



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT

Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Producción de biodiesel por cavitación hidrodinámica

Author: Arturo Lizardi-Ramos

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2016-01
BCIERMIMI Classification(2016): 191016-0101

Pages: 13

Mail: arlr@correo.azc.uam.mx
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			

Resumen

- En este trabajo se presenta la construcción y evaluación de un equipo para la obtención de biodiesel a través del método de cavitación hidrodinámica.
- Se construyó un banco de pruebas que consta de: una bomba centrífuga con motor eléctrico de 1 HP y 2 HP, un reactor de acero inoxidable SA 240-316 de 5.3 litros, una placa de orificio con barrenos internos de 5 y 2.5 mm de diámetro, dos manómetros de 0-30 psig, una válvula de globo de 25.4 mm de diámetro y un termopar tipo K.
- Se evaluaron tres tipos de aceite: canola, girasol y soya; a los cuales se les agregó Alcohol Etilico Absoluto (CH₃OH) e Hidróxido de Sodio (NaOH) como catalizador. El tiempo del proceso para la obtención del biodiesel fue de 15 minutos.
- Se realizaron pruebas de pH, densidad y viscosidad al biodiesel obtenido que resultaron satisfactorias pues cumplieron con las especificaciones de control de calidad y con las normas europea EN-14214 y americana ASTM D6751.
- Los resultados muestran que las bombas centrífugas y las placas de orificio empleadas presentan cualidades semejantes para producir el biodiesel.

Introducción

Recientemente, el agotamiento de los combustibles fósiles y el aumento de la conciencia ecológica han hecho que la gente comience a buscar combustibles alternativos hechos a partir de fuentes renovables, el biodiesel es un ejemplo de ello, pues es un combustible líquido no contaminante y biodegradable.

En México la producción de biodiesel ha comenzado de manera discreta y quizá un poco tardía, es por esto que se requiere investigar sobre las cualidades de este combustible y el impacto que puede tener no sólo en el aspecto ambiental, sino también en el económico y social.

Para la producción del biodiesel se han propuesto varias tecnologías, en este trabajo se emplea el método de cavitación hidrodinámica.

La cavitación hidrodinámica es un proceso de cambio de fase de líquido a vapor que ocurre siempre que la presión local es menor que la presión de vapor. Las burbujas de vapor que se forman se mueven con el líquido hasta llegar a una región de alta presión, donde colapsan en forma súbita. La sobrepresión, consecuencia de este fenómeno, se propaga en el seno del fluido provocando la condensación de la burbuja siguiente y el fenómeno se repite sucesivamente. Este fenómeno se aprovecha para eliminar la resistencia a la transferencia de masa entre los aceites empleados y el alcohol. La cavitación hidrodinámica puede ser producida haciendo pasar fluido a través de una constricción, por ejemplo, una válvula de estrangulamiento, una placa de orificio o un Venturi.

En este trabajo se pretende demostrar que la cavitación hidrodinámica es una tecnología no muy complicada de llevar a cabo y que arroja resultados satisfactorios.

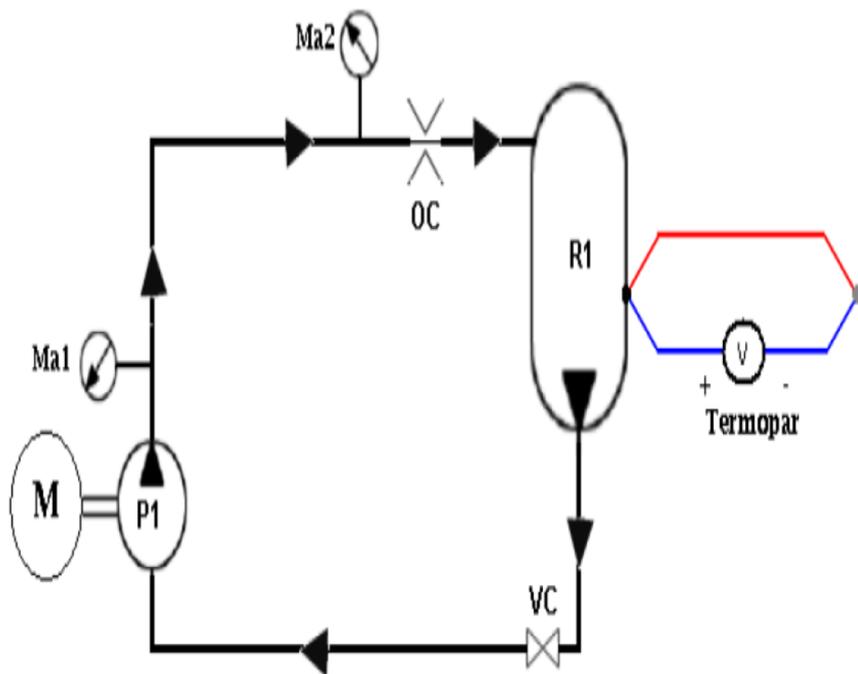
Equipo experimental

Para producir biodiesel por el método de cavitación hidrodinámica, se diseñó y construyó un banco de pruebas que consta de los siguientes elementos:

