

blecimientos. La estación del ferrocarril del Norte, la fundición *Ducommun*, de Mulhouse, la fábrica de caucho de *Menier*, en Grenelle, la hilandería de Poyer-Quertier, de Ruan, el establecimiento de Breguet, de París, etc., fueron de los primeros en alumbrarse por medio de la luz eléctrica, y luego siguieron su ejemplo otros muchos estable-

cimientos de otros países, estendiéndose cada día más y más este nuevo género de alumbrado. Por último, el alumbrado de los barcos y de las locomotoras con la electricidad parece que en vista de los resultados que han dado los experimentos recién practicados, deben tener igual éxito y adoptarse con frecuencia.

CUADRO DEL VALOR COMPARADO DEL PODER LUMINOSO DE LAS PRINCIPALES MATERIAS EMPLEADAS PARA EL ALUMBRADO.

a.	b.	c.	d.	e.
Especie de la materia luminosa.	Consumo por hora en gramos.	Intensidad de la luz (1 bujía de cera=100).	Luz obtenida con 10 gramos de materia.	Poder luminoso (bujía de cera=100).
Cera	9'02	102'0	111'02	100
Acido esteárico	9'94	95'55	96'08	84
Esperma de ballena	8'87	108'3	123'17	108
Sebo	8'87	90'25	101'70	90
Parafina (1. ^a calidad)	8'83	—	94'69	123
— (2. ^a —)	8'49	—	139'87	159
Aceite de colza (lámpara moderna)	40'69	694'0	170'07	52
— (— de cocina)	7'33	45'67	62'30	—
— (— de estudio sin cristal)	9'86	114'1	115'80	102
Fotógeno	20'02	—	149'03	131
Aceite solar	26'82	—	222'64	199
Petróleo	15'50	—	174'40	180
—	8'90	—	186'10	195

Segun los experimentos de *Frankland* y otros (1863 á 1874), las cantidades siguientes de las materias luminosas dan el mismo poder alumbrante:

Aceite de parafina (aceite solar de Boghead)	4'53 litros.
Petróleo americano número 1	5'70 —
— — — — —	5'88 —
— aleman (de B. Hübner, de Zeitz)	5'23 —
— de Galitzia	5'76 —
— de Rumania	5'89 —
Bujías de parafina (de petróleo)	8'42 kilogramos.
— — — — — (de lignito)	9'35 —
— de esperma de ballena	10'37 —
— — — — — cera	11'95 —
— — — — — estearina	12'50 —
Velas de sebo	16'30 —
— — — — — (de varilla)	18'50 —

CAPÍTULO XIII

INDUSTRIA DE LA PARAFINA Y DE LOS ACEITES MINERALES

1. Parafina.—2. Estracción de la parafina (belmontina) del petróleo, de la ozoquerita y del betun.—3. Preparación de la parafina por destilación seca.—4. Destilación de la materia bruta.—5. Condensación de los vapores de alquitran.—6. Propiedades del alquitran.—7. Deshidratación del alquitran.—8. Destilación del alquitran.—9. Tratamiento de los productos de la destilación.—10. Rectificación de los aceites.—11. Purificación de la parafina bruta.—12. Procedimiento de Hübner.—13. Tratamiento de los aceites brutos de esquisto y de boghead.—14. Rendimientos industriales.—15. Propiedades y usos de la parafina.—16. Aceites minerales.—17. Fabricación del aceite mineral.

1. PARAFINA. La parafina fué descubierta en 1830 por el baron *Karl v. Reichenbach* (de Blansko de Moravia y muerto en Leipzig el 19 de Enero de 1869) entre los productos de la destilación seca de leña (por primera vez en el alquitran de leña de haya); debe su nombre á la poca afinidad (*parum affinis*) que tiene con las otras sustancias; no se descompone con los álcalis ni con los ácidos, ni con el calor candente. Más adelante se vió que la parafina se forma tambien en la destilación seca de la turba, del lignito, del boghead, del esquisto hojeado, etcétera (mas no de la hulla propiamente dicha). *Reece* fué el primero (1849) que preparó la parafina por destilación seca de la turba. La estension que más tarde tomó en Alemania la fabricación de la parafina por

