

Aprovechamiento térmico de residuos agrícolas en un nuevo combustor Spouted Bed cónico

eman ta zabal zazu

María J. San José, Sonia Alvarez, Iris García, Lourdes Ahedo, F. Javier Peñas



Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea
UPV EHU

Dpto. de Ingeniería Química. Universidad del País Vasco

Apartado 644. 48080 Bilbao. Spain.

Tel. 34-94-6015362. Fax. 34-94-6013500. e-mail: mariajose.sanjose@ehu.es

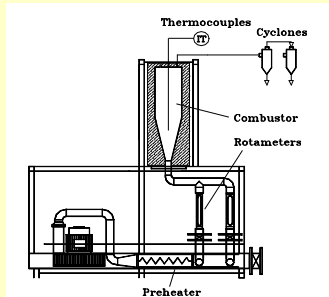


ZTF-FCT
Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología

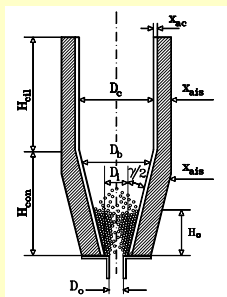
RESUMEN

- La explotación agrícola genera una gran cantidad de residuos de biomasa. La vid es el principal cultivo de la superficie ocupada por fruta dulce y viñedo con un 64.08% del total. En 1999 en España (FAO, 2000) existían 1163000 ha de viñedos con una producción de residuos de 5420700 ton. Los residuos de poda presentan un contenido medio-bajo de humedad y un alto contenido en celulosa y lignina. La mayor parte de estos residuos se quema en la propia explotación tras ser retirados del campo y en mucha menor proporción se utiliza como combustible en barbacons. En España se va implantando lentamente de forma alternativa la aplicación de estos materiales al suelo, previa fragmentación y triturado a modo de acolchado orgánico de lenta descomposición o se procede a su incorporación superficial en el suelo mediante el laboreo adecuado.
- En Álava se generan gran cantidad de residuos agrícolas leñosos (podas) y de industrias forestales de la zona. Actualmente se está investigando el aprovechamiento de estos residuos para la generación de energía eléctrica (Guascor, 2006).
- En trabajos anteriores se ha probado la operatividad de tecnología de spouted bed para el tratamiento de sólidos grandes y adherentes (Olazar et al., 1992; Olazar et al., 1993); con amplia distribución de tamaños de partícula con baja segregación (San José et al., 1994) obteniéndose buenos resultados para el tratamiento de biomasa (San José et al., 2002; San José, et al., (2006), de residuos de corcho (San José et al., 2006) y de serrín y trozos de madera (Olazar et al., 1994).
- En este trabajo se ha puesto a punto un nuevo reactor spouted bed cónico para la combustión de residuos de campos agrícolas en una unidad experimental, diseñada al efecto a escala de planta piloto, provista de dos ciclones de alta eficiencia. Los sólidos utilizados, pertenecientes al grupo D de la clasificación de Geldart, han sido sarmiento troceado de diámetros $d_p = 25$ mm, de $d_p = 65$ mm y de mezclas de ambos, $d_c = 36$ mm y densidad $\rho_p = 540$ kg/m³; así como ramas de árboles frutales troceadas de diámetros $d_p = 23$ mm, y de $d_p = 62$ mm y densidad $\rho_p = 560$ kg/m³. Los sólidos presentan una humedad del 12% en base seca, y P.C.S. = 4,536 Kcal/Kg. El comportamiento del novedoso combustor en la obtención de energía de residuos agrícolas ha sido adecuado y el análisis de los gases de la combustión augura una contribución a la mejora del medio ambiente atmosférico.

EQUIPO EXPERIMENTAL



Esquema del equipo experimental

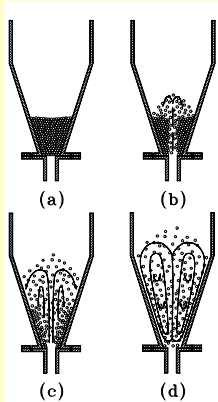


Combustor spouted bed cónico

- Factores geométricos del combustor**
 - Ángulo del contactor, γ , 36°
 - Diámetro de entrada del gas, D_o , 0.03 m
 - Altura del lecho estancado, H_o , entre 0.05 y 0.35 m

Tecnología de Spouted Beds

- A partir del lecho fijo, Figura a, al aumentar la velocidad del gas se obtiene el régimen estable de spouted bed, Figura b siendo la velocidad mínima de spouting la velocidad correspondiente al comienzo de este régimen.
- Si se continua aumentando la velocidad, las zonas de spout y anular comienzan a confundirse progresivamente, zona de transición, Figura c.
- La transición evoluciona hasta que no se pueden distinguir la zona de spout de la zona anular. La velocidad mínima de spouted bed diluido, Figura d, es la correspondiente al comienzo de este régimen.



