

utilizarse como fuerza motriz, porque se necesita una fuerza de ese género para poner el aparato en movimiento; y por ende la fuerza producida por el aparato mismo debe forzosamente ser más débil que la fuerza primitiva. (1) Para poner en movimiento la bomba destinada á producir la compresion del aire que en este aparato engendra el calor, puede emplearse una fuerza mecánica cualquiera, lo cual permite obtener con esa fuerza un efecto útil secundario. Pero importa no olvidar que el calor producido no es más que una fuerza (ó sea trabajo) trasformada. (Como á una caloria corresponde un equivalente mecánico de 424 kilogramos, una fuerza de un caballo debería ponerse en actividad por espacio de 10 horas para producir un efecto correspondiente á 1 kilogramo de hulla.) El calor que se desarrolla durante la *fermentacion del estiércol* sirve para calentar invernaderos: entre las dobles paredes de éstos se coloca hasta la altura de unos 2 metros estiércol mezclado con hojas muertas, etc.; en la parte inferior de la masa se colocan en posicion algo inclinada tubos de palastro abiertos por ambos extremos. Esos tubos se calientan, y el aire que por ellos circula sale caliente por uno de sus extremos.

11. CALEFACCION DE LAS CALDERAS. Las calderas casi siempre se calientan en hornillas de albañilería, en cuya construccion la economía de combustible es el objeto principal que debe tenerse á la mira. Como en la calefaccion de las calderas es necesario obtener mucho calor, una *parrilla* y un *cenicero* son indispensables de todo punto, ya que sin ellos la combustion no puede efectuarse completamente. La *parrilla* se compone de barras de hierro forjado ó de fundicion, paralelas, cuya fuerza depende de la longitud y cuya distancia es relativa al vo-

(1) El general *Morin* demostró con esperimentos la necesidad de desarrollar una fuerza de 21 caballos para obtener con el aparato mencionado el vapor correspondiente á la fuerza de un caballo.

lúmen de los fragmentos del combustible que debe quemarse encima, no debiendo los espacios libres dar paso más que á la ceniza. La experiencia ha enseñado que la suma de los intervalos que separan los barrotes de una parrilla debe ser igual solamente á la cuarta parte de la superficie total de ella. Los grandes emparrillados tienen sobre las pequeñas parrillas la ventaja de dejar pasar mayor cantidad de aire por entre el combustible; no se obstruyen tan fácilmente, ni se necesita renovar con tanta frecuencia el combustible, lo cual siempre produce una economía de trabajo. La parrilla debe estar siempre cubierta enteramente de combustible, pero las parrillas pequeñas tienen tambien sus ventajas en ciertos usos especiales; pues la combustion es en ellas más viva y completa, y la cantidad de aire sustraída á la combustion es mucho más exígua en ellas que en las grandes. Cuando se emplea leña la superficie de la parrilla puede ser á lo menos dos veces más pequeña que empleando la hulla, porque con el primer combustible los intervalos que hay entre los barrotes no se obstruyen. Segun *Ed. Kochlin*, una parrilla destinada á quemar 350 kilogramos de leña seca de encima en una hora, debe medir 1 metro cuadrado de superficie, siendo el espacio total que hay entre los barrotes igual á 1/4 de metro cuadrado. Los emparrillados para la calefaccion con leña suelen ser cuatro veces menores que los que sirven para la hulla.

