

Diseño de gasificadores para generación De electricidad o calor a partir del Residuo industrial de la guadua y la madera

Cristian Rolando Ardila Pérez¹, Guillermo Coronado Murcia², Fabio Cárdenas Gil³, Juan Pablo Villamil Poveda⁴
C. R. Ardila¹; G. Coronado²; F. Cárdenas³; J.P. Villamil⁴.

crardila41@misena.edu.co¹, guillecor@msn.com², fabiocar.75@hotmail.com³, juanpvp@misena.edu.co⁴
Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera - SENA DC





RESUMEN

Este artículo describe el diseño de dos modelos para gasificar residuos industriales de guadua o madera a ser usados en la generación de electricidad o calor, se analizan los diferentes aspectos a tener en cuenta para el tratamiento de la materia prima a gasificar y la configuración completa del sistema de gasificación, esto con el fin de precisar modelos específicos según la posible utilización del gas producto (gas pobre o gas de síntesis).

De esta manera se logra definir dos modelos de reactor de gasificación para residuos de guadua o madera, uno para ser utilizado en procesos que devenguen energía calorífica de forma directa y otro tipo de gasificador para la obtención de electricidad por medio de motores o turbinas a gas.

ABSTRACT

This article describes the design of two models to gasify industrial waste of bamboo or wood to be used in the generation of electricity or heat, the different aspects to be taken into account for the treatment of the raw material to be gasified and the complete configuration are analyzed. of the gasification system, this in order to specify specific models according to the possible use of the product gas (lean gas or synthesis gas).

In this way it is possible to define two gasification reactor models for bamboo or wood waste, one to be used in processes that directly generate heat energy and another type of gasifier to obtain electricity by means of gas engines or turbines.

INTRODUCCIÓN

Las empresas dedicadas al uso y transformación de la madera o la guadua, generan una gran cantidad de residuos como resultado de su proceso industrial, estos residuos terminan generalmente en la basura por falta de un tratamiento adecuado que permita valorizar y gestionar de manera rentable este residuo.

Una solución a esta problemática es la utilización de sistemas de gasificación, donde esta biomasa es transformada en gas combustible por medio de un proceso termoquímico, donde los gases aquí obtenidos se convierten en un producto muy versátil y de fácil utilización para los requerimientos energéticos de la industria.

El proceso de gasificación de biomasa y de carbón es una tecnología usada desde hace más de 200 años. El gas era

Diseño de gasificadores para generación De electricidad o calor a partir del Residuo industrial de la guadua y la madera

utilizado como combustible para los hornos de la industria siderúrgica, luego mediante la aplicación de mecanismos de limpieza del gas, el uso de gasificadores se extendió a hornos pequeños y motores de combustión interna. A principios del siglo XX se utilizaron en barcos, automóviles, camiones y tractores [1]

El gas de síntesis producido es una mezcla de gas de monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H₂), metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), así como hidrocarburos ligeros, como etano y propano, e hidrocarburos más pesados, como los alquitranes, que se condensan a temperaturas entre 250 y 300 ° C. Gases indeseables, como sulfhídrico (H₂S) y clorhídrico ácido (HCl) o gases inertes, como el nitrógeno (N₂), también pueden estar presentes en el gas de síntesis Su presencia depende de la biomasa tratada y del condiciones operacionales del proceso de gasificación.

El poder calorífico de este tipo de gas depende de la materia prima y la tecnología de gasificación y el agente gasificante y puede estar entre 4 a 13 MJ / Nm³, [2-3].

En este artículo mostraremos el diseño de dos modelos para gasificar residuos industriales de guadua o madera a ser usados en la generación de electricidad o calor.

MODELOS EXPERIMENTALES PARA GASIFICACIÓN DE RESIDUO INDUSTRIAL DE GUADUA Y MADERA:

MATERIA PRIMA A GASIFICAR (GUADUA O MADERA)



Figura 2. Guadua para gasificar.



Madera para gasificar.



Figura. 1. Prototipos de reactores de gasificación contruidos en el SENA "CTCM BOGOTÁ"

El tamaño de la materia prima (madera o guadua) determina la técnica de gasificación a utilizar, partículas muy grandes pueden generar atascamientos del sistema de alimentación y partículas muy pequeñas pueden ser arrastradas por las corrientes de los agentes gasificantes obteniéndose un gas con muy poco poder calorífico, ya que la mayoría de su concentración estaría compuesta por gases de arrastre no combustibles. Por los anteriores motivos se concluyó que para partículas mayores a 5 cm se recomienda gasificarlas en corriente ascendente y en el caso de partículas de menores tamaños, tipo aserrín, se deben compactar a alta presión (peletizar) para ser gasificadas en reactores de lecho fijo en corriente ascendente o descendente.

