

des cantidades cuando se procede á la abertura de algun pozo sobre los manantiales de petróleo en las comarcas occidentales de los Estados Unidos, se emplea actualmente en varios parajes para el alumbrado y á la calefaccion. Así, por ejemplo, la ciudad de Erié (Pensilvania) se alumbrada con gas natural recogido en manantiales particulares, que ascendian al número de veinte y cinco el año 1874: cada manantial da por término medio al día 586 metros cúbicos de gas. En las minas de sal de Sztatina (comitado de Marmarosch) se exhala gas de alumbrado á unos 90 metros de profundidad, por las grietas de una capa de marga arcillosa que está encerrada entre bancos de sal gema. Ese fenómeno se conoce desde el año 1770. Como en Fredonia, el gas suministrado por la naturaleza se utiliza para el alumbrado, y así se aprovecha en Sztatina para alumbrar los parajes más hondos de la mina. El depósito de sal gema de Stassfurt suministra igualmente, si bien que en cantidad poco considerable, gases combustibles. El misionero *Imbert* refiere que en la provincia de Szu-Tchhouan (China) se cavaron para llegar á los depósitos de sal gema numerosas minas ó aberturas de sonda hasta 1.500 y 1.600 piés de profundidad; y la mayor parte de esos pozos dan salida á gas de alumbrado, cuyo desprendimiento va acompañado de considerable estrépito. Con tubos de bambú se conduce el gas á todas las distancias que se quiere, y sirve para alumbrar las calles, tiendas y almacenes, así como de combustible en las salinas. El fenómeno más notable de los que aquí mencionamos es el que se observa en el paraje denominado *Campo de fuego*, cerca de Bakou, en la península de Apscheron, en la costa occidental del mar Caspio: en gran número de puntos el suelo deja escapar de una manera continua corrientes de gas hidrógeno carbonado. El gas se desprende las más de las veces de un terreno árido y pedregoso, donde en otro tiem-

po se alzaba un templo. Segun la tradicion, haria miles de años que allí arderian dichos gases. Algo semejante se encuentra en el Kurdistan, cerca de Arbela, en Mesopotamia, en Chitta-Gong, en Bengala, y en otros lugares del continente asiático.

Por lo que toca al gas preparado artificialmente con la hulla, los ingleses *Clayton* y *Hales* observaron de 1727 á 1739 que el carbon fósil daba origen á un desprendimiento gaseoso cuando se sometia á la accion del calor; más adelante (1767) el obispo *Landlaff* demostró que el aire combustible podia conducirse á todas partes por medio de tubos; el catedrático de química *Pickel*, de Wurtzburgo, empleó, por los años 1786, el gas preparado con huesos para el alumbrado de su laboratorio sito en el jardín de Julius-Hospital. Casi por la misma época lord *Dundonald* hizo en su quinta ó palacio esperimentos sobre el empleo del gas de hulla. Primeramente no se trataba más que de la extraccion del alquitran de hulla como producto accesorio de la preparacion del cok. Los obreros habian colocado tubos de hierro en donde se depositaba el alquitran, y tenian la costumbre de encender durante la noche el gas que se exhalaba de tales tubos, y utilizar para el alumbrado la llama así producida. Dicho lord en persona encendia en su palacio el gas como un objeto de curiosidad.

Mas todos esos esperimentos y otros análogos no eran en cierto modo más que el prelude del descubrimiento del gas de alumbrado, descubrimiento que puede atribuirse á *Felipe Lebon d'Humbersin*, que en 1796 procuró con su *termolámpara* producir con la destilacion de la leña luz, calor y fuerza motriz. *Lebon* anunció su descubrimiento al Instituto de Francia en 1798, y el 28 de Setiembre del siguiente año tomó un privilegio de invento en el que igualmente mencionaba que la hulla podia dar gas de alumbrado; y en efecto, algunos años despues (1803) ins-

CAPÍTULO VI

ALUMBRADO DEL GAS

1. Historia y generalidades.—2. Materias primeras de la fabricacion.—3. Gas de hulla.
—4. Productos de la destilacion de la hulla.

1. HISTORIA Y GENERALIDADES. Se observó hace ya muchos siglos que el carbon fósil da un gas combustible, y hasta en los tiempos más remotos se sabia ya que en las minas de hulla y de lignito, así como en los depósitos de sal gema, se acumulan grandes cantidades de gases combustibles, que bajo la forma de manantiales gaseosos llegan á veces hasta la superficie de la tierra.

