

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 30 DE NOVIEMBRE DE 1892.

4.ª Serie.

Tomo 10.

Número 22.

AÑO XL DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Alumbrado eléctrico del puerto de Barcelona.—Bibliografía, por D. M. Carderera.—Congreso internacional de ferrocarriles, por D. N. Puig de la Bellacasa.

SUMARIO DEL BOLETÍN.—Reformas en el personal de Obras públicas.—Bibliografía —Subastas.—Movimiento del personal de Obras públicas.

ALUMBRADO ELÉCTRICO DEL PUERTO DE BARCELONA

(Continuación.)

Para mostrar toda la importancia de los resultados adquiridos y hacer comprender la transformación que ha comenzado ya á operarse en los procedimientos del alumbrado por gas, no creemos pecar de inoportunos, antes de entrar en la descripción material de nuestro proyecto, y como fundamento y esencia del mismo, exponiendo en brevisimo resumen los principios científicos, hoy día universalmente aceptados, en que reposan todos los progresos más recientes de este sistema de alumbrado. Ahora bien; como la cuestión puede examinarse bajo dos puntos de vista diferentes, cuales son: primero, el modo de combustión del gas más perfecto y posible, y segundo, la distribución más ventajosa y económica de los focos, y toda vez que éste depende esencialmente de aquél, así como de las circunstancias locales y tal vez de las impuestas al problema, comenzaremos por fijar las condiciones de combustión del gas, á fin de obtener su máxima potencia luminica (1) para un determinado consumo.

Principios admitidos para la perfecta combustión del gas.—El gas del alumbrado se obtiene, como sabemos, por la destilación de la hulla en vasos cerrados ó *crisoles*. Dicha destilación da nacimiento á diversos hidrocarburos mezclados con vapores acuosos y amoniacales, breas minerales más ó menos complejas y pequeñas cantidades de hidrógeno, oxígeno, hidrógeno sulfurado, sulfuro de carbono, ácido carbónico y nitrógeno. La depuración física y química que se practica en las fábricas tiene por objeto retener en

(1) Dicho máximo recibe la gráfica denominación de «Título del gas.»

aparatos apropiados las aguas amoniacales y las breas, así como las impurezas, comprendiendo en éstas el ácido carbónico, el sulfuro de carbono y el hidrógeno sulfurado. El gas, tal como queda almacenado en los gasómetros para ser distribuido por las cañerías de la ciudad, se presenta entonces como una mezcla de distintos hidrocarburos, conservando todavía algunas trazas de los cuerpos precedentes y en especial de hidrógeno y óxido de carbono. En ciertos casos mal determinados y según la temperatura, suele contener también, por desgracia, un hidrocarburo especial, la *naftalina*, que tiene la propiedad de depositarse en laminillas sólidas de color blancuzco cuando la temperatura del suelo desciende solamente á 10° centígrados sobre cero, pudiendo hasta obstruir las cañerías y disminuir en consecuencia la potencia luminica del gas.

En el acto de la combustión la luz es producida por la descomposición de los hidrocarburos, formándose el carbono en estado sólido, cuyas partículas pasan al rojo blanco por la elevación de la temperatura de la llama. Si se considera la forma de ésta en un mechero de los llamados *de abanico*, se ve que la zona inferior transparente y fría no es más que una zona de *preparación*; el gas no empieza á quemarse sino á cierta distancia del orificio de salida y una vez bien mezclado con el aire atmosférico.

De este análisis se deducen las dos condiciones esenciales de la potencia luminosa. Para que un gas pueda producir luz de alguna intensidad se necesita: 1.º, que contenga partículas sólidas de carbono; 2.º, que la temperatura de la llama sea elevada. La llama del hidrógeno puro posee, como sabemos, elevadísima temperatura; pero no se hace brillante, sin embargo, hasta insuflar en ella partículas de un cuerpo sólido.

