

paso que se carece en absoluto de este artículo de primera necesidad, en la mayor parte de las ciudades populosas.

No se comprende cómo á la vista de tales cifras y tales datos puede preconizarse la nacionalización de los ferrocarriles, ya que la experiencia, dejando de lado toda apreciación partidista, viene demostrando los peligros y desastres á que ha dado lugar este régimen en Rusia.

(De *Le Journal des Transports*.)

PRIMAS AL PERSONAL DE UNA CENTRAL ELÉCTRICA TÉRMICA

POR LAS ECONOMÍAS DE CARBÓN

POR

M. GROSPAUD

Ingeniero A. y M. y E. S. E. P., Sociedad Pirenaica de Energía eléctrica.

Mostrando, auxiliándose con números, del modo que puede variar el rendimiento calorífico ó el consumo de carbón por kilovatio hora producido, llega el autor á la conclusión de que es ilusorio intentar establecer un sistema de primas, haciendo uso de un elemento tan incierto como es el del gasto de combustible, en la forma que lo preconizó el Sr. L. Conge, en un artículo publicado en la *Revue générale de l'électricité*, del 31 de Agosto de 1918, tomo IV, pág. 319. Un medio más racional para poder darse cuenta de la utilización del carbón, y como consecuencia, para establecer un sistema de primas, consistiría más bien en la inspección metódica y científica del caldeo. El autor describe los aparatos de inspección, cuyo empleo es más conveniente y la manera de utilizar sus indicaciones para el establecimiento de las gratificaciones.

Para darse cuenta de la utilización del carbón é instituir un sistema de primas para el personal de una Central, la primera idea que salta á la vista es indicar en números el gasto de carbón por kilovatio hora.

Sin embargo, como sucede muy frecuentemente, sobretodo desde la guerra, se quema, en intervalos de tiempo muy cortos, carbones en extremo diferentes como composición química, estructura física, poder calorífico y contenido de materias inertes, es necesario eliminar la calidad del carbón quemado, reduciendo á números el número de calorías gastado por kilovatio-hora producido.

Según las instalaciones consideradas, puede ser más ó menos fácil obtener con aproximación suficiente el número de calorías contenidas en el carbón consumido. Su obtención es un caso á examinar para cada fábrica en particular, y depende de la clase de aparatos instalados y de los métodos más ó menos científicos que hayan presidido en la instalación y preparación de los hogares y de los laboratorios.

No deseando examinar momentáneamente este asunto, vamos á pasar al examen de las causas que se oponen á lo de que el número de calorías por kilovatio-hora producido se tome como si caracterizase el modo de cómo el personal ha desempeñado su trabajo.

Gran número de causas, independientes de la voluntad del personal, influyen en el rendimiento general indicado en números, por este número de calorías por kilovatio-hora.

En las instalaciones cuyo diagrama de carga es relativamente constante y regular y en las que se emplean combustibles aproximadamente iguales, las variaciones de rendimiento solamente son función del modo de conducir la marcha de la central. Monsieur L. Conge, Jefe del servicio eléctrico de la fábrica de

pólvora de Saint-Médard, ha publicado un estudio sobre un sistema de primas aplicable en este caso.

Ahora bien, cuando el régimen es variable, cuando la central está destinada en particular á surtir en el máximo consumo á una red, en la que la mayor potencia es suministrada por fábricas hidráulicas insuficientes, cuando utiliza combustibles muy variables, ya no resulta admisible desprestigiar las causas que, independientemente de la voluntad del personal, hacen variar el rendimiento calorífico.

Variaciones del rendimiento calorífico.—Las variaciones del rendimiento calorífico ó de los consumos de carbón por kilovatio-hora se deben á tres causas principales:

- 1.^o Las variaciones de la carga.
- 2.^o Las diferentes cualidades del carbón; y
- 3.^o Las variaciones de la temperatura exterior.

A.—LAS VARIACIONES DE LA CARGA llevan consigo:

- 1.^o Detenciones y encendido de calderas.
- 2.^o Colocaciones de calderas en reserva.
- 3.^o Cambios de máquina para tomar las unidades de potencia apropiada; y
- 4.^o Variaciones de rendimiento de los turbo-alternadores.

