

Introducción

La industria de los polímeros, específicamente de los acrilatos y sus derivados, tiene como materia prima el ácido acrílico, cuyo precursor es la acroleína o 2-propenal (C_3H_4O), este es el aldehído insaturado más simple que existe. Se utiliza en la producción de pesticidas, plaguicidas, fabricación de perfumes y muchas otras aplicaciones.

La acroleína puede formarse de manera natural, en la quema de tabaco, aceites y otras materias orgánicas; o sintética en la oxidación parcial del propileno, la descomposición térmica del glicerol. Estas últimas son las más empleadas en los procesos industriales y es necesario utilizar catalizadores selectivos para la producción de acroleína. Los cuales se emplean en reactores convencionales, que son grandes torres que ocupan mucho espacio y requieren grandes consumos energéticos para los procesos endotérmicos.

Estudios recientes buscan la reducción del tamaño de los reactores, manteniendo la actividad, selectividad y capacidad de producción. Estos estudios conducen a la utilización de los llamados “microreactores” los cuales son placas fabricadas con diferentes materiales. Los microreactores catalíticos poseen canales de dimensiones milimétricas y micrométricas, en los cuales está depositado el catalizador, lo estrecho de los canales y lo intrincado de los diseños favorecen la mezcla de los reactivos y el contacto con las paredes catalíticas, lo que se traduce en una mayor transferencia de masa, adicionalmente los materiales utilizados favorecen la transferencia de calor. Esto trae como consecuencia que las reacciones que requieren o liberan grandes cantidades de energía puedan ser llevadas a cabo con un relativo bajo consumo energético

El Problema

¿Por qué acroleína?, Debido a que la acroleína se emplea en la industria de polímeros, principalmente en la fabricación de ácido acrílico, pero también se puede producir metacrilato, acrilonitrilos y 1,3 propanodiol, así como para la síntesis de metionina, el cual es un aminoácido esencial que se emplea en la formulación de alimentos concentrados. Todos estos compuestos tienen un mayor valor agregado.

La escogencia entre el glicerol y el propileno viene porque el glicerol se produce en pocas cantidades que son destinadas principalmente a la industria cosmética y su manipulación es más complicada a la hora de llevar a cabo el proceso a nivel industrial. Por otro lado, el propileno se produce en grandes cantidades por la industria petrolera y se destina en la mayor parte a la producción de polímeros, y el manejo a nivel industrial es más práctico y sencillo.

Los antecedentes de investigación son muchos entre los cuales se enumeran

Fansuri en el 2000 realizó un estudio sobre la determinación de la actividad de las diferentes fases cristalinas que se pueden obtener en la síntesis del molibdato de bismuto, al variar la relación molar del bismuto y el molibdeno. Obteniendo que el orden de actividad es Bi/Mo: 2/3 es equivalente al 2/1 y ambos son más activos que el 1/3 y el 1/1. Este antecedente sirvió para la metodología de síntesis del catalizador de BiMo, así como la relación óptima de los reactivos.

Drochner en el 2004 realizó un modelo cinético de la oxidación parcial del propileno a acroleína empleando catalizadores de óxidos mixtos de bismuto y molibdeno. Del cual se obtuvieron las condiciones de reacción de un reactor convencional de flujo continuo y lecho fijo, así como los posibles productos.

Zhao en el 2006 realizó un estudio de oxidación de propileno a acroleína empleando V_2O_5/Nb_2O_5 , donde demostró que la actividad y selectividad del catalizador viene determinada por la concentración de vanadio. Este antecedente se empleó para las condiciones de síntesis del catalizador de vanadio

Franzke en el 2010 realizó otro estudio cinético de la oxidación del propileno a acroleína empleando los catalizadores de BiMo, del antecedente se obtuvieron los aspectos cinéticos de la oxidación de propileno.

En cuanto a los antecedentes de microreactores

Westermann en el 2009, realizó un estudio de la efectividad de un microreactor de membrana de cerámica permeable para la hidrogenación de eteno. Obteniendo que los microreactores presentan una mejora en la efectividad para la hidrogenación del olefinas.

Echave en el 2013 estudió el efecto de las aleaciones en microreactores en forma de monolitos para la reformación de metanol. Obteniendo que la forma del monolito así como el material influye en el intercambio de calor y materia.

