

PHYDADES
EACI

Propiedades físicas de los biocombustibles. Importancia y métodos de determinación

Fátima Arroyo Torralvo
AICIA

PHYDADES
EACI

Índice

1. Revisión
2. Importancia métodos de determinación de los parámetros
 - Contenido de humedad
 - Poder calorífico
 - Contenido de cenizas
 - Fusibilidad de las cenizas
 - Densidad
 - Durabilidad mecánica de pélets y briquetas
 - Tamaño de partícula y distribución granulométrica
 - Propiedades de flujo
3. Resumen y conclusiones

PHYDADES
EACI

Revisión: Normalización de parámetros de calidad

Propiedades físico-mecánicas de los biocombustibles sólidos:

<p>a) <u>Propiedades relacionadas con la combustión</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Contenido de humedad - Poder calorífico - Materia volátil - Contenido de cenizas - Fusibilidad de las cenizas - Distribución del tamaño de partículas 	<p>b) <u>Propiedades mecánicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Densidad aparente / densidad de partículas - Durabilidad (compactados)
--	--

Otras propiedades (actualmente en „revisión/discusión“)

- Propiedades de flujo
- Impurezas (minerales)
- Forma de las partículas (esfericidad, relación longitud/anchura)
- Nivel de contaminación de hongos

PHYDADES
EACI

Índice

1. Revisión
2. Importancia métodos de determinación de los parámetros
 - Contenido de humedad
 - Poder calorífico
 - Contenido de cenizas
 - Fusibilidad de las cenizas
 - Densidad
 - Durabilidad mecánica de pélets y briquetas
 - Tamaño de partícula y distribución granulométrica
 - Propiedades de flujo
3. Resumen y conclusiones

PHYDADES
EACI

Contenido de humedad: importancia

Efectos de la humedad

- ♦ Poder calorífico (en masa) y valor energético (en volumen)
- ♦ Idoneidad para la combustión (hornos domésticos)
- ♦ Riesgo de auto-ignición
- ♦ Crecimiento de hongos y emisión de esporas (peligros para la salud)
- ♦ Pérdidas de combustible (pérdidas de materia seca)
- ♦ Densidad aparente

PHYDADES
EACI


Contenido de humedad: Método de determinación

Norma CEN/TS 14774 (UNE-CEN/TS 14774 EX):
 "Biocombustibles sólidos – **Métodos para la determinación del contenido de humedad** – Método de secado en estufa"

- Parte 1: Humedad total – Método de referencia
- Parte 2: Humedad total – Método simplificado
- Parte 3: Humedad de la muestra para análisis general

Características del método:

- Método del secado en estufa
- Masa de muestra > 300 g (partes 1 y 2)
- Temperatura de secado: 105 °C
- Tiempo de secado: hasta masa constante
- Precisión de la balanza: 0,1 g



Poder calorífico: Importancia



Efectos del poder calorífico

- ♦ Utilización como combustible
- ♦ Dimensionamiento de la planta de conversión
- ♦ Densidad energética

Influyen sobre el poder calorífico (base seca)

- ♦ Contenido de Carbono (C) e Hidrógeno (H)
- ♦ Contenido de cenizas

Poder calorífico: Método de determinación

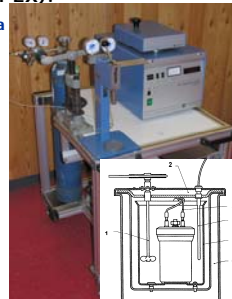


Norma CEN/TS 14918 (UNE 164001 EX):

„Biocombustibles sólidos – Método para la determinación del poder calorífico calorífico

Características del método:

- Bomba calorimétrica: la muestra se quema con oxígeno en condiciones normalizadas. El incremento de temperatura.
- La muestra se comprime a pélet (1 g)
- Combustión controlada
- Cálculo del poder calorífico (PCIV, PCIP, PCSV, PCIP) aplicando factores de corrección si es necesario



Contenido de cenizas: Método de determinación



Norma CEN/TS 14775 (UNE-CEN/TS 14775 EX):