B.—LAS DIFERENTES CUALIDADES DEL CARBÓN llevan consigo:

- 1.^o Variaciones del rendimiento calorífico de las calderas.
- 2.^o Variaciones del rendimiento de los turbo-alternadores, por variación del sobrecaldeo; y
- 3.^o Variaciones del rendimiento de los turbo-alternadores, por variación de presión.

C.—LAS VARIACIONES DE LA TEMPERATURA EXTERIOR llevan consigo una variación de temperatura del agua de refrigeración del condensador y como consecuencia una variación del turbo.

Examinaremos sucesivamente el efecto de estas distintas causas:

1.^o *Encendido de nuevas calderas.*—El encendido de nuevas calderas puede ser el resultado de una avería en alguna de las que están en servicio, ó bien de la necesidad de un aumento del número de las mismas.

En el primer caso, si todo el personal está interesado, comprendido el de entretenimiento, no ha lugar á desfaltar del consumo el carbón empleado en esta forma.

En el segundo caso, siendo la causa independiente del personal, ha lugar el deducir las cantidades de carbón correspondientes, estableciendo de una vez para siempre una cifra media para un encendido normal.

En el caso de que nos ocupamos, con calderas Babcock y Wilcox de parrillas automáticas, es preciso contar con 1.000 á 1.250 kilogramos.

2.^o *Calderas en reserva.*—La colocación en reserva es debida á una disminución de poca duración de la potencia á facilitar. Contando con un gasto de 50 á 75 kilogramos por hora, para estas mismas calderas, el número de horas de colocación en reserva, alcanzando rara vez á doce, no parece que, salvo en casos especiales, deba tenerse en cuenta.

3.^o *Cambio de máquina.*—El cambio de máquina es necesario para la investigación del mejor rendimiento de los grupos en servicio.

Un grupo turbo de 3.000 kilovoltamperios que exige, aproximadamente una media hora para poder empezar á funcionar, consume 3.000 kilogramos de vapor á la presión de 14,5 kilogramos por centímetro cuadrado y á la temperatura de 300 grados centígrados. Si se admite una vaporización media de 6 kilogramos, es preciso contar con 500 kilogramos de carbón. La energía gastada en los servicios auxiliares de este grupo durante este

tiempo corresponde, aproximadamente, á 150 kilogramos de carbón, lo que eleva el gasto total á unos 650 kilogramos.

4.º Rendimiento de los turbos en función de la carga.—La fábrica considerada posee dos grupos de 2.000 y de 3.000 kilovolt-amperios.

CARBÓN NECESARIO EN KILOGRAMOS POR KILOVATIOS HORA

Grupo de 2.000 kilovoltamperios:		Grupo de 3.000 kilovoltamperios:	
Plena carga: 6,00 kilogramos....		5,5 kilogramos.	
$\frac{3}{4}$ — 6,25 —		5,75 —	
$\frac{1}{2}$ — 6,75 —		6,25 —	
$\frac{1}{4}$ — 8,50 —		7,50 —	

de vapor, á coseno $\varphi = 0,8$.

Entre los extremos, el número de calorías varía en la relación $\frac{550}{850}$ ó sea del 35 por 100.

Es por completo evidente que cuando se trate de indicar con números las economías, que no excederán del 5 al 10 por 100, no puede despreciarse un factor de esta importancia.

Es preciso observar, sin embargo, que la marcha normal de los grupos es, en general, aproximada á los $\frac{3}{4}$ de carga y que las fluctuaciones tienen lugar entre el $\frac{1}{2}$ y la plena carga; son, por consiguiente, del orden de $\frac{675-550}{665} =$ aproximadamente al 20 por 100, ó sea ± 10 por 100 del consumo correspondiente á la marcha más frecuentemente adoptada y que debería servir de base para el establecimiento de la prima.