Esquema de la situación de las partículas en el contactor

CONDICIONES EXPERIMENTALES

Propiedades del sólido

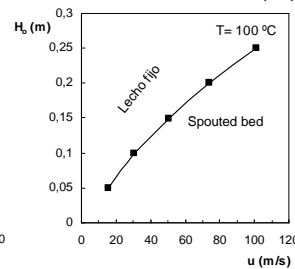
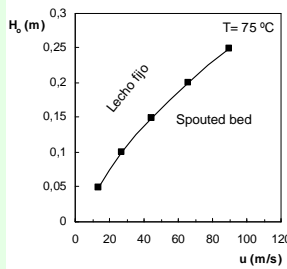
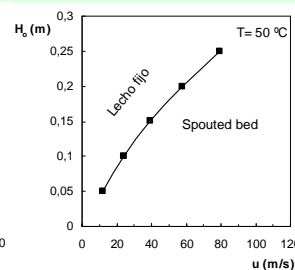
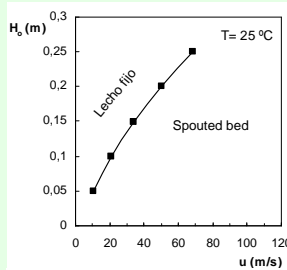
| | Diámetro, d_s (10 ⁻³ m) | Densidad, ρ_s (kg/m ³) |
|-----------------------------|--------------------------------------|---|
| Sarmiento | 25 | 540 |
| | 36 | 540 |
| | 65 | 540 |
| Ramas de frutales troceadas | 23 | 560 |
| | 62 | 560 |

Velocidades del gas

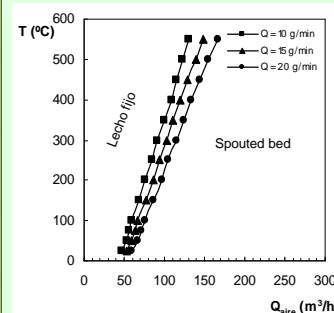
1.02 u_{ms} , 1.2 u_{ms} y 1.3 u_{ms} (u_{ms} : velocidad mínima de spouting)

RESULTADOS

- Las condiciones de operación estable y los regímenes de operación se han representado mediante mapas de operación para un lecho constituido por sarmiento de diámetro medio de Sauter de 36 mm, con una humedad del 25% en base seca a diferentes temperaturas del gas de entrada.
- Las líneas de transición entre los diferentes regímenes, representadas mediante líneas continuas, se han obtenido experimentalmente, aumentando la velocidad del gas para cada altura de lecho estancado.
- Comenzando en el lecho fijo, al aumentar la velocidad del gas se alcanza la velocidad mínima de spouting y se obtiene el régimen estable de spouted bed.
- La velocidad necesaria para alcanzar el régimen de spouted bed aumenta con la temperatura del gas a la entrada, por lo que la región de operación estable disminuye.
- El sistema es estable a todas las alturas de lecho estancado estudiadas y la velocidad mínima de spouting aumenta al aumentar la altura de lecho estancado, por lo que la zona de operación en régimen estable de spouted bed disminuye.



Mapa de operación para lechos de sarmiento de diámetro medio de Sauter, $\bar{d}_s = 36$ mm con un 25% de humedad (base seca), a diferentes temperaturas de entrada del gas $T = 25, 50, 75, 100$ °C.



- En la Figura se muestra el efecto de la temperatura de entrada del gas en el caudal de aire correspondiente a los diferentes regímenes para diferentes caudales de alimentación de sarmiento de diámetro medio de Sauter 0.36 mm.
- Comenzando en el lecho fijo, se alcanza el régimen estable de spouted bed para todas las temperaturas estudiadas.
- Al aumentar la temperatura del gas de entrada el caudal de aire necesario para alcanzar el régimen de spouted bed aumenta, por lo que disminuye la zona de operación.
- Un aumento del caudal de alimentación de sarmiento aumenta el caudal mínimo de aire, siendo este efecto más acusado a medida que aumenta la temperatura del gas a la entrada.

Efecto de la temperatura del gas de entrada en el régimen de spouted bed para caudales de alimentación de sarmiento $Q = 10, 15$ y 20 g/min de diámetro medio de Sauter, $\bar{d}_s = 36$ mm con un 25% de humedad.

BIBLIOGRAFIA

- FAO, 2000. FAO (2000) Global forest resources assessment. Rome, Italy. 357 p. (FAO Forestry Paper N° 140).
- Olazar, M., San José, M.J., Aguayo, A.T., Arandes, J.M. and Bilbao, J., 1992. Ind. Eng. Chem. Res. 31(7), 1784-92.
- Olazar, M., San José, M.J., Peñas, F.J., Aguayo, A.T. and Bilbao, J., 1993. Ind. Eng. Chem. Res., 32, 2826-2834.
- Olazar, M., San José, M.J., Llamas, R., and Bilbao, J., 1994. Ind. Eng. Chem. Res. 33, 993-1000.
- San José, M.J., Olazar, M., Peñas, F.J. and Bilbao, J., 1994. Ind. Eng. Chem. Res., 33, 1838-1844.
- San José, M.J., Alvarez, S., Aguado, R., Bilbao, J., 2002. Inf. Tecnol., 13(2), 127-131.
- San José, M.J., Álvarez, S., Ortiz de Salazar, A., Olazar, M., Bilbao, J., 2006a. Science in Thermal and Chemical Biomass Conversion, Bridgwater, A.V., Boocock, D.G.B., Eds. Newbury Berks, UK: CPL press. vol. 1, pp. 228-236.
- San José, M.J., Alvarez, S., Ortiz de Salazar, A., Morales, A., Bilbao, J., 2006b. Int. J. Chem. React. Eng., 4, A15, 1-7.