

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Barcelona, Mayo 1915

Algunos estudios y un resultado

Al eminente Ingeniero de Minas D. Luis Adaro

Con el tratamiento en los hornos altos de lechos de fusión con proporciones de mineral de Bilbao, variando del 50 al 60 % de la carga total de minerales, se obtenían en la fábrica de la Felguera antes de 1906, sin forzar la basicidad de las escorias, lingotes de afino destinados a la fabricación de acero Siemens con proporciones de Si = 2,75 a 3,25 % y S = 0,04 ÷ 0,07 %. La dosis de minerales asturianos variando del 40 al 50 % de la carga en mina del horno alto, la proporción de fósforo en la fundición no pasaba del 0,30 % y empleando en la fabricación de acero proporciones aproximadamente iguales de hierro colado y hierro dulce, se obtenían baños metálicos conteniendo por término medio Si = 1,50 %, S = 0,06 %; Ph = 0,17 y Mn = 0,70 % que se prestaban, dado que los arreglos del piso del horno después de cada sangría, se efectuaban con caliza, a un afino en buenas condiciones, con proporciones de fundente en la carga relativamente escasas, por asegurar la eliminación del fósforo en el último período de la operación la *dulzura* de los productos obtenidos. Las escorias, cuando las reacciones del baño no levantaban grandes masas de la caliza del revestimiento, eran fluidas y fácilmente manejables; la depuración del acero se efectuaba bien; la alta proporción de FeMn introducida en las adiciones finales aseguraba, a más de una completa reducción del óxido de hierro del baño metálico, un 1 % de Mn en el acero (salvo en productos extradulces), lo que eliminaba

dificultades en la laminación en el caso de una introducción impensada de lingote de fundición sulfuroso. En una palabra, la marcha era fácil, sin otros contratiempos que los derivados de deficiencias en las instalaciones; el lingote a convertir en acero podía muy bien clasificarse por el aspecto de su fractura, sin recurrir a análisis diarios.

A no haber variado las circunstancias, es indudable que una marcha sancionada por la experiencia de algunos años, que había creado hábitos de trabajo, lo mismo en los hornos altos que en la fabricación de acero, no debió nunca ser modificada; las dificultades surgidas cada vez que en el lecho de fusión del horno alto era aumentada la proporción de minerales asturianos, parecían poner un dique a toda tentativa en ese sentido.

Pero las cosas cambiaron de aspecto cuando se vino a ver que el lingote producido era de todo punto impropio para efectuar en el horno Wellman, puesto en marcha en 1905, operaciones Talbot en buenas condiciones; las altas dosis de Si, retardando mucho la operación y atacando los revestimientos, era indispensable afinar productos menos siliciosos; en el modo de trabajo de los hornos altos, tales fundiciones no podían ser obtenidas con proporciones de S tolerables; era pues preciso, o proceder a una desulfuración en el horno Wellman, cosa difícil y costosa, o variar en los hornos altos las condiciones de marcha, disponiendo lechos de fusión apropiados para obtener en condiciones relativamente económicas dosis de Si comprendidas entre 1,50 y 2% con proporciones de S variando entre 0,05 y 0,07%. Había que decidirse por encomendar el trabajo de desulfuración a los hornos altos o a los hornos de acero, y en cualquiera de ambos casos iniciar marchas nuevas más difíciles con escorias refractarias, rompiendo así la tradición y hábitos de trabajo, o bien, adoptando una solución intermedia, modificar menos profundamente los lechos de fusión y efectuar en los hornos de acero una eliminación de S desde $0,09 \div 0,11$ del lingote a 0,06 como promedio en el acero sangrado.

Contrastadas las opiniones, hecho el estudio de marchas en fábricas diversas y teniendo en cuenta que consideraciones de *posibilidad* y *economía* concretan y determinan en cada caso la solución definitiva, se expuso en 1906 por el que suscribe la convenien-

cia de realizar la desulfuración en el alto horno, procurando emplear en la fabricación del cok los carbones menos sulfurosos entre los disponibles e introduciendo en los lechos de fusión minerales con Mn en proporción adecuada.

Sin discutir aquí *in extenso* las razones determinantes de la elección, baste decir que de un modo general, aún en aquellos puntos donde por razones especiales practican la desulfuración con hornos de reverbero, ya en hornos fijos marchando al mineral o con chatarra, ya en hornos oscilantes Talbot, reconocen que la depuración de fundiciones sulfurosas es cara y difícil y que a poder elegir no vacilarían en encomendar esa misión al horno alto.

En nuestro caso, además, la elección no es dudosa; la práctica de la desulfuración en hornos de reverbero exige una escoria extraordinariamente básica y pastosa, muy pobre en óxidos de hierro (cuya fusibilidad y fluidez es preciso aumentar con adiciones frecuentes de espato, fluor y minerales de manganeso) y alta temperatura en el horno; esto supone un exceso de medios de producción de calor, un retardo notable en la duración de la operación y desgaste considerable de la bóveda y pies derechos del horno. Si una alta proporción de Si ataca los revestimientos, alarga las operaciones y aminora la duración de la campaña, una dosis considerable de S, a más de significar una marcha peligrosa en el horno alto, produce en los de acero iguales resultados.

Las dificultades de tal trabajo para los hornos altos con coks metalúrgicos de mediana calidad y tratando minerales sin Mn, son bien notorias; mucha carga en mina, marcha fría, reducción incompleta de los minerales, escorias ricas en óxidos de Fe, exposición a rápidos enfriamientos con formación de *lobos*. Trátase, en una palabra, de marchas muy expuestas; y puesto que la obtención de productos con bajo Si y alto S habrá de perjudicar igualmente a la buena marcha en los hornos altos y en los de acero, tal solución debía ser rechazada.

La solución intermedia, desde luego más tentadora, empleada con éxito en las marchas Talbot de Cargo Fleet y Frodingham en Inglaterra (1) parecía poder ser la que menos trastornos ocasiona-

(1) Véase la memoria del autor «El procedimiento de Talbot», incluido en la publicación de trabajos de la Asamblea de Ingenieros Industriales.

se. Sin embargo, por razones que serían largas de explicar, las condiciones de trabajo y los elementos de calor de que esas fábricas disponen, distaban mucho de ser las nuestras y el manejo de una escoria de 11 % SiO_2 y 53 % de CaO , pobre en óxidos de hierro y sometida a la alta temperatura que corresponde a un baño de acero con 0,10 % de carbono, no dejaba de presentar en la Felguera muy serias dificultades. Las experiencias realizadas en el horno Wellman con escorias menos básicas, adicionadas de espato fluor, dieron por resultado una eliminación de S desde 0,09 a 0,075, con un retardo aproximado de hora y media a dos horas en la operación. Por otra parte, la necesidad de tratar una fundición de composición media, amortiguando las variaciones de clase producidas en el alto horno exigía la instalación de un mezclador, pero al renunciar a la marcha Talbot tímidamente primero y resueltamente después, el problema se generalizó a toda la producción de acero de la fábrica.

En efecto, el trabajo del horno Wellman con recortes de acero tenía que traducirse en una disminución relativa de la proporción de retales por carga en los hornos Siemens, y tenido en cuenta el alto precio de la chatarra de hierro dulce en el mercado y siendo muy inferior la producción en la misma fábrica a la precisada por los hornos, las proporciones de lingote de fundición por carga debieron ser aumentadas notablemente; la necesidad de obtener un lingote de afino menos silicioso vino a ser más apremiante y el problema inaplazable.

La solución consistente en desulfurar hasta 0,06 % fundiciones de 0,09 a 0,11 % de S, si no era recomendable en el horno Wellman lo era muchísimo menos en los Siemens; en estos sí que llegaba a ser de todo punto imposible el manejo de escorias extra calcáreas.