De aquí que mientras más carbono se produzca, la llama obtendrá mayor brillantez; ó dicho de otro modo, *la potencia luminosa de un gas, aumenta con la proporción de hidrocarburos que contiene.*

La riqueza de un gas de hulla se considera también *proporcional á la densidad*, puesto que ésta será tanto mayor, cuanto mayor sea la cantidad de hidrocarburos. Estos resultan condensables por el bromo; luego podemos decir en tesis general, que un gas tendrá un título proporcional á la cantidad que contenga de hidrocarburos condensables.

Se puede anular fácilmente la potencia luminosa de un gas, mezclándole por bajo de la llama ó en la zona de preparación, con aire ó con oxígeno. La llama entonces se enfría notablemente y se hace azulada; el nitrógeno del aire introducido en demasiada cantidad se calienta á expensas de la llama, cuya potencia disminuye. En dicho principio precisamente están fundados los focos Bunsen, los aparatos de calefacción por gas, etc., etc. La misma disminución del poder lumínico puede obtenerse también por la mezcla del vapor de agua y aun simplemente del ácido carbónico.

La presión del aire atmosférico ejerce asimismo una influencia considerable sobre el título de un mismo gas. Hoy día está demostrado que la potencia luminosa decrece con la presión del aire, en la proporción de 0,2 por 100 por cada milímetro de mercurio, ó refiriéndonos al consumo, la pérdida del poder lumínico de un gas viene á ser algo más de un litro por cada 50 metros de elevación. Dadas, pues, las diferentes altitudes de Madrid (610 metros) y Barcelona (0 metros), el mismo gas que diera en Madrid el tipo de 105, es decir, que exigiera el consumo de 105 litros para la producción de un *cárcel*, tendría en Barcelona el de 87; bastando 87 litros para producir la misma unidad de luz.

Inversamente; cuando el gas arde en el aire comprimido, su poder luminoso aumenta de un modo notable; fenómeno igual al tantas veces observado para las luces de otros sistemas en las fundaciones neumáticas.

Estos diversos efectos son debidos á la mayor ó menor separación de las moléculas de oxígeno, según el estado de rarefacción ó compresión del aire. Además, el gas se comprime ó se dilata según la presión exterior, de modo que un mismo peso corresponde á volúmenes diferentes.

Los contratos de la Compañía del gas municipal de Barcelona (Sociedad Lebon), como todas las de origen ó nacionalidad francesa, determinan el título del gas que suministran del modo siguiente. Un mechero especial llamado de Argand ó Bengel debe quemar 105 litros de gas para producir la misma potencia luminosa que una lámpara *cárcel* (1). Si el consumo en dicho mechero fuera solamente de 100 litros para producir la misma intensidad de luz, se dice que el gas tiene el título de 100, y así sucesivamente. Dichos experimentos se hacen, por lo general, con el gran fotómetro de Dumas y Regnault y método operatorio prescrito por estos químicos ilustres. En Francia, no obstante, suele emplearse también con excelente éxito el aparato verificador Giroud, bastante más sencillo, y en el que se hace la comparación con el consumo de un solo mechero, de dardo de 38 litros, en vez del Argand de 30 agujeros empleados en el aparato Dumas. En Inglaterra y Alemania se compara el gas á bujías de intensidad determinada, correspondiendo un *cárcel* á 8'30 bujías normales inglesas de espermaceti (candle) y á 7'5 alemanas de parafina.

Influencia de los mecheros.—Vemos, pues, por cuanto precede, que la combustión del gas obedece á leyes muy precisas y hoy bien determinadas, no siendo tan sencillas como á primera vista parece; pero aún nos resta examinar una cuestión esencialísima por la gran influencia que ejerce sobre el expresado fenómeno, cual es la forma y sistema del mechero empleado.

