



**SOPORTE OFICIAL**



**Análisis de rechazo  
de sal en sistemas de  
ósmosis inversa**

## Cálculo y factores que influyen en el rechazo de la sal

### ¿Qué es el sistema de rechazo de sal?

El rechazo de sal de un sistema de ósmosis inversa es un indicador importante del proceso de ósmosis inversa, que se refiere a la eficiencia del elemento de membrana para eliminar los sólidos disueltos del agua que ingresa al sistema durante el proceso de ósmosis inversa, generalmente expresado como un porcentaje. Cuanto mayor sea el rechazo de sal de ósmosis inversa, mejor será el efecto del sistema en la eliminación de impurezas en el agua y mejor será la calidad del agua. La tecnología de desalinización por ósmosis inversa eficiente se usa ampliamente en áreas como la desalinización y el tratamiento de agua industrial.

### Cálculo del rechazo de sal del sistema de ósmosis inversa

El rechazo de sal se refiere a la capacidad de la membrana de ósmosis inversa de permitir el paso de la solución y evitar el paso de los sólidos disueltos. Los sólidos disueltos totales (TDS) en el líquido son simplemente el contenido de sal del líquido y el valor de TDS es proporcional a la conductividad eléctrica. Existen dos métodos para calcular el rechazo de sal:

$$\text{Salt Rejection \%} = \frac{\text{Feed Water Salt content} - \text{Permeate Salt content}}{\text{Feed Water Salt content}} \times 100$$

$$\text{Salt Rejection \%} = \frac{\text{Feed Water Conductivity} - \text{Permeate Water Conductivity}}{\text{Feed Water Conductivity}} \times 100$$

### Principales factores que influyen en el rechazo de la sal

- **Presión del agua de alimentación**

La presión elevada del agua de alimentación aumentará el flujo de agua de la membrana de ósmosis inversa y el rechazo de sal también aumentará hasta cierto punto. Cuando se alcanza un cierto grado de rechazo de sal, el rechazo de sal no cambiará y, si se supera un cierto valor, se dañará el elemento de la membrana.

- **Temperatura del agua de alimentación**

La membrana de ósmosis inversa es muy sensible a los cambios en la temperatura del agua de alimentación. La temperatura del agua de alimentación afecta directamente la viscosidad del agua y la tasa de movimiento de la sal. A medida que aumenta la temperatura, aumenta la tasa de transmisión de la sal, aumenta la conductividad eléctrica del lado del agua de permeado y se reducirá el rechazo de sal. Es decir, la temperatura del agua de alimentación aumenta, el rechazo de sal de la membrana disminuye y, viceversa, el rechazo de sal de la membrana es mayor a bajas

temperaturas.

- **Concentración de sal en el agua de alimentación**

Cuando la presión del agua de alimentación no cambia, cuanto mayor sea el contenido de sal del agua de alimentación, mayor será la presión osmótica, la permeabilidad a la sal de la membrana también aumentará y mayor será la permeación y el rechazo de sal.

- **pH del agua de entrada**

La membrana de ósmosis inversa tiene el mayor rechazo de sal a un pH de aproximadamente 7. La permeabilidad a la sal del sistema de membrana varía con el pH, pero un pH demasiado alto o demasiado bajo puede dañar la membrana.

- **Prefiltro incompleto para eliminación de impurezas**

Si el sistema de prefiltro antes de ingresar a la membrana de RO para eliminar impurezas no es bueno, demasiadas impurezas en la membrana de RO provocarán obstrucciones y contaminación de la membrana de RO, lo que afectará el rendimiento de filtración de la membrana, lo que dará como resultado una mala calidad del agua permeada y reducirá la tasa de rechazo.

