

y entonces habría que elevar la presión á 19<sup>atmósferas</sup> 46.

Y este aumento de presión causa una pérdida aun más sensible, porque no se puede emplear el aire en el momento mismo de la compresión, antes de que se enfríe; sino que hay que conducirlo á alguna distancia, lo que da por resultado que pierda por enfriamiento el exceso de presión que adquirió por el calor.

En consecuencia, para obtener el resultado económico, importa mucho impedir el desarrollo de calor durante la compresión, pues como se ve, causa una fuerte pérdida de trabajo.

Varios medios se han empleado sucesivamente para prevenir esta producción de calor: en las primeras máquinas se interponía una masa de agua entre el émbolo y el aire por comprimir; al funcionar la máquina, el émbolo transmitía á la masa de agua un movimiento oscilatorio, verificando así alternativamente la aspiración y compresión del aire que se enfriaba por contacto con el agua. Fácilmente se comprende la imperfección de este sistema; estas máquinas no podían andar sino lentamente, pues si se movía el agua con rapidez, era proyectada á las válvulas y conductos alterando la marcha regular de la máquina que suministraba cantidades suficientes de aire.

Después se inyectó dentro del cilindro compresor agua fría en forma de rocío, aumentando la cantidad de agua á medida que era mayor la densidad del aire. Este sistema tiene la ventaja de que diseminándose el agua dividida en gotitas por todo el volumen de aire, absorbe casi todo el calor debido á la compresión; pero presenta el grave inconveniente de que el aire se satura de humedad que arrastra consigo y se congela por el considerable descenso de temperatura que se produce en el momento de la expansión del aire después que ha obrado en las máquinas que utilizan su fuerza; el hielo formado se interpone en las distribuciones, acaba por obstruirlas completamente y hace la marcha imposible.

Otro sistema, muy usado en las compresoras modernas, consiste en enfriar el aire por medio de agua que circula al rededor del cilindro compresor en un espacio que le rodea completamente y que toma por esto el nombre de *camisa de agua*. Este método es ventajoso comparado con el anterior, porque no estando el aire en contacto con el agua, puesto que es un enfriamiento por circulación externa, suministra aire seco y evita el inconveniente de la formación de hielo; pero en mi opinión es imperfecto todavía, porque siendo el aire mal conductor del calor sería necesario, no solamente que cada una de sus partículas estuviera en contacto con la superficie enfriada por la camisa; sino que estuviera *el tiempo necesario* para ceder la mayor parte de su calor. Ahora bien, en el cilindro de una compresora que trabaja á gran velocidad el aire permanece en él un espacio pequeñísimo de tiempo, insuficiente para que ceda su calor; además, sólo una porción del volumen total del aire está en contacto con la superficie interna del cilindro; y por último, el émbolo en su carrera cubre parte de esta superficie interior y disminuye el enfriamiento.

Muy recientemente se ha adoptado por los constructores americanos el uso de cilindros de aire *compound* en las compresoras con el objeto, entre otros, de evitar los efectos perjudiciales del calor, de que me he venido ocupando. Primero se comprime el aire parcialmente en un cilindro (en el diámetro mayor) y después de atravesar un enfriador, en donde se abate bastante su temperatura, pasa á otro ú otros cilindros de menor diámetro en los que se lleva gradualmente á la presión requerida. Los cilindros tienen camisa de agua y el enfriador que les comunica entre sí está for-

mado por una cámara cilíndrica que tiene en su interior numerosos tubos de cobre de pequeño diámetro al través de los que circula agua fría. Entonces el aire al pasar del primero al siguiente ó siguientes cilindros, pierde su calor en el enfriador *sin perder su presión* se pone en contacto con mayor superficie de enfriamiento, dividiéndose en corrientes parciales, entre los espacios de los tubos del enfriador y permanece más tiempo en contacto con ellos. Parece que este sistema es el mejor actualmente y según los datos de los fabricantes se ahorra un 20 por ciento de fuerza motriz sobre la empleada en cilindros enfriados por camisa agua solamente.

