

“Dispositivo desorbedor y condensador de membrana porosa hidrófoba”

MX-a-2023-015196



Descripción de la Tecnología

La presente invención está relacionada con las técnicas y principios utilizados en la Ingeniería Química, sobre todo en operaciones unitarias de transferencia de masa como lo es la adsorción, absorción, y/o desorción. Se presenta un dispositivo dual que funciona como desorbedor de membrana porosa hidrófoba y condensador con aplicación en sistemas de bomba de calor por absorción que utilizan agua como fluido refrigerante.

El dispositivo dual comprende:

- una primera sección o sección de transferencia de calor localizada en el extremo frontal, en la cual un primer fluido caloportador que ingresa al dispositivo cede calor sensible a una mezcla de fluido refrigerante/absorbente en fase líquida que también ingresa a dicho dispositivo;
- una segunda sección o sección de desorción por destilación por membrana hidrófoba con espaciado de un gas inerte ocupa la parte intermedia del dispositivo, en donde una parte de la mezcla de fluido refrigerante/absorbente en fase líquida, al haberse incrementado su nivel térmico, se separa como fluido refrigerante de fase vapor; y,
- una tercera sección o sección de condensación localizada hacia la parte posterior, en donde el vapor de fluido refrigerante puro en fase líquida, y de igual manera, la otra parte de la mezcla de fluido refrigerante/absorbente en fase líquida que no se separó abandona el dispositivo; en donde para cerrar herméticamente dicho dispositivo se utiliza un medio de sujeción.

Las placas de alta conductividad térmica se presentan de forma preferiblemente rectangular, cuyas esquinas están preferiblemente redondeadas, son fabricadas con un material que tenga una conductividad térmica de 20 W/m*K.

El dispositivo utiliza el proceso de destilación por membrana con espaciado de aire el cual involucra transferencia de calor y masa a través de la membrana porosa, semipermeable e hidrófoba. El mecanismo de separación por membrana se lleva a cabo como sigue: las moléculas del fluido refrigerante presente en la mezcla fluido refrigerante/absorbente entran en contacto con una de las caras de la membrana porosa, migran de la corriente central hacia la interface, que es la entrada del poro de dicha membrana porosa; en dicha interfaz ocurre la evaporación de las moléculas del fluido refrigerante y el vapor resultante se mueve a través de los poros de la membrana porosa y finalmente ocurre la condensación del vapor del fluido refrigerante del otro lado de la membrana, sobre una superficie de enfriamiento. Como el proceso es no-isotérmico, las moléculas de vapor migran a través de la membrana debido a una diferencia de presión parcial entre sus dos caras, provocada por la diferencia de temperatura.

Aplicaciones, beneficios y usos de la tecnología



Este dispositivo tendría la capacidad de desorber sustancias específicas del fluido mientras actúa como un condensador para cambiar el estado del vapor de agua a líquido. Esto sería crucial en el proceso de transferencia de calor en el sistema de refrigeración o bomba de calor. Este tipo de sistemas son una alternativa a los sistemas de bomba de calor convencionales que utilizan compresores mecánicos. Podría ser aplicado en procesos como la desalinización térmica, concentración de jugos o néctares, en general, en cualquier proceso en el que se requiera separar agua de una solución acuosa que contenga uno o varios solutos sólidos o líquidos.

La principal ventaja del dispositivo desorbedor y condensador con respecto a los dispositivos encontrados en el estado de la técnica es que no requiere de un intercambiador de calor externo para aumentar la temperatura de una mezcla de fluido refrigerante/absorbente ni para condensar el vapor de fluido refrigerante producido por el proceso de desorción; adicionalmente, funciona a presión atmosférica, por lo que tampoco requiere de una bomba de vacío para su operación.

Nivel de madurez de la tecnología



Se llevó a cabo un estudio experimental para evaluar el desorbedor/ condensador de membrana utilizando una solución de H₂O/LiCl en condiciones de laboratorio. Se exploraron dos modos de operación, continuo e intermitente:

- En el ciclo continuo, se examinaron cuatro temperaturas de solución (90.3, 85.3, 80.4 y 75.4 °C) y cuatro temperaturas de condensación (25.1, 30.1, 35.1 y 40.1 °C). La tasa de desorción fue principalmente influenciada por la temperatura de la solución. Se notó un impacto de la temperatura de condensación, especialmente a temperaturas de solución más bajas. La máxima tasa de desorción fue de 3.49 kg/h·m² a 90.3 °C de solución y 25.1 °C de condensación.
- En el modo intermitente, se mantuvo una temperatura de condensación constante de 30.1 °C, variando la temperatura de la solución. Se validó un modelo matemático con coeficientes de correlación cuadrática altos: 0.9929 para la tasa de desorción y hasta 0.9991 para las temperaturas de salida.

