

CAPÍTULO X

CONSUMO Y ESTADÍSTICA DEL GAS DE ALUMBRADO

1. Regulador de consumo.—2. Mecheros.—3. Productos secundarios de la fabricación del gas de hulla.—4. Composición del gas de hulla.—5. Gas portátil.—6. Fabricación del gas á domicilio.—7. Estadística de la industria del gas de hulla.

1. REGULADOR DE CONSUMO. Detrás del contador está colocado un regulador, que se denomina *regulador de consumo* para distinguirlo del de la fábrica; y está destinado á corregir la falta de uniformidad de la presión del gas en los conductos principales y mantener el gas en todo el edificio á la misma presión. Distínguense los *reguladores de campanas* y los *reguladores de membrana*. Los primeros están basados en el empleo de una campana metálica, que se eleva cuando la presión aumenta (véase pág. 491), y baja cuando la presión disminuye; y una válvula cónica de que está provista la campana, se cierra ó abre entera ó parcialmente. En los reguladores de membrana (inventados por S. Elster, de Berlín) el gas penetra por A (figura 55) y sale por B: el espacio C cons-

tituye un recipiente en el que entra el gas por abajo, y está provisto de una especie de tapa móvil que está formada por una membrana densa y muy flexible, que conserva durante mucho tiempo su elasticidad. En medio de esa membrana está fijo el vástago F, que por medio del cono H abre ó cierra el orificio del tubo G, según el grado de tensión de la membrana, tensión que el experimentador puede variar como quiera, corriendo el peso K, móvil, por la palanca J, y que se apoya en el vástago F. Encima de la parte sensible del aparato la membrana E está protegida por una tapa L. El gas que penetra en A tiene forzosamente que salir por B bajo forma de una corriente moderada y bajo una presión conveniente.

2. MECHEROS. Los *mecheros* de que sale

el gas para formar la llama, son de hierro, porcelana ó esteatita (antiguamente se hacían también de latón). Los de esteatita llevan el nombre de *mecheros de lava*. Los de porcelana y esteatita no tienen el inconveniente de obstruirse á causa de la oxidación de los bordes de los orificios por donde sale el gas, como sucede fácilmente con los mecheros metálicos. La forma de los mecheros, su calibre y el diámetro de los orificios de salida deben determinarse por la calidad del gas.

Según la forma de la llama, se distinguen los *mecheros de chorro* y los *mecheros planos*. En los mecheros de chorro el gas sale por uno ó tres pequeños orificios abiertos perpendicularmente, y forma un chorro de llama de sección circular. Esa forma de llama es la más desventajosa bajo el punto de vista del poder luminoso del gas, porque una gran parte de las partículas de carbon separadas en el interior de la llama no se encienden por falta de oxígeno. En los mecheros planos la forma plana de la llama proviene de ser una hendidura (mecheros de hendidura) ó dos agujeros practicados en la plancha superior del mechero é inclinados el uno hácia el otro bajo cierto ángulo, la abertura por donde sale el gas (estos mecheros de dos orificios se denominan mecheros de Manchester ó de dos agujeros).

Los tipos más importantes de mecheros son los siguientes: 1.º El *mechero de un agujero* consiste en un cilindro hueco, que está cerrado por arriba con una plancha horadada con un orificio angosto; y su extremo inferior termina en forma de cono ó bien tiene un filete de tornillo. 2.º El *mechero de tres agujeros* tiene la misma disposición que el anterior, pero su plancha superior está taladrada de tres aberturas que forman un triángulo equilátero, ó bien que están colocadas en una misma línea. 3.º El *mechero de hendidura* termina con una esferita hueca, la cual tiene una hendidura longitudinal practicada con una pequeña sierra; su llama es plana, más ancha

