



Filtro de membrana tubular (TMF™) POREX® aplicado en un Sistema ZLD como sólido crítico/proceso de separación de líquido

Resumen
Introducción



Beijing Shougang Biomass Energy Technology Co., Ltd, una compañía filial de SHOUGANG GROUP, fue establecida en agosto de 2010 con ¥400 millones de capital registrado. Situado en la provincia del Templo Tanzhe, distrito de Mentougou, Pekín, esta empresa se centra en la reducción y el reciclaje de la basura municipal y la generación de energía renovable. La capacidad de tratamiento es de 3.000 toneladas por día o un millón de toneladas anuales. La basura doméstica, luego de su recolección, separación y selección es enviada a 4 incineradores. La energía térmica de la incineración se utiliza para producir electricidad con dos unidades generadoras de 30 megavatios.

Se construyó un sistema de tratamiento de agua ultrapura para producir agua desmineralizada para estas unidades generadoras. El agua municipal tratada adecuadamente se introduce en este sistema de agua desionizada (DI) como fuente de agua. El sistema de agua DI se compone de una unidad de ultrafiltración (UF), 2 pases de ósmosis inversa (OI) y una unidad de electrodesionización (EDI). Cuando se produce el agua desmineralizada, los de OI también generan una cierta cantidad de agua de desecho (agua salobre) que contiene sólidos disueltos (iones positivos, iones negativos). Por lo general, la relación de permeado de la OI a desecho de OI es de 3:1, lo que significa que se genera agua de desecho de 25 m³/h cuando se produce el agua de permeado de OI de 75 m³/h y se envía a los procesos de tratamiento posteriores.

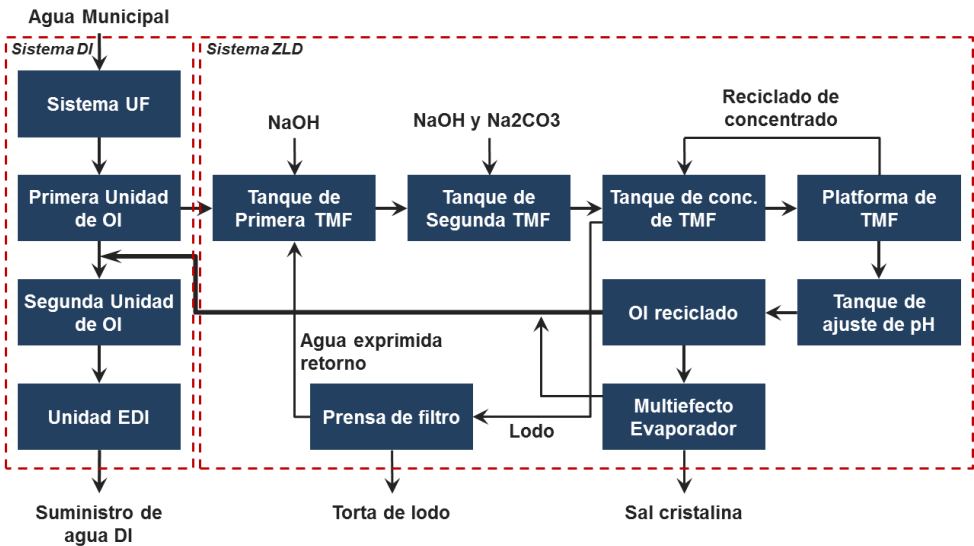


**Resumen
Introducción,
continuación**

Normalmente, en este tipo de sistema de agua DI, la salmuera de OI se descarga directamente en la red de tuberías de alcantarillado o el sistema de drenaje pluvial, ya que contiene una gran dureza y un mayor TDS. Pero para esta planta de energía, y de acuerdo con los reglamentos pertinentes de los gobiernos locales, no se permite aguas residuales para la emisión. Es por ello que se asignó a una empresa de tratamiento de agua para diseñar y construir un sistema de descarga cero de líquidos (Zero Liquid Discharge, ZLD) para tratar esta corriente de agua.

En el sistema de tratamiento de aguas residuales ZLD, hay una unidad de precipitación química (convierte los iones de dureza a materia insoluble relevante), seguido de un sistema de Filtro de membrana tubular (Tubular Membrane Filter, TMF™) POREX® de alta eficiencia de separación sólido/líquido que produce agua blanda y limpia para su posterior OI reciclada. El agua salobre final de la OI reciclada, que contiene mayores sólidos disueltos, se envía a un evaporador multiefecto para su cristalización.

**Esquema del
Proceso**





Descripción del Proceso

El agua de desecho de la primera OI del sistema de agua DI se recoge y envía al primer tanque de reacción; se añade soda cáustica para elevar el pH a más de 11,0 por lo que los iones de magnesio se convierten en materia insoluble relevante (hidróxido de magnesio). El sílice se puede precipitar por medio de adsorción y reacción con hidróxido de magnesio. El agua precipitada se desborda al segundo tanque de reacción en el que se añade más soda cáustica y carbonato de sodio. El pH se mantiene a aproximadamente 10,5; lo cual es beneficioso para la conversión de calcio a carbonato de calcio insoluble. Después de la precipitación química de dos etapas, la mezcla sólido-líquido se desborda al tanque de concentración del TMF (denominado también tanque de recirculación). Una bomba de circulación (denominada también bomba de proceso) envía el agua a los módulos de filtro de membrana tubulares (conectados en serie) para la separación sólido/líquido. En un modo de flujo transversal, la mayor parte de la corriente de alimentación se reciclará entre los módulos de TMF y el tanque de circulación; los sólidos suspendidos retornan al tanque de circulación desde los tubos de membrana.

El agua filtrada (tasa de flujo igual a la capacidad del sistema) se envía a un tanque de ajuste de pH para su neutralización y luego fluye a un tanque de filtrado separado para su almacenamiento a corto plazo antes de ser enviada al sistema de OI reciclada para la desalinización. Este volumen es la cantidad de agua reciclada, que se envía de nuevo al sistema de agua DI para su reutilización. Mientras tanto, una cantidad de salmuera final se descarga desde la OI reciclada y se envía al evaporador para su cristalización. El condensado de este evaporador también se envía de vuelta al sistema principal de agua DI para su reutilización mientras que la sal cristalina se transporta a la fábrica para la reventa.

Durante el proceso de filtración, los sólidos suspendidos se concentran en el tanque de recirculación. Para controlar los sólidos, una porción del agua concentrada se envía al sistema de prensa de filtro para su deshidratación. La torta de lodo que se produce a partir de la prensa de filtro también se transporta fuera de la fábrica, mientras que el agua exprimida regresa al primer tanque de reacción.

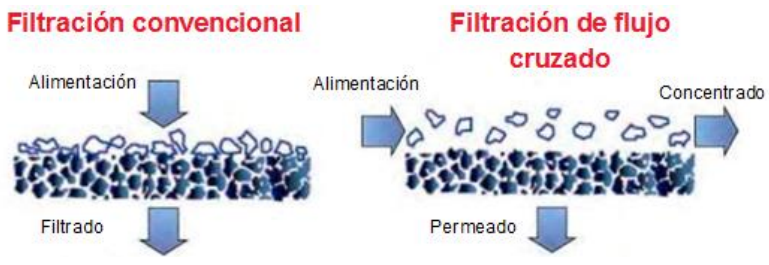
En la filtración de descarga de líquido cero, la mayor preocupación es reducir el volumen de agua tanto como sea posible de modo que un evaporador más pequeño se pueda utilizar - porque la evaporación tiene un enfoque costoso, esto puede resultar en mayores costos de construcción y operativos. Este sistema único de tratamiento de pre-OI (reacción de ablandamiento químico+ separación del TMF) puede eliminar eficazmente los iones de dureza y la sílice para que la OI reciclada pueda operar a una mayor tasa de recuperación. Por tanto, solo se requiere un evaporador de baja escala y puede elegirse para la cristalización final.



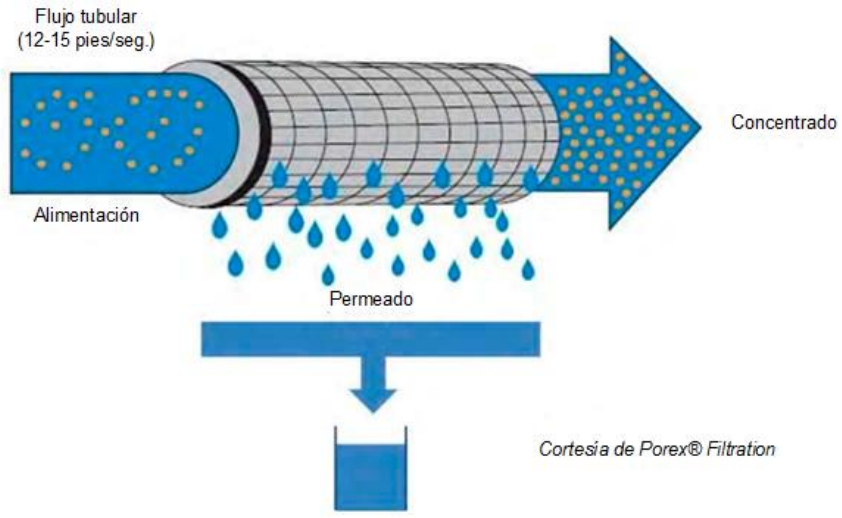
Acerca de la microfiltración

La microfiltración es una tecnología de separación de membranas de flujo cruzado, impulsada a presión, diseñada para remover sólidos suspendidos submicrónicos (y más grandes) de los suministros de agua. Difiere de la filtración convencional (“sin salida”) en cuanto a que, en este proceso, todo el suministro de agua pasa a través del filtro medio, tomando en cuenta que en el proceso de flujo cruzado una porción pasa a través de la membrana convirtiéndose en “permeado” mientras que el resto sale del sistema como “concentrado”, llevándose casi todos los sólidos suspendidos.

La siguiente ilustración compara estos dos procesos.



A continuación se muestra el mecanismo de microfiltración.



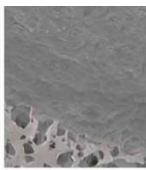
Cortesía de Porex® Filtration



Características y desventajas del TMF

El propósito inicial de desarrollar el filtro de membrana tubular, y la mayor aplicación hasta ahora, es como un reemplazo del proceso convencional de separación sólido/líquido, es decir, clarificador. Hay varias ventajas del TMF de Porex en comparación con un proceso clarificador tradicional que incluyen:

1. La calidad del agua de filtrado del TMF de Porex es mucho mejor que el agua tratada por el clarificador. Debido a la presencia de la membrana de filtración, todas las partículas más grandes que el tamaño del poro nominal serán rechazadas. La calidad de agua tratada es igual al agua producto del UF.
2. Debido a la excelente calidad del agua filtrada, el agua producida por el TMF de Porex se puede alimentar directamente a un sistema de OI sin cualquier otro tratamiento. En comparación, cuando el agua proviene de un clarificador, luego típicamente requiere un filtro de multimedios, un filtro de carbón activado o un proceso de ultrafiltración antes de enviarla a través de OI.
3. Coagulante (PAC, FeCl_3 , FeCl_2 , FeSO_4 , etc.) no es necesario en un sistema de TMF o la dosis se reduce considerablemente. Tampoco se requiere el floculante poliacrilamida (PAM) en un sistema de TMF. Únicamente se requiere soda cáustica. Eliminar el coagulante resulta en mucho menos volumen de torta de lodo y menor TDS de agua tratada en comparación con un sistema clarificador convencional.
4. El diseño único del sistema de Porex TMF de flujo cruzado puede manejar fácilmente una concentración de sólidos suspendidos de 2~5 %. Esto produce menos lodo restante y resulta en un mejor rendimiento de la prensa de filtro.
5. El sistema de Porex TMF se puede diseñar para operación automática y se puede pasar del modo de reposo al modo de servicio en cualquier momento. Esto asegura un mantenimiento más fácil.
6. Comparado con un clarificador tradicional, el marco de la plataforma de TMF requiere mucho menos espacio. Además, la plataforma de TMF se puede extender; lo que significa que la capacidad de agua se puede aumentar simplemente al agregar más plataformas y módulos de TMF.



POREX FILTRATION

ESTUDIO DE CASO

DESCARGA CERO DE LÍQUIDOS

Información del sistema

Hay dos unidades de OI en el sistema de agua DI principal. Cualquiera de ellos produce agua de permeado de OI de 75 m³/h y genera salmuera de OI de 25 m³/h simultáneamente. Por lo tanto, la capacidad del sistema de ZLD está diseñada para 50 m³/h. La siguiente tabla contiene las tasas de alimentación y permeado para los sistemas de OI junto con los cálculos de recuperación resultantes (tasa de permeado/tasa de alimentación) para cada una. Para todo el sistema, la tasa de recuperación total es de 95% y el evaporador trata 10 m³/h de agua salobre en comparación con una capacidad de sistema de 200 m³/h.

Parámetro	Flujo y recuperación del sistema de membrana		
	Sistema principal OI	OI reciclada	Total
Alimentación (m ³ /h)	200	50	200
Permeado (m ³ /h)	150	40	190
Desecho (m ³ /h)	50	10	10
Recuperación (%)	75%	80%	95 %

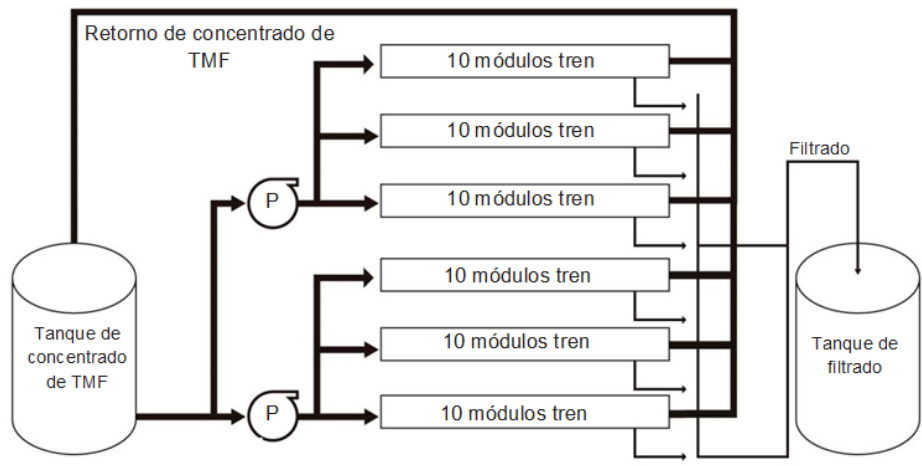


Tanques de reacción y tanque de concentración (subterráneos)

Capacidad de TMF: 50 m³/h

Espec. del módulo: Los filtros de membrana tubular (TMF) de Porex utilizados; la especificación del módulo es de 37 tubos por módulo, armazón de PVC, el diámetro del tubo de membrana es de 1,3 centímetros (1/2 pulgadas), y el tamaño del poro del tubo es de 0,1 micrones. El área de filtración es 2,58 m² por módulo.

Especificaciones del sistema



Este sistema consta de 4 trenes en total instalados en una plataforma. Cada tren contiene 12 módulos conectados en serie para un total del sistema de 48 módulos. En este sistema están incluidos una bomba común de circulación (bomba de proceso), un medidor de flujo de filtrado, unidades de contralavado y un conjunto de válvulas de aislamiento. Se establece una unidad CIP común (incluyendo 3 tanques y 1 bomba de diafragma de aire) para los 4 trenes en la plataforma. El sistema está diseñado para la limpieza de cada tren o de todo el sistema.