El tamaño, forma, y la estructura física y la composición de la materia a gasificar ejercen influencia en el producto de los gases por su efecto sobre la velocidad de calentamiento.

Partículas finas (aserrín) favorecen el escape de gases condensables, por lo tanto no alcanzan a craquearse y esto conlleva a la generación de más alquitranes.

Las partículas más grandes, por el contrario actúan como una barrera obligando a los gases a pasar por un craqueo secundario favoreciendo de esta manera la producción de un gas con menos alquitranes.

MODELO DE GASIFICACIÓN PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

El sistema general (Fig. 3). diseñado para la generación de electricidad está compuesto por:

- 1- Tolva de alimentación de biomasa
- 2- Boquillas de alimentación de agente gasificante (Aire)
- 3- Cuerpo del Reactor
- 4- Ciclón
- 5- Sistema de enfriamiento
- 6- Filtro para gas
- 7- Sistema de aspiración

Detalles Del Diseño Del Reactor Gasificación corriente descendente

Partes del reactor de gasificación corriente descendente ver (Fig. 4).

- 1- Tolva de alimentación de biomasa
- 2- Boquillas de alimentación de agente gasificante (Aire)
- 3- Contenedor de biomasa
- 4- Entrada para ignición
- 5- Hogar de combustión
- 6- Garganta de reducción
- 7- Salida de cenizas
- 8- Salida de Gases (Gas pobre)



Figura 3. Prototipo Sistema Reactor de gasificación en corriente descendente (SENA- CTCM BOGOTÁ).

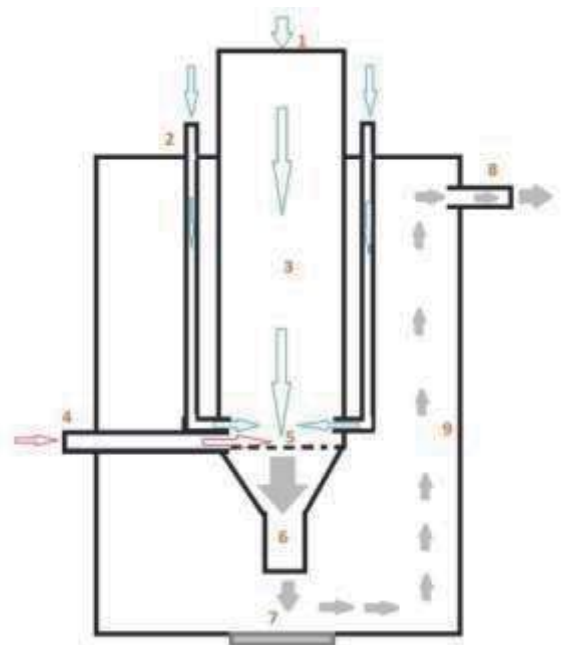


Figura 4. Detalles reactor de gasificación corriente descendente.

Diseño de gasificadores para generación De electricidad o calor a partir del Residuo industrial de la guadua y la madera

CICLO DE FUNCIONAMIENTO

Una vez se tenga en condiciones la guadua o la madera a gasificar se realizan los siguientes pasos:

1. Carga de la materia prima
2. Sellar la tapa
3. Iniciar el sistema de aspiración
4. Iniciar la llama y tapar tubo de ignición
5. La materia prima se gasifica
6. El gas producido pasa por el ciclón (separador de partículas sólidas)
7. El gas pasa por el radiador donde se enfría
8. El gas pasa por el filtro para retención de partículas (Filtro de carbón activado, y aserrín entre otros)
9. El gas sale listo para generar electricidad utilizando motores de combustión interna o turbinas alimentadas con este combustible