Si se considera al propio tiempo que la elevación de precio de los minerales de Bilbao, su mayor pobreza en Fe y la alta proporción de SiO_2 , que oscilaba entre 18 y 26 % obligaba por razones de economía de una parte y para disminuir el Si en el lingote de otra a sustituirlos hasta donde posible fuera por minerales asturianos, sustitución dando por resultado la obtención de fundiciones más fosforosas, se comprenderá que la única solución posible era bajar

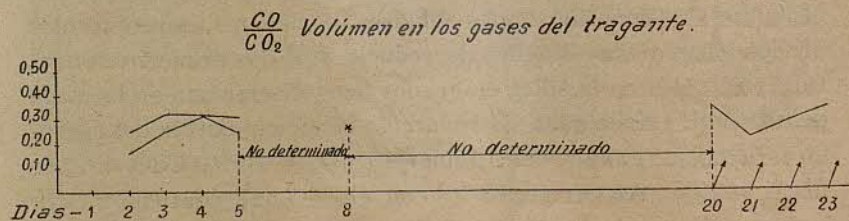
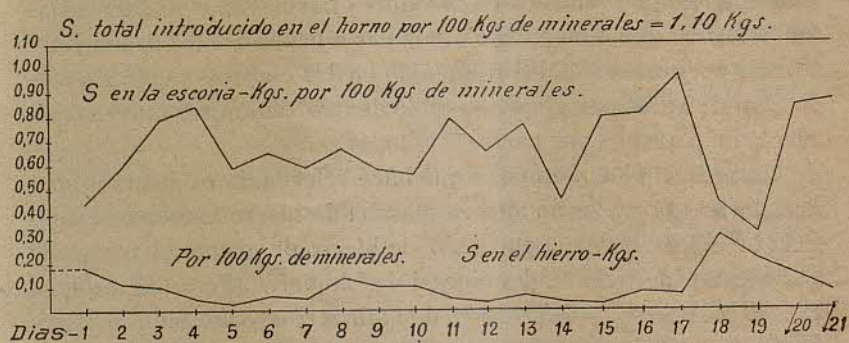
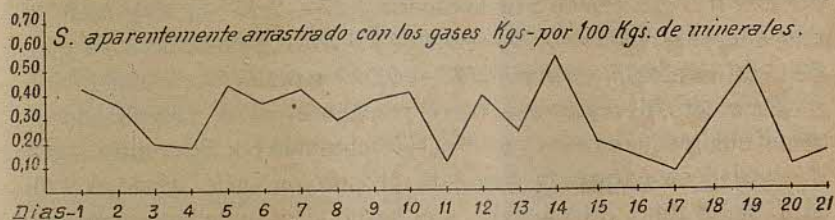
las dosis de Si en el lingote sin aumentar en el mismo las proporciones de S.

Entre los estudios y experiencias realizadas consigno el que va a continuación por el resultado sencillo a que condujo; la composición media de la escoria durante la marcha a que se hace referencia fué

$$\text{SiO}_2 = 36 \%; \text{Al}_2\text{O}_3 = 11 \%; \text{CaO} = 46 \%; \text{MgO} = 3,6;$$

$$\text{MnO} + \text{S} + \text{FeO} = 4.$$

El modo de repartición del azufre (el arrastrado por los gases siendo obtenido por diferencia) es el expresado en el siguiente diagrama.



Los resultados expresados por el diagrama presentan muy notables anomalías; aunque de un modo general, cuanto mayor proporción de S contienen las escorias menor es la cantidad de S en el lingote, no corresponden los máximos en la primera a los mínimos del segundo y aun se da el caso en el día 14 de que siendo la proporción % de S en la escoria = 0,92 % (0,46 kgs. por 100 de minerales) contiene solamente el lingote 0,065 %, mientras que el día 17 la escoria alcanzó la máxima proporción de S (1,95 %) y el hierro contenía 0,112 %. La irregularidad por otra parte se ve claramente, observando las diversas proporciones de S en el hierro correspondientes a iguales cantidades de este elemento en las escorias; los días 1, 14 y 18 tenía la escoria S = 0,92 % y el lingote 0,335 — 0,065 y 0,60 %, respectivamente, del mismo modo los días 5, 7, 9 y 10 vemos S en la escoria 1,17 — 1,17 — 1,17 y 1,12 % y en el hierro 0,052 — 0,091 — 0,194 y 0,188 %, y los días 3, 11 y 13 con 1,56 % S en la escoria 0,195 — 0,097 y 0,123 % en el arrabio. Examinando el diagrama correspondiente al S volatilizado y arrastrado por los gases y que ha sido obtenido por diferencia, causa verdadera extrañeza que esta proporción varíe desde el 7 al 55 % del S total introducido en el horno alto. Inmediatamente se piensa, puesto que nada justifica valores tan elevados ni diferencias tan grandes, que o ha habido error por dificultades del desmuestre en las apreciaciones del S contenido en las escorias o que las proporciones varían en el combustible dentro de límites muy extensos. Pero vayamos por partes.

Durante todo el tiempo a que hace referencia el anterior diagrama, trabajó el horno alto en marcha de hierro blanco fosforoso para la obtención en el pudelado de hierro de grano; el mezclado era compuesto de 60 % de mineral de Llumeres (Fe = 52; SiO₂ = 12 ; 16 %; Ph₂O₅ = 1,55) 20 % de Quirós (Fe = 46; SiO₂ = 22, 5; Ph₂O₅ = 0,50 %) y 20 % de Covadonga (Fe = 53; SiO₂ = 12; MnO = 5 %) minerales todos anhidros, compactos, impenetrables por los gases y muy difíciles de reducir. Los dos primeros de textura pizarrosa con la sílice en granos finos diseminada en la masa del mineral, exigen para su reducción la acción directa del carbono sólido. Las gangas del Llumeres (SiO₂ = 16 %; CaO = 2,20; MgO = 2,28; Al₂O₃ = 2,78 %) con el FeO que contiene y cuya

proporción varía del 2 al 4 % determinan una escoria con $\text{SiO}_2 = 60\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10\%$; $\text{CaO} = 7,5\%$; $\text{MgO} = 8$; $\text{FeO} = 10\%$ y $\text{Ph}_2\text{O}_5 = 5\%$ en la cual la relación

$$\frac{\text{O} (\text{SiO}_2 + \text{Ph}_2\text{O}_5)}{\text{O} (\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{FeO})} \text{ es igual a } 3;$$

de suerte que podemos considerarla como un trisilicato en el cual parte de la sílice ha sido sustituida por el ácido Ph_2O_5 ;

La relación $\frac{\text{O} (\text{Al}_2\text{O}_3)}{\text{O} (\text{CaO} + \text{MgO} + \text{FeO})}$ que vale $\frac{0,013}{0,021} = 0,6$ dá

para el calor de fusión según Akerman un valor que sería de 390 calorías si la escoria estuviese formada de SiO_2 , Al_2O_3 y CaO exclusivamente, pero la sustitución en parte de estos elementos por Ph_2O_5 ; MgO y FeO debe bajar bastante su temperatura de fusión. Esta, aceptando el valor de 390 calorías, sería tomando para el calor específico medio de la escoria $0,27$, $\frac{390}{0,27} = 1444^\circ$.

El diagrama triangular de Boudouard que determina la fusibilidad de las escorias compuestas de SiO_2 , Al_2O_3 y CaO nos da directamente para nuestro caso una temperatura de fusión comprendida entre 1400 y 1500° lo que ratifica la seguridad de que dicha temperatura es muy próxima a 1400° .

Análogas consideraciones podrían hacerse para el mineral de Quirós, aunque por la más alta proporción de SiO_2 en su ganga, es menos fusible y precisa de más temperatura para la escorificación. Resulta de todo esto que la acción reductora de los gases sobre el Fe_2O_3 de los minerales tratados no puede pasar de la superficie en toda la altura de la zona de reducción y que debiendo verificarse ésta en la zona de máxima temperatura donde los minerales escorifican todo el Fe_2O_3 debe pasar a Fe metálico por la acción directa del C del cok y que únicamente en el caso de que los minerales fuesen pulverulentos, lo que les hacía impropios por su estado físico para un tratamiento en buenas condiciones, podría llegarse á reducirlos por el CO .

De esta facilidad de escorificación de los minerales resulta a mi ver otro inconveniente y es que la acción de sus gangas sobre el fundente se retrasa mientras que en la parte superior de los atalajes y base de la cuba el cok puro y con alta proporción de cenizas se apelmaza con la cal produciendo agarres y atascos cuyos resultados pueden ser y a veces han sido altamente perjudiciales. Además, el tratamiento de minerales densos compactos y en trozos de pequeñas dimensiones, aumentando el peso del lecho de fusión y por lo tanto el de la columna de materias entre crisol y el guelard, produce respecto a la presión ejercida sobre el combustible el mismo efecto que un aumento en la altura del horno, lo que tratándose de un cok no muy duro y resistente producirá a la vez una marcha más onerosa y un descenso irregular de las cargas.