El suelo de ciertas comarcas contiene gas de esa especie en cantidad tanta, que basta implantar en él un tubo para producir inmediatamente el desprendimiento de una corriente gaseosa que puede utilizarse para el alumbrado. En las cercanias de Fredonia, en el estado de Nueva-York, la naturaleza parece que quiere ostentar una completa fabrica de gas análoga á las que en las ciuda-

des no podemos instalar sino á costa de enormes dispendios. Al demoler un molino una parte de cuyas obras de albañileria se habia construido en el riachuelo denominado Canadaway, se observó que se desprendian del agua burbujas de gas hidrógeno-carbonado. Intentando practicar un orificio ó pozo de sonda, se encontró á cierta profundidad una capa de piedra caliza bituminosa, y entonces se exhaló por el orificio el gas que actualmente se recoge y dirige por medio de tubos en todas las localidades en donde sirve para el alumbrado. Cada doce horas se obtienen unos 22 metros cúbicos de gas hidrógeno carbonado, que segun las investigaciones de *Fouqué*, es una mezcla de gas de ciénaga (CH_4) y de hidruro de etilo (C_2H_6). El gas que suele exhalarse á veces en gran-

talaba en París una termolámpara en el palacio de *Seignelay* (calle de Santo Domingo n.º 95) cuyos aposentos y jardín alumbraba con gas estraído de la hulla. «Algunos escritores ingleses, dice el baron *Ernouf*, atribuyen la prioridad del descubrimiento del gas de alumbrado al ingeniero *Guillermo Murdoch*, y sostiene que desde el año 1792 la casa que habitaba en el condado de *Cornualles* estaba alumbrada con gas. Lo que parece más positivo es que á fines de 1798 *Murdoch* recibió el encargo de montar un aparato de alumbrado por gas en la fábrica de *Watt* y *Boulton*, en *Soho*, cerca de *Birmingham*. Pero tambien se sabe que dicho aparato hubo de sufrir numerosas modificaciones, y no comenzó á funcionar con regularidad hasta 1805. Antes no habia servido más que para hacer esperimentos y para iluminaciones. Admitiendo que sean exactos tales asertos, la única consecuencia que se puede sacar lógicamente, vista la absoluta interrupcion de comunicaciones entre ambos paises en aquella época, es que *Lebon* y *Murdoch* hubieron de hacer el mismo descubrimiento cada uno por su lado, del mismo modo que antes sucediera con *Lavoisier* y *Priestley* tocante al oxígeno. Además, *Murdoch* no alcanzó resultado práctico formal hasta despues de asociarse con un alemán *Federico Winsor*, más conocido por *Winsor*, el cual fué un vulgarizador hábil y denodado que no hizo nada hasta despues de conocer la termolámpara de *Lebon*.»

A contar de 1804 el uso del gas para el alumbrado fué tomando mayor estension cada día, y en *Londres* el empleo de esa materia alumbrante se generalizó mucho más que en todas las otras ciudades. Antes de entrar ese nuevo modo de alumbrado en la vida civil propiamente dicha, se usaba esclusivamente en las fábricas, vastos talleres y establecimientos análogos. En 1812 las calles de *Londres* fueron alumbradas con gas, y en 1820 el mismo alumbrado se introdujo en

París. De las dos metrópolis se propagó rápidamente á las ciudades y pueblos, y dentro pocos años habrá penetrado en todo el mundo civilizado, porque las mejoras aportadas á la fabricacion, y sobre todo la preparacion del gas con madera y turba, introducida por *T. Pettenkofer*, así como las afortunadas tentativas que *H. Hirzel* practicó para utilizar los residuos del petróleo en la fabricacion del gas de alumbrado, han rebajado considerablemente el precio de esa materia alumbrante, permitiendo su introduccion hasta las poblaciones pequeñas; y hasta puede decirse con certidumbre que en tiempo poco lejano se empleará el gas para calentar las habitaciones en tan grande escala como ahora sirve para el alumbrado. Bajo este punto de vista se debe esperar mucho del empleo del gas en el agua y de los perfeccionamientos que serán aportados á su fabricacion. Conforme se ha dicho ya al principio del primer capítulo de los alumbrados, la base del alumbrado con gas es enteramente la misma que la en que se fundan los otros métodos de alumbrado, toda vez que científicamente hablando, no hay otro alumbrado por ahora más que el alumbrado del gas. Si consideramos que en el mecheró encendido el gas alumbrante se produce á espensas de la materia luminosa y que arde casi al mismo tiempo, es evidente que el alumbrado con aceite (aceite de nabina, aceite solar y petróleo), con la cera, la parafina ó el ácido esteárico, no se distingue del alumbrado con gas, sino por el sitio de la produccion del gas y el momento en que la combustion se efectúa. Bajo este concepto el alumbrado con gas podría considerarse como un paso dado atrás, y la siguiente observacion hecha por un químico, conceptuarse exactísima. «Si el alumbrado del gas hubiese sido el modo de alumbrado primitivo, ó si no se hubiesen descubierto hasta despues del gas las bujías ó las lámparas, en las que se encuentran hasta cierto punto las operaciones complicadas de las fá-

bricas de gas, este descubrimiento se habria puesto indudablemente en el número de los grandes inventos de este siglo y estimado como un triunfo de la inteligencia.» A querer preparar gas de alumbrado con aceite, cera ó con el ácido esteárico y la parafina, dicha observacion se hallaria muy justificada; mas como se emplean para la produccion del gas materias como la hulla, la leña, la turba, los residuos de las fábricas, y en general sustancias que nunca pueden emplearse, tales cuales son como materias alumbrantes, resulta que no lo es. Cumple además considerar que en el estado actual de cosas las fábricas de gas de hulla ó de gas de leña son al propio tiempo fábricas de carbon, que con la venta de cok y del carbon y con el tratamiento de los productos secundarios (alquitran, agua amoniaca, azufre de la mezcla de *Laming*) obtienen beneficios considerables.

2. MATERIAS PRIMERAS DE LA FABRICACION. Las materias primeras de la fabricacion del gas son la hulla, la leña, la resina, la grasa, el aceite, el petróleo y el agua. Segun la sustancia que se haya empleado para preparar el gas, lleva este producto diferentes nombres, y distínguense el gas de hulla, gas de leña, gas de resina, gas de aceite, de petróleo, de agua, etc.

3. GAS DE HULLA. Los carbonos minerales ó hullas (*carbon de piedra*, *carbon de tierra*) se componen de carbon, hidrógeno, oxígeno, cortas cantidades de azoe, sales minerales (cenizas) y de hierro sulfurado en proporciones más ó menos considerables. Bajo el punto de vista industrial se distin-

guen las *hullas grasas*, que bajo la influencia del calor se reblandecen é hinchan, las *hullas secas ó magras ó flacas*, á las que el calor no ocasiona más que una pequeña disminucion de volúmen, y en fin, las *hullas semi-grasas* que se cuajan en masa y se aglutinan al contacto del calor. Las hullas grasas están caracterizadas por su gran riqueza en hidrógeno, razon por la cual son las que más convienen para preparar gas de alumbrado. Segun *H. Fleck*, las mejores clases de estos carbonos contienen por 100 partes de carbono 2 de hidrógeno combinado y 4 de hidrógeno disponible entre esas hullas grasas, que se llaman impropriadamente *carbones de gas*, se distingue el *candel-coal* ó *carbon de vela*, que no se encuentra más que en algunos puntos de la Gran Bretaña, por ejemplo en el *Lancashire* al norte de Inglaterra y en las cercanias de *Glascow* (*Escocia*). Su nombre dimana de arder con llama clara, de lo cual se aprovechan las clases pobres para alumbrarse en sus moradas. Los carbonos de *Newcastle* y el *boghead coal*, así como la hulla hojeada de *Bohemia*, de la cual hablaremos más adelante, se parecen mucho al *candel coal* ó *cannel-coal*. En Francia y Bélgica se usa el carbon de *Mons* y *Commentry*; en Alemania, el carbon de *Sajonia*, *Silesia*, de Inglaterra y del *Rhin* ó de *Westfalia*. Los carbonos que más convienen para fabricar gas de alumbrado, no deben encerrar más que poco azufre, y despues de la combustion han de dejar muy pocas cenizas.

100 kilogramos de diferentes hullas dan las siguientes cantidades de gas:

Hulla del Alta Silesia	28 á 29	metros cúbicos.
— de la cuenca del Sarre	26 á 27	—
— de Westfalia	27 á 28	—
— de Zwickau	24 á 25	—
— de Newcastle. { Pelton main	28 á 31	—
{ Leverson wallsend	30	—
{ Newcastle	34 á 33	—
— de Anzin	24	—
— de Mons (recien cogido)	21 á 24	—
— del Grand Hornu	23	—
— de Bois-le-Duc	23	—

Cannel.	{	Wigan.	26 á 40 metros cúbicos.
		Lesmahagow.	26 á 32 — —
		Boghead.	27 á 43 — —

La descomposicion del carbon de piedra puede ponerse en evidencia con el esquema siguiente: 100 partes de hulla compuesta de