„Biocombustibles sólidos – Método para la determinación del contenido en cenizas”

Características del método:

- Cálculo de la cantidad (masa) del residuo tras el calentamiento de la muestra.
- Cantidad de muestra > 1 g
- Rampas de calentamiento definidas: 5°/h (10°/h)
- Temperatura del horno: 550 °C
- Enfriamiento en desecador
- Precisión de la balanza: 0,1 mg ($\sigma_m < 0,2$ mg)



Horno de alta temperatura

Fusibilidad de las cenizas: Importancia



Efectos de una incorrecta fusibilidad de las cenizas

- ♦ Atascos en la entrada de aire
- ♦ Ensuciamiento de equipos, disminución de rendimientos
- ♦ Problemas de corrosión
- ♦ Problemas de escorificación

Fusibilidad de las cenizas: Método de determinación

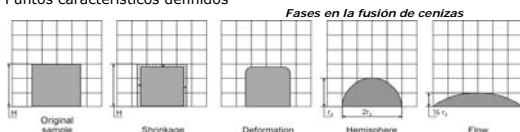


Norma CEN/TS 15370 (UNE 32109):

„Biocombustibles sólidos – Métodos para la determinación de la fusibilidad de las cenizas”

Características del método:

- Una muestra cilíndrica hecha con cenizas se calienta de forma constante. Se miden las temperaturas a las cuales ocurren unos determinados cambios.
- Dimensiones del cilindro: altura $h = 3 - 5$ mm, diámetro = altura
- Puntos característicos definidos



Densidad de partículas: Método de determinación

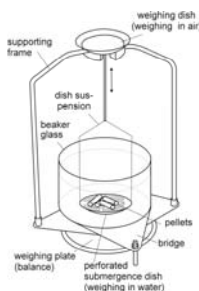


Norma CEN/TS 15150 (UNE CEN/TS 15150 EX):

„Biocombustibles sólidos – Métodos para la determinación de la densidad de partículas”

Características del método:

- Determinación de la flotabilidad en un líquido.
- Líquido: Agua + detergente específico (1,5 g/l)
- Precisión de la balanza: 0,001 g (debe estar ubicada en una cabina protegida)
- Repeticiones: 10



Densidad aparente de pila: Método de determinación PHYDADES
EACI

Norma CEN/TS 15103 (UNE CEN/TS 15103 EX):
 „Biocombustibles sólidos – Métodos para la determinación de la densidad aparente de pilas”

Características del método:

- El volumen de la muestra se determina en contenedores normalizados tras ser golpeados.
- Golpes: caída libre del contenedor desde 150 mm de altura sobre una base de madera (3 veces + relleno)
- Precisión de la balanza: 1g

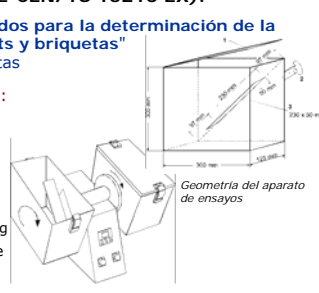


Durabilidad mecánica de pélets y briquetas– Método de determinación PHYDADES
EACI

Norma CEN/TS 15210 (UNE-CEN/TS 15210 EX):
 „Biocombustibles sólidos – Métodos para la determinación de la durabilidad mecánica de pélets y briquetas”
 Parte 1: Pélets – Parte 2: Briquetas

Características del método (pélets):

- La muestra se somete a golpes controlados en una cámara de ensayo rotatoria. Se mide la cantidad de masa de muestra que queda después de separar las partículas finas y erosionadas.
- Cantidad de muestra (masa): 500 g
- Tamizado: orificios redondeados de 3,15 mm



Distribución del tamaño de partícula: Método de determinación PHYDADES
EACI

Norma CEN/TS 15103 (UNE-CEN/TS 15149 EX):
 „Biocombustibles sólidos – Métodos para la determinación de la distribución del tamaño de partícula”

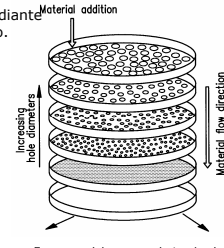
- Parte 1: Tamiz oscilante con apertura de malla $\geq 3,15$
- Parte 2: Tamiz oscilante con apertura de malla $\leq 3,15$
- Parte 3: Tamiz rotativo



Distribución del tamaño de partícula: Método de determinación PHYDADES
EACI

Características del método (tamizado horiz.)

