

cúspide del Mont-Blanc á 82°, no es necesario para llevarla á la temperatura de la ebullición más que las 82 centésimas del calor necesario para obtener el mismo resultado al nivel del mar.

Pero si se trata de vaporizar el agua, que es el caso de una desecación ó de la coadura del cemento, la ventaja es mucho más débil. Así, si se quiere vaporizar á 140° el agua supuesta á 15°, la cantidad total de calor es de $606,5 + 0,305 (100 - 15) = 632$ calorías, mientras que á 82°, la cantidad de calor necesario no será más que de 627°, diferencia 5 calorías ó 0,8 por 100, economía muy insignificante.

El autor ha sido consultado sobre la cuestión, y ha hecho con este motivo algunas investigaciones; no se encuentra nada en los libros, pero él ha podido comprobar que los prácticos admiten generalmente que para la fundición y las operaciones metalúrgicas se consume más combustible en los lugares elevados. En ensayos hechos en Butte, en una batería de ocho calderas, se ha obtenido al máximo 3,94 y al mínimo 6,32 de agua vaporizada á 100°, por uno de combustible (carbón graso de buena calidad con 8 ó 9 por 100 de cenizas).

La naturaleza de las calderas y su marcha hubieran permitido obtener 10 de vapor por 1 de combustible, en las proximidades al nivel del mar.

La sola reseña escrita que el autor ha encontrado, está en la obra *Metallurgy of Soud*, por Hofman, donde se cita el pasaje siguiente de una comunicación de Heudden á la Scientific Society du Colorado: «Un pie cúbico de aire que entra en un alto horno, bajo una cierta presión, se dilatará más á una altitud elevada, donde la presión atmosférica es reducida, que al nivel del mar; el consumo de calórico será entonces más considerable y necesitará una más gran cantidad de combustible. De la misma manera, á una más fuerte altitud, es necesario más trabajo, y por consecuencia, más carbón para obtener un pie cúbico de aire comprimido.»

Parece, según los términos de este pasaje, que la presión absoluta del viento será la misma para las diferentes altitudes; pero este no es el caso.

El manómetro indica la presión del viento, por encima de la presión atmosférica, la cual varía con la altitud. Un cálculo muy sencillo indica que una libra de aire á la temperatura de 60 grados F. (15,5 grados) y á la presión de 16,7 libras (1,18 kilogramos por centímetro cuadrado) ocupa un volumen de 11,54 pies cúbicos; si este aire se expansiona sin variación de temperatura hasta la presión de 14,7 libras (1,04 kilogramos) el volumen se convertirá en 13,11 pies cúbicos. Á una presión de 13 libras formada de la presión atmosférica á la altitud de 2.290 metros y de dos libras de presión efectiva, el volumen será de 14,80 pies cúbicos, los cuales, expansionándose á 11 libras, se convertirán en 17,5 pies cúbicos. La baja de temperatura por la expansión adiabática en los dos casos, es de 26 y 34 grados F.; parece que se puede tomar la diferencia de estas dos cifras como representando la pérdida de calor por libra de aire, que será entonces de 8 grados; esta pérdida corresponde á $8 \times 0,24 = 1,92$ unidades térmicas británicas; 0,24 es el calor específico del aire.

La cantidad teórica de aire necesaria para la combustión completa de una libra de coke, cuya potencia calorífica es, por ejemplo, de 12.500 B. L. U (3.125 calorías por kilogramo), es de 10 libras; si se emplea el triple de la cifra técnica, es necesario emplear un exceso de coke para tener el calor perdido por la expansión del aire. Este exceso representa menos del 0,5 por 100. Se ve entonces que si la causa indicada produce incontestablemente un efecto, este efecto es en práctica absolutamente insignificante.

Pero hay otras consideraciones que juegan un papel mucho más importante en la cuestión. Nos referimos á la influencia del estado de concentración del oxígeno en el aire atmosférico, sobre la combustión. Se debe considerar la combustión como una reacción química entre el oxígeno del aire y las partes oxidables del combustible. Esta combustión produce, por unidad de peso, una cierta cantidad de calor que depende de la naturaleza

del combustible, en tanto que la temperatura desarrollada por la combustión varía á la vez con la naturaleza del combustible y las condiciones en las cuales se opera la combustión y notablemente con la rapidez de ésta.

El tiempo goza un papel en las reacciones químicas, y la intensidad de éstas es tanto más grande cuanto la cantidad de materias activas en presencia en la unidad de tiempo es más considerable. Así, en un lugar donde se opera la combustión, el efecto en la unidad de tiempo es proporcional al producto de la concentración del oxígeno en el aire, que llamaremos O , por la concentración de la materia oxidable en el combustible, que llamaremos C . Si se les toma á los dos por unidades, se tiene $O C = 1$ (1).

Al nivel del mar, donde la presión atmosférica es de 0,76 m. de mercurio, un kg. de aire es contenido á la temperatura ordinaria en 3,57 m³ de aire. Si se llama y el peso de oxígeno contenido en un volumen de aire y x la presión en centímetros de mercurio se tiene $y = 0,01315 x$ (2).

Esta solución permite tener para todo valor de x la cantidad de oxígeno contenida en el aire comparativamente á la misma cantidad en el aire tomado al nivel del mar.

Según la relación (1) toda variación en O , es decir, en la proporción de oxígeno del aire, llevará consigo una variación correspondiente en el efecto de la reacción, variación que se medirá por la sustitución á O de los valores encontrados para y por la ecuación (2).

Se quema combustible en un hogar para obtener una cierta temperatura ó para obtener un cierto efecto por medio de un peso dado de materias. Si se supone dos hogares idénticos funcionando el uno al nivel del mar y el otro á 2.000 metros de altura, en las mismas condiciones en cuanto á la naturaleza del combustible y á la presión del viento, que se supondrá igual á 0,10 m. de mercurio, la presión absoluta será en el primer caso de 0,86 m. de mercurio y en el segundo de 0,67.

El primer horno empleará aire á 0,86 m. de presión, conteniendo, por tanto, 1,13 kg. de aire por 3,57 m³; si en la ecuación (1) se forma el combustible C , por unidad se tiene $O = 1,13$, que es la representación del efecto obtenido en estas condiciones.

El segundo horno empleará aire á 0,67 m. de presión para el mismo volumen 3,57 de aire y se tiene para O el valor de 0,88; resulta, pues, que la menor riqueza de oxígeno en el volumen de aire ha hecho descender el efecto en la proporción de 1,13 ó 0,88, esto es, una disminución de 28 por 100.

Hay evidentemente en la disminución de la proporción de oxígeno un límite, por debajo del cual la combustión no se produciría; se produciría en condiciones que no permitirían alcanzar la temperatura de ignición. Las cosas no pasan por otra parte de una manera tan sencilla como se tiene indicado. Si la proporción de oxígeno disminuye se producen reacciones accesorias. Desde luego hay formación de más grandes cantidades de óxido de carburo y de hidrocarburos que se desprenden y no se queman sino incompletamente. Resulta de aquí que el efecto es aún menor de lo que se tiene indicado. Además, como es necesario una más cantidad de combustible y mucho más aire para obtener el mismo efecto que al nivel del mar, las condiciones vienen más desfavorables, hay más calor perdido por consecuencia de la mayor cantidad de materias en presencia. El aumento de gasto será entonces, por todas estas razones, superior á la proporción de 28 por 100 encontrado anteriormente.— O .

FERROCARRIL ELECTRICO DE NUEVA MONTAÑA Á CAMARGO

Nuestro apreciable colega *La Energía Eléctrica* describe esta nueva línea, que pertenece á la Sociedad del Hierro y del Acero de Santander y tiene por objeto transportar el mineral de hierro

desde las minas de la Sociedad, en el valle de Camargo, hasta el lavadero situado en la fábrica de Nueva Montaña, en un trayecto de 8 kilómetros.

La corriente de trabajo de las locomotoras es continua y á 550 voltios de tensión, verificándose la toma por trole.

La línea es aérea, con retorno fijo por tierra, pudiéndose emplear indiferentemente como hilos de trabajo uno cualquiera de los dos instalados.

En ambos conductores hay diversos interruptores espaciados, para en caso de avería poder aislar el trozo correspondiente y hacer la reparación sin peligro; á esta misma razón obedece el haber dos conductores, porque así, en caso de rotura, puede trabajarse con el otro.

El principio de los conductores aéreos comunica con la dinamo generatriz, y además de esta comunicación hay un *feeder* que arrancando de la dinamo, va á comunicar con la línea á una distancia de 4 kilómetros.

Los hilos conductores van soldados á sus soportes aisladores.

Los carriles llevan conexiones de cobre para el retorno de la corriente.

El material móvil que por ahora tiene en servicio la Sociedad, está constituido por dos locomotoras de 80 caballos cada una. Cada locomotora lleva dos motores eléctricos que pueden trabajar en serie ó en paralelo y desarrollar una velocidad de 15 kilómetros por hora. Los vagones son metálicos; de descarga automática, de 30 toneladas de tierra de capacidad y de cuatro ejes, dos en cada extremo.

La central, que todavía no está terminada, consta en la actualidad de tres motores de explosión sistema Letombe, de 200 caballos cada uno, de cuatro tiempos, con dos cilindros, uno de doble y otro de simple efecto, trabajando con gas del horno alto previamente lavado.

Cada motor está directamente acoplado á una dinamo de corriente continua de 115 vueltas, 510 amperios y 250 voltios.

Las dinamos tienen cada una en el cuadro de distribución dos interruptores fusibles, dos interruptores á mano y un interruptor automático electromagnético, que se desengancha con 700 amperios.

Los motores eléctricos de dentro de la fábrica y los del alumbrado son todos de 225 voltios; pero las locomotoras trabajan de ordinario con sus dos motores de 250 voltios en serie, y por lo tanto, necesitan una tensión de 500 á 550 voltios; con este objeto hay en la central un grupo transformador de tensión que recibe la corriente continua á 250 voltios y la transforma en continua á 600 voltios; este transformador tiene una potencia de 200 caballos.

Como la potencia eléctrica que se necesita cambia mucho de un momento á otro, hay, para subvenir á estas irregularidades momentáneas, una batería de acumuladores de 500 amperios-hora y 250 voltios.

La Sociedad está en tratos en la actualidad para adquirir otros dos electrógenos de 400 kilovatios cada uno y con motores también de explosión.

La pendiente máxima de la vía, tanto para el tren vacío, como para el tren cargado, es de 2,4 por 100, y casi todo el trazado es de trinchera.

En la vía, que, como hemos dicho, tiene una longitud de 8 kilómetros, hay un puente de 11,50 metros de luz de estribos perdidos; un paso de hormigón armado sobre el ferrocarril del Norte y la carretera del barrio de Nueva Montaña, de 9,50 metros de luz, con estribos de sillería; un túnel de 7,26 metros entre boquillas, 750 de longitud con curva interior y pendiente de 2,3 por 100. Para su construcción fué atacado por ambos extremos y por un pozo intermedio, estando revestido con bóveda de ladrillo y estribos de mampostería concertada; en la ejecución de esta obra se tropezó con grandes dificultades por la pésima calidad del terreno y la gran cantidad de agua.