La *caja del fuego* (ó el *hogar*) que está entre la parrilla y la caldera debe ser bastante capaz para recibir el combustible necesario, permitiendo que la llama se desarrolle de una manera conveniente y completa. El combustible debe introducirse en ella en cantidad suficiente; pues si hay poca, gran parte del aire que llega al combustible deja de servir á la combustion, amen de que si se necesita renovar con frecuencia el combustible, el aire frío que penetra por la puerta

del hogar, baja la temperatura debajo de la caldera, la combustion se hace incompleta y se forma humo, todo lo cual acarrea una pérdida considerable de combustible. Si, por el contrario, este último se halla en cantidad excesiva, el paso del aire se hace difícil y la combustion se efectúa harto despacio é incompletamente. Si el hogar es demasiado bajo la llama queda como aplastada, la combustion es incompleta y se forma mucho humo; y si es demasiado alto el calor radiante, opera sólo en la caldera y por tanto se pierde mucho calor. La *puerta del hogar* debe ser bastante ancha para que pueda verse fácilmente la parrilla, y asaz alta para que el combustible pueda tener paso sin dificultad. Tambien ha de cerrar exactamente el hogar, porque al penetrar el aire por las grietas y juntas bajarían la temperatura produciendo mucho humo, lo cual daría origen á una pérdida continua de calor.

12. HOGARES FUMÍVOROS. No entraremos en estensos pormenores referentes á la calefaccion ordinaria de las calderas, cuya descripción más bien pertenece á la historia de las máquinas de vapor; sólo nos ocuparemos de los *hogares fumívoros*. Tienen por objeto evitar los inconvenientes del humo que puede ser en extremo molesto para el vecindario de los grandes talleres, y economizar á la vez el combustible (1) aumentando el efecto calorífico (pues tales aparatos tienen tambien la ventaja de impedir que el hollín se pegue á las superficies calentadas, para que conserven mejor la aptitud para transmitir el calor); la construccion de los dispositivos destinados á suprimir el humo ha llamado desde mucho tiempo acá la atencion de los industriales, sin que los resultados hasta ahora obtenidos puedan conceptuarse plenamente satisfactorios. Si en un fuego de hulla en plena com-

(1) Esperimentos practicados en Inglaterra patentizan que 1.000 kilogramos (1 tonelada) de hulla ardiendo en un hogar ordinario, dan 11.500 kilogramos de negro de humo, que tiene un poder calorífico igual á los 4/5 de la hulla. La pérdida en efecto calorífico que resulta del carbon así arrastrado, se eleva por consiguiente á 1/12 ó próximamente á 1 por ciento.

combustion se echa hulla, despréndense inmediatamente gases y vapores combustibles ricos en carbono (benzina, tolueno, fenol, antraceno, naftalina, parafina, etc.), cuya cantidad es tal, que el oxígeno del aire que se encuentra en el hogar, es por regla general insuficiente para quemarlos por completo. Las paredes relativamente frías de la caldera y la corriente de aire frío que se introduce durante la carga, enfrian los productos de la combustion, y tan sólo el hidrógeno de esas combinaciones es el que arde en parte, mientras que el carbono se separa en forma de hollín y no arde. Los diferentes dispositivos que pretenden suprimir el humo están basados en principios diferentes: *a* Se inyecta una corriente de aire frío ó caliente sobre la llama por medio de un canal particular que se abre inmediatamente detrás de la parrilla; *b* Dos hogares adyacentes que se alimentan uno tras otro con carbon fresco, están dispuestos de manera que el humo del uno vaya á ponerse en contacto íntimo con el fuego en plena ignicion del otro hogar y se queme en éste; *c* El carbon se echa por la parte anterior de la parrilla para que el humo pueda pasar por el fuego que se halla en plena ignicion en la parte posterior; *d* La introduccion del carbon se efectúa con auxilio de un dispositivo que en vez de alimentar periódicamente el hogar con una gran cantidad de combustible, proyecta en el fuego vivamente encendido, por pequeñas porciones y de una manera continua, el carbon reducido á pedazo; *e* A fin de introducir en el hogar cantidad suficiente de aire cuyo oxígeno haga posible la combustion completa, ó sea para producir un tiro suficiente, se tenia hasta poco há la costumbre de emplear chimeneas altísimas, porque la diferencia que presentan los pesos específicos del aire exterior y del aire contenido en una chimenea, es tanto más notoria cuanto más alta es ésta, pero la desaparicion de esa diferencia al influjo del tiro, es tambien más rápida y la construccion de la

