

Formulación de grasas lubricantes utilizando como medio dispersante aceite de *Jatropha curcas* L.

*Formulation of Lubricant Grease Using Like Dispersing Mean *Jatropha Curcas* L. Oil*

**Ing. Jose Manuel Arroyo-Fabars¹; Dr.C. Manuel Díaz-Velázquez²;
Dr.C. Francisco Lafargue-Pérez², mano@fiq.uo.edu.cu**

¹Empresa Productora de Pienso Oriente, Santiago de Cuba, Cuba; ²Universidad de Oriente, Facultad de Ingeniería Química, Santiago de Cuba, Cuba

*Dos de los grandes problemas a enfrentar por la humanidad actualmente, son la crisis energética a causa del agotamiento de los combustibles fósiles y la contaminación del medio ambiente debido a las diferentes sustancias nocivas que son vertidas a los ríos, mares, suelos y atmosfera. Es por ello que el hombre hace algún tiempo se ha dedicado a buscar fuentes alternativas para reducir los efectos de la crisis energética y minimizar la contaminación al medio ambiente. Dentro de estas, se encuentra la producción de lubricantes de origen vegetal, por ser menos nocivos para el medio ambiente. El objetivo de este trabajo consiste en formular una grasa lubricante usando como medio dispersante el aceite de *Jatropha curcas* L. Durante el desarrollo de la investigación, el aceite extraído de las semillas de la planta de forma mecánica se sometió a un proceso de refinado consistente en desgomado, neutralizado, blanqueado. La grasa lubricante se formuló por mezclado del aceite de *Jatropha curcas* L, jabón de litio y como aditivo el ácido ascórbico. Las propiedades fisicoquímicas de la grasa lubricante formulada permiten clasificar la misma como de múltiples propósitos y biodegradable, pudiéndose emplear en cojinetes de bola, deslizamientos y otros propósitos generales.*

Palabras clave: grasas lubricantes biodegradables, aceite de *Jatropha curcas* L., refinado químico.

*Two of the big problems to face at the moment for the humanity, are the energy crisis because of the exhaustion of the fossil fuels and the contamination of the environment due to the different noxious substances that are poured to the rivers, seas, soils, atmosphere. That's why that man has been looked for alternative sources to reduce the effects of the energy crisis and the contamination to the environment. The production of lubricant with vegetable oils is less noxious for the environment. The objective of this work consists on formulating a lubricant grease using like dispersing mean the oil of *Jatropha curcas* L. During the development of the investigation, the oil was extracted using a mechanical process. Later, was made a chemical refined (ungummed, neutralized, whitened). The lubricant fat was formulated for blended of the oil of *Jatropha curcas* L, litio soap and the ascorbic acid like aditive. The chemical physiques properties of the formulated lubricant grease allow that it has been classificated as a multiple purposes and biodegradable lubricant, being able to use in ball bearings, slips and other general purposes.*

Keywords: lubricant biodegradable grease, *jatropha curcas* L. oil, chemical refined.

Introducción

Actualmente se investigan fuentes alternativas de energías /1-4/, así como la sustitución de los lubricantes de origen mineral /5/, debido al agotamiento del principal combustible fósil (petróleo) y los efectos contaminantes que este y sus derivados generan al medio ambiente. Una fuente alternativa que da respuesta a ambos casos son los aceites vegetales, ya que convertidos en biodiesel a través del proceso de transesterificación, constituyen combustibles capaces de sustituir al diesel, generando gases menos tóxicos al medio ambiente. Por otra parte, los aceites vegetales son ecológicos y biodegradables, lo que los convierte en fuertes candidatos para la sustitución de los lubricantes minerales /5/. La planta de *Jatropha curcas L.* ha sido denominada por algunos investigadores /3/ como el cultivo agroenergético del futuro, por ser una planta oleaginosa, muy resistente, que puede adaptarse prácticamente a cualquier tipo de terreno, incluso sirve para combatir el fenómeno de la desertificación y rehabilitar tierras degradadas. Al mismo tiempo, el hecho de que el aceite no puede ser utilizado como un producto nutricional lo hace muy atractivo para los usos antes mencionados.

La sustitución de los aceites minerales por productos biodegradables es uno de las formas de reducir el efecto negativo sobre los ecosistemas producidos por los lubricantes. El regreso de los aceites vegetales como lubricantes se aviene perfectamente con la política de desarrollo sustentable. En determinadas regiones agrícolas es posible obtener un ciclo de vida continuo: siembra de las semillas, cosecha de los frutos, extracción del aceite, su empleo como lubricante y regreso como abono para la siembra.

