

Desarrollo de las condiciones de operación adecuadas para la sustitución del comonomero SAS por el comonomero AMPS en el proceso de reacción de polimerización del Acrilonitrilo

ESPINOSA-SOSA, Enrique†, LUGO-DEL ANGEL, Fabiola, PULIDO-BARRAGAN, Erika & SUSTAITA-VIANEY, Cruz

Universidad Politécnica de Altamira

Recibido 21 de Julio, 2015; Aceptado 15 de Septiembre, 2015

Resumen

Las fibras artificiales son filamentos continuos de polímeros de alto peso molecular obtenidos por procesos de reacción química a partir de productos producidos en la industria petroquímica conocidos como monómeros. Dependiendo de la naturaleza química del monómero, o producto inicial, se obtienen una diversidad de polímeros útiles para su uso textil.

Metodología, polimerización, monómero, fibra acrílica

Abstract

Artificial fibers are continuous filaments of high molecular weight polymers obtained by chemical reaction processes from products produced in the petrochemical industry known as monomers. Depending on the chemical nature of the monomer, or initial product, a variety of useful polymers for textile use are obtained.

Methodology, polymerization, monomer, acrylic fiber

Citación: ESPINOSA-SOSA, Enrique, LUGO-DEL ANGEL, Fabiola, PULIDO-BARRAGAN, Erika & SUSTAITA-VIANEY, Cruz. Desarrollo de las condiciones de operación adecuadas para la sustitución del comonomero SAS por el comonomero AMPS en el proceso de reacción de polimerización del Acrilonitrilo. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-4:666-670

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las fibras sintéticas son filamentos continuos de polímeros termoplásticos de alto peso molecular obtenidos por procesos de reacción química a partir de productos producidos en la industria petroquímica. A diferencia de las regeneradas, estas fibras no se recuperan de un producto original, sino que se las fabrican de uno nuevo. Ambas constituyen el grupo de las fibras artificiales. Dependiendo de la naturaleza química del monómero, o producto inicial, se obtienen una diversidad de polímeros útiles para su uso textil. Los polímeros por poliadición, son obtenidos de monómeros que poseen dobles enlaces en sus moléculas y cuya ruptura hace posible la unión de dichas moléculas entre sí. Las fibras más importantes comercialmente son entre otras las **fibras acrílicas**. Las fibras de poliacrílicas o fibras acrílicas (como se las conoce habitualmente) son fibras sintéticas obtenidas por polimerización de adición del monómero acrilonitrilo. Este fue descubierto en 1893 en Alemania. Recién en 1929 se patentó este polímero y no fué hasta 1944 que DuPont anuncia el desarrollo de la fibra acrílica. Seis años más tarde inicia la producción comercial con el nombre de Orlon. Al principio, las fibras elaboradas con 100 % de acrilonitrilo, presentaban una estructura interna compacta, con una alta orientación estérica, que hacía imposible teñirla.

El problema fue resuelto por la incorporación de hasta un 15 % de otros monómeros, para conformar copolímeros que producen una estructura más abierta, lo cual permite el teñido en forma exitosa.

En este trabajo de investigación, se hablará del proceso de fibra acrílica obtenida por polimerización de acrilonitrilo y dos comonómeros llamados Metilacrilato (MA) y allilsulfonato de sodio (SAS). El MA es el monómero que le da características de flexibilidad y elasticidad a la fibra acrílica mientras tanto el SAS es el comonómero que le da a la fibra acrílica la capacidad de poder ser teñida. El SAS es el monómero que una vez que ha reaccionado con el resto de los demás componentes, su función es atrapar y fijar el colorante después que el polímero PAN es convertido en fibra acrílica. Es así como la elaboración de las fibras acrílicas obtienen sus características textiles (ver figura 1) afines a las fibras naturales de origen animal como por ejemplo la lana y/o de origen vegetal como el algodón (figuras 2 y 3).

