

El volúmen primitivo del gas viene por lo tanto á ser cada vez más pequeño, y de 1.000 decímetros cúbicos de gas bruto quedan despues de la salida

del condensador de cok . . .	994	decímetros cúb.
de la máquina de lavar . . .	971	— —
de la mezcla de <i>Laming</i> . . .	936	— —
del depurador de cal . . .	914	— —

suponiendo que los otros elementos del gas no sufren cambio alguno, como sucede realmente, si se exceptúa una corta cantidad de hidrógeno protocarbonado y de hidrocarburos pesados. Pero al volúmen del gas que disminuye poco á poco por absorcion, se añade en cada depurador bajo la forma de aire atmosférico cierta cantidad de oxígeno y ázoe.

En 1.000 decímetros cúbicos de gas bruto hay, segun el análisis relatado en *a*, 51 decímetros cúbicos de ázoe y oxígeno. Esa cantidad aumenta

en el condensador de cok con . . .	4	decímetros cúb.
en la máquina de lavar con . . .	20	— —
en la mezcla de <i>Laming</i> con . . .	33	— —
en el depurador de cal con . . .	55	— —

El volúmen total del gas tiene pues igualmente un aumento en cada uno de esos aparatos, y si se toman en consideracion las variaciones en la cantidad del hidrógeno protocarbonado y de los hidrocarburos pesados, el volúmen efectivo de 1.000 decímetros cúbicos se eleva todavia á la salida

del condensador de cok á . . .	999	decímetros cúb.
de la máquina de lavar á . . .	990	— —
de la mezcla de <i>Laming</i> á . . .	988	— —
del depurador de cal á . . .	966	— —

admitiendo, por supuesto, que la temperatura y la presion hayan sido invariables durante el paso del gas por los aparatos de depuracion.

CAPITULO IX

USOS Y ENSAYOS DEL GAS

1. Distribucion del gas de alumbrado.—2. Válvula hidráulica.—3. Regulador de la presion del gas.—4. Ensayo del gas de alumbrado.—5. Métodos de ensayo del gas de alumbrado.—6. Contadores.

I. DISTRIBUCION DEL GAS DE ALUMBRADO.

El gas acumulado en el gasómetro se lleva de dos maneras diferentes á los consumidores, ya sea por medio de conductos, ya medido en odres ó cajas de palastro herméticas que se trasportan en carruajes (véase más adelante *Gas portátil*). La distribucion del gas por medio de tubos de conduccion es casi la única que se usa. La presion en virtud de la cual el gas se pone en movimiento dentro de los conductos, es la que produce el gasómetro, presion que corresponde á una altura de agua determinada. El diámetro que debe darse á tales tubos depende de la intensidad de esa presion y del volúmen de gas que en un tiempo dado debe conducirse por ellos á una distancia determinada, aunque tambien depende del peso específico del gas y de la

posicion más ó menos inclinada de los tubos: todas esas circunstancias deben tomarse en consideracion para que el movimiento no esté contrariado por el roce que sufre el gas en los tubos, y que por lo tanto á grandes distancias la presion que el gas ha recibido no sea amenguada de manera que se efectúe una disminucion en la altura de la llama del mechero.

Los conductos principales (que están instalados siguiendo las grandes vias de las ciudades) son de hierro colado y están metidos en tierra á una profundidad de 60 á 160 centímetros; los *ramales de distribucion* (que llevan el gas á las casas) generalmente son de hierro forjado fuerte. Los conductos de hierro colado se componen del *tubo* y del *manguito*, *manga* ó *cabeza*. Esa última parte

que tiene un diámetro mayor que el del tubo, está destinada á recibir el extremo no ensanchado del tubo que sigue inmediatamente. En los parajes en que debe practicarse un ramal, el tubo de conduccion está provisto de un codo (tubo pequeño de manguito corto). En las encrucijadas se emplea un tubo con dos codos ó á veces un tubo en cruz que termina con cuatro mangas ó cabezas. Cuando se tiene la seguridad de que los conductos son impermeables al gas, se les da una mano espesa de alquitran y se juntan de manera que tengan las juntas herméticas, rellenado con una almáciga adecuada el espacio comprendido entre la pared interna del manguito y el extremo del tubo que se ha introducido en él. A pesar de todas las precauciones que se toman para juntar las cañerías ó tubos, es imposible evitar la pérdida de cierta cantidad de gas. Hay algunas fábricas en que los escapes ó pérdidas se elevan á 15 ó 20 por 100; y aun con un buen sistema de canalizacion, cuyos tubos se hayan juntado con esmero, la pérdida de gas constituye el 5 á 7 por ciento de la produccion total. Los conductos principales deben ser tan anchos como posible sea, á fin de disminuir el rozamiento del gas, y por lo tanto impedir el depósito de naftalina y de los hidrocarburos líquidos. Con objeto de extraer el vapor de agua condensado en los tubos, así como los hidrocarburos líquidos, que constituyen un obstáculo al libre paso del gas, se adaptan, en los puntos más bajos de las canalizaciones, recipientes ó sifones (*sifones de purga*), que se vacian por medio de una bomba. Los tubos de distribucion que llevan el gas á las casas, son de hierro forjado y más aun de plomo. Los tubos de plomo tienen la inmensa ventaja de ser sumamente fáciles de manejar, si bien tienen el inconveniente de ser fácilmente fusibles. Los tubos de estaño, latón y cobre son hartos caros, y los que se hacen con los dos últimos metales tienen además grandes inconvenientes; pues los tubos