Si tomamos el más sencillo de estos sistemas, formado por una sola

(1) Sabemos que estas lámparas consumen por hora 42 gramos de aceite de colza.

abertura circular de algunos milímetros de diámetro, practicada en el centro de un pequeño trozo de fundición ó de esteatita, atornillado en la extremidad de un tubo, se observan en la llama del gas tres partes bien distintas: la *envolvente exterior*, de un azul pálido, donde se forma el ácido carbónico, producto de la combustión; la parte brillante blanca y tendiendo al rojo en su centro, que es la *zona de descomposición* de los hidrocarburos, y finalmente, la parte inferior ó *zona de preparación*, bastante fría, para poder colocar en ella un trozo de papel sin que se inflame.

De esta consideración podemos deducir la forma que conviene dar á los mecheros, pues nuestro principal objeto ha de ser el aumentar, ensanchar, distender todo lo posible la zona media de la llama.

Si limitamos la abertura anterior al pequeño diámetro de 1 á 2 milímetros, obtendremos el mechero de *dardo* ó *bujía*; su llama irá engrosando hasta la mitad de su altura para estrechar después terminado en punta alargada. Esta llama no puede producir mucha luz, porque siendo *demasiado gruesa* queda sin quemar gran número de partículas carbonosas por falta de comburente, y su temperatura no llega nunca á ser elevada.

Si disponemos de *dos* aberturas cilíndricas de 1 á 2 milímetros de diámetro, pero inclinadas una hacia otra, obtendremos una llama en forma de copa dirigida según el plano bisector de los dos pequeños orificios; tal es el mechero *Manchester*, cuya llama es algo más brillante que la anterior.

Aún obtendremos mucho mejor resultado, reemplazando la abertura circular del mechero sencillo ó de dardo, por una hendidura central de amplitud inferior á 1 milímetro. Este nuevo mechero, llamado *hendido* ó de *abanico*, por la forma especial que toma la llama, más extendida que la Manchester y de brillantez mucho mayor, se recomienda por lo sencillo y sólido de su construcción, su no exagerado consumo (115 á 125 litros por cárcel) y la facilidad que existe para su limpieza y conservación, circunstancias que han generalizado su empleo con suma rapidez; pudiendo decirse que hoy es el universalmente adoptado para todo alumbrado, privado ó público, en que se requieren solamente focos de pequeña intensidad (1 á 2 cárcels).

Hay que advertir, sin embargo, que en estos mecheros el gas sale con cierta velocidad, que depende de la presión con que llega al tubo de toma. Ahora bien, una velocidad excesiva enfría la llama, dejando pasar una cantidad de gas que no tiene tiempo de quemarse; y de aquí la disminución de la potencia luminosa y el mayor consumo. Es, pues, forzoso, para obtener un buen rendimiento en los mecheros de abanico y una llama clara y estable, que la hendidura no sea demasiado estrecha ni la presión elevada, y como esta última condición no es siempre posible en una distribución de gas, se hace preciso el empleo para cada mechero de los pequeños regula-

dores de presión, ó mejor dicho, de volumen, cuyo principio es debido á Mr. Giroud, y de los que más adelante nos ocuparemos.

Al lado de estos tipos sencillos, en los cuales la llama es aplanada, hay que colocar los tipos de mecheros circulares, en los cuales se escapa el gas por una serie de pequeñas aberturas practicadas en un tubo anular; la llama, como la de las lámparas de aceite, debe resguardarse con una chimenea de vidrio, rodeándola el aire tanto exterior como interiormente. La llama, en este caso, no debe ya conservar cierta rigidez ni extenderse como en el caso precedente; de aquí la necesidad de una baja presión. Como consecuencia será muy rara la partícula de carbono que escape á la combustión, y obtendremos una gran potencia luminosa con un consumo escaso. Dichos mecheros, cuyo principio es debido á Argand, de donde les proviene su nombre genérico, y conocidos más comunmente en Francia por el del constructor Bengel, son muy convenientes y se han extendido mucho en el alumbrado particular; pero no se emplean casi nunca en el alumbrado de las vías públicas por la baja presión que exigen, por la necesidad de una chimenea y por no poderlos exponer sin graves accidentes ó roturas á las fuertes corrientes atmosféricas.

