

PROCESO DE SEPARACIÓN INTENSIFICADO PARA LA PURIFICACIÓN DE FURFURAL: ESTUDIO DEL DESEMPEÑO DINÁMICO

Patlán Álvarez Francisco (1), Segovia Hernández Juan Gabriel (2), Morales Hernández Claudia Erika (3)

1 [Bachillerato General, Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato] | [fran_patlan@hotmail.com]

2 [Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [gsegovia@ugto.mx]

3 [Colegio Del Nivel Medio Superior, Escuela De Nivel Medio Superior de Guanajuato] | [claumh7@hotmail.com]

Resumen

La optimización de procesos enfocados en la obtención de energías renovables y productos químicos, a partir de materia orgánica, ha representado todo un reto ante la decadencia de la economía basada en el petróleo. La aparición de biorrefinerías, instalaciones industriales encargadas de llevar a cabo la transformación de la materia orgánica en fuentes energéticas análogas a las producidas por la industria petrolera es una alternativa a este reto. Para ello esta investigación busca evaluar el desempeño dinámico de sistemas intensificados para la obtención de furfural a partir de biomasa, a fin de corroborar si es factible su implementación en la industria y que a su vez demuestre que los sistemas intensificados son una buena opción para ser implementados como procesos amigables con el medio ambiente.

Abstract

The optimization of processes focused on obtaining renewable energy and chemical products, from organic matter, has represented a challenge into decline of the economy based on oil. The development of bio-refineries, industrial facilities responsible for the transformation of organic matter into energy sources similar to those produced by the oil industry is an alternative to this challenge. The aim of this research is to evaluate the dynamic performance of intensified systems to produce furfural from biomass, in order to corroborate the feasibility of its implementation in the industry and to demonstrate that enhanced systems are a good option to be implemented as environmentally friendly processes.

“PALABRAS CLAVE”

Furfural; Set Point; IAE (Integral del error absoluto); K_c y τ_i ; Proceso Intensificado.

INTRODUCCIÓN

ENERGIAS SUSTENTABLES

- *El uso de biorrefinerías ante la decadencia de los combustibles fósiles*

El cambio climático global y el agotamiento de los recursos renovables, representan dos grandes problemas que afectan la economía basada en el petróleo; debido a esto los esfuerzos en la investigación de actualidad se han centrado en el uso de recursos renovables alternativos al petróleo y de manera particular los basados en la biomasa, de tal forma que las biorrefinerías (instalaciones dedicadas a la fabricación de combustibles, energía y productos químicos derivados de los desechos orgánicos o mejor conocidos como biomasa) plantean soluciones potenciales que requieren ser estudiadas para su implementación a nivel industrial.

El trabajo de una biorrefinería es análogo al de una industria petrolera, es por ello que los estudios actuales se centran en el mejoramiento de las unidades de proceso de dichas biorrefinerías, a fin de convertirlas en opciones más atractivas en el ámbito económico y amigable con el medio ambiente. Sin embargo, la utilización de esta tecnología es reciente y por ende la optimización de los procesos es un reto constante pues se buscan resultados competentes a los producidos por el sector petrolero, pero que de igual modo cumplan un rol más eficiente, económico, seguro y sobre todo que involucren un menor gasto de energía que se verá reflejado en su impacto medio ambiental.

En los últimos años se ha visto un crecimiento extraordinario en el consumo de biocombustibles y en la generación de productos a partir de biomasa al mismo tiempo que ha generado distintas controversias por su impacto en el ambiente y la competencia con la alimentación humana y animal, así como las dificultades en la sostenibilidad económica de la industria sustentable [1].

La búsqueda de la implementación de energías renovables está orientada hacia el diseño de procesos químicos que reduzcan o eliminen la generación de residuos y que originen productos eficaces con el menor grado de toxicidad, en este contexto resulta factible la utilización de la materia prima renovable, la biomasa; planteándose a sí misma como una alternativa a otras de origen fósil como el petróleo, el carbón o el gas natural.