destilación seca del esquisto hojeado del Rhin y del lignito de Sajonia se debió á *P. Wagenmann*, de Neuwied, y á *B. Hübner*, de Zeitz. Mas la parafina se halla enteramente formada en la naturaleza y en muy grandes cantidades, por ejemplo: 1.º, en el petróleo, que contiene el 6 á 40 por ciento; 2.º, en las sustancias designadas con los nombres de ozoquerita ó cera fósil, que se componen entera ó parcialmente de parafina; 3.º, en el betun (malta, asfalto) que se encuentra en las rocas esquistosas (esquistos bituminosos).

El método empleado para la preparación de la parafina se diferencia, segun deba ser ésta un producto principal ó secundario. Se obtiene como producto secundario en el tratamiento del petróleo, de la ozoquerita y de

la cera fósil, y como producto principal en la destilacion seca del lignito, de la turba, de los desperdicios de las minas de hulla denominados en Inglaterra *coal-shale*, *bog-head*, etc.

2. **EXTRACCION DE LA PARAFINA (BELMONTINA) DEL PETRÓLEO, DE LA OZOQUERITA Y DEL BETUN.** Se sabe mucho tiempo há, que el petróleo contiene parafina; *A. Buchner* encontró ya en 1820 en el petróleo de Tegernsee (Baviera superior) una sustancia grasa que más adelante *v. Kobell* reconoció por parafina (por cuya razon *Buchner* es considerado en la provincia de Munich como el descubridor de la parafina), y los análisis efectuados sobre el petróleo de Bakou, á orillas del mar Caspio y del de Amiano, cerca de Parma, han demostrado que esa materia encierra grandes cantidades de parafina. La idea de tratar el petróleo para parafina no se desarrolló, empero, hasta 1856 cuando este aceite mineral y sobre todo las especies ricas en parafina llegaron al mercado en cantidad considerable. Los petróleos de América no contienen mucha parafina, pero en cambio se encuentran en grandes cantidades en el que procede de las Indias, máxime en la nafta de Burma ó el aceite de Rangoon, que, segun *Gregory, de la Rue* y *H. Hüller*, lo contiene en la proporcion de 10 por ciento, y en el petróleo de Java, cuya riqueza en parafina se eleva hasta el 40 por ciento, segun las investigaciones de *Bleekerode*. La nafta de montaña se emplea tambien ventajosamente en la Galitzia occidental para la preparacion de la parafina (conforme *Ficinski*) y se estrajeron (1866) en Galitzia 2.250,000 kilogramos de parafina de la nafta de montaña.

En virtud del privilegio tomado en Inglaterra el año 1854 por *de la Rue* para la preparacion de la parafina y de los hidrocarburos con el petróleo, el aceite de Rangoon, que se estraé de los pozos abiertos en Burmah no lejos del rio Irawaddi, se trata

de la manera siguiente: Ante todo se destila el aceite bruto, á cuyo efecto se introduce en una caldera á la que se hace llegar vapor de agua á 100 grados, pudiendo además calentarla por fuera. Destila próximamente el 25 por ciento del peso de la sustancia, que por destilacion fraccionada puede descomponerse en diferentes hidrocarburos, cuya densidad varia desde 0'62 á 0'86, y el punto de ebullicion desde 26'7 á 200 grados. El más ligero de esos hidrocarburos se emplea como anastésico bajo el nombre de *sherwood oil*, y los más pesados se queman como aceite solar. El residuo de la destilacion que se eleva á 75 por ciento del peso del aceite empleado, se somete en una retorta de hierro á nueva destilacion, para la cual se emplea vapor de agua de 150 á 300 grados. Los productos de diferente volatilidad se recogen por separado. Las porciones que pasan en último término, contienen principalmente parafina que se puede separar tan completamente como sea posible por refrigeracion. Las esencias pesadas se emplean como aceite de engrase. La parafina purificada lleva el nombre de *belmontina*.

Estraccion de la parafina de la ozoquerita. En Aussig, Florisdorf, Ostrau, Moravia, Viena, Neupest, Temesvard, Stockerau, Hermanstadt, en la fábrica de *J. F. Otto*, de Francfort del Oder, y tambien desde algun tiempo en Battersea, cerca de Lóndres, se preparan grandes cantidades de parafina con la *ozoquerita de Galitzia* (cera mineral, parafina, fósil) que se halla principalmente en la arena, la arcilla y la marga de Boryslaw, cerca de Drohobycz, y en Dzwiniacz, cerca de Stanislawow (Galitzia), en la vertiente septentrional de los Carpatos y de los montes de la Transilvania, hasta los valles del Danubio, en Moldavia (en Slanik). La ozoquerita se encuentra tambien en Tejas, así como en Inglaterra cerca de Newcastle. La parafina se fabrica igualmente desde algunos años con la nafta sólida ó betun ce-

roso, materia idéntica á la ozoquerita, que se encuentra en las islas de Swatoy-Ostrow y de Tschelekan (ó isla de Nafta), situadas cerca de las costas occidental y oriental del mar Caspio.

El tratamiento de la ozoquerita de Galitzia (1) se efectúa, segun *J. Grabowski* (1877), de la manera siguiente: la ozoquerita bruta se separa primeramente de su ganga por fusion á fuego directo ó al influjo del vapor. En el primer caso, se derrite la materia en una caldera de hierro de unos 50 centímetros de diámetro y de 1 metro de altura; se decanta la parte líquida; se añade agua al residuo, y se vuelve á calentar (con vapor); el resto de la ozoquerita se reúne entonces en la superficie del agua. Cuando ese resto se ha reunido á la porcion decantada, y las impurezas adherentes se han depositado en virtud del reposo, se vierte el líquido claro en moldes de hierro que puedan contener de 50 á 60 kilogramos, y se embalan las masas así obtenidas. Encuéntrese en el comercio dos clases de ozoquerita que se distinguen por las denominaciones de *prima* y *secunda*. La ozoquerita *prima* no debe contener impurezas; debe ser trasparente en capas delgadas y de un color pardo-verdoso ó amarillo. La *secunda* es de tinte moreno oscuro mate, más blanda é impregnada de impurezas. Ambas se emplean para la preparacion de la parafina y de los aceites minerales, ó bien para la fabricacion de la ceresina. Para estraer la parafina y los aceites minerales, se somete la ozoquerita á la destilacion en cantidades de 700 á 1.000 kilogramos en retortas de hierro calentadas á fuego directo, y se obtiene:

Benzina.	2 á 8 por ciento.
Nafta.	15 á 20 —
Parafina.	36 á 50 —
Acete de engrase.	17 á 20 —
Resina.	10 á 20 —

(1) La produccion de la ozoquerita de Galitzia se elevó en 1875 á 20 millones de kilogramos, 18 de los cuales fueron suministrados por Boryslaw.

Conforme con el procedimiento de *Cogniet* (1877), la ozoquerita se despoja ante todo de las materias terrosas en virtud de levigacion y fusion al vapor, luego se somete á la accion del vapor recalentado á 283 grados: pasa á la destilacion de la parafina y de los hidrocarburos líquidos, así como de la ozoquerita amorfa que se trata de nuevo con vapor recalentado. La parafina separada de la parte líquida por un filtro de doble efecto se decolora con el negro animal á una temperatura elevada.

En la fábrica de Stockerau, cerca de Viena, lo mismo que en la de *J. C. y J. Field*, en Lambeth, cerca de Lóndres, y en la de *E. Wagenmann*, de Viena, se prepara sin destilacion desde 1873 con la ozoquerita, á más de la parafina obtenida por destilacion, una *ozoquerita purificada*, que tiene la mayor parte de las propiedades de la cera de abejas y que se produce con todos los matices, desde el amarillo de cera al blanco, y con un punto de fusion que varia de 50 á 80 grados. Productos análogos que se espenden al comercio con el nombre de *ceresina*, de cera mineral ó de cera de abejas facticia (véase pág. 446), se fabrican desde algunos años en Francfort del Oder.

