, como un filtro de arena de manganeso u otros métodos de pretratamiento, para eliminar los óxidos metálicos de acuerdo con la condición real.

4.8. INCRUSTACIONES DE SAL INORGÁNICA

La incrustación de sal inorgánica es una de las contaminaciones más comunes en los sistemas.

Ocurre principalmente debido a la sal insoluble que el agua concentrada alcanza en la saturación.

Se deposita en la superficie de la membrana después de la precipitación y normalmente ocurre al final del sistema de ósmosis inversa. En algunos casos, la incrustación se produce en poco tiempo (unas pocas horas o incluso menos). Los principales datos operativos del sistema son:

Flujo de permeado	Disminuye
Rechazo	Disminuye
Diferencial de presión	Incrementa
Localización de fallos	Al final de la primera etapa



Las sustancias incrustantes comunes son carbonato de calcio, sulfato de calcio, sulfato de bario, sulfato de estroncio, fluoruro de calcio, fosfato de calcio, silicato, etc. Se pueden adoptar diferentes esquemas de limpieza para diferentes sustancias incrustantes. Para obtener más información, consulte: "[LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA \[17\]](#)".

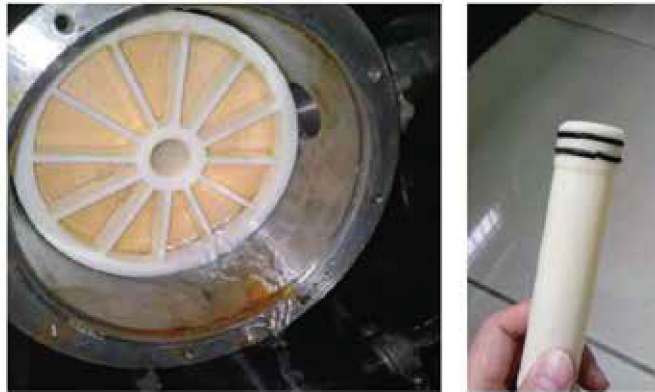
La incrustación grave puede causar daños irreversibles a la membrana. Generalmente, se pueden utilizar métodos como el intercambio iónico, la adición de inhibidores de incrustaciones, la reducción de la tasa de recuperación y la disminución del pH del agua cruda para controlar la aparición de incrustaciones.

4.9. FUGAS EN LA JUNTA TÓRICA

Las fugas en la junta tórica generalmente ocurren en la etapa de instalación inicial y depuración del sistema u ocurren repentinamente después de que el sistema esté en funcionamiento.

Primero se muestra como una caída repentina en la tasa de rechazo del sistema. Se puede confirmar detectando la conductividad del agua producida por una cubierta de membrana única y confirmar el punto anormal mediante el experimento del método de la sonda. Los datos de funcionamiento del sistema principal son:

Flujo de permeado	Incrementa
Rechazo	Disminuye
Diferencial de presión	Se mantiene o disminuye
Localización de fallos	Cualquier ubicación



La fuga de la junta tórica se debe principalmente a una mala lubricación de la junta tórica cuando el elemento de membrana está instalado o una instalación incorrecta del elemento de membrana (el elemento de membrana se desliza en la cubierta de la membrana)

4.10. OXIDACIÓN

La oxidación de la membrana, generalmente ocurre en sistemas que usan agua del grifo, agua en circulación, agua subterránea contaminada y agua recuperada como agua cruda.

En algunos casos, el tratamiento posterior inadecuado de los fungicidas oxidantes, el agua cruda que contiene cromo hexavalente, permanganato de potasio y otras sustancias provocará la oxidación y destrucción de los elementos de la membrana. Los principales datos operativos del sistema son:

Flujo de permeado	Incrementa
Rechazo	Disminuye
Diferencial de presión	Normal
Localización de fallos	Cualquier ubicación, especialmente al frente de la primera etapa

La oxidación es un daño irreversible a la membrana y el rendimiento no se puede restaurar mediante la limpieza. La única solución es cambiar la membrana.