Las investigaciones realizadas en los últimos quince años para obtener un nuevo producto para utilizarlo en procesos tecnológicos que no tengan efectos sobre el medio ambiente ha revivido los aceites vegetales /6-8/. Las grandes ventajas de estos lubricantes es que son ecológicos, tienen reducida toxicidad y una alta razón de degradación biológica /9/ y pueden ser aplicados a los tribosistemas con considerables pérdidas tecnológicamente aceptadas, tales como cadenas de transmisión en la manufactura de la madera, en la agricultura o en la industria de los alimentos.

Esta necesidad de uso de los aceites vegetales como lubricantes constituye un problema por resolver, lo que conlleva a la siguiente investigación, por lo que

el objetivo de la misma es formular una grasa lubricante utilizando como medio dispersante el aceite de *Jatropha curcas L.*

Fundamentación teórica

Grasas lubricantes

Las grasas lubricantes se introducen en los sistemas tribológicos para controlar o disminuir la fricción como vía directa, para el ahorro energético, controlar o disminuir el desgaste, para el ahorro de materiales y piezas de repuesto y controlar la corrosión al proteger las superficies de rozamiento de la acción del medio, entre otros.

Las grasas lubricantes se pueden considerar suspensiones coloidales en las que un agente espesante sólido, normalmente un jabón metálico, se encuentra disperso en una matriz líquida, el cual es un aceite (medio dispersante), formando un entramado tridimensional tipo gel. El porcentaje de los componentes de las grasas puede variar en un amplio rango, el aceite base entre 60-96 %, el espesante entre el 3-35 % y los aditivos entre 1-20 %.

Medio dispersante en las grasas lubricantes

El aceite base, que constituye la mayor parte de la grasa, es el componente que va a ejercer la función principal de lubricar. Este puede ser de origen mineral, vegetal o sintético. La calidad de la grasa lubricante dependerá mucho de la calidad de este aceite.

La viscosidad del aceite debe ser la mínima necesaria para proveer la lubricación en el momento del arranque o al moverse por primera vez la pieza, que debe ser la máxima necesaria para no contribuir, con la fricción, a la pérdida de potencia innecesaria en forma de calor y desgaste; dependerá del valor de la velocidad r.p.m. y diámetro medio.

Los aceites con altas viscosidades se emplean para sistemas sometidos a altas cargas, bajas velocidades que favorecen la resistencia al agua y; la poca separación del aceite de la grasa, todo lo contrario sucede con el aceite de baja viscosidad.

Si el aceite básico es muy grueso no penetrará a las piezas, y si se fuerza aumenta la temperatura, derritiéndose la grasa. Los rodamientos o cojinetes de baja velocidad requieren un aceite básico más viscoso para soportar la carga.

Espesante

Los espesantes más comunes (jabones) se obtienen de sebo de animales, vegetales y sintéticos, producto de la saponificación de un sebo o ácido graso con una sustancia alcalina, como son hidróxido de calcio, de sodio, de litio, de aluminio, de plomo, etcétera.

La función principal es actuar de manera permeable a modo de depósito de aceite, permitiendo la liberación del mismo para lubricar la zona requerida durante el funcionamiento, esto es cuando se logra una presión sobre la grasa, que se libera cierta cantidad de aceite permitiendo la lubricación y aparece su absorción, evitando las fugas y las pérdidas por evaporación. El espesante es el ingrediente solidificador que va a determinar la calidad final, y el tipo de la aplicación de la grasa es el que le confiere propiedades tales como resistencia al agua, capacidad de sellado, bombiabilidad, resistencia a altas temperaturas sin variar sus propiedades, sin descomponerse.

Aditivos empleados en las grasas lubricantes

Se utiliza una gran variedad de aditivos para mejorar las características de una grasa al igual que se hace en los aceites; estos aditivos pueden alterar el comportamiento de las grasas lubricantes.

