

espesor está determinado por la posición del registro D, que se mueve por medio de una palanca articulada en P. Todo el aparato está sobre un vagón I, que rueda sobre los rails HH, de modo que se pueda retirar la parrilla sin dificultad, cuando tiene que estar separada. El movimiento de la cadena está dispuesto de tal modo que el carbón fresco, que cae sobre uno de los extremos de la parrilla, se quema cuando llega al otro extremo, donde la ceniza y las escorias resultantes de la combustión se vierten naturalmente. Pero en la marcha general del aparato influye mucho el tamaño y calidad del carbón; hay siempre mucho combustible perdido; éste no arde de la misma manera á los dos lados de la parrilla, y por fin, el aparato, que es muy complicado y absorbe mucha fuerza, se deteriora rápidamente: á causa de estos inconvenientes la parrilla de cadena, antes en uso en gran número de localidades, ha sido abandonada, si bien con un fuego bien conducido y alimentado por arriba, da el menos humo posible.

Parrilla rotatoria. La *parrilla rotatoria de Collier* se compone de una placa redonda agujereada como parrilla y sometida á un movimiento de rotación, debajo de la caldera. Cada vez que la parrilla verifica una revolución, todas sus partes se cubren de una capa uniforme de carbón, que cae lentamente y en pequeña cantidad por una hendidura practicada según el radio de la placa. Aunque este aparato tiene grandes ventajas bajo el punto de vista de la economía del combustible, es, sin embargo, poco empleado, porque las piezas motoras se hallan en el cenicero, y el frotamiento que tiene lugar en la periferia de la placa exige un gran gasto de fuerza.

15. ALIMENTACION PERFECCIONADA DE LA PARRILLA. Entre las numerosas disposiciones propuestas con este objeto, indicaremos algunas de las mejores.

El aparato imaginado por *Collier*, en

1823, ofrece la disposición siguiente: El carbón contenido en una tolva cae continuamente entre dos cilindros horizontales, cuya superficie está provista de puntos. De allí el combustible dividido llega sobre dos proyectores circulares, colocados uno al lado de otro, en el mismo plano horizontal y que se mueven y obran en sentido contrario. Cada proyector está provisto de seis paletas trapezoidales y ejecuta 200 vueltas por minuto. El hogar tiene una parrilla fija. Para poner el mecanismo en movimiento, se necesita una fuerza igual á $1\frac{1}{2}$ caballo. La disposición de *Stanley*, que llena bastante bien el objeto que se ha propuesto el autor, es análoga á la anterior y se usa mucho para calentar las calderas de vapor. Delante de la puerta del fogón se halla una tolva *a* (fig. 41), en la cual dos cilindros provistos de dientes puntiagudos dividen el carbón y lo empujan hácia el distribuidor *b*. Éste, animado de un movimiento rápido de rotación, distribuye uniformemente el combustible sobre la parrilla. Este aparato no carece de defectos, puesto que el fogonero no puede moderar ó activar el fuego: es, sin embargo, superior como aparato fumivoro á otras muchas disposiciones; pero se presta bastante mal á las variaciones en la producción del vapor, pues es preciso entonces modificar cada vez la velocidad de rotación de los diferentes órganos.

Hogares de llama invertida. A esta categoría pertenecen también los hogares de llama invertida imaginados por *Wedgwood*, para calentar los hornos de porcelana. En estos hogares la corriente de aire no atraviesa la parrilla de abajo hácia arriba, sino de arriba hácia abajo. La parrilla está generalmente muy inclinada hácia abajo y hácia delante, la puerta del hogar tiene grandes dimensiones, está siempre abierta, mientras que el del cenicero está siempre cerrada. La llama pasa, por consiguiente, al través de la parrilla y toma enseguida otra dirección.