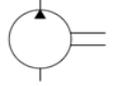
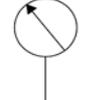
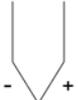
- Un reactor químico cilíndrico (R1) de 5.3 litros, fabricado en Acero Inoxidable SA 240-316.
- Una bomba centrífuga (P1) de 1 Hp de potencia, 1750 rpm, con voltaje de entrada dual 90 V.
- Una bomba centrífuga (P2) de 2 Hp de potencia, 1750 rpm, con voltaje de entrada dual 180V.
- Dos variadores de voltaje de corriente directa Baldor (BC 140) con voltaje de entrada dual (115V o 230V), 50/60 Hz.
- Dos manómetros digitales de 30 Psi (206.840 kPa) con caja de acero inoxidable con interior de bronce.
- Tubo de PVC de 25.4 mm [1"] de diámetro.
- Una válvula de globo de 25.4 m [1"] (VC).
- Un poliducto flexible de 25.4 m [1"] de diámetro.
- Dos placas de orificio con un diámetro en el barreno interior de 5 y 2.5 mm (OC).
- Un termopar tipo K (Chromel/Alumel) con un rango de temperatura de -200 °C a +1,372 °C con una sensibilidad 41 μ V/°C.
- Como materia prima se preparó: 12 litros de aceite de Canola, 12 litros de aceite de Girasol, 12 litros de aceite de Soya, 3 litros de Alcohol Etílico Absoluto, 100 gramos de Hidróxido de Sodio.

El banco de pruebas se ensambla como se indica en el diagrama de la Figura.

Diagrama de ensamble del dispositivo de pruebas



Símbolos gráficos de la Norma ISO 1219-1 e ISO 1219-2

Símbolo	Descripción	
	Motor eléctrico.	M
	Bomba hidráulica.	P1
	Depósito hidráulico (Tanque de acero inoxidable).	R1
	Orificio calibrador (placa de orificio).	OC
	Manómetro 1 y 2.	Ma1 Ma2
	Válvula de cierre.	VC
	Termopar representado con los símbolos de polaridad.	Termopar

Desarrollo Experimental

- Se introduce al reactor 1 litro de aceite de canola, 0.2 litros de Alcohol Etílico Absoluto (CH_3OH) y 3.55 gramos de Hidróxido de Sodio (NaOH). La mezcla de Alcohol Etílico Absoluto y el Hidróxido de Sodio, con las proporciones recomendadas, forman el metóxido de sodio.
- Se coloca en el equipo la placa de orificio de 5 mm de diámetro y la bomba centrífuga de 1 HP. Se acciona la bomba y se hace circular la mezcla de aceite vegetal y metóxido de sodio durante 15 minutos.
- Se toma la lectura de la temperatura de la mezcla, al inicio y al final de la prueba.
- Se toma la lectura de los manómetros durante el proceso de circulación de la mezcla.
- Se saca el producto obtenido y se deja reposar durante un periodo de 8 horas en un dispositivo de decantación para retirar la fase sedimentada (Glicerol).
- Una vez obtenido el biodiesel se procede a su lavado para eliminar cualquier resto de Glicerina, Hidróxido de Sodio y algunas otras impurezas.

Lavado y ajuste del pH para el biodiesel

- Se añade, en un matraz de decantación, un litro de mezcla del proceso anterior, 0.5 litros de agua y 25 mililitros de ácido acético (CH_3COOH). Con el ácido acético se consigue que el pH del biodiesel se vaya neutralizando.
- Se agita la mezcla durante 5 minutos y se deja reposar durante 6 horas. El biodiesel limpio queda en la parte superior y el agua con las impurezas disueltas se extrae con la válvula del fondo del recipiente.
- Se repite este proceso dos o tres veces para retirar todas las impurezas. El agua debe quedar completamente transparente para saber que el biodiesel está limpio. El segundo y tercer lavado pueden hacerse sólo con agua.
- Una vez obtenido el biodiesel del proceso anterior, se mide su pH y se ajusta hasta el valor de 7, agregando pequeñas proporciones de ácido acético de manera directa.
- El biodiesel obtenido contiene cierto grado de humedad debido al lavado, así que se calienta hasta 115°C por 15 minutos, en agitación constante, para eliminar el resto de agua y alcohol etílico. Ajustado el pH del biodiesel y sin humedad, se determina la viscosidad y la densidad del mismo.

