

ENERGÍAS DE FUENTES VEGETALES DE DESECHO: BIOGÁS Y GASIFICACIÓN

Lara Gámez Josué Armando (1), Aguilera Alvarado Alberto Florentino (2)

¹ [Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [jalg_94@hotmail.com]

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

Resumen

Este informe resume una breve descripción de un gasificador de tipo “downdraft”; la forma en que opera, el ensamblaje de las partes más relevantes, y ciertamente un indicador de su uso durante este verano del 2016. Se analiza una secuencia de etapas de funcionamiento aplicadas a un gasificador de corriente descendiente “downdraft”, se describe aquí que puede llegar a ser de gran utilidad como una guía en la operación de un aparato con especificaciones similares. Por otra parte, mediante la presentación de un procedimiento bastante sencillo para hacer mediciones de perfiles de temperatura durante una operación rutinaria del gasificador de corriente descendiente, otorga valiosos comentarios a esta investigación. Al final del informe se añaden algunos comentarios en relación con el análisis de situaciones ingenieriles peligrosas lo que puede causar operaciones sin éxito y que pueden así tomar consideraciones al ejecutar la operación de uno de estos equipos.

Abstract

This report summarizes a brief description of a downdraft gasifier: how it operates, its ensamble of most relevant parts, and certainly a telltale of its usage during this summer of 2016. It is analyzed a sequence of operation steps applied to a downdraft gasifier here described that may become of great utility as a guide in the operation of one of such apparatus with similar specifications. Furthermore, by presenting a procedure quite simple to make temperature profiles measurements during a routinely downdraft gasifier operation grants valuable remarks to this investigation. At the end of the report some comments are added regarding the ingeniering analysis of hazardous situations that may cause unsuccessful operations and that may well to take considerations when executing operation of one of such equipment.

Palabras Clave

Biomasa; Pirolisis; Reactor; Gas de síntesis; Lecho fijo

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Con la industrialización en marcha se ha generado un aumento en la producción de todo tipo de residuos que causan un constante deterioro en el ambiente.

Una de las formas para combatir este problema es a través del uso de la biodigestión. Un biodigestor es un contenedor cerrado, hermético e impermeable en el que se introduce materia orgánica (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales, etc.) para que por medio de la descomposición anaerobia se produzca gas metano y materia fertilizante rica en nitrógeno, fósforo y potasio [1].

En este trabajo se hablará de como utilizando madera en un biodigestor, a través del proceso de gasificación, en el que se convierte el material carbonoso (carbón, coque de petróleo, biomasa, etc.) en un combustible gaseoso llamado gas de síntesis, puede generarse energía y que con su uso a través del tiempo pueda disminuir considerablemente la cantidad de madera residual.

Justificación

La gasificación de biomasa involucra la conversión térmica de la biomasa en una mezcla de combustibles gaseosos, de los cuales pueden ser subsecuentemente usados para el aprovechamiento de otros productos, como los son los volátiles, el carbón y las cenizas. Bajo una clasificación general, los sistemas de gasificación pueden ser clasificados como lechos fijos y lechos fluidizados. El lecho fijo es el más viejo y simple de todas las tecnologías de gasificación y es generalmente más viable para la generación de energía a pequeña escala con capacidad de entre 1 y 5 toneladas de biomasa por hora. Cuando los gasificadores de lecho fijo se construyen con mayor capacidad, la distribución de la temperatura no es uniforme en el reactor, y eso trae como consecuencia un gas de síntesis de baja calidad. El

proceso de gasificación es también de lo más difícil de optimizar.

El futuro de la gasificación parece ser muy prometedor para el uso eficiente de residuos sólidos orgánicos. En Norteamérica, el uso de la biomasa pudo satisfacer el 3.23 % de la energía necesaria en el año 2007, y se espera que incremente con una tasa de crecimiento promedio anual de 4.2% desde el 2007 hasta el 2030, sería el crecimiento más alto comparado contra otras fuentes de energía. El total de la biomasa aprovechable actualmente en el país y principalmente en el estado de Guanajuato comprende principalmente de los residuos agrícolas y forestales. Así que, la gasificación apropiada de dichos residuos será un instrumento clave para la no dependencia de la nación de los recursos fósiles, e incrementará la seguridad nacional en energía. [2]

MATERIALES Y MÉTODOS

El gasificador utilizado para las pruebas realizadas en esta investigación es uno tipo “*downdraft*” como se muestra en la en la imagen 1, en el cual se ingresa en el reactor cierta cantidad de biomasa (en este caso madera para reciclar), o pedacero sobrante de algún proceso de fabricación. El trabajo aquí realizado consiste en cuatro partes principales; desarmado, limpieza, armado y prueba.

