

Aunque combustible es cualquier sustancia que pueda arder, habitualmente se reserva esta denominación para aquellos materiales que son quemados para producir energía calorífica.

Los combustibles pueden clasificarse, según el estado en que se presentan, en:

- combustibles sólidos: leña, carbón vegetal, carbón mineral, carbón de coque;
- combustibles líquidos: gasolina, gasóleo, petróleo industrial (queroseno), fuel-oil, alcoholes, y
- combustibles gaseosos: gas ciudad, gas natural, propano, butano, acetileno.

Los combustibles tienen una importancia fundamental en el mundo actual y dan un gran poder económico a los países que los poseen.

• **Los combustibles sólidos**

La leña fue el combustible más usado por el hombre hasta que se empezó a utilizar el carbón mineral. En la actualidad la leña es escasa y cara y sólo se utiliza como combustible en las chimeneas hogar o para iniciar la combustión del carbón en pequeños hornos.

– Carbón vegetal. Es el que se obtiene mediante la combustión incompleta de la madera. La carbonización de la madera se realiza en hornos o en las antiguas «carboneras», consistentes en una pila de leña cubierta de tierra y con orificios que se abren o se cierran para controlar el caudal de aire a fin de que la combustión no se detenga. El calor producido por la combustión de una pequeña parte de la madera apilada produce la carbonización del resto.

Este combustible arde con mucha facilidad, contiene pocas impurezas y su potencia calorífica es de 8000 Kcal/kg, por lo que era muy utilizado para tratamientos térmicos de metales y para cocinar, sobre todo el carbón de maderas duras como la encina.

En la actualidad el carbón vegetal se utiliza muy poco debido a la escasez de madera y a su elevado precio.

– Carbón mineral. Se generalizó su utilización en el siglo XVIII con la revolución industrial, debido a que la naciente industrialización exigía grandes cantidades de combustible.

Se encuentra en el subsuelo a diferentes profundidades formando vetas de diferentes tamaños que proceden de la carbonización natural de grandes masas vegetales sepultadas hace millones de años.

Salvo en las minas a cielo abierto o de superficie, la explotación de la mina de carbón se realiza mediante la excavación de pozos para permitir el acceso directo de los trabajadores a la yeta. Los pozos y galerías se airean con grandes ventiladores y tubos.

El arranque del carbón, que se hacía con pico y pala, se realiza ahora en las pequeñas explotaciones fraccionándolo con máquinas perforadoras movidas por aire comprimido. En las minas más grandes el arranque se realiza con las ruedas dentadas de poderosas máquinas que depositan el carbón en cintas transportadoras o en trenes interiores, los cuales llevan el carbón hasta los montacargas de los pozos para sacarlo a la superficie.

El carbón mineral contiene impurezas, muchas de las cuales se eliminan con un tratamiento de lavado en la zona minera. No ocurre así con el azufre, que crea problemas de contaminación con su combustión. Después

del lavado, el carbón se clasifica por tipos y tamaños:

en bloques, tal como sale de la mina, o cribado. Estos últimos son de diferentes tamaños siempre inferiores a 50 mm: galleta, granza, menudo o cisco, etc.

A medida que avanza la explotación se toman medidas para aumentar la seguridad: los túneles o galerías se apuntalan con columnas y vigas de madera o de hierro para evitar derrumbamientos, se hacen instalaciones para la extracción del agua de las inevitables infiltraciones y para la aireación y extracción de los gases explosivos (metano) que desprende el carbón.

Se prevé que, en el futuro, el proceso de extracción del carbón estará completamente automatizado y dirigido desde el exterior, e incluso hay proyectos de explotar el carbón en el interior mismo de la mina para ahorrar así su transporte.

El transporte del carbón desde la zona minera hasta la zona industrial de consumo se hace por ferrocarril y por barco, por ser éstos los medios de transporte masivo más económicos.

Existen cuatro variedades de carbón mineral con diferente grado de carbonización: turba, lignito, hulla y antracita.

Durante los dos últimos siglos, el carbón mineral es el que ha suministrado la energía calorífica necesaria para la actividad industrial. En los primeros momentos de la industrialización se utilizó, fundamentalmente, para alimentar las calderas de las má-

quinas de vapor instaladas en las industrias y en las locomotoras y barcos. Con posterioridad se viene utilizando en las centrales térmicas de producción de energía eléctrica.

En la actualidad ya no es el principal combustible industrial debido al encarecimiento de su extracción por ser las minas cada vez más profundas y de difícil mecanización; a la masiva producción y al menor coste de los combustibles derivados del petróleo (en algunas centrales térmicas, el carbón se sustituyó por el fuel-oil); y a la obtención de electricidad mediante centrales nucleares. Para atender la creciente demanda de energía eléctrica no se construyen nuevas centrales térmicas.