Hé aquí la comparación de los diversos mecheros que hemos examinado bajo el punto de vista del consumo:

SISTEMAS DE MECHEROS	Consumo en litros por cárcel
Dardo ó bujía (1 agujero).	155
Manchester.	140
Abanico (usado en Francia).	125
Id. (Barcelona-Lebón).	115
Argand (tipo normal inglés).	115
Id. francés (Bengel).	105
Id. inglés de Sugg.	101

Los pequeños mecheros generalmente usados, se hacen de fundición ó de esteatita. Estos tienen el inconveniente de romperse cuando se les maneja con torpeza; pero en cambio los de fundición se oxidan con gran rapidez, sobre todo en los lugares húmedos, y además enfrían la llama por conductibilidad. Debe preferirse siempre, por lo tanto, el uso de la esteatita, que generalmente se reserva para la boquilla superior, construyéndose el resto del mechero con el llamado *metal inoxidable*.

Focos intensivos. Primer procedimiento.—Para un gas de un título determinado, el rendimiento luminoso aumenta, según hemos dicho, con la temperatura de la llama. Crece también aumentando el consumo en la unidad de tiempo; de modo que dos mecheros yustapuestos de 60 litros producen menos luz que uno solo de 120 litros. Pero como no puede acre-

centarse indefinidamente el consumo de los mecheros simples que hemos examinado, la primera idea que se ocurrió naturalmente para alcanzar mayor intensidad, fué la de los mecheros *conjugados*; es decir, la reunión de dos ó más de los sencillos de modo tal, que sus llamas se toquen ó se compenetren. También puede agruparse según los vértices de un polígono cierto número de llamas simples hasta producir su contacto.

(Se continuará.)

Nuestro distinguido compañero D. Mariano Carderera nos ha honrado remitiéndonos el artículo que publicamos á continuación.

BIBLIOGRAFÍA

Carreteras, por D. Manuel Pardo, Ingeniero jefe de primera clase de Caminos, Canales y Puertos y profesor de la Escuela. Un tomo en 8.º de 524 páginas y un atlas con 43 láminas.

Grato deber es para nosotros anunciar á los compañeros la nueva obra que el Ingeniero Jefe del Cuerpo, Sr. D. Manuel Pardo, ha publicado con el título de *Carreteras*. A los que conocen las excelentes condiciones de los *Materiales de construcción*, publicados años hace por el mismo autor, poco hay que decirles: *Carreteras* reúne en el mismo grado y aun, si cabe, en grado superior, las cualidades que aquélla atesora: unidad de pensamiento, ordenado método, exposición clara, lenguaje castizo y discreción suma en elegir los asuntos y tratarlos desde los puntos de vista científico y práctico, que hoy se exige en estas publicaciones. Difícil era aunar tales excelencias en asunto de suyo complejo é incoherente como el de un Tratado acerca de las primeras materias empleadas por el constructor, y el Sr. Pardo lo consiguió; no es, pues, de extrañar que en punto concreto y determinado resplandezcan con mayor brillantez y hagan de *Carreteras* un libro científico, de reconocida utilidad y de agradable y hasta amena lectura.

Ya que no sea fácil evidenciar todas estas cualidades en los límites de un artículo, nos circunscribiremos á reseñar ligeramente las materias que contiene el libro, transcribiendo casi á la letra los apartes del índice.

Después del prólogo, consagrado á interesantes apuntes históricos acerca de la vialidad desde los tiempos más remotos hasta nuestros días, se expone el plan de la obra. Consignase en él la división en cuatro secciones: estudio somero de los vehículos y motores; sistemas de caminos afirmados, sus condiciones de establecimiento y modo de ejecutar las obras; conservación y reparo de las mismas, y, finalmente, trazados y proyectos, que de intento deja el Sr. Pardo para lo último, convencido por la larga práctica de la enseñanza del mayor provecho que así se consigue. Tres apéndices, en que se incluyen documentos importantes y de consulta diaria en el