Tipo de fibra	Fibra más conocida	Características
Poliamidas	Nailon	Son muy resistentes y elásticas; no son atacadas por insectos o putrefacción. Tienen el inconveniente de ser poco higroscópicas, se deforman con el calor (ya que son termoplásticas) y producen alergias a pieles sensibles.
Poliéster	Tergal	Se obtiene a partir de un diácido y de un diol. Normalmente este tipo de fibra se mezcla con la lana.
Acrílicas	Leacril	Son muy resistentes a la acción de la intemperie y de la luz. Generalmente se emplean en géneros de punto.
Polivinílicas	Rhovil	Son fibras muy suaves, por lo que se suelen utilizar para la fabricación de prendas de recién nacidos.
Polioléfinicas	Sarán	Tienen una gran resistencia a la abrasión. Por ello se usan mucho en artículos de tapicería, alfombras y moquetas.
Polipropilénicas	Merkión	Resisten muy bien la abrasión, así como toda clase de tratamientos y agentes químicos. Se emplean mucho en la fabricación de tapicerías, artículos de uso industrial y prendas de trabajo.
Poliuretano	Lycra	Tienen una enorme elasticidad. Se emplean en la fabricación de prendas de corsetería, bañadores, vestuario deportivo, etcétera.

Tabla 1 Características más importantes de las figuras sintéticas




Fibras vegetales	Características	Foto
Algodón	Está formado por el 91 % de celulosa. Esta celulosa se emplea para fabricar fibras naturales y como materia prima para la fabricación de fibras artificiales (celulósicas). Tiene la ventaja de ser muy agradable al tacto y no producir alergias.	
Lino	Es una fibra más resistente que el algodón, pero menos elástica y flexible. Conduce el calor con facilidad, lo que origina que las prendas sean frescas en verano. Se usa para fabricar ropa de cama, vestidos, camisas, chaquetas, etcétera.	
Esparto	Su aplicación se centra en la fabricación de artículos de artesanía popular.	

Tabla 2 Principales características de las fibras vegetales

Fibra animal	Características
Lana	Se obtiene del pelo que recubre el cuerpo de las ovejas. Tiene las siguientes propiedades: <ul style="list-style-type: none"> • Es muy elástica, por lo que no se arruga con facilidad. • Tiene el inconveniente de que el calor húmedo afecta a la fibra; por eso no se debe planchar con vapor.
Seda	Es un filamento continuo producido por el gusano de seda (lepidóptero del género <i>Bombyx</i>) en el momento de pasar a la fase de crisálida. Es una fibra muy apreciada para la fabricación de prendas de vestir, cortinas, tapices, etc. Es cara. Es muy elástica, pero tiene el inconveniente de ser mala conductora del calor, por lo que en verano se suda mucho con ella.
Cuero	Es el pellejo (piel) de un animal que se ha sometido a un proceso de curtido. El curtido consiste en eliminar el pelo y la epidermis, dejando solamente la dermis. Luego se le añaden sustancias curtientes para darle elasticidad y evitar que sea atacada por hongos o insectos.

Tabla 3 Principales características de las fibras animales

El objetivo de este trabajo es mostrar la metodología empleada para desarrollar las condiciones de operación y de trabajo adecuadas de tal forma que se pueda realizar el cambio de uno de los componentes principales de la reacción de polimerización para la obtención del polímero Poliacrilonitrilo (PAN) empleado para la elaboración de la fibra acrílica.

Planteamiento del Problema

Las empresas productoras de fibra acrílica en el mundo que utilizan el comonomero allilsulfonato de sodio (SAS) como materia prima para su reacción de polimerización junto con el monómero principal acrilonitrilo (ACN) y además con el comonomero metilacrilato (MA), con el paso del tiempo, fueron sustituyendo el comonomero SAS ante la aparición de otro monómero con características similares denominado Acido 2-acrilamido 2-metilpropanosulfónico (AMPS).

En México, una de las plantas de fibra acrílica decidió dar ese paso y hacer el cambio del comonomero SAS por AMPS enfrentando las siguientes situaciones adversas:

- No contar con planta piloto para pruebas
- No tener posibilidad de hacer Benchmarking dadas las condiciones muy particulares del proceso de reacción.
- Sus condiciones operativas originales fueron modificadas por reingeniería propia.
- El nuevo comonomero, una vez integrado, genera características muy diferentes en el tamaño de la molécula del polímero resultante.

No obstante, a pesar de la complejidad de hacer un cambio de esta magnitud y ante la posibilidad de perder mercado, se tomó la decisión de continuar adelante con este proyecto.