Sin embargo, su importancia económica va en aumento ante el encarecimiento y previsible escasez del petróleo y también por las modernas técnicas de la industria química, que lo utiliza como materia prima para producir gran variedad de productos:

disolventes, detergentes, abonos, plásticos, etc., similares a los producidos por la industria petroquímica.

Por estos factores y por el volumen de sus reservas, superiores a las del petróleo, las previsiones indican que el consumo de gasolina descenderá y el de carbón irá en aumento, lo que indica que en los próximos años podría llegar a recuperar su importancia pasada.

El carbón mineral se comercializa, clasificado por su tamaño, en cualquiera de sus cuatro variedades. Para aprovechar el polvo y los pedazos demasiado pequeños se fabrica el carbón aglomerado en formas prismáticas u ovoidal, que se consiguen por compresión de las partículas.

La combustión del carbón produce problemas de contaminación química en la atmósfera, la lluvia ácida, debida al desprendimiento de gas sulfuroso (SO₂) derivado de la combustión del azufre que acompaña al carbón como impureza. Este gas se convierte en ácido sulfúrico en contacto con la humedad atmosférica y produce daños importantes.

Los principales países exportadores de carbón son Estados Unidos, Polonia, Australia, URSS, Alemania, Canadá y Sudáfrica. En España las principales cuencas carboníferas están en las provincias de León, Asturias y Teruel.

– Carbón de coque. Es un carbón bastante ligero, de aspecto poroso y elevada potencia calorífica, 3 000 Kcal/kg. Se obtiene de la destilación de la hulla, calentándola fuertemente en hornos cerrados para aislarla del aire. La hulla desprende gases de gran utilidad industrial y, al final del proceso, queda en el horno el carbón de coque. Este carbón es indispensable para la fabricación del hierro y del acero. Se utiliza también para calefacción en núcleos urbanos porque su combustión no desprende humo y permite disminuir la contaminación ambiental.

• Combustibles líquidos

– Alcoholes. En los últimos años se ha trabajado en el desarrollo de motores aptos para funcionar con metanol o etanol, productos obtenidos a partir de madera y cana de azúcar. En Brasil se ha llegado a comercializar un combustible líquido compuesto

de etanol y gasolina.

– Petróleo bruto natural. Es un líquido viscoso y oscuro que se encuentra en el subsuelo, algunas veces a gran profundidad, de donde se extrae por medio de perforaciones. La producción mundial de petróleo puede llegar a 3 000 millones de Tm al año, de las cuales la mitad se produce en la zona de Oriente Medio y el resto, en orden decreciente, en URSS, EEUU, África, América del Sur, etc. El comercio internacional del petróleo utiliza como unidad el barril, que equivale a 159 litros.

El petróleo crudo se somete a una destilación fraccionada o por etapas, que consiste en calentarlo a distintas temperaturas en orden creciente, con lo cual se consigue que se desprendan primero los vapores de los productos más volátiles. La gasolina, hasta 180 °C; hasta 280 °C se desprende el queroseno o petróleo industrial; el gasóleo a los 350 OC los aceites de engrase y el fuel-oil se obtienen utilizando temperaturas más elevadas y, por último, queda el alquitrán como subproducto final.

Como el porcentaje de gasolina que se obtiene de la destilación del petróleo es relativamente pequeño, dado el gran consumo actual, en las refinerías se reprocessan los otros productos más densos mediante un método llamado «cracking», que los transforma en gasolina.

Estos combustibles derivados del petróleo son mezclas de hidrocarburos de moléculas complejas que al arder se combinan químicamente con el oxígeno del aire desprendiendo energía calorífica, dióxido de carbono, vapor de agua y, en menor cantidad, otros gases que dependen de los aditivos del combustible y de las condiciones de su combustión.

Los combustibles derivados del petróleo ocupan el primer lugar entre los que se emplean para la industria, el transporte y la calefacción.

– Gasolina. Es un combustible líquido, de densidad 0,75 y de potencia calorífica 32 000 Kcal/l, muy volátil. A la temperatura ordinaria ya emite vapores que forman mezclas explosivas con el aire, por lo que se prohíbe a los automovilistas repostar con el motor en marcha, mantener las luces encendidas, fumar, etc.

Se comercializan distintos tipos de gasolina: normal, de 91 octanos, y super, de 97 octanos. El llamado índice de octanos indica fundamentalmente su diferente capacidad para resistir las altas presiones y temperaturas, dentro del cilindro del motor, sin que se produzca detonación, es decir, autoencendido con anticipación al encendido por la chispa de la bujía. Por eso la gasolina normal es la adecuada para los motores de media compresión y para los que están algo desgastados por el uso, mientras que la gasolina super se emplea para los

de alta compresión y prestaciones.