Es pues claro, y la práctica lo corrobora, que el trabajo en estas condiciones es difícil, con descenso irregular de las cargas, *chimeneas* y enfriamientos, mala utilización del combustible delatado por la excesiva proporción de CO en los gases de salida, gran variación en las proporciones de S, etc., etc.

1.º De lo apuntado se deduce es imposible que en períodos de tiempo de 24 horas corresponda la proporción de S introducida por 100 kgs. de minerales al absorbido por los productos fundidos y al obtenido por diferencia como volatilizado y expulsado del horno con los gases; partimos de la base (no hay variación en la composición de los minerales ni en el rendimiento en hierro) de que siendo constante la relación entre los pesos de los minerales y el cok por una parte y de otra la relación entre los minerales y los productos fundidos, la cantidad de cok quemado en las toberas guarda igual proporción con la de hierro y escoria fundido, y esto que dentro de una marcha muy regular puede aceptarse no es exacto en nuestro caso.

2.º Aunque con objeto de justipreciar la proporción de S cargado en el combustible se determinó la humedad del cok en un principio y los análisis diarios que se hicieron comprobaron que esta variaba dentro de muy escasos límites, pudiendo considerarse como prácticamente constante, pudo muy bien ocurrir, dada la forma de apagar el combustible a su salida de los hornos, la elevada proporción de agua (del 16 al 20 %) y la utilización y carga en

el horno alto, en ocasiones inmediata y en otras tardía, que la cantidad útil de combustible y por lo tanto de S introducido por cada 100 kgs. de carga de minerales, variase dentro de ciertos límites; el máximum de esta causa de error podría representar un 10 %.

3.º Las proporciones de S, al parecer arrastrado con los gases del tragante, presentan variaciones imposibles de comprender y dan cantidades inaceptables si se admite que el S en el cok es sensiblemente constante o varía dentro de muy escasos límites; mientras que serían fácilmente explicables si se comprobasen grandes variaciones en el S del combustible; en este caso, el día 14 del Diagrama, en el que aparece una eliminación en los gases del 55 %, el cok habría sido notablemente menos sulfuroso y la proporción real volatilizada mucho menor que la indicada en el gráfico.

4.º Podrá existir error de cuantía en la apreciación del S contenido en los productos fundidos, principalmente en la escoria, error no imputable al análisis, sino a la dificultad de toma de muestra. Las variaciones de S en la escoria podían ser grandes entre dos sangrías sucesivas del horno, siendo posible que las muestras tomadas no correspondiesen a la verdadera media obtenida.

Aquilatando la importancia de todas estas causas de error, sin desconocer la importancia relativa de la 1.ª y teniendo en cuenta que la 2.ª, por razones derivadas del modo de cargar el combustible y que sería pesado enumerar, no podía tener una influencia sensible en los resultados, se fijó la atención durante el período de marcha en la 3.ª y en la 4.ª, pero más principalmente en la 3.ª.

Mas antes de pasar a esto, hagamos algunas consideraciones sobre la 4.ª causa de error.

Relativamente a la cuantía del S contenido en el hierro, puede asegurarse que los análisis dan con justeza las proporciones de este elemento, o por lo menos con un error poco sensible. Las sangrías del horno alto se efectuaban cada cuatro horas; de cada colada se tomaban tres muestras, correspondientes al principio, al medio y al fin de la sangría; se barrenaban todas para obtener el hierro destinado al análisis en los mismos puntos de cada sección, se mezclaban todas las muestras así obtenidas, haciendo un análisis único. Si se supone constante la cantidad de hierro obtenido en

todas las sangrías, no cabe dudar de que el resultado dado por el análisis corresponde a la proporción media de S contenido en el lingote; claro es que siempre hay variaciones de producción y más aún cuando la marcha no es perfectamente regular; pero si se tiene en cuenta que la proporción de S del hierro es por término medio el 7% del total introducido, no pueden obtenerse errores medios superiores al 0,5%.

Respecto a la escoria, las circunstancias cambian. Las muestras tomadas en estado líquido de la evacuada en el escorial en el intervalo comprendido entre dos sangrías, pueden no representar, con bastante diferencia, la verdadera media correspondiente a la escoria producida, que debido al irregular descenso de las cargas, presentaba en su aspecto y coloración variaciones de importancia entre dos coladas sucesivas. Tampoco se obtenían, ni era posible obtener (con garantías de un verdadero promedio), muestras de la escoria evacuada en la sangría del hierro; todas estas causas de error, teniendo en cuenta que la escoria debe contener casi todo el S introducido por las cargas, podían variar notablemente los resultados obtenidos.

Sin embargo, todas ellas no podían explicar los anómalos resultados obtenidos y se pensó que no obstante los análisis de S del cok efectuados sobre muestras tomadas de las existencias de almacén y que por representar un verdadero promedio presentaban muy escasas variaciones, debía haber en el S aportado por el combustible al horno alto muy grandes diferencias.

Desde luego la proporción de S que aparecía como volatilizada con los gases, parecía completamente inaceptable. Wüst y Wolff, haciendo obrar sobre cok a 1000° una mezcla de CO, CO₂ e H, análoga en proporción a la de los gases en el tragante, obtuvieron una volatilización de S comprendida entre el 30 y el 60% de la cantidad total de S del cok sometido a la experiencia, con una pérdida en peso de éste comprendida entre el 20 y el 30%, pudiendo establecer la conclusión de que el S volatilizado en cuba y atalajes (pues aunque la composición de gases no representa la composición a 1000° en el horno alto, la acción del CO, si bien menos sensible, difiere poco de la de CO₂), era un poco inferior a la mitad del total introducido. En el curso de las mismas experiencias, haciendo

obrar a la mezcla de gases después de haber atravesado el cok, sobre caliza y peróxido de hierro y sobre una mezcla de ambos elementos, hallaron que hasta 500° el S absorbido por el carbonato de cal no pasaba del 16 %, mientras que entre 600 y 1000° la absorción variaba del 50 al 91 %; el Fe_2O_3 absorbe sensiblemente la misma proporción de S (60 %) entre 250 y 1000°.

De aquí se deduce que casi todo el S volatilizado en el crisol y atalajes, será absorbido bien por la cal, bien por el Fe_2O_3 o el Fe reducido; que el volatilizado en la cuba entre 800 y 600° será absorbido por los mismos elementos y que solamente la mitad del volatilizado a temperaturas inferiores a 500° será evacuado con los gases. Y si se tiene en cuenta que la proporción de carbono quemado en el crisol representa el 80 o 90 % del total, se comprenderá fácilmente debe ser insignificante el S volatilizado y evacuado con los gases.

Resulta, pues, que aun pudiendo influir notablemente los errores apuntados en las proporciones de S halladas en la escoria, no podrá haber duda de que las inexplicables variaciones acusadas por el diagrama debían provenir de grandes diferencias en el S aportado por el combustible. El hecho de que algún tiempo atrás, dosis anormales de S en el lingote se comprobó eran debidas al empleo de cierta proporción de cok de Peña Rubia en el horno alto, daban un precedente, tendiendo a justificar estos razonamientos. Un análisis del cok, tomado durante el período de esta marcha directamente de uno de los vagones de carga, procediendo de combustible acabado de deshornar, señaló 2 % de S; otras muestras dieron una proporción inferior al 1,5 %.

Una sencilla consideración podrá explicar la posibilidad de tales variaciones.

Los carbones destinados a la fabricación del cok procedían de varias minas; el mezclado de los mismos se efectuaba en una fosa donde descargaban directamente los trenes; si la proporción o número de vagones de cada mina fuese siempre el mismo y el mezclado perfecto, la composición del cok en S sería casi constante, y si el cok producido se descargaba en los almacenes, tomándolo de allí para el horno alto, la proporción de S del cok podría considerarse constante.

