

jadadas del espesor de un misto por medio de un mecanismo particular: delante de esta caja hay un soporte vertical por el que sube y baja el cepillo. Regulariza el movimiento de la máquina un volante que por medio de correas está en relación con el árbol de una rueda de molino. Un cepillo de caída se compone de cuatro hojas provista cada una de 8 ó 10 tubos. Cuando el aparato marcha con mediana celeridad, da 45 golpes de cepillo por minuto, resultando de 810 á 830 hojuelas que proporcionan cada una 45 fósforos.

De algunos años á esta parte se habla mucho de la máquina cepilladora de *Wawra*. Esta máquina imita, como la de *Neukrantz*, el cepillaje á la mano, pero de una manera mucho más perfecta, porque aquí el cepillo no está fijo, sino sostenido por la mano del obrero. Encuentra, sin embargo, un punto de apoyo en una especie de varilla que está colocada transversalmente encima de la máquina, y que según la altura del pedazo de la madera que se emplea, puede subirse ó bajarse. Esa varilla, que sirve de punto de apoyo al cepillo sostenido con la mano, hace posible el cepillar madera torcida y desigual tan perfectamente como con la mano. El choque que debe producir el obrero con el cepillo á mano para obtener palitos de la longitud de la madera, se efectúa aquí con la máquina, y el obrero no tiene más que sostener firmemente el cepillo y ponerlo en posición conveniente. Según el mismo principio, es posible obtener palitos con secciones muy diferentes. Lo que hay de esencial en el invento de *Wawra* es el empleo de la varilla como punto de apoyo para el cepillo, sea cual fuere por lo demás la forma que tenga. Sin ella apenas es posible (excepto con auxilio de la mano) el cepillar la madera en el sentido de las fibras. En la máquina construída por *Lang* la división de la madera se efectúa del siguiente modo: en un carro que pueda

moverse horizontalmente, se fija de una manera firme entre dos cilindros una masa de madera (colocándose la dirección de las fibras paralelamente al eje de los cilindros), y se empuja primero el carro contra cierto número de pequeños cuchillos separados unos de otros por intervalos iguales á la anchura de los fósforos, y que forman en las masas de madera un número de secciones correspondiente, y con auxilio de un cuchillo vertical móvil, se corta enseguida en sentido de la anchura un pedazo de madera, que por efecto de las secciones antes practicadas con los cuchillos, se distribuye en palillos aislados.

4. 2.º PREPARACION DE LA PASTA INFLAMABLE. La preparación de la pasta inflamable se efectúa de la siguiente manera: la cola de carnaza ó goma del Senegal, ú otra materia encolante, se disuelve en una pequeña cantidad de agua, de manera que se obtenga un líquido que tenga la consistencia de un jarabe poco espeso; la solución se calienta enseguida á 50º, el fósforo se añade poco á poco, y se bracea la mezcla hasta que estando perfectamente dividido el fósforo, se haya convertido la masa en una emulsión análoga á un unguento. Enseguida se añaden, agitándolos con cuidado, los demás ingredientes finamente pulverizados. Para obtener una buena pasta inflamable, es necesario que el fósforo esté en la proporción conveniente. Una cantidad demasiado grande de este cuerpo es tan pernicioso como una cantidad demasiado corta. Prescindiendo de que una proporción demasiado fuerte de fósforo aumenta inútilmente el precio de la pasta, impide además algunas veces la inflamación del azufre ó de la estearina, y por consiguiente de la madera, porque el ácido fosfórico resultante de la combustión del fósforo se deposita en las partículas que han de inflamarse y las cubre con una ligera capa vidriosa que se opone á la producción de la llama, exactamente lo mismo

que si fuese una capa de vidrio soluble. La proporción más conveniente sería de 1/10 á 1/12 de fósforo, suponiendo que se prepara la pasta del modo ordinario, derritiendo el fósforo en una solución de cola ó de otra sustancia análoga.