Figura 5. Pasos iniciales para operar el sistema de gasificación

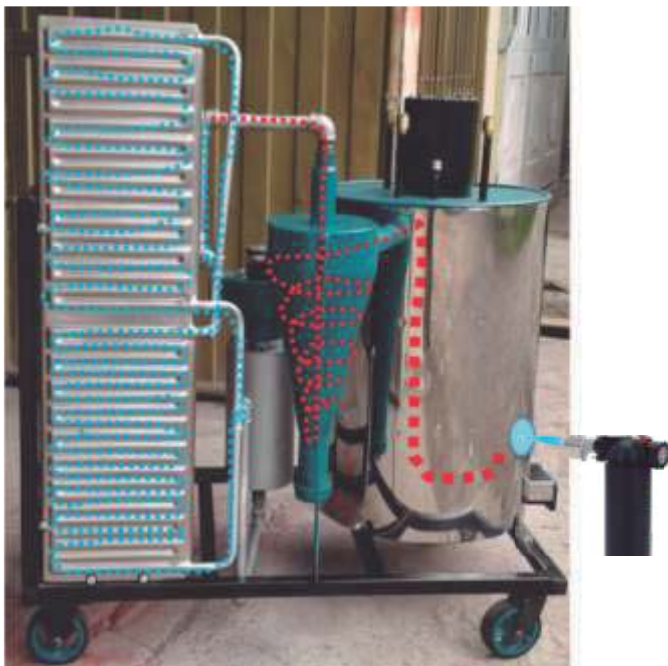


Figura 6. Pasos del proceso de gasificación



Figura 7. Pasos finales del proceso de gasificación

MODELO DE GASIFICACIÓN PARA GENERACIÓN DE CALOR EN QUEMA DIRECTA



Figura 8. Prototipo Sistema Reactor de gasificación en corriente ascendente (SENA- CTCM BOGOTÁ)

El sistema general (Fig. 8). diseñado para la generación de calor en quema directa está compuesto por:

1. Tolla de alimentación de biomasa y/o salida de gas
2. Cuerpo del Reactor
3. Entrada para ignición y alimentación de agente gasificante (Aire)
4. Salida de cenizas

Detalles Del Diseño Del Reactor Gasificación corriente Ascendente

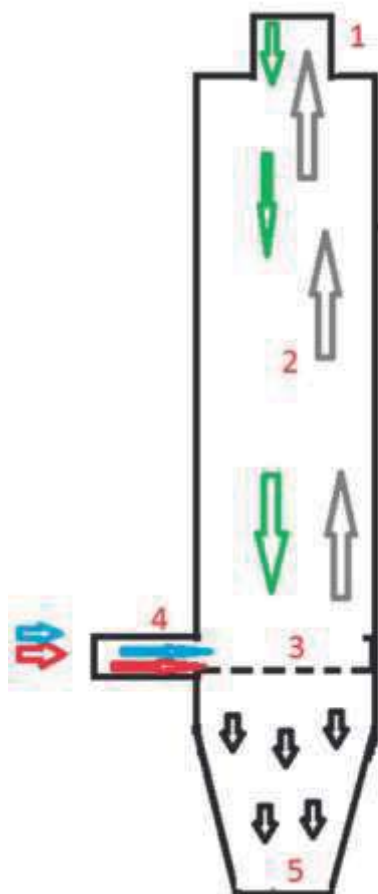


Figura. 9. Detalles reactor de gasificación corriente descendente

Partes del reactor de gasificación corriente descendente ver (Fig. 9).

1. Tolva de alimentación de biomasa y Salida de Gases (Gas pobre).
2. Contenedor de biomasa.
3. Hogar de combustión.
4. Entrada para ignición y alimentación de agente gasificante (Aire).
5. Salida de cenizas.

CICLO DE FUNCIONAMIENTO

1. Carga de la materia prima
2. Se inyecta aire y se inicia llama por el puerto de ignición
3. La materia prima se gasifica
4. Ocurren las reacciones termoquímicas que dan origen a

la gasificación

5. El gas sale listo para ser quemado

CONCLUSIONES

Los residuos industriales de la guadua y la madera, son una materia prima de alto aprovechamiento energético, bien sea para generar calor o electricidad.

Los tamaños adecuados de madera o guadua para ser gasificados en los modelos de gasificación propuestos, deben ser de diámetros menores a 5cm.

El modelo de gasificador adecuado para generar electricidad es el de corriente descendente, ya que en esta configuración la mayoría de los alquitranes se craquean generando un gas más limpio pero con menos poder calorífico, este gas puede ser utilizado en motores o turbinas para la generación eléctrica, siempre y cuando los gases obtenidos del reactor pasen por el sistema de ciclón, enfriamiento y filtrado.

El modelo de gasificador adecuado para generar calor en quema directa es el de corriente ascendente, ya que en esta configuración la mayoría gases condensables y no condensables combustionan aumentando el aprovechamiento energético de la materia prima, aunque la producción de alquitrán es superior este mismo se quema en el proceso.

No se recomienda usar el modelo de gasificación de corriente ascendente para ser utilizado en forma directa en motores o turbinas ya que la mayoría de gases condensables se convierten en alquitrán, y esto ocasionaría obstrucción y averías graves.

Las temperaturas que se alcanzan con estos modelos de gasificación pueden pasar de los 800 °C. Por lo tanto se recomienda utilizar en su construcción metales para altas temperaturas. ●

REFERENCIAS

- [1] Castells, Xavier. Tratamiento y valorización energética de residuos. Ediciones Díaz de Santos, Madrid 2005.
- [2] K. Qian, A. Kumar, K. Patil, D. Bellmer, D. Wang, W. Yuan, R.L. Huhnke, Energies 6 (2013) 3972–3986.
- [3] B. Liu, S. Ji, J. Energy Chem. 22 (2013) 740–746