A continuación se ilustran los módulos de la membrana aplicados en este sistema.





Especificaciones del sistema TMF, continuación

Cada módulo consiste de 37 tubos de 183 cm (72") de longitud encerrados en un armazón de PVC. Las especificaciones de los módulos y tubos son las siguientes:

Módulos	
Diámetro del armazón	15 cm (6")
Puerto de permeado (Cant. 2)	Abrazadera para tubo en L de 7,3 cm x 4,8 cm (2,875" x 1,89")
Puertos de concentrado	Ranura Anvile Gruvlok para tubería de 15 cm (6")
Montaje requerido	Horizontal; 2 puntos
Longitud del módulo	183 cm (72")
Tubos	
Número de tubos	37
ID nominal	1,3 cm (½")
OD nominal	2,00 cm (0,79")
Área de la superficie activa total	27,75 ft ² (2,58 m ²)
Volumen interno de líquido	
Volumen de filtrado	11,62 litros (3,07 galones)
Volumen de concentrados	8,56 litros (2,26 galones)
Volumen total	20,18 litros (5,33 galones)
Materiales de construcción	
Encapsulado	Cemento solvente
Soportes internos	Polipropileno
Material de juntas	Ninguno
Preservante (envío)	Propilenglicol
Membrana	PVDF

El flujo de alimentación se encuentra al centro del tubo (alimentación de lumen) donde el permeado pasa por la pared tubular y se recolecta del área alrededor de la parte exterior de los tubos adentro del armazón. En este sistema de TMF hay un total de 48 módulos de Porex.



Estado de operación

El trabajo de construcción del sistema se finalizó en julio de 2013 y el trabajo de puesta en marcha comenzó subsecuentemente. El rendimiento del sistema ha cumplido con todas las especificaciones de diseño:

- La tasa de flujo del filtrado se encuentra entre 45 y 60 m³/h, con una tasa de flujo promedio mayor de 50 m³/h.
- La turbidez de filtrado de TMF es menos de 0,5 NTU. De modo que no se requerirá un reemplazo frecuente de los cartuchos de filtro de guarda (es decir, antes de OI reciclada).

La mayoría de los iones de dureza (Ca, Mg, Sr, Ba) y la sílice han sido retiradas del agua influente, lo que elimina el riesgo de escala de OI por lo que es posible ejecutar cada OI a una tasa de recuperación muy alta (80%).

Resumen

En China, este fue el primer sistema TMF de Porex instalado para ablandamiento. El agua de desecho de OI contiene iones de dureza muy altos (Ca, Mg, Ba, Sr) y sílice, que se convierte en un serio factor limitante para la mejora de la tasa de recuperación de OI de desecho. Después de la reacción de ablandamiento químico, estos iones se convierten en materias insolubles relevantes. Los filtros de membrana tubulares actúan como unidades de separación de sólido/líquido de muy alto rendimiento; todos los sólidos suspendidos se han eliminado y la turbidez permeada es lo suficientemente baja como para el tratamiento directo de OI sin filtración adicional requerida.

Dado que todos los asuntos relacionados con la escala se han convertido en el tipo insoluble y retenido por el TMF, la OI está disponible para funcionar a un nivel muy alto de recuperación, lo que significa que ahora es un evaporador pequeño sería más apropiado ahora. Los costos de construcción y operación también se reducen considerablemente. En este sistema de filtración de descarga cero de líquidos, los filtros de membrana tubulares (TMF de Porex) funcionan como un nexo de unión entre la etapa de ablandamiento químico aguas arriba y la unidad de desalación por ósmosis inversa aguas abajo. Los módulos de TMF manejan mezclas sólido-líquido difíciles y de alta concentración, mientras que la producción de agua limpia y de baja dureza es adecuada para el tratamiento de ósmosis inversa.



500 Bohannon Road
Fairburn, GA 30213
USA

www.porexfiltration.com

Tel: +1 770.515.7700
Fax: +1 770.515.7799

info@porexfiltration.com

Número gratuito en EE. UU.: 866.515.7783