E25 - Perspectivas de la desalación del agua marina

4 de diciembre de 2013

Índice

- 1) ¿En qué consiste ?
- 2) ¿Quién ha realizado y desarrollado esta técnica ?
- 3) ¿Por qué ?
- 4) ¿Quiénes son los principales interesados ?
- 5) ¿En qué consiste este procedimiento ? ¿Cómo se pone en práctica ?
  - a) Los métodos más utilizados
    - Elementos constitutivos de una unidad de ósmosis inversa
    - Principio de funcionamiento de un sistema por etapas sucesivas (MSF) en 3 pasos
    - Principio de funcionamiento de un sistema de evaporadores de múltiple efecto (MED)
    - Principio de funcionamiento de una unidad de evaporación de efecto simple con compresión de vapor
  - b) Los métodos o dispositivos más sencillos y recientes para pequeñas instalaciones
    - Principio de funcionamiento del Aquastill de TMW
- 6) Dificultades especiales y medidas de precaución
- 7) Ventajas e inconvenientes principales
  - a) Ventajas
  - b) Desventajas
- 8) Costes (construcción y explotación)
- 9) Dónde encontrar más información y bibliografía
  - a) Páginas Web
  - b) Vídeos

1) ¿En qué consiste ?

En ver cuáles son las principales técnicas de transformación del agua marina o salobre en agua potable y sus perspectivas de futuro, teniendo en cuenta que la salinidad del agua varía según la región y puede afectar a los pozos o las aguas freáticas.

El agua de los océanos Atlántico y Pacífico tiene una salinidad media de unos 35 o 36 g/l, pero en regiones como el golfo Pérsico alcanza los 42 g/l, cifras no comparables con la salinidad del agua potable, comprendida entre

0,1 y 0,5 g/l.

Así, la desalación a efectuar puede ser más o menos intensa. Existen **diferentes técnicas** que permiten eliminar alrededor de un 99 % de la salinidad del agua salada.

Observación importante : esta ficha tiene un carácter muy técnico, lo que puede hacer que su lectura o compresión resulten más difíciles que las del resto. Por ello, se aconseja prestar especial atención a los elementos principales y **descubrir las características esenciales** sin detenerse en los

detalles y esquemas, salvo que sean de especial interés.
Además, esta técnica puede parecer destinada únicamente a los países ricos. Sin embargo, está evolucionando con bastante rapidez y, aunque resulta costosa aún, se utiliza con una frecuencia cada vez mayor en las grandes ciudades costeras de los países en desarrollo. Por otra parte, están a punto de aparecer nuevas técnicas, sin duda prometedoras y mejor adaptadas a las unidades pequeñas o las aldeas aisladas, abriendo nuevas perspectivas, aún por confirmar, para las poblaciones que carecen de grandes medios.

2) ¿Quién ha realizado y desarrollado esta técnica ?

Existen dos métodos principales para desalar el agua marina : el tratamiento membranario (ósmosis inversa) y los tratamientos térmicos (destilación flash, compresión de vapor). Estos procedimientos han sido desarrollados a granescala por **importantes empresas industriales**, fundamentalmente francesas, españolas, estadounidenses, japonesas y coreanas. Pero algunas **pequeñas empresas y organismos de investigación** están haciendo posible la aparición de nuevas técnicas o nuevos tipos de instalaciones de carácter experimental, sobre todo pequeñas unidades fijas o móviles de desalación en lugares aislados.

3) ¿Por qué ?

En la actualidad, varios millones de personas viven en regiones que sufren una grave escasez de agua. **La desalación** supone una manera de incrementar la oferta de agua potable. Teniendo en cuenta que 42 ciudades de más de un millón de habitantes se encuentran en la costa y que la mayoría de la población mundial vive a menos de 50 km de las costas marítimas, algunos expertos prevén que el agua de mar desalada se convertirá en una importante fuente de agua en el siglo XXI.

4) ¿Quiénes son los principales interesados ?

Este método es aplicable en aquellas **regiones cercanas al mar** donde el agua dulce disponible para elconsumo humano es inexistente o insuficiente. Es preciso además que la población cuente con medios **financieros suficientes** para costearlo.
Las unidades pequeñas se utilizan en muchos **navíos y submarinos**, aunque también para la alimentación de **hospitales** y **hoteles situados junto al mar**. Actualmente están apareciendo novedades para el uso en **lugares aislados** donde es necesario el tratamiento de las aguas salobres. Las grandes instalaciones se llevan a cabo en países desarrollados, como los de Oriente Medio, Estados Unidos, España y Australia, teniendo las infraestructuras y la energía necesaria para su funcionamiento un elevado coste.

5) ¿En qué consiste este procedimiento ? ¿Cómo se pone en práctica ?

a) Los métodos más utilizados

Son, a partes casi iguales, **la ósmosis inversa y los procesos « térmicos » basados en la destilación** del agua de mar. Esta técnica está a menudo asociada a una central de producción eléctrica, cuyos vapores de escape de las turbinas se emplean para alimentar las unidades de desalación.
La ósmosis inversa es un sistema de **purificación del agua por el paso a presión a través de una membrana semipermeable** capaz de retener la práctica totalidad de las sales disueltas. A partir de una cantidad de agua de mar dada, se obtiene aproximadamente un 40-45 % de agua desalada a través de la membrana, mientras que el resto, que contiene el agua de mar concentrada, debe evacuarse.
El proceso de desalación por ósmosis inversa requiere la **instalación de una unidad de tratamiento aguas arriba y aguas abajo**. En general, el esquema de la desalación **incluye las siguientes fases** :
- El **pretratamiento**, que comprende una o varias etapas de filtración para evitar la obstrucción de las membranas y una inyección de reactivos químicos para impedir la formación de incrustaciones.

- El **bombeo a alta presión** para alimentar las membranas de ósmosis inversa colocadas en los módulos, a menudo junto a un sistema de recuperación de energía.
- El **postratamiento** para ajustar la salinidad a las normas sobre agua potable.

Elementos constitutivos de una unidad de ósmosis inversa

El procesamiento por ósmosis inversa puede utilizarse para reducir la salinidad de las aguas salobres o para disminuir la dureza.

Los procesos térmicos por evaporación o destilación

Necesitan energía en forma de calor. Funcionan según el principio de la evaporación del agua de mar, permitiendo la condensación del vapor de agua recuperar un agua prácticamente desmineralizada. **Hay varios procedimientos**.

- **La destilación de efecto simple**. Es el método **más sencillo**, pero su **rendimiento es reducido**. Se utiliza sobre todo en navíos que disponen de una fuente de energía.
- **La destilación flash multietapa (Multi-Stage Flash)** es **la más utilizada** en instalaciones industriales.

Principio de funcionamiento de un sistema por etapas sucesivas (MSF) en 3 pasos

- **La destilación de múltiple efecto (Multi Effect Distillation)**.

Principio de funcionamiento de un sistema de evaporadores de múltiple efecto (MED).

Principio de funcionamiento de un sistema de evaporadores de múltiple efecto (MED)

Principio de funcionamiento de una unidad de evaporación de efecto simple con compresión de vapor

Al igual que en la ósmosis inversa, el sistema de desalación debe ir precedido por un pretratamiento, aunque más ligero, debido al menor riesgo de obstrucción. Por el contrario, **la bajísima mineralización del agua tratada hace que el tratamiento final de remineralización sea obligatorio**.

Observaciones

La desalacióndel agua marina puede llevarse a cabo utilizando energías renovables (solar o eólica). Se prefiere el uso de la ósmosis inversa al de los procesos térmicos. Este solo puede realizarse en pequeñas unidades. Además de su elevado coste, hay que tener en cuenta su discontinuidad (solar) y los cambios climáticos (solar, eólica), que hacen necesario el almacenamiento de energía.

Existe otro procedimiento, mucho menos utilizado : **la electrodiálisis con membranas selectivas**. Consiste en utilizar la movilidad de los iones disueltos de una sal cuando se someten a un campo eléctrico. Tras activarse, los aniones se desplazan hacia el ánodo, y los cationes, hacia el cátodo ; la desalaciónse realiza por alternancia de membranas catiónicas (permeables a los cationes) y aniónicas. Es una alternativa a la ósmosis inversa en el tratamiento de aguas salobres, para el que se utiliza en ocasiones.

b) Los métodos o dispositivos más sencillos y recientes para pequeñas instalaciones

Destinadas principalmente a la resolución de problemas en lugares o regiones donde no es posible, ni financieramente viable, construir grandes instalaciones, **en la actualidad estas técnicas están siendo desarrolladas** por pequeñas empresas innovadoras **y están llamadas a evolucionar y a abrir prometedoras posibilidades**, sobre todo en algunas regiones de los países en desarrollo.

Así, la ingeniosa empresa **TMW** (Water and Heat Technologies, París), de reciente creación, acaba de

poner a punto el « Aquastill »,un procedimiento sencillo y barato para la desalacióndel agua de mar o salobre. Se trata de una unidad móvil monopieza y todoterreno para lugares aislados, **cuyo principio de funcionamiento no se basa ni en la ósmosis inversa ni en la destilación, sino en la condensación** del vapor de agua, que necesita mucha menos energía que la destilación.

Principio de funcionamiento del Aquastill de TMW

El agua de mar (1), que llega al dispositivo por simple gravedad, se precalienta (para ahorrar gastos) previamente por intercambio térmico (2) con el agua dulce producida, y a continuación se incrementa su temperatura mediante un nuevo intercambio térmico con el aire caliente húmedo generado por la evaporación del agua de mar en el equipo (3). A continuación, esta agua alimenta el módulo central del Aquastill (4) : un intercambiador de placas constituido por elementos verticales y paralelos de plástico, cuyo número y dimensiones pueden modularse en función de las necesidades, y sobre los cuales el vapor de agua se condensa. Cada placa cuenta con un lado de « evaporación » (5), en el que el aire se carga de humedad por difusión, a contracorriente del agua marina, y de un lado de « condensación » (7), en el que, tras un sobrecalentamiento (6), el aire húmedo se condensa al contactar, ya que su temperatura es menor. A continuación, el agua condensada se evacúa (8) hacia un depósito de agua dulce.

En términos generales, el dispositivo consiste en hacer que el agua salada chorree por gravedad sobre una sencilla placa de plástico, poco costosa, **y que se evapore por difusión (sin hervirla) en el aire que circula acontracorriente**. Este aire caliente y cargado de vapor se sobrecalienta, añadiéndole vapor por ejemplo, para facilitar su posterior condensación, que se produce cuando pasa caliente y húmedo hacia el lado más frío de la placa y se deposita, debido a la diferencia de temperatura (de modo similar a lo que ocurre cuando el aire húmedo y caliente de una habitación o del baño tras una ducha caliente toca un cristal frío por la parte externa).

Este procedimiento **permite recuperar la mitad del agua marina en forma de agua dulce. También posibilita el tratamiento de aguas demasiado cargadas de ciertos metales, como flúor o arsénico**. Consume únicamente 0,2 Kwh/m3 de electricidad (alimentación del ventilador para la circulación del aire) y 60 Kwh/m3 de calor. No necesita prefiltración ni pretratamientoquímico alguno. Una unidad con 10 m3/día de capacidad pesa 90 kg.

Esta empresa tiene el mérito de haber propuesto a las ONG para el desarrollo la instalación gratuita de algunos dispositivos piloto en lugares donde las comunidades cuentan con pocos ingresos.

6) Dificultades especiales y medidas de precaución

Sea cual sea el procedimiento escogido, la desalacióndel agua requiere **tecnologías a menudo relativamente complejas**, que precisan de una pericia técnica real para hacerlas funcionar correctamente. Por otra parte, **debido a la fuerte corrosividad del agua de mar** y del aire ambiental, debe prestarse una atención especial a **la elección de los materiales utilizados**. Se recomienda el uso de materiales plásticos en los circuitos a baja presión, y de aceros inoxidables especiales para los de alta presión.

7) Ventajas e inconvenientes principales

a) Ventajas

El volumen y la disponibilidad del agua de mar no tienen límites. Siempre que la población a la que suministra sea solvente, la desalación del agua marina constituye una **posible solución para la alimentación de las ciudades y aldeas situadas junto a la costa**.

Los costes han bajado mucho en los últimos veinte años, convirtiéndola en una alternativa económicamente viable en comparación con la construcción de grandes infraestructuras, como presas y

conductos de abastecimiento que recorran distancias importantes.
Los nuevos tipos de procedimientos e instalaciones de menor tamaño abren nuevas perspectivas, más baratas.

b) Desventajas

La desalacióndel agua marina continúa siendo **uno de los medios más caros** para la obtención de agua potable. Debido al elevado coste de la construcción y explotación de las grandes plantas industriales, la desalaciónresulta especialmente adecuada cuando no existe otra alternativa y la población cuenta con ingresos suficientes, o cuando se realiza a través de los nuevos procedimientos, mejor adaptados a las pequeñas unidades.
Por otra parte, supone el vertido al medio marino de la salmuera resultante de la desalación, con una elevada concentración salina y que puede afectar a los ecosistemas marinos en una zona de 300 m si no se toman precauciones.

8) Costes (construcción y explotación)

El coste de la construcción de una unidad de desalaciónes muy variable, y depende de la capacidad y las condiciones locales. **Para instalaciones medianas** (menos de 1.000 m3/día) el coste total oscila **entre los 1.500 y los 3.000 euros por m3 y día** de producción ; **para grandes unidades** de varios miles de metros cúbicos diarios, está **entre 1.000 y 2.000 euros por m3 y día**.
El coste de explotación tiene una alta dependencia del coste local de la energía, principalmente en forma de calor para los procesos térmicos y de energía eléctrica para la ósmosis inversa. Por tanto, el coste total, que incluye la energía, los productos químicos, las sustituciones y la mano de obra, es muy variable. Para instalaciones industriales, se sitúa entre 0,5 y 1,5 euros por metro cúbico de agua tratada, según el tamaño, el procedimiento utilizado y el coste local de la energía.

9) Dónde encontrar más información y bibliografía

a) Páginas Web

- **En elsitio de la empresa Suez:** Pequena presentacion del proceso de desalinizacion por "Osmosis Inversa": http://www.degremont.fr/fr/savoir-faire/eauxmunicipales/dessalement/osmose-inverse/procedes/
- **Investigación y desarrollo**. Folleto ilustrado de 4 páginas con esquemas que explica de manera sencilla el funcionamiento del procedimiento de ósmosis inversa y de las membranas en las grandes estaciones de desalación. Editado por el Departamento de Investigación de la compañía Veolia. Disponible online en :
http://www.congres-sndg.info/stock/...
- **Wikipedia**. Capítulo bastante corto sobre la « desalación del agua de mar ». Disponible online en :
http://es.wikipedia.org/wiki/Desali...
- **Página web de TMW**. Muestra los productos más recientes fabricados por esta innovadora empresa para el abastecimiento de agua dulce con instalaciones de pequeña y mediana capacidad a través de instalaciones adaptadas a pequeñas comunidades, aldeas, obras o situaciones de emergencia, entre los que destaca el Aquastill.
http://www.tmw-technogies.com/wp-tmw/ecostill_produits/aquastill_dessalement/ ; (Aquastill) o (más amplio) : www.tmw-technologies.com

b) Vídeos

- **Vídeo de 3'** de la compañía Suez Environnement que muestra las características y las obras de construcción de una gran planta de desalaciónde agua marina en Melbourne (Australia). Disponible online

en :
http://blog.surf-prevention.com/201…
- **Vídeo de 4'** mencionado anteriormente (recordatorio).
http://tpedessaler.e-monsite.com/pa…

- Emplacement : Accueil > es > Wikiwater > Ficha técnica > Facilitar el acceso al agua > Tratar >
- Adresse de cet article : https://wikiwater.fr/e25-perspectivas-de-la-desalacion