

vendrá emplear y herramientas con que deberá trabajarse. Adquiridos estos datos, se calculará el tiempo total de la mano de obra, en el cual se incluirá no sólo el necesario para la ejecución de los barrenos, sino también el que tenga que emplearse en la carga y explosión de éstos, extracción de escombros y el que tenga que mediar entre dichas explosión y extracción, tiempo este último que dependerá del sistema de ventilación empleado.

Se calculará luego el valor de las materias explosivas, como dinamita, cápsulas, mechas y el alumbrado y ventilación, así como también el coste del entretenimiento de barrenas, pistolotes, almainas, mazas, picos, etc.

Terminamos este capítulo con estas generalidades, porque todo lo demás referente á «Resultados económicos» de la perforación, podrá encontrarse en el capítulo de *Datos estadísticos*.

(Se continuará.)

MOTORES EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1)

(Continuación.)

II.

Vamos á continuar la reseña, que hace días comenzamos, de los motores empleados en la producción de electricidad: decíamos que las máquinas que aprovechan como motor la fuerza expansiva del vapor de agua, eran las más empleadas en las aplicaciones industriales; en estas máquinas, para calentar el agua de la caldera y obtener vapor, se necesita un combustible de gran potencia y económico, por lo tanto.

En la generalidad de los casos, á menos que haya cerca de la fábrica madera en abundancia, el combustible empleado es la hulla, que cuesta por término medio 30 pesetas la tonelada: con un kilogramo de este combustible se produce la ebullición de 50 litros de agua, mientras que con la misma cantidad de leña la ebullición no alcanza más que á 30 litros.

Los millares de caballos de vapor que actualmente utiliza el alumbrado eléctrico, proceden en gran parte de la combustión del carbón fósil: quemamos hulla y obtenemos electricidad; energía por energía, pues el trabajo no proviene de la nada.

¿De dónde ha surgido esa fuerza colosal capaz de producir el carbón contenido en tantas hectáreas de terreno? ¿Quién ha dado lugar á que las

(1) Véase la REVISTA del 30 de Marzo de este año, pág. 92.

fibras de la madera se conviertan en carbón de piedra? El sol, y solamente el sol: primero las lluvias, producidas por la evaporación del agua de los mares prepararon la tierra, dió luego su calor para que la semilla fructificara, hizo mover la savia después, crecieron los árboles, y cuando habían adquirido todo su desarrollo, cuando la vegetación estaba en todo su esplendor, una de esas revoluciones geológicas tan frecuentes en el periodo paleozoico, sepultó los seculares bosques haciéndolos desaparecer bajo la superficie de las aguas. Pasaron siglos, y lentamente la materia leñosa fué transformándose adquiriendo más dureza, perdió su primitivo color, dando sucesivamente lugar á las variaciones de *antracita*, *hulla* y *grafito*, tomando el aspecto con que en la actualidad lo vemos y adquiriendo las propiedades caloríficas que la han hecho acreedora al epíteto de *pan de la industria*, con el que algunos designan á la hulla.

Yo iría más lejos; llamaría al carbón de piedra *redentor de la humanidad*, pues la energía contenida en sus entrañas sirve en la moderna industria para librar al hombre del trabajo corporal, dando lugar á que su actividad tome otros rumbos. ¡Cuánto tiempo y dinero hubieran economizado los Faraones si en vez de levantar las pirámides de granito con los brazos de sus esclavos, hubieran conocido y empleado las máquinas de vapor actuales! El hombre no ha nacido para manejar el arado que abre el surco en la tierra, por más que haya de ganar el sustento con el sudor de su frente, pues las energías de la Naturaleza tienden á redimirle de este trabajo: hoy día, con una máquina de vapor, pueden ponerse en movimiento varios *dinamos* y hacer funcionar con la corriente eléctrica generadora los diversos aparatos empleados en las faenas agrícolas, conduciendo la electricidad hasta el emplazamiento de la máquina útil, por medio de kilómetros de conductores.

Y á pesar del éxito asombroso del vapor, veamos qué trabajo puede obtenerse de la energía contenida en un kilogramo de hulla, al pasar por el intermedio de las máquinas, conductores y lámparas.

Un kilogramo de hulla contiene aproximadamente una capacidad calorífica de 7.000 *calorías*.

El estudio de la termodinámica enseña la equivalencia entre el *calor* y el *trabajo*: al desarrollar trabajo se crea calor, y todo gasto de calor proporciona una determinada cantidad de trabajo; el consumo de una *caloría* produce un trabajo de 425 kilográmetros; luego las 7.000 calorías que contiene un kilogramo de hulla pueden dar un trabajo de $7.000 \times 425 = 2.975.000$ kilográmetros; y sin embargo, en una buena máquina de vapor, contando con una excelente caldera, un kilogramo de hulla no produce más trabajo que un *caballo-hora*, es decir, $75 \times 3.600 = 270.000$ kilográmetros, contados en el volante de la máquina.

Vemos, pues, que es preciso gastar 2.975.000 kilográmetros para recoger solamente 270.000; obtenemos, por lo tanto, un rendimiento de $\frac{270.000}{2.975.000} = 0,10$; siendo la pérdida de energía *calorífica* de 90 por 100.