Con esta disposición se realizan pues todas las condiciones exigidas para una combustión completa, pues aunque el combustible fresco esté cargado por arriba, lo está sin embargo por abajo relativamente á la dirección de la corriente gaseosa, puesto que el carbón añadido es atravesado por la corriente de aire puro, antes que el carbón en combustión; los gases se desprenden de este último bajo la influencia del calor radiante de la capa incandescente, y después de haberse mezclado con aire, llegan al fuego que deben atravesar en todo su espesor y donde se inflaman. Este sistema de calefacción no produce humo, pero no carece enteramente de defectos. El efecto del calor radiado del foco se pierde enteramente, porque la superficie incandescente del combustible está en la parte de abajo, y además, es difícil que las parrillas ofrezcan al fuego una resistencia suficiente, pues están continuamente en contacto con la llama y por consiguiente espuestas á la acción destructora del fuego. En fin, la ceniza arrastrada sigue la misma dirección que la llama, y se acumula en gran cantidad en los canales que se obstruyen pronto. Con todo, los hogares de llama invertida son excelentes cuando se desea obtener una combustión enteramente exenta de humo, pero no son económicos. En general sólo se pueden emplear para la leña, aunque en estos últimos tiempos se han construido también para la turba y para la hulla.

Parrilla de sacudidas de Volg. Bajo este último punto de vista, la *parrilla de sacudidas de Volg* merece ser mencionada; es una parrilla de barras con una inclinación de cerca de 33 grados, que está alimentada por medio de una tolva y dispuesta de manera que se puedan dar sacudidas á cada una de las barras por medio de un árbol de brazos.

Parrilla de Boquillon. En la *parrilla de Boquillon*, que se ha aplicado á la calefacción de habitaciones, el combustible fresco se traslada por medio de un mecanismo par-

ticular debajo de la capa incandescente. El aparato tiene la forma de un cilindro hueco, cuya superficie está formada por barras fijas á sus extremos en canales curvos de charnela, de modo que la pared sea móvil por partes. En estas condiciones cada cuarto de la parrilla forma una especie de cobertera. El cilindro es móvil al rededor de su eje y descansa sobre un soporte de fundición. Para efectuar una carga, se abre la cobertera colocada en la parte superior, y se cierra después de haber introducido el carbón. Haciendo girar el cilindro en un cuarto de revolución, el orden de superposición de las capas se halla invertido y el carbón incandescente llega á la parte superior. Los gases desprendidos por el combustible fresco se ven pues obligados á atravesar la capa en plena ignición y á quemarse allí. Con este aparato el humo se quema completamente, pero la carga es tan complicada, que la disposición de *Boquillon* será difícilmente adoptada.

Aparatos de Cutler y de George. Con frecuencia se ha intentado alimentar el fuego siguiendo una dirección ascendente, como sucede, por ejemplo, en la disposición de *Cutler*, perfeccionada en 1854 por *Arnott*. En ambos casos el fondo de una caja de palastro llena de carbón se levanta por medio de una cadena ó de una cremallera. Cuando el combustible está quemado, el fondo de la caja vuelve á su primitiva posición y el aparato se llena de nuevo de carbón, lo cual debe hacerse cada 24 horas. En el aparato de *George*, el combustible se eleva, por medio de un tornillo sin fin, sobre una parrilla circular que tiene casi la forma de un embudo.

Parrilla de Fletscher. Desde hace algún tiempo (1873) se emplea mucho la parrilla americana de *A. C. Fletscher* (fig. 42) que, gracias á su construcción particular, permite la libre circulación del aire entre todas las barras; de este modo la combustión del carbón es más completa y con una economía de carbón real, que pueda llegar hasta 20 por

ciento, la producción de vapor es por consiguiente mucho más rápida que con las demás disposiciones empleadas hasta aquí. El enfriamiento continuo de la superficie de la parrilla impide la adherencia de las escorias y conserva las barras, que no se deforman, se dilatan poco y pueden limpiarse con facilidad.

