

Producción de combustibles alternativos a partir de neumático fuera de uso

Cada vez son más las instalaciones industriales que utilizan neumático fuera de uso como combustible alternativo, debido a las ventajas ambientales que presenta, entre otras, el ahorro de recursos naturales, la preservación de combustibles fósiles como el coque de petróleo y la reducción de emisiones de CO₂, contribuyendo así al desarrollo sostenible. Para prevenir interferencias de este material en los sistemas de alimentación y conseguir el máximo aprovechamiento del neumático fuera de uso, éste debe cumplir unas especificaciones referentes al tamaño del triturado, su distribución granulométrica y a la calidad del corte. SIGNUS, como entidad gestora del sistema integrado de gestión de neumáticos fuera de uso, tiene implantado en la actualidad un procedimiento de control de calidad en cada una de las plantas de producción del triturado con las que trabaja, que garantiza un buen comportamiento en los sistemas de alimentación y combustión de las instalaciones que los utilizan.

El creciente desarrollo económico e industrial lleva consigo un consumo energético cada vez mayor y esto lleva aparejado de forma ineludible una sobredemanda de materias primas y combustibles. El precio que alcanzan hoy en día los combustibles de origen fósil es variable, pero resulta un factor esencial de competitividad para sectores industriales extensivos en energía, provocando la búsqueda de ahorros económicos con la sustitución de fuentes de energía convencionales por otras derivadas de la transformación específica de residuos en combustible.

Algunos ejemplos en los que se combina el aprovechamiento de los recursos contenidos en residuos, a la par que se mejoran las productividades de los sectores industriales, son el empleo de neumáticos fuera de uso en fábricas de cemento, acerías de arco eléctrico y fundiciones de cubilote. Esta práctica es cada vez más habitual y cuenta con el apoyo de las autoridades medioambientales.

Idoneidad del combustible

La utilización de neumáticos fuera de uso como combustible resulta una excelente fuente de energía. Su poder calorífico oscila entre 6.500 y 9.000 kcal/kg, dependiendo de la composición, y de la presencia o no de alambre de acero en los fragmentos de triturado.

Si se compara el poder calorífico del neumático con el de otros combustibles alternativos, encontramos que los valores referidos al mismo se encuentran entre los más altos, mejorando los alcanzados por algunos combustibles convencionales de uso común en la in-

dustria. Además, presenta un mínimo contenido de humedad respecto a otro tipo de combustibles, por lo que no es necesario el empleo de costosos sistemas de secado previos a la entrada del material en el horno.

La experiencia general a nivel internacional, en los lugares donde se lleva a cabo la valorización de neumáticos en hornos de cemento, indica que los niveles de emisión de gases en condiciones normales de operación no se ve perjudicada, e incluso, algunos niveles de emisión como los de NO_x, SO_x y CO₂ se ven sensiblemente reducidos por el uso de neumáticos como combustible alternativo.

Los neumáticos poseen un contenido de azufre (1,3%) menor que otros combustibles convencionales (0,2-6%). Este elemento, durante el proceso de combustión, se oxida originando los óxidos de azufre (SO_x) liberados por la chimenea. Además, se produce una disminución de las emisiones de CO₂ computables, principalmente debidas al origen biogénico del caucho natural contenido en el neumático, aunque existen otros componentes procedentes de fuentes biogénicas, presentes en una

menor proporción, como el ácido esteárico utilizado como activador de la reacción de vulcanización y el rayón, fibra de origen natural empleada como material de refuerzo en la fabricación de la carcasa del neumático.

En otros países, como Francia, Bélgica o EEUU, se está utilizando el neumático como combustible alternativo en la industria siderúrgica, en concreto en acerías de arco eléctrico y en fundiciones de horno de cubilote, donde no solo se da un aprovechamiento energético del neumático sino que el acero y parte del carbono que contiene, se recicla por la incorporación de los mismos al proceso industrial.