Mas no pasaban las cosas así; podía ocurrir, y de hecho ocurría, que la fosa-depósito de carbones para el cok fuese llena en ocasiones con carbones en que predominasen los de una sola procedencia, de donde resultaba que si aquel carbón era más sulfuroso, el número de hornos con él cargados *consecutivamente* darían un cok más sulfuroso que el corriente. Al propio tiempo, por consideraciones de economía, el cok deshornado directamente en vagones especiales donde se apagaba, era llevado a los hornos altos sin pasar por el depósito-almacén, y entrando a formar parte de cargas *sucesivas*. De aquí se deduce que una serie de cargas *sucesivas* en el horno alto, correspondiendo a hornos de cok deshornados *sucesivamente* y cargados *consecutivamente* con carbones de la misma procedencia, contendrían más o menos S que el ordinario, según el grado de sulfuración de los carbones empleados.

Un análisis de los carbones empleados en la fabricación dió los resultados expresados en el siguiente cuadro:

CARBONES	Azufre oxidable	Azufre en las cenizas	S total
Tras del Canto	1,87 %	0,48 %	2,35 %
Sotón	1,052	0,30	1,35 »
María Luisa	0,988	0,179	1,167 »
Carrocera	1,21	0,35	1,55 »

COK	S oxidable	S en las cenizas	S total
<i>Con carbón de</i>			
Tras del Canto	2,04	0,71	2,76 %
Sotón	0,886	0,436	1,32 »
María Luisa	0,924	0,263	1,187 »
Carrocera	1,07	0,50	1,57 »

Una eliminación de los carbones de Tras del Canto era pues indicada y podrían obtenerse coqs cuya dosis de S fuese por término medio 1,3 % y cuyo máximo no pasara en ningún caso de 1,5 %.

Esto unido al empleo de mineral de Covadonga en dosis del 15 al 20 %, según la proporción de Rubio en la carga, permitiría obtener un buen lingote de afino. Tras varios ensayos de lechos de fusión, se halló el más apropiado equilibrando condiciones de calidad y economía en el siguiente mezclado de minerales:

Rubio.	35 %
Llumeres	50 %
Covadonga.	15 %

Hé aquí los resultados obtenidos durante dos meses seguidos (Julio y Agosto de 1909):

Alto horno n.º 1

Mes de Julio. } Rubio 35 %
 Mezclado . } Llumeres 50 %
 } Covadonga 15 %
 Carga de minerales 2700 kgs.
 Castina 900 ÷ 1000 kgs.
 Cok 2000 kgs. con 20 % H₂O

Mes de Agos- } Rubio 35 %
 to. Mezclado. } Llumeres 50 %
 } Covadonga 15 %
 Carga de minerales 2700 ÷ 2800 kgs.
 Castina 850 ÷ 900 kgs.
 Cok 2000 kgs. con 20 % H₂O

Día	S	Ph	Si	Mn		Día	S	Ph	Si	Mn	
1	0,08	0,59	1,64	0,31		1	0,11	0,52	0,77	0,31	} Pudelado. Hor- no frío conse- cuencia parada.
2	0,08	0,60	1,48	0,35		2	0,11	0,50	1,12	0,18	
3	0,075	0,62	1,41	0,22		3	0,085	0,60	2,23	0,20	
4	0,07	0,59	1,36	0,27		4	0,06	0,57	1,83	0,00	
5	0,100	0,57	1,05	0,45		5	0,065	0,60	2,27	0,25	
6	0,085	0,58	1,36	0,31		6	0,06	0,61	1,69	0,34	
7	0,090	0,55	1,22	0,24		7	0,055	0,60	1,52	0,14	
8	0,055	0,58	1,88	0,00		8	0,06	0,61	1,36	0,00	
9	0,060	0,57	1,92	0,22		9	0,055	0,55	1,41	0,33	
10	0,12	0,55	0,61	0,23	Enfriamiento. Des-	10	0,09	0,51	0,56	0,26	} Enfríº. May buen resultado. Se des- tina al pudelado. Dest. a pudelado.
11	0,08	0,62	1,26	0,71	tinado a pudelado.	11	0,06	0,58	1,50	0,00	
12	0,07	0,58	1,43	0,66		12	0,07	0,57	1,83	0,36	
13	0,07	0,54	1,19	0,00		13	0,085	0,58	1,57	0,00	
14	0,25	0,55	1,10	0,00	Horno frío. Dest.	14	0,06	0,58	2,03	0,43	
15	0,08	0,54	1,22	0,62	a pudelado.	15	0,05	0,60	1,73	0,00	
16	0,07	0,50	2,15	0,55		16	0,07	0,55	2,16	0,00	
17	0,07	0,52	2,32	0,33		17	0,065	0,59	2,06	0,00	
18	0,06	0,59	1,78	0,28		18	0,06	0,61	1,17	0,00	
19	0,06	0,47	1,36	0,56		19	0,055	0,59	1,78	0,23	
20	0,07	0,56	1,31	0,67		20	0,055	0,57	1,64	0,27	
21	0,06	0,56	1,90	0,51		21	0,05	0,55	1,76	0,00	
22	0,05	0,59	1,93	0,45		22	0,05	0,55	1,57	0,00	
23	0,055	0,56	2,04	0,12		23	0,07	0,54	1,52	0,00	
24	0,07	0,58	1,52	0,27		24	0,07	0,59	1,55	0,00	
25	0,06	0,60	1,57	0,54		25	0,05	0,60	1,50	0,00	
26	0,07	0,59	1,69	0,35		26	0,05	0,60	2,06	0,00	
27	0,06	0,58	1,91	0,00		27	0,055	0,57	1,41	0,00	
28	0,07	0,56	1,76	0,28		28	0,05	0,57	2,18	0,00	
29	0,06	0,62	1,76	0,32		29	0,05	0,58	2,44	0,00	
30	Parado un día; pequeña reparación en el crisol					30	0,06	0,55	2,02	0,20	
31	0,12	0,49	0,68	0,52	Horno frío conse-	31	0,045	0,64	2,30	0,70	
					cuencia parada. Dest. a pudelado.						

Promedio del mes. S = 0,079 ;
 Si = 1,56 ; Mn = 0,34.
 Promedio de 27 coladas para acero. } Si = 0,069.

Promedio del mes. S = 0,06 ;
 Si = 1,69 ; Ph = 0,57 ; Mn = 0,135.
 Promedio para el acero S = 0,058

El lecho de fusión fué calculado por el procedimiento de Mrazek, estableciendo la relación:

$$\frac{\text{O de SiO}_2}{\text{O de } \left(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \frac{\text{MnO}}{2} \right)} = 0,85;$$

La composición de la escoria dada por el cálculo era en números redondos

$$\text{SiO}_2 = 33 \%; \text{Al}_2\text{O}_3 = 10 \%; \text{CaO} = 49 \%; \text{MgO} = 3 \%; \text{MnO} = 2,30 \%; \text{S} = 1,90 \%$$

siendo la relación:

$$\frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO} + \text{MgO}} = \frac{43}{52} = 0,82 \quad \text{y} \quad \frac{\text{SiO}_2}{\text{CaO} + \text{MgO}} = \frac{33}{52} = 0,63$$

La cantidad de escorias por 100 kgs. de mineral cargado era 43,7 kgs. y el peso del hierro producido contando el C, Si y Ph reducido = 51 kgs., siendo por lo tanto la relación

$$\frac{\text{Peso escorias}}{\text{Peso fundición}} = 0,856 \quad \text{a} \quad 1000 \text{ kgs. de fundición}$$

correspondiendo una producción de 856 kgs. de escoria.

La composición efectiva de la escoria determinada por análisis, dió los mismos resultados que el cálculo, teniendo el promedio de los análisis la siguiente composición:

$$\text{SiO}_2 = 33 \%; \text{Al}_2\text{O}_3 = 9 \%; \text{CaO} + \text{MgO} = 54,5 \% \quad (\text{CaO} = 53 \text{ y } \text{MgO} = 1,5 \%); \text{FeO} = 0,35 \%; \text{MnO} = 3 \%; \text{S} = 1,45 \%, \text{ (todo el Mn supuesto en estado de MnO y el Ca de SCa en estado de CaO).}$$

La proporción de SCa fué como promedio = 3% y la de SMn = 1%.

El manejo de esta escoria excesivamente básica era un poco comprometido si durante la marcha bajaba la calidad del combustible; se tuvieron respecto a este punto todos los cuidados posibles y el horno trabajó sin otros inconvenientes que tendencias al agarre con presiones del viento en las toberas (como era de esperar)

más altas en general que las normales; idéntica marcha que en Julio y en Agosto tuvo efecto hasta mediados de Septiembre, fecha en que se varió el mezclado para producir fundición con destino al pudelado siguiendo en lo sucesivo hasta terminar el año 1909 marchas alternadas en fundición para el acero y hierro blanco destinado al pudelado.