Parrilla tabicada de Mousseron. La parrilla imaginada recientemente por Mousseron (figura 43) está formada por barras paralelas vaciadas por debajo y aligeradas por una separación ó tabique transversal, presentando todas las barras una superficie convexa al lado que lleva el combustible. Gracias á la ondulación producida por el conjunto de barras así dispuestas, el aire penetra más fácilmente á través de las primeras capas de carbon, hallándose éste suspendido encima de la parrilla; la combustión es entonces completa y por consiguiente se produce menos humo; las cenizas que caen á medida que se van formando, no obstruyen nunca la parrilla y ésta no necesita limpiarse. Se realiza, pues, con esta disposición una gran economía de combustible, y como las barras no se deforman ni alteran sensiblemente, la parrilla tabicada se deteriora muy lentamente.

16. FUMIVORIDAD POR MEDIO DE CARGAS METÓDICAS. Entre los aparatos en los cuales se evita la formación de humo por medio de *cargas metódicas*, el hogar construido por Dumery en 1855 debe colocarse en primera línea. Se distingue de las disposiciones de Cutter y de George en que el combustible no llega á la parte inferior, sino por los dos lados de la parrilla, bajo el cok enrojado. Con este objeto, las barras de la parrilla, en lugar de estar dispuestas según un plano, forman una superficie curva inclinada hácia los dos lados, y presentando en el medio una prominencia ó escarpa; el combustible es arrojado hácia la parrilla por una fuerza motriz exterior, de modo que llegue primero sobre la barra más baja y después sobre la

superficie convexa. Cuando el emparrillado está cubierto de fuego, el carbon así empujado se desliza entre las barras y la masa en ignición, y por consiguiente el fuego está alimentado por debajo. El principio en que se apoya la parrilla de Dumery había sido por lo demás aplicado por Watt, según un privilegio de 1785 relativo á la disposición de *parrilla inclinada*.

Tenbrink coloca también la parrilla en una posición inclinada de manera que el carbon resbala casi por su propio peso. En general las parrillas inclinadas tienen la ventaja de que su parte inferior está siempre cubierta de carbon incandescente convertido en cok, á través del cual el aire fresco penetra en el hogar. Este aire por su contacto con el fuego adquiere una temperatura bastante alta para producir la combustión de los hidrocarburos volátiles, que de lo contrario no se quemarían en la parte superior de la parrilla. En el hogar de Corbin la parrilla no está inclinada; pero está dividida en dos partes separadas por una plancha maciza de tierra refractaria.

Fairbairn fué el primero que logró en 1837 con su doble parrilla quemar el humo inflamándolo por medio del fuego mismo. En esa disposición el hogar tiene dos parrillas y dos puertas. Las parrillas están separadas por un tabique de ladrillos refractarios, que se alza perpendicularmente en la caja de fuego, pero detrás de este tabique se reúnen las corrientes gaseosas de ambos hogares. Las parrillas se cargan alternativamente de manera que el combustible de la una esté siempre en plena ignición, cuando la otra necesita recibir nuevo carbon. A la otra parte del tabique el humo de uno de los hogares se mezcla con la llama del otro, la cual lo quema. Mas la combustión no puede ser perfecta, y hasta es posible que no sea completa, sino cerca del tabique, en que se tocan la llama y el humo. Con las parrillas dobles la destrucción del humo no

se efectúa sino incompletamente. Parece más lógico disponer las parrillas una detrás de otra, porque entonces el humo pasa por la llama del fuego en plena ignición, que se halla en la parrilla posterior, que se alimenta con un combustible que no da humo (antracita, cok). De Buzonnière prefiere que el humo pase de un hogar por debajo y á través del combustible incandescente á otro hogar contiguo.

El hogar de Fairbairn y los dispositivos análogos se fundan en principios erróneos; los inventores pretenden inflamar los gases que escapan de un fuego recién cargado, con otro fuego en plena ignición, y de este último no salen sino gases impropios para mantener la combustión. El fuego recién alimentado abandona gran cantidad de gases y vapores combustibles, pero ¿dónde está el oxígeno necesario para su combustión? El hogar de Guidde, que puede considerarse como una modificación del dispositivo de Fairbairn, hace desaparecer casi este defecto: el aire se introduce por orificios pequeños debajo de la parrilla y en el punto en que las llamas de ambos hogares se reúnen. Con esa disposición se consiguen resultados relativamente muy satisfactorios.