- **Tasa de recuperación**

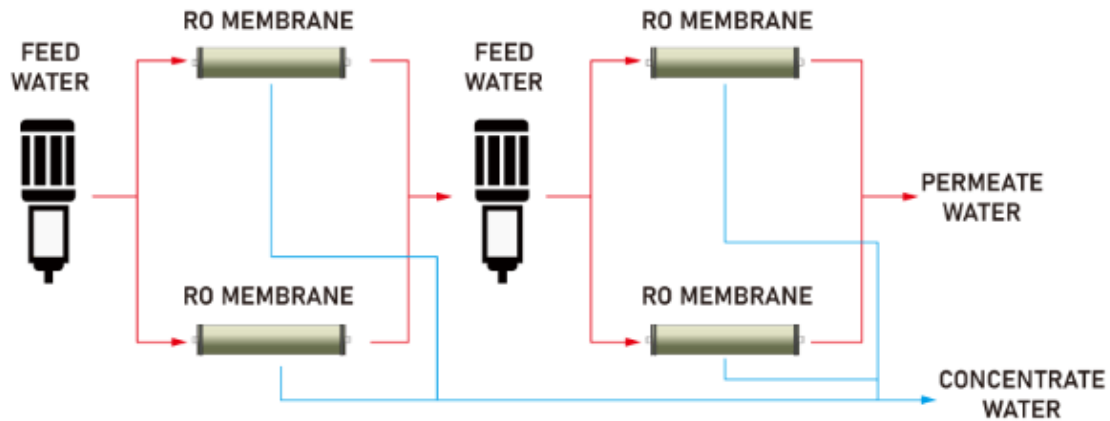
Una alta tasa de recuperación significa que se recupera y reutiliza más agua y la concentración de solutos en el agua aumentará gradualmente, lo que dará como resultado una menor tasa de rechazo.

- **Valencia iónica y tamaño de la molécula de sal**

El rechazo de sal de la membrana de ósmosis para diferentes sustancias está determinado principalmente por la estructura y el peso molecular de las sustancias, el rechazo de sal para iones de alta valencia e iones monovalentes complejos es mayor, y el rechazo de sal para iones monovalentes, como el ion sodio, el ion potasio, el ion cloruro, es ligeramente menor y el rechazo de sal aumentará con el aumento del diámetro molecular.

- **Mayor rechazo de sal en el sistema de ósmosis inversa de segundo paso que en el sistema de ósmosis inversa de primer paso**

El sistema de ósmosis inversa de dos pasos significa que el agua permeada del primer paso se convierte en agua de alimentación para la entrada del segundo paso. La salinidad del agua permeada del primer paso ya es relativamente baja y, luego, el agua permeada del primer paso se filtra a través de la membrana de ósmosis inversa. Aunque el rechazo de sal del segundo paso será mucho menor que el del primer paso, el rechazo total de sal del sistema aumentará.



Por ejemplo:

Suponiendo que el valor de TDS del agua es de 1000 mg/L, el rechazo de sal de la membrana de ósmosis inversa de primer paso es del 99% y el rechazo de sal del segundo paso es del 80%, en este momento, el rechazo de sal de todo el sistema alcanza  $(1000 - 2) / 1000 = 0,998 = 99,8\%$ , que es mayor que el rechazo de sal del 99% de la membrana de ósmosis inversa de primer paso.

$$1000\text{mg} / \text{L} \xrightarrow[1\text{st Pass}]{99\%} 10\text{mg} / \text{L} \xrightarrow[2\text{st Pass}]{80\%} 2\text{mg} / \text{L}$$

### ¿Cómo mejorar el rechazo de la sal?

- Ajuste el valor de pH y el entorno de temperatura adecuados para que el elemento de membrana funcione y encuentre la máxima eficiencia de trabajo del elemento de membrana
- No busque una tasa de recuperación demasiado alta, ya que esto resultaría en una disminución de la calidad del agua permeada y una reducción del rechazo de sal; determine el equilibrio apropiado entre la tasa de recuperación y el rechazo de sal según los requisitos específicos y las características de calidad del agua
- Mejorar el rechazo de sal aumentando adecuadamente la presión de operación
- Procedimientos regulares de limpieza y mantenimiento para minimizar la contaminación y el ensuciamiento de la superficie de la membrana
- Para evitar problemas como obstrucciones y contaminación de los elementos de la membrana que pueden afectar el rechazo de sal, es necesario instalar un sistema de prefiltro adicional en las primeras etapas para eliminar la mayor cantidad posible de impurezas y

mantener las membranas de ósmosis inversa funcionando de manera eficiente

- Si el rechazo de sal del proceso de ósmosis inversa de primer paso no logra el efecto deseado, se puede agregar un sistema de ósmosis inversa de segundo paso y se mejorará el rechazo de sal de todo el sistema.