Por tanto, y de acuerdo con la escala de la NASA y del estándar internacional ISO/FDIS 16290:2013 “Space Systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment” se estima que esta invención tiene un TRL de 3 que corresponde a la Prueba experimental en laboratorio, siendo una primera prueba de concepto. Este nivel de maduración tecnológica se caracteriza porque se han realizado pruebas de función o característica del elemento mediante análisis, modelación y simulación, y mediante experimentación. En el nivel TRL 3, los requisitos de rendimiento de los elementos son generales, están ampliamente definidos y pueden ser preliminares. Son coherentes con un concepto o aplicación formulados. Se establecen los requisitos de rendimiento funcional del elemento y se definen los objetivos en relación con el estado actual de la técnica.

Información de mercado

La principal aplicación de esta tecnología a un nivel industrial sería en sistemas de bombas de calor por absorción la cual “se refiere a ciclos termodinámicos capaces de transferir calor de una temperatura baja a un alta. Esta categoría incluye enfriadoras de absorción y sistemas de transformadores de calor por absorción, y ambos operan con una mezcla de trabajo integrada por un fluido refrigerante y un absorbente” (Ibarra, et al., 2020).

Actualmente los sistemas de bombas de calor son utilizados en diversas áreas, incluyendo la calefacción residencial; en el ámbito del aire acondicionado, para enfriar espacios en climas cálidos, sobre todo en edificaciones comerciales e industriales; en calefacción de agua industrial, abarcando desde la calefacción de edificios hasta el calentamiento de agua para procesos industriales y la regulación térmica de invernaderos; en la producción de agua caliente sanitaria, siendo útiles para calentar agua en usos domésticos, comerciales o industriales, como en hoteles, hospitales o plantas procesadoras de alimentos; en procesos industriales variados, como en la industria química, farmacéutica y alimentaria, donde se requiere calefacción o refrigeración; en sistemas de energía solar térmica, donde contribuyen a mejorar la eficiencia de la captación y almacenamiento de calor; y en sistemas de cogeneración, aprovechando el calor residual de procesos industriales o de generación de energía para su funcionamiento integrado.

De acuerdo con *MarketsAndMarkets* (2022), el mercado global de bombas de calor experimentó un crecimiento significativo, pasando de \$53.2 mil millones en 2021 a una proyección de \$83.5 mil millones para 2026, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 9.5%. Este crecimiento se impulsa principalmente por leyes gubernamentales de apoyo y subsidios destinados a mejorar la eficiencia energética. Las bombas de calor, que utilizan tecnologías aerotérmicas y geotérmicas, se destacan como una solución prometedora para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero al ofrecer una alternativa energéticamente eficiente para la calefacción de espacios. Sin embargo, la falta de conciencia sobre sus beneficios en economías emergentes representa una restricción para su adopción.

Por otro lado, la integración de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la automatización y el aprendizaje automático en las bombas de calor ofrece oportunidades para mejorar la eficiencia operativa y reducir el consumo de electricidad. Aunque, los altos costos iniciales de instalación, especialmente para bombas de calor geotérmicas, representan un desafío para su adopción generalizada. En términos de segmentación del mercado, se espera que las bombas de calor de fuente de agua sean el segmento más grande y de más rápido crecimiento debido a su alta eficiencia operativa en comparación con otras variantes de bombas de calor.

Los principales jugadores en el mercado de bombas de calor son SAMSUNG (Corea del Sur), DENSO CORPORATION (Japón), Midea Group (China), Panasonic Corporation (Japón) y Mitsubishi Electric Corporation (Japón). Entre 2017 y 2021, las empresas adoptaron estrategias de crecimiento como contratos y acuerdos, inversiones y expansiones, asociaciones, colaboraciones, alianzas y empresas conjuntas para capturar una mayor participación en el mercado (*MarketsAndMarkets*, 2022).