Metodología

Primeramente, esta investigación analizó las premisas de lo que conlleva hacer un cambio de un proceso de esta magnitud. Se involucra a todo el personal que tiene la experiencia y mediante la **metodología de análisis de lluvia de ideas** y algunas otras técnicas de análisis de problemas, se busca desarrollar la mejor estrategia que lograra lo siguiente:

- Mantener la calidad de la fibra acrílica en los niveles aceptables por el cliente
- Reducir el volumen de transición por el efecto de cambio del monómero

- Mantener el mismo Nivel de Teñibilidad en la fibra acrílica producida.

La Metodología empleada fué la siguiente:

Proveedor de AMPS.- Mediante Juntas de Trabajo, se obtuvo la información técnica de las características del monómero AMPS así como algunos resultados obtenidos con otros clientes con procesos de polimerización similares. La información se usa como eje de referencia para orientar los esfuerzos en la generación de nuevas condiciones de operación.

Cientes.- Participaron en el proyecto aportando información de sus requerimientos y muestras de pruebas para tal fin.

Laboratorios.- Como parte inicial del proyecto, se realizaron pruebas de reacción a nivel de laboratorio y así obtener información importante para el rediseño de las condiciones a la que los reactores deberán operar para lograr el polímero deseado con el nuevo componente AMPS.

- **Condiciones de Operación.-** En base a las pruebas de laboratorio, información técnica del proveedor e información proporcionada por los clientes se calcularon los nuevos valores de operación (temperaturas, niveles, catalizador, presiones) en la reacción de polimerización.
- **Check-List.-** Se elaboraron registros de los diferentes procesos para llevar el control de las variables comparando con las especificaciones establecidas.
- **Plan B.-** Se crearon diferentes escenarios que se pudiesen dar durante el proceso de la reacción de la mezcla de monómeros y hasta su término.

- **Plan de Calidad.-** Se rediseñó el plan de muestreo y análisis con el objeto de tomar decisiones oportunas en el ajuste de las condiciones de operación.

Resultados

Los resultados esperados se obtuvieron 24 horas después del inicio de corrida de prueba. Tomando en cuenta que realizar una modificación, en este caso el cambio de uno de los componentes de la materia prima en un proceso continuo es sumamente complejo a comparación de un proceso Batch, los resultados fueron bastante efectivos. Entre otros se destacan los siguientes logros:

Sustitución del Monomero.- Se logró hacer la sustitución desarrollando las condiciones adecuadas para ello.

Condiciones de operación.- Se encontraron las nuevas condiciones de operación de todos los procesos involucrados siendo estas muy cercanas a las condiciones calculadas previamente.

Calidad del Polímero.- Se logró producir polímero con las características similares al polímero obtenido con SAS.

Teñibilidad.- La fibra acrílica obtenida mantuvo su capacidad de teñido semejante a la fibra obtenida con el SAS.

Cientes.- La fibra acrílica mediante el AMPS tuvo plena aceptación por los clientes. Ellos mostraron satisfacción por la fibra acrílica y decidieron seguir comprando a la empresa.

Conclusiones

Los Resultados mostrados hablan del éxito de la metodología empleada y de la capacidad intelectual de los involucrados para llevarla a buen término. Si bien hubo que hacer ajustes al plan durante la marcha, todos estos ajustes fueron en la dirección adecuada lo que permitió que el tiempo de transición y de normalización fuera relativamente corto. Los clientes se mostraron satisfechos por el producto lo que pone de manifiesto el resultado exitoso obtenido.

Referencias

López F. C. (2004) Fundamentos de Polímeros Recuperado de <file:///C:/Users/Enrique%20Espinosa/Downloads/FUNDAMENTOS%20DE%20POL%C3%8D MEROS.pdf>

Mondragón A. J (2002) Fibras Textiles, Recuperado de <http://www.artisam.org/descargas/pdf/FIBRAS%20TEXTILES.pdf>

Fibras Sintéticas (s. f.). Fibras Acrilicas, Recuperado de <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/fibras/f-diseno/fibras-sinteticas>

Lluvia de Ideas (s. f.) Sociedad Latinoamericana para Calidad Recuperado de http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index_archivos/MethodoDisMejoraDeProcesos/LluviaDeIdeas.pdf