Existen dos tipos de aditivos principales, dependiendo del tipo de característica de grasa que estos mejoren:

1. Propiedades químicas (aditivos antioxidantes, anticorrosivos y pasivadores)
2. Lubricación límite (aditivos antidesgaste y aditivos extrema presión)

Consistencia de las grasas lubricantes

La consistencia de una grasa lubricante da una idea de la firmeza de la grasa, y depende básicamente de la relación entre el espesante y el aceite base, además debe ser apropiada para su aplicación en cada caso. Así, una grasa demasiado dura puede tener problemas a la hora de acceder a algunas zonas que necesiten ser lubricadas, mientras que una grasa demasiado blanda puede que no permanezca en la zona de lubricación. La consistencia aumenta proporcionalmente con la cantidad de espesante añadido. Dependiendo de la viscosidad del aceite base se necesita una mayor o menor cantidad de espesante. En el caso que se tenga un aceite de baja viscosidad, la cantidad de espesante necesaria para una buena lubricación será mayor para disminuir

el efecto de separación de fases, es decir, para tener una red más tupida y el aceite no pueda escapar. En cambio, con aceites más viscosos necesitarán una consistencia menor para que el aceite pueda escapar. Dentro del mismo tipo de grasas (con igual viscosidad y tipo de aceite base), se seleccionará la grasa de menor consistencia para los casos de lubricación centralizada y la de mayor consistencia para aquellos casos en que se quiera sellar o evitar la contaminación por elementos extraños, agua, polvo, productos de proceso, etcétera /11/.

Materiales y métodos

*Extracción y refinado del aceite de *Jatropha curcas* L.*

El aceite empleado durante la investigación fue suministrado por el Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible, perteneciente al CITMA en Guantánamo, a partir de plantaciones de *Jatropha curcas* L. de la variedad nativa, en las condiciones de la región semiárida de la franja costera sur de la provincia de Guantánamo, Cuba.

Una vez realizada la cosecha de la semilla, el aceite es extraído de forma mecánica por prensado, luego se realiza el refinado químico que consiste en el desgomado, neutralizado y blanqueado.

Formulación de la grasa lubricante

Para la obtención de la grasa lubricante se hicieron varias formulaciones a fin de escoger la que cumpliera con los requisitos exigidos por los compañeros de la empresa CUBALUB. La mejor formulación es la que posee los porcentajes siguientes:

Aceite como medio dispersante 88,29 %, jabón como espesante 8,51 %, ácido ascórbico como aditivo 3,20 % en la mezcla. El espesante, o sea el jabón, se obtuvo por reacción del ácido 12-hidroxiesteárico con hidróxido de litio.

Técnica experimental para la obtención de la grasa lubricante

Después de montar la instalación (figura):

1. Verter 75 g de aceite de *Jatropha curcas* L. en el vaso de precipitado de 200 mL y calentar hasta 60 °C.
2. Sacudir con agitador eléctrico.
3. Añadir 11,47 g del ácido 12-hidroxiesteárico.
4. Añadir 2,1 g del hidróxido de litio.

5. Agitar durante 30 min, aproximadamente, hasta elevar temperatura a 90-95 °C.
6. Mantener la agitación durante 1 h para la saponificación.
7. Elevar temperatura hasta 165 °C, durante 30 min.
8. Añadir 30 mL de aceite si la mezcla lo requiere.
9. Elevar la temperatura hasta 180 °C.
10. Aumentar la velocidad del agitador hasta 615 r.p.m., retirar el termómetro.
11. Subir y bajar el agitador para homogenizar toda la masa.
12. Controlar el pH en todo el periodo añadiendo hidróxido de litio.
13. A los 90 °C añadir la mezcla del ácido ascórbico con el resto del aceite.
14. Seguir agitando de arriba hacia abajo moviendo toda la masa hasta enfriar a temperatura ambiente.



Fig. 1 Instalación para la obtención de la grasa lubricante

Resultados y discusión

Las propiedades físico-químicas de la grasa lubricante formulada fueron determinadas (según las normas ASTM para cada parámetro) en el laboratorio de la empresa CUBALUB situada en la carretera de Mar Verde aledaña a la refinería Hermanos Díaz, Ciudad de Santiago de Cuba, Cuba. Se obtuvo una grasa lubricante con las propiedades siguientes:

Estabilidad coloidal: 14,1 %. Capacidad de la grasa a retener sólidamente en el retículo de la estructura espacial el aceite de que está compuesta. Esta retención no debe ser absoluta, sino que siempre es conveniente que una parte del aceite pueda salir de la estructura con la finalidad de garantizar la función lubricante de la grasa, en lugares inaccesible a la masa compacta. El

desprendimiento considerable del aceite puede llevar a la perturbación del trabajo normal del sistema de lubricación y a la formación de una masa sólida del espesante.

