

Proceso de producción de carbonato de bario mediante captura de dióxido de carbono

Sector Tecnológico

La presente invención se relaciona con el sector tecnológico de la ingeniería química, específicamente con aplicación en el campo de la producción de carbonatos.

La presente invención corresponde al desarrollo de un proceso de producción de carbonato de bario mediante captura de dióxido de carbono.

Estado del Arte Previo

La emisión de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO_2) constituye un problema ambiental al ser uno de los gases de efecto invernadero. Estas emisiones son producidas en su mayoría por la actividad industrial y generan un problema de salud pública. Debido a lo anterior, en los últimos años, se han buscado alternativas para mitigar el impacto negativo de los gases de invernadero. Las industrias han implementado políticas de captura de CO_2 residual en sus chimeneas, proceso que culmina en la liberación del CO_2 puro a la atmósfera, o el enterramiento del mismo. Existen otras alternativas como el reciclado de CO_2 que realizan las industrias cementeras, este proceso requiere de un tratamiento especial donde se han reportado fallas debido a obstrucciones en los inyectores de combustible. Estas alternativas buscan dar solución al problema planteado, sin embargo, son procesos muy costosos y poco óptimos, que no son accesibles para las medianas y pequeñas empresas.

En estudios como el presentado por Park y colaboradores, titulado ***Barium carbonate precipitation as a method to fix and utilize carbon dioxide*** se presenta una tecnología de captura y utilización de carbono para fijar el dióxido de carbono. Las aminas monoetanolamina, dietanolamina y metil dietanolamina se emplearon para convertir rápidamente CO_2 gaseoso en CO_2 acuoso, y se añadió BaCl_2 como fuente de iones metálicos para reaccionar con el CO_2 acuoso y formar rápidamente un precipitado de BaCO_3 . Repitieron dos veces la secuencia de absorción-conversión-precipitación-separación-desorción. El bario mostró un potencial similar al magnesio y

calcio para fijar el CO_2 . Este estudio muestra la eficiencia en captura de CO_2 empleando soluciones con Bario.

Ahora, el carbonato de bario y es un compuesto químico utilizado en la fabricación de vidrio, porcelana, ladrillos, esmaltes cerámicos, cemento y también se utiliza para controlar la relación de cromato a sulfato en baños de galvanoplastia de cromo. Es entonces un compuesto que puede usarse en otras industrias y es obtenido a partir de la captura del CO_2 . Luego el proceso es óptimo y da solución al problema técnico inicial.

En este mismo sentido, un acercamiento para la producción de carbonato de bario mediante captura de CO_2 se encuentra en la patente **WO2016120812**. La patente consiste en un aparato y proceso para capturar y aprovechar el dióxido de carbono emitido en las chimeneas industriales para la producción de carbonato de bario a partir de soluciones de carbonato de amonio provenientes de la torre de absorción con amoníaco. Particularmente, la torre de absorción con amoníaco captura el dióxido de carbono que viaja atrapado en la corriente líquida en forma de carbonato de amonio, se hace precipitar por medio de una reacción con cloruro de bario para generar carbonato de bario sólido. Este proceso requiere de 5 etapas y de un número elevado de reactivos para la producción del carbonato de bario.

Los procesos divulgados en el arte previo hacen uso de cloruro de bario y amoníaco, que son insumos supremamente caros. El problema técnico solo se resuelve parcialmente, y persiste la necesidad de desarrollar procesos similares, que no hagan uso de cloruro de bario ni amoníaco.

Descripción de la Invención

La presente invención se refiere a proceso de producción de carbonato de bario mediante captura de dióxido de carbono caracterizado porque comprende unas etapas de disolución acuosa, reacción y filtrado. En un primer lugar se realiza una solución acuosa de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ en un equipo a determinadas condiciones de temperatura y presión. Este paso permite obtener una corriente de salida líquida con una fracción molar de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ en agua. Luego, la reacción entre la corriente obtenida y el aire rico en CO_2 se da en un cristizador que opera a determinadas condiciones de temperatura y presión. El aire contaminado se burbujea para obtener aire y una corriente líquida con

BaCO_3 en solución. Finalmente, la corriente líquida proveniente del cristalizador es filtrada por separación y se obtiene por un lado BaCO_3 sólido, el cual es retirado manualmente, y por el otro una corriente líquida compuesta principalmente por agua. A partir de este proceso se produce 1 mol de BaCO_3 por mol de CO_2 adicionado al cristalizador, obteniendo la misma eficiencia del proceso que en los procesos tradicionales – cerca del 100% -, pero empleando solo 3 equipos y un reactivo para la captura y aprovechamiento del CO_2 . Particularmente, este proceso no requiere el uso de NH_3 ni BaCl_2 , lo cual permite reducir el costo.

Descripción de las Figuras

Figura 1. Diagrama de proceso del sistema de captura de CO_2

Descripción detallada

Proceso de producción de carbonato de bario mediante captura de dióxido de carbono caracterizado porque comprende unas etapas de disolución acuosa, reacción y filtrado.