17. FUMIVORIDAD POR INYECCION DE AIRE. Los dispositivos que tienen por objeto quemar el humo llevando á su trayecto en punto conveniente una corriente de aire directa, no pueden dar buenos resultados, y de los métodos propuestos hay pocos que merezcan llamar la atención, si bien mencionaremos los siguientes:

Parkes imaginó un hogar en el que se inyecta aire por la ménsula (*split-bridge*); el aire que llega al cenicero se distribuye en dos corrientes, una de las cuales atraviesa la parrilla y la otra pasa por un canal practicado en la ménsula para ir á encontrar normalmente la llama. Lo mismo sucede con el hogar de Palazot que, según el juicio de Burnal, Tresca y otros, es sencillo, poco

costoso, fácil de instalar donde se quiera y de hacerle funcionar, dando además resultados satisfactorios bajo el punto de vista de la fumivoridad. El inglés Chauter ideó un dispositivo fundado en el mismo principio, que se compone esencialmente de dos parrillas superpuestas, una de las cuales se halla un poco inclinada hácia delante y abajo con respecto á la otra. El combustible nuevo se echa en esta última parrilla, y cuando se ha convertido en cok candente, se empuja hácia la otra. Sobre ésta se forma una capa delgada á través de la cual puede pasar una cantidad de aire suficiente para quemar el cok y los productos gaseosos que van de la primera parrilla al combustible incandescente de la segunda. A fin de poder disminuir el humo en el caso de que el aire que pasa por la segunda parrilla sea insuficiente, se ha practicado en la obra de albañilería en la parte posterior del hogar un espacio provisto de orificios que se abren de cara al hogar, y de ese espacio arranca un tubo de fundición que atraviesa el cenicero y se abre á corta elevación del suelo.

Hogar de Gall. La altura y el diámetro de una chimenea de fábrica deben ser proporcionales á la cantidad del combustible quemado en un tiempo determinado; ó tal es á lo menos el axioma que ha prevalecido durante muchos años. En contra de ese principio L. Gall construyó chimeneas que no pasan más que de 60 centímetros el punto más elevado de los edificios, y que no tienen ya por objeto fomentar el tiro, sino que simplemente forman un canal de escape para los productos de la combustión. Como la diferencia de temperatura es la que produce la corriente de aire en un hogar, Gall procuró llenar ese requisito manteniendo constantemente muy alta la temperatura del sitio de la combustión. Para lograr ese resultado era preciso disminuir en lo posible las causas que acarrearán una pérdida de calor, lo cual se puede lograr de diferentes

maneras. *a* Cuando se añade combustible nuevo siempre se efectúa una baja de temperatura en el hogar, lo mismo por influencia del combustible frío que por efecto de afluir una cantidad inmoderada de aire frío. Para remediar ese inconveniente se distribuye en varias secciones la superficie de la parrilla, y cargando esas secciones una después de otra se reduce á un minimum la baja de temperatura imposible de evitar; y en realidad la formación del humo queda muy menguada, aun cuando se añade combustible frío. *b* La disposición del hogar debe ser tal que el fogonero nunca se vea obligado á echar á la vez grandes cantidades de combustible y que pueda mantener la superficie de la parrilla uniformemente cargada. *c* Para que desaparezcan las pérdidas de calor que suelen originarse á causa de las paredes y de las puertas, pérdidas que se consideran inevitables; se hace pasar el aire necesario á la combustión completa para todas las superficies de donde nacen dichas pérdidas de calor, y de ese modo se vuelve siempre al hogar el calor que ha escapado del mismo. *d* Con un tiro enérgico se tiene además el inconveniente de hacer pasar con sobrada rapidez por las superficies que han de calentarse los gases cargados de calor. Para evitar ese defecto *Gall* hace llegar despacio al combustible el aire necesario para quemarlo, si bien que en cantidad tan grande como si el tiro fuese muy enérgico, y entonces el aire calentado está más tiempo en contacto con las paredes de la caldera. Con tal fin hubo de ensancharse necesariamente lo mismo la superficie libre de la parrilla que el diámetro de la chimenea. A fin de ganar el tiempo necesario para la mezcla íntima del aire con los gases no quemados y el humo y para la combustión completa de esa mezcla, antes de llegar el contacto de la caldera, se ha observado que ésta debe colocarse á 3 metros á lo menos sobre la parrilla. En ese lugar,