Una cantidad de fósforo mucho menor es, sin embargo, bastante para obtener una buena pasta inflamable, cuando se añade á la mezcla el fósforo disuelto en sulfuro de carbono, en cuyo caso este último se evapora pronto á causa de su gran volatilidad, y deja el fósforo en un estado de división extrema. Por efecto de la fácil solubilidad del fósforo en el sulfuro de carbono, y del bajo precio de este líquido, el empleo del sulfuro de carbono, indicado por *R. Wagner* en 1855, es todavía posible, aun cuando se dejen perder los vapores del disolvente. La solución del fósforo en el sulfuro de carbono ofrece además la ventaja de que se puede trabajar en *frio*, porque el líquido no necesita más que incorporarse á la mezcla de los otros materiales. Es evidente que el empleo del sulfuro de carbono exige las mayores precauciones á causa de los peligros de incendio y de la acción nociva que sus vapores pueden ejercer en la salud de los obreros. *C. Puschner* (1860) llamó la atención sobre la posibilidad de servirse del sulfuro de fósforo de

la fórmula  $Ph^2S$ , en vez del fósforo puro para la preparación de la pasta inflamable. Preparó pastas inflamables con 3'5 por ciento de sulfuro de fósforo, y obtuvo con esas pastas mistos irreprochables.

Entre los *óxidos metálicos* que se añaden á la pasta, se prefiere actualmente una mezcla de peróxido de plomo pardo y salitre, ó una mezcla del primer cuerpo con azoato de plomo, mezcla que se consigue moliendo en caliente minio con ácido azoico y dejando la masa en reposo por espacio de varias semanas. Se emplea como *materia aglutinante*, conforme se ha dicho, gelatina, goma ó dextrina; si bien esta última debería desecharse porque las más de las veces no hace más que carbonizar é impide la combustión completa de la pasta. Quizás podría emplearse como materia encolante una solución de colodion debidamente diluida; quizá también una mezcla de polvo de sandárac y de una resina análoga con benzina.

Como ejemplo de la composición de las pastas inflamables, citaremos las fórmulas siguientes (y con este motivo diremos que importa no olvidar que las recetas probadas por la experiencia para la preparación de una buena pasta son tenidas *en secreto* por los fabricantes, secreto que sin embargo nadie necesita conocer):

I		
Fósforo . . . . .	1'5 partes.	
Goma del Senegal. . . . .	3'0 —	
Negro de humo. . . . .	0'3 —	
Minio. . . . .	5'0 —	} La mezcla de esos dos cuerpos se seca, siendo entonces realmente una mezcla de nitrato de peróxido de plomo: se llama <i>minio oxidado</i> .
Acido azoico á 4 grados Baumé. . . . .	2'0 —	
II		
Fósforo . . . . .	8'0 partes.	
Gelatina . . . . .	21'0 —	} Disueltos en la cantidad necesaria de sulfuro de carbono.
Peróxido de plomo. . . . .	24'0 —	
Azoato de potasio. . . . .	24'0 —	
III		
Fósforo . . . . .	3'0 partes.	
Goma del Senegal. . . . .	3'0 —	
Peróxido de plomo. . . . .	2'0 —	
Arena fina y esmalte. . . . .	2'0 —	

No puede ponerse en duda que la pasta es todavía susceptible de numerosas mejoras.

5. 3.º MISTURA Y SECA DE LOS MISTOS. Para que los mistos puedan ser en uno de sus extremos cubiertos con azufre y pasta fosforada, es necesario que estén colocados á cierta distancia unos de otros. Al efecto se utilizan planchuelas largas de 30 centímetros y anchas de 10, cuya cara superior está provista de 60 ranuras transversales, cuya anchura y profundidad son tales que en ellas pueda colocarse el fósforo (fig. 14, PRODUCTOS QUÍMICOS ANIMALES). Una obrera coloca un fósforo en cada ranura de la plancha, luego encima de ésta coloca otra, en cuya faz inferior están pegadas dos fajas de franela, destinadas á mantener firmemente los palitos, y cuya cara superior está igualmente provista de ranuras para recibir una nueva serie de fósforos. Para consolidar el monton así formado, las planchuelas están provistas de un agujero redondo en cada uno de sus extremos; por esos agujeros pasan barras provistas inferiormente de una seccion de tornillo. Se atornillan firmemente las planchas así que se han superpuesto de 20 á 25, y despues de haber puesto en un mismo plano los extremos anteriores de los fósforos golpeándolos en una superficie muy plana. Una obrera coloca al día en 10 horas de trabajo, segun sea más ó menos práctica, de 15 á 25 rimeros, que contienen cada uno 2.500 fósforos. Recientemente se ha intentado formar esos rimeros con auxilio de máquinas. Con la máquina construida por *O. Walch*, de Paris (1861), un muchacho pone en rimeros en un día de 10 horas de trabajo, sobre 500.000 á 600.000 fósforos.

