

SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO DE DESTILACIÓN AZEOTRÓPICA DE MEZCLAS AZEOTRÓPICAS BINARIAS.

Pierantoni, Lucila

Área Operaciones Unitarias

Facultad de Ingeniería Química

Director: Flores, Hugo

Área: Ingeniería.

Palabras claves: azeótropo, destilación, arrastrador

INTRODUCCIÓN

La operación unitaria destilación es uno de los procesos de separación más utilizados. Dentro de sus variantes, adquiere importancia el procesamiento de mezclas, ya sea binarias o multicomponentes, que presentan fuertes desviaciones a la idealidad, formando azeótropos. Esta situación por su complejidad, implica la utilización de métodos de cálculo complejos, que no se desarrollan en el cursado la asignatura Transferencia de Materia y Operaciones. Se propone llevar a cabo experiencias en una columna de contacto continuo con rellenos ordenados existente en el laboratorio de la asignatura, para comparar los resultados obtenidos experimentalmente con los obtenidos mediante el uso de simuladores.

Título del proyecto: SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO DE DESTILACIÓN AZEOTRÓPICA DE MEZCLAS AZEOTRÓPICAS BINARIAS.

Práctica docente

Transferencia de Materia y Operaciones

Facultad de Ingeniería Química

OBJETIVOS

General: Estudiar el proceso de destilación azeotrópica mediante la comparación de resultados empíricos con teóricos.

Particulares:

- Adecuar la columna de destilación y montar el instrumental de medición de las variables operativas.
- Establecer y chequear las variables, rango de aplicación y medición de las mismas.
- Llevar a cabo experiencias en el equipo.
- Obtener, procesar y analizar información empírica.
- Comparar los resultados obtenidos con los obtenidos a partir de cálculos teóricos mediante el uso de simuladores.

Con motivo de la pandemia de COVID-19 se desarrollaron solamente los objetivos teóricos y de simulación mediante UniSimDesign R390.1.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la experiencia se iba a utilizar una columna de destilación a escala laboratorio. La misma consta de una torre de 0,95 m de altura, diámetro 0,04 m, rellena con anillos de acero ordenados de 6 mm de altura, 5 mm de diámetro interno y 6 mm de diámetro externo, hervidor de capacidad 2 litros, condensador total, y reflujo por gravedad, regulando el mismo por un dispositivo electrónico.

Para los cálculos posteriores, y dada la imposibilidad de llevar a cabo experiencias en laboratorio, teniendo en cuenta información previa, se estimaron el número de etapas teóricas y la altura equivalente de etapa teórica de la misma (1):

$$N_p = 8$$

Altura efectiva de relleno (z): 95 cm.

$$Hept = \frac{z}{N_p} = \frac{95\text{cm}}{8} = 11,8\text{ cm} \quad (1)$$

SIMULACIÓN

Se utilizó el simulador UniSimDesign R 390.1, que es la herramienta utilizada para la simulación de procesos, seleccionando el paquete de propiedades según las características del sistema a evaluar (ideal o con desviaciones).

Se plantearon situaciones donde se variaron la temperatura, composiciones de entrada y salida, caudales y relación de reflujo de trabajo con el fin de hallar las

condiciones óptimas para obtener el componente deseado con la máxima pureza posible.

En el simulador se propusieron diferentes combinaciones de azeótropos binarios con el objetivo de encontrar la mejor combinación de variables para lograr la convergencia y obtener la mayor pureza del componente a obtener. Además, se realizaron simulaciones con diferentes mezclas con el fin de poder evaluarlas de manera experimental.

Se llevaron a cabo simulaciones con la mezcla binaria etanol-agua utilizando en el primer caso glicerol como agente arrastrador, en el segundo utilizando pentano, ciclohexano, etilenglicol, dietiléter y éter isopropílico respectivamente; la solución ácido acético-agua con acetato de etilo como agente arrastrador; la mezcla acetato de metilo-metanol con benceno como agente arrastrador y finalmente se simuló la con la mezcla azeotrópica piridina-agua con benceno como agente arrastrador.

