

“Energía de fuentes vegetales de desecho: biogás y gasificación

Edson Everardo Maqueda Cabrera (1), Alberto Florentino Aguilera Alvarado (2), Jesús Raúl Lugo Martínez (3)

1 [Escuela de Nivel Medio Superior de Pénjamo] | Dirección de correo electrónico: [ee.maquedacabrera@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [alaguile@ugto.mx]

3 [Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [lugom@ugto.mx]

Resumen

El aprovechamiento de la materia orgánica residual para obtener energía con ayuda de un gasificador del tipo “Downdraft” comienza con la preparación de los diferentes tipos de biomasa usando una peletizadora para posteriormente contar con diferentes muestras y así conocer las condiciones óptimas para la producción de syngas con la mejor calidad posible y el menor consumo energético. Se entiende que afecta directamente el flujo de agente gasificante, en este caso el aire, porque de él dependerá la volatilización de la biomasa. Para esta investigación se encontró que todas las muestras de biomasa arrojaban buenos resultados cuando el flujo oscilaba entre 90 y 100 ml/min. También se demuestra la afección que genera la humedad y el tamaño de los pellets. Nos remitimos al tamaño óptimo que produce una buena cantidad de syngas y que no genera un elevado costo de operación.

Abstract

Generating energy from organic waste can be achieved using a "Downdraft" gasifier. For a start, we must create the pellets, using biomass and a specialized machine. We have different pellets and we can do a good analysis of the optimum conditions for obtaining good quality syngas and without an excessive energy consumption. Demonstrates the impact that has the air in the biomass and the problem that involves the moisture. However, in this investigation it is reported that all pellets yielded good results when the flow of air is in the range of 90 to 100 ml/min. It is shown that the size of the pellets is important and affects the whole process, therefore, the best size is 15 mm and also does not generate a large cost of operation.

Palabras Clave

Biomasa, Downdraft, Syngas, Agente gasificante, Pellets.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes, descripción y justificación.

Con las problemáticas actuales, como la contaminación, el cambio climático y la escasez de recursos, se han buscado alternativas para la producción de energía y una de ellas es la gasificación, que si bien no es del todo nueva ya que se ha manejado desde el siglo XX, es factible por las ventajas que ofrece; una de ellas, dejar la total dependencia de los combustibles fósiles y utilizar los residuos orgánicos.

La gasificación es un proceso químico en el cual la celulosa aportada por la biomasa se transforma en hidrocarburos de menor volatilidad y en estado gaseoso. Esta mezcla de gases se llama Syngas y puede emplearse en motores de combustión interna, calderas y turbinas. El rendimiento varía dependiendo del combustible y el agente gasificante que se utilice, en el rango de 70-80%. [1]

La razón por la cual el equipo se denomina gasificador, es por su diseño, de lecho móvil, donde la biomasa es introducida por la parte superior y el agente gasificante es suministrado en la parte inferior. Como las corrientes tienen una configuración paralela se le denomina "Downdraft". [5]

Según el agente gasificante que se emplee se producen efectos distintos en la gasificación y el producto final varía en su composición. Si se gasifica con aire, parte de la biomasa procesada se quema con el oxígeno presente y el resto de la biomasa sufre la reducción. [1]

En cuestión de la biomasa se puede emplear prácticamente cualquier material orgánico (hortalizas, cáscaras, fibras, madera), pero se tiene una limitación de su densidad mínima de 200 a 250 kg/m³. Densidades menores crean problemas en el manejo del equipo y por eso mismo, deben tener un tamaño homogéneo. [4]

Las etapas del proceso de gasificación son la pirolisis, combustión y reducción. La primera es llevada a cabo en temperaturas arriba de 400 °C y se caracteriza porque se desprenden gases (CO₂, CO, Vapor de agua) y se forma un residuo

carbonoso denominado "char". La etapa de combustión es aquella en la que el char se mezcla con el agente gasificante (aire) y se desarrolla a partir de los 600 °C. Cuando se supera la temperatura de 700 °C observamos las reacciones propias de gasificación, que a su vez se dividen en dos tipos: heterogéneas y homogéneas. Siendo las primeras aquellas donde el residuo carbonoso (o char) reacciona con oxígeno, vapor de agua, dióxido de carbono e hidrógeno; y las segundas cuando los gases reaccionan entre sí, para producir la mezcla del gas final. La reducción se remite a las reacciones entre los demás gases desprendidos. [2]

Una observación importante es que la temperatura no puede ascender por encima de los 1500 °C porque ocasionaría problemas técnicos. Del mismo modo cabe destacar que la presión puede oscilar entre 1 y 30 atmósferas.