El azufre destinado al azufraje de los palitos se mantiene líquido con auxilio de un fuego moderado, en un vaso cuadrangular aplanado, en medio del cual hay una piedra perfectamente plana y tan horizontal como se pueda. Colócase en ese vaso una cantidad suficiente de azufre, para que despues de fundido forme en la piedra una capa líquida,

alta de un centímetro, en la que se sumergen juntos los palitos en las planchas mencionadas; se hunden los palos hasta que toquen la piedra, y cuando se retiran se les hace caer el azufre en exceso dentro del vaso.

Para los fósforos finos se reemplaza el azufre con ácido esteárico ó parafina, que no deben como el azufre cubrir la superficie, sino empapar bien la madera. Al efecto se sumergen los palitos, muy secos, en la materia grasa derretida y muy caliente, y allí se les deja el tiempo necesario para que se calienten y absorban el cuerpo graso por capilaridad.

La aplicacion de la pasta fosfórica se efectúa de la misma manera que la del azufre, si bien la mezcla fosfórica se extiende uniformemente en una capa delgada sobre una plancha de piedra perfectamente horizontal ó sobre un espejo sin pulimentar.

Las estufas que se usan para la desecacion de los mistos encierran las disposiciones necesarias para suspender los bastidores, y se calientan las más de las veces por medio de un sistema de tubos de vapor. Los fósforos deben estar en una posicion vertical, de modo que la masa que se encuentra en uno de los extremos en forma de gotita, esté vuelta hácia abajo. Los mistos inodoros (mistos de salon) despues de secarse la masa fosfórica, se untan con disoluciones coloradas de resinas, y á veces tambien con una solucion de colodion. Con los mistos que se han pegado por efecto de la cola de la pasta se prepara fósforo, separando la masa inflamable con agua fria y tratándola despues con agua hirviendo; el fósforo regenerado se eleva próximamente á 1 por ciento de la cantidad empleada.

6. MISTOS ANTI-FOSFÓRICOS. Los mistos anti-fosfóricos fueron inventados en 1848 por *Böttger*, de Francfort de Mein, y fabricados industrialmente por *Fürth*, de Schuttenhofen, *Lundström*, de Jönköping (Suecia), *Cognet*, de Paris (con el nombre de *mistos higié-*

*nicos y de seguridad al fósforo amorfo*), por *Forster* y *Wara*, etc. Pueden dividirse en dos categorias: *a*, aquellos en que entra el fósforo amorfo (incorporado al frotador), y *b*, aquellos en que la pasta inflamable así como el frotador están exentos de fósforo.

Los productos de la primera categoria se componen: 1.º, de mistos cuya pasta inflamable no tiene fósforo, sino que consiste solamente en una mezcla de sulfuro de antimonio y de clorato de potasio diluidos en una sustancia aglutinante; y 2.º, de fósforo amorfo, que mezclado con gelatina y un cuerpo rugoso capaz de aumentar el frote, se fija en carton ó madera, como en los mistos andróginos de Paris en el extremo opuesto del palito de madera. El frotador se compone de una mezcla de 9 partes de fósforo amorfo, 7 de pirita de hierro, 3 de vidrio pulverizado y 1 de gelatina. Los mistos se inflaman muy fácilmente frotando en esta superficie, mas no en otra superficie rugosa. Por esa razon no hay ningun peligro de que se enciendan accidentalmente. Por ingeniosos que sean los mistos anti-fosfóricos, no han podido, á pesar de su bajo precio, sustituir á los mistos de friccion ordinarios. El misto sólo no puede producir fuego; y es preciso para ello recurrir al frotador preparado al efecto, y que, como se ha notado, se pone húmedo al cabo de poco tiempo y enteramente ineficaz bajo la influencia del ácido fosfórico que se forma durante el frote. Para gastar 100 mistos se deberian emplear en las circunstancias más favorables dos frotadores; pero las más de las veces serian insuficientes, prescindiendo de la circunstancia de que aun dejan de inflamarse gran número de fósforos. Los *Säkerhets-Tändstickor* (fósforos de seguridad) de la fábrica sueca de Jönköping, cuyos productos realmente excelentes han suplantado ya por completo en Alemania los fósforos austriacos, denotan, sin embargo, un enorme progreso en la fabricacion de los mistos de fósforo amorfo.

*Jettel* (1870) emplea para los frotadores de las cajas de fósforos suecos una mezcla en partes iguales de fósforos amorfos, de pirita de hierro y sulfuro de antimonio. Para untar de los dos lados 1.000 cajas (conteniendo cada una 50 fósforos), 80 gramos de la mezcla bastan próximamente. Inglaterra produce actualmente grandes cantidades de fósforos de seguridad (*safety matches*).

Los mistos sin veneno (*giftfreien Zündhölzchen*) de *B. Forster* y *F. Wawra*, de Viena, á los cuales se han unido en estos últimos tiempos (1872) los excelentes productos de *H. Hochstätter*, de Langen, cerca Darmstadt, parece que deben adquirir suma importancia. En estos mistos el fósforo queda inmediatamente mezclado con la pasta inflamable que cubre uno de los extremos del palito, de tal manera que pueden prender fuego en cualquier superficie, como los mistos fosfóricos ordinarios; y por más que encierran clorato de potasio, se inflaman sin ruido.

Entre los mistos de la segunda categoria que no contienen fósforo ni necesitan un frotador fosfórico, debemos citar los de la fábrica de *Kummer y Günther*, de Königswald, cerca de Annaberg, en Sajonia; su pasta encierra, segun el análisis de *Wiederhold*, las materias siguientes:

Clorato de potasio . . . . .	8 partes.
Sulfato de antimonio gris. . . . .	8 —
Minio oxidado. . . . .	8 —
Goma del Senegal. . . . .	1 —

El minio oxidado es una mezcla variable de peróxido de plomo, nitrato de plomo y minio no descompuesto. *Wiederhold*, de Cassel, propuso en 1861 una pasta que merece llamar la atencion y que ha sido muchas veces imitada (1); está compuesta de la manera siguiente:

(1) Los preciosos mistos de *G. Kalliwoda*, de Ortenberg (cerca de Offenbourg en el ducado de Baden), se preparan, en lo que concierne á la pasta inflamable, segun las fórmulas de *Wiederhold*.

Clorato de potasio. . . . .	7'8 partes.
Hiposulfito de plomo. . . . .	2'6 —
Goma arábica. . . . .	1'0 —

Entre las pastas sin fósforo hasta ahora conocidas, la de *Wiederhold* es la mejor. *W. Jettel* indica las mezclas siguientes para pastas sin fósforo:

	a	b	c	d
Clorato de potasio. . . . .	4	7	3	2
Azufre. . . . .	1	1	—	—
Bicromato de potasio. . . . .	0'4	2	—	—
Sulfuro de antimonio. . . . .	—	—	—	8
Sulfuro de oro. . . . .	—	—	0'25	—
Nitrato de plomo. . . . .	—	—	2	3

*R. Peltzer* llamó poco há la atención sobre la posibilidad de emplear el hiposulfito de cobre y de sodio para la preparación de una pasta sin fósforo. El cloruro de plomo ( $PbCl_2O_4$ ) se ha recomendado igualmente con el mismo objeto. Y por último, no debemos pasar en silencio los experimentos practicados por *H. Fleck*, con objeto de aplicar el sodio en la fabricación de los mistos; pero esa aplicación apenas es realizable.

7. FÓSFOROS DE CERILLA. En los fósforos de cerilla (ó cerillas fosfóricas) la madera está reemplazada con un pequeño palito encerado, ó propiamente hablando, con una cerilla, que se prepara de la siguiente manera: en una mezcla fundida de dos partes de ácido esteárico y una parte de cera ó parafina, se empapan varios hilos de algodón (generalmente cuatro) unidos, y así que la masa está solidificada, y cuando está caliente todavía, se hacen pasar por una hilera que quita la materia sobrante: con auxilio de una máquina se cortan todas las cerillas en la longitud que se quiera, se las provee de pasta inflamable y se meten en cajas.

