

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ENSUCIAMIENTO DE LAS MEMBRANAS (SDI)

El índice de densidad de sedimentos (Silt Density Index = SDI) o índice de "ensuciamiento" es un procedimiento sencillo desarrollado para estimar el grado de bloqueo o "ensuciamiento" de las membranas debido a la contaminación en forma de partículas coloidales, que comúnmente incluyen bacteria, arcillas, hierro. Productos químicos utilizados en la clarificación/filtración tales como sulfato de aluminio, cloruro férrico, o polielectrolitos catiónicos pueden causar bloqueo coloidal. Este método es ampliamente aceptado en la industria, dado que principalmente mide la concentración coloidal.

El procedimiento de SDI determina la caída en el flujo a través de una membrana de 47 mm de diámetro y con un tamaño de poro de 0.45 µm. Este tamaño de poro es susceptible de ser obstruido por materia coloidal y no por arena o incrustantes.

La disminución en el flujo de agua es representado entre 1 a 100 unidades. Un rápido taponamiento indica niveles altos de contaminación coloidal por lo que el SDI será un número grande relativamente en comparación con el agua con bajas tendencias a ensuciarse.

¿Qué representa el valor del SDI?

La tendencia del agua de alimentación a ensuciar las membranas de los equipos de purificación, así como de las membranas de osmosis inversa, deberá ser mantenida a un nivel aceptable para asegurar una operación económica y eficiente. Un SDI menor o igual a 5 es aceptable.

Todos los módulos en espiral , incluyendo los de acetato de celulosa (CA), Thin Film Composite (TFC) y polisulfona de alto flujo (PSRO) deberán ser alimentados con agua tratada cuando el SDI sea igual a 5 o menor. En membranas de fibra hueca (Hollow Fiber) es mas recomendable un SDI de 3.

Un alto nivel de partículas puede tener un efecto indeseable en las membranas de osmosis inversa y generar problemas, tales como:

- Rápida disminución en el flujo del producto, debido a que la superficie de las membranas se ensucia y bloquea.
- Un incremento en la presión de alimentación y una disminución en el flujo de rechazo, debido a que los canales de rechazo se restringirán, reduciendo la acción de barrido a través de las membranas.
- Una pérdida en la retención de sales (por lo tanto disminución en la calidad del producto) ya que la superficie de las membranas cambia de acuerdo al grado de "ensuciamiento".

¿Cómo reducir el SDI?

Algunos métodos de pretratamiento sugeridos para reducir el SDI incluyen:

- Microfiltración (Filtros de cartucho)
- Ultrafiltración
- Suavización (No reduce el SDI, reduce el "ensuciamiento" al estabilizar los coloides).
- Filtros multimedia
- Filtros de arena
- Filtros de Fierro (Greensand)
- Floculación

¿Qué método hay que utilizar para medir el SDI?

Si se requiere determinar la efectividad de un pretratamiento, cualquiera de los dos procedimientos: estándar o modificado, pueden ser utilizados.

Para analizar agua con una alta tendencia a ensuciarse (por ejemplo las aguas municipales de abastecimiento con un SDI igual o mayor a 10 unidades) es recomendable utilizar el procedimiento modificado.

El procedimiento estándar deberá ser utilizado después de que el agua ha sido tratada por cualquier método de purificación, tales como la ultrafiltración u ósmosis inversa. Debido a que el nivel de contaminación será bajo se recomienda utilizar un filtro con un tamaño de poro de 0.1 μm en lugar de un filtro de 0.45 μm .

¿Cuándo se deben llevar a cabo los análisis del SDI?

Como parte de los análisis "in situ" se deberán realizar las determinaciones del SDI en el agua de alimentación. La prueba deberá repetirse antes de la instalación del equipo para determinar si las condiciones del agua de alimentación han cambiado desde que el agua fue analizada por primera vez.

En el caso de que exista un pretratamiento el análisis del SDI deberá llevarse a cabo a intervalos regulares (semanalmente) con el objetivo de confirmar que el pretratamiento está operando eficientemente.

Si cualquier componente del tratamiento de agua es modificado, el SDI deberá ser determinado para comparar la eficiencia del nuevo equipo con respecto al sistema anterior.

Materiales

Para llevar a cabo el procedimiento de SDI es necesario un recipiente para filtros de 47 mm de diámetro, regulador de presión, medidor de presión, válvulas, conexiones, pinzas y discos de filtros de membranas. También se requiere un cronometro y un contenedor de 100 ml o un cilindro graduado. (La figura 1 muestra el dispositivo)

Procedimiento

1. Antes de instalar el dispositivo de análisis, enjuague la línea de muestreo durante 3 o 5 minutos.

Nota: Si cuenta con un pretratamiento, este deberá de operar en las condiciones rutinarias.

2. Conecte el dispositivo SDI sin el filtro en la línea de muestreo. (Conexión ¼" NPTM)
3. Abra la válvula, que se encuentra localizada en el dispositivo de análisis y enjuague el dispositivo durante 2 minutos con el agua que será analizada.
4. Con ayuda del regulador de presión, establezca la presión en 30 psi (2 bars). El tornillo de ajuste del regulador deberá ser ajustado mientras exista un flujo pequeño.
5. Cierre la válvula y libere la presión.
6. Cuidadosamente coloque el filtro de 0.45 µm en el contenedor de filtro (47 mm). Colocar la parte brillante del filtro hacia arriba. Con el dedo pulgar apriete suavemente los tornillos.
Nota: En lugar de colocar una membrana de 0.45 µm (modelo HAWO 047 00), puede colocar una membrana modelo HAEP 047 00 con un lado hidrofóbico. El lado hidrofóbico permite que el aire sea fácilmente ventilado, y el paso 7 será eliminado.
7. Abra parcialmente la válvula y mientras el agua fluye a través del dispositivo, cuidadosamente afloje las dos manivelas e incline el contenedor para asegurarse que todo el aire ha sido eliminado del contenedor del filtro.
Nota: Si el aire no ha sido eliminado completamente de la corriente del filtro, al final del procedimiento se formarán burbujas que bloquearán las membranas.
8. Con el dedo pulgar, apriete los tornillos del contenedor del filtro.

Procedimiento estándar

9. Coloque el cilindro graduado para medir el flujo.
10. Abra la válvula completamente y mida el flujo. Con ayuda del cronometro, determine en cuanto tiempo el contenedor se llena. Registre el tiempo.
11. Después de transcurridos 5, 10 y 15 minutos, mida el flujo. Si el flujo se detiene antes de los 15 minutos, registre este tiempo.

Procedimiento modificado

9. Abra completamente la válvula.
10. Mida cuanta agua fluye antes de que la membrana se tape completamente. Registre el tiempo.

Nota:

Un 100% de bloqueo se asume cuando el flujo inicial establecido en la corriente se rompe.

Es aconsejable repetir dos o más veces el procedimiento para confirmar los resultados. Si existe una diferencia grande, es necesario realizar una tercera prueba.

Si se utiliza un equipo de ajuste de pH, el dispositivo de SDI deberá ser operado con y sin la operación del equipo de ajuste de pH. Los resultados mostrarán si el pH esta ocasionando que cualquier sólido disuelto salga con la solución, aumentando la tendencia de "ensuciamiento" del agua. Se ha mostrado un aumento de tres o hasta cinco veces el SDI cuando la alimentación ácida o la mezcla catiónica es usada para ajustar el pH.

Cálculos para el procedimiento estándar

Para estimar el porcentaje de taponamiento, utilice la relación del cambio de flujo tomada inicialmente y después de 15 minutos:

Ecuación 1:

$$\% \text{ de taponamiento} = \frac{\text{Tiempo de llenado a 15 minutos} - \text{Tiempo de llenado inicial}}{\text{Tiempo de llenado a 15 minutos}}$$

Entonces el valor del SDI puede ser calculado:

Ecuación 2:

$$\text{SDI} = \frac{\% \text{ taponamiento}}{\text{Tiempo de operación}}$$

EJEMPLO 1

Inicialmente se tomo 11 segundos llenar el cilindro graduado. Después de 15 minutos, el tiempo empleado para llenar el cilindro fueron 95 segundos.

Utilizando la ecuación 1:

$$\% \text{ de taponamiento} = \frac{95 \text{ segundos} - 11 \text{ segundos}}{95 \text{ segundos}} \times 100 = 88 \%$$

Por medio de la ecuación 2:

$$\text{SDI} = \frac{\% \text{ taponamiento}}{\text{Tiempo de operación}} = \frac{88 \%}{15 \text{ minutos}} = 5.9$$

EJEMPLO 2

El flujo se detiene después de 4 minutos, inicialmente, el tiempo de llenado del cilindro fue de 2 minutos y 10 segundos.

Para estimar el porcentaje de taponamiento, se asume que cuando el flujo se detiene, la membrana está 100% tapada, entonces:

% de taponamiento = 100 %

Para calcular el SDI, utilice la ecuación 2:

$$\text{SDI} = \frac{\% \text{ taponamiento}}{\text{Tiempo de operación}} = \frac{100 \%}{4 \text{ minutos}} = 25$$

Cálculos para el procedimiento modificado

En este caso el procedimiento finaliza cuando el flujo se detiene, y se puede asumir el 100% del taponamiento.

EJEMPLO 3

El flujo se detiene después de 17 minutos del tiempo de prueba, por lo que se asume un 100% de taponamiento.

Calcule el SDI, por medio de la ecuación 1:

$$\text{SDI} = \frac{\% \text{ taponamiento}}{\text{Tiempo de operación}} = \frac{100 \%}{17 \text{ minutos}} = 5.9$$

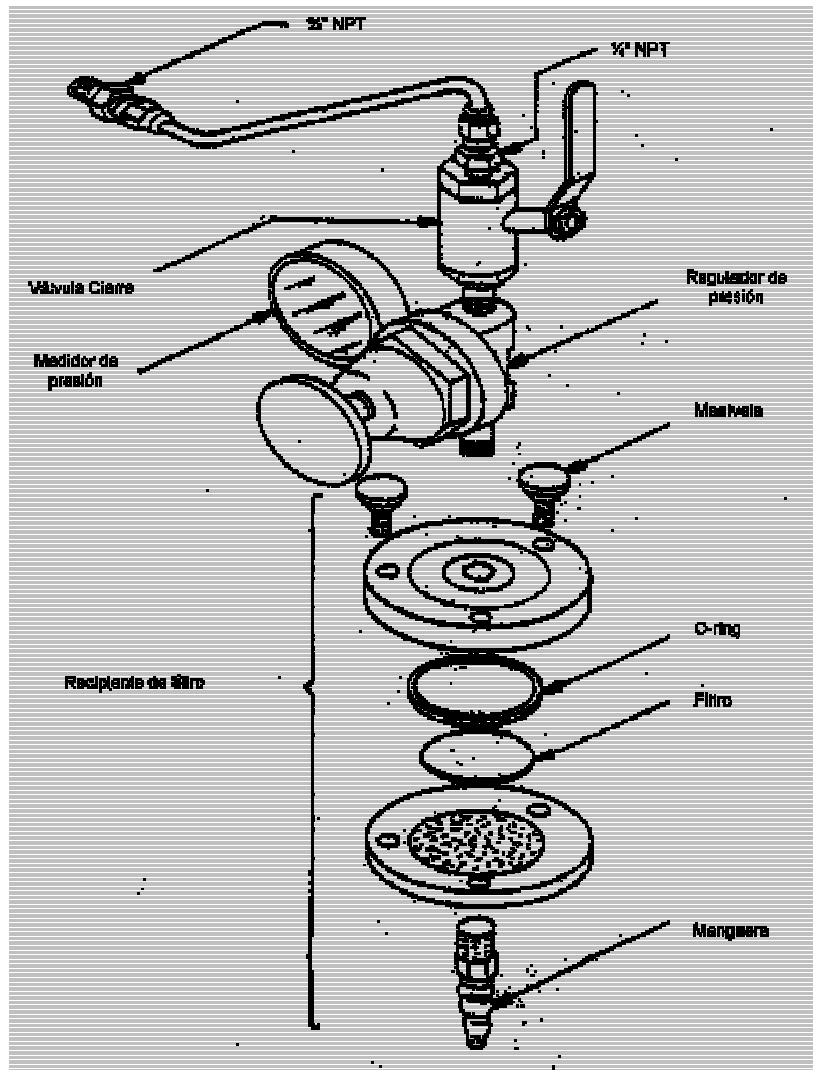


Figura 1: Dispositivo usado para determinar el SDI

Fuente: www.acsmedioambiente.com