Reducción de emisiones de CO₂

Muchos países son ya conscientes que el cambio climático es una realidad que nos afecta a todos. Se está trabajando a nivel mundial, europeo y nacional en soluciones que permitan mantener el calentamiento del planeta por debajo del valor crítico de los 2 °C. El Protocolo de Kioto tiene por objetivo reducir las emisiones de los gases que causan el calentamiento global. Duran-

Tabla 1. Comparación de combustibles convencionales con el neumático ⁽²⁾

Combustible	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{pci})	Factor de oxidación implícito ⁽¹⁾	PCI (GJ/t)
Carbón nacional	112	0,98	20,51
Carbón de importación	99	0,98	25,53
Coque de petróleo	98,3	0,99	32,5
Neumáticos	82	0,98	31,39

te el presente mes de diciembre, los mejores expertos en medio ambiente, los ministros o jefes de estado y organizaciones no gubernamentales de los 192 países miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se han reunido en la XV Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático celebrada en Copenhague para preparar los futuros objetivos medioambientales que reemplacen al Protocolo de Kioto que finaliza en 2012.

La Unión Europea, por su parte, ha aprobado una serie de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de modo que en 2020 sean un 20% menor que en 2005.

Como consecuencia, el sector cementero recibió 29,015 Mt de derechos de emisión de CO₂ en el Plan Nacional de Asignación 2008-2012⁽³⁾. Para cumplir con los objetivos marcados en el plan, las cementeras optan por el empleo de neumáticos fuera de uso como combustible alternativo ya que no solo aportan un poder calorífico equivalente al coque de petróleo, sino que supone un ahorro en las emisiones de CO₂ debido al bajo factor de emisión de CO₂ del neumático. En la actualidad, el factor de emisión del neumático es de 82 kg CO₂/GJ_{PCI}, bastante más bajo si lo comparamos con el correspondiente al coque de petróleo (98,3 kg CO₂/GJ_{PCI}), o con el correspondiente al carbón (99-112 kg CO₂/GJ_{PCI}). En la Tabla 1 se muestra una comparativa de los distintos combustibles fósiles con el neumático.

Este factor de emisión no tiene en cuenta el contenido de fracción de biomasa que contiene el neumático. La biomasa, definida como material orgánico no fosilizado y biodegradable que procede de plantas, animales y microorganismos, no se considera en lo que

Tabla 2. Especificaciones de los productos de triturado de neumático			
	Small	Medium	Large
PNC > 70% de piezas en el intervalo	35-110 mm	40 -140 mm	50-200 mm
PNG < 7% de piezas superior a	125 mm	160 mm	230 mm
PMF masa de finos (< 20mm) inferior a	10%	5%	5%
PNB < 7% de piezas con alambres de acero expuesto superior a	20 mm	30 mm	40 mm

a emisiones de CO₂ se refiere y, por tanto, no computan en todo caso las emisiones de CO₂ que tengan su origen en la biomasa⁽³⁾.

La fracción biogénica se corresponde con la suma de caucho natural, el ácido esteárico y el rayón contenido en el neumático, cuya composición depende de diferentes factores como: el tipo de neumático (turismo o camión), existencia de diferentes marcas de neumáticos, diferencia de desgaste entre marcas y otro tipo de variables. Estudios realizados por la sociedad de gestión de los neumáticos fuera de uso francesa (Aliapur) con la ayuda de asistencia técnica externa, indican que el neumático de turismo tiene un porcentaje medio de fracción biogénica en torno al 18,3%_{masa}, mientras que el neumático de camión tiene un contenido medio de fracción biogénica del 29%_{masa}. Teniendo en cuenta estos porcentajes de componente biogénico en el neumático, se reduce hasta un 45% de emisiones de CO₂ en caso del 100% de sustitución del coque por neumáticos fuera de uso⁽⁴⁾.

Combustible de calidad controlada

Para conseguir el máximo aprovechamiento energético en el proceso productivo, el neumático fuera de uso (NFU) se somete a un proceso de trituración para reducir su tamaño. Las distintas variables que influyen en la fabricación del triturado de NFU hacen que este material sea muy heterogéneo, dando como resultado distintos trozos con superficies y tamaños irregulares. Ante la existencia de diversos tipos de triturado, nace la necesidad de normalizar el material para satisfacer las necesidades de la ins-

talación industrial que lo utilice, tales como:

- Consumo de un triturado que cumpla siempre las mismas especificaciones.
- Evitar atascos del triturado en los sistemas de alimentación a los procesos.
- Garantizar la seguridad en el proceso de fabricación.