que alta y suele emplearse para el alumbrado de las calles. A causa de la forma de la llama este mechero se denomina también *mechero de alas de murciélago* ó *mechero-mariposa*; si dos mecheros de hendidura están inclinados el uno sobre el otro de manera que las dos llamas se penetren y no formen más que una sola, se tiene el *mechero-gémino* ó *doble*, que da más luz que los dos mecheros separados. 4.º El *mechero Manchester* (mechero de dos agujeros ó de cola de pescado) tiene en vez de la hendidura del mechero mariposa dos agujeros que están inclinados el uno sobre el otro bajo un ángulo de 90 grados, de manera que las dos corrientes de gas que brotan de esos orificios, se aplastan mutuamente y se juntan dando origen á una llama plana, cuya superficie no está en el plano de los dos agujeros, sino que es perpendicular á ese plano. 5.º El *mechero de espuela*, que actualmente no se usa ya, termina con una esfera de 3 ó 5 aberturas que están bastante separadas unas de otras para formar 3 ó 5 chorros separados. 6.º En los *mecheros de Argand, Bengel y Monnier*, que convienen especialmente para alumbrar aposentos, la llama está formada por una serie de chorros pequeños dispuestos circularmente, y cada uno de los cuales sale de un orificio particular. El mechero es una corona hueca cuya superficie superior está provista de agujeritos. 7.º El *mechero de Dumas* se parece al mechero de Argand, si bien la llama proviene de una corriente gaseosa que sale de una hendidura circular.

3. PRODUCTOS SECUNDARIOS DE LA FABRICACIÓN DEL GAS DE HULLA. Los *productos secundarios de la fabricación del gas de hulla*, cuyo tratamiento y venta contribuyen poderosamente á los beneficios de la industria del gas, son: 1.º, el cok; 2.º, el agua amoniacal; 3.º, el alquitran; 4.º, la cal agotada; 5.º, el azufre de la mezcla de *Laming*. Además, se prepara en algunas localidades azul de Berlín con el cianuro de calcio de la mezcla de

Laming (véase tomo 1, pág. 75) y se se para la benzina del gas (véase pág. 338).

1. *Cok* (cok de gas). En el capítulo que trata de los combustibles describiremos los usos de ese producto con todos los pormenores necesarios. Aquí diremos únicamente que los de las clases de cok obtenidas por destilacion de la hulla, son más ligeros y esponjosos que los que se preparan en los hornos de cok, y por esa razon son preferidos para calentar los aposentos. El carbono que se deposita en la pared interna de las retortas (*carbon de retorta*) se quita de vez en cuando y se emplea en la confeccion de las pilas de carbon.

2.º El *agua amoniacal* ó el *agua de condensacion* consiste esencialmente en una solucion acuosa de carbonato de amonio $[2(AzH^4)^2CO^3 + CO^2]$. En el barrilete se condensan poco más ó menos los dos tercios de la totalidad del agua amoniacal. A causa de la elevada temperatura que reina en ese aparato, el agua que en él se condensa, contiene muy poco amoniaco (en un caso especial *A. Wagner* no encontró más que 0'19 por ciento): la mayor parte del amoniaco se condensa, á la vez que el resto de los vapores acuosos, en el condensador (cuyo líquido contiene, segun *A. Wagner*, 0'52 á 2 por ciento de amoniaco) y en el lavador (2'43 por ciento de amoniaco). La cantidad del amoniaco es constante, pues depende del grado de humedad de los carbones empleados en la preparacion del gas, de su proporcion en ázoe y de la temperatura á que se ha efectuado la destilacion. Cuanto más considerable es la riqueza del carbon en agua, tanto menor es la proporcion del agua del gas en sal amoníaca, y cuanto mayor es la proporcion del ázoe de la hulla, tanto más lo es tambien en general la cantidad de las sales amoníacas que se forman durante la destilacion. La temperatura á que se efectúa la destilacion y la duracion de ésta tienen igualmente influencia sobre la cantidad de

las sales amoniacales que se han producido: cuanto más elevada es la temperatura y más se prolonga su accion, tanto mayor es la proporcion del amoniaco formado á espensas del ázoe, del carbon que se exhala en parte bajo la forma de anilina, letidina, quinolina, etc., y en parte bajo forma de cianógeno. El carbon, tal como se emplea (con 5 por ciento próximamente de agua higroscópica) en las fábricas de gas, encierra 0,75 por ciento de ázoe; 100 kilogramos de un carbon de ese género no pueden, por lo tanto, suministrar en los casos más favorables más que 910 gramos de amoniaco (AzH^3). Se ha notado que un metro cúbico de agua de condensacion da un promedio á lo menos de 50 kilogramos de sulfato de amonio seco ($[AzH^4]^2SO^4$), de suerte que 20 hectólitros de agua del gas son suficientes para la preparacion de 100 kilogramos de esa sal (1). En vista de la proporcion de amoniaco tan diferente del agua del gas del barrilete, del condensador y del lavador, no es ventajoso tratar para amoniaco el agua del recipiente comun, sino que sería más lógico (segun *A. Wagner*) recoger en recipientes particulares por una parte el agua rica en amoniaco del condensador y del lavador, y por otra parte el agua del barrilete, y tratar solo el primer líquido. En el alquitran espeso del barrilete se encuentra á veces sal amoníaca en tal cantidad (*R. Gasch*, 1873), que su separacion es ventajosa.