chimenea es más dispendiosa; cuanto más fuerte es el tiro que así se logra, más calor también se pierde; y como las diferencias de temperatura son la causa de la corriente de aire, *L. Gall* estudió la manera de llenar esa condición manteniendo elevada y constante la temperatura del lugar de la combustión. Por desgracia los inconvenientes que origina el azufre en la hulla no se han destruido aun con los mejores dispositivos, y hasta cuanto más completa es la combustión, tanto más fácilmente se convierte el azufre en ácido sulfuroso. (1)

Entre los dispositivos imaginados para destruir el humo ó impedir su formación, ó en fin, para eliminar mecánicamente (verbi-gracia, por lavado) el humo producido, mencionaremos los siguientes:

13. ELIMINACION MECÁNICA DEL HUMO POR LAVADO DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTION. En Inglaterra, máxime en las fábricas de productos químicos de Newcastle, se usan dispositivos que tienen por objeto lavar el humo al salir del hogar y antes de penetrar en la chimenea. Todos los hogares de una fábrica se ponen en comunicación con una sola chimenea, merced á un vasto canal de albañilería.

Ese canal forma una serie de recodos verticales de modo que la corriente gaseosa mezclada con el humo tiene precisión, antes no llega á la chimenea, de subir y bajar varias veces como si pasara por una serie de sifones. Cada brazo descendente del conducto está cerrado en su parte superior por una cavidad cuyo fondo de metal está taladrado de agujeros como una roseta de regadera. Por dichos agujeros cae agua en forma de lluvia en medio de humo; la caída del líquido no obstruye el tiro, antes bien lo fomenta, porque se efectúa en la dirección que sigue la corriente gaseosa. Todas las partículas

(1) *Angus Smith* describió en el Alkali Act de 1873 los graves inconvenientes de la presencia del azufre en las hullas cuando se emplean como combustibles. Demuestra como en Manchester el ácido sulfuroso hace imposible toda vegetación.

que esta corriente arrastra, se separan en virtud de ese lavado repetido, y quedan en el agua del suelo del canal en forma del hollín, que se quita de vez en cuando. *Jean*, de Paris, aplicó de una manera algo diferente el principio de lavar el humo. En su sistema el humo y los gases se dirigen á un canal subterráneo que conduce á la chimenea, y cuyo suelo está cubierto con una capa de agua de algunos centímetros de altura. Ese conducto lleva el nombre de canal hidráulico. El vapor que se desprende del generador va dirigido á ese canal, donde en parte se condensa por medio de una corriente de agua fría inyectada bajo forma de lluvia en una dirección opuesta á la del vapor. Un poco más lejos dentro del canal hay un agitador que tiene la forma de una rueda de paletas, cuyos alabes tocan la superficie del agua sin sumergirse en el líquido; el borde libre de esas paletas lleva una especie de cepillos que tocan el agua, la absorben, la levantan y arrojan en forma de finas gotitas. El agua contenida en el canal hidráulico, se calienta y sirve después de filtrada para alimentar la caldera.

Parece que las instalaciones fumívoras de ese género fueron inspiradas por dispositivos antiguamente en uso en ciertas fábricas ó fundiciones de plomo, con el fin de encontrar, merced al lavado del humo de los hornos, la parte del metal arrastrada por la volatilización. El lavado del humo es á la vez muy complicado y poco lógico; que si quita poco más ó menos las partículas visibles del carbon, en cambio retiene de una manera muy imperfecta las partes olorosas é invisibles; ninguna economía de combustible realiza, amen de que el enfriamiento de los gases disminuye mucho el tiro de la chimenea, y aun á costa de una instalación dispendiosa y de gran gasto de fuerza, no se consigue sino un resultado casi insignificante. Mucho más ventajoso es el empleo de las parrillas perfeccionadas.