¡Pérdida demasiado considerable! Y sin embargo, en el estado actual de la fabricación de máquinas de vapor, no se obtiene mayor aprovechamiento de la energía calorífica de la hulla; es un verdadero derroche de energía. Excusamos decir que toda la fuerza que á primera vista parece perdida inútilmente (y para la industria lo está en absoluto) realiza su trabajo; sirve para vencer la inercia de los mecanismos y resistencia del aire, calienta ejes y cojinetes, produce vibraciones en las piezas y trepidaciones en los macizos de fundación de la máquina, que se transmiten por todas partes, eleva la temperatura del aire ambiente, desgasta y destruye los elementos móviles de la máquina, etc., etc.

Pero no es esta pérdida sola, por más que sea la mayor, la que tenemos que considerar en la transformación de la hulla al generar la corriente eléctrica; existen también otras que provienen de la dinamo, conductores y lámparas.

El rendimiento de la dinamo es de 0,70 á 0,95 por 1; no es posible efectuar mejor la transformación del trabajo que el volante de la máquina de vapor entrega por conducto de la correa de transmisión á la polea de la dinamo; éstas son más modestas en sus aspiraciones que las máquinas de vapor; sin duda por ser de creación reciente quieren acreditarse cobrando por su trabajo una tarifa más exigua; los dinamos, de 100 unidades que reciben, devuelven por lo menos 70, mientras que las otras, como máximo, devuelven 10.

Los conductores en una instalación hecha con esmero dan un rendimiento de 0,90 á 0,95 por unidad.

El rendimiento óptico de las lámparas incandescentes es de 0,04 á 0,06, y en las lámparas llamadas de arco de 0,08 á 0,12.

Para obtener la cifra del rendimiento total durante la transformación, desde que la hulla penetra en el hogar de la caldera hasta que la corriente enrojece el filamento de la lámpara, no tenemos más que efectuar el producto de los rendimientos aislados que acabamos de indicar, y se ve que cuando la luz se produce por medio de lámparas incandescentes el rendimiento es de 0,0034 á 0,008 por unidad y de 0,0068 á 0,015 en las lámparas de arco voltaico; por lo tanto, el alumbrado moderno por medio de la electricidad no utiliza en las radiaciones luminosas más que 15 por 1.000 de la energía contenida en la hulla.

Este rendimiento tan exiguo ha dado lugar á que pretendan algunos que se aprovecha mejor la energía de la hulla convirtiéndola previamente

en gas y quemando éste directamente; este raciocinio carece de fundamento, pues la práctica ha demostrado que si se utiliza el carburo de hidrógeno en los motores de gas para comunicar el movimiento á la bobina inducida de una máquina eléctrica, la luz obtenida en los filamentos de las lámparas incandescentes es mucho más intensa que la obtenida en los mecheros de gas, costando ambas lo mismo.

No es indispensable el empleo de combustible para producir luz por medio de la electricidad, pues los motores hidráulicos sirven igualmente para comunicar el movimiento de rotación al carrete de la máquina y obtener la corriente eléctrica utilizable en las lámparas.

En el alumbrado por medio de la electricidad puede utilizarse una corriente de agua para producir la luz, cosa que no sucede en ninguno de los focos luminosos conocidos hasta el día. ¡Obtener luz por medio del agua! Esta ha sido una de tantas maravillas realizadas en el siglo actual.

Hasta que se ha logrado obtener la energía eléctrica por medio del agua, las corrientes tan abundantes en la naturaleza estaban dedicadas exclusivamente á mover las máquinas útiles en las fábricas y talleres, pero actualmente las cosas han variado: ya los ríos y torrentes no trabajarán solo en provecho de los industriales que las aguas van encontrando al recorrer su cauce; trabajarán para todo el mundo, lo mismo para los que están á su alcance que para los habitantes de las grandes poblaciones situadas á muchos kilómetros de distancia; pues una máquina eléctrica movida directamente por una turbina que en el cauce se encuentra, puede generar la electricidad conduciéndola después por conductores de cobre hasta donde haya de ser utilizada, aplicando su energía al alumbrado, al movimiento de máquinas, á la galvanoplastia, etc., etc.

De aquí en adelante, allí donde haya una caída de agua ó un arroyo cuya fuerza sea utilizable, podrá servir para dar movimiento á una turbina, siendo el costo muy pequeño, pues el agua no cuesta nada y estas máquinas entregan un 80 por 100 de la energía que reciben.

Y ahora, lo mismo que al tratar de la hulla, podemos decir que todo este caudal inagotable de fuerza procede del sol; pues él evapora las aguas del Océano elevándolas á lo alto de la atmósfera para bajar después convertidas en pequeñas gotas, que deslizándose á lo largo de la pendiente de las montañas forman los arroyos, los ríos y los torrentes; y este movimiento es incesante, pues mientras que el sol y la tierra sean lo que hoy habrá evaporación y lluvia, y por lo tanto, corrientes y saltos de agua en la superficie de nuestro planeta, cooperando su energía en la obra del bienestar de la humanidad.

Los trabajos y faenas agrícolas de una extensa zona podrán efectuarse aprovechando la fuