

**DESALACIÓN MEDIANTE EVAPORACIÓN INSTANTÁNEA MULTITAPA
(M.S.F.)**

<p>Ecoagua Ingenieros Avda. Manoteras, 38, C-314 28050-Madrid (Spain) Tel.: +(34) 913 923 562</p>	<p>TEC-001</p>	<p>Edition: 01</p> <p>Date: 18/04/09</p> <p>Page: 1 de 7</p>
---	-----------------------	--

Desalación mediante Evaporación Instantánea Multietapa (M.S.F.)

1. DESCRIPCION DEL PROCESO

La desalación mediante Evaporación Instantánea Multietapa es conocida también por sus siglas en inglés M.S.F. que corresponden al nombre de *Multistage Flash Evaporation*.

La idea de este proceso es destilar agua de mar y condensar el vapor obtenido, recuperando el calor latente para calentar más agua de mar que, posteriormente, se evaporará. Si la transmisión de calor se produjese con área infinita e infinito número de etapas y no hubiese pérdidas, una vez comenzado el proceso, no habría que aportar más calor y el proceso se auto-mantendría, pero como esto es termodinámicamente imposible, hay que disponer de una fuente externa de energía, que suministre el incremento de temperatura que falta para iniciar el ciclo. Fijándonos en el diagrama de flujo de la Figura 1, vamos a describir cómo se produce el proceso de evaporación instantánea multietapa.

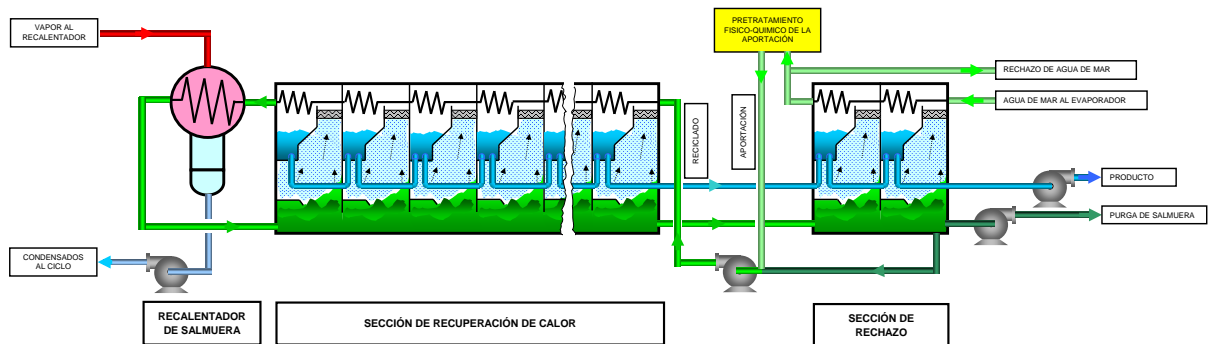


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de Evaporación Instantánea Multietapa

En el diagrama de la Figura 1 se distinguen tres secciones: una es la sección de rechazo de calor, otra es la sección de recuperación de calor y finalmente está el recalentador. Para explicar este proceso vamos a partir del punto situado en el reciclado a la salida del recalentador. En este punto, el reciclado está a la temperatura máxima admisible del ciclo y se introduce en la primera etapa del evaporador por la parte inferior. Al entrar en dicha etapa, el reciclado se encuentra con una presión inferior a la

Desalación mediante Evaporación Instantánea Multietapa (M.S.F.)

correspondiente a la de saturación a su temperatura, con lo cual, una parte se evapora de forma “instantánea”, para tratar de equilibrarse y ajustar su temperatura a la presión reinante en la etapa. El vapor desprendido pasa a través de unas mallas separadoras de gotas (*demisters*), cuyo fin es eliminar las gotas de salmuera que hayan podido ser arrastradas por el vapor, en el proceso de evaporarse bruscamente. Posteriormente, el vapor se condensa en la superficie exterior de los tubos del condensador de la etapa, goteando a la bandeja que hay debajo del haz de tubos, donde se recoge. El reciclado que queda en la parte inferior de la etapa sin evaporarse, pasa a la siguiente etapa, encontrándose de nuevo con una presión inferior a la de saturación de la temperatura a la que está, repitiéndose el ciclo ya explicado de evaporación y condensación, en ésta, y en el resto de las etapas siguientes hasta llegar a la última.

Por el interior de los tubos de la sección de rechazo de valor, circula agua de mar procedente de la captación de agua de mar. A la salida de las etapas de rechazo de calor, la temperatura del agua de mar ha aumentado, una parte del agua de mar se devuelve al mar como agua de mar de rechazo y otra parte se aporta al ciclo, después de haber sido desgasificada y tratada químicamente para evitar las corrosiones y las incrustaciones, esta parte es lo que se conoce por aportación.

El caudal de aportación, más una parte de la salmuera que queda en la última etapa se mezclan formando el reciclado, el cual es introducido, mediante la bomba de reciclado, por el interior de los tubos de las etapas de la sección de recuperación de calor, haciendo de fluido frío para condensar el vapor que se forma en cada etapa. Este reciclado irá calentándose conforme avanza hacia la primera etapa. A la salida de los tubos de esta primera etapa, ha alcanzado la mayor parte de la temperatura necesaria para iniciar el ciclo, gracias al calor recuperado, no obstante, aún le falta un diferencial de temperatura que adquiere, hasta llegar a la temperatura máxima del ciclo, en el recalentador. La condensación de un vapor externo es la fuente calorífica para calentar el reciclado hasta dicha temperatura máxima. El condensado del recalentador es devuelto al ciclo térmico de donde procede el vapor.

El agua de producto obtenido en cada etapa se pasa a la siguiente mediante un sistema de cierres hidráulicos. Este agua también debe ir equilibrándose con la presión reinante en cada etapa,

Desalación mediante Evaporación Instantánea Multietapa (M.S.F.)

evaporándose parcialmente y volviéndose a condensar en la superficie de los tubos de la etapa. Al llegar a la última etapa del evaporador el producto alcanza la temperatura mínima y ha cedido todo su calor sensible. De la bandeja de producto de esta última etapa se saca mediante una bomba de producto y se envía al tanque de almacenamiento.

Para mantener el equilibrio salino del evaporador, ya que se está introduciendo continuamente una cantidad de agua con sales en el mismo a través de la aportación de agua de mar, es necesario extraer la misma cantidad de sales para evitar su acumulación en el interior y que las corrientes se vayan concentrando. Para ello, se realiza una purga de salmuera en el punto de máxima concentración de sales, que es la salmuera de la última etapa.

Debido al contenido en aire y gases del agua de mar y a que éstos no son eliminados completamente en el pretratamiento a que se somete y, por otra parte, a que gran número de etapas trabajan en condiciones de vacío, por lo que normalmente hay entrada de aire desde el exterior por los poros, bridas, equipos, etc. Es necesario extraer dichos gases incondensables para evitar que se acumulen en el interior del evaporador haciéndole perder rendimiento. Para ello, se instala un equipo de vacío y una red de venteos de las etapas. Este equipo está formado normalmente por eyectores con condensadores del tipo barométricos o de superficie.

2. TERMINOLOGÍA DEL PROCESO M.S.F.

Las definiciones de algunos de los términos más importantes referentes a este proceso son las siguientes:

Relación de Economía ó Economía ó Rendimiento ó Economy Ratio ó ER

Se define por tal, a la relación entre la cantidad de producto obtenida por cada unidad de calor introducida en el evaporador. Dado que esta definición procede del mundo anglosajón y no es una unidad adimensional, sus unidades son lb-producto/1000 BTU. Estas unidades son difíciles de manejar, pero aproximadamente coinciden con kg-producto/kg-vapor, cuando este vapor está en condiciones de saturación y entre 95 y 120°C, que suele ser lo habitual.

Desalación mediante Evaporación Instantánea Multietapa (M.S.F.)**Factor de concentración**

Se define así al cociente de dividir la concentración del reciclado, entre la concentración del agua de mar, ambas expresadas en mg/L ó p.p.m.

Evaporador

Es el conjunto de cámaras o etapas donde tiene lugar las trasferencias de calor y el proceso de evaporación y condensación del vapor. Este a su vez se divide en dos secciones, la sección de rechazo de calor y la sección de recuperación de calor. La primera está formada por las últimas cámaras ó etapas del evaporador y es donde está el foco frío del ciclo térmico, es por donde se saca el calor introducido en el foco caliente. La sección de recuperación incluye varias cámaras o etapas, es donde se va evaporando el reciclado y recuperando el calor latente de condensación de dicho vapor, para calentar el reciclado que circula por el interior de los tubos y continuar el proceso.

Recalentador de salmuera

Es en realidad un condensador, es el foco caliente del ciclo térmico y es donde se aporta la energía necesaria para mantenerlo.

Agua de mar

Es la corriente de agua procedente del mar que es introducida en la sección de rechazo de calor ó últimas etapas. Esta corriente una vez caliente y a la salida de la sección de rechazo de calor, se divide a su vez en dos corrientes que son el rechazo y la aportación. La primera es la de mayor caudal y es la parte de dicha corriente que es devuelta al mar. La segunda es la parte del agua de mar que es incorporada al ciclo, después del tratamiento químico adecuado.

Reciclado

Es la mezcla de la aportación con parte de la salmuera procedente de la última etapa y que es introducido en el interior de los tubos de la sección de recuperación de calor, por el recalentador y, luego, en el interior del evaporador para comenzar su evaporación y la producción de agua.

Desalación mediante Evaporación Instantánea Multietapa (M.S.F.)**Salmuera ó purga de salmuera**

Es la corriente extraída del evaporador para mantener el equilibrio salino, ya que estamos introduciendo constantemente un caudal de agua de mar, la aportación, que aporta sales al evaporador, si no sacamos igual cantidad de sales que aportamos, las mismas se irían concentrando en el interior provocando su precipitación. Por ello se extrae una cantidad de salmuera del punto del evaporador donde está más concentrada, que es la última etapa en este caso.

Producto

Es la corriente de agua desalada que sacamos del evaporador, la obtención del agua producto es el objetivo del proceso de desalación.

Vapor motriz ó vapor de baja ó vapor de calentamiento.

Es el vapor procedente de una fuente externa de vapor que se utiliza como alimentación de energía en el foco caliente del ciclo térmico para mantenerlo. Es el trabajo externo que hay que dar al ciclo. Se introduce en el recalentador de salmuera.

Condensado

Es el resultado de condensar en el recalentador el vapor motriz, ya que el calor que se aprovecha de este, es el calor latente de condensación. Este condensado es devuelto de nuevo al ciclo de vapor del que procede, mediante la bomba de condensado.

Gases no condensables

Mezcla de anhídrido carbónico y aire que se extrae del evaporador para evitar su acumulación en el interior del mismo y, por tanto, la pérdida de rendimiento.

Equipo de vacío

Es el equipo que sirve para extraer los gases no condensables del evaporador. Puede ser mediante eyectores de vapor o mediante bomba de vacío de anillo líquido.

Desalación mediante Evaporación Instantánea Multietapa (M.S.F.)**Bombas de reciclado**

Son las bombas que introducen el reciclado por el interior de los tubos de la sección de recuperación de calor y el recalentador.

Bomba de purga de salmuera

Es la bomba que saca el caudal de purga de salmuera del evaporador para devolverlo al mar.

Bomba de producto

Es la bomba que saca el caudal de agua de producto obtenido en el evaporador para enviarlo al tanque de almacenamiento de la planta.