Resultados y discusión

- El equipo construido presentó resultados semejantes en la producción biodiesel al cambiar la potencia de la bomba centrífuga o la placa de orificio.
- En las tablas siguientes se muestran los valores de presión y temperatura de las pruebas, para las dos bombas (1 y 2 HP) y para las placas de orificio, con barrenos de 5 y 2.5 mm, así como los resultados de las pruebas del lavado y del ajuste del pH. Cabe mencionar que el tiempo de la prueba se mantuvo constante en 15 minutos y que la presión atmosférica fue de 0.744 kPa.

Bomba	Aceite	Litros	P ₁ [kPa]	P ₂ [kPa]	T _{inicial} [°C]	T _{final} [°C]	pH final
1 HP	Canola	3	34.45	62.01	20	76	6.68
	Girasol	3	33.07	62.01	21	73	6.69
	Soya	3	58.56	84.75	21	75	6.70
2 HP	Canola	3	34.05	62.01	20	77	6.69
	Girasol	3	33.07	62.01	20	74	6.77
	Soya	3	58.56	84.75	21	75	6.73

Valores de parámetros para placa de orificio de 2.5 mm de diámetro

Bomba	Aceite	Litros	P ₁ [kPa]	P ₂ [kPa]	T _{inicial} [°C]	T _{final} [°C]	pH final
1 HP	Canola	3	94.39	124.02	20	89	7.00
	Girasol	3	89.57	120.57	21	91	7.20
	Soya	3	118.75	146.34	21	90	6.89
2 HP	Canola	3	103.35	127.46	20	88	7.16
	Girasol	3	103.00	126.95	21	90	6.93
	Soya	3	122.41	149.18	21	89	7.11

Valores de parámetros para placa de orificio de 5 mm de diámetro



Biodiesel obtenido y pruebas de pH

Eliminación de la humedad y los excedentes de alcohol etílico del biodiesel. Para ello se calienta la mezcla hasta una temperatura de 115°C, con agitación constante, por 15 minutos. Al aumentar su temperatura se empezó a eliminar el agua y fue cambiando su apariencia, como se muestra en la siguiente figura.



Cambio de aspecto del biodiesel debido al calentamiento

Para obtener la densidad del biodiesel se empleó la norma europea EN-14214 y la norteamericana ASTM D6751. En ellas se indican los procedimientos para medirla y se señala que la densidad del biodiesel debe estar en un rango de 0.860 g/cm³ y 0.900 g/cm³. Los resultados y las pruebas se muestran en la siguiente tabla y las siguiente figura.

	Canola	Girasol	Soya
Bomba y placa de orificio	Densidad promedio [g/cm ³]		
1HP 5 mm	0.895	0.892	0.886
2HP 5 mm	0.890	0.900	0.883
1HP 2.5 mm	0.891	0.888	0.884
2 HP 2.5 mm	0.890	0.890	0.888
Promedio	0.892	0.893	0.885

Resultados de las pruebas de densidad del biodiesel

Para obtener la viscosidad del biodiesel se empleó la norma europea EN-14214 y la norteamericana ASTM D6751. En ellas se indican los procedimientos para medirla y se señala que la viscosidad del biodiesel debe estar en un rango de 3.5 a 5.0 cST para la norma europea y 1.9 a 6.0 cST para la americana. La viscosidad cinemática del biodiesel fue medida con un viscosímetro Saybolt. En la tabla se presentan los resultados de las mediciones de la viscosidad cinemática de las muestras, se hicieron tres mediciones por cada muestra.

	Canola	Girasol	Soya
Bomba y placa de orificio	Viscosidad promedio [cStokes]		
1HP 5 mm	4.64	4.42	4.38
2HP 5 mm	4.33	4.29	4.22
1HP 2.5 mm	4.39	3.95	4.40
2 HP 2.5 mm	4.36	4.23	4.29
Promedio	4.43	4.22	4.32

Resultado de las pruebas de viscosidad

Finalmente, se puede decir que las pruebas realizadas de pH, densidad y viscosidad cumplen con el control de calidad y con las normas EN-14214 y ASTM D6751. En general, los resultados obtenidos por cada prueba son de buena calidad, ya que los parámetros marcados por las normas en ningún resultado salen de lo requerido.

Lo anterior muestra que se puede emplear la bomba de 1 o 2 HP o la placa de orificio de 5 o 2.5 mm diámetro, ya que los resultados del producto fueron muy parecidos. Sin embargo, para propósitos de ahorro de energía el sistema que trabajaría mejor es el de la bomba de 1 HP junto con la placa de orificio de 2.5 m de diámetro.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)