

HORNO PARA LA CALCINACIÓN
DE
minerales menudos de mercurio

POR

JOSÉ M.^a DE MADARIAGA
INGENIERO DE MINAS

Publicado en la REVISTA MINERA

MADRID

IMPRESA DEL SUCESOR DE ENRIQUE TEODORO
Glorieta de Santa María de la Cabeza, núm. 1
1933

HORNO PARA LA CALCINACIÓN DE minerales menudos de mercurio

POR

JOSÉ M.^a DE MADARIAGA
INGENIERO DE MINAS

Publicado en la REVISTA MINERA

MADRID

IMPRESA DEL SUCESOR DE ENRIQUE TEODORO

Glorieta de Santa María de la Cabeza, núm. 1^o

1933

A mi querido amigo y compañero
Don Joaquín Patac

José M.^a de Madariaga

Fué preocupación, tanto del digno director que fué de las Minas de Almadén, D. Eusebio Oyarzábal, como del que suscribe, su subalterno muy obligado, el problema de la calcinación de los minerales, convertidos por las operaciones de extracción, clasificación y transporte en polvo menudo que pasa a través de una malla de 144 huecos por centímetro cuadrado.

Esta preocupación nos llevó a construir el único horno entonces para nosotros posible de levantar, llamado de canales o de Livermore, aunque reconocimos, desde luego, que el horno Scott y Hutner era preferible, porque en este último era más completa la remoción del mineral para exponer el mayor número posible de sus elementos a la acción oxidante del aire. Mas aunque esto reconocimos, hubimos de contentarnos con construir dos hornos de canales, porque no pudimos disponer de las piezas de cerámica apropiadas para construir el horno Scott.

Aunque en estos hornos la grancita se calcina de modo suficientemente completo, no sucede así con el polvo menudo, sobre todo en el horno Livermore. Este polvo fino se calcina bien en hornos de plaza circular con rastro giratorio, o de rastro fijo con plaza giratoria. Mas no está exenta de dificultades la aplicación de este rastro que produce la remoción del mineral, la cual, en concepto del que suscribe, se puede obtener de modo

completo sometiendo el mineral a tratamiento en hornos cilíndricos giratorios de tipo semejante a los que se emplean en la fabricación del cemento.

Con objeto de comprobar esta presunción, se empezó hace unas semanas por estudiar el movimiento del polvo fino en tubos de vidrio, horizontales y también con inclinación suficiente, después de haber introducido en ellos una cierta cantidad de mineral. Para que la exposición al aire de los granos de cinabrio sea suficiente, no debe llenarse el tubo, siendo necesario colocar en él sólo una tercera o una cuarta parte del volumen del mismo, porque una mayor cantidad dificulta la exposición al aire de toda la materia mineral.

Deseando comprobar el grado de calcinación que por este medio podría obtenerse, se hizo un pequeño ensayo dispuesto del modo siguiente: Un tubo de porcelana de los empleados en laboratorios con el nombre de tubos de combustión, de 0,24 metros de longitud y 0,033 metros de diámetro, sirvió como horno, calentando el mineral con un fuerte mechero de alcohol. No siendo fácil dar un movimiento continuo de rotación al tubo, se realizó el experimento haciendo girar aquél a mano, periódicamente, a cuyo efecto se tomaba por dos puntos con dos trozos de amianto.

No se trataba de recoger el azogue producido, y solamente se procuró enfriar los gases suficientemente para que al alcanzar al ventilador aspirante colocado en el extremo opuesto al horno, estos gases no llegasen a temperatura muy elevada que pudiese estropear el dicho ventilador. Redújose el condensador a una vasija de grés puesta en comunicación con el horno, con lluvia de agua renovada continuamente, a continuación de la cual se colocó un tubo de hierro estirado de 30 milímetros de diámetro y unos 60 centímetros de

longitud, recubierto con paños de agua fría, renovados oportunamente, después del cual se instaló el ventilador.

No disponiendo entonces de mineral procedente de Almadén, se mezcló íntimamente a una tierra silícea con alguna arcilla, del terreno diluvial de las inmediaciones de Madrid, una cantidad de cinabrio puro procedente de un trozo inutilizado de los que se emplean para la labra como pisapapeles en aquella localidad, en proporción tal que la ley resultó de un 7 por 100 de azogue.