4.11. OTRAS ANOMALÍAS

Contrapresión de la membrana

La contrapresión de la membrana se debe principalmente a la presión excesiva en el lado del agua de permeado (alta presión en la tubería de agua pura o error de funcionamiento del sistema), la capa de separación de la lámina de membrana se despegga. Entonces, el agua cruda ingresa al sistema de agua pura desde donde se desprende la lámina de la membrana, lo que hace que la tasa de rechazo del sistema disminuya.

El rendimiento anormal del sistema es similar a la fuga de la junta tórica. La ubicación anormal se puede confirmar mediante el método de la sonda. La contrapresión de la membrana se puede producir en cualquier ubicación.

Diferencial de presión excesivo, impacto de golpe de ariete

Después de que el elemento de membrana se ensucia, la diferencia de presión del elemento de membrana generalmente aumenta.

Cuando el diferencial de presión es demasiado grande, el portador de sello de salmuera del elemento de membrana y el FRP (plástico reforzado con fibra) del elemento de membrana pueden dañarse

(reventar o romperse) o el espaciador de canal concentrado del elemento de membrana puede lavarse. Es posible que este daño no cambie la tasa de rechazo del sistema en poco tiempo, pero afectará la vida útil del elemento de membrana.

Para tales problemas, sugiere mejorar el pretratamiento para reducir la posibilidad de ensuciamiento de la membrana. La solución, como el arranque suave de la bomba de alta presión, reduce el impacto del golpe de ariete en la membrana.

Lubricante

Lubricantes de petróleo, detergentes, etc. Pueden dañar el tubo de recolección de permeado de la membrana debido a su compleja composición. Por lo tanto, solo recomendamos usar glicerina (glicerol).

4.12. ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE FALLAS COMUNES

Tabla 1. Análisis y solución de fallas comunes

No	Flujo de permeado	Tasa de rechazo	Diferencial de presión	Causa del error	Solución
1	Disminuye	Aumenta	Se mantiene	Densificación de la lámina plana de la membrana debido a golpe de ariete	Reemplazar la membrana Mejorando el sistema de ósmosis inversa
2	Disminuye	Se mantiene	Se mantiene	Contaminación orgánica	Limpieza química Mejorando el pretratamiento
3	Disminuye	Disminuye poco	Aumenta	Contaminación microbiana	Limpieza química Desinfección Mejorando el pretratamiento
4	Disminuye	Disminuye	Aumenta	Contaminación coloidal o incrustaciones	Limpieza química Mejorando el pretratamiento
5	Aumenta	Disminuye	Se mantiene	Fuga en la junta tórica	Inspeccione o reemplace la junta tórica
6	Aumenta	Disminuye	Se mantiene	Contrapresión u oxidación	Reemplace la membrana

Tabla 2. Juicio por contaminación del sistema común

No	Tipo de contaminación	Cambio de presión del agua de alimentación	Cambio en diferencial de presión	Cambio de tasa de rechazo	Posible ubicación del fallo
1	Incrustación de sal orgánica	Aumenta	Aumenta	Disminuye	En la punta de la etapa final
2	Contaminación orgánica	Aumenta	Se mantiene	Aumenta o se mantiene	En toda la membrana
3	Incrustaciones de óxido	Aumenta rápidamente	Aumenta rápidamente	Disminuye rápidamente	En el frente de la primera etapa
4	Contaminación biológica	Aumenta rápidamente	Aumenta rápidamente	Disminuye rápidamente	Cualquier ubicación
5	Contaminación coloidal	Aumenta lentamente	Aumenta lentamente	Disminuye lentamente	En el frente de la primera etapa
6	Contaminación por incrustaciones	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Al final de las etapas
7	Depósitos de polimerización de silicio	Aumenta	Aumenta	Disminuye	En la punta de la última etapa