14. PARRILLAS PERFECCIONADAS. Las *parrillas perfeccionadas* pueden distribuirse en parrillas fijas y móviles. Entre las *fijas* mencionaremos la *parrilla de gradería* y la *parrilla de pisos*.

*Parrilla de gradería.* La *parrilla de gradería*, que fué empleada por vez primera en fábricas austriacas por industriales franceses, y según parece por indicación de un ingeniero polaco, se compone de barrotos de hierro dispuestos en gradería y por entre cuyas gradas puede pasar el escarbador por el cenicero. Bajo la influencia del calor desmenuado en las gradas inferiores, el carbon en cierto modo se convierte en cok sobre las gradas superiores, y únicamente hasta haber perdido una porción de sus gases, cae en la parte inferior de la parrilla, para ser reemplazado en la parte que acaba de dejar por nuevo combustible. Con esa parrilla no sólo penetra aire entre los barrotos, sino que también entra por los intervalos que separan las gradas, lo cual favorece en cierta medida la influencia de las sustancias volátiles. Las hullas aglutinantes no convienen para las parrillas de gradería, como ni tampoco las que forman muchas escorias, pero en cambio tales parrillas son muy útiles para quemar la hulla menuda, los desechos de la turba, el tanino apurado, el serrín de madera, etc. En vez de barrotos de hierro, *Longridge* y *Mash* (1866) emplean masas ó placas de arcilla refractaria, cuyo espesor está cruzado de agujeros estriados, ó cuya superficie está dispuesta de modo tal, que sobreponiendo varias de esas placas, se obtienen canales por donde va el aire al combustible.

*Parrilla de pisos.* La *parrilla de pisos*, ideada por *E. Lang* (1866), se diferencia en varios puntos esenciales del tipo precedente. Distinguese de todos los dispositivos en boga, porque en ella los nuevos combustibles no se cargan como en las parrillas horizontales, sobre la capa de carbon ardiendo, sino

debajo de esta capa. Al efecto la parrilla que está inclinada en un ángulo de unos 20 grados, se divide en varios pisos, de manera que entre cada uno de ellos haya en toda su anchura un espacio libre de unos 12 centímetros de altura, espacio por donde el carbon nuevo se empuja hasta la parrilla. De ese modo la destilación de los gases se efectúa en la parte inferior de la capa de combustible, sin sufrir interrupción y en medio de una corriente continua de aire; y esa mezcla de gas y aire debe atravesar la capa de carbon que hay encima y en la cual encuentra la temperatura necesaria para su combustión completa. Las condiciones que exige una combustión que dé el menor humo posible, se realizan así de una manera sencilla, sin haber de recurrir á ninguna disposición mecánica. Como no se encuentra inmediatamente en la parrilla más que carbon nuevo, éste se mantiene frío y queda preservado de la acción del fuego.

Las *parrillas móviles* se fundan en lo que tienen de esencial, en la idea de alimentar el fuego con auxilio de dispositivos mecánicos. Los más generalizados son la *parrilla de cadenita* y la *parrilla rotatoria*.

*Parrilla de cadenita.* La *parrilla de cadenita* de *Juckes* (llamada en Francia parrilla de *Tailfer* ó *Taillefer*) se emplea mucho más que las anteriores, por más que su construcción sea complicada y costosa. Los barrotos, compuestos de piezas articuladas de hierro colado, forman una especie de cadena sin fin GG (fig. 40, COMBUSTIBLES Y CALEFACCION), ancha como la parrilla. Esa cadena pasa por dos tamborés octógonos que la máquina pone en movimiento, y cuya distancia depende de la longitud que se quiere dar á la cadena. La cadena recibe en O un movimiento de 25 á 30 milímetros por minuto que la hace avanzar hácia el interior del hogar. El combustible amontonado en la tolva B se halla, por consiguiente, arrastrado al interior del hogar formando una caja, cuyo