Las compresoras que he tenido ocasión de conocer son las siguientes:

Compresora «*Ingersoll-Sergeant*» en la mina «*Difficultad*» en Real Monte.

Compresora «*Ingersoll*» en la mina «*Barron*» en Pachuca.

Compresora «*Burckhardt & Weiss*» en la mina «*San Rafael*» en Pachuca.

Compresora «*Rand*» en la mina «*San Rafael*,» en Pachuca.

Compresora «*Rand*» en la mina «*El Xotol*,» Pachuca.

Compresora «*Ingersoll-Sergeant*» en la mina «*La Esperanza*,» Mineral de «*El Oro*,» Estado de México.

Antes de entrar en su descripción y estudio, daré algunas ideas sobre la compresión en general.

Una compresora de aire consiste esencialmente en un cilindro en el que se comprime aire atmosférico por medio de un émbolo movido por vapor, agua ó electricidad. El cilindro de aire es casi siempre de doble efecto, y por tanto está provisto de válvulas para la entrada y salida del aire en cada tapa del cilindro cuando son válvulas las que hacen la absorción y descarga del aire. En cada golpe de émbolo cierto volumen de aire comprimido pasa del cilindro á un recipiente, y de este recipiente se distribuye por tubos á los lugares donde se va á aplicar. El volumen de aire atmosférico que una compresora puede absorber en un minuto para llevar á cierto grado de compresión, es lo que se llama su *capacidad*. La capacidad teórica se obtiene multiplicando el área del émbolo por su velocidad, y para obtener la efectiva, hay que deducir las pérdidas por espacios perjudiciales, diámetro de la varilla, fricción de las válvulas, etc., que son diferentes en cada compresora; pero que no deben pasar de 10 por ciento. La capacidad de una compresora varía también con la altura sobre el nivel del mar del lugar en que trabaja, siendo menor á medida que esta altura á una presión menor que la del nivel del mar.

*Continuará.*

## METALURGIA.

ESTUDIO QUIMICO DEL PROCEDIMIENTO METALURGICO

CONOCIDO CON LOS NOMBRES DE

AMALGAMACION MEXICANA Ó BENEFICIO DE PATIO.

Por el Ing. de Minas

JUAN D. VILLARELLO, M. S. A.

(*Continúa.*)

Conociendo los beneficiadores la deficiencia de los ensayos de pella, siempre ensayan por la vía docimástica la lama que acompaña á la pella, y á esta operación se le llama ensayos de residuos.

Para hacer el ensayo de residuos, se saca de la torta en beneficio, cierta cantidad de lama, procediendo co-

mo indiqué al hablar del ensaye de la torta; se agrega á esta lama una pequeña cantidad de azogue, para lo cual se extiende sobre una tabla y se le riega el mercurio en lluvia fina, luego se revuelve para que este metal se incorpore y después se lava la lama como para sacar tentadura, teniendo cuidado de que al "deslamar" no se vaya nada de pella, y que al último sólo queden en la jícara el mercurio y toda la pella. El lodo del deslame anterior se reúne en una vasija, se deja asentar el mineral y se decanta el agua; después, y con objeto de separar la pequeña cantidad de pella que pudiera haberse pasado con la lama en ese deslame, se le somete á un segundo lavado, se deja asentar la lama, se decanta el agua, se seca en la estufa ó baño de aire, se muele y se ensaya docimásicamente. La ley de plata de estos residuos, permite conocer la cantidad de plata que aun no se ha amalgamado en la torta en beneficio hasta el momento de sacar el ensaye de residuos. La diferencia entre dos ensayes de estos residuos, sacados y hechos en dos fechas diferentes, dividida entre el número de días transcurridos de una á otra fecha, dará el adelanto diario en la amalgamación de la plata; y cuando este adelanto, así determinado, sea insignificante ó nulo, y la ley de ley de los residuos muy pequeña, el beneficio habrá terminado y la tarta estará rendida.