de latón se hienden con mucha facilidad en la soldadura cuando se les encorva; los de cobre son vivamente atacados por el gas, máxime cuando éste no ha sido despojado del amoníaco con todo el cuidado que fuera de desear, lo cual probablemente dimana de formarse ácido azooso á espensas de aquel álcali. También se producen en los tubos de cobre mezclas explosivas que, según *Crova*, se componen esencialmente de la combinacion de óxido de cobre y acetileno, descubierta por *Berthelot* y que pueden dar origen á peligrosas explosiones.

2. VÁLVULA HIDRÁULICA. En el punto en que el tubo principal del sistema de la canalizacion deja el gasómetro, hay, conforme hemos dicho, una espita que retiene el gas en la campana cuando no conviene darle paso. En vez de esa espita es mejor emplear una *válvula* llamada *hidráulica*, que en lo esencial está dispuesta como un gasómetro. Consiste en un vaso de palastro IKLM lleno de agua (figura 50, ALUMBRADOS). El tubo A comunica directamente con el gasómetro, y el tubo B con el tronco principal del sistema de las canalizaciones, encima de los dos tubos hay el tambor CEFD, que está contrabalanceado por los pesos *x* é *y*. Si se quita el peso *y*, el tambor baja en cantidad suficiente para que el tabique GH baje á más del nivel del agua, y queda entonces interrumpida la comunicacion entre los tubos A y B.

3. REGULADOR DE LA PRESION DEL GAS. El *regulador de la presión del gas* tiene por objeto regular la afluencia del gas del gasómetro á los tubos de conduccion. El regulador se compone esencialmente de una campana unida á una válvula cónica que se abre ó se cierra por sí misma, según salga demasiado ó harto poco gas para las necesidades del consumo. El aparato en sí consiste en un pequeño gasómetro, en cuyo pilón entra el tubo que lleva el gas del recipiente; al lado de ese tubo se halla el que distribuye

el gas por los conductos, y el orificio de este último se cierra con una plancha que tiene en medio una abertura cónica más ancha por abajo que por arriba, y en la que se mueve un cono fijado libremente por su punta en el centro de la capa de la campana. Así que la campana ha tomado cierta posición, sale por la abertura anular la cantidad de gas, que es exactamente suficiente para mantener una presión determinada en los conductos. Para conseguir que la campana tome esa posición es preciso darle un peso determinado, lo cual se logra por medio de un contrapeso ó de un flotador. Si entonces la presión ó la velocidad de la salida del gas procedente del gasómetro sufre algún cambio, por de pronto penetra en la campana una cantidad de gas mayor que la correspondiente á la presión normal; pero á la sazón la campana se levanta, y como al propio tiempo se levanta la válvula cónica, se estrecha el orificio anular del tubo de distribución; por lo que importa que la campana vuelva á bajar hasta que su peso y la presión se hayan puesto en equilibrio. Si la presión disminuye en los tubos de conduccion, sucede lo contrario, á saber: la campana baja, el orificio anular se agranda y la presión normal se restablece merced á una afluencia más considerable de gas.