Carbono.	78'0	} dan	Cok.	69 á 75
Hidrógeno.	4'0			
Azoe.	1'5			
Azufre.	0'8			
Agua combinada químicamente.	5'7			
Agua higroscópica.	5'0	} 30 á 25	Alquitran.	
Ceniza.	5'0			
	100'0		Agua amoniacal.	100'0

4. PRODUCTOS DE LA DESTILACION DE LA HULLA. Los elementos de los cuatro productos de la destilacion de la hulla son los siguientes:

I. Cok.	{	Carbono.	90 á 95
		Sulfuro de hierro (Fe'S²).	
		Elementos terrosos.	10 á 5
			100

II. AGUA AMONICAL.	{	Elementos principales. {	Carbonato de amonio.	2(AzH³)²CO³+CO³
			Sulfuro de amonio.	(AzH³)²S
			Cloruro de amonio.	AzH³Cl
			Cianuro de amonio.	AzH³CAz
		Elementos accesorios. {	Sulfocianuro de amonio.	AzH³CAzS

Hidrocarburos.	{	Líquidos. {	Benzina.	C⁸H⁸
			Tolueno.	C⁷H⁸
			Xileno (1).	C⁸H¹⁰
			Seudocumeno.	C⁹H¹²
			Cimeno.	C¹⁰H¹⁴
			Propilo.	C⁸H⁷
			Butilo.	C⁸H⁹, etc.
			Naftalina.	C¹⁰H⁸
			Acetilnaftalina (Acenafteno).	C¹¹H¹⁰
			Difenilo.	C¹²H¹⁰
		Fluoreno.	C¹³H¹⁰	
		Sólidos. {	Antraceno.	C¹⁴H¹⁰
			Fenantraceno.	C¹⁵H¹²
			Metilantraceno.	C¹⁶H¹⁴
			Reteno.	C¹⁶H¹⁴
Criseno.	C¹⁶H¹⁴			
Pireno.	C¹⁸H¹⁰			

III. ALQUITRAN.	{	Acidos y éteres.	Fenol (monoxibenzina).	C⁶H⁶O
			Cresol.	
			Ortocresol (monoxitolueno).	C⁷H⁸O
			Paracresol.	
			Metacresol.	
			Florol (isomonoxixilol).	C⁸H¹⁰O
			Acido rosólico.	C¹⁰H¹²O³
Acido oxifénico dioxibenzol.	C⁹H⁸O²			

Bases.	{	Eteres metlicos del ácido oxifénico y de sus homólogos.	Creosota, compuesta de tres cuerpos homólogos.	C⁷H⁸O²					
				C⁸H¹⁰O²					
				C⁹H¹²H²					
		Elementos constituyentes de la brea.	{	Piridina.	C⁵H⁵Az	Cotilina.	C⁸H¹¹Az	Acridina.	C¹³H⁹Az
				Anilina.	C⁶H⁷Az	Leukolina.	C⁹H⁷Az	Coridina.	C¹⁰H¹²Az
				Picolina.	C⁸H⁹Az	Iridolina.	C¹⁰H⁹Az	Rubidina.	C¹³H¹⁷Az
				Lutidina.	C¹¹H¹³Az	Criptidina.	C¹¹H¹⁰Az	Viridina.	C¹⁰H¹²Az
						Antraceno.			
						Resina pirogenada.			
						Carbon.			

(1) El iseno del alquitran de hulla no es, segun R. Fittig, un hidrocarburo simple, sino una mezcla de dos cuerpos isomero, el metiltolueno y el isoxileno.

IV. GAS DE ALUMBRADO.	{	a. Elementos alumbrantes. {	Gas.	Acetileno.	C²H²		
				Etileno.	C²H⁴		
				Propileno.	C³H⁶		
				Butileno.	C⁴H⁸		
				Benzina.	C⁸H⁸		
		Vapores.	Estiroleno.	C⁸H⁸			
			Naftalina.	C¹⁰H⁸			
			Acetilnaftalina.	C¹²H¹⁰			
			Fluoreno.	C¹³H¹⁰			
			Propilo.	C⁸H⁷			
		b. Elementos no alumbrantes. {				Butilo.	C⁸H⁹
						Hidrógeno.	H²
						Gas de ciénaga (metano).	CH⁴
						Oxido de carbono.	CO
						Acido carbónico.	CO²
Amoníaco.	AzH³						
Cianógeno.	CAz						
Sulfocianógeno.	CAzS						
Hidrógeno sulfurado.	SH²						
c. Elementos que alteran la pureza del gas.							
		Azoe.	Az				