Pasos del análisis de fallas

1. Confirme si el sistema de ósmosis inversa funciona de manera anormal.
2. Confirme si el sistema de ósmosis inversa ha estado apagado durante mucho tiempo y si se ha apagado durante el mantenimiento.
3. Confirme si el pretratamiento del sistema de ósmosis inversa o el sistema de dosificación de productos químicos es normal.
4. Confirme si el sistema de ósmosis inversa se usa en condiciones adecuadas de temperatura de entrada de agua, TDS o pH.
5. Confirme si la tasa de flujo de agua de entrada y la tasa de recuperación de agua del sistema de ósmosis inversa son normales.
6. Confirme si el diferencial de presión del sistema de ósmosis inversa (presión de agua de entrada - presión de agua concentrada) es normal.
7. Confirme si se han calibrado todos los instrumentos.
8. Realizar cálculos estandarizados sobre el flujo y la calidad del agua de producción.
9. Mida la calidad del agua producto sección por etapa y la portamembranas.
10. Compruebe si el sello de cada recipiente a presión está dañado.
11. Compruebe si el filtro de seguridad del sistema de ósmosis inversa contiene contaminantes.
12. Compruebe si la membrana está contaminada o dañada.
13. Muestreo y análisis de los datos de calidad del agua del agua de entrada del sistema de ósmosis inversa, el agua concentrada y cada etapa de la producción de agua y la producción total de agua.
14. Compare los datos de calidad del agua obtenidos del análisis con el valor calculado del diseño del sistema de ósmosis inversa.
15. Determinar los posibles contaminantes sobre la base de los cambios en la calidad del agua, el caudal y la caída de presión después de la estandarización.
16. Limpiar las incrustaciones y los contaminantes previstos.
17. Analizar los contaminantes contenidos en la solución limpiadora y los cambios en el color y pH de la solución limpiadora.
18. Envíe la membrana para un análisis no destructivo y determine el plan de limpieza.
19. Realizar análisis anatómicos y análisis de laboratorio de la membrana para determinar contaminantes.

5. REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA DE ENTRADA AL SISTEMA DE MEMBRANAS

Elementos		Valor admisible	Probable consecuencia de un estándar excesivo	Sugerencia de mejora
Sólidos suspendidos	Turbiedad	< 1.0 NTU	Lodo, contaminación coloidal	Sedimentación por floculación, filtración, microfiltración, ultrafiltración
	SDI ₁₅	< 5.0		
Óxidos	Fe (mg/L)	< 0.05	Contaminación por hierro	Oxidación + precipitación o filtración
	Mn (mg/L)		Contaminación por manganeso	Usar dispersante
Materia formadora de incrustaciones	CaCO ₃	LSI < 0	Incrustaciones	Disminuya la tasa de recuperación, el valor de pH, o agregue inhibidor de incrustaciones
	Si (mg/L)	< 20		
	Otra sal insoluble	/		
Orgánicos	Aceite	0	Contaminación orgánica y por aceite	Flotación de aire
	TOC (mg/L)	< 5	<Contaminación orgánica y microbiana	Absorción de carbón activado, Filtración
	COD _{cr} (mg/L)	< 15		
	BOD ₅ (mg/L)	< 10		
pH	3 - 10	Un pH demasiado bajo o demasiado alto, acelerará el envejecimiento	Regulación de ácido - base	
Temperatura	4°C - 45°C	La baja temperatura producirá fácilmente incrustaciones de la sal no disuelta La alta temperatura acelerará la velocidad de envejecimiento de la membrana	Intercambiador de calor	
Oxidante	Cloro residual (mg/L)	< 0.1	El sistema de ósmosis inversa se oxidará	Absorción de carbón activado o reductor
	Ozono y otros	0		