5.º Rendimiento calorífico de los hogares.—El rendimiento calorífico del hogar depende en gran parte de la habilidad del maquinista, principalmente en los hogares en que se hace la carga a mano y aun también en los hogares que se cargan automáticamente, puesto que él puede disponer el espesor de la carga de carbón, la velocidad de la parrilla y la admisión del aire; ahora bien, depende igualmente de la calidad del carbón, porque con carbones malos la combustión es difícil, se hace á temperatura relativamente baja y con exceso de aire para facilitar el contacto con el oxígeno (á pesar de que sea muy grande la habilidad del maquinista).

Estudiamos la variación del rendimiento calorífico del hogar, según la velocidad de la combustión, con carbones de igual poder calorífico, pero cuyas cualidades físicas permitan obtener una buena ó solamente una mala combustión.

Tomemos carbones que dan en el análisis:

MATERIAS	Centésimas.	MATERIAS	Centésimas.
Carbóno.....	54,5	Carbóno.....	52,3
Hidrógeno.....	8	Materias volátiles.....	10,2
Cenizas.....	34,5	Cenizas.....	34,5
Humedad.....	3	Humedad.....	3

Estos carbones dan:

1.º Fórmula de Dulong modificada por Malher:

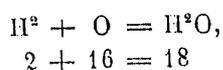
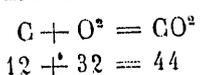
$$P. C. = (111,4 \times 54,5) + (8 \times 375) - 3.000 = 6.075 \text{ c.}$$

2.º Fórmula de Goutal:

$$P. C. = (52,3 \times 82) + 114,4 \times 16,3 = 6.150 \text{ c.}$$

Ó sea 6.100 calorías por kilogramo.

COMBUSTIÓN TEÓRICA.



Un kilogramo de estos carbones necesita, por consiguiente: Para quemar el carbóno

$$\frac{32 \times 0,545}{12} = 1,455 \text{ kg. de oxígeno}$$

y para quemar el hidrógeno

$$\frac{16 \times 0,08}{2} = 0,640 \text{ kg. de oxígeno,}$$

ó sea en total 2,095 kg. de oxígeno.

Y en volumen (á 0º y 76 centímetros)

$$\frac{2,095}{1,43} = 1,465 \text{ m}^3,$$

de los que, 1,017 metros cúbicos para el carbóno y 0,448 para el hidrógeno.

El volumen de aire, correspondiente:

$$\frac{100 \times 1,465}{21} = 7 \text{ m}^3$$

y contiene

$$1,465 \text{ m}^3 \text{ de oxígeno}$$

y

$$5,535 \text{ m}^3 \text{ de nitrógeno.}$$

Los gases de la combustión contienen:

$$Az = 5,535 \text{ m}^3$$

$$CO^2 = 1,017 \text{ (igual volumen que el oxígeno necesario para su combustión).}$$

$$\text{(Vapor) } H^2O = 0,896 \text{ (dos veces el volumen de hidrógeno).}$$

No teniendo cuenta de H^2O que se condensa, la proporción de CO^2 en volumen, en los gases de la combustión, sería de

$$\frac{1,017}{5,535 + 1,017} = 14,4 \text{ por 100}$$

sin oxígeno en exceso.

COMBUSTIÓN PRÁCTICA.—En realidad, como sin suplemento de aire no es posible la combustión completa en los hogares industriales, es preciso introducir dicho suplemento, pero naturalmente lo más débil posible.

Los resultados industriales corrientes se caracterizan por la presencia de una proporción de CO^2 , que varía entre el 6 y 13 por 100, en los productos de la combustión que se evacúan por la chimenea.

Vamos á investigar en los dos casos extremos la calidad y el contenido de calorías de los gases de la combustión, considerando que los carbones antes designados se quemen bien, pero con proporción de oxígeno en exceso diferente, según sus aptitudes á la combustión.