3.º El *alquitran de hulla*, que apenas hace 25 años aun era un manantial de molestias para las fábricas de gas y las habitaciones vecinas, fué adquiriendo desde 1858 una importancia considerable en razon de haber venido á ser el punto de partida de una nueva y poderosa industria, la industria del alquitran. El alquitran (2), líquido es-

(1) Una tonelada de carbon de Newcastle de unos 45 litros de agua de condensacion, cada uno de los cuales suministra de 74 á 81 gramos de sulfato de amonio.

(2) Los carbones ingleses dan de 4 á 4'5 por ciento de alquitran; los de

peso y negro, de un peso específico de 1'2; es como se ha dicho ya en la pág. 333, una mezcla de hidrocarburos líquidos (benzina, tolueno, propilo), de hidrocarburos sólidos (naftalina y antraceno), de ácidos (ácidos fénico, cresílico y florílico) y de bases (anilina, quinolina, lepidina, etc.); encontrándose además en ella resinas no volátiles y carbon, que constituyen los elementos de la brea. La cantidad y sobre todo la calidad del alquitran de hulla dependen no solamente de la clase del carbon, sino tambien de la manera con que se efectúa la calefaccion y de la intensidad de la misma. La cantidad del alquitran es tanto mayor cuanto más uniformidad se guarda en la calefaccion, y cuanto más baja es la temperatura de ésta. A causa del ácido carbónico (ácido fénico) que encierra, el alquitran es un poderoso antipútrido. Sirve para dar capas, que los resguarden, al hierro y otros metales, las paredes y la madera. Consúmese en cantidades enormes para la preparacion del carton alquitranado (carton para tejados). No mencionaremos aquí más que incidentalmente el empleo del alquitran para la fabricacion de ladrillos de turba ó de hulla (compuestas de cok menudo ó de carbon de alquitran), para dar color á la alfareria de greda, para la conservacion de los sillares y sillarejos, etc. Aun hace pocos años que se pretendia trasformar en gas (gas de alquitran), mas sin conseguir

Silesia, de 5 á 6 por ciento. De 100 partes de alquitran se encuentran gastando carbon inglés:

62'6 por 100 en el barrilete.
11'8 — — condensador.
25'6 — — lavador.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Hidrógeno	44'00	44'37	39'80	51'29	50'08	46'0	27'7
Gas de ciénagas	38'40	38'30	43'12	36'45	35'92	39'5	50'0
Oxido de carbono	5'73	5'56	4'66	4'45	5'02	7'5	6'8
Etileno	4'13	5'00	4'75	4'91	5'33	3'8	13'0
Propileno	3'14	4'34					
Azoe	4'23	5'43	4'65	1'41	1'89	0'5	0'4
Oxígeno	—	—	—	0'41	0'54	—	—
Acido carbónico	0'37	—	3'02	1'08	1'21	0'7	0'1
Vapor de agua	—	—	—	—	—	2'0	2'0

I y II. Gas de hulla de Heidelberg; III. Gas de hulla de Bonn, analizado por *H. Landolt*; IV y V. Gas de hulla de Chemnitz, analizado por *Wunder*; VI. Gas de hulla de Londres (1867), VII. Gas de hulla de cannel-coal, de Londres (1867).

grandes resultados, el alquitran que en la preparacion del gas se forma, por decirlo así, contra la voluntad de los fabricantes. Cuando convieue tratar el alquitran para aislar de él los diferentes elementos que lo componen, se procede conforme se ha dicho en la pág. 334. (*Destilacion del alquitran*).

4.º La *cal agotada* (cal del gas) se emplea á causa del sulhidrato de calcio que encierra, en el curtido de las pieles para el pelambre de las mismas, y como contiene cianuro y sulfocianuro de calcio, se la usa para la preparacion del azul de Prusia y de los compuestos sulfocianicos.