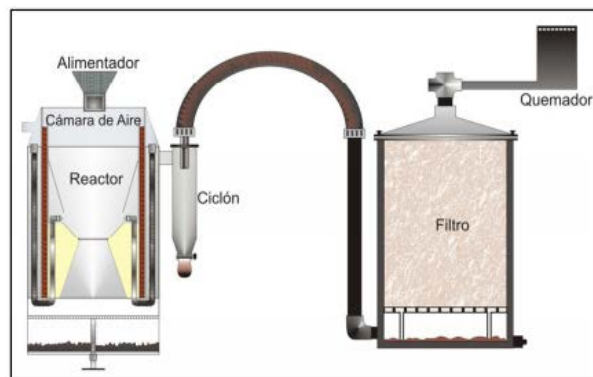


IMAGEN 1: Diseño del gasificador tipo “*downdraft*”.

Desarmado

En este punto se desarma el equipo completamente para su limpieza y revisión de pruebas anteriores, es necesario tener disponible las herramientas como lo son; una llave inglesa, el desatornillador y las llaves para quitar tornillos de cabeza hexagonal.

Limpieza

La limpieza debe ser muy minuciosa debido a que los restos de material tales como cenizas y alquitrán pueden ocasionar que el gas de síntesis no llegue por completo o se produzca en menor cantidad, las entradas de aire, o en este caso la ventilación sea mucho menor y escasa provocando que el precalentado en la etapa de prueba dure mayor tiempo.

Armado

En esta etapa se tiene que tener mucho cuidado ya que, de no ser así, el equipo puede tener fugas, un buen atornillado puede ser la diferencia entre tener grandes pérdidas de gas de síntesis o que este se recupere en su mayoría en el quemador que se muestra en la Figura de la imagen 2.



IMAGEN 2: Reactor y filtro de gas desarmados

Prueba

Un proceso de gasificación típico generalmente sigue la siguiente secuencia de pasos:

- ° Precalentamiento y secado
- ° Pirólisis
- ° Combustión
- ° Reducción

La zona de secado toma lugar en la parte más alta del reactor provocando que el calor proveniente del corazón del reactor vaporice el contenido de humedad con el cual entra la biomasa. En la zona de pirólisis comienza el craqueo térmico descomponiendo las partículas sólidas en volátiles y partículas más pequeñas. La zona de combustión comprende parte de las reacciones de gasificación, en esta se generan productos como cenizas y vapor de agua más calor. La zona de gasificación sucede muy cerca del corazón del reactor y la constituyen las reacciones de producción de gas de síntesis (esta sucede entre 700 y 900°C). Como se observa en la Figura de la imagen 3, se muestra un esquema detallado de las temperaturas que rigen cada una de las etapas del proceso de gasificación, incluyendo en ella los tiempos necesarios para que trascurra cada una, a excepción de cuando se tienen detalles como humedad alta en la madera. [2]

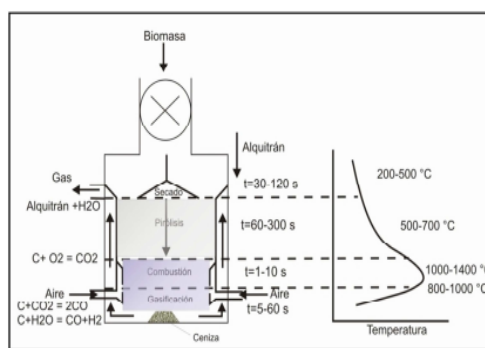


IMAGEN 3: Etapas de la gasificación en un gasificador tipo "downdraft".

Descripción del uso y funcionamiento del gasificador.

Primeramente, se coloca una cama de aserrín dentro del reactor quitando la tapa del mismo, con mucho cuidado ya que en el centro se encuentra un tubo al cual previamente se le han realizado cuatro perforaciones a distintas distancias con la finalidad de conocer la temperatura en el interior, una vez colocada la madera, se revisa que las válvulas F y R estén cerradas (estas se abrirán poco a poco y según se requiera durante el proceso) debido a que a través de ellas se suministra aire comprimido el cual ayudara al proceso de la combustión.

Previamente en el filtro de gas también se colocó una cama de madera y aserrín el cual es un último filtro para las partículas que lograron cruzar el filtro de sustancias, imagen 4.

Toda vez que se tienen listos los pasos anteriores, se procede al precalentamiento de la biomasa, y para esto se puede colocando un pedazo de cartón o papel encendido dentro del reactor y con cuidado abrir gradualmente la válvula R, la cual controla el flujo de aire dentro del reactor y esto dará paso a avivar la llama. Con el flujo de aire de la válvula R se controla la llama hasta que en la cara exterior del reactor se pueda percibir un aumento en la temperatura.