Primer caso.—Carbón que da el 13 por 100 de

$$CO^2. — P. C. = 6.100 \text{ calorías por kilogramo.}$$

Hemos visto que un kilogramo de carbón da:

En volumen $CO^2 = 1,017$ metros cúbicos, lo que da como volumen total de los gases de la combustión

$$\frac{100 \times 1,017}{13} = 7,820 \text{ m}^3 \text{ (H}^2O \text{ condensado),}$$

que se descomponen en esta forma:

$$\left. \begin{array}{l} CO^2 = 1,017 \\ Az = \end{array} \right\} \begin{array}{l} CO^2 = 1,017 \\ Az = 5,535 \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Como en la combustión teórica.} \\ \text{Aire suplementario} = 1,268 \\ \text{TOTAL...} = 7,820 \end{array}$$

y $H^2O = 0.896$ que proviene de la combustión del hidrógeno, que condensándose no entra en el tanto por ciento de CO^2 dado por el análisis.

Siendo de 7 metros cúbicos el volumen de aire teórico, el volumen de aire total es de $7 + 1,268 = 8,268$.

$$\text{El volumen de aire en exceso} = \frac{1,268}{8,268} = 15 \text{ por } 100.$$

Suponiendo que:

El aire ambiente está á 15° ;

Los gases en la salida de los economizadores se evacuan á 150° ;

El calor específico para Az y el aire es de 0,311 á presión constante (lo que puede admitirse) y para CO^2 , 0,407

Se evacua por la chimenea:

Por el aire y el hidrógeno: $6,803 \times 0,311 (150 - 15) = 287$ calorías;

Por el CO^2 : $1,017 \times 0,407 \times (150 - 15) = 56$ calorías;

Por el agua de humedad (0,030 kilogramos) y el agua de combustión del hidrógeno (0,072 kilogramos), ó sea 0,102 kilogramos: $0,102 (606,5 + 0,305 t) + 0,45 t$.

$$t = 100 - 15 = 85^\circ,$$

$$t' = 150 - 100 = 50^\circ,$$

lo que da

$$0,102 (606,5 + 0,305 \times 85) + 0,45 \times 50 = 87 \text{ calorías.}$$

Total de las calorías evacuadas por la chimenea:

$$287 + 56 + 87 = 430 \text{ calorías.}$$

Conteniendo el kilogramo de carbón 6.100 calorías, las pérdidas son en centésimas de

$$\frac{430}{6,100} = 7 \text{ por } 100.$$

Segundo caso.—Carbón que da el 6 por 100 de CO^2 — P. C. = 6.100 calorías por kilogramo.

Como precedentemente:

Volumen de $CO^2 = 1,017$ metros cúbicos, lo que da como volumen total de la combustión

$$\frac{100 \times 1,017}{6} = 16,950 \text{ m}^3 \text{ (H}^2\text{O condensado),}$$

que se descompone en esta forma:

$$\begin{array}{r} CO^2 = 1,017 \\ Az = 5,535 \\ \hline \text{Aire suplementario} = 10,398 \\ \hline 16,950 \text{ m}^3 \end{array}$$

y $H^2O = 0,896$ como precedentemente.

El volumen total de aire es

$$7 + 10,398 = 17,398 \text{ m}^3.$$

El volumen de aire de exceso

$$\frac{10,398}{17,398} = 60 \text{ por } 100.$$

En relación con el caso precedente, se evacúa por la chimenea $10,398 - 1,268 = 9,130$ metros cúbicos de aire de suplemento, ó sea $9,130 \times 0,311 \times (150 - 15) = 384$ calorías suplementarias, y en total $430 + 384 = 814$ calorías.

El tanto por ciento de pérdidas es

$$\frac{814}{6,100} = 13,35 \text{ por } 100.$$

Conclusión.—Con carbones que dan en el análisis potencias caloríficas iguales, pero de cualidades físicas distintas, con igual

temperatura de evacuación de los gases en la chimenea, la variación de rendimiento del hogar es en calorías de $13,35 - 7 = 6,35$ por 100.

Puede todavía tenerse también en cuenta el aumento de las pérdidas por radiación, como consecuencia de poner al fuego un mayor número de calderas para una misma potencia, cuando se emplea carbón cuya combustión es difícil, con lo que se disminuye en gran cantidad la capacidad de las calderas en agua evaporizada por hora.