así agrandado considerablemente entre la parrilla y la superficie de la caldera, se realza un tiro suficiente, y se puede por tanto prescindir de una chimenea alta, toda vez que, conforme se ha dicho, en el sistema de *Gall* la chimenea no debe ser más que un canal de escape para los productos de la combustión.

18. RESÚMEN. Esa enumeración de aparatos inventados con objeto de impedir la producción del humo ó destruirlo después de su formación, demuestra, por más que los dispositivos propuestos disten mucho de haber sido mencionados en totalidad, que un gran número de ellos han sido objeto ya de aplicaciones prácticas. Pero si se nos pregunta si se ha inventado para quemar completamente un combustible en el hogar algún medio realmente eficaz ó un dispositivo satisfactorio bajo todos conceptos, tendremos que responder negativamente. Se ha intentado por medios muy distintos y á veces muy complicados impedir la formación del humo; ora se ha dirigido éste al combustible en plena ignición para quemarlo; ora se ha empleado aire caliente para destruir el humo y los productos de la destilación del carbón; ora se ha procurado evitar la producción del humo cargando metódicamente la parrilla, y ora, en fin, se ha creído que la principal condición que debía llenarse, consistía en regular la afluencia del aire al hogar; y con todo se ha de confesar que hasta hoy no se conoce medio alguno bastante satisfactorio para que pueda recomendarse especialmente. A pesar de lo dicho se han adoptado en la práctica y conservado en ella muchos dispositivos (la parrilla de pisos, el hogar de *Fairbairn* con parrillas dobles) alimentados con combustibles de buena calidad y adaptados á calderas bien construidas, porque suprimen, en parte al menos, los inconvenientes del humo, máxime cuando se emplea un fogonero hábil é inteligente y á quien se promete una prima proporcional á la cantidad del combustible

economizado. (1) Está demostrado que desde que se prometió á los fogoneros de locomotoras semejantes primas, se ha realizado en todas partes una economía de 10 por ciento, y esto prueba los favorables resultados que pueden obtenerse por ese medio. En los ferro-carriles el registro del trabajo de cada locomotora se efectúa por notación seguida de las cargas y de las distancias á que han sido transportadas éstas. Se tienen en cuenta las desigualdades de terreno para la introducción de los coeficientes necesarios. Para las máquinas fijas semejante registro no

(1) Relativamente á la economía del carbón, mucho puede esperarse aun, máxime en Inglaterra, donde el derroche traspasa todos los límites. Según *J. Petzholdt* (1874), ese derroche se debe: 1.º, al modo de explotación, porque no se pagan más que los pedazos gruesos de carbón y quedan en la mina grandes cantidades que se pierden para siempre; 2.º, al modo de emplearlo, puesto que respecto á los hornos, no existe registro alguno del carbón que se gasta; 3.º, al modo de transporte: pues todo lo que cae de las carretillas se abandona como tierra, sin que nadie se tome la molestia de recogerlo.

es practicable, porque los efectos útiles que dan son generalmente muy variados, y no existe medida exacta para evaluar tales efectos; y además, el efecto útil no depende solamente de la máquina y del fogonero, sino también de los obreros ocupados en conducir los aparatos á los cuales se trasmite el movimiento; por otra parte, las manipulaciones son aun más complicadas que en los ferro-carriles. La vía directa para determinar el trabajo del fogonero consistiría en la medida exacta del vapor producido. Esa determinación se ha intentado ya varias veces por el empleo de aparatos de medir el agua, que se echaba en el conducto de alimentación; pero casi todos estos aparatos han encontrado en la práctica muy restringida aplicación, porque, salvo raras excepciones, no llenaban de una manera bastante satisfactoria el objeto que se pretendía alcanzar.