Particularmente, la etapa de disolución del hidróxido de bario, ocurre en un reactor DISSOLV. Éste opera en un rango de temperaturas ente 20-100 °C, en el cual se asegura la completa disolución del Ba(OH)_2 , en un rango de presión ente 0.7 y 1 bar. La relación de alimentación de flujos molares $\text{Ba(OH)}_2/\text{H}_2\text{O}$ se encuentra en un rango de 0.19 y 0.95, para obtener una corriente de salida líquida con una fracción molar de Ba(OH)_2 entre 0,16 – 0,49 en agua.

En este mismo aspecto particular, la etapa de reacción entre el dióxido de carbono y la corriente de hidróxido de bario, ocurre en un cristalizador que puede operar en un rango de temperaturas y presiones de 20 - 100 °C y 0.7 - 1 bar, respectivamente. El CO_2 se burbujea y reacciona con la solución de $\text{Ba(OH)}_{2(\text{ac})}$, para obtener aire y una corriente líquida con BaCO_3 en solución.

En la etapa final del proceso, la corriente líquida proveniente del cristalizador es filtrada por separación y se obtiene por un lado BaCO_3 sólido, el cual es retirado manualmente, y por otro lado una corriente líquida compuesta principalmente por agua con una fracción molar de alrededor de 0.79. Adicionalmente se establece que la relación molar de alimentación $\text{Ba(OH)}_2/\text{CO}_2$ se encuentra en un rango 1 – 1,2.

Modalidades preferidas

En el aspecto preferido de la invención, la disolución del hidróxido de bario ocurre en un reactor DISSOLV, con temperatura de operación mayor a 60 °C y presión de 0.7-1 bar.

En este mismo aspecto preferido, la relación de alimentación de flujos molares $\text{Ba(OH)}_2/\text{H}_2\text{O}$ es de 0.29 y la corriente de salida líquida con una fracción molar de Ba(OH)_2 entre 0.3 en agua.

Dicho aspecto preferido, comprende una etapa de reacción entre el dióxido de carbono y la corriente de hidróxido de bario, que ocurre en un cristalizador que opera en un rango de temperaturas y presiones de 20 - 100°C, preferiblemente a 80 °C, y 0.7 - 1 bar, respectivamente.

En el mismo aspecto preferido, la corriente líquida proveniente del cristalizador es filtrada por separación y se obtiene por un lado BaCO_3 sólido y por otro lado una corriente líquida compuesta principalmente por agua con una fracción molar de alrededor de 0.79. Adicionalmente, la relación molar de alimentación $\text{Ba(OH)}_2/\text{CO}_2$ se encuentra en un rango 1 – 1.2.

Ejemplos

El proceso y diagrama de flujo se obtuvieron a partir de la simulación del proceso en el software Aspen Plus V9.0, modelando la fase líquida a través del modelo de actividad NRTL para electrolitos, el cual aplica para electrolitos fuertes como lo es el Ba(OH)_2 . La fase de gas fue modelada a través de la ecuación de estado Redlich-Kwong, de esta manera se empleó el paquete termodinámico ENRTL-RK, precargado en el software de simulación. Se incluyeron las reacciones de equilibrio (Ec. 1- 4), formación de sal (Ec. 5-7) y de disociación (Ec. 8-9). Después de establecer las propiedades termodinámicas y químicas del proceso, se realizó la simulación del mismo, para lo cual se evaluaron diferentes alternativas realizando las modificaciones necesarias para obtener un proceso intensificado con el menor número de etapas posible, de alta eficiencia de captura y alto rendimiento hacia BaCO_3 . A continuación se presentan las reacciones químicas utilizadas:





Así las cosas, se propuso un equipo en el que se realiza la disolución del $Ba(OH)_2$, a partir de un análisis de sensibilidad se encontró que para un flujo de 0,018 kmol/h de $Ba(OH)_2$ se tiene disolución completa, en un rango de temperaturas de 20 – 70 °C. De esta manera, se establece el rango de operación del proceso, con preferencia por las temperaturas mayores a 60 °C. Seguido a esto, se propone un cristalizador en el cual se burbujea un corriente de CO_2 0,1 molar en aire, hacia la solución de $Ba(OH)_2$, obteniendo como resultado de este proceso, la captura total del CO_2 alimentado, con una relación de 1 mol de $BaCO_3$ producido/1 mol de CO_2 alimentado. Igual que en la etapa anterior, se realizó un análisis de sensibilidad para establecer la relación de $Ba(OH)_2$ alimentado/ CO_2 alimentado, que permita la mayor producción de $BaCO_3$. De esta manera, se obtuvo que para un flujo molar alimentado de CO_2 de 0,01412 kmol/h y 0,018 kmol/h de $Ba(OH)_2$, se obtiene un flujo molar de 0,01412 kmol/h de $BaCO_3$. Finalmente, en la etapa de filtrado, bajo estas condiciones, se obtiene una corriente sólida con un flujo de 0,01412 kmol/h de $BaCO_3$.