6.º *Rendimiento de los turbos según el caldeo.*—Con malos carbones conteniendo mucho polvo nos ha ocurrido no poder conseguir una presión de más de 10 kilogramos por centímetro cuadrado con 250° de caldeo.

Ahora bien, las turbinas de la clase que utilizamos, de potencia de 2.000 á 3.000 kilovatios, tienen un consumo que varía en un 1 por 100 para 6° de caldeo en las proximidades de 230 á 300° .

Si el consumo fuese de 6,5 kilogramos por kilovatio-hora á 300° , se eleva á 7,04 kilogramos por kilovatio-hora á 250° .

Un kilogramo de vapor á la presión de 14,5 kilogramos por centímetro cuadrado producido por un agua de alimentación á 15° contiene á 300° : 708 calorías, y á 250° : 686 calorías.

El gasto en calorías, pasa pues, de $708 \text{ calorías} \times 6,5 = 4.602$ calorías á $686 \times 7,04 = 4.829$ calorías y aumenta en un 5 por 100.

E to es, por lo demás, lo que habría hecho prever el estudio del rendimiento calorífico en los dos casos $\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$ que pasa de 0,46 á 0,40 para una temperatura constante de 40° en el condensador.

7.º *Rendimiento de los turbos, según la presión.*—Para un salto de presión de 14,5 kilogramos por centímetro cuadrado á 10 kilogramos por centímetro cuadrado, el consumo aumenta á plena carga en 0,35 kilogramos por kilovatio-hora.

Si el consumo fuese de 6 kilogramos por kilovatio-hora á 14,5 kilogramos por centímetro cuadrado y 200° , pasa á 6,35 kilogramos por kilovatio-hora á 10 kilogramos por centímetro cuadrado y 250° .

El gasto en calorías pasa, por consiguiente, de $686 \times 6 = 4.116$ calorías á $688,5 \times 6,35 = 4.356$ calorías. Aumenta en un 5,8 por 100.

Como un salto de caldeo acompaña siempre á un salto de presión, hacemos constar que en este caso la elevación total es del 11 al 12 por 100.

8.º *Rendimiento de los turbos, según la temperatura en el condensador.*—Las variaciones de rendimiento son del 5 por 100 para las variaciones de temperatura de 15 á 40° en la salida del condensador.

Conclusiones.—Resulta de este estudio, que despreciando las causas accesorias de la variación de consumo en kilogramos por kilovatio-hora (encendidos colocaciones en reserva, cambios de máquinas), existe entre los dos estados de marcha extremos siguientes:

1.º Marcha á plena carga, con buen carbón y buena combustión (13 por 100 CO^2), caldeo 300° , presión 14,5 kilogramos por centímetro cuadrado en invierno.

2.º Marcha á media carga, con carbones medios corrientes que dan como máximo 6 por 100 de CO^2 (bien que den en el análisis un poder calorífico casi idéntico á los carbones precedentes), temperatura 275° , presión 12 kilogramos por centímetro cuadrado en verano.

Una diferencia de consumo de: 18,5 por 100 por reducción de la carga; 7 por 100 por aumento de pérdidas en la chimenea;

5 por 100 por disminución de presión y temperatura; 5 por 100 por aumento de la temperatura en el condensador, sea en total: 35 por 100.

Las diferencias consideradas se producen muy corrientemente en algunas centrales, puesto que no hay que variar la temperatura más que de 300 á 275°. la presión de 14,5 á 12 kilogramos por centímetro cuadrado, el tanto por ciento de CO², de 130,6 por 100 y la carga de 1 á 1/2.

Se me objetará que prácticamente todas estas causas de variaciones raramente se añaden en el mismo sentido y que se obtiene, en general, medios de consumo sensiblemente constantes, aun con carbones variables y cargas distintas y por nosotros mismos hemos obtenido los resultados siguientes:

Carbón medio mezclado P. C. = 7.350 calorías, con el 22 por 100 de cenizas;

Consumo, 1,15 kilogramos por kilovatio-hora, ó sea 8.300 calorías;

Muy buen carbón, granos lavados, P. C. = 8.100 calorías, con el 10 por 100 de cenizas;

Consumo, 1 kilogramo por kilovatio-hora, ó sea 8.100 calorías.