- La separación de las partículas se consigue mediante tamizado, y la clasificación se determina en peso.
- Min. tamaño de muestra: 8L ó 4L (Parte 1) or 50 g (Parte 2)
- Humedad de la muestra: 20 %
- Tamaño min. de los tamices: 1200 cm² (parte 1)/ 250 cm² (parte 2)
- Geometría de los huecos: redondos (Parte 1) o cuadrados & redondos (Parte 2)
- Tamaños de los huecos: 3,15/8/16/45/63 mm (Parte 1); 0,25/0,5/1/1,4/2/2,8/3,15 mm (Parte 2)



Distribución del tamaño de partícula: Limitaciones del método de tamizado PHYDADES
EACI

Limitaciones / Interpretación de los datos

- La relevancia de la distribución de tamaño convencional para explicar o predecir problemas mecánicos de los biocombustibles es baja
- La longitud de partícula y la forma son parámetros necesarios para evaluar un biocombustible (esfericidad o relación longitud/anchura)
- Es deseable una determinación directa de propiedades mecánicas (ensayos de flujo)

Principal criterio: longitud de la partícula
 La longitud no se determina mediante tamizado

Distribución del tamaño de partícula – Análisis de imagen PHYDADES
EACI

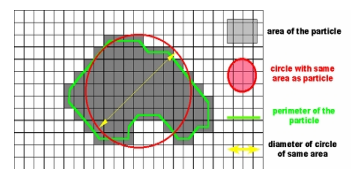
Análisis de imagen

Ventajas:
 Determinación de parámetros fundamentales de un combustible como

- Tamaños de partícula
- Relación anchura-longitud
- Longitud máxima
- Esfericidad

Inconvenientes:

- Equipos poco disponibles
- Elevado precio
- Método no normalizado para biocombustibles



Propiedades de flujo: Importancia y Factores influyentes PHYDADES
EACI

La fluidez se debe a varios fenómenos

- Formación de un arco o una bóveda que tapona la salida
- Segregación de tamaños o de formas
- Flujo vertical inadecuado
- Problemas de transporte

Propiedades de flujo: Importancia y Factores influyentes PHYDADES
EACI

Factores que influyen sobre las propiedades de flujo

- Distribución del tamaño de partícula
- Máxima longitud de partícula
- Relación tamaño medio/longitud
- Forma de la partícula (esfericidad)
- Humedad

Propiedades de flujo: determinación PHYDADES
EACI

Principio de medida sugerido: Ranura expansionable

Prototipo de ensayos de propiedades de flujo

Índice PHYDADES
EACI

- Revisión
- Importancia métodos de determinación de los parámetros
 - Contenido de humedad
 - Poder calorífico
 - Contenido de cenizas
 - Fusibilidad de las cenizas
 - Densidad
 - Durabilidad mecánica de pélets y briquetas
 - Tamaño de partícula y distribución granulométrica
 - Propiedades de flujo
- Resumen y conclusiones

Resumen y conclusiones (1) PHYDADES
EACI

Interdependencia entre las propiedades físico-mecánicas

Resumen y conclusiones (2) PHYDADES
EACI

Normalización:

- La mayoría de los métodos necesarios para la caracterización física de un biocombustible están normalizados. Las normas están actualmente bajo revisión. Pero existe poca experiencia en la aplicación práctica de las mismas.
- La lista de métodos normalizados aún es incompleta. Algunos parámetros adicionales deberían ser estudiados para tener más información sobre el comportamiento mecánico del biocombustible (p.e. factores de forma de partículas).

Gracias por su atención