Es por ello que se procedió a emplear este conocimiento y concientizar sobre el impacto tecnológico, social y ambiental que promete, así como el análisis de lo que conlleva.



IMAGEN 1: Gasificador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron pruebas en equipo de laboratorio, empleando dos columnas de vidrio operadas con un compresor de aire semi industrial y varios tipos de biomasa (aserrín, residuos agrícolas y fibra de coco).

Las muestras se manipularon en forma de pellets, los cuales fueron hechos previamente, secando la materia orgánica, pulverizándola y usando la peletizadora, produciéndolos de diferente medida; esto con la finalidad de lograr un efecto de

fluidización, simulando un gasificador downdraft. Se buscó establecer las condiciones óptimas de operación, en función del flujo de aire, medido con ayuda de un flujómetro, el tipo de biomasa y la caída de presión generada, que fue registrada con ayuda de un manómetro de tubo en U.

Una vez establecidos los parámetros antes mencionados se llevó a cabo la aplicación con un equipo de gasificación, para comprobar que efectivamente dichas condiciones permiten obtener mejores resultados en el gas de síntesis que se producirá.



IMAGEN 2: Columna de vidrio empleada para realizar las pruebas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró con base en la simulación con las columnas de vidrio y haciendo uso de los diferentes tipos de pellets que el tamaño de cada muestra tiene un efecto característico en la operación del gasificador Downdraft ya que a medida que aumenta el tamaño de la partícula es necesario un mayor flujo de agente gasificante.

También se encontró que la humedad afecta de manera directa al peso de los pellets y esto imposibilitaba una buena utilización de los mismos. Todas las muestras fueron pesadas y secadas

para posteriormente observar el porcentaje de humedad. La muestra de residuos agrícolas de 15 mm fue la que contuvo la menor humedad. (Véase imagen 3). [5]

Al momento de realizar las pruebas con las muestras ya secas observamos que todas mostraban un buen resultado cuando el flujo de aire se encontraba entre 90 y 100 ml/min. (Véase imagen 4).

Se pudo notar que la fibra de coco, aunque tiene un bajo porcentaje de humedad su tamaño es muy pequeño y esto hace que se agote antes de pasar a las diferentes zonas del equipo (primordialmente la pirolisis). Anexo a esta problemática se tendría que mantener una alimentación de manera constante ya que de no ser así, el equipo corre el riesgo de parar, para lo cual, nuevamente se procedería a desmontar la cubierta de alimentación y reiniciar su operación y esto generaría un excesivo consumo energético.

Visualizando este panorama, se prefiere que el material óptimo sea aquel que conserve la menor humedad posible y sobre todo que no sea muy pequeño. [3]

Como no se cuenta con el equipo necesario para el análisis de cada muestra, hemos comparado la composición de nuestras muestras con algunas ya reportadas que poseen una gran similitud en estructura química, asemejando por ejemplo, los residuos agrícolas con el bagazo y la fibra de coco con la cáscara de arroz [2]

Con esto podemos obtener resultados confiables sobre la relación que guarda el carbono contenido en cada muestra con la ceniza producida después de la reducción, criterio importante ya que si se produce en exceso tenderá a acumularse en la zona de reducción y de pirolisis, afectando directamente la cantidad de syngas. [2]

Podemos notar que el aserrín produce más syngas y que la fibra de coco genera más ceniza. Aun comparando esto analizamos que quien mejores resultados arroja son los residuos agrícolas, ya que producen una cantidad considerable de syngas y de buena calidad y no produce demasiada ceniza. (Véase imagen 5). [1]

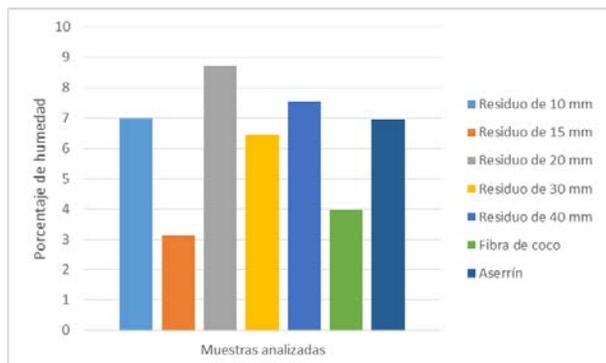


IMAGEN 3: Porcentaje de humedad en los diferentes tipos de biomasa.

