

betún se transforma rápidamente en una masa compacta que ataca á la fundición ó al palastro y hace cuerpo con ellos.

El precio de un depósito de este tipo, comprendiendo en él los tubos de toma de agua, válvulas, la pintura con cuatro capas en el interior y tres en el exterior, etc., es poco más de 100.000 francos.—O.

FABRICACIÓN ELECTROQUÍMICA DEL FÓSFORO

Hace ya bastante tiempo que se obtiene el fósforo por vía electroquímica, y el empleo de estos procedimientos se desarrolla más y más y tiende á sustituir el de los métodos puramente químicos.

El primer procedimiento fué el de Parker, Robidson y Readmann, que se remonta á 1893, y ha sido recientemente mejorado de un modo considerable.

Conservando por completo el principio, se ha introducido una importante modificación en la fabricación y en los aparatos, gracias á la «Electrical Reduction Company», que se ha hecho propietaria de todas las patentes. Esta Sociedad produce actualmente un fósforo de color amarillo pálido que vende á un precio bastante bajo, para que el fósforo producido por los procedimientos químicos no pueda sostener la competencia.

El método empleado no es otra cosa que el antiguo procedimiento indicado por Wohler, sin otra novedad que la aplicación de la vía electroquímica. Se emplean los fosfatos naturales que se desagregan por el ácido sulfúrico y que se reducen en seguida á polvo fino; se les mezcla con carbón y arena y se somete la materia á la acción de una corriente eléctrica en un pequeño horno entre dos electrodos de carbón. Este horno no tiene nada de particular. El fósforo destila y es recogido en un recipiente de cobre. Se puede obtener así hasta el 86 por 100 del fósforo contenido en el fosfato empleado.

Este procedimiento presenta el inconveniente de exigir después de cada operación la limpieza de los residuos en los recipientes, donde se opera la descomposición y su sustitución por nueva primera materia á tratar. Es ésta una objeción bastante seria.

L. Dill ha buscado el medio de hacer continua la fabricación del fósforo introduciendo en los aparatos de descomposición la nueva materia, sin tener necesidad de quitar los residuos. Emplea el ácido fosfórico libre, al cual añade carbón vegetal ó coke para que la reacción sea más regular. Estas dos sustancias mezcladas no dan en la electrolisis más que muy poco ó ningún residuo.

Las ventajas con relación al método precedente consisten en una economía seria de la mano de obra, de trabajo, de calor y de materia, un mejor rendimiento y una ausencia completa de peligros.

La aplicación del procedimiento se hace por medio de un recipiente de porcelana, donde se efectúa la electrolisis; el fondo constituye un electrodo de carbón, y el electrodo superior, cuya distancia al anterior está regulada por un tornillo y un volante, atraviesa la tapadera del recipiente á rozamiento dulce.

He aquí cómo se opera: el ácido fosfórico en disolución, marcando 60 á 70 grados Baumé, se mezcla con carbón groseramente pulverizado en las proporciones de 1 á 4 ó 5 en peso, y se introduce esta mezcla en el recipiente sometiéndola á la electrolisis.

Se opera en buenas condiciones con una corriente de 120 voltios y una intensidad de 80 á 100 amperios. Cuando la mayor parte del ácido fosfórico está descompuesta, se interrumpe un instante la corriente para introducir una nueva cantidad de ácido fosfórico. La marcha es continua y no se tiene necesidad ni de desmontar el aparato ni de vaciarle.

Este método presenta, sin embargo, un inconveniente; por consecuencia de la ebullición violenta que acompaña á la reacción el carbón en polvo pasa en fuerte proporción con los vapores de fósforo al condensador y hace impuro el fósforo obtenido,

por lo que es necesario separar este polvo. Además, por efecto de la localización del calor, las paredes del recipiente se encuentran fuertemente atacadas, los carbones sufren un gran desgaste y la reacción, que es muy violenta en la superficie, se efectúa mucho más lentamente en el interior de la masa.

Por estas razones, la Electrical Reduction Company evita en general la producción del arco voltaico en sus aparatos, y se limita á emplear la radiación del calor producido por una resistencia eléctrica. Se evita así, por una parte, la producción de una ebullición tumultuosa, y por otra, el arrastre del carbón purulento con los vapores del fósforo y los inconvenientes que de ello resultan; no se está obligado á someter el fósforo obtenido á una depuración ulterior.

Se emplea un horno de paredes refractarias, en cuyas partes laterales se colocan bloques de carbón, puestos en comunicación todos ellos por una varilla de grafito. La mezcla á tratar está colocada sobre el fondo del horno, que lleva una abertura lateral para la extracción de los residuos; los vapores de fósforo salen por un tubo lateral que los conduce al condensador.

Cuando la carga está hecha, se hace pasar al través de la varilla de grafito una corriente de intensidad suficiente para que la varilla de grafito que constituye una resistencia sea llevada al rojo. El calor que resiste, tanto por radiación directa como por la reverberación de las paredes del horno, es bastante para determinar la reacción y producir la volatilización del fósforo.

Aunque la varilla de grafito sea llevada al rojo por consecuencia de la resistencia que ella ofrece al paso de la corriente, no manifiesta por eso ningún desgaste y su duración puede considerarse ilimitada. El calor es uniforme en toda la extensión del horno, y se obtiene la totalidad del fósforo contenido en la mezcla sometida al tratamiento. El mismo procedimiento se emplea para la depuración por destilación del fósforo producido.

El método más reciente, basado en el empleo de la electricidad, es el de F. J. Machalske, aplicado por la «Anglo-American Company» en una fábrica de Long-Island, cerca de New-York. Ofrece el interés de que permite obtener el fósforo amarillo y el fósforo rojo y á un precio muy bajo. Es necesario decir que en esta localidad se dispone de fuerza hidráulica para la producción de la corriente.

El procedimiento Machalske difiere enteramente de los precedentes. Se emplean como materias primas los fosfatos, pero en lugar de adicionar arena y carbón, se les mezcla con compuestos clorurados. Se obtiene así un horno eléctrico de cloruro de fósforo, el cual se descompone inmediatamente poniendo el fósforo en libertad y dejando como residuo el cloruro de calcio (la cal procede del fosfato de cal empleado). Este residuo puede ponerse tal como en el comercio ó emplearse en la preparación del ácido clorhídrico. Se puede igualmente obtener aparte el cloruro de fósforo y sacar el ácido fosfórico poniéndolo en presencia del agua. En suma, el procedimiento Machalske es susceptible de un cierto número de variantes y se pueden obtener diversos productos accesorios que tienden á reducir el precio del fósforo. Ya hemos señalado el interés que presenta para la producción á voluntad del fósforo amarillo y del fósforo rojo.

El horno Machalske está formado de una pequeña cámara de reacción con agujero de colado en la parte inferior, sobre el costado; las paredes, el fondo y la tapadera son de magnesia calcinada recubierta exteriormente de arcilla refractaria y ladrillos. Los electrodos, que son de carbón y de 10 centímetros de diámetro, están dispuestos verticalmente. Su separación puede regularse según las necesidades. La carga se hace por la parte superior. Los vapores de fósforo salen por un conducto lateral en la parte superior de la cámara de reacción y pasan al condensador. Se pueden tratar en un cuarto de hora próximamente 40 kilogramos de fosfatos.

El costo de producción del fósforo, contando la energía á 3 céntimos caballo-hora (precio en Long-Island) no es más que de 15 céntimos el kilogramo. El procedimiento es continuo y funciona sin interrupción noche y día.—O.