Cuando se observa que la temperatura ha aumentado, se procede a cerrar la tapa y por la abertura superior que se encuentra junto a los termopares, se sigue introduciendo madera hasta llenarlo casi por completo, en el momento en el que la madera ya no cabe, rápidamente se cierra la abertura, si es necesario se deja unos minutos que el proceso de reducción continúe y posteriormente se abre la válvula F para controlar el flujo de aire a la entrada del quemador y por donde el gas de síntesis saldrá para poder quemarlo. Este gas puede confundirse con simple vapor ya que este es más espeso, y entre más grisáceo sea, más fácil será encenderlo incluso será posible quemarlo con un simple encendedor, imagen 6.

Al final del experimento simplemente se cierran ambas válvulas de paso de aire, y se deja que el aparato se enfríe para poder retirar la ceniza (no es necesario retirarla en cada prueba, pero si después de realizar varias seguidas).

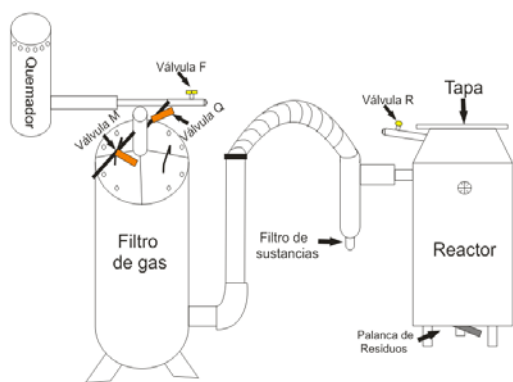


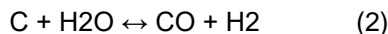
IMAGEN 4: Esquema general del gasificador tipo "downdraft".

Reacciones características de la etapa de gasificación

Reacción 1: Reacción de Boudouard:



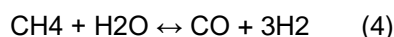
Reacción 2: Reacción de gas de agua (primaria):



Reacción 3: Reacción de Formación de Metano:



Reacción 4: Reacción de reformado de vapor:



Reacción 5: Reacción de formación de gas de agua:



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó tres veces el experimento, la primera ocasión se incluyó la medición de temperaturas con termopares, dando como resultados las siguientes temperaturas: 300 °C para la zona de secado, 500 °C para la zona de pirólisis, 600 °C en la zona de combustión y finalmente 850 °C para la zona de gasificación.

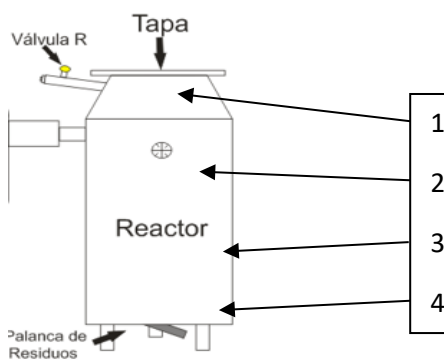


IMAGEN 5: Temperaturas de la cara externa del gasificador 1) 52°C, 2) 87°C, 3) 106°C, 4) 56°C

En la Figura de la imagen 5 se muestran las temperaturas que se midieron en la cara externa del reactor. No obstante, cabe mencionar que éstas, son un promedio de temperatura ya que tiende a variar con el tiempo y además con las condiciones climáticas externas. Dichas mediciones se realizaron con un lector de temperatura óptico y no son 100% precisas ya que estas pueden variar de acuerdo a quien lo opere.

Para corroborar que el gas producido en la salida, fuera el de síntesis, se acercó la flama de un encendedor y se observó que éste se encendía.



IMAGEN 6: Gas de síntesis producido.

CONCLUSIONES

A través de la observación de las partes y funcionamiento del biodigestor se pudo apreciar la importancia y la complejidad del proceso de gasificación, y al mismo tiempo entender el alcance de esta alternativa para el tratamiento de madera residual.

La fase de desarmado debe ser siempre una tarea que se elabore a profundidad y en esta investigación fue indispensable para conocer el equipo y su funcionamiento. La operación de este equipo se realizó bajo algunos contratiempos, en primer lugar, el desarmado fue todo un desafío debido a que el equipo no se encontraba en buenas condiciones para lo cual se recurrió a usar un material llamado “afloja todo” para poder quitar diversas piezas, una pieza en especial que causó mucho conflicto, ya que presentaba fugas de gas de síntesis a la hora de realizar dicho experimento, y esta fue la manguera que lleva al gas del filtro de sustancias al contenedor del filtro de gas.

La fase de armado es también una etapa primordial, ya que se debe utilizar material especializado que cumpla con las características necesarias para un óptimo funcionamiento.

Al final todas las pruebas fueron exitosas, teniendo como resultado una flama color naranja en su mayoría a simple vista con menor poder calorífico.

REFERENCIAS

- [1] Cazares, R (2013) Diseño de un tanque presurizado para trabajar como biodigestor. Tesis de ingeniería. Universidad Autónoma de México. México, D.F.
- [2] Rodríguez, D (2012) Optimización de un Gasificador de Biomasa Basado en la Exergo-Characterización. Tesis profesional. Universidad de Guanajuato. Salamanca, Gto.