

junta de mayor duración que la ordinaria de bridas y pernos, cuyo montaje fuese poco costoso y que redujese á su mínimo los gastos accesorios de reposición del pavimento.

Observando lo que ocurre en la vía ordinariamente empleada se comprueba que en el período próximo á su instalación el carril descansa por toda su longitud en la arena ó el hormigón, y como las bridas que lo enlazan con los carriles adyacentes están fuertemente adheridas á ellos, las juntas presentan suficiente rigidez para asegurar el paso de los vehiculos. Pero á medida que el tiempo transcurre, la situación cambia: bajo la influencia de los repetidos choques ocasionados por el paso del material móvil, los pernos se aflojan, las bridas toman juego, la junta va perdiendo su primitiva rigidez y las extremidades de los carriles empiezan á doblarse. La arena que en un principio constituía una base firme de asiento va escapándose poco á poco de debajo de la junta por la doble acción del movimiento que la imprimen los choques continuados que le transmite el carril y la disgregación ocasionada por el agua; efectos análogos producen en el hormigón. De aquí resulta que al cabo de algún tiempo el carril puede ser asimilado á una viga apoyada en varios puntos y cuyas extremidades se encuentran en el aire.

Los ensayos de Mr. Holtzer tendían á reforzar los extremos de los carriles cuya resistencia es deficiente tan luego como quedan en falso y suprimir las uniones de pernos y bridas que no pueden durar largo tiempo en buenas condiciones. De aquí nació su idea de sustituir las bielas atornilladas á lo largo del nervio del carril por una vigueta roblonada á la base del carril y por su parte inferior; y con el objeto de reducir todo lo posible el gasto utilizó para la unión cupones de carriles del propio perfil, tomados de los carriles de desecho y que se roblaban invertidos por su base á la base de los carriles de la vía.

Las primeras pruebas se hicieron en las redes de Cannes, Fontainebleau y Clermont-Ferrand, á partir del año 1900 y en las vías ya existentes. El carril de estas líneas era del tipo Broca, de 36 kilogramos de peso por metro lineal, teniendo 100 milímetros de anchura en la base en barras de 10 metros. La vigueta de unión tenía medio metro de longitud y estaba acoplada á los carriles por 12 roblones de 16 milímetros.

En vista del resultado satisfactorio obtenido en ensayos parciales, se empleó la escala de los experimentos, aplicando el mismo principio, en el mes de Septiembre de 1902, á una vía nueva de 300 metros de longitud, que se construyó en Cannes. En ella, y para tener en cuenta los efectos de la dilatación, se dispusieron cada 50 metros juntas ordinarias de bridas. En los dos años y medio que se viene explotando esta vía, se conserva en perfectas condiciones, sin haber exigido más que el reemplazo de algunos roblones, en proporción inferior al 5 por 100.

El estudio atento de esta sección de ensayo puso, sin embargo, en evidencia la utilidad de acrecentar el ancho de la base de los carriles y aumentar el número y el diámetro de los roblones de enlace.

En el mes de Junio de 1904 se decidió emprender en la red de Clermont-Ferrand el cambio de la vía Massillon que llevaba catorce años prestando servicios en aquélla, principiando por llevarlo á efecto en una sección de 1.600 metros de longitud en la que se colocó vía de carriles Broca de 51 kilogramos de peso por metro lineal, en barras de 18 metros y con base de 130 milímetros de anchura. Las viguetas de unión fueron cupones del mismo perfil de 60 centímetros de longitud y acoplados por medio de 16 pernos de 18 milímetros. La elección de un tipo de carril tan pesado obedeció á consideraciones derivadas del empleo de la electricidad. El suministro de estos carriles fué acompañado de 50 pares de bridas ordinarias que se aprovecharon para el montaje provisional de la vía antes de estar roblonadas las viguetas de unión. Una vez sentada definitivamente no se han dejado juntas ordinarias de bridas y pernos, sino á la entrada y á la salida de las tres estaciones que existen en la sección mencionada.

Á pesar de haberse hallado sometida esta sección de línea,

durante el año que lleva de prestar servicio, á diferencias importantes de temperatura, cuyos límites han sido 35 grados en el estío y 15 en el último invierno, ha soportado perfectamente el tráfico, se encuentra actualmente en tan buen estado como el día de su inauguración, sin haber habido necesidad de tocarla y la dilatación no parece haber producido en ella efectos sensibles.

Como medida de precaución se había asegurado en esta vía la conexión eléctrica, por medio de bridas coronas del tipo usual; pero la experiencia ha demostrado que en las juntas en que no se han puesto bridas eléctricas, la conductibilidad de la vía es igual que en aquellas en que las bridas existen.

En el año actual se han montado últimamente otros dos kilómetros de vía Broca, con arreglo al mismo principio, en la propia red de Clermont-Ferrand. Los carriles son de 38 kilogramos de peso por metro lineal en barras de á 12 metros, y el ancho de la base de 130 milímetros. En esta nueva sección de prueba la junta eléctrica se ha modificado, porque en aquellas uniones que se ha conservado por exceso de previsión, se ha prescindido de las bridas coronas, reduciendo la unión eléctrica á cuatro pequeños roblones de cobre de ocho milímetros intercalados entre los roblones de acero del enlace ordinario.

Hasta el presente se han seguido empleando para el nuevo sistema carriles taladrados en sus nervios en la forma usual, aunque los taladros no tengan aplicación para las nuevas uniones y, por el contrario, haya habido necesidad de abrir en el terreno los agujeros para los roblones. Para este efecto, se ha hecho uso de un punzón eléctrico que se hacía correr á lo largo de la vía en que se hallaban acoplados los carriles nuevos. Teniendo en cuenta esta operación, la junta del nuevo sistema completamente terminada ha resultado á 6,51 francos, mientras que la de bridas costaría 5,30 francos; pero como evidentemente, una vez generalizado el sistema, se harían en fábrica los taladros para los roblones, en lugar de hacerlos para los pernos, sin aumento de precio, y en la junta ordinaria de bridas hay que agregar el sobreprecio correspondiente á la indispensable unión eléctrica de los carriles, puede darse como cifras comparativas de coste para ambas clases de juntas 5,75 francos por cada junta roblonada, frente á 8 francos que importa una junta ordinaria atornillada con brida corona.

La razón que aduce Mr. Holtzer, al terminar su interesante artículo, de haber aplicado hasta ahora con preferencia el sistema de junta roblonada á las vías nuevamente instaladas, es la facilidad de taladrar la base de los carriles antes de sentarlos. Pero añade que con la garantía de los satisfactorios resultados ya conseguidos, en la actualidad va extendiendo aquel sistema á las vías en servicio en todas aquellas secciones en que resulta difícil conservar las juntas ordinarias en buen estado, no vacilando en sufragar el gasto apreciable que ocasiona el taladrado de la base de los carriles en el terreno para la junta roblonada.

INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN LA COMBUSTIÓN

M. Chas M. Palmer, trata en la revista *Chemical Engineer* de la cuestión de la influencia de la altitud en la combustión. Una discusión sobre este asunto ha tenido lugar en Butte, en la Montana, donde se publica esta revista, á consecuencia de la observación hecha por un fabricante de cemento, de que es necesario más carbón para cocer el cemento á elevadas altitudes que en las localidades situadas al nivel del mar. Butte está cerca de 1.800 metros.

Esta observación parece á primera vista que está en contradicción con el hecho de que la temperatura de ebullición del agua, descendiendo á medida que la altitud aumenta, es necesario menos combustible para vaporizar un kilogramo de agua á 1.800 metros que al nivel del mar. Así el agua que hierve en la

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