NOTA

1. La membrana tiene cierta capacidad de resistencia al cloro residual (200 ppm - 1 000 ppm HR), y cuando se encuentra en diferentes temperaturas, valores de pH y otras condiciones, la velocidad de daño del cloro residual es diferente a la membrana de poliamida aromática. Por lo tanto, debe asegurarse el cloro residual del agua de alimentación por debajo de 0.1 mg/L
2. El hierro y el manganeso en el agua de alimentación no pueden ser superiores a 0.05 mg/L, que normalmente se disuelven en agua con hidróxido bivalente o trivalente insoluble. Si la concentración de hierro y manganeso es superior a 0.05 mg/L y el aire los oxida para formar $\text{Fe}(\text{OH})_3$ y $\text{Mn}(\text{OH})_2$, habrá precipitado en el sistema de ósmosis inversa cuando el valor de pH sea superior al nivel estándar.
3. El silicio existe en la mayoría de los cuerpos de agua naturales, la concentración varía de (1 - 100) mg/K, y cuando el pH del cuerpo de agua es menor a 9.0, existe principalmente como $\text{Si}(\text{OH})_4$. Cuando el pH es bajo, el ácido silícico se puede polimerizar para formar gel de sílice. Cuando el pH es alto en 9.0, se separará en SiO_3^{2-} iones, y formarán una precipitación de hidratos con calcio, manganeso, hierro o plomo.
4. La alcalinidad está formada principalmente por HCO_3^- . Cuando el Valor de pH es más alto que 8.3, HCO_3^- se transferirá a ser CO_3^{2-} . El agua cruda se concentrará en el proceso del sistema RO y NF, por lo que es fácil extraer CaCO_3 de la materia de incrustación en el sistema.
5. Si uno o más de los indicadores anteriores no cumplen, lo que puede tener la siguiente influencia para las membranas o daño permanente:
 - El sólido suspendido puede tapan la membrana, incluso después de una contaminación coloidal grave.
 - Una producción creciente de COD_{cr} puede ocurrir como resultado de contaminación orgánica y microbiológica.

6. APÉNDICE 1: TABLA DE FACTOR DE CORRECCIÓN DE TEMPERATURA PARA FLUJO DE PERMEADO

°C	+0.0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.4	+0.5	+0.6	+0.7	+0.8	+0.9
5	2.014	2.007	2.000	1.993	1.986	1.979	1.972	1.965	1.958	1.951
6	1.944	1.938	1.931	1.924	1.917	1.911	1.904	1.897	1.891	1.884
7	1.878	1.871	1.865	1.858	1.852	1.845	1.839	1.832	1.826	1.819
8	1.813	1.807	1.800	1.794	1.788	1.782	1.775	1.769	1.763	1.757
9	1.751	1.745	1.738	1.732	1.726	1.720	1.714	1.708	1.702	1.696
10	1.690	1.685	1.679	1.673	1.667	1.661	1.655	1.650	1.644	1.638
11	1.632	1.627	1.621	1.615	1.610	1.604	1.598	1.593	1.587	1.582
12	1.576	1.571	1.565	1.560	1.554	1.549	1.543	1.538	1.533	1.527
13	1.522	1.517	1.511	1.506	1.501	1.496	1.490	1.485	1.480	1.475
14	1.470	1.464	1.459	1.454	1.449	1.444	1.439	1.434	1.429	1.424
15	1.419	1.414	1.409	1.404	1.399	1.394	1.390	1.385	1.380	1.375
16	1.370	1.365	1.361	1.356	1.351	1.346	1.342	1.337	1.332	1.328
17	1.323	1.319	1.314	1.309	1.305	1.300	1.296	1.291	1.287	1.282
18	1.278	1.273	1.269	1.264	1.260	1.255	1.251	1.247	1.242	1.238
19	1.234	1.229	1.225	1.221	1.217	1.212	1.208	1.204	1.200	1.195
20	1.191	1.187	1.183	1.179	1.175	1.171	1.166	1.162	1.158	1.154
21	1.150	1.146	1.142	1.138	1.134	1.130	1.126	1.122	1.119	1.115
22	1.111	1.107	1.103	1.099	1.095	1.091	1.088	1.084	1.080	1.076
23	1.073	1.069	1.065	1.061	1.058	1.054	1.050	1.047	1.043	1.039
24	1.036	1.032	1.028	1.025	1.021	1.018	1.014	1.011	1.007	1.004
25	1.000	0.997	0.993	0.990	0.986	0.983	0.979	0.976	0.972	0.969
26	0.966	0.962	0.959	0.956	0.952	0.949	0.946	0.942	0.939	0.936
27	0.932	0.929	0.926	0.923	0.919	0.916	0.913	0.910	0.907	0.903
28	0.900	0.897	0.894	0.891	0.888	0.885	0.882	0.879	0.875	0.872
29	0.869	0.866	0.863	0.860	0.857	0.854	0.851	0.848	0.845	0.842
30	0.839	0.837	0.834	0.831	0.828	0.825	0.822	0.819	0.816	0.813
31	0.811	0.808	0.805	0.802	0.799	0.797	0.794	0.791	0.788	0.785
32	0.783	0.780	0.777	0.775	0.772	0.769	0.766	0.764	0.761	0.758
33	0.756	0.753	0.751	0.748	0.745	0.743	0.740	0.737	0.735	0.732
34	0.730	0.727	0.725	0.722	0.720	0.717	0.715	0.712	0.710	0.707
35	0.705	0.702	0.700	0.697	0.695	0.692	0.690	0.688	0.685	0.683
36	0.680	0.678	0.676	0.673	0.671	0.669	0.666	0.664	0.662	0.659
37	0.657	0.655	0.652	0.650	0.648	0.646	0.643	0.641	0.639	0.637
38	0.634	0.632	0.630	0.628	0.626	0.623	0.621	0.619	0.617	0.615
39	0.613	0.610	0.608	0.606	0.604	0.602	0.600	0.598	0.596	0.594

Observación: [Flujo de permeado corregido] = [Flujo de permeado estándar a 25°C] / [Factor de corrección de temperatura correspondiente a la temperatura del agua de entrada]

7. APÉNDICE 2: UNIDADES DE USO COMÚN Y RELACIONES DE CONVERSIÓN EN LA INDUSTRIA DE MEMBRANAS

- La tasa de rechazo real del sistema: $[1 - (\text{TDS de agua permeada} / \text{TDS de agua de entrada})] \times 100\%$.
- Tasa de recuperación del sistema: $(\text{agua permeada del sistema} / \text{agua de entrada al sistema}) \times 100\%$.
- Flujo de membrana: Agua permeada por unidad de área de membrana por unidad de tiempo.

No.	Proyecto	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Unidad 5
1	Volumen	L	gal (US)	m ³	mL	cc (cm ³)
2	Longitud / Espesor	cm	mm	µm	pulgadas	mil
3	Área	m ²	ft ²			
4	Flujo	m ³ /h	gpd	gpm	L/h	L/min
5	Presión	bar	psi	MPa		
6	Conductividad	µS/cm	mS/cm	S/m	mS/m	
7	Fluido	gfd	L/m ² .h(LMH)			
8	Masa	kg	g	lb		
9	Temperatura	°C	°F			
10	Concentración de la solución	mg/L	mmol/L			

Volumen:	1 L	= 0.2642 gal(US)	= 0.001 m ³	= 1 000 mL	= 1 000 cc (cm ³)
Longitud / Espesor:	1 cm	= 10 mm	= 10 000 µm	= 0.3937"	= 393.70 mil
Área:	1 m ²	= 10.7639 ft ²			
Flujo:	1 m ³ /h	= 6 340.13 gpd	= 4.4029 gpm	= 1 000 L/h	= 16.6667 l/min
Presión:	1 bar	= 14.5038 psi	= 0.1 MPa	= 1.0197 kg-f/cm ²	
Conductividad:	1 µS/cm	= 0.001 mS/cm	= 0.0001 S/m	= 0.1 mS/m	
Fluido:	1 gfd	= 1.6977 L/m ² .h(KMH)			
Masa:	1 kg	= 1 000 g	= 2.2046 lb		
Temperatura:	°F	32 + 1.8 x °C			
Concentración de solución:	mg/L	Masa molecular relativa x mmol/L			

- TDS (Total Dissolved Solids) es el total de sólidos disueltos, que se usa para medir el contenido total de todos los iones en el agua, generalmente expresado en ppm.
- Ppm (partes por millón) significa partes por millón; La concentración de ppm expresada por la masa de soluto en partes por millón de la masa de la solución total, también conocida como concentración de partes por millón; La concentración de ppm se utiliza a menudo cuando la concentración es muy pequeña. Para las soluciones, ppm generalmente se refiere a la concentración de masa y ppm es mg/L.