A pesar de esta constancia aparente, es absolutamente ilógico querer imputar á la mano de obra las variaciones que se podrá observar en uno ó en otro sentido.

Por otra parte, fuera de las causas técnicas que acabamos de estudiar, existen causas de orden prácticas que se oponen al establecimiento de una prima basada sobre el número de calorías por kilovatio-hora, por lo menos en la mayoría de los casos.

La obtención del número de calorías gastado por kilovatio-hora necesitado, en un tiempo determinado y bastante largo, para tener medios que eliminen las pequeñas causas de error:

- 1.º El registro de la energía producida en kilovatios-hora;
- 2.º El peso total en kilogramos del carbón quemado;
- 3.º El número de calorías á a ectar por kilogramo á las cantidades empleadas diariamente.

1.º El registro de la energía producida se obtiene por medio de los contadores y puede considerarse como exacto sin tener en cuenta el error posible del contador, puesto que se trata de obtener resultados comparativos y sin tener en cuenta la variación del error del contador en las diferentes cargas, porque este error es en general muy pequeño y sobre todo porque industrialmente sería muy difícil poder tenerlo en cuenta.

2.º El peso del carbón no se hace en general automáticamente y se efectúa pasando la vagoneta por la báscula, ó bien pasando un cierto número de vagonetas solamente con el fin de obtener una media, ó bien igualmente, pasando una vez por todas, una vagoneta cuya carga se ha regulado.

Se obtiene un peso más ó menos exacto, pero que podría ser aceptable, sobre todo con el primer sistema de peso, si todas estas operaciones no se hiciesen, sea por el mismo personal de la central, sea por personal distinto, pero con el cual es fácil el acuerdo.

Es preciso, por consiguiente, evitar, bien sea por la elección del personal, ó bien por aparatos registradores, que no se lleve á las calderas más carbón que aquel que se desea.

3.º La determinación del número de calorías por kilogramo de carbón está hecha por análisis, sobre deducciones medias:

Las deducciones deben hacerse en los parques ó en los patios de manutención, porque en los silos ó tolvas de carga de las calderas pueden hacerse mezclas cuando la calidad de los carbones oblige á ello.

Todo el mundo sabe los cuidados que exigen estas deducciones si con un número restringido de análisis se quiere obtener

aproximadamente la potencia calorífica de un carbón. En el caso que nos ocupa esto tiene tanta mayor importancia, cuanto que la cantidad media obtenida en esta forma se haya de aplicar á grandes cantidades y donde un error, aun del 5 por 100, entra en el orden del tanto por ciento de economías que se desea obtener.

Para la ejecución de estas deducciones es igualmente muy difícil evitar la trampa y el acuerdo.

En cuanto á los análisis, raramente hechos según las reglas, frecuentemente con material defectuoso y por personal inexperto al que se impone reglas fijas, sea cual fuese la calidad del carbón, cuando sería preciso seguir muy de cerca la eliminación de las materias volátiles, es difícil admitirlos como base de un sistema siendo los errores que llevan consigo superiores al tanto por ciento de economías deseado.

En esto es preciso también tomar garantías contra los acuerdos entre el personal.

PRIMAS BASADAS SOBRE LA INSPECCIÓN DEL HOGAR.—Lo expuesto precedentemente nos conduce á abandonar como base de un sistema de primas el número de calorías ó el gasto de carbón por kilovatio-hora y á preconizar más eficazmente, tanto para las centrales como para cualquier hogar, la inspección metódica y científica del sistema de caldeo.

Todo aumento de producción basado sobre el rendimiento humano debe proceder de los principios siguientes:

1.º Hacer *tanquillo todo lo más posible sencillo y continuo*, el esfuerzo del obrero, con el fin de que ésta pueda darse cuenta de que á tal modo de operar corresponde un resultado determinado y que pueda así perfeccionarse.

2.º Establecer una relación *sencilla*, bien definida é *inducida* con anticipación al conocimiento del obrero, entre el *resultado que aparece á la vista* y el *beneficio* realizado por el obrero.