Estraccion de la parafina del betun. Prepárase en Inglaterra parafina con *betun* que se encuentra bajo el nombre de asfalto ó de alquitran mineral. Las rocas esquistas, como la arcilla y la marga esquistas, impregnadas de betun, llevan el nombre de *esquistos bituminosos*.

El betun que se encuentra en la isla de la Trinidad, en Cuba, California, en Nicaragua, en el Perú y en el Canadá constituye un abundante manantial de parafina y de materias alumbrantes líquidas. El asfalto de Cuba y el de la Trinidad proporcionan 1'75 por ciento de parafina. El esquisto bituminoso que se encuentra en cantidades abundantes en el Banat y en Hungría, se trata en la ciudad de Oravicza. Segun *Vunschmann*,

el alquitran de ese esquisto da por destilación 5 á 6 por ciento de parafina, 49 por ciento de aceite para lámparas y 6 por ciento de aceite de engrase. El esquisto bituminoso de la Transilvania se trataba antes para parafina por la sociedad *Wiesmann y C.^a*, de Beul, cerca de Bonn.

3. PREPARACION DE LA PARAFINA POR DESTILACION SECA. Prepárase la parafina por destilación seca con el lignito, la turba, el esquisto hojeado ó esquisto de queroseno, el boghead, el *cannel-coal*, etc.

El lignito es en Alemania la materia más importante para la preparación de la parafina; mas no todos los lignitos convienen para este uso; el mejor se halla en el distrito de Merseburgo, cerca de Halle, de Weissenfels y de Zeitz, así como en el reino de Sajonia, cerca de Borna. La fabricación de la parafina y del aceite mineral se ha hecho muy importante en la provincia de Sajonia. El esquisto hojeado ó esquisto de queroseno, designado recientemente con el nombre de *naftosquistito*, se explota en Francia en el departamento del Saona y Loira, en las cercanías de Autun, así como en el departamento del Allier, cerca de Buxières la Grue. El terreno hullero de las cercanías de Frejus (Var), en Boron, encierra igualmente capas de naftosquistos que se parecen al boghead de Escocia y á ciertos *cannel-coals*, y que desde algunos años se explotan también para destilarlos y fabricar con ellos aceites minerales (*aceites de esquisto*). En la cuenca hullera de Vouvant (Vendée), así como en Ardeche, en Vagnas, se encuentran también naftosquistos. El boghead de Escocia, tan empleado para la preparación del gas portátil (véase pág. 502), da por destilación un aceite (aceite de boghead) por extremo luminoso; el carbon designado con el nombre de *cannel-coal* sirve también en Inglaterra para la fabricación de los aceites minerales. En Austria se utilizan para la preparación de tales aceites y de la parafina esquistos muy semejantes á la hulla. Por últi-

mo, la nueva Gales del Sud encierra igualmente naftosquistos que se parecen muchos al boghead de Escocia y que se someten á la destilación. En Kildare (Irlanda) en Fontainele-Comte (Oise) y en Alemania la turba se destila en muy grande escala, destinándola á la preparación del gas, de los aceites minerales y de la parafina.

La fabricación de la parafina junto con las materias que acabamos de mencionar comprende:

1.º La preparación del alquitran por destilación de la materia bruta, y 2.º, el tratamiento del alquitran para fotógeno, aceite solar y parafina (el alquitran de hulla, que se obtiene en tan grande cantidad en las fábricas de gas, no contiene parafina, sino solamente naftalina y antraceno).

4. DESTILACION DE LA MATERIA BRUTA. La preparación del *alquitran* es una de las operaciones más importantes y difíciles de la industria de la parafina y del aceite solar, y las numerosas empresas que desde 50 años á esta parte se han formado para el tratamiento de los combustibles fósiles para materias alumbrantes, han fracasado únicamente á causa de la imperfección de los procedimientos empleados para la preparación del alquitran.

Se prepara el alquitran en hornos dispuestos especialmente al efecto (*hornos del alquitran*) ó en *retortas*, y con ó sin empleo del vapor de agua recalentado. La extracción del alquitran en los hornos es el método más tosco y antiguo. El principio del horno del alquitran es sencillo. Se quiere que la capa inferior de combustible fósil que arde produzca la destilación seca de las capas que están encima, y que entonces se carbonizan formando alquitran y productos gaseosos. El alquitran que se condensa sobre la capa de arcilla que cubre el combustible que ha de transformarse en alquitran, mana por las partes inferiores de la masa y se junta en un reguero donde se recoge; los

productos gaseosos se pierden por el aire. Por más que esos hornos tengan la ventaja de poder trabajar de una manera continua, la experiencia de diez años ha enseñado que la transformación en alquitran de los combustibles bituminosos ofrece grandes dificultades y da malos resultados, cuando se trata de preparar un alquitran destinado á tratarse para el fotógeno y la parafina, aun cuando se construya el horno en forma de cubo y se le dote de ventiladores para la aspiración de los productos volátiles de la destilación seca. Un horno de alquitran construido en 1859 por *L. Unger* (director de una fábrica de parafina en Döllnitz, cerca de Halle) haría desaparecer los inconvenientes que acompañan á la transformación de los combustibles fósiles en alquitran por el procedimiento ordinario; amen de que tendría la ventaja de poderse instalar á poco coste, dar un gran rendimiento, no exigir más que poco gasto de mano de obra y de combustible; y el gobierno de la operación es tan simplificado, que los buenos resultados que se obtienen dependen menos de la inteligencia y del esmero de los operarios que del aparato mismo.

Las *retortas*, máxime las *retortas horizontales*, se emplean también con frecuencia en la preparación del alquitran. La experiencia, sin embargo, enseña que en los hornos en que se encuentra encima del fuego mismo (como en la fabricación del gas, que se apoya en principios enteramente opuestos) gran número de *retortas*, cuatro á ocho por ejemplo, no dan favorables resultados, ni siquiera cuando la operación se practica con cuidado. Parece mucho más conveniente instalar cada *retorta* en un hogar separado, sobre todo si se utiliza una gran *retorta* de hierro colado de sección oval y de 3 metros de largo por 90 centímetros de ancho y 45 de alto, porque esa forma es la que resiste más la fuerza expansiva de los gases y de los vapores. En Bohemia se ha empleado recientemente

con resultados bastante favorables un horno análogo á un horno de pan cocer, de bóveda plana y enteramente construido de ladrillos muy cocidos; mas cuando está fuera de uso, no se le puede poner en actividad sin reconstruirlo, porque difícilmente puede repararse, por más que en otro concepto ofrezca la ventaja de poderse instalar á muy poca costa. *Vohl* observó que la presencia de 20 á 25 por ciento de agua en la materia que ha de convertirse en alquitran, favorece mucho el producto de esa última sustancia, lo cual parece dimanar de que el vapor de agua recalentado previene el calentamiento demasiado considerable de la materia; calentamiento que convertiría una parte del alquitran en productos gaseosos, y además dimana de que los vapores acuosos alejan tan rápidamente como es posible los productos de la destilación de la esfera de descomposición de la retorta ó del aparato productor del alquitran, y esa fué la observación que indujo á *Lavender* á construir un aparato, que en principio semeja el aparato inventado por *Violette*, para la carbonización de la leña (véase tomo 1, pág. 290). El aparato de *Lavender* es un cilindro de hierro colado horizontal, provisto inferiormente de aberturas por las cuales penetra vapor de agua recalentado; en la parte superior del cilindro se encuentra un tubo abductor para los productos de la destilación. El procedimiento de *L. Ramdohr* para la extracción del alquitran de lignito con auxilio del vapor de agua, parece más conveniente, y suministra un alquitran (*alquitran al vapor*) que contiene de 22 á 24 por ciento de parafina y de 36 á 38 por ciento de aceite.

5. CONDENSACION DE LOS VAPORES DE ALQUITRAN. El *enfriamiento* ó la *condensación* de los productos de la destilación es de la mayor importancia bajo el punto de vista de la utilidad que puede sacarse del alquitran. *Vohl* demostró que aun cuando fuese defectuosa la construcción de las *retortas*, se puede ob-