GRANDES CHIMENEAS EN LOS ESTADOS UNIDOS

Leemos en el *Engineering and Mining Journal* la descripción sumaria de una chimenea recientemente construida en una fábrica metalúrgica en Butte, en el estado de la Montana, y que es desde luego la más alta chimenea de hormigón que existe en el mundo. Se eleva efectivamente á la altura de 107,54 metros por encima del suelo, y el diario americano añade que su vértice se encuentra á una altitud de 1.766,35 metros sobre el nivel del mar, lo que constituye una especie de *record*.

El diámetro interior es de 5,49 metros, las fundaciones descienden á 2,10 metros por debajo del suelo. La base de la chimenea la constituye una especie de caja de fundición de 30,50 metros de lado, relleno de escoria en fusión, en la cual se han introducido cierta cantidad de piezas de metal de todas formas. Se ha constituido así un macizo de escoria armada de 5,30 metros de altura, 30,50 metros de diámetro en la base y 20 metros próximamente en el vértice, que se introduce en el suelo los 2,10 metros antes citados, y quedando, por tanto, fuera 3,30.

Sobre esta base se eleva otra de hormigón de cemento de Portland de 12,70 metros de lado y 2,50 de altura, conteniendo barras de hierro que sobresalen por la parte superior para penetrar en las paredes de la chimenea propiamente dicha.

Está constituida ésta por una serie de segmentos de 1,067 metros de altura fabricados en moldes y constituyendo todos reunidos un anillo completo. Estos segmentos contienen barras de hierro verticales y horizontales. El número de segmentos disminuye á medida que la altura aumenta. Para los primeros 6,40 metros las paredes de la chimenea tienen un espesor de 0,44 metros, y es en esta parte donde desaguan los dos tragantes, uno á cada lado, que tienen una sección de $2,4 \times 5,10$ metros. Por encima empieza la chimenea con doble envolvente, una interior de 0,23 metros de espesor y otra exterior de 0,125 metros, con un espacio intermedio de 0,101 metros, conteniendo aire y puesto en comunicación con la atmósfera por agujeros practicados en la base de la envolvente exterior.

La envolvente interior no llega más que hasta 31 metros por encima de la base, y se reúne en este punto con la envolvente exterior, que desde aquí hasta el vértice tiene un espesor constante de 0,18 metros. El peso de esta construcción puede evaluarse de la manera siguiente: fundación de escoria, 12.000 toneladas; base de hormigón, 4.000 toneladas; chimenea propiamente dicha, 1.975; total, 15.275 toneladas. Esta chimenea, que puede reclamar el honor de ser la más alta y la más grande de su clase que existe en el mundo, es además una de las más grandes chimeneas de los Estados Unidos, como se puede juzgar por las cifras siguientes: la chimenea de la Washoe Copper Cy, en Anaconda, construida con ladrillo, tiene 9,15 metros de diámetro interior y 91,50 metros de altura; la chimenea de ladrillo del Metropolitan-Street-Railway Cy, en New-York, tiene 6,70 metros de diámetro interior y 107,67 metros de altura; la chimenea de Clark-Thread-Work, en Kearney (New-Jersey), tiene 4,35 metros de diámetro interior y 102,17 metros de altura; la de las fundiciones de Omaha and Grant, en Denver (Colorado), 5,85 metros de diámetro interior y 106,75 metros de altura. Existe en la Oxford Copper Cy, en Constable-Hook, una chimenea de ladrillo de 6,10 metros de diámetro interior en la base 3,75 metros en el vértice y 109,80 metros de altura, y en las fundiciones de Jacowa, en el territorio de Washington, una chimenea de hormigón de 5,50 metros de diámetro interior y 91,40 de altura.

Se había proyectado, para la chimenea á que nos venimos refiriendo, construirla de ladrillo sobre la fundación de escoria; pero en curso de ejecución se decidió hacer el fuste de hormigón armado con arreglo á los planos de la Weber-Steel-Concrete-Chimney-Construccion Cy de Chicago, la cual, como su nombre lo indica, es especialista en esta clase de trabajos.