De manera específica este proyecto busca la optimización de procesos diseñados para la purificación de furfural, obtenido a partir de biomasa, un compuesto orgánico con un alto impacto en la industria por su gran número de aplicaciones dado que es usado como agente extractante en el refinamiento de aceites lubricantes, así como materia prima en la producción de fungicidas y nematocidas. Sin embargo su purificación requiere de un consumo elevado de energía y la cantidad obtenida es un poco al final de dicho proceso. Es por ello que estos nuevos procesos han sido diseñados bajo condiciones optimizadas en cuanto a minimizar el costo, gasto energético e impacto ambiental a través de un software comúnmente utilizado en la industria: Aspen Plus Dynamics® [2].

Mediante el uso de este software se pretende realizar el estudio dinámico del proceso para verificar la capacidad de respuesta al cambio en condiciones dadas, y de manera particular esta investigación se basa en el doble cambio de “set point” (cambio en pureza en las corrientes de salida del proceso) del producto de interés (furfural) y del subproducto (metanol) que de igual modo posee aplicaciones industriales y resulta conveniente recuperarlo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron dos diseños intensificados del proceso para la obtención de furfural como materia principal, los cuales contaban con dos columnas de destilación (ver Figura 1 y 2). Para el estudio de control de las corrientes de metanol y furfural se analizaron los cuatro lazos cerrados y posterior a ello realizar en análisis comparativo de las corrientes análogas en cada diseño y para cada

esta manera se puede observar el cambio en la dinámica del proceso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizada la sintonización de los valores en las variables de sintonización, los cuales fueron fijadas dentro de las 0.5 y 250 unidades para la ganancia (K_c) y entre las 0.5 y 150 unidades para el tiempo integral (T_i), que son los rangos más utilizados en la industria, los valores óptimos que minimizan el IAE se reportan en las Tablas 1 y 2.

Tras dicha sintonización y efectuado el doble cambio de set point se encontraron los valores de IAE que se muestran en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1: Valores de IAE's más bajos del primer diseño

Valores mínimos de IAE tras el doble cambio de "set point"	DISEÑO 1	
	METANOL	FURFURAL
$K_c = 250$ $T_i = 1$	0.00140051	0.00014670

Tabla 2: Valores de IAE's más bajos del segundo diseño

Valores mínimos de IAE tras el doble cambio de "set point"	DISEÑO 1	
	METANOL	FURFURAL
$K_c = 250$ $T_i = 1$ (metanol) $T_i = 50$ (furfural)	0.00147298	0.00014670

De acuerdo con los valores de K_c y T_i que minimizan el IAE se determinó que era en esos valores donde el diseño respondía mejor a las perturbaciones en el cambio del set point, de tal modo que se corrieron las simulaciones con estos

valores de las variables. La perturbación se realizó al 1.0% para el primer diseño en ambos lazos, sin embargo para el lazo de furfural del segundo diseño se tuvo que perturbar en apenas 0.5% dado que la tolerancia al cambio resultó más inestable y no lograba estabilizar el valor modificado, pero para fines prácticos se consideró la gráfica con las menores oscilaciones posibles.

Realizando el análisis comparativo de ambos diseños en función de los gráficos arrojados tras la simulación de los puntos óptimos de cada proceso se logró determinar la capacidad que posee cada diseño para soportar un cambio en la pureza de las corrientes de salida correspondientes a las sustancias de interés.

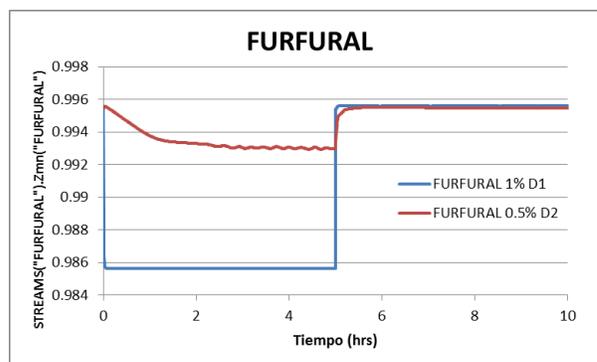


Figura 3: Esquema de perturbación en corrientes de furfural.