En ocasiones era menester para franquear el horno bajar durante algunos días (como se hizo a fin de Agosto) la basicidad de la escoria aun a riesgo de obtener un lingote con mayores proporciones de silicio.

Vich, Mayo de 1915.

PEDRO BERROYA.



LA ELIMINACIÓN DE LA HUMEDAD ORIGINAL EN LA CONSTRUCCIÓN, POR MEDIO DEL FRÍO ARTIFICIAL

por M. A. KNAPEN.

Trabajo publicado en el número de Julio-Diciembre de 1914, del
«Boletín de los Ingenieros Civiles de Francia.»

La humedad en las construcciones procede de cuatro causas diferentes, que pueden clasificarse por el orden cronológico siguiente:

1.º *Agua de construcción* o humedad original, del comienzo de la obra, procedente de las canteras en los intersticios moleculares de las piedras; agua de los morteros y de los enlucidos y de la intemperie que humedece las mamposterías hasta la terminación de la obra.

2.º *Agua por capilaridad* o humedad que existe en mayor o menor grado en todas partes y especialmente en el terreno y en todos los cuerpos que están en su contacto.

3.º *Agua de condensación* o humedad producida por las diferencias térmicas entre el aire estancado y los materiales; por el contacto de materiales de coeficientes de porosidad diferente, etc.

4.º *Agua de las infiltraciones* o humedad introducida en las construcciones por los defectos de abrigo, lluvias con viento, inundaciones o accidentes de canalización, etc.

Los defectos procedentes del párrafo 2.º pueden ser suprimidos haciendo la extracción a medida que se producen, gracias al sifón atmosférico de una sola rama con movimiento automático continuo, descrito por el mismo autor en un trabajo anterior.

Este elemento de construcción muy completo por sí mismo, se establece en el espesor de los muros de las habitaciones. Dicho aparato se ceba automáticamente durante tanto tiempo como exista una diferencia térmica, higrométrica o química entre el aire del interior del muro y la del exterior en contacto con las paredes.

El Director General de Puentes y Caminos de Bélgica, Mr. La-

gasse de Locht, ha definido esta acción en tres palabras: hacer *respirar la piedra*.

Se podría decir también «descongestionar» los materiales invadidos por la humedad del terreno. Estos, estando faltados de aire, fermentan, enmoheciéndose y desprendiendo olores pestilentes, como sucede en los subsuelos de los subterráneos, metropolitanos, etc.

Por más que se haga la ventilación y se introduzca aire, *mientras el continente sólido esté infectado, la insalubridad de su contenido gaseoso persistirá*. Se puede previamente sanear los materiales de las paredes, dejando respirar la masa de materia congestionada bajo revestimientos sin porosidad o de porosidad reducida, y el aire que entonces se introduzca, se conservará mejor; ya no se cargará más de productos de descomposiciones y olor a enmohecido.

La *humedad de condensación* del párrafo 3.º, cuando el aire estancado tenga su máximo, es vencida con la aplicación del sistema de *aereación automática horizontal*, llamada también aeración «diferencial» y que fué objeto de una comunicación en Junio de 1912 y que es aplicable indistintamente a todos los locales.

La *cuarta especie de humedad* del párrafo 4.º, o sea la de las infiltraciones, puede ser tratada por una impermeabilización racional, es decir: *completa en la masa* para todos los trabajos de cisterna hasta la altura del nivel más elevado de las capas de agua subterránea. No debe ser aplicada en *superficie* más que sobre las paredes de los muros en elevación, a fin de sustraer los materiales muy porosos o de poco espesor a la penetración de las aguas pluviales arrojadas por los vientos.

En nuestros climas (Francia), basta dar 60 cm. de espesor de materiales de mediana porosidad, para que un muro no sea traspasado por dichas lluvias.

A fin de conservar los muros en buen estado, tanto si su base está en contacto con partes inferiores impermeabilizadas en su masa como si están impermeabilizados de uno o dos lados, conviene establecer una línea horizontal de sifones a 15 cm. por encima del nivel de las aguas más altas.

Lo mismo conviene hacer en las construcciones que estén even-

tualmente expuestas a inundaciones o en la proximidad de ríos de nivel variable.

Cuando se trate de preservar un muro en elevación, por ejemplo al oeste, del lado de las lluvias dominantes, ya hemos visto que para hacerle resistir a las infiltraciones de dichas lluvias, se debía disminuir su porosidad exterior.

Es necesario impedir que el agua de lluvia atraviese los muros, pero es también necesario impedir que el aire húmedo interior se condense contra las paredes y moje el interior de materiales hechos estancos por el exterior.

Para mantener los muros en buen estado, el constructor debe, como ya hemos dicho, disminuir o suprimir la porosidad superficial, impermeabilizando las paredes exteriores, oponiéndose así al paso del agua de lluvia. Además, debe impedir igualmente, la subida por su base del agua de capilaridad, colocando una línea de sifones a 15 cm. del suelo.

Se remedia la condensación interior contra las paredes impermeabilizadas, restableciendo la *porosidad racional* de la masa, suprimida por la impermeabilización de la superficie. Esta porosidad racional es conservada o restablecida, colocando sifones de escape en la parte superior del muro, a fin de dejar escapar, antes de su enfriamiento, los gases puestos en tensión por el sol, necesariamente antes de condensarse.

La misma precaución deberá tenerse en cuenta en todas las paredes murales revestidas de ladrillos esmaltados, pinturas hidrófugas, etc., a fin de permitir la circulación del aire en las masas por ellas recubiertas e impedir de esta manera la estancación o confinación de los gases que encierran. Es evidente que estos sifones serían igualmente útiles en los muros no expuestos al sol, pero expuestos sin embargo a variaciones térmicas, depresiones barométricas, etc., como son los subsuelos, subterráneos, estribos de puentes, etc.

Estos tres casos han sido tratados cada uno por remedios apropiados a las necesidades físicas y a la naturaleza de los materiales, quedando solamente el *primer caso*: que es el de la *humedad original de la construcción* que existe en las construcciones nuevas durante un tiempo variable.

Esto es lo que vamos a ensayar de hacer, para terminar así con el tratamiento racional de toda clase de humedades en la construcción, tan perjudiciales en la higiene pública.

Hemos querido obtener la supresión radical de sus estragos en la riqueza inmobiliaria, mantener el valor artístico o arqueológico de los monumentos antiguos ó modernos y al mismo tiempo conservar en el mejor estado posible las habitaciones modestas.

La práctica de muchos años de aplicación y los resultados obtenidos en todos los países prueba que el objeto ha sido alcanzado y que puede serlo en todas partes.

EXPOSICIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN POR EL FRÍO ARTIFICIAL
DE LA HUMEDAD ORIGINAL DE LA CONSTRUCCIÓN
EN LAS HABITACIONES NUEVAS.

I

Desde hace algunos años, las aplicaciones de leyes físicas conocidas y que acabamos de exponer de una manera sucinta, han sido puestas en práctica en diferentes países para la extracción de las humedades de capilaridad o de condensación en *antiguas construcciones*.

Los mismos métodos, *destinados a ser clásicos*, reemplazan con éxito que no es desmentido, las impermeabilizaciones verticales de sus paredes o las capas aislantes horizontales en un nivel cualquiera de los muros de fundación (impermeabilizaciones empleadas con frecuencia hasta hoy, sin motivo, contra los efectos de capilaridad y sin tener en cuenta las condiciones físicas de los materiales), han sido utilizados igualmente con éxito en las *nuevas construcciones*.

No es menos cierto, que si la aplicación racional del sistema Knapen, al que hemos hecho alusión, sustrae a los muros de una manera definitiva de los estragos de las humedades por capilaridad y de condensación, no es sin tener una acción *muy poco rápida, al gusto del día, sobre la humedad original de las construcciones*.

Esta existe independientemente de las humedades por capilaridad y por condensación en todas las construcciones nuevas de cemento, piedra, ladrillos; para los morteros o enlucidos, etc., necesita tratamiento especial.

Las exigencias de la vida moderna, a menudo en desacuerdo con las reglas de la higiene y también con la constitución física de los materiales, en cuanto al tiempo necesario para la cohesión de sus ligazones y a la conservación de esta cohesión, han hecho buscar procedimientos diversos para ensayar la supresión de dicha humedad en las construcciones nuevas y permitir la habitación inmediata a pesar de los revoques recientes.

Es por estas razones, que para secar y dejarlas habitables en poco tiempo, se ha preconizado el empleo del calor con o sin producción artificial de ácido carbónico, por medio de braseros y otros aparatos (algunos hasta con corrientes de aire forzado, que han sido patentados en varios países).

II

A pesar de lo dicho, querer eliminar prácticamente *toda* la humedad de los materiales en recientes construcciones por el calor, es un error de física.

En efecto, en virtud del principio bien conocido: *que la capilaridad tiene su máximo de acción del lado más frío*, calentar el aire de una pared por los medios indicados: *es calentar sus paredes por convección y rechazar sucesivamente al interior del muro* las humedades no evaporadas en el aire caliente, demasiado rápidamente saturado, para extraerla enteramente.

Además, el contacto del ácido carbónico desprendido de los hogares, lo mismo que las corrientes de aire producidas, provocan por la carbonización, puede decirse inmediata, de los revoques superficiales de las paredes, su impermeabilización casi completa, impidiendo así la salida del exceso de humedad no evaporada en el aire ambiente, que el calor obliga a volver a penetrar en los espesores de los muros hacia el lado más frío.

La desecación artificial aparente, que es la consecuencia de este sistema, determina el agrietado o el aporcelanado de los revoques por la contracción de la materia.

Esta rapidez de modificaciones físicas o químicas de su superficie, gracias a la elevación de su temperatura y a la acción del ácido carbónico, suprime su porosidad y después de su retorno a la temperatura normal; la humedad empujada al interior por el calor, vuelve a aparecer al enfriarse, destruyendo las pinturas, manchando los revoques y convirtiendo en húmedos y mal sanos los locales nuevos así tratados.

No es pues por el calor como se puede eliminar completamente la humedad de los muros nuevos y de los revoques hechos en construcciones modernas.

III

Para hacer utilizables o habitables *inmediatamente* después de concluídos los locales de moderna construcción, se tiene necesidad del empleo del *frío artificial*, en contra de todo lo que se ha hecho hasta aquí.

Solamente por la utilización juiciosa de temperaturas bajas apropiadas al medio, es posible secar en pocas horas las construcciones nuevas y convertirlas en habitables, *por la extracción definitiva de la humedad de los morteros y revoques nuevos*.

Que el frío sea producido por una mezcla refrigerante introducida en placas huecas separadas a cierta distancia del muro o por frío procedente de un frigorífico circulando entre tabiques metálicos o calorífugos cercanos también al muro, *el principio es el mismo*.

La temperatura más favorable para la extracción del agua de los morteros o revoques, es bajo todos los puntos de vista, la de $+ 4$ grados del termómetro centígrado.

Suponiendo que esté a 80 grados del higrómetro el aire del local cuyos muros nuevos y húmedos han sido revocados con mortero nuevo, basta añadir de 3,5 a 4 grados para alcanzar ya el punto

de rocío y cambiar en agua de condensación la humedad del aire sometido a esta temperatura.

Lo cual se puede enunciar como sigue:

Es suficiente a 80 grados del higrómetro y a $+ 7 \frac{1}{2}$ grados centígrados que el aire húmedo encuentre un objeto a $+ 4$ grados centígrados para condensar su humedad y depositarla en gotas líquidas sobre este objeto.

Se pueden obtener sin embargo buenos resultados, descendiendo por debajo del cero del termómetro centígrado, pero entonces se produce escarcha o hielo que puede ser perjudicial para cierta clase de revoques delicados.

Es verdad que la última capa, menos porosa y más fina, se podría aplicar sin inconveniente después de la extracción del agua de los revoques más groseros y por lo tanto más porosos. Esto favorecería la rapidez de la evaporación y extracción, pero sería en perjuicio de la homogeneidad entre las capas secas y las húmedas.

La respuesta a dicha cuestión, solamente puede ser dictada por la experiencia, estando al alcance de todo observador práctico.

IV

Partiendo, pues, del principio ya citado: que *la capilaridad tiene su máximo de acción del lado más frío*, la utilización de placas huecas conteniendo una mezcla refrigerante o corrientes de aire frío circulando entre tabiques cercanos a los muros nuevos o a los revoques recientemente aplicados, hará *exteriorizar hacia la pared fría*, la humedad de los muros nuevos y la obligará a salir por los poros de sus revoques.

Esta extracción se producirá en los locales cerrados sin provocar la contracción de los poros ni el aporcelanado de los revoques, debido a la evacuación normal y natural de toda el agua contenida en los materiales. Además, el muro no estará sometido a la acción brutal de retracción de su mortero y revoques por el calor.

En la práctica, se emplean tabiques refrigerantes de plancha de aluminio, resbalando sobre varillas verticales, que pueden ser detenidos a la altura conveniente por unos topes, acercados sucesi-

vamente a la superficie del muro y que corren desde el techo hasta la base.

Se detienen en cada parada el tiempo necesario para obtener la desecación en el grado deseado.

El frío, este potente factor del bienestar moderno, actualmente puede ser producido en todas partes en buenas condiciones y a bajo precio y casi tan fácilmente como el calor.

Se ve en este caso nuevo, una aplicación de una de sus cualidades físicas especialmente útil, y llegará a ser, una vez más, un colaborador potente de los higienistas para el saneamiento de las construcciones nuevas del porvenir,

Algunas palabras para concluir y resumir el balance de los modernos medios puestos a disposición de la higienización de las habitaciones antiguas y modernas.

Los remedios definitivos buscados largo tiempo, para obtener la supresión de los estragos de toda clase de la humedad en las construcciones, pueden darse actualmente como *hallados*.

Los nuevos elementos puestos a disposición de los constructores e higienistas, son reducidos *al último límite de la simplicidad y no hay nada que variar*. Todos están apropiados a la naturaleza de los materiales estudiados y basados en la utilización de ciertas leyes físicas, que con razón se las puede llamar como *inmutables*.

El empleo de un sencillo agujero abierto en un cuerpo poroso prismático o pentagonal, forma por sí mismo *un elemento de construcción completo*, llega a vencer la humedad por capilaridad, refractaria a todos los esfuerzos del pasado y del presente,

Algunos agujeros, de dimensiones diferentes entre sí y colocados de cierta manera, es todo lo que se emplea para hacer funcionar automáticamente la aereación horizontal, llamada diferencial.

Esta aereación tan sencilla en su eficacia, y cuya fuerza motriz proviene de las diferencias que existen siempre y en todas partes sobre el aire de los lados de orientación diferente de una construcción o entre el aire interior de los locales y el exterior.

Gracias a ello, el aire nuevo puede penetrar hasta los lugares más infectos, hasta los más humildes y llevar a sus moradores el aire nuevo, reservado hasta hoy para los ventiladores de los ricos,

sacando definitivamente de su madriguera al aire confinado y estancado que les ayudaba a morir.

En fin, para terminar el ciclo del saneamiento de las habitaciones modernas, un poco de frío pasado por los muros nuevos, lo que produciría escalofríos de placer al gran Tellier, el Padre del frío, hará que las mansiones nuevas puedan ser habitadas, no sólo *inmediatamente*, sino también *sanamente*.

NOTICIAS

PRECIOS Y CONSUMOS DE LA MÁQUINA DE VAPOR A PRINCIPIOS DEL SIGLO IX.—Con motivo del discurso académico de D. José Serrat, publicado en esta Revista en Noviembre y Diciembre de 1914, nuestro compañero D. Ramón N. Soler y Vilabella, nos ha remitido una nota muy curiosa encontrada por dicho compañero, sobre el consumo de las máquinas de vapor y los precios que regían a principios del siglo XIX en los talleres de MM. Albert y Martin de Paris, cuya tabla damos a continuación:

PRECIOS DE LAS MÁQUINAS DE VAPOR DE DOBLE EFECTO

Fuerza de caballos que tiran juntos y a un tiempo	Consumo de carbón de tierra en 12 horas.	Precio de las máquinas entregadas en París.	Precio de las máquinas de válvulas y regulador.		
			Fuerza de caballos que tiran juntos	Consumo de carbón de tierra en 12 horas	Precio de las máquinas entregadas en París.
2	150	8000	16	800	19000
4	225	10500	20	1000	23000
6	315	11500	24	1200	26000
8	410	13000	30	1500	29000
10	500	15000	36	1800	33000
12	600	16000	42	2100	36000
			50	2300	39000
			y más si se quiere		

Nota: El kilogramo pesa mil gramos y equivale a dos onzas, doce adarmes y quince granos del peso de Castilla.