Acidez: 2,10 mg de KOH/g. El carácter ácido de un lubricante viene determinado por la presencia de sustancias ácidas en el aceite. Se pueden distinguir dos tipos de acidez en el aceite:

- Mineral, originada por ácidos residuales del refinado.
- Orgánica, originada por productos de la oxidación y los aditivos.

El grado de acidez tolerable depende del tipo de aceite y de sus condiciones de utilización, si bien no deben sobrepasarse los límites establecidos para la grasa lubricante para evitar daños en los equipos o problemas de funcionamiento. Un incremento brusco en la acidez es un indicativo de problemas tales como contaminación, pérdidas en sellos, incremento de la fatiga térmica o mecánica, o pérdida de la capacidad de los aditivos.

Consistencia: grado 3. La consistencia da una medida de la proporción medio dispersante-medio espesante (aceite vegetal-jabón). Para la grasa formulada la consistencia es mediana, la penetración trabajada a 25 °C está entre 220–250 y la grasa lubricante puede utilizarse en cojinetes de rodamientos, deslizamientos y propósitos generales.

Corrosión al cobre: 1a. Los ensayos de corrosión al cobre tienen como fin determinar la capacidad del aceite para atacar a los metales blandos, tales como el cobre, el plomo, etcétera.

Las sustancias corrosivas son especialmente peligrosas con las aleaciones de cobre y plomo. El ataque de estas sustancias deja profundas marcas en la superficie de la aleación. Además, estas aleaciones suelen usarse en cojinetes y otras aplicaciones de responsabilidad, con el consiguiente riesgo de rotura ante cargas de trabajo elevadas. Este índice se realiza introduciendo láminas de Cu en la grasa a una temperatura de 100 °C y durante tres horas da una medida de la corrosividad de la grasa.

Las propiedades físico-químicas determinadas, antes descritas, permiten concluir que se obtuvo una grasa lubricante para fines mecánicos. La consistencia grado 3, permite utilizar la misma en cojinetes de rodamientos, deslizamientos y otros propósitos generales.

Conclusiones

Se formuló una grasa lubricante utilizando como medio dispersante el aceite extraído de la planta *Jatropha curcas* L.; como espesante un jabón obtenido a partir de la reacción del ácido 12-hidroxiesteárico con hidróxido de litio, y como aditivo ácido ascórbico. Las propiedades físico-químicas de la grasa lubricante formulada permiten clasificar la misma como grasa lubricante grado 3, de multipropósito, pudiéndose emplear en cojinetes de rodamientos, deslizamientos y otros propósitos generales.

Bibliografía

ACHTENA, W. M. J., *et al.* "Jatropha bio-diesel production and use". *Biomass and Bioenergy*. 2008, vol. 32, p. 1063-1084.

EJILAH, I. R., *et al.* "The effect of diesel fuel- *Jatropha curcas* oil methyl ester blend on the performance of a variable speed compression ignition engine". *Australian Journal of Agricultural Engineering*. 2010, vol, 1, núm. 3, p. 80-85.

SATYANARAYANA, M.; MURALEEDHARAN, C. "A comparative study of vegetable oil methyl esters (biodiesels)". *Energy*. 2011, núm. 36, p. 2129-2136.

TINIA I. Mohd.; *et al.* "Bioenergy Production of Biodegradable Lubricant from *Jatropha Curcas* and Trimethylolpropane". *International Journal of Chemical Reactor Engineering*. 2009, vol. 7, p.1-9.

SCHMIDT, H. G. "Komplexester aus pflanzlichen Ölen, Tribologie+ Schmierungstechnik". *Jahrgang*. 1994, vol. 41, núm. 1, p. 14-23.

AMSEK, A.; VIZINTIN, J. "Scuffing Lead Capacity of Rapeseed – Based Oils". *Journal of the Society of Tribologists und Lubrication Engineers*. August 1999, p. 11-18.

GLAVATI, O.; GLAVATI, L. "Lubricating Oils of Plant Origin, Tribologie Schmierungstechnik". *Jahrgang*. 2000, vol. 42, núm. 1, p. 17-18.

TEFĂNESCU. I., *et al.* "Study on tribological properties of vegetable sunflower oil used as possible ecological lubricant". *The Annals of University "Dunărea de Jos "of Galați fascicle VIII* 2005, ISSN 1221-4590