La máquina construída por *Zulzer* para cortar las cerillas ofrece la disposición siguiente: Las mechas se arrollan en un tambor, de allí se arrastran por dos cilindros estriados y se conducen á las canalitas correspondientes de una plancha. Estos cilindros y canalitas tienen por objeto hacer pe-

netrar los extremos de las mechas en los agujeros correspondientes de una plancha móvil vertical, á cuyo lado se encuentra un cuchillo destinado á cortar las cerillas así que han atravesado los agujeros en la longitud que se quería. Como el cuchillo está colocado al lado por donde penetran las cerillas, éstas permanecen fijas en los agujeros por una pequeña porción de su longitud, así que la sección se ha operado. Un mecanismo particular levanta entonces una plancha de una madera suficiente para que una segunda serie de agujeros llegue delante de las canalitas y se llenen de cerillas. Cuando la plancha está casi completamente provista, se reemplaza con otra, se empapan inmediatamente en la pasta inflamable las cerillas adherentes á la plancha, y se llevan á la estufa.

8. ESTADÍSTICA DE LA INDUSTRIA DE LAS CERILLAS. Francia, Suecia y Austria son las naciones en que la industria de los fósforos ofrece el desarrollo más considerable.

En Francia esa industria está actualmente representada tan sólo por la *Compañía general de mistos químicos*, constituida en el mes de Octubre de 1872; esta compañía tiene que pagar al gobierno francés un derecho de 16,030.000 pesetas, en tanto que el consumo no pasa de 40.000,000.000 de cerillas (1), y 6 centimos por 100 mistos de los que pasan de este límite. Por término medio se consume en Francia anualmente 65.700 millones de mistos, de los cuales 54.750 millones son de madera, y 10.950 millones de cera ó cerillas que se fabrican en nueve fábricas situadas en diferentes puntos del territorio francés, y ocupan más de 6.000 obreros de ambos sexos. (2) La fabricación de mistos de madera consume anualmente

(1) A consecuencia de un fraude considerable, las ventas efectuadas en el interior de Francia distan mucho de alcanzar dicha suma. Así en 1877 no se elevaron más que á 24.251,137.045 fósforos.

(2) La Compañía emplea además para la confección de las cajas y embalaje más de 12.000 personas, y consume anualmente para este último objeto, á lo menos 2,500.000 kilogramos de cartones de diversas cualidades.

45.000 metros cúbicos de madera, y á la vez 1,200.000 á 1,500.000 kilogramos de azufre en cilindros con 300.000 kilogramos de fósforo. Los 10.960 millones de cerillas fosfóricas representan un consumo de 300.000 kilogramos de hilo de algodón, 300.000 de estearina y 60.000 de fósforo.

Los números que preceden no se refieren más que á los mistos consumidos en Francia. Dicha Compañía esporta igualmente grandes cantidades de mistos á la República de la Plata, á Buenos Aires, á Guatemala, al Japon y hasta á varias localidades de Europa. Esa esportación representa una suma anual de 15 millones de pesetas, y consiste exclusivamente en cerillas fosfóricas y en mistos redondos de palo.

El consumo de Francia está representado por un valor de 65 millones de pesetas, y el valor total de los productos de la Compañía general es de 80 millones de pesetas así repartidas:

Derecho pagado al gobierno. . . . .	35,000.000 ptas.
Derecho de esportación. . . . .	1,800.000 —
Descuento á los vendedores. . . . .	13,000.000 —
Gastos de producción y beneficios. . . . .	30,200.000 —

Pocas naciones hay en que la fabricación de los fósforos haya tomado un desarrollo tal como en Suecia. Los fósforos suecos se conocen en todo el mundo. Suecia, que en 1865 no esportó más que 1,114.677 kilogramos de mistos, en 1874 esportaba 8,635.500 kilogramos, representando un valor de 6 millones de pesetas. La fábrica de *Jönköping* sola produce anualmente por unas 8,400.000 pesetas de fósforos, y el valor reunido de la producción de las 24 fábricas, se eleva próximamente á la misma suma. La fábrica de *Jönköping* ocupa 1.350 personas y todas las fábricas juntas 3.500.

*Austria-Hungria* es una de las naciones en que la industria de los fósforos se ha desarrollado más pronto; ha marchado por mucho tiempo á la cabeza de esta industria, pero su producción tiende actualmente á bajar. Austria cuenta hoy 43 fábricas grandes y 79 pequeñas, cuyo valor total de producción se elevaba en 1870 á unos 11 millones de pesetas.

En España la producción de los fósforos está adelantadísima, pues casi todos son de cerilla y de muy bajo precio.