

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.)

Para hacer el ensaye de pella se procede de la siguiente manera: Se saca de la torta en beneficio, cierta cantidad de la lama, medio kilo aproximadamente, procediendo de la misma manera que indiqué al hablar del modo como deben sacarse las tentaduras; en seguida se coloca la lama en una vasija y después de desleirla en agua, se mete la vasija dentro de un depósito lleno también de agua, y mediante movimientos apropiados se expulsa con cuidado toda la matriz del mineral, hasta dejar solamente en la vasija ó jicara la tentadura, formada por los minerales más densos y los metales contenidos en la lama en beneficio; y por último, se refriega con cuidado la cabeza y el cuerpo de la tentadura, con objeto de que todo el mercurio y la amalgama de la plata que se encuentra en ellos se reuna con el botón, que es el que debe ensayarse de la siguiente manera. Se coloca el botón de la tentadura sobre un papel secante, con el cual se le quita la humedad; se pesa el botón ya seco, en balanza que pueda apreciar un milígramo; en seguida se coloca el botón sobre papel de china en una copela, extendiéndole para que quede delgado, y se aproxima la copela poco á poco á la boca de la mufla, con objeto de que el mercurio se evapore muy lentamente y no se pierda ninguna partícula de plata; y por último, se coloca la copela en la parte media de la mufla en donde se deja hasta que la plata comience á fundirse. La evaporación del azogue puede hacerse también en un crisol de arcilla refractaria ó de hierro, calentado con lámpara de alcohol de doble corriente, reforjando el botón de plata, con el soplete sobre el carbón, hasta el principio de fusión de la plata. El papel de china usados en estos ensayes, tiene por objeto formar una capa de ceniza que impida á la plata adherirse al fondo de la copela ó del crisol. El botón de plata, obtenido como acabo de decir, se deja enfriar, se limpia con una brocha, y se pesa.

Conociendo el peso del botón de la tentadura, el peso de la plata contenida en él, y la cantidad de mercurio agregada á la torta, se puede conocer el peso de la plata amalgamada en la torta hasta el momento de sacar la tentadura, empleando para esto la siguiente fórmula:

$$(A) \quad x = \frac{e b}{m + \frac{1}{2} b}$$

En esta fórmula: x representa el número de kilos de plata ya amalgamada; e , el número de kilos de mercurio que se han agregado á la torta en beneficio; b , el peso de la plata contenida en el botón de la tentadura; y m , el peso de este botón.

La determinación anterior supone dos cosas: en primer lugar, que la plata amalgamada esté uniformemente distribuída en todo el mercurio contenido en la torta; y en segundo lugar, que por cada unidad en peso de plata amalgamada se haya perdido unidad y media de mercurio en el beneficio y el lavado. Supuestas las dos condiciones anteriores, es muy sencilla la proporción que sirve para determinar el valor de la

cantidad x ; pues el peso de la plata obtenida al quemar el botón b , es el peso del mercurio volatilizado $m - b$, como la cantidad de plata amalgamada en la torta x , es el peso del mercurio agregado á esta torta menos una y media veces la cantidad de plata amalgamada $e - \frac{3}{2} x$, ó sea:

$$b : m - b :: x : e - \frac{3}{2} x$$

de la cual se deduce $x = \frac{e b}{m + \frac{1}{2} b}$

Con objeto de que la primera suposición antes indicada se aproxime á la realidad, deben sacarse de la torta los ensayes de pella precisamente el día en que se repase, y por lo menos cuatro ó cinco horas después de estar «*andando*» la torta, y mejor aún después de voltearla, pues se observará que en las tortas cuando están «*paradas*» el mercurio de las partes de encima es más rico en plata que el que se encuentra adentro de la torta. Además, y con el mismo objeto, es conveniente sacar dos ensayes de pella de la misma torta y comparar los resultados obtenidos, adoptando el término medio si son poco diferentes, ó en caso contrario repetir la operación sacando nuevas tentaduras.

La segunda suposición de las ya indicadas, á veces se encuentra muy lejana de la verdad. En efecto, la cantidad de mercurio perdida en este procedimiento metalúrgico, varía, como diré en seguida, y la proporción supuesta de $1\frac{1}{2}$ de mercurio perdido, por 1 de plata amalgamada, sólo es exacta cuando la torta no se haya calentado, y se ha sabido beneficiar, pero no es exacta cuando la torta se ha calentado ó se ha volado, pues en este caso la pérdida de mercurio es mucho mayor. Sin embargo, como el objeto principal de los ensayes de pella, no es determinar con exactitud la cantidad de la plata amalgamada en algún día del beneficio, sino conocer con aproximación el adelanto diario de la amalgamación de la plata en una torta, el señor M. Contreras dice que: aun cuando aumente la pérdida del mercurio á 2 partes en peso por uno de plata amalgamada, esto apenas es sensible en el adelanto diario indicado por el ensaye de pella, y no tiene ninguna influencia según el mismo autor en la determinación del final del beneficio por el mismo ensaye de pella, aunque si hace variar el dato relativo á la cantidad de plata amalgamada, (1)

El Sr. Fernández (2) al ocuparse de los ensayes de pella, dice que: son exactos cuando la torta no haya tenido contratiempos en su beneficio, pero si por el contrario, la torta se calentó ó se voló, los ensayes de pella proporcionan datos falsos para conocer el fin del beneficio, pues habiéndose perdido mucho mercurio al calentarse la torta, el ensaye de pella podía indicar que la torta estaba rendida cuando en realidad no lo está, ó á veces indicaría haberse amalgamado mucha mayor cantidad de plata de la contenida en la torta. Como aclaración de lo anterior, propone el Sr. Fernández el siguiente ejemplo, que indicaré yo en sistema métrico decimal. «Se pusieron 147.28 toneladas de 0.781 kilos, luego el total de plata son 115 kilos; se puso de azogue á razón de 8 kilos por kilo de plata, 920 kilos, pero de este se pierden á razón de 1.25 kilos, por kilo de plata, 143.75, luego quedan 776.25 que con 115 de plata dan 891.25 de pella. Así es que, si pesa un gramo la pella del ensaye, y contiene de plata 0.129, la torta está rendida. «En efecto, la forma (A) ya indicada, se transforma en la siguiente

(1) M. M. Contreras, L. C., Tomo 1, núm. 48, pág. 5.

(2) V. Fernández, L. S., pág. 15.

te, al suponer, como lo hace el Sr. Fernández, que la pérdida de mercurio sea de $1\frac{1}{2}$ por uno de plata:

$$[B] \quad x = \frac{e b}{m + \frac{1}{2} b}$$

y aplicando esta fórmula al ejemplo propuesto se obtiene el siguiente resultado que indica estar la torta rendida:

$$x = \frac{920 \times 0.129}{1 + 0.032} = 115 \text{ kilos.}$$

Continúa diciendo el mismo autor: «cuando una torta se vuela . . . no se habrían perdido durante el beneficio solamente 145.75 kilos de azogue como lo hemos admitido sino más . . . Supongamos gratuitamente que la pérdida fué de 460 kilos, aunque sea inverosímil, esclaro que quedan en la torta los otros 460 kilos, ahora bien, supongamos dos casos posibles: uno, en que la torta haya rendido ya los 115 kilos de plata; y otro, en que haya dado sólo la mitad. En el primer caso, los resultados de los ensayos darían números para establecer una proporción, cuya resolución sería que se había obtenido doble cantidad de plata de la que la torta contenía, cosa que era falsa; en el segundo, el mismo ensaye nos diría que la pella contenía toda la plata, que la torta estaba rendida, y esto también era falso, y sobre todo muy grave, pues si diera por terminado el beneficio, 57.5 kilos de plata serían tirados al río.» En efecto, quedaban sólo 460 kilos de mercurio en la torta, y la torta había rendido ya los 115 kilos de plata, total contenido en ella, 175 kilos sería el peso total de la pella, y por lo tanto, el gramo de pella del ensaye contendría 0.2 gramos de plata, según la siguiente proporción:

$$575:115::1:x=0.2$$

y en el caso de que hubiera rendido la mitad de la plata contenida, 57.5 kilos, la pella total pesaría 517.5, y el gramo de pella del ensaye contendría 0.11 gramos de plata, resultado de la siguiente proposición:

$$517.5:57.5::1:x=0.11$$

y por lo mismo la fórmula (B) daría los siguientes resultados, que son aproximadamente, los que indica el Sr. Fernández:

PRIMER CASO.

$$e=920 \quad b=0.2 \quad m=1$$

$$x = \frac{e b}{m + \frac{1}{2} b} = \frac{920 \times 0.2}{1 + 0.05} = 175.24 \text{ kilos,}$$

cantidad de plata macho mayor de la contenida en la torta antes del beneficio.

SEGUNDO CASO.

$$e=290 \quad b=0.11 \quad m=1$$

$$x = \frac{e b}{m + \frac{1}{2} b} = \frac{920 \times 0.11}{1 + 0.03} = 98.25 \text{ kilos,}$$

cantidad de plata mucho mayor de la realmente amalgamada.

Concluye el Sr. Fernández diciendo: «He exagerado en este ejemplo las cantidades, sólo por usar números sencillos, para que se comprenda el fenómeno, por ser muy necesario entenderlo; pues si bien es cierto que no puede verificarse en esa escala, no por serlo en otras que son mucho menores, las consecuencias dejan de ser muy funestas.»

Según el Sr. M. M. Contreras, los ensayos de pella

no tienen por objeto determinar la cantidad de plata amalgamada en algún día del beneficio, sino indicar el adelanto diario de la amalgamación, para lo cual hay necesidad de comparar los resultados de los ensayos de pella de un día, con los de otra fecha anterior, y dividir el adelanto entre el número de días transcurridos entre las dos fechas. Cuando el adelanto diario sea insignificante, ó igual á cero, el beneficio habrá terminado. Por lo anterior se comprende, que según el Sr. M. M. Contreras, para conocer el final del beneficio, no es bastante tocar un solo ensaye de pella, sino que es necesario tomar varios, en distintos días, y cuando estos ensayos den resultados iguales, el adelanto diario será nulo y el beneficio habrá concluido

Una variación notable en la pérdida de azogue, tiene muy pequeña influencia en la determinación del adelanto diario en la amalgamación por medio de los ensayos de pella, y para que esto se comprenda fácilmente, el Sr. Contreras indica los resultados de los ensayos de pella, de una torta de la mina «El Rosario,» beneficiada por él en Pachuca, y calcula el adelanto diario bajo dos supuestos: con pérdida de $1\frac{1}{2}$ de azogue por una parte en peso de plata, y con 1 de azogue por uno de plata. Estos resultados (1) son los siguientes:

Días de estar en beneficio la torta.	ADELANTO DIARIO EN LA AMALGAMACION Con la pérdida de uno y medio por uno.	Con la pérdida de dos por ciento
A los 22 días	3.91 p. 100	3.68
" " 25 "	0.90 "	0.80
" " 29 "	1.26 "	1.11
" " 33 "	0.33 "	0.22
" " 39 "	0.49 "	0.47
" " 45 "	0.00 "	0.00

En vista de estos datos podría concluirse con el Sr. Contreras diciendo que «el mejor medio que puede emplearse para conocer la marcha de las reacciones, el adelanto diario de la amalgamación, y el final del beneficio de patio es el ensaye de pella,» (2) pero no obstante estos datos, y la muy respetable opinion del Sr. Contreras, no puedo aceptar sus conclusiones de una manera tan general, y si creo fundada la opinión antes indicada del Sr. Fernández. En efecto, supongamos, por ejemplo, que á los 22 días de estar en beneficio una torta, cuyo contenido total en plata eran 125.3 kilos de plata, y que fué incorporada con 1000 kilos de azogue, se saca un ensaye de pella, 10 gramos; peso de la plata contenida en él, 1 gramo 14 centigramos. Con estos datos la fórmula (A) dará.

$$x = \frac{1000 \times 1.04}{10 + 0.57} = 107.85 \text{ kilos de plata.}$$

Por lo tanto, si de los 125.3 kilos de plata, se han amalgamado 107.85, de 100 se amalgamarían 86.07 y por lo tanto el adelanto diario en la amalgamación sería $\frac{86.07}{22} = 3.91$ por ciento, y la pérdida de mercurio supuesta por la fórmula (A) sería hasta ese día: $1.5 \times 107.85 = 161.77$ kilos. Supongamos ahora que entre los días 22 y 25 se calienta la torta, accidente que como dije antes, atraza ó paraliza la amalgamación y ocasiona una pérdida de mercurio, (2) por las razones que indicaré en la segunda parte de este escrito; y aceptemos para este ejemplo, que la amalgamación no adelanta en esos días, y que se pierden solamente 18 kilos de mercurio como consecuencia de la calentura

(1) M. M. Contreras, L. C., Tomo I, núm. 48, pág. 5. tes:

(2) M. M. Contreras, L. C., Tomo I, núm. 45, pág. 14.

(3) Véase Joseph Garcés y Eguía, L. C., pág. 134 y 118.

de la torta, Según esto, la cantidad total de mercurio contenida en la torta el día 25 será:

$$1000 - 161.77 - 18 = 820.23 \text{ kilos,}$$

y agregando á esta cantidad los 108.85 kilos de plata amalgamada ya, el peso total de la pella será 928.08 kilos. Si el día 25 se saca ensaye de pella habrá en el botón de 10 gramos, un gramo 16 centigramos de plata, según la siguiente proporción:

$$928.08 : 107.85 :: 10 : x = 1.16;$$

y con estos datos la fórmula [A] dará:

$$x = \frac{1000 \times 1.16}{10 + 0.58} = 109.64$$

Restando de 109.64 los 107.85 kilos de plata amalgamada ya el día 22 se obtendrá un adelanto de 1.79 ó por ciento:

$$125.3 : 1.79 :: 100 : x = 1.43 \text{ p. } \infty$$

y en tres días; y por lo mismo, el adelanto diario indicado por el ensaye de pella será:

$$\frac{143}{3} = 0.47 \text{ p. } \infty$$

cuando en realidad no había ningún adelanto. En vista de que la torta se ha calentado entre los días 22 y 25, parece más exacto suponer una de mercurio de 2 por 1 de plata, al hacer el cálculo del ensaye de pella, y entonces la fórmula [A] se convierte en la siguiente:

$$[C] \quad x = \frac{eb}{m+b}$$

según la cual y de acuerdo con los últimos datos, el valor de x será:

$$x = \frac{1000 \times 1.16}{10 + 1.16} = 103.94 \text{ kilos.}$$

Como el día 22 se habían amalgamado ya 107.85 kilos de plata, el último valor de x indica un atraso en la amalgamación de 3.91 kilos de plata en tres días, cuando en realidad no ha habido atraso ni adelanto.

Por el ejemplo anterior se comprende perfectamente que cuando una torta se calienta, el ensaye de pella proporciona indicaciones falsas respecto al adelanto diario de la amalgamación; y se comprende también, que cuando una torta esté ya rendida, pero caliente, el referido ensaye en vez de dar á conocer que el beneficio ha concluido, indicará un adelanto diario que ya no tiene lugar; pero como sigue aumentando la pérdida de mercurio sin variar la cantidad de plata amalgamada, el botón de la tentadura irá apareciendo más rico en plata, y por lo mismo la fórmula (A) indicará un adelanto que ya no se verifica; y en este caso, la indicación proporcionada por el ensaye de pella es tan poco exacta, como la que indica la tentadura en las mismas condiciones, pues conserva ésta la limadura aun cuando la torta esté ya rendida, hecho que expresa Sonnenschmidt en los siguientes términos: «el azogue llega á recibir el color aplomado y conserva la buena limadura, á veces, aunque se haya pasado el término del rendir.» (1)

Dice el Sr. Contreras, que el final de la amalgamación se conoce por medio de los ensayes de pella, cuando indican éstos un adelanto diario insignificante ó nulo; (2) Ahora bien, cuando una torta está fría, la amalgamación de la plata es insignificante ó nula y se pierde entonces muy poco azogue; por lo tanto, los ensayes de pella en los días de frialdad de la torta, darán resultados casi iguales, indicarán por lo mismo, un

adelanto diario en la amalgamación casi nulo, y se llegaría creer por estos ensayes que la torta está rendida, cuando en realidad no ha terminado el beneficio, sino que le falta sulfato de cobre á la torta. Al verificarse este último caso sería de temerse, con el Sr. Fernández, que por las indicaciones falsas del ensaye de pella, la plata fuera tirada al río, temor no desmentido por el mismo Sr. Contreras, quien dice que: cuando el adelanto diario en la amalgamación llegue á ser insignificante ó nulo, el beneficio habrá terminado, “siempre que no falten ingredientes para las reacciones, y que se haya recogido próximamente la cantidad de plata esperada;” (1) pero como por estos ensayes no se puede conocer si faltan ó no ingredientes; y como estos ensayes, según el mismo Sr. Contreras, “no deben practicarse con el mismo objeto de determinar la cantidad de plata que probablemente ha de producir una torta,” (2) puedo concluir diciendo: que los ensayes de pella son deficientes para la determinación del final del Beneficio de Patio; que en ningún caso debe darse por terminado el beneficio, atendiendo solamente á las indicaciones de estos ensayes, pero que son útiles para conocer el adelanto diario en la amalgamación, siempre que el beneficio camine sin accidente alguno.

(Continuará.)

AGRICULTURA

EL AGUA EN SUS RELACIONES CON LA AGRICULTURA.

PRIMERA PARTE.

Neblina.—Este hidrometeoro es también bastante importante de conocer, por sus efectos benéficos y nocivos que origina en nuestros campos. Este fenómeno, llamado también *neblina*, es el resultado de la condensación del vapor contenido en el aire atmosférico en partículas extremadamente tenues. Se forma en la superficie terrestre ó á pequeña distancia de ella.

Si se examina con detenimiento con una lente una porción de neblina, se observará que está compuesta de cuerpos pequeños y opacos. Profundizando más la curiosidad se notará que esos cuerpecitos no son más que gotitas de agua que obedecen á la ley de gravitación universal.

La estructura de esas gotitas ó vesículas de agua no parece ser conocida, pues unos suponen que son huecas y otros que llenas, por lo cual por esta parte no entraremos en más detalles.

El diámetro de estas vesículas de agua se ha calculado en Alemania Central y en Suiza por Kaemtz, quien ha encontrado que generalmente es de 12 milésimas de milímetro; sin embargo hay algunas que miden un diámetro que varía entre 14 y 35 milésimas de milímetro.

Su formación tiene lugar, cuando el aire contiene la mayor cantidad posible de vapor del agua y sufre un enfriamiento por cualquier causa. Después este vapor se condensa y se transforma en vesículas y ocupa las regiones bajas de la atmósfera enturbiando su transparencia.

Si dos viento muy húmedos y de desigual temperatura se encuentran, mezclándose, son causa la más frecuente de la formación de la neblina en campo raso. El espesor de la neblina en crecimiento se explica

(1) Sonnenschmidt, L. C., págs. 51 y 52.

(2) M. M. Contreras, L. C., Tomo I, núm. 46, pág. 3.

(1) L. C., Tomo I, núm. 47, pág. 4.

(2) M. M. Contreras, L. C., Tomo I, núm. 48, pág. 5.