4. ENSAYO DEL GAS DE ALUMBRADO. En el gas de alumbrado, lo mismo que en la llama de las materias alumbrantes líquidas y sólidas, las partículas de carbon separadas son las que encendidas hasta el rojo candente comunican á la llama su propiedad iluminante (véase página 412). Todas las influencias que impiden la separacion de esas partículas carbonosas ó que las destruyen por acción química, quitan inmediatamente á la llama del gas su poder luminoso. A tales influencias corresponden: 1.º, la afluencia immoderada del aire ó del oxígeno: haciendo arder una llama de gas en el oxígeno, se nota que su poder alumbrante queda aniqui-

lado, y lo mismo sucede si antes de la combustion se mezcla el gas con aire atmosférico, como se efectúa con el aparato imaginado por *Erdmann* para el ensayo del gas y en la lámpara de gas de *Bunsen*. 2.º, la presencia del ácido carbónico en la llama del gas; si se pone carbon encendido en contacto con ácido carbónico, se forma, como sabemos, óxido de carbono ($\text{CO}^2 + \text{C} = 2\text{CO}$), que arde con llama no iluminante. Como el gas elailo (etileno, C^2H^4) se descompone, estando rojo, en hidruro de metilo (hidrógeno carbonado CH^4) y en carbono (C), y este último reduce una cantidad equivalente de ácido carbónico en óxido de carbono, resulta que el ácido carbónico sustrae el poder iluminante la mitad de su volumen en gas elailo. Si, por ejemplo, un gas de alumbrado con 6 por ciento de gas elailo contiene á la vez 6 por ciento de ácido carbónico, el poder alumbrante de 3 por ciento de gas elailo quedará destruido por el ácido carbónico. Esto demuestra cuán importante es que la separacion del ácido carbónico en el depurador sea tan completa como se pueda.

Pocos datos tenemos referentes á la relacion que existe entre la intensidad luminosa de una llama de gas y la cantidad de partículas carbonosas separadas en la llama. Sin embargo, se aproximará mucho á la verdad admitiendo que la intensidad luminosa y la cantidad del carbon separado, están poco más ó menos en razón directa, y que por consiguiente un gas alumbrante tanto más cuanto mayor es la proporción del carbon libre en la llama. Cumple, empero, no olvidar que la temperatura á que las partículas carbonosas se calientan en la llama, ejerce igualmente una notable influencia sobre el poder iluminante: cuanto más alta sea la temperatura de la llama más vivamente alumbrará, siendo unas mismas las circunstancias en lo demás. El gas y los vapores ricos en hidrocarburos arden, como sabemos, con una llama rojizo-fuliginosa y poco caliente, porque la

temperatura de ésta no es suficiente para elevar hasta el rojo blanco ó candente todas las partículas de carbon separadas. Si entonces se aumenta la afluencia del aire (como se efectúa en las lámparas de petróleo y de aceite solar por medio del tubo de cristal) puede elevarse la temperatura de la llama de modo que no se exhale ya hollin ó negro de humo, y que el carbono puesto en libertad, que entonces se calienta hasta el rojo blanco claro, aumente el poder luminoso; si bien, empero, es más probable que bajo la influen-

1 volúmen de etileno C²H⁴ que se desdobra en 1 volúmen de hidruro de metilo y 2 de vapor de carbon.
 1 — propileno C³H⁶ — — 1'5 — — — 3 — —
 1 — butileno C⁴H⁸ — — 1 — — — 3 — —

y podemos admitir que las intensidades luminosas de esos tres gases son entre sí como 2 : 3 : 4. Si representamos por 100 la intensidad luminosa del gas etileno, tenemos para las intensidades luminosas de los gases y de los vapores contenidos en el gas de alumbrado purificado, los vapores siguientes, estando la densidad de los vapores reducida por el cálculo á la que tendrían á 0 grados, si á esa temperatura quedasen en tal estado:

	Á 0°	Á 15°
de propilo equivale á	11'5	25'7 volúmenes de gas etileno
de benzina.	9'63	23'7 — — —
de naftalina.	0'116	0'016 — — —

Por consiguiente, si por ejemplo, 100 litros de hidrógeno á 0 grados ó á 15 grados están saturados de vapores de benzina, el poder iluminante de la mezcla es igual al que estuviese formado por una mezcla de 100 litros de hidrógeno con 9'6 ó 23'5 litros de gas de etileno.

Para la saturacion de 100 piés cúbicos ingleses (=28'3 metros cúbicos) de hidrógeno (ó de hidruro de metilo) con vapores de hidrocarburos, se necesitan:

cia de ese aumento de la corriente del aire, una parte del carbono arda con sobrada rapidez y por ende quede inactiva. Si admitimos que el poder alumbrante de una llama es proporcional á la cantidad de carbono separado, y comparamos los hidrocarburos gaseosos que se encuentran en el gas de alumbrado purificado, principalmente los que corresponden á la fórmula (CH²)ⁿ y que al rojo se desdoblan en hidruro de metilo y carbono, tenemos con toda seguridad los datos siguientes:

Etileno.	100	Butilo.	350
Propileno.	150	Acetileno.	450
Butileno.	200	Vapor de benzina.	450
Propilo.	250	Vapor de naftalina.	800

El siguiente cuadro indica la cantidad de gas etileno que para obtener una igual intensidad luminosa se puede reemplazar impregnando un gas combustible (hidrógeno ó hidruro de metilo) con vapores de hidrocarburos á 0 grados y á 15 grados. Una impregnacion con vapor.