Con el sistema precedente, el maquinista de quien se trata de obtener un esfuerzo, no tiene nada para darse cuenta directamente si utiliza bien ó mal el carbón. No puede, salvo basándose sobre sus costumbres lo más frecuentemente defectuosas, ensayar hacerlo mejor y muy raramente modificará estas costumbres para adaptarse á la clase de hogar que tiene entre sus manos.

Ignora además si su esfuerzo estará recompensado y en qué proporción, puesto que le es preciso esperar un lapso de tiempo más ó menos largo, un mes como mínimo, para que puedan establecerse los promedios de consumo.

Será difícil conseguir un esfuerzo sostenido y resultados en estas condiciones.

Si, por el contrario, le ponemos á la vista aparatos registradores, que le demuestren que con cargas más frecuentes, en el caso de hogares ordinarios, ó que modificando la velocidad de la parrilla y el espesor de la capa de carbón en el caso de parrillas mecánicas, obtiene un consumo mejor que para él, conforme se le habrá dicho *a priori*, se traducirá en un movimiento de la aguja del aparato registrador en una cierta dirección, procurará trabajar intentando buscar el *máximo de efecto*, produciendo siempre el *mínimo de esfuerzo*.

Si, además, aparece ante su vista un cuadro que le indique el total de su prima, en función de la indicación de sus aparatos de medida trabajará con confianza y podrá conseguirse el máximo de rendimiento si se establecen las primas justamente.

APARATOS DE INSPECCIÓN.—En una caldera ordinaria hay que considerar tres factores:

- 1.º Contenido de CO² en los gases de la combustión.
- 2.º Temperatura de los gases en la evacuación; y
- 3.º Contenido de cok en las cenizas.

El estudio de estos tres puntos es *necesario y suficiente*.

Dado las variaciones de rendimiento de una central, como consecuencia de la disminución de presión y de caldeo, es conveniente obligar á los maquinistas la muy estrecha vigilancia de estos dos factores.

De ello se desprende la necesidad de instalar:

- 1.º Analizadores registradores de CO².
- 2.º Termómetros registradores á la salida de los economizadores.
- 3.º Registros de caldeo; y
- 4.º Registros de presión.

Los analizadores registradores de CO² (del sistema Brenot ó del sistema «Sarco» que facilita de 20 á 30 análisis por hora) y los termómetros registradores de los economizadores, se instalarán sobre cada caldera y servirán directamente al maquinista para la regulación del fuego, para su educación profesional y para calcular y fijar su esfuerzo personal.

Los termómetros registradores de caldeo y los registradores de presión se colocarán sobre los colectores generales de alimentación y de idéntico modo se tendrá á la vez en cuenta por el Jefe inspector de caldeo, para toda la dotación de maquinistas, sus registradores y los aparatos individuales de cada uno de ellos.

Además se harán deducciones de cenizas y escorias para determinar los desperdicios de cok y de un modo uniforme se tendrá igualmente en cuenta para toda la dotación.

ESTABLECIMIENTO DE LA PRIMA.—Se establecerá:

1.º Un cuadro que respecto á las calidades de carbón empleadas indique las pérdidas de calorías en la chimenea, en función del contenido de CO² y de la temperatura media de evacuación; y

2.º Una escala de primas en función de estas pérdidas:

Se ve, como consecuencia, que si se establece una correspondencia fija entre estas dos escalas, cuando el carbón no permite obtener grandes contenidos de CO², por ser de mala calidad y quemarse difícilmente, el personal alcanza una prima menor cuando por la mala calidad del carbón se ve obligado á facilitar un esfuerzo mayor.

Verdad es que en esta ocasión la fábrica sufre pérdidas suplementarias y que si el obrero ve disminuir su prima cuando su trabajo es más penoso, resalta, por el contrario, con mayor ventaja cuando se queman buenos carbones, cuando el trabajo es más fácil, alcanzando con esto primas más considerables.