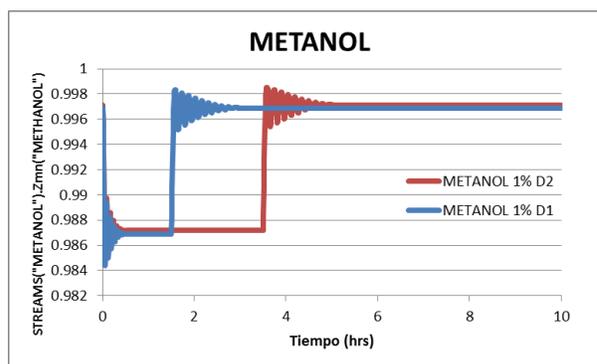


Figura 4: Esquema de perturbación en corrientes de metanol.

Para el análisis de los gráficos aquí presentados se debe considerar que en el caso del furfural (Figura 3) hay una variación más notoria en cuanto al valor de cambio dado que el segundo diseño apenas soportó una variación en el set point del 0.5% mientras que en el diseño 1 se realizaba al 1.0% y a pesar de esto ambos logran estabilizar la pureza original de la corriente en un mismo tiempo.

En el caso del metanol (Figura 4) la perturbación para ambos diseños se realizó al 1.0% al mostrar mayor capacidad de resistencia a las variaciones del set point en ambos diseños. El desfase se produce dado que el primer cambio de set point se pausó en horas distintas, pero si observamos el comportamiento en el segundo cambio de set point se puede apreciar un comportamiento muy similar en ambos diseños, lo cual indica que responde bien a las perturbaciones en la pureza.

CONCLUSIONES

De manera puntual se puede concluir que ambos sistemas intensificados para la purificación de furfural responden de manera correcta ante las perturbaciones realizadas en sus purezas, demostrando que los dos diseños son capaces de soportar el cambio y poseen la posibilidad de proyectarse en la industria como una alternativa a los procesos convencionales.

Con base en el análisis del desempeño dinámico, el diseño convencional “Quaker Oats” arrojó los mejores resultados en su capacidad de respuesta respecto al desempeño del diseño intensificado mediante “integración de calor”; lo cual indica que aún existen puntos estratégicos que deben ser estudiados para lograr una buena optimización de nuevos procesos con respecto al proceso convencional.

Los sistemas intensificados demuestran ser competentes para su implementación en la industria, sobre todo en aquella que surge con el uso de la biomasa; y en este caso el uso furfural como fuente energética propone una mejora en la producción de bienes, contribuyendo de manera significativa el cuidado de los recursos naturales y disminuyendo el impacto ambiental que produce la industria tradicional.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que hicieron posible el desarrollo de esta investigación; profesores, compañeros, estudiantes de verano de investigación, asesor de proyecto, directivos y demás autoridades encargadas de gestionar este conjunto de esfuerzos que buscan brindar a los estudiantes de la Universidad de Guanajuato esta oportunidad de interactuar en el mundo de la investigación científica; enhorabuena muchas gracias a todos.

REFERENCIAS

[1]Ciencia y Desarrollo, Gómez Millán G. Desarrollo de biorrefinerías en el mundo. (2014). Recuperado de <http://www.cienciaydesarrollo.mx/?p=articulo&id=32>

[2]Uciencia, Universidad de Málaga. Investigan el furfural como alternativa sostenible (2016). Recuperado de <http://www.uciencia.uma.es/Noticias/Innovacion/Investigan-el-furfural-como-alternativa-sostenible>

[3]Torres, C.E. Estudio de un sistema híbrido destilación-cristalización utilizando columnas de separación intensificadas. (2011).Lic. Ingeniero Químico. Universidad de Guanajuato. Departamento de Ingeniería Química.