Procediendo con esmero al lavar los ensayes de residuos los resultados son exactos, y no influyen los accidentes del beneficio en la exactitud de estos resultados, porque para calcular estos ensayes no es necesario conocer la cantidad de mercurio y de pella contenidos en la torta, ni es preciso suponer que la pella está uniformemente repartida en el mercurio, ni que se pierde  $1\frac{1}{2}$  de mercurio por 1 de plata amalgamada sino que determinan directamente la cantidad de plata que aun no hay sido amalgamada en la torta en beneficio hasta el momento de sacar el ensaye de residuos. Cuando la torta esté caliente, el ensaye diario y comparado de los residuos indicará si la amalgamación progresa ó está paralizada; y en caso de que la torta esté fría, sin estar rendida, la ley de los residuos será constante en esos días y relativamente alta, indicando esto que la amalfiamación no progresa aunque la torta aun no está rendida.

Por medio de los ensayes de residuos se conoce el final del beneficio aun cuando no se sepa cuál era la riqueza en plata de la lama con la cual se formó la torta, pues entre tanto indiquen estos ensayes una ley relativamente alta para los residuos, no podrá decirse que la torta este rendida. Por otra parte estos ensayes son un poderoso auxiliar en casos difíciles como el que menciona el Sr. M. M. Contreras, y es esto: "que habiéndose reventado un lamero, se mezcló la lama que contenía con las tortas que estaban en beneficio, resultando, que si podía tenerse una idea de la cantidad total de plata y de mineral contenido en todas las tortas era imposible saberse la parte que contenía cada una; habiendo además, la dificultad de tenerse que beneficiar revueltos frutos, cuyo beneficio se encontraba en épocas muy diversas". [1] En este caso difícil, mientras los ensayes de residuos indiquen para estos leyes relativamente altas, ninguna de las tortas estará rendida, y aunque no se conocerá por estos ensayes la cantidad de plata que rendirá cada una de ellas, si se sabrá cuando estén ya rendidas.

Decir que una torta está rendida, no significa que ha sido amalgamada ya toda la plata que contenía, sino solamente la cantidad que puede extraerse del mineral, por el Beneficio de Patio; y por lo tanto podrá decirse que una torta está rendida cuando el ensaye

de residuos indique para éstos una ley de plata, igual á la cantidad que se considera no puede extraerse por este procedimiento. Después de beneficiar varias veces una misma clase de mineral, se llega á determinar cuál debe ser la ley de los residuos que indique el final del beneficio del referido mineral, ley que generalmente es de: 0.06 á 0.12 kilos de plata por tonelada. Toda ley de residuos superior á la determinada, como acabo de decir, debe considerarse como relativamente alta, y mientras no baje hasta este límite la torta no estará rendida.

La determinación directa de la plata no amalgamada en determinado día del beneficio de una torta, determinación que se hace mediante el ensaye de residuos, permite decidir si es ó no económico continuar el beneficio, pues si los gastos que deben erogarse para conseguir la amalgamación de la plata contenida en los residuos, es una cantidad superior á la que representa el valor de esa plata no será económico continuar el beneficio. Se deduce de esto, que los ensayes de residuos permiten determinar lo que llamaré: el final económico del Beneficio del Patio; ó el rendimiento comercial de una torta. Este final económico no se puede determinar con los ensayes de pella, porque no indican éstos la cantidad de plata que sin amalgamarse existe en los residuos y sin conocer esta cantidad no puede compararse su valor con el gasto que debe originar su extracción, al prolongar por más días las faenas del Beneficio de Patio.

La utilidad de los ensayes de residuos fué conocida desde la época de Sonneschmidt, quien dice: sólo podemos saber cuando está rendida una torta "mediante el ensayar los residuos por el método docimástico". (1) No obstante la autorizada opinión anterior, el Sr. Contreras dice que: este procedimiento presenta inconvenientes "de los cuales depende que sea preferible el de los ensayes de pella". Esta última afirmación me obliga á estudiar los últimos inconvenientes que señala el autor citado, para concluir por fin, cuál es el mejor de los dos procedimientos indicados para conocer el final del beneficio.

Dice el Sr. Contreras: «La operación de lavar los ensayes de residuos, además de ser más dilatada y laboriosa que la de los ensayes de pella presenta el gran inconveniente de que un pequeño desperdicio de pella viene á alterar el valor del resultado; mientras que en los ensayes de pella, esto no tiene ningún inconveniente, si, como es probable, la pella desperdiciada tiene la misma riqueza en plata que la recogida para ensayarla.» [2] La dilación y laboriosidad en el lavado de los ensayes de de residuos no serían, sin duda, motivos suficientes para abandonar un procedimiento que indica con bastante exactitud el final del beneficio y el límite económico de éste, evitando, por lo tanto, que la plata se tire al río, ó que los gastos finales excedan al valor de las últimas porciones de plata amalgamada; pero aun hay más, la práctica adquirida por los azogueros, hace que estos lavados no sean tan dilatados ni tan laboriosos, y sí comparables con los que tienen que hacerse en los ensayes de pella. El gran inconveniente que señala el autor mencionado, es que una parte de la pella quede en los residuos y suba por lo tanto la ley en plata de estos últimos; pero creo que este inconveniente no existe en la mayoría de los casos, por las siguientes razones: en primer lugar, al agregarse el mercurio á los ensayes de residuos, como dije antes, la pella se hace bastante fluida, por lo mismo es fácil separarla del residuo, con un lavado cuidadoso

(1) Sonneschmidt, L. C., pág. 47.

(2) M. M. Contreras, L. C., Tomo I, núm. 48, pág. 6.

(1) M. M. Contreras, L. C., Tomo I, núm. 48, pág. 7.

como debe hacerse; y en segundo lugar, para que subiera la ley del residuo por la causa indicada, sería preciso que ese pequeño desperdicio de pella, siempre llegara hasta el platillo de la balanza, en el polvo que se toma del residuo para pesar el ensaye. Si suponemos que en el residuo existen pequeños granos de pella escapados en la operación del lavado, no es creíble que siempre se tomen estos granos entre el polvo que se saca del residuo para ensayarlo, y en caso de tomarlos, es casi seguro que no se encontrarían en la misma cantidad en los dos ó cuatro ensayes que se pesan del mismo polvo; y si la pella no se encuentra en la misma cantidad, los resultados de los cuatro ensayes no serán comparables, é indicarán, por lo mismo, que ha existido algún defecto en la operación, la cual deberá repetirse con mayor cuidado, sobre todo, al lavar los residuos. Por otra parte, debe tenerse en cuenta lo siguiente: el ensaye de residuos es verdaderamente industrial, pues somete la tentadura á las mismas operaciones, á las que más tarde se someterá toda la torta, es decir, se baña primero con azogue y se lava después; por lo tanto, la ley de plata que indique el ensaye de residuos será, en todo caso, igual ó más baja que las de las lamas al salir del lavadero de la hacienda de beneficio, pues sin duda es más cuidadoso el lavado que se hace de una tentadura, que el de toda la torta beneficiada. De lo anterior se deducen dos cosas: la discordancia notable entre los resultados de los ensayes docimásticos de un mismo residuo hará sospechar la presencia en éste de alguna pella escapada al lavar el residuo; y si después de repetir el lavado, con más atención, los resultados del ensaye de residuos siguen discordantes, y encuentra siempre la pella en el residuo lavado, habrá que buscar la causa de esto antes de lavar la otra aun supuesta rendida, pues la pella se escaparía por el lavado de esta última como se ha escapado al lavar el ensaye, y como sucede también cuando se lava una torta que está caliente. Como se ve, el inconveniente señalado para los ensayes de residuos no existe en la generalidad de los casos; y en cambio, estos ensayes pueden dar otra indicación de mucha utilidad industrial cual es: la relativa al conocimiento del momento oportuno para lavar la torta en beneficio.

Continúa el Sr. Contreras: «La operación que exige un ensaye de pella para determinar la cantidad de azogue y plata, es más rápida y sencilla que la que es preciso hacer para determinar la ley en plata de los residuos, docimástico, exigiendo los ensayes de pella un pequeño cálculo numérico.» (1) Las razones anteriores no las puedo considerar de gran peso, para preferir el ensaye de pella al de residuos, ni menos aún cuando están ya tan generalizados los ensayes docimásticos, y se ejecutan de una manera perfecta en todos los minerales de la República. (2) Por otra parte, la duración del Beneficio de de Patio no es de horas sino de muchos días, y por lo tanto, hay tiempo sobradamente suficiente para hacer los referidos ensayes de residuos.

(Continuará.)

(1) M. M. Contreras, L. C., Tomo I, núm. 48, pág. 6.

(2) Para detalles, véase informe del Ingeniero Mariano Glenni en "Asuntos Mineros" por Miguel Rul ó "Minero Mexicano," Tomo VIII, 1881-1882, núm. 39, pág. 463.

## AGRICULTURA

### EL AGUA EN SUS RELACIONES CON LA AGRICULTURA.

#### PRIMERA PARTE.

(CONTINÚA.)

La clasificación del aspecto meteorológico de un día se puede hacer con referencia al estado del cielo, es decir, si está *limpio*, *brumoso*, *nublado*, etc., y con otras circunstancias que influyen también, tales como la temperatura; el viento, etc., de las cuales no nos ocuparemos por no corresponder á este estudio concreto del agua.

Compendiamos en seguida las reglas para hacer esa clasificación sin necesidad de instrumentos meteorológicos, sino que, á lo más, el termómetro nos servirá de auxilio así como de comprobación.

**Limpio:** Es el día en que el cielo ha estado enteramente libre de nubes.

**Despejado:** Cuando la cantidad media de nubes no llega á 5.

**Medio nublado:** Cuando se halla comprendida esa cantidad entre 5 y 6.

**Nublado:** Cantidad de nubes entre 8 y 9.

Se dice muy nublado, cerrado ó cubierto, cuando esa cantidad llega á 10.

**Nebuloso:** Si hay neblina durante varias horas.

**Sereno:** Si sopló el viento todo el día.

Me parece ahora tener oportunidad de dedicar algunas líneas á las observaciones meteorológicas formuladas por medio del canto del gallo por el Sr. Ingeniero Rafael Barba, de quien tuve el honor de ser su discípulo, supuesto que las atenciones curiosas que he tenido, observando las reglas que dicho señor da, me han probado sus efectos favorables.

El secreto que el gallo encierra no parece aún descubierta. Solamente los hechos prácticos prueban que la atmósfera tiene cierta influencia sobre la organización del animal; su modo de obrar contra éste no está aún definido perfectamente. Lo que sí cree el Sr. Barba, que el resultado del trastorno de la atmósfera obra solamente sobre el sistema nervioso del gallo, provocándolo á dar su canto. De cualquiera manera que sea la teoría de esta interesante cuestión, la ciencia agrícola, parece que va á dar un paso más al progreso.

Ojalá que el fruto de tanta observación y trabajo que ha empleado el referido Sr. Barba, sea acogido con entusiasmo curioso por todos los agricultores, tanto científicos como prácticos, para que pongan de manifiesto sus reglas.

Si de la observación general nacen, como de ser los hechos comprobados, cuán satisfactorio será para nuestra madre «La Escuela de Agricultura de México» el tener hijos que se dedican de aquello que, sin embargo de pasar por nuestros sentidos, en nada preocupa á nuestros agricultores. El resultado general se espera, el que con seguridad será satisfactorio y entonces con orgullo será para siempre acreedor el Sr. Ingeniero Barba del producto de sus pasos por la ciencia en seguimiento de la claridad del conocimiento agrícola.

Es de esperarse también que personas interesadas á la ciencia agrícola den sus pasos á investigaciones correspondientes al estudio del gallo, para que pongan en evidencia el desarrollo de su teoría.

Paso ahora exponer todos aquellos hechos que han sido comprobados á mi vista y satisfacción, que por lo cual creo muy conveniente darles crédito.