Sin embargo, es de presumir que este sistema llevará consigo dificultades, porque el obrero no ve más que los resultados diarios y difícilmente se conformará viendo que cuando el trabajo aumenta las primas disminuyen.

Se puede obviar este inconveniente y evitar toda dificultad, haciendo variar el punto de correspondencia de las escalas de pérdidas y de primas. Para ello, en presencia de un Ingeniero de la fábrica se determina prácticamente para cada lote de carbón, cuya calidad es muy distinta del precedente, el máximo de CO² y el mínimo de pérdidas que puede obtenerse.

Se aumenta entonces la prima correspondiente á los malos carbones y se disminuye la de los buenos, haciendo variar el punto de correspondencia de las dos escalas, de modo que el obrero que trabaje perfectamente alcance aproximadamente igual prima en todos los casos.

En esta forma la prima devengada por cada obrero es en realidad función únicamente de su trabajo y de su cuidado y no depende ya de la calidad del carbón empleado.

Además de esta prima individual se establece otra prima diaria por cuadrilla, basada sobre los registradores de presión y de caldeo y si ha lugar también sobre el contenido de cok.

La importancia relativa de esta segunda prima está basada sobre el principio de que á iguales pérdidas de calorías deben corresponder sin diferenciarlas iguales primas.

El máximo de ambas primas, las más elevadas de cada cuadrilla, se determinará por el mayor salario que puede ser alcanzado por los obreros.

El tanto por ciento de CO² obtenido por cada maquinista; las temperaturas y las presiones se obtienen por las medias de cada diagrama en el tiempo correspondiente.

Los resultados obtenidos y las primas correspondientes deben indicarse al día siguiente, con el fin de evitar toda reclamación, y en este caso hacer la discusión fácil.

II.

Electrificación de ferrocarriles ⁽¹⁾

POR

D. JOSÉ LUIS VALENTÍ Y DORDA

Ingeniero de Caminos.

(CONCLUSIÓN)

Hay que tratar ahora otro aspecto delicadísimo y es el de aumento en los ingresos; calculando que puede realizarse un 10 por 100 más de tráfico é ingresos con los mismos gastos de explotación, si este aumento en el tráfico se realizara, cosa que puede estimarse como segura dada su marcha ascendente con el tiempo, acelerada en este caso con la electrificación, como los ingresos totales de nuestra red han sido en 1915 de 401.911.323 pesetas, ese tanto por ciento representa un aumento de ingresos de 40 millones, á sumar como cantidad anual al haber de la electrificación.

El haber total de la electrificación es, pues, de unos 110 á 115 millones de pesetas anuales, con los que hay que pagar los intereses y amortización del capital de 600 millones de la electrificación, que si les asignamos el 8 por 100 anual, suman unos 50 millones, los gastos de conservación y entretenimiento de la línea aérea que podemos estimar en 500 pesetas por kilómetro, ó sea 7,3 millones para toda la red, y quedan unos 55 millones para el pago de la energía necesaria para la tracción de la totalidad de nuestra red ferroviaria. Como el consumo de la red lo hemos calculado en $22.623 \times 10^3 \times 40$ kilovatios-hora = 905 millones de kilovatios-hora, eso permite pagar á unos 6 céntimos el kilovatios-hora, y todo lo que resulte más barato supone economía.

Si las Empresas explotadoras del ferrocarril prefirieran el contar con Centrales propias (2), si éstas eran hidráulicas su coste de establecimiento con líneas de transporte incluidas, instalando unos 500.000 caballos, ascendería á unos 500 millones de pesetas que suponen un gasto anual de unos 50 millones, que es aproximadamente el remanente que para este fin deja la electrificación; si las Centrales fueran de carbón, el coste de instalación sería menor de la mitad, pero el gasto de carbón sería, aproximadamente, un medio del consumido hoy por las locomotoras y el remanente que quedara para pagar intereses, amortización y gastos de explotación de las Centrales (excluido el carbón) sería solamente de unos 30 millones.

Resumiendo, la electrificación de la totalidad de nuestra red

(1) Véase el número 2288.

(2) Coordinando sus esfuerzos para la producción más económica de la energía y su más perfecta utilización.