Como no se trataba, por el propio, sino de demostrar la posibilidad de la calcinación, no se dió inclinación al tubo-horno, indispensable para que la marcha del horno no sea intermitente.

Aplicado el fuego en la boca libre de dicho tubo de porcelana, después de haber puesto en él el mineral, en cantidad algo menor de una tercera parte de la capacidad de aquél, extendiéndole en toda la longitud del tubo, se sostuvo la marcha durante media hora, al cabo de la cual, y después de frío el horno, se tomaron muestras del principio y del extremo del mismo, ensayándolas por el método de Eschka, ensayo que no acusó la menor cantidad de azogue en ninguno de los dos puntos.

Como la condensación era imperfecta, porque, como se dijo antes, no era el objeto principal del experimento, se vió que el azogue había avanzado hasta el ventilador aspirante. La marcha de éste debe arreglarse para que el tiro producido sea conveniente, porque un tiro excesivo arrastra el mineral, y siendo moderado de manera que la presión del gas interior en todo el sistema sea algo inferior a la exterior, no sale por ninguna de las uniones la más pequeña cantidad.

de gas, aunque la unión o junta no produzca un cierre hermético.

Repetióse este experimento en escala algo mayor, empleando como horno un tubo de uralita de los que se emplean para conducción del agua, de 6 centímetros de diámetro y 0,50 metros de longitud, y el resultado obtenido, por lo que se refiere a la calcinación, fué igualmente satisfactorio.

En vista de los resultados obtenidos, me decidí a solicitar del señor director de las Minas de Almadén el envío de un kilogramo de mineral de polvo menudo procedente de la clase que se conoce allí con el nombre de *vacisco*. Accedió bondadoso D. César de Madariaga a mi demanda, por lo cual le quedo muy reconocido.

El mineral auténtico recibido es algo distinto del preparado artificialmente: tiene menor peso específico, 1.500 kilogramos por metro cúbico, y es más fino que el anteriormente empleado. Pasado por una tela metálica de 1.600 huecos por centímetro cuadrado, deja solamente en el tamiz un 20 por 100, aproximadamente, constituido por pequeños granos, algunos de los cuales se ve con lente que son diminutos cristales o granos cristalinos de cinabrio. El 80 por 100 restante que at aviesa la tela del cedazo es un polvo casi impalpable, de color gris muy oscuro, lo que parece acusar para la ganga una gran cantidad de pizarra.

Realizóse con este mineral en el tubo de uralita el mismo experimento anteriormente relatado, colocando dentro de él 370 c. c., cuarta parte de su capacidad, de mineral, equivalentes a 555 gramos, extendiéndolos con la uniformidad posible en los dos tercios del tubo más alejados de la boca del hogar, dejando sin carga la tercera parte más próxima al hogar para evi-

tar que al salir en las primeras vueltas el mineral por el movimiento del tubo, dispuesto con una inclinación de 6 por 100, no hubiese porción alguna de aquél que no hubiese sido expuesta a la acción del calor durante tiempo suficiente. El resultado, por lo que a la calcinación se refiere, fué absolutamente satisfactorio, y ni en el mineral recogido después de media hora de marcha, ni en el que quedó dentro del tubo, se acusó en el ensayo la menor cantidad de azogue. La condensación fué más perfecta, pues una lámina de oro colocada a la salida de los gases del ventilador apenas se manchó con la amalgama. El azogue en su mayor parte quedó en el condensador mezclado con el hollín procedente del mechero de petróleo empleado. El condensador estaba formado por tres tubos de chapa delgada de hierro en forma de U, de 0,30 metros de altura y 0,03 metros de diámetro, y uno horizontal de hierro estirado, de 0,60 metros de largo y 0,030 metros de diámetro, que desembocaba en el ventilador.

Con estos datos parece que existe base suficiente para poder hacer un cálculo de la cantidad que podría tratar un horno de dimensiones industriales. La base para establecer aquél debe ser el conocimiento de la superficie expuesta a la acción del aire en un momento determinado, y el de la velocidad con que esta superficie se renueva: la primera se puede calcular muy aproximadamente, y la segunda dependerá del número de vueltas que el horno gire en la unidad de tiempo.

Para determinar la primera se puede aceptar que la superficie de oxidación del azufre será, aproximadamente, la de un rectángulo que tenga por lado mayor la longitud del horno, que se supone de 10 metros (1),

(1) La experimentación podrá indicar la conveniencia de modificar esta longitud.

siendo el más corto la longitud de la línea media de máxima pendiente que tome en ese instante el mineral en su talud natural (véase figura 1.^a). Esta última dimensión es fácil de determinar sabiendo que en el horno se ha de poner una cuarta parte de su volumen, de mineral, y en cuanto a la velocidad, puede tomarse, en vista de los experimentos realizados, la de 30 vueltas

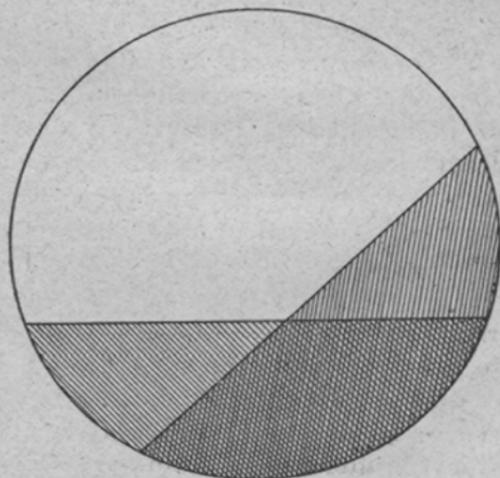


Fig 1^a

por hora. Aceptando esta base, el cálculo puede ser el siguiente:

En 10 vueltas del tubo de uralita salieron por la boca inferior de aquél 130 c. c.; por consiguiente, en las 30 que se suponen en una hora, saldrán 390 c. c., o sea 585 gramos. La superficie de calcinación en el tubo de uralita (véase la figura 1.^a) es igual a 0,50 metros \times 0,056 metros = 0,0285 metros cuadrados. Esta será la superficie que, expuesta a la acción del aire ca-

liente, ha producido por hora la calcinación de 585 gramos. La superficie de oxidación, o calcinación mejor dicho, del horno será de 10 metros de longitud del mismo por 1,13 metros (véase la figura 1.^a) de la cuerda correspondiente al talud del mineral = 11,30 metros cuadrados. Por consiguiente, en el horno industrial se tendrán calcinados por hora, en los supuestos dichos,

$$\frac{585 \text{ gramos} \times 11,30}{0,0285} = 585 \text{ gramos} \times 396 = 231.660$$

gramos en una hora, o sea 231,76 kilogramos, y en veinticuatro horas 5.559,84 kilogramos, o sea 5.560 toneladas. Resulta, pues, que, partiendo de los datos obtenidos en el experimento, un horno cilíndrico de 10 metros de longitud por 1,20 de diámetro podrá calcinar por día 5 toneladas y media, en cifra redonda.

Este horno industrial puede construirse de chapa de hierro de unos 6 u 8 milímetros de grueso, revestida interiormente de material refractario de dimensiones apropiadas para que el diámetro interior libre sea de 1,20 metros. En la parte central de su periferia llevará una rueda dentada, con la cual, para darle el movimiento, debe engranar un piñón movido por un motor eléctrico de preferencia, de dimensiones apropiadas para tener la velocidad supuesta de 30 vueltas por hora. Para sustentar el horno y permitir este movimiento de giro, cerca de las bases y exteriormente, se dispondrán dos pares de rodillos locos en los cuales apoyará el horno, y próximo a la base inferior, o sea la del hogar por donde ha de salir el mineral calcinado, se puede disponer un rodillo cuyo eje sea perpendicular a la dirección longitudinal del horno, y al cual se imprima movimiento que evite el resbalamiento del horno por efecto de la pendiente. Para poder variar la velocidad, si ello fuese necesario, se pueden disponer en el eje del

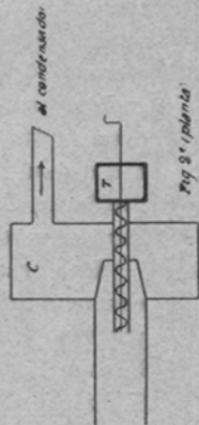
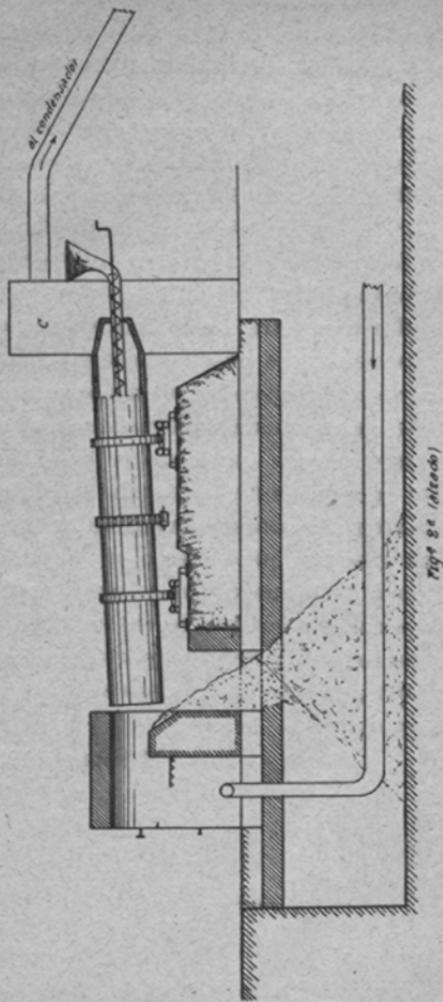
piñón varios de éstos, de las dimensiones apropiadas para el dicho cambio.

Como combustible puede emplearse, si ello es fácil, el petróleo, que se haría quemar en un aparato apropiado, con aire a presión, a fin de evitar la producción de una gran cantidad de hollín. Mas si fuere difícil el empleo del petróleo, un hogar de carbón mineral dispuesto como se indica en el dibujo esquemático (véase figura 2.^a) adjunto, podría servir para el mismo objeto. En dicho dibujo se figura una entrada para el aire que llegase al cenicero para quemar el carbón con objeto de aprovechar el calor del mineral calcinado que cae del horno por la parte inferior, sin llegar al hogar, defendido éste como lo está por el puente de ladrillos en la parte próxima a la boca del horno. La carga de mineral puede hacerse por la tolva *T* figurada en el dibujo, y con el auxilio de un tornillo sin fin, también señalado.

A continuación del horno se instalara un condensador, formado de elementos tubulares verticales en la primera parte, que podrían ser, los primeros de chapa de hierro delgada, y después, donde ya se puede admitir la formación del ácido sulfúrico húmedo, de grés, de uralita o de cemento armado. Estos elementos tubulares deberán variarse en número, según la observación lo indique, para obtener una buena condensación: en la caja en que descansan por su base inferior, se recogerá el azogue producido, al cual se dará la salida conveniente.

Figúrase a continuación del horno, y antes de empezar el condensador, una cámara *C*, que serviría para depósito del mineral pulverulento arrastrado por la corriente. En el extremo opuesto de dicho condensador puede disponerse una cámara reguladora que podría

Dibujos esquemáticos de un horno giratorio para el beneficio de minerales meltable de mercurio.



ser de cemento armado, de la cual tomase el ventilador una parte de la corriente gaseosa para lanzarla por inducción a la galería que a continuación se supone, la cual debe terminar en una chimenea de conveniente altura. El ventilador debe estar formado por elementos inatacables por los gases, o revestidas las paletas y sus paredes interiores con material adecuado para el objeto.

Como se ha dicho, siempre que la presión interior se mantenga por la acción del ventilador de manera que sea algo inferior a la externa, no hay peligro de que ni por la unión con el hogar, ni por la del horno con el condensador o cámara de polvo, salga gas ninguno. Para evitar que estos gases pudieran salir en el caso de una avería del ventilador, será conveniente tener dispuesto otro que pueda fácilmente substituir al averiado. Con esto parece garantizada la salubridad para el personal encargado de la marcha del horno.

Pudiera también instalarse el ventilador libre del contacto de los gases, a cuyo efecto se dispondría al pie de la chimenea de manera que tomando el aire de la atmósfera lo lanzase a aquélla facilitando así el tiro. El ventilador tendría entonces mayores proporciones y, por consiguiente, mayor coste, pero su duración sería también mayor.

2 Febrero 1933.