Para mejorar su capacidad antidetonante y hacerlas menos corrosivas, las gasolinas contienen aditivos como el tetraetilo de plomo que, por ser contaminante de la atmósfera, se está sustituyendo por otros más inocuos. Por esta razón ya se está comercializando otro tipo de gasolina, llamada sin plomo.

– Queroseno o petróleo industrial. Es un líquido transparente, algo más denso que la gasolina y menos inflamable, que se utiliza como combustible en los motores a reacción y de turbina de gas. Se utiliza también como disolvente y para calefacción

doméstica.

– Gasóleo. Es un líquido de aspecto algo aceitoso, de densidad 0,85 y potencia calorífica de 42 000 Kcal/kg. Su principal aplicación es como combustible de los motores diesel gracias a su propiedad de inflamarse cuando se le somete a elevadas presiones y temperaturas.

En la actualidad este combustible resulta más económico que las gasolinas y por eso se utiliza para motores medianos y grandes de coches, camiones, tractores y buques.

– Fuel-oil. Es un líquido espeso y oscuro que se utiliza para los hornos industriales y para calefacción. Como su temperatura de inflamación es elevada es difícil mantener su combustión, por lo cual es necesario calentarlo previamente, y con frecuencia puede resultar contaminante debido al humo que desprende cuando las condiciones de su combustión no son las adecuadas. Es el combustible líquido más económico.

La industria petroquímica extrae del petróleo una gama muy amplia de productos: combustibles, disolventes, plásticos, abonos y otros productos semielaborados que se utilizan como materia prima para la obtención de otros.

– Combustibles gaseosos. Gas de alumbrado o «gas ciudad». Es una mezcla de gases que se obtiene por destilación seca de la hulla. Se compone de un 50 % de hidrógeno, un 34 % de metano, un 8 % de monóxido de carbono y pequeñas cantidades de otros compuestos. Actualmente está siendo sustituido por el gas natural.

– Gas natural. Es un combustible gaseoso que se encuentra formando bolsas en el subsuelo, generalmente asociado con el petróleo o el carbón. Está compuesto fundamentalmente por metano, pequeñas cantidades de otros gases combustibles como el etano y otros no combustibles como el nitrógeno y el dióxido de carbono.

Los principales productores de gas natural son: Unión Soviética, Estados Unidos, Canadá, Países Bajos, Reino Unido, Rumanía, Argelia e Indonesia.

La comercialización y utilización generalizada del gas natural es bastante reciente. En España comenzó en la década de 1970 (en Barcelona), sustituyendo al gas obtenido de la destilación de la hulla que se utilizaba ya desde el siglo pasado.

El gas natural se transporta licuado desde su lugar de obtención hasta los lugares de consumo mediante buques metaneros o a través de largas tuberías o gasoductos. En España, la red de gasoductos que lo distribuye parte de los puertos de llegada de los buques metaneros: Barcelona (que lo recibe de Argelia y Libia) y Cartagena y Huelva (que lo reciben de Argelia).

España tiene pequeñas explotaciones en el Pirineo aragonés, en la costa de Vizcaya y en la costa junto al Guadalquivir, que cubren algo más de la décima parte del consumo total.

El gas natural se almacena en grandes depósitos llamados gasómetros que lo mantienen a la presión necesaria

para impulsarlo a través de una red de tuberías enterradas en el suelo, de estructura ramificada, provista de llaves de paso para aislar cualquier tramo en caso de avería.

Este gas es más pesado que el aire. Por ese motivo cuando se produce una fuga en un recinto cerrado resulta muy peligrosa pues, además del riesgo de explosión, existe el de asfixia, ya que el gas va desplazando al aire que se necesita para la respiración. Para advertir de este peligro, se le añade una sustancia de olor característico que advierte su presencia.

Las normas de seguridad para el uso del gas natural son:

- Los locales donde se consume el gas deben estar dotados de dos aperturas en los muros (una a nivel del suelo y otra junto al techo) para evitar que se acumule el gas en caso de fuga.
- Todas las instalaciones nuevas o las modificaciones de las ya existentes deben ser realizadas por una empresa debidamente autorizada.
- Son obligatorias las revisiones periódicas, cada cuatro años, de todas las instalaciones de gas.

El consumo de gas natural va en aumento, tanto para la industria como para usos domésticos de calefacción y cocina, pues presenta una combustión muy limpia, sin desprendimiento de humo ni de residuos sólidos. Su transporte canalizado es más fácil que el transporte en recipientes metálicos de gases licuados como

el butano y el propano.