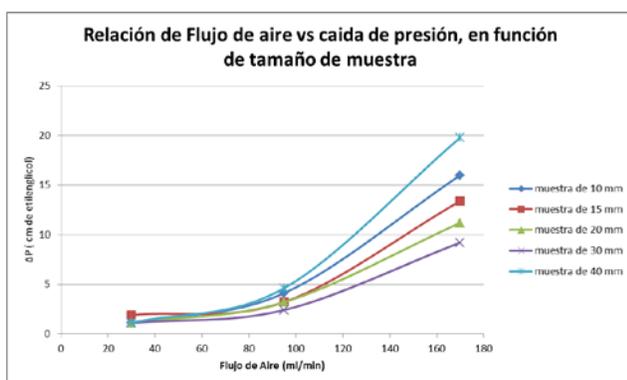


IMAGEN 4: Relación del flujo de aire.

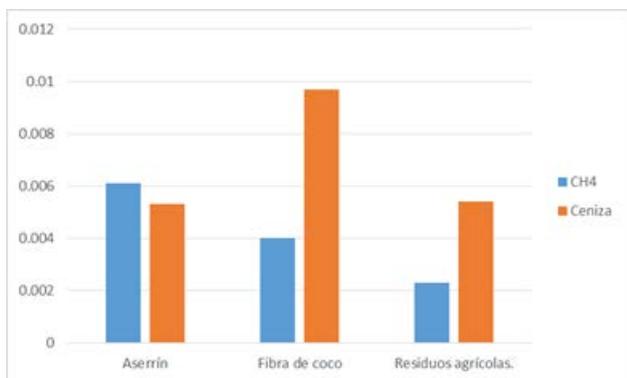


IMAGEN 5: Syngas y ceniza producida..

CONCLUSIONES

Mediante el proceso de gasificación llevado a cabo en el equipo Downdraft pudimos darnos cuenta de que las condiciones óptimas para su operación son un flujo moderado y una biomasa preparada de un buen tamaño, para así encontrar con ayuda de la flama el syngas de mejor calidad posible.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jesús Raúl Lugo Martínez, por inmiscuirme en el proyecto. Al Dr. Alberto Florentino Aguilera, por brindar el apoyo necesario así como las instalaciones requeridas para el desarrollo del proyecto, también al Dr. Alejandro Zaleta Aguilar por facilitarnos el manejo del equipo gasificador y por aportar la materia prima para los respectivos análisis.

REFERENCIAS

BESEL, S.A. (Departamento de Energía), (2007), "Biomasa: Gasificación", IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), Ministerio de Industria, comercio y Turismo, Madrid España. (pp. 7-11). [1]

Samreen Hameed, Naveed Ramzan, Zaka-ur Rahman, Muhammad Zafar, Sheema Riaz. (2014). Kinetic modeling of reduction zone in Biomass gasification. Energy Conversion and Management, 78 (2014) 367–373. [2]

Ningbo Gao, Aimin Li,(2008), Modeling and simulation of combined pyrolysis and reduction zone for a downdraft biomass gasifier, Energy Conversion and Management, 49 (2008) 3483–3490. [3]

K. S. Shanmukharadhy, (2007), Simulation and Thermal Analysis of the Effect of Fuel Size on Combustion in an Industrial Biomass Furnace Energy & Fuels, 2007, 21, 1895-1900. [4]

Forest Products Division. (1993). El gas de madera como combustible para motores, 1014-2886. Recuperado de: <http://www.fao.org/publications/card/en/c/c4f710c7-db30-5f85-87c4-3bd618b8c60d/> [5]