

Trigeneración con plantas de absorción con amoníaco

JUAN BASSOLS, DIRECTOR DE COLIBRI B.V

En la situación energética actual la rentabilidad de las plantas de cogeneración depende principalmente del aprovechamiento del calor generado. Por otra parte para amortizarlas debidamente es preciso un gran número de horas anuales de funcionamiento a carga total, por lo que para que la cogeneración sea rentable hace falta tener una demanda de calor elevada y constante.



JUAN BASSOLS ES DIRECTOR Y FUNDADOR DE LA EMPRESA HOLANDESA COLIBRI B.V.. DESDE 1982 SE HA ESPECIALIZADO EN EL DESARROLLO Y LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON AMONIACO. LA EMPRESA COLIBRI, CONJUNTAMENTE CON LA EMPRESA STORK THERMEQ BV, REALIZA PROYECTOS LLAVE EN MANO DE PLANTAS DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN.

Izquierda, planta de refrigeración por absorción en una empresa del sector de la petroquímica. Derecha, planta de refrigeración por absorción de 280 kW.



En muchas aplicaciones las demandas de vapor o agua caliente son fluctuantes y dependen del proceso de producción, y parte del calor producido no puede usarse debidamente.

Trigeneración

Una posibilidad de optimizar el consumo de calor de la cogeneración es la introducción de la trigeneración. En las plantas de trigeneración el calor producido se usa para cubrir los consumos de calor y para propulsar una planta de refrigeración por absorción y así cubrir también la demanda de frío. Estas plantas, al combinar el suministro de calor y de frío, tienen una gran flexibilidad consiguiéndose una óptima utilización del calor generado en la cogeneración. En general las demandas

de refrigeración a bajas temperaturas suelen ser relativamente constantes y suelen tener una gran inercia térmica. la planta de refrigeración por absorción puede regularse de tal forma que consuma todos los excedentes de calor (generalmente vapor) dando prioridad al consumo directo de vapor, consiguiéndose así un elevado aprovechamiento del calor producido en la cogeneración.

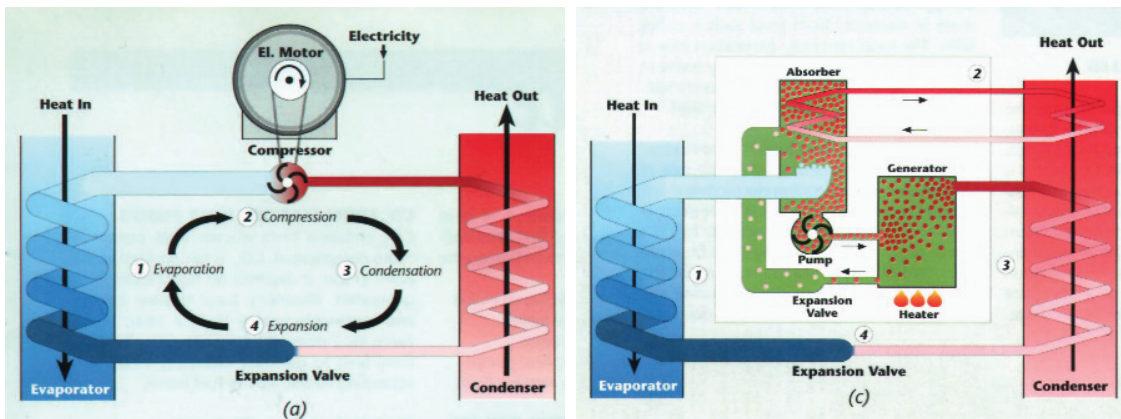
Refrigeración por absorción

Las plantas de refrigeración por absorción precisan de un fluido refrigerante y un fluido absorbente. Los pares de fluidos refrigerante / absorbente más usados son el par agua / bromuro de litio y el par amoníaco / agua. En las plantas que usan el primer par, el refrigerante es el agua

por lo que estas plantas se usan para aplicaciones a temperaturas por encima de 0°C, usándose principalmente para la climatización. Las plantas de refrigeración con amoníaco / agua usan el amoníaco como refrigerante y tienen el campo de aplicación desde 0°C hasta -70°C. Especialmente en las aplicaciones a bajas temperaturas las plantas de refrigeración por absorción con amoníaco abren un amplio campo de aplicaciones para las plantas de trigeneración.

Amoníaco

El amoníaco se ha usado como refrigerante desde finales del siglo XIX siendo uno de los refrigerantes con cualidades termodinámicas más idóneas para la refrigeración. Dado que en las aplicaciones



Izquierda: planta de refrigeración por compresión. Derecha: planta de refrigeración por absorción.

Datos termodinámicos del amoníaco	
Temperatura de evaporación a 1 bar	-33,4°C
Temperatura de fusión a 1 bar	-77,7°C
Temperatura crítica	132°C
Calor de evaporación a -33,4°C	1.370 kJ/kg
Temperatura máxima de estabilidad térmica	450 °C
Concentración límite en aire de lugar de trabajo (s/ Res. 444/91)CMP	18 mg/m3
Concentración límite en aire de lugar de trabajo MAK (Alemania)	50 mg/m3
Concentración límite en aire de lugar de trabajo LTEL (Gran Bretaña)	25 mg/m3

industriales la demanda de frío suele estar a temperaturas por debajo de 0°C, las plantas de absorción industriales suelen usar el amoníaco como refrigerante. La cualidades termodinámicas del amoníaco, juntamente con el agua como absorbente, hacen de ellos un par refrigerante / absorbente ideal para las plantas de refrigeración por absorción a bajas temperaturas. Así por ejemplo el amoníaco evapora a la presión atmosférica a -33°C, por lo que los circuitos de refrigeración que trabajan a -30°C trabajan a una ligera sobrepresión. Por otra parte aplicaciones a muy bajas temperaturas, el vacío necesario no es muy bajo, así por ejemplo a -60°C la presión de evaporación es de 220 mbar.

Funcionamiento

Las plantas de refrigeración por compresión constan de un evaporador, en el que evapora el refrigerante (amoníaco) produciendo frío, un sistema de compresión para transportar el vapor a baja presión del evaporador al condensador a alta presión y el condensador en el que condensa el refrigerante disipando el calor generalmente mediante torres de refrigeración. En plantas de refrigeración por absorción el compresor mecánico es sustituido por un compresor químico o térmico. El vapor de baja presión procedente del evaporador, en vez de ser comprimido por un compresor mecánico, es

absorbido por una solución diluida de amoníaco y agua en el absorbedor. La solución cuya concentración ha aumentado es bombeada al desorbedor en el que es calentada hasta su ebullición a alta presión. Siendo el amoníaco la componente más volátil en el desorbedor se produce vapor de amoníaco, que condensa en el condensador cerrando así el ciclo de refrigeración. El calor producido en el condensador y en el absorbedor suele ser disipado mediante torres de refrigeración, mientras que el calor aportado en el desorbedor es calor residual procedente por ejemplo de una planta de cogeneración.

Problemática a bajas temperaturas

El amoníaco como refrigerante tiene la gran ventaja de poder producir refrigeración a temperaturas de hasta -70°C. Para alcanzar estas temperaturas hacen falta sistemas de compresión de varias etapas por lo que dichas plantas son relativamente complejas. La operación en continuo de dichas plantas es problemática por el hecho de que prácticamente no existen aceites compatibles con el amoníaco, que tengan cualidades lubricantes a la temperatura de los compresores y una baja viscosidad a -60°C. El aceite que suele acumularse en los evaporadores únicamente puede decantarse si se eleva temporalmente la temperatura. Todo ello encarece las plantas de compresión y

hace necesario un mantenimiento muy riguroso para poder garantizar la fiabilidad necesaria.

Especialmente a estas temperaturas las plantas de refrigeración por absorción tienen grandes ventajas comparadas con las de refrigeración por compresión. Por una parte pueden alcanzar temperaturas de hasta -70°C en una simple etapa y por otra parte no precisan aceites lubricantes por lo que pueden operar en continuo sin necesidad de paradas.

Tradicionalmente siempre se han usado plantas de refrigeración por absorción con amoníaco, en sectores industriales en los que se precisa refrigeración a bajas temperaturas y en los que la disponibilidad es de gran importancia

Aplicaciones

En el sector químico y petroquímico se instalan con frecuencia plantas de trigeneración con refrigeración por absorción. En estos sectores los principales argumentos son los reducidos costes de mantenimiento y la alta disponibilidad de las plantas de absorción.

La siguiente foto muestra una planta con una potencia de 5500 kW en que una mezcla de hidrocarburos es enfriada hasta -54°C. La planta es propulsada con vapor de una cogeneración.

Potencias

Las plantas de refrigeración por absorción usadas en la trigeneración suelen tener potencias desde uno 100 kW hasta varios Megavatios. Mientras los últimos dos ejemplos eran plantas de alta potencia, el siguiente muestra un planta instalada en una empresa cárnica. El agua de refrigeración de un motor a gas se usa para la propulsión de la planta de absorción que enfría una mezcla de glicol y agua hasta -15°C.