– Propano y butano. Son dos combustibles gaseosos que se obtienen en las refinerías de petróleo. El butano se comercializa licuado y envasado en recipientes metálicos de diferentes tamaños, desechables los más pequeños y recargables todos los demás.

El propano (C₃H₈) también se suministra licuado, en botellas o recargando depósitos metálicos situados en el exterior, junto a las industrias o viviendas, con el gas transportado por un camión cisterna.

Como se ha indicado, el propano y el butano son gaseosos a la presión atmosférica pero, a la presión de envasado, se encuentran en estado líquido. Cuando el usuario abre la llave de salida del recipiente, disminuye la presión en el interior, se produce la

vaporización de estos combustibles y fluyen por el tubo de salida. Para mantener constante la presión de salida de estos gases se intercala una válvula de regulación de presión que lleva incorporada la llave de paso.

En el interior de los locales donde se utilizan estos gases hay que tomar medidas de seguridad parecidas a las adoptadas para el gas natural.

• **Dispositivos para la combustión**

Sirven para realizar la combustión facilitando la regulación del aire y el contacto del mismo con el combustible.

La instalación para quemar combustibles sólidos consta de:

Las parrillas, donde se deposita el combustible sólido. El cenicero, donde se reúnen las cenizas. El hogar es el recinto cerrado donde se produce la combustión. La chimenea o conducto de salida de los gases resultantes de la combustión.

El caudal de aire se regula mediante dos compuertas situadas antes del hogar y en la chimenea, con las cuales se controla la intensidad de la combustión.

En las grandes instalaciones térmicas el carbón se pulveriza previamente y se introduce en el hogar mezclado con aire, y allí se quema en forma de gran llama continua.

Los quemadores para líquidos introducen en el hogar el combustible finamente pulverizado mezclado con aire en la proporción adecuada.

Para evitar obstrucciones en la estrecha salida del quemador es necesario que el combustible líquido esté filtrado y, si es muy denso, se debe precalentar para hacerlo más fluido.

La combustión de los gases se realiza en los mecheros del tipo Bunsen, formados por un tubo vertical donde se mezclan el gas que sale por un pequeño orificio situado en la parte inferior del tubo y el aire que penetra por las aberturas laterales de éste por efecto Venturi. La llama se produce en la parte superior del tubo vertical. Para quemadores mayores se utilizan dos tubos concéntricos: el gas sale por el tubo más pequeño y el aire por el mayor.

TECNOLOGÍA DE COMBUSTIBLES

TEMA 1

LOS COMBUSTIBLES. ORIGEN Y CLASIFICACION

La energía representa una relación entre capital y trabajo. Si un sistema posee energía y podemos variarla, entonces podremos realizar directa o indirectamente un trabajo a su costa. La energía se define como la capacidad para realizar un trabajo.

La energía se nos presenta de muchas formas. Los tipos de energía que existen son:

- Potencial
- Cinética
- Térmica
- Química
- Eléctrica
- Nuclear
- Radiante

Energía Potencial: Es aquella que posee un cuerpo en función de su posición

Energía Cinética: Es la debida al movimiento

Energía Térmica: Debida a la temperatura producida por la velocidad de las moléculas de un cuerpo. Energía cinética de las moléculas

Energía Química: Procede de la capacidad de los átomos para generar calor cuando se juntan o separan

Energía Eléctrica: Procede de la capacidad de generar calor que presentan los electrones en movimiento

Energía Nuclear: Procede de la eliminación de la totalidad o parte de la masa de las partículas atómica

Energía Radiante: Se trata de una energía que está en tránsito en el espacio. Se emite cuando chocan dos

electrones al cambiar al cambiar de órbita, o cuando los núcleos atómicos están realizando una fusión o fisión nuclear.

Todas las formas de energía pueden transformarse en otras, y en particular está el calor.

Todal las formas energéticas, excepto la radiante, necesitan la presencia de materia.

Históricamente, una de las primeras formas de energía utilizadas por el hombre fueron el agua (ríos) y el viento. Hoy en día, aún estas dos formas de energía son muy importantes, pero existen otras.

La primera forma de *energía térmica* utilizada fue el fuego. Se usó en principio la madera. La madera se puede decir que fue el primer combustible utilizado por el hombre. Se le encontraron a esta forma de energía muchas aplicaciones: cocina, forja, alfarería,

Hoy en día, entre las energía más utilizadas, son:

- Energía Solar

La energía solar produce:

La energía que el Sol transmite a laTierra llega en forma de energía electromagnética, a razón de