

De-polimerización hidrolítica de Polietileno Tereftálico

Shamar Wright

Estudiante, University of Technology, Jamaica. Email: shamarwright58@hotmail.com

Martin Gayle

Estudiante, University of Technology, Jamaica. Email: babaz4@gmail.com

G. Junior Virgo

Conferenciante, University of Technology, Jamaica. Email: gvirgo@utech.edu.jm

Resumen

La disposición arbitraria de Polietileno Tereftálico en Jamaica constituye uno de los problemas que en la actualidad están impactando en el medio ambiente. La presente investigación se basó en el estudio de la posibilidad de de-polimerizar el polietileno tereftálico. Las partículas de polietileno tereftálico (PET) de aproximadamente 3.0 mm de diámetro fueron sometidas a la depolimerización hidrolítica en un reactor mezclado de 1.5 l capacidad a valores de temperatura y presión iguales a 201 °C y 1.48 MPa respectivamente. Durante la experimentación se utilizaron diversos tipos de catalizadores, tales como acetato de zinc, bicarbonato sódico y carbonato de sodio, los cuales fueron utilizados individualmente y mezclados. Los resultados reportan un rendimiento de ácido tereftálico aproximadamente igual a 98% cuando se utilizó el acetato de zinc como catalizador y 62% cuando no se utilizó un catalizador.

Palabras clave: Depolimerización, monómeros

Introducción

El ácido tereftálico (TA) puro es una materia prima clave en la fabricación de polietileno tereftálico (PET). El poliéster es uno de los polímeros termoplásticos más versátiles en ingeniería (Nadkarni, V; 1999). PET es utilizado extensamente en la fabricación de botellas para almacenar bebidas, etc. La producción creciente y la disposición arbitraria de botellas de PET han tenido como resultado un impacto negativo en el medio ambiente debido a que este es no-biodegradable. El reciclaje físico limita el uso de PET especialmente en la industria de alimento y bebida ya que puede constituir un riesgo para la salud (Begley, T.H et al; 2002).

Consecuentemente, muchos esfuerzos se han ubicado para encontrar mecanismos que posibiliten el reciclaje de botellas de PET mediante la recuperación de sustancias

químicas puras tales como el ácido tereftálico. Normalmente las reacciones de hidrólisis involucran la de-polimerización de polietileno tereftálico usando pequeñas partículas de PET convirtiéndolas en sus correspondientes monómeros; glicol de mono-etileno (MEG) y ácido tereftálico. Las partículas se someten a temperatura y presión alta durante un período dado.

Según Zope, V., Mishra, S., Patil, V., Agrawal, K.K., Mahajan, J.P., y Firke, S.A. (2002) de-polimerización hidrolítica de PET se puede alcanzar a una temperatura de 250°C durante 2 horas Este concuerda con los experimentos desarrollados por Vesely, V (2005). En el Instituto de Procesos Químicos de la Academia de la Ciencia de la República Checa las escamas no clasificadas de PET se descompusieron a temperaturas entre 220 - 250 °C.

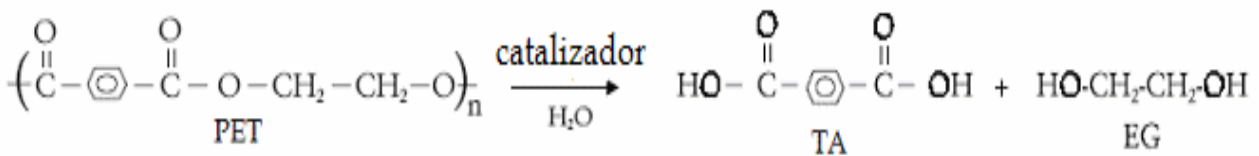
El presente estudio se encaminó a lograr la de-polimerización de PET a temperaturas más bajas (201°C) que las reportadas en la literatura citada. Con este objetivo pequeñas partículas de PET fueron hidrolizadas a presiones bajas, y con la presencia de catalizadores mezclados (mezclas de acetato de zinc (II), el carbonato de sodio y bicarbonato de sodio).

Metodología

El PET usado en este experimento fue suministrado por la fábrica Caribbean Products Jamaica Ltd. en forma de partículas pequeñas (esferas irregulares) aproximadamente de 3,0 mm de diámetro. Una masa del PET oscilando entre 16 a 33g conjuntamente con una mezcla catalítica fue introducida en un reactor cargado con 1,0 l de agua destilada. Este reactor fue utilizado previamente para la digestión de bauxita roja. Una proporción de carga de PET con respecto al catalizador de 10:1 g/g se utilizó (Zope, V.S et al; 2003).

El PET, el catalizador y el agua se cargaron en el reactor; el reactor entonces se selló. Después de alcanzada la temperatura y la presión establecida en el reactor para el experimento (201 °C y 1.48MPa) se dejó este trabajando por periodo de 2 horas. El reactor entonces se paró y después de reducida la presión se coleccionaron las muestras. Las muestras entonces se reaccionan con una solución de hidróxido de sodio al 2.5 M para formar la sal del ácido de tereftálico. La solución se filtró para separar el PET que no reaccionó y la sal de sodio del ácido tereftálico.

El mecanismo de la reacción para el de-polimerización se representa como sigue:



La reacción de hidróxido de Sodio con el ácido de tereftálico



El residuo (PET que no reaccionó) es secado y pesado mientras que el filtrado fue acidificado con una solución de HCl al 2.0 M. El blanco puro precipitado de ácido tereftálico fue obtenido; filtrado, secado, pesado y el porcentaje de TA calculado. El mismo procedimiento experimental fue repetido para cada corrida experimental.

La acidificación de la sal de Tereftálica



Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos muestran el efecto de tipo de catalizador en el rendimiento de TA. El rendimiento obtenido se muestra en la Figura 1, indicando que el rendimiento más alto se obtuvo en la corrida 11 de 97,89% donde se utilizó como catalizador el acetato de zinc. El rendimiento más bajo se logró en la corrida 10 con un rendimiento de 61,83% donde no se utilizó catalizador. Se encontró que el PET residual fue contaminado por barro rojo de ahí que fuera imposible determinar exactamente el peso del PET que no reaccionó.

Corrida	Catalizador		
	NaHCO ₃ /g	Na ₂ CO ₃ /g	(CH ₃ COO) ₂ Zn/g
1	1.101	0.550	1.102
2	1.101	1.101	0.554
3	0.551	1.103	1.100
4	0.550	0.551	1.103
5	0.551	0.552	0.550
6	1.104	1.100	1.100
7	0.553	1.104	0.553
8	1.101	0.551	0.551
9	0.826	0.825	0.826
10	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	3.005
12	3.049	0.000	0.000
13	0.000	3.003	0.000

Tabula 1.0

Corrida	La masa de PET/g	La masa de TA esperó/ g	La masa de TA obtuvo /g	El rendimiento de TA %
1	27.706	17.980	16.602	92.336
2	27.516	17.980	12.401	68.971
3	27.502	17.970	17.107	95.198
4	22.049	14.410	13.634	94.615
5	16.501	10.780	9.836	91.243
6	33.040	21.580	17.185	79.634
7	22.006	14.380	10.209	70.994
8	22.002	14.380	9.718	67.580
9	24.753	16.178	12.534	77.476
10	30.005	19.610	12.125	61.831
11	27.001	17.646	17.274	97.892
12	27.006	17.650	12.090	68.499
13	27.005	17.649	11.418	64.695

Tabula 1.1

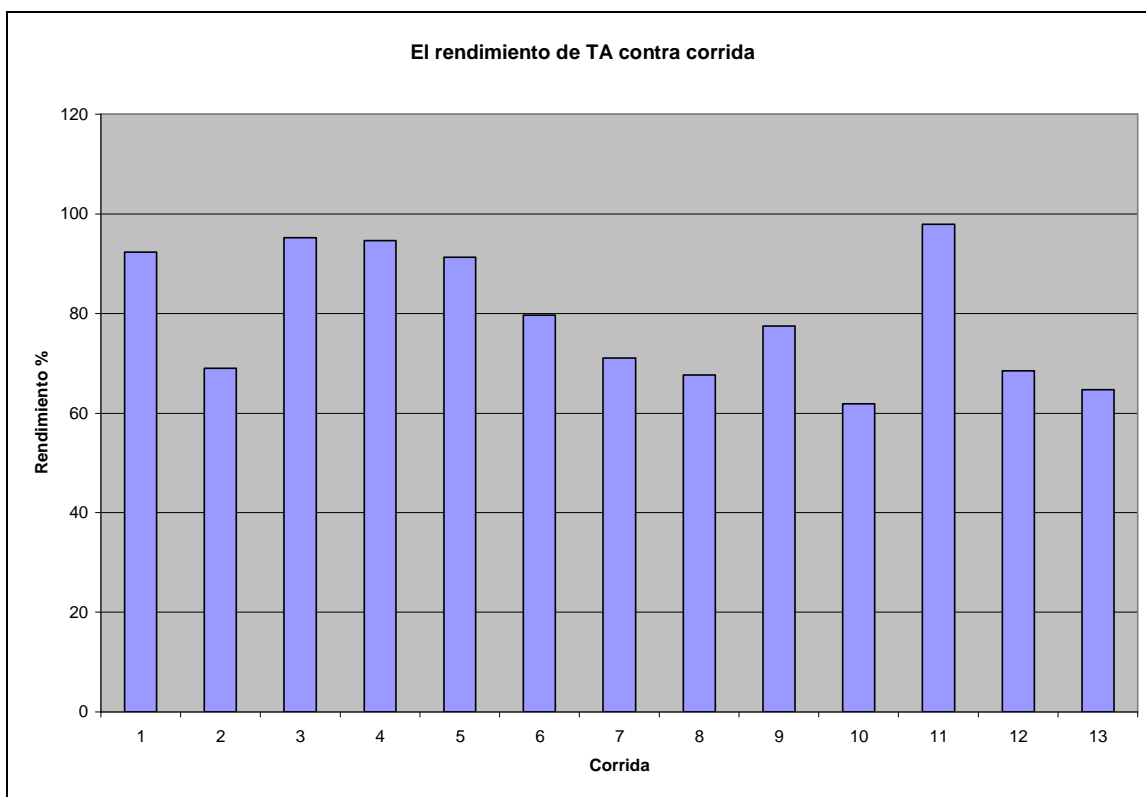


Fig1.0

El experimento todavía continúa y actualmente estamos involucrados en tomar las medidas necesarias para garantizar la pureza del TA que se obtiene. También, se considera incluir variaciones experimentales con la introducción de otros parámetros con vista a determinar las condiciones óptimas bajo las cuales la de-polimerización del PET ocurrirá. Ninguna conclusión final puede por lo tanto ser hecha a este momento sino solo decir que el acetato de zinc es el catalizador que da el mejor rendimiento de TA de 97,89%.

Referencias

- Nadkarni, V(1999) Polyester Waste Recycling: Sources, Processing Methods and End Uses. The International Fiber Journal Vol. 14 Issue 3
- Vesely, V. (2005) Recycling of Plastic Bottles. Czech Ecology pp.24
- Zope, V.S., Mishra, S., Patil, V.S., Agrawal, K.K., Mahajan, J.P., y Firke, S.A. (2002) Studies of Degradation of Waste Poly (ethylene terephthalate) using Autoclave Technique. IE(I)Journal-CH pp. 44-46
- Begley, T.H., McNeal, T.P, Biles, J.E., y Paquette, K.E., (2002) Evaluating the potential for recycling all PET bottles into new food packaging. Food Additives and Contaminants.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the papers in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.