Actualmente en España no existe ninguna norma o recomendación que regule las especificaciones de este tipo de material. No obstante, en Francia existe una norma experimental para caracterizar el triturado procedente del NFU en función del tamaño de las piezas (XP T 47-753:2007, "Détermination du format des produits issus du broyage primaire- Méthode basée sur la mesure automatisée de la plus grande longueur projetée").

SIGNUS, con el fin de satisfacer las necesidades de la instalación industrial que utilizan neumático como combustible alternativo, trabaja con tres tipos de productos de triturado de NFU, definidos por Aliapur, en función del tamaño, cuyas especificaciones a cumplir se muestran en la Tabla 2.

Los productos de triturado de NFU se denominan "small", "medium" y "large". En función del tipo de industria (cementeras, acerías y fundiciones) y de la propia instalación se optará por uno u otro. Los parámetros que definen cada uno de los productos son:

- PNC: Porcentaje de piezas cuya longitud máxima proyectada está comprendida dentro de un rango de tamaño (por ejemplo, en el producto "medium" es entre 40-140 mm).
- PNG: Porcentaje de piezas cuya longitud máxima sea superior a un valor concreto (por ejemplo, en el producto "medium" es mayor de 160 mm).
- PMF: Porcentaje en masa de piezas menores de 20 mm.
- PNB: Porcentaje de piezas con alambres de acero expuesto cuya longitud es superior a un valor concreto (por ejemplo, en el producto "medium" se tienen en cuenta los mayores de 30 mm). Este parámetro indica la cali-



Figura 1. Triturado de neumático

dad del corte y la importancia de su control evita la unión de unas piezas con otras a través de los alambres expuestos del triturado.

La medición de estos parámetros de calidad se realiza a través de una cámara que capta las imágenes del triturado del neumático y posteriormente las trata a través de un software específico. El conjunto del sistema denominado Visiopur® es un desarrollo específico de la sociedad de gestión de los neumáticos fuera de uso francesa (Aliapur).

En la actualidad, todos los centros de trituración de neumático que trabajan con SIGNUS, tienen implantados un procedimiento de control de calidad del triturado procedente del NFU para garantizar el suministro de un producto que cumpla las necesidades de las cementeras o de cualquier otro consumidor. Cada una de las planta de fabricación del triturado están equipadas de una cámara Visiopur® y realizan diariamente controles de calidad en el triturado de NFU para comprobar que se cumplen las especificaciones requeridas del material.

Aparte del control de calidad efectuado en cada instalación de trituración, periódicamente se realizan auditorías bien por parte de SIGNUS o bien por parte de entidades externas, para comprobar, además de la calidad del triturado, el buen funcionamiento del sistema de control implantado.

Además, cada centro de trituración tiene implantado un procedimiento de trabajo por lotes de producción. SIGNUS elabora un informe donde se recogen los resultados relativos a los controles de calidad de cada lote fabricado de triturado de neumático, y posteriormente lo remite a la instalación industrial que consume este combustible alternativo.

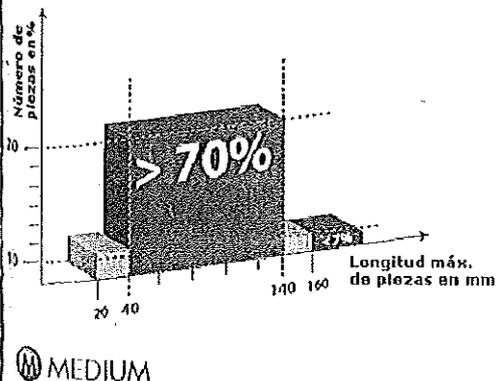


Figura 2. Ejemplo de la distribución de tamaño del producto de triturado "medium"

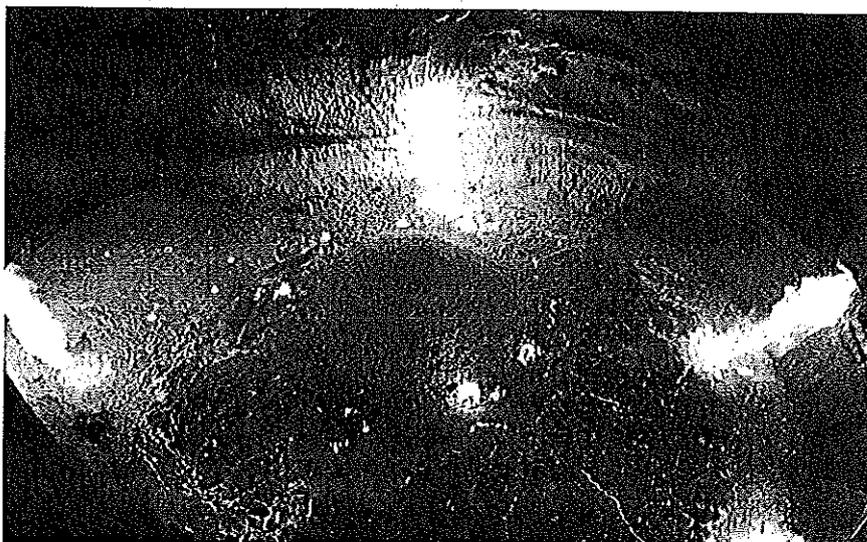


Figura 3. Horno eléctrico

Más que un combustible alternativo

La utilización del neumático como combustible alternativo en la industria, no solo supone un aprovechamiento energético, sino que se reciclan componentes del neumático como el acero o el carbono, constituyendo así otra ventaja de su utilización, además del ahorro de costes producidos por la no utilización de parte de las materias primas.

En concreto, en la industria cementera, el proceso de clinkerización precisa la aportación de carbonatos y de otras materias primas, entre las que se encuentran los minerales ferrosos. El acero contenido en el neumático (aproximadamente un 15-25%) es de gran calidad y su presentación en forma de alambre troceado resulta ideal para la sustitución de parte del mineral introducido como materia prima.

En Francia y EEUU, las acerías de arco eléctrico utilizan triturado de neumático como sustituto de la antracita o del coque de petróleo, para favorecer la formación de escoria espumante gracias a su contenido en carbono (aproximadamente 70%). Además, el contenido de acero del neumático disminuye el ahorro de entrada de chatarra al proceso.

Por último, las fundiciones que utilizan el neumático como combustible alternativo en el proceso de fusión, se evitan la entrada de materias primas ya que se recicla por un lado el acero y por otro, el carbono contenido en el neumático durante el proceso de carburación del acero. La experiencia en otros países indica que 1.000 t de triturado de neumático supone reciclar 235 t de acero y un ahorro de 550 t de coque.

Conclusiones

- Alto rendimiento energético: el neumático posee un alto poder calorífico, incluso superior al de algunos combustibles convencionales.
- Ahorro de combustibles fósiles: la utilización de neumático como combustible alternativo contribuye con el desarrollo sostenible evitando la extracción de combustibles fósiles.
- Menores emisiones que combustibles convencionales: se reducen las emisiones de NO_x, SO_x y CO₂ respecto a las producidas por combustibles fósiles.
- Reducción de emisiones de CO₂: una parte del neumático por la fracción biogénica que contiene no computa a efectos de CO₂.
- Reciclado del acero y carbono: parte de estos materiales contenidos en el neumático se aprovechan como materia prima en procesos industriales.
- Adaptación de las especificaciones del combustible y la calidad del mismo a cada proceso industrial: se ha implantado un proceso de calidad del triturado del neumático para satisfacer las necesidades de cada instalación industrial que lo utiliza como combustible alternativo.

Referencias

- (1) OFICEMEN, Agrupación de fabricantes de cemento de España.
- (2) "Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España, años 1990-2005". Comunicación a la Comisión Europea. Decisiones 280/2004/CE y 2005/166/CE.
- (3) Directiva 2003/87/CE.
- (4) "Using used tyres as an alternative source of fuel. Reference values and characterisation protocols" ALIAPUR (2009).