5.º El azufre contenido en la mezcla de *Laming* se emplea en muchos puntos (conforme queda dicho en la pág. 484) para preparar el ácido sulfúrico que, por consiguiente, debe tambien incluirse en el número de los productos secundarios de la fabricacion moderna del gas. Quizá sería más ventajoso estraer el azufre libre de la masa con vapor de agua á 300 grados. El tratamiento de la masa con aceite de alquitran que disuelve el azufre libre, se ha empleado tambien con buen éxito para la preparacion del azufre de la mezcla de *Laming*. *E. Seybel*, de Liesing, cerca de Viena, *Phipson*, *Gaultier-Bouchard* y *P. Spence* intentaron utilizar para la fabricacion del azul de Prusia el cianógeno contenido en la mezcla de *Laming*.

4. COMPOSICION DEL GAS DE HULLA. Como ejemplo de la *composicion del gas de hulla*, citaremos los análisis siguientes: 100 partes en volúmen contienen:

5. GAS PORTÁTIL. A fin de evitar los considerables gastos que exige la instalacion de canales de distribucion del gas, se tuvo la idea hace ya varios años, de comprimir el gas en recipientes particulares y trasportarlo, así reducido á pequeño volúmen, á casa de los consumidores. El gas que se emplea con tal objeto no es el gas de hulla, sino el que se saca de un esquisto bituminoso designado con el nombre de boghead y muy abundante en Escocia, cerca de Glasgow (1); esa materia da por destilacion un gas rico, de poder luminoso muy superior al de la hulla ordinaria. *D'Hurecourt* y *Hugon* contribuyeron mucho estos últimos años al perfeccionamiento de la industria del *gas portátil* (*gas comprimido, gas de boghead*), que establecida primero en Paris, se propagó enseguida á varias otras ciudades de Francia y del extranjero (Burdeos, Orleans, Bruselas, Namur, Barcelona, Génova, Venecia, Moscou).

El boghead se destila en retortas cuya forma es muy parecida á la de las empleadas para la fabricacion del gas de hulla. Al salir del barrilete el gas pasa á los condensadores donde deposita unos 600 gramos de aceite por metro cúbico; luego va á depuradores que contienen cal, y de allí á un gasómetro. Así que ha llegado á este último vuelve á tomarse el gas con una bomba, y se impele bajo una presion de 12 atmósferas adentro de cilindros de récio palastro, que sirven para trasportarlo á domicilio: de esos cilindros se vierte en casa de los consumidores, por medio de un tubo flexible, en pequeños gasómetros de campana, donde no se encuentra más que bajo una presion de cuatro atmósferas. La distribucion del gas á los diferentes mecheros que está destinado á alimentar, se efectúa bajo una débil

(1) Segun *Paven*, la cantidad de boghead que se extrae anualmente de Escocia, se eleva en la actualidad á más de 25 millones de kilogramos, 16 de los cuales se consumen en Francia en las fábricas de aceites de boghead (9 millones), en la fabrica del gas portátil de Paris (3 millones), y en las fábricas de gas comun (4 millones).

presion (12 á 20 milímetros de agua) por mediacion de un regulador. Con 100 kilogramos de boghead se obtiene próximamente 33 metros cúbicos de gas.

Los productos secundarios de la fabricacion del gas portátil son hidrocarburos líquidos y parafina, y en las retortas queda una arcilla carbonosa (*cok de boghead*) (1) que puede emplearse en la fabricacion de ladrillos, ó segun *Moride*, para desinfectar las letrinas, los mataderos, las cloacas, los aceites infectos y todos los cuerpos que exhalan gases moféticos. Reducido á polvo el cok de boghead, podria emplearse para fabricar en negro animal ó negro de humo para la tinta de imprenta. Por lo que toca á los hidrocarburos líquidos, se refinan y se someten á destilaciones fraccionadas, cuyos productos se espended al comercio. Véase más adelante: *Industria de la parafina y de los aceites minerales*.