En función de todo esto, se planteó como objetivo general “Estudiar la actividad de los catalizadores molibdato de bismuto y óxido de vanadio para la oxidación parcial del propileno empleando microreactores catalíticos.”

Y los objetivos específicos.

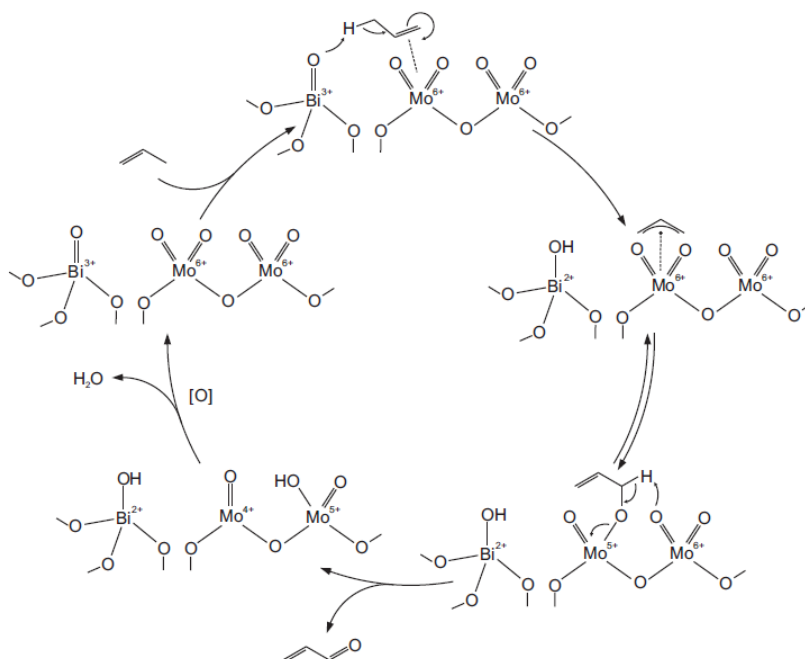
1. Elaborar los microreactores en bloques de aluminio empleando un diseño de microcanales, siendo estos los soportes de las fases activas molibdato de bismuto y óxido de vanadio.
2. Sintetizar los catalizadores de referencia de molibdato de bismuto másico y óxido de vanadio soportado en alúmina
3. Caracterizar los sólidos catalíticos por Difracción de Rayos-X y área específica BET y los microcanales con carga catalítica empleando Microscopia Electrónica de Barrido.
4. Evaluar la actividad de los catalizadores de molibdato de bismuto y óxido de vanadio en la reacción de oxidación parcial del propileno, utilizando reactores de flujo continuo y microreactores.

Marco Referencial

La oxidación del propileno es un proceso que se lleva a cabo en dos etapas, el primer paso es la oxidación parcial del propileno para formar acroleína, mientras que el segundo paso es la reacción de la acroleína resultante con el oxígeno en una relación menor que la necesaria en el primer paso. La reacción de la oxidación del propileno mediante el uso de catalizadores de oxidación se puede expresar mediante las ecuaciones presentadas a continuación:

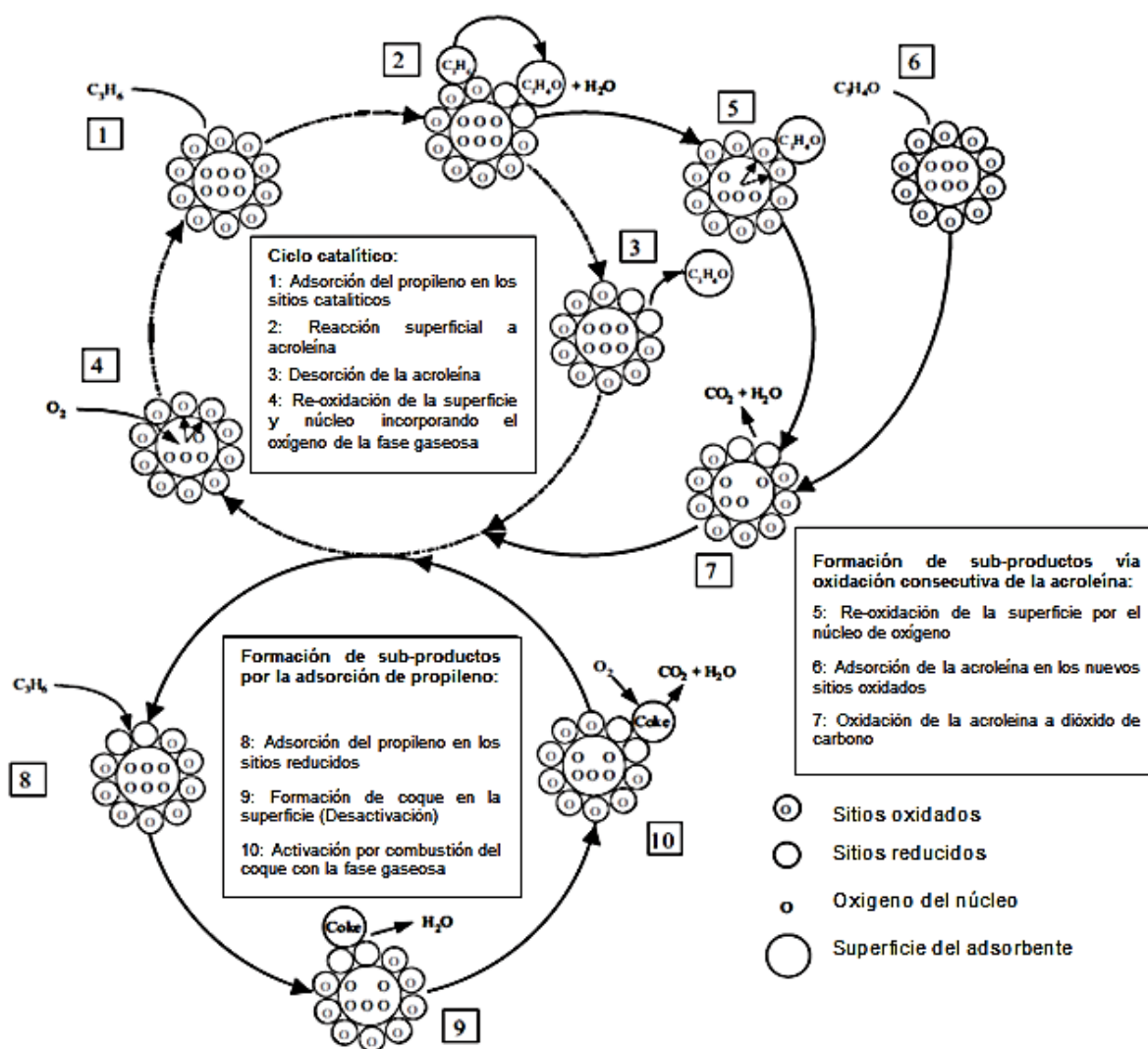
En las reacciones presentadas existe una diferencia significativa en cuanto a la entalpía (ΔH) implicada en cada reacción, para la oxidación parcial se tiene que el ΔH es $-81,4 \text{ kcal mol}^{-1}$, mientras que en la segunda el ΔH es $-60,7 \text{ kcal/mol}^{-1}$. Para llevar a cabo la segunda oxidación la temperatura de operación es $200\text{-}260^\circ\text{C}$, mientras que para la primera oxidación $300\text{-}360^\circ\text{C}$. En general, cada etapa de la oxidación se lleva a cabo con buenos rendimientos, alrededor de 90% para la obtención de acroleína.

La temperatura de la primera reacción es mayor debido a que en esa temperatura ocurre la activación del doble enlace de la molécula de propeno y uno de los átomos de oxígeno del catalizador puede abstraer un átomo de hidrógeno del sustrato, siguiendo el mecanismo de reacción descrito por Franzke, al utilizar el catalizador de molibdato de bismuto como referencia.



Durante la reacción de oxidación selectiva del propileno se pueden generar otros compuestos en menor cantidad, entre estos compuestos se encuentran el ácido acrílico, ácido acético, acetaldehído, acetona, propanal, propanol, isopropanol, entre otros.

Para evitar la formación de otros compuestos es necesario emplear catalizadores eficientes para un producto deseado y una reacción que tiene condiciones de trabajo específicas, de manera de evitar que se lleven a cabo ciclos catalíticos colaterales.



PROPUESTA

Como propuesta de microreactor se plantea el siguiente modelo, el cual fue probado empleando catalizadores basados en oxido de vanadio y oxido de molibdeno.