Como se ve por la presente nota, el consumo por caballo-hora (es de suponer que comprendiendo la puesta en marcha), venía a ser de 6,25 kgs. para las máquinas de 2 caballos y bajaba hasta 3,83 kgs. para las máquinas de 50, lo cual supone un rendimiento bastante bueno para aquella época. En cambio, el precio resulta muy exajerado, sobre todo si, como parece desprenderse de la primera columna, la potencia consignada en ella es la efectiva y no la nominal.

PROGRESO DE LA FABRICACIÓN DEL CARBURO DE CALCIO.—Según una nota del doctor W. O. Herrmann, el aumento que se ha producido en estos últimos años en la fabricación del carburo de cal-

cio se puede apreciar por el prodigioso desarrollo que esta industria ha tenido en Noruega. En el año 1905 había en este país cuatro fábricas que producían 9.000 toneladas por año, mientras que en 1908 llegaron a siete las fábricas instaladas; la cantidad fabricada en 1911 se elevó a 52.000 toneladas o sea la quinta parte de la producción mundial; ésta se reparte del modo siguiente, según el consumo:

	<u>Producción</u>	<u>Consumo</u>
Suecia y Noruega	52.000	4.000
Estados Unidos de América.	50.000	37.000
Francia.	32.000	31.500
Suiza.	30.000	4.000
Italia.	23.000	23.000
Austria-Hungría.	22.500	17.000
España	18.000	16.000
Canadá	12.000	8.000
Alemania	7.000	36.000
Inglaterra	2.000	16.000
Otros países	5.200	63.000

Desde 1905, el aumento de producción ha sido considerablemente aumentado, no solamente por la impulsión dada a la preparación de la calciocianamida, sino también por la introducción del alumbrado por acetileno en los automóviles y por su empleo para la soldadura autógena de los metales.

Según Vogel, el gasto de carburo en Alemania en el año 1912 para dichos usos, fué de 17.000 toneladas.

Las dificultades que se oponían a un uso más extenso del acetileno para la iluminación particular, parecen ser compensadas por la disposición del Ministro del Interior prusiano autorizándo el empleo de la lámpara Benzit para los locales habitados. La disposición de dicho aparato es muy semejante al de Kipp para la producción del hidrógeno en los laboratorios de química. La producción incómoda del acetileno por la acción del vapor de agua, en los momentos en que no funciona la lámpara, es evitada por el empleo del carburo de calcio aglomerado con otras substancias que le hagan menos sensible a los efectos de la humedad.

Durante 1912, en Alemania se gastaron 200 toneladas de acetileno disuelto a baja presión con la acetona. Bajo esta forma se le encuentra en el comercio en pequeños recipientes de 5 litros y que dan 650 litros de gas. A pesar de que su precio es dos o tres veces más elevado que el acetileno preparado directamente, su empleo ha marchado en aumento, en particular en el servicio de minas, ferrocarriles y automóviles. En los Estados Unidos había al principio del año 1910, 150.000 recipientes de esta clase en circulación, habiéndose en 1912 doblado su número.

Bajo el punto de vista técnico, se puede decir que el progreso

más reciente en la fabricación del carburo de calcio es la posibilidad de retirar la materia en estado fundido del horno eléctrico, lo que permite su funcionamiento continuo y el empleo de unidades mayores.

La Bosnische Elektrizitäts Aktiengesellschaft ha resuelto el problema disponiendo en sitios determinados del horno, una serie de arcos voltaicos que determinan una liquidificación del carburo cuando se solidifica. Esta Sociedad en colaboración con Helfenstein ha podido, por otra parte, realizar otra condición indispensable para el funcionamiento industrial, o sea recoger el óxido de carbono que se desprende y que puede ser empleado ventajosamente, a causa de su gran pureza, ya sea para alimentar motores de explosión, ya para calefacción o para la preparación de productos sintéticos. Con tales perfeccionamientos aportados al horno eléctrico, se puede con una corriente de 18.000 kw. obtener 110 toneladas de carburo de calcio por día.

Entre los medios propuestos para gastar el carburo en pedazos pequeños menos fácilmente atacable por la humedad y facilitar su empleo para las lámparas de acetileno de marcha intermitente, se puede citar el procedimiento de Londei, que consiste en calentar el carburo granulado en una corriente de nitrógeno con el objeto de transformarlo en cianamida en su superficie. F. Morani cree que se podría atacar en caliente al carburo por el óxido de carbono y el ácido carbónico para provocar la separación del carbono en la superficie y formar una capa poco accesible a la humedad, pero dejando llegar el agua para que el carburo pueda ser descompuesto cuando sea necesario.

OBTENCIÓN DEL HIDRÓGENO Y OXÍGENO ELECTROLÍTICOS.—La Compañía Oerlicon, que se dedica a la fabricación de aparatos para la descomposición electrolítica del agua, ha presentado al mercado un nuevo aparato del tipo de los filtro-prensas. Uno de estos aparatos, con una producción de 700 metros cúbicos de hidrógeno cada 24 horas, ha sido entregado al British War Office (Ministerio de la Guerra inglés). El proyecto es debido al Dr. C. Schmidt, estando contruidos los aparatos para fuerzas electro-motrices de 65, 100 y 220 voltios, siendo capaces cada tipo para 28, 60, 105 y 175 amperios y estando formados respectivamente por 28, 48 y 96 elementos. De esta manera resultan doce tipos de aparatos que tienen una longitud de 1,5 a 4,2 ms., por una altura de 0,60 a 1,65 ms., con una capacidad de 40 a 900 litros; la producción de gas es, para el hidrógeno de 0,27 metros cúbicos por hora para el tipo pequeño y de 6,4 metros cúbicos para el mayor. La producción del oxígeno es naturalmente la mitad.

Una reseña sobre dichos aparatos, viene dada en los números del *Schweiz-Electrotechnische Zeits*, correspondientes a septiembre y octubre últimos. Cada uno de los elementos está construido por dos planchas de hierro, fundidas al mismo tiempo que los lados

que forman el bastidor, teniendo cada elemento un tabique que divide su interior en dos espacios, el uno para el anodo y el otro para el catodo, sirviendo indistintamente para cualquiera de los dos, cuando se usan las conexiones en serie. Cuando hay que trabajar en paralelo, la corriente es conducida a la plancha central y tomada de ambos extremos. Cada uno de los tabiques va provisto de dos agujeros en su parte superior para la circulación de los gases y un agujero en la mitad de su parte inferior, para la circulación del líquido; unas válvulas oblicuas ponen en comunicación los diferentes compartimientos con los conductos.

Al hierro que entra en la formación de estos aparatos se le preserva de la oxidación y polarización, revistiéndolo interiormente con una capa de níquel, no teniéndose necesidad con esta disposición de limpiar los aparatos sino cada seis u ocho meses. Los tabiques están formados por planchas porosas de amianto, que siendo permeables para los líquidos, no lo son para los gases. Dichos tabiques están taladrados del mismo modo que el bastidor, estando aislados con caucho; como estos tabiques están saturados con el líquido, pueden resistir las diferencias de presión de los dos compartimientos.

La solución electrolítica está formada con agua destilada y un 10 % de carbonato potásico; el agua de lluvia no es conveniente, porque bastan trazas de cloruros para determinar la corrosión de los elementos. El peso específico de la mezcla electrolítica es de 1,09 y debe añadirse agua destilada tan pronto como dicho peso aumenta a 1,1; de no hacerlo así, el álcali atacaría los elementos. A 20°C. la tensión por elemento es de 2,7 voltios; cuando hay corriente, la temperatura y conductibilidad aumentan y a 60°C. solamente se necesitan 2,3 voltios. La temperatura más conveniente es la de 40°C.

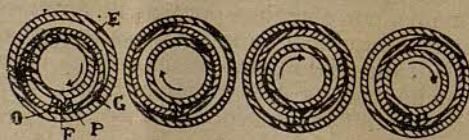
Los dos gases son recogidos en receptáculos, los cuales quedan llenos parcialmente, siendo tolerada una diferencia de nivel de 100 milímetros. En los aparatos de construcción corriente, los gases están bajo una presión de un cuarto de atmósfera; en el caso que los gases tengan que tener dos o tres atmósferas, ciertas partes del aparato tienen que ser reforzadas. Para obtener presiones más altas, hay que combinar compresores con los aparatos.

Los gases obtenidos son bastante puros; el hidrógeno está en la relación de 99 a 99,4 % y el oxígeno en la de 97 a 98,5 %; las impurezas que contienen, son debidas a escapes de los gases que hay dentro del mismo aparato, que mezclan un gas con el otro.

Los tubos para el gas están fabricados con hierro o plomo, teniéndose que desechar la goma para las empaquetaduras en el depósito del hidrógeno.

Como la pureza del gas es muy importante según sus aplicaciones, se suministran junto con el prensa filtro, aparatos sencillos para su análisis; éste determina la cantidad de oxígeno por la absorción con el óxido de cobre amoniacal.

BOMBA SIN VÁLVULAS Y DE GRAN VELOCIDAD, SISTEMA MAY-NELSON.—La bomba sin válvulas sistema May-Nelson, se distingue de las rotativas, por no contener más órganos distribuidores, que su émbolo accionado por un excéntrico, oscilando en todos sentidos alrededor de su eje, no participando sin embargo, del movimiento de rotación del eje de dicho excéntrico. Esta bomba se compone en esencia, de un cuerpo cilíndrico anular E en dos piezas (fig. 1 a 4) dentro del cual está colocado un tabique radial F y un émbolo cilíndrico hueco G, fijado á los dos discos de arrastre por medio de los cuales se le comunica un movimiento oscilante. El fondo del cilindro E, lleva además dos aberturas O y P a los lados del tabique radial y que sirven según el sentido de rotación, de orificios de aspiración o de impulsión del líquido desalojado.



Las figs. 1 a 4 demuestran las posiciones sucesivas del émbolo en el cilindro, para cuatro posiciones a 90° la una de la otra del excéntrico motor. Estas posiciones demuestran que los dos espacios subsistentes en la periferia del émbolo, entre los tabiques anulares exterior e interior del cilindro, se mueven alrededor de este cilindro y en relación a su tabique medio, de manera que aspira el agua por el orificio de la izquierda y la impele por el de la derecha creando depresiones y presiones en las dos partes de estos espacios separados por el tabique radial.

En un número reciente del *Engineering News*, está detallada una bomba de esta clase, girando a la velocidad de 800 vueltas por minuto y aplicable a toda clase de líquidos fríos o calientes, permitiendo obtener con un solo cilindro, una presión de impulsión de 14 a 15 kgrs. por centímetro cuadrado o también un vacío de 61 centímetros de mercurio, cuando se emplea como bomba de condensador de aire seco o húmedo; una bomba de aire May-Nelson de tres compartimientos, está actualmente en servicio, manteniendo una presión reducida a 0,05 milímetros de mercurio.

BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DEL INGENIERO, por *John C. Trautwine*, traducido de la 19.^a edición (1913) y convertido al Sistema métrico por *A. Smith*, Ingeniero Civil, Profesor de la Universidad Central de Caracas, Ex-Presidente de la Facultad de Ciencias Exactas.— París, Casa Editorial Garnier Hermanos, 6, rue des Saints Pères y en las principales librerías de España.— Precio encuadernado en piel: 28 pesetas.

Con la publicación de este excelente Nuevo Manual del Ingeniero ha venido a enriquecerse la escasa bibliografía técnica en idioma español y con ello viene a prestar un señalado servicio a los técnicos de nuestro país, ya sean ingenieros, arquitectos o constructores en general.

Esta obra, ya conocida y reputadísima en los Estados Unidos, en donde ha alcanzado la 19.^a edición, ofrece al mundo técnico toda la garantía que puede desearse, siendo con seguridad la más completa que en su género se ha editado en nuestro idioma. Se distingue de otros muchos formularios por la buena circunstancia de que las fórmulas y aseveraciones que en él se consignan, van siempre precedidas de una síntesis completa de la teoría que les sirve de fundamento; con lo que no solamente se consigue suavizar un tanto la aridez característica de este género de textos, sino que además trae a la memoria los elementos indispensables para hacer conscientes y fecundas las aplicaciones de los principios y de las fórmulas, algunas de ellas, por cierto, bien expeditas y personales.

Además, el traductor Sr. Smith, distinguido profesor de la Universidad Central de Caracas, conservando el estilo claro y preciso de la obra original, para identificarla a los métodos en uso en España y en la América española, ha tenido la buena idea de convertir todas las fórmulas, tablas y ejemplos al sistema métrico decimal, lo cual es, para nosotros, una ventaja grandísima.

En esta edición española se ha ajustado el texto inglés, no tan sólo en la distribución de las materias, la numeración de los capítulos, párrafos, etc., sino que también en poner en letra gruesa al principio o dentro del párrafo o capítulo, la palabra o frase más importante, facilitando de este modo la rápida consulta de una cuestión cualquiera.

También en la terminología, teniendo en cuenta la falta de términos equivalentes en nuestro idioma, el traductor ha procurado elegir los más convenientes, habiendo estado también acertado en aquellos que necesariamente ha tenido que crear.

Para dar una idea de las materias que se tratan en este Manual, indicamos a continuación los títulos y subtítulos de las que en él figuran.

Matemáticas: Aritmética, Geometría, Trigonometría, Líneas, Angulos, Superficies, Sólidos, Pesos específicos, Pesos y Medidas, Levantamiento de planos. — Fenómenos naturales: Sonido, Calor, Aire, Viento, Lluvia y Nieve, Agua, Evaporación, Filtración. — Mecánica: Dinámica, Estática. — Resistencia de Materiales: Principios generales, Resistencia transversal, Columnas, Esfuerzo cortante, Torsión. — Hidrostática. — Hidráulica: Movimiento del agua en tuberías, Salida del agua por orificios y vertederos, Corriente por canales descubiertos. — Construcciones: Dragados, Cementaciones, Obras de piedra, Muros de sostenimiento, Puentes de piedra, Presas. — Abasto de Agua. — Taladros. — Tracción. — Armaduras: Presiones en las piezas, Detalles y construcción de los puentes, Especificaciones de los materiales. — Puentes colgantes. — Roblones y Roblonadura. — Ferrocarriles: Desmontes y terraplenes, Coste del movimiento de tierras, Túneles, Caballetes, Desvíos, Material rodante. — Materiales: Metales, Morteros, Ladrillos, Cemento, Arena, Explosivos, Maderas, etc. — Logaritmos de las funciones trigonométricas. — Hormigón. — Cemento armado: Experiencias y práctica, Especificaciones, Coste.

Creemos que basta con lo dicho para hacerse cargo del valor de esta obra, que no dudamos será bien acogida en general por todos aquellos que se ocupan en el ramo de la Ingeniería y en especial por nuestros lectores.

EPISODIOS DE LA GUERRA EUROPEA por la casa editorial Alberto Martín, Calle de Consejo de Ciento 140, Barcelona y en las librerías y centros de suscripciones. — Precio: 25 céntimos cuaderno.

De la interesante y popular obra *Episodios de la Guerra Europea*, que con éxito asombroso publica la casa editorial Alberto Martín, hemos recibido los cuadernos 23 y 24, que son, como todos los hasta hoy publicados, de interesante, amena y verídica lectura, con documentos históricos que hacen inapreciable su adquisición.

El cuaderno 23 se compone de veinticuatro páginas de texto profusamente ilustrado y el 24 de diez y seis y una magnífica lámina representando la inundación de la región de Ipres por los belgas. Describense en ellos detalladamente los movimientos de las tropas austriacas en territorio servio, con las cruentas batallas habidas, bombardeo y asedio de Belgrado, etc., etc.

A nuestros lectores recomendamos dicha publicación, tanto por lo módico de su precio, como por ser una de las obras más excelentes, serias e imparciales que se publican respecto a la lucha europea.