6. FABRICACION DEL GAS Á DOMICILIO. En las casas, las estaciones de ferrocarril, las fábricas, etc., que están situadas á distancia de las poblaciones que tienen fábricas de gas, puede efectuarse la preparacion del gas de alumbrado de una manera sencilla y económica con el boghead, por medio del aparato construido por *F. Verdier*, de Courchevny (Loir y Cher). Ese aparato (figura 56, ALUMBRADO), que es una reduccion y simplificacion de una fábrica de gas, se compone de una hornilla de dos retortas *a*, de un barrilete I, de un depurador B bajo del cual hay un condensador, y de un pequeño gasómetro L: X es la espita de salida del barrilete, D la puerta del hogar y E el cenicero. Para poner en actividad el aparato, llénase primeramente de agua el barrilete I por

(1) Segun *Paven*, el cok de boghead contiene 0'75 de sustancias minerales que dan en el análisis despues de la incineracion:

Silice	59'25	por ciento.
Alúmina	39'98	—
Cal de magnesia	0'12	—
Potasa	0'10	—
Oxido de hierro	0'56	—

y 0'287 de carbon.

el tubo V, hasta que el líquido corra por el tubo K hácia el recipiente L, y se desborde por el derrame *z*; se vierte igualmente agua en el condensador hasta el nivel indicado por su derrame, y luego en el vaso S y en el pilon ó estanque del gasómetro; y en fin, se pone cok hecho menudos pedazos en el pequeño compartimiento Q del depurador, y el polvo de cal apagada en cañizos ó bastidores dispuestos al efecto en el compartimiento grande B. Cerrada la espita T se enciende el fuego en el hogar y se procura avivarlo bastante rápidamente, para que en 30 ó 40 minutos las retortas provisionalmente cerradas con puertas de palastro delgado, se eleven hasta el rojo casi cereza; se introducen entonces vivamente en las retortas las cargas de boghead contenidas en cartuchos ó tubos de papel fuerte, que se empujan hasta el fondo; despues de lo cual se aplican las puertas de hierro colado no sin antes darles una recia capa con una mezcla de cal y arcilla, y se sujetan por medio de estribos y tornillos. El gas se produce inmediatamente; de las retortas pasa á los tubos F y H, atraviesa el agua del barrilete, acompañada de vapores de alquitran y de agua amoniacal que se disuelven parcialmente en él y se condensan en líquidos, los cuales corren por el tubo K al recipiente L y se derrama por *z* en un pequeño vaso que se quita á medida que se llena. El gas escapa del barrilete por el tubo M, se mete por los tubos del condensador, en donde se liquidan los últimos vapores. Al salir del condensador el gas pasa por el tubo P al depurador, donde atraviesa el cok abandonando sus últimos restos de alquitran, y luego la cal que se despoja del ácido carbónico y del hidrógeno sulfurado; y el gas así purificado se dirige entonces por R, S é I al gasómetro, de donde sale por el tubo de espita.

7. ESTADÍSTICA DE LA INDUSTRIA DEL GAS

DE HULLA. El empleo del gas de hulla se va estendiendo más y más cada día. En 1833 no habia en Francia más que tres departamentos sin fábricas de gas, el alto Rhin, el Lozère y los altos Pirineos. Aquel mismo año la produccion de las 478 fábricas diseminadas por el territorio francés se elevaba á 315,815.540 metros cúbicos de gas. La destilacion de la hulla empleada para la fabricacion de esa inmensa cantidad de gas suministró 633,771.000 kilogramos de cok y 60,083.400 kilogramos de alquitran sin contar las aguas amoniacales y otros residuos. El valor total de esos productos se elevó á 115,284.166 pesetas, en las cuales el gas sólo entró por 88,281.541.

El departamento del Sena produce por sí solo 156,634.252 metros cúbicos de gas, es decir, cerca de la mitad del consumo total de Francia. Despues del departamento del Sena los que fabrican más gas son el Norte (25,732.000 metros cúbicos), el Ródano (14.799.000 metros cúbicos), el Sena inferior (11,440.000 metros cúbicos) y las Bocas del Ródano (10,535.000 metros cúbicos).

La fabricacion del gas de alumbrado toma en Lóndres esos últimos años un aumento considerable. Segun *J. Field*, las seis grandes compañías que alimentan de gas esa ciudad sometieron á la destilacion en 1876 y en 19 fábricas 1,575,507.845 kilógs. de hulla y consumieron en aquel mismo año 404,781.600 metros cúbicos de gas, que representan el valor de unas 67,459.545 pesetas: la venta de los productos secundarios (cok, aguas amoniacales, alquitran, etc.) dió una suma de 20,516.000 pesetas, de modo que la fabricacion del gas produjo en totalidad 87,976.125 pesetas, de la cual pertenecen próximamente los dos tercios á la *Chartered Company*, que por sí sola destila cada dia por más de 50,000 pesetas de hulla.