	Á 0°	Á 15°
500 gramos.	1.128	gramos de vapor de propilo.
17 — — — — —	58 — — — — —	— de butilo.
214'5 — — — — —	522 — — — — —	— de benzina.
0'32 — — — — —	0'32 — — — — —	— de naftalina.

Si, por consiguiente, se quisiera, conforme se efectúa en la carburacion del gas, transformar hidrógeno en gas de alumbrado por saturacion con vapores de benzina, se necesitarían por 1.000 piés cúbicos del primero á 0 grados, 2.145 gramos de benzina, y á 15 grados, 5.220 gramos.

5. MÉTODOS DE ENSAYO DEL GAS DE ALUMBRADO. Para ensayar el gas de alumbrado bajo el punto de vista de su calidad y para determinar su valor relativo, se emplean actualmente en la práctica cuatro métodos ó aparatos: 1.º, el método gasométrico; 2.º, la determinacion del peso específico del gas; 3.º, el aparato de *Erdmann*; 4.º, el ensayo fotométrico.

1.º La ejecucion del método gasométrico exige un conocimiento exacto del nuevo procedimiento de análisis de los gases imaginado por *R. Bunsen*. Para el objeto que tenemos á la mira, nos basta saber que una mezcla de ácido sulfúrico anhidro y de ácido sulfúrico concentrado ordinario, puede absorber los hidrocarburos pesados del gas de alumbrado. La separacion de esos cuerpos se efectúa de la manera más completa, si se introduce en un tubo eudiométrico una cantidad determinada de gas, y enseguida se hace pasar al tubo una bolita de cok atada á un alambre de platino y empapada de ácido sulfúrico que en algunos instantes absorbe los hidrocarburos. Para determinar la riqueza en carbono de esas combinaciones, cuya cantidad se deduce de la disminucion de volúmen que el gas ha sufrido, combínase el procedimiento por absorcion con dos análisis por combustion, y con ese objeto el gas que debe analizarse se quema con un exceso de oxígeno (en el eudiómetro, con ayuda de la chispa eléctrica); la primera combustion se hace con el gas en estado natural, y la segunda con el gas de antemano despojado de los hidrocarburos pesados, y se cercena la cantidad del ácido carbónico obtenido en la segunda combustion, de la que se ha formado en la primera. Con frecuencia se ha usado para la absorcion el *cloro* y el *bromo* que forman, con los hidrocarburos pesados, líquidos oleaginosos. Segun un método de análisis del gas de alumbrado, imaginado por *O. L. Erdmann* y descrito por *C. O. Grasse*, el gas que sale del gasó-

metro, despues de haberse despojado previamente del ácido carbónico, se quema por introduccion del oxígeno en la llama: el ácido carbónico y el agua que así se han formado, se recogen y se pesan.

2.º La evaluacion del valor de un gas de alumbrado segun su peso específico, es un método de ensayo que en la práctica se usa muy á menudo y con razon, porque la experiencia enseña que en general el poder alumbrante está en proporcion directa del peso específico del gas, aunque no deba deducirse de esta circunstancia que si un gas es ligero, forzosamente ha de ser malo. El gas de alumbrado se compone de una mezcla de gas y de vapores de diferentes densidades; pues en él se encuentran:

	Densidades
Gas etileno.	0'976
Gas de ciénaga.	0'555
Hidrógeno.	0'069
Oxido de carbono.	0'967
Acido carbónico.	1'520

El peso específico de los vapores mezclados con esos gases ofrecen muy grandes variaciones que dependen de la naturaleza de la sustancia en el estado de vapor, y sin embargo, esos vapores son, especialmente el de la benzina, los que con el gas etileno comunican al gas de alumbrado su poder luminoso. El método basado en la determinacion del peso específico no puede, por consiguiente, emplearse para el ensayo de los gases de alumbrado, como no se tenga de antemano la seguridad de la analogia de composicion de los gases que han de ensayarse y compararse (que es una consecuencia de la analogia de composicion de los carbonos empleados para la preparacion de dichos gases). *Schilling* construyó (basándose en las indicaciones de *Bunsen*) un aparato de que actualmente se usa para la determinacion del peso específico de los gases de alumbrado. Ese aparato se funda en el principio de que los pesos específicos de dos