RESULTADOS

Se lograron las combinaciones óptimas para poder obtener la máxima pureza del componente a extraer, los resultados principales se muestran en la Tabla N°1.

Tabla 1: Principales resultados del proceso de simulación

Mezcla azeotrópica	Agente arrastrador	Paquete de propiedades utilizado	Composiciones de entrada	Composiciones de salida	Relación de reflujo
Etanol-agua	Glicerol	Antoine	Etanol: 0,882 Agua: 0,118	Etanol: prácticamente puro	0,35
	Pentano	Wilson-ideal	Etanol: 0,9 Agua: 0,1	Etanol: 0,9 Agua: 0,0997	0,3
	Hexano	General NRTL	Etanol: 0,9 Agua: 0,1	Etanol: 0,8981 Agua: 0,1019	0,25
	Etilenglicol	GCEOS	Etanol: 0,9 Agua: 0,1	Etanol: 0,9882 Agua: 0,0118	0,4
	Dietiléter	GCEOS	Etanol: 0,9 Agua: 0,1	Etanol: 0,9143 Agua: 0,0857	0,25
	Éter isopropílico	Wilson-ideal	Etanol: 0,9 Agua: 0,1	Etanol: 0,9237 Agua: 0,0763	0,5

Ácido acético-agua	Acetato de etilo	NRTL-RK	Ácido acético: 0,7 Agua: 0,3	Ácido acético: 0,9985 Agua: 0,0014	0,35
Acetato de etilo-metanol	Tolueno	Antoine	Acetato de etilo: 0,1 Metanol: 0,9	Acetato de etilo: 0,0523 Metanol: 0,9477	0,8
Piridina-agua	Benceno	Wilson-ideal	Piridina: 0,75 Agua: 0,25	Piridina: 0,999 Agua: 0,0008	0,3

CONCLUSIONES

Se obtuvieron resultados relevantes de las condiciones óptimas de operación de la torre de destilación con diferentes azeótropos binarios que son de gran utilidad para la industria química.

Con respecto al azeótropo etanol-agua, el pentano y el ciclohexano, han demostrado tener los mejores rendimientos desde el punto de vista del consumo energético pero el pentano es muy volátil, por lo que las pérdidas por evaporación son considerables y lo ponen en desventaja con relación a otros agentes de separación, evidenciándose en la simulación realizada, resultando el glicerol como mejor agente arrastrador.

Uno de los agentes de separación utilizados con mayor frecuencia es el benceno. En la actualidad se están empleando nuevos productos químicos y otros procesos de deshidratación debido a los problemas resultantes de su uso como agente deshidratante, en particular en el campo de la salud, dado que, al ser un producto cancerígeno y los operarios están expuestos a riesgos. Otros agentes de separación usados con frecuencia son: hexano, monoetilenoglicol, éter isopropílico, tolueno, éterdietílico y n-pentano. Estos compuestos logran aumentar el coeficiente de actividad del agua a lo largo de la columna. Finalmente, para el azeótropo etanol-agua el arrastrador que logro las condiciones óptimas fue el glicerol. En cuanto a las demás simulaciones el sistema que reúne las condiciones para trabajar en forma experimental es el de la mezcla ácido acético-agua con acetato de etilo como agente arrastrador.

BIBLIOGRAFÍA

- **Acosta Cordero, L. (Ing.), Lauzurique Guerra, Y. (Ing.), Pérez Ones, O. (Dr.), Zumalacárregui de Cárdenas, L. (Dra.)**. Procesos de separación en la producción de etanol anhidro. Univ. Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría". 2016
- **Green, D.W. Perry, R.H.** Perry's Chemical Engineers Handbook 8thEd 2008. McGraw-Hill.