



Perspectivas de la generación de electricidad en Cuba a partir de la gasificación de biomasa

Daniel Travieso
Ramón Cala

Recibido: Octubre del 2007
Aprobado: Diciembre del 2007

Resumen / Abstract

Los efectos de la explotación descontrolada de los recursos naturales, han colocado a la humanidad al borde de la extinción. La concientización de esta situación por la comunidad internacional, se ha materializado en un gran número de países, incluida Cuba. Entre las medidas implementadas en el país, está el incremento en la explotación de las fuentes de energía a partir de recursos renovables, así como en la eficiencia de su uso. En el trabajo se analizan dos de las tecnologías de gasificación de biomasa en estudio, para ser implementadas en Cuba, a corto plazo, para la generación de electricidad, y se propone otra para su aplicación a menor escala.

Palabras clave: Gasificación, biomasa, generación de electricidad

The effects of the historical over exploitation of the natural resources have placed the humanity on the limit of its extinction. The magnitude of this situation and its degree of advance, has been taken into account for the majority of the international community, and it has been materialized an important number of solution to mitigate this situation in a great number of countries; included Cuba. Among the measures implemented in Cuba, it is the increment in the exploitation of the energy sources, from renewable resources, as well as in the efficiency of their use. In this work are analyzed, two of the gasification technologies of biomass, that are in study, to be implemented in Cuba, in a short term, for the electricity generation and its intends another for their application to smaller scale.

Key words: Gasification, biomass, electricity generation

INTRODUCCIÓN

Según datos reportados por la Agencia Internacional de Energía (IEA), la energía obtenida de la biomasa representa el 11 % del total de la energía primaria empleada en el mundo en el 2006, lo que constituye el 80 % del total de la energía suministrada a partir del empleo de todas las fuentes renovables de energía, con un consumo mayoritario en los países subdesarrollados.

La gasificación térmica de la biomasa es un proceso termoquímico, que tiene como propósito transferir la energía química contenida en el combustible sólido a

un portador energético gaseoso, con el mínimo de pérdidas en energía térmica. Este proceso permite generar gases de bajo, medio o alto poder calórico en función del tipo de reactor y del agente gasificante.^{1,2}

La gasificación de la biomasa para producir gas útil, con vistas a ser empleado como combustible en motores de combustión interna es una de las tecnologías más prometedoras para desarrollar fuentes de energía renovables con bajo impacto ambiental negativo.³ Este gas puede ser catalíticamente convertido en sustancias químicas como el metanol, éter dimetil, el aceite de Fisher-Tropsch y otros muchos

productos químicos, que pueden ser utilizados como combustibles líquidos limpios para la transportación.⁴

El gas combustible producto, puede emplearse igualmente para la producción de energía térmica. Las ventajas respecto a la combustión directa de la biomasa, consiste en la mayor facilidad en la utilización de combustibles gaseosos respecto a los sólidos; y sobre todo, en la posibilidad del empleo de una red de distribución, lo cual es especialmente útil en pequeños asentamientos y comunidades rurales, así como la disminución del impacto ambiental negativo a la comunidad.

Para Cuba, por sus condiciones de país no petrolero y su posición geográfica tropical, resulta perspectivo el uso de esta tecnología como fuente renovable de energía.

BIOMASA

La extensión de la producción azucarera a lo largo de toda Cuba, hace de esta industria la más importante consumidora de biomasa para la generación de energía, empleando para ello los desechos biomásicos del proceso productivo; fundamentalmente bagazo, constituyendo esta la principal biomasa empleada con este fin a escala industrial en Cuba.

Por otro lado, la existencia en Cuba de grandes extensiones de tierras pobladas por la *Dichrostachys Cinerea* variante africana (marabú), ha constituido un problema de difícil solución para la agricultura y la ganadería; sin embargo, a partir del empleo de esta tecnología, dicha planta podría convertirse en una importante fuente energética para la economía cubana.

Según censo realizado, solamente en las zonas ganaderas del país en el año 2002, la extensión de tierras cubiertas con distintas densidades de población de *Dichrostachys Cinerea*, alcanzaba los 6 410 km² (641 000 ha).⁵

La *Dichrostachys Cinerea* en base seca tiene un poder calorífico superior de aproximadamente 19,9 MJ / kg. Cuando es verde su poder calorífico⁶ es menor y aproximadamente⁷ igual a 13,6 MJ / kg, lo cual promedia 16,79 MJ / kg de la planta, y muestra el enorme potencial energético que mantiene en reserva la economía cubana.⁷

GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

La variante más extendida para la producción de electricidad en el país a partir de la biomasa, es la que emplean los centrales azucareros, en la cual se quema el combustible biomásico en calderas para producir vapor, parte del cual es empleado posteriormente para la generación de electricidad. Sin embargo, este proceso tiene un alto porcentaje de pérdidas energéticas asociadas a distintas razones, lo que provoca que una parte importante de la energía poseída por la biomasa no se aproveche (del orden del 70 %).

Una propuesta valiosa, la constituye el proyecto Antonio Guiteras BIG-TG,⁸ que integra la generación de electricidad a partir de la gasificación de la biomasa, en el ciclo combinado de generación de electricidad (figura 1), en el central Antonio Guiteras de Puerto Padre, al norte de la provincia de Las Tunas, en Cuba.

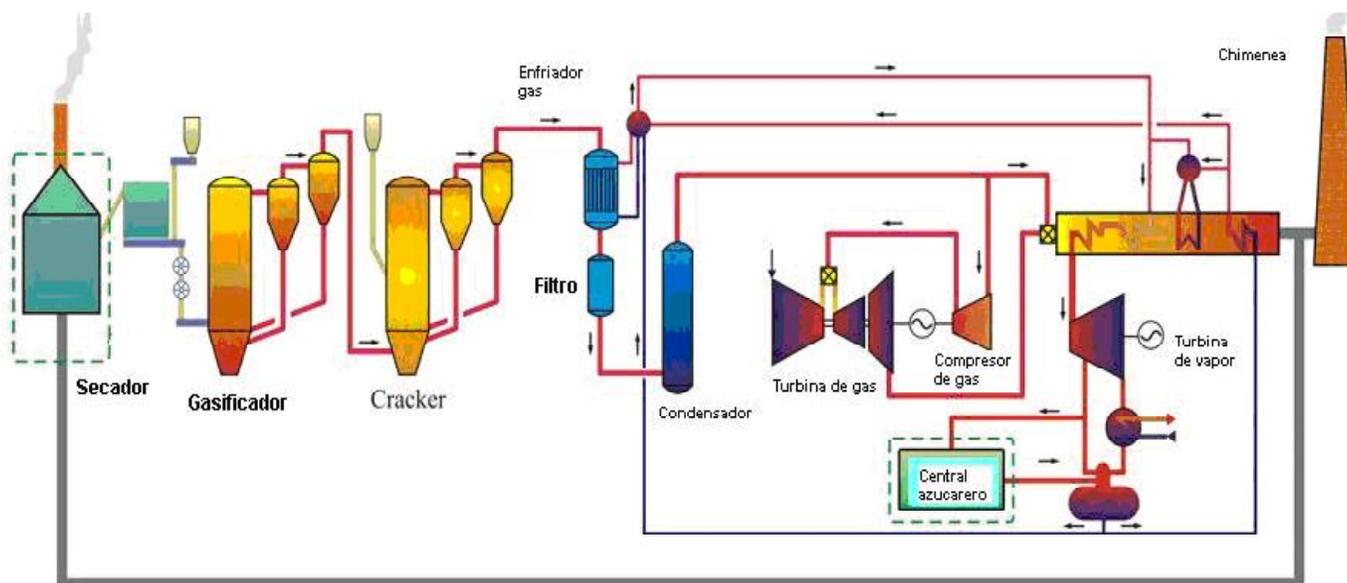


Diagrama de flujo del proceso con los principales componentes.

El hecho de emplear para la generación de electricidad un gasificador y una turbina de gas, que utilice el gas producto de la gasificación para la generación de electricidad, incrementa de forma notable la eficiencia de este proceso, la eficiencia energética en la generación eléctrica empleando la turbina a gas de gasificación, puede ser de hasta el 35 %.⁴

Igualmente, la incorporación de esta tecnología, permitirá que el central continúe entregando energía eléctrica al sistema nacional fuera del período de zafra, alcanzando una capacidad de generación de 110 GWh de electricidad al año y 51 GWh de vapor. El costo de esta instalación es del orden de los 49 millones de USD, con un tiempo de amortización de 15 años.

La introducción de esta tecnología, permitiría una reducción de las emisiones de CO₂, en el orden de 110 000 t por año; igualmente desde el punto de vista local, disminuiría en un 96 % las emisiones de partículas del central y las emisiones de SO₂ y NOx serían un 96 % y un 92 % menores respectivamente. Asimismo tiene asociado un alto impacto social, tecnológico y económico, lo que la convierte en una vía a tener muy en cuenta, dada las actuales circunstancias existentes en Cuba.

Sin embargo, esta tecnología no es aplicable solamente a la industria azucarera, pues como se mencionó anteriormente, es posible emplear el gas combustible producto del proceso de gasificación para alimentar directamente un motor de combustión interna. Esta es la tecnología propuesta en el Proyecto GEF Energía Renovable en la Isla de la Juventud.⁹

La eficiencia de la generación eléctrica de esta tecnología está en dependencia del tipo de reactor empleado, y está en el orden del 23%.

En este proyecto se propone el montaje de una instalación de gasificación compuesta por un reactor de gasificación procedente de la India; para la generación de la electricidad se emplea un sistema motor-generador, que utiliza el gas producido por el gasificador como combustible, con una potencia de generación de 3,6 MW. El diseño de gasógeno más extendido para generar gas combustible, para suministrar a un motor de combustión interna, es el diseño concurrente (downdraft). Esto es debido a la calidad del gas producido en este tipo de reactor en cuanto al contenido de alquitranes y partículas.

La mayoría de los gasificadores producen un gas, incompatible con las especificaciones técnicas de mucho de los diseños de motores modernos,¹⁰ (contenido de alquitranes y polvo menor que 10 mg/Nm³), por lo que es necesario un sistema

adicional, relativamente costoso de purificación de los gases, lo que resta rentabilidad a los sistemas de generación empleando la gasificación y dificulta la aplicación de esta tecnología a pequeña escala.

El grupo de investigadores de la Universidad de Camagüey, en Cuba, ha desarrollado en colaboración con la Universidad de Sassari, en Italia, un reactor de gasificación concurrente de nuevo tipo (figura 2), que produce un gas con baja concentración de alquitrán y polvo, lo que permite su acoplamiento directamente a motores de combustión interna modernos, sin el empleo de costosos sistemas de limpieza.¹¹

Este reactor tiene como aspecto novedoso, que el diseño de su cámara de combustión permite la homogeneización de las temperaturas en el interior de la cámara, a partir de la eliminación de las venas frías en el interior del lecho, lo que incrementa el mezclado entre los gases de pirólisis y el agente gasificante, disminuye el volumen de alquitrán que atraviesa la cámara de oxidación sin craquearse térmicamente; así como potencia los mecanismos de intercambio de calor en el interior de la cámara. El reactor consta de otras dos modificaciones que favorecen la ocurrencia de las reacciones de Bandourd en la zona de reducción e incrementan la recuperación de calor sensible portado por el gas producto de la salida del reactor.

Como consecuencia de las modificaciones realizadas a la tecnología Imbert de gasificación, este reactor produce gas combustible con una eficiencia del orden del 60 % cuando emplea a la *Dichrostachys Cinerea* (marabú) como combustible con una humedad del 11 %, menor a los valores de eficiencia típicos para estos tipos de reactores, pero el poder calórico de los gases obtenidos permite su empleo como combustible para motores de combustión interna.



Gasificador de biomasa Imbert modificado.

Este nuevo reactor facilitaría el empleo de esta tecnología, en la generación de electricidad, en comunidades aisladas de la red de distribución nacional.

BARRERAS

Esta tecnología tiene que vencer barreras tanto tecnológicas como no tecnológicas, antes de ser implantada a gran escala en la industria y en la sociedad de forma general, a entender, de los autores en Cuba las dos principales barreras están en el aspecto económico y en la implementación industrial a gran escala de esta tecnología.

Económicas

El nivel de desarrollo de esta tecnología aún no la hace competitiva con los combustibles fósiles, por lo que es necesario la implementación de instrumentos legales para hacerla rentable y atractiva a la inversión, como pueden ser impuestos al uso de los combustibles fósiles, el incremento del precio de la electricidad generada con fuentes renovables de energía, etcétera. Este es uno de los principales temas en que el gobierno desempeña un papel fundamental, y que en Cuba están comenzando a tenerse en cuenta.

Implementación a escala industrial

El impacto ambiental que tendría la implantación a gran escala de la explotación con fines energéticos de la biomasa, es un elemento a tener en cuenta en el momento del diseño de una instalación de este tipo. Una modesta planta de 10 MW, con una eficiencia del 35 %, requeriría 40 000 por año, lo que correspondería con el empleo de un cultivo de ciclo corto y alta productividad, a un área de aproximadamente 20 km², las características de crecimiento del árbol de marabú, su poder calórico y la densidad poblacional del mismo en Cuba, hacen de este, el combustible ideal para ser empleado con este fin. Con el nivel de eficiencia señalado, los límites en las dimensiones de la planta, son debidos al costo en que se incurre por concepto de transporte de la biomasa al punto de procesamiento. En Europa los límites de estas instalaciones están entre los 30 MW a los 80 MW.

CONCLUSIONES

En el marco de la Revolución Energética que se lleva a cabo en la sociedad cubana, las tecnologías para la obtención de energía a partir de la gasificación de biomasa, han tenido también su espacio, y se observan claras posibilidades y voluntad gubernamental para su aplicación a mediana escala en un corto plazo; muestra de ello son los proyectos en vías de ejecución en la Isla de la Juventud y en el central Antonio Guiteras de Las Tunas. Sin embargo, la extensión del empleo de esta tecnología requiere la implementación de regulaciones económicas que

hagan de la misma una tecnología competitiva a los combustibles fósiles.

REFERENCIAS

1. **Heermann, C. and F. J. Schwager:** Whiting Pyrolysis and Gasification of Waste, Vol. 2, Juniper Consultancy Services, UK, 2000.
2. **Ceamanos, J., et al.:** Gasification of Biomass/High Density Polyethylene Mixtures in a Downdraft Gasifier, 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, Italy, 10-14 May, 2004.
3. **Nieminen, J.:** Biomass CFB Gasifier Connected to a 350 MWth Steam Boiler Fired with Coal and Natural Gas—THERMIE Demonstration Project in Lahti, Finland, Power Production from Biomass III, Gasification & Pyrolysis R&D&D for Industry, K. Sipila, M. Korhonen (Eds.), VTT Symposium, Vol. 192, VTT Espoo, 1999.
4. **Bridgwater, A.V.:** "Renewable Fuels and Chemicals by Thermal Processing of Biomass", Chemical Engineering Journal, 91 87–102, (2003).
5. Informe al Ministerio de la Agricultura del Consejo Nacional de Ganadería Vacuna, La Habana, diciembre, 2002.
6. **Suárez, J.; C. Luengo, F. Fonseca, G. Bezzon y P. Beatón:** Thermochemical Properties of Cuban Biomass, Energy Sources, 22:851-857, 2000.
7. **Leyva, R.:** "Producción de electricidad con biomasa procedente de la planta leñosa *Dichrostachys Cinerea* (marabú)", Resumen de Proyecto de investigación, Universidad de Camagüey, diciembre, 2003.
8. Antonio Guiteras BTG-GT Project. Regional Workshop Barriers and Opportunities for Biomass Based Energy Generation in Latin America and the Caribbean, La Habana, October, 2005.
9. Proyecto GEF Energía Renovable en la Isla de La Juventud, Regional Workshop "Barriers and Opportunities for Biomass Based Energy Generation in Latin America and the Caribbean, Havana, October, 2005.
10. **Milne, T. A. and R. J. Evans:** Biomass Gasification Tars: Their Nature, Formation and Conversion, NREL, Golden, CO, Report no. NREL/TP-570-25357, USA, 1998.
11. **Travieso Pedroso, Daniel; Ramón Cala Aiello; Leonetto Conti and Stefano Mascia:** Experiences on a New Really tar Free Downdraft Gasifier, Proceedings of UNINDU 2005, Ubatuba: Sao Paulo, Brasil, Editor: Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia, UNITAU, 2005.

AUTORES

Daniel Travieso Pedroso

Ingeniero Electricista, Grupo de Energía, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba
e-mail:daniel.travieso@reduc.edu.cu

Ramón Cala Aiello

Ingeniero Electricista, Grupo de Energía, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba