

Título de la Tesis: "Diseño óptimo y flexibilidad de columnas de destilación"

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Hoch, Patricia Mónica

Directores: Dr Ana Eliceche

Resumen

Existe un especial interés por diseñar óptimamente columnas de destilación, ya que se trata de uno de los procesos de separación más frecuentemente utilizados para obtener productos puros, a partir de una mezcla dada.

En las industrias de tipo petroquímico y refinerías no es poco frecuente encontrar que el consumo energético de las columnas de destilación presentes alcanza hasta un 50 % del total de energía requerida para el funcionamiento de la planta completa. Este es el motivo principal por el cual es muy importante el diseño adecuado de las columnas, teniendo en cuenta el ahorro energético que se pueda conseguir.

El objetivo es diseñar la columna tal que se satisfagan las especificaciones de diseño con el costo total mínimo. Para ello se formula un problema de optimización donde se selecciona el número de etapas en cada sección de la columna, el reflujo y el caudal de producto, para una columna convencional. Para columnas no convencionales habrá un mayor número de variables de optimización.

El diseño de una columna se formula como un problema de programación no lineal, donde el número de etapas es tratado como una variable continua. Los códigos de optimización usados requieren de la evaluación de la función objetivo y de las restricciones.

Las restricciones del espacio de búsqueda son normalmente composiciones, purezas o impurezas, de los productos. En primera instancia las derivadas de las composiciones de los productos con respecto a las variables de optimización son calculadas por diferencias finitas. Cada aproximación por diferencias finitas requiere de una simulación extra de la columna con el consiguiente aumento del tiempo de cómputo requerido.

Por esta razón, se presenta un método analítico de obtención de las derivadas de las composiciones de tope y fondo de la columna con respecto a los caudales de reflujo y producto.

Título de la Tesis: “Diseño óptimo y flexibilidad de columnas de destilación”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Hoch, Patricia Mónica

Directores: Dr Ana Eliceche

ya sea de tope o de fondo. Esto se logra usando elementos del Jacobiano generado en la simulación de la columna.

Cuando se emplean expresiones analíticas, se consigue una importante reducción del tiempo de cómputo requerido para la obtención del óptimo, ya que se eliminan dos simulaciones por cada cálculo de los gradientes de las restricciones.

Como alternativa, se puede formular el problema eliminando una restricción de diseño, utilizando un bloque de control para la columna. Esto permite convertir la función objetivo original en una función que posee un mínimo global.

Se desarrolló también un método para hallar los valores de las restricciones de la columna cuando posee una etapa más o menos que el caso base en cada sección, sin necesidad de efectuar una simulación adicional para cada una de las secciones, y que se ha llamado método de la Matriz Tridiagonal Perturbada (MTP). Con los datos así obtenidos, la aproximación por diferencias finitas de las derivadas de las restricciones con respecto al número de etapas en cada sección de la columna sólo requiere de una simulación y algunos cálculos adicionales.

Sin embargo, en la práctica rara vez el diseño obtenido por estos medios es utilizado para determinar el tamaño de las columnas que se instalarán en una planta química, pues no se tiene en cuenta en el análisis que existen ciertos parámetros o condiciones que no se mantienen constantes con el transcurso del tiempo, y que podrían ocasionar que la operación de la columna no sea factible. Es por eso que cuando se efectúa el diseño de la columna se tienen en cuenta estos parámetros inciertos a fin de sobredimensionarla. Se considera un conjunto de parámetros inciertos compuesto por la eficiencia global de etapas, los coeficientes de transferencia de calor en el condensador y rebullidor, la temperatura del agua de enfriamiento utilizada en el condensador, la velocidad máxima permitida al vapor en la columna, los coeficientes empleados para el cálculo de los costos fijos y operativos y el caudal y composición de la alimentación. Se han estimado los factores de sobrediseño necesarios para el diámetro, la altura y las áreas de los intercambiadores de calor de la columna, de modo que el diseño obtenido

Título de la Tesis: “Diseño óptimo y flexibilidad de columnas de destilación”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Hoch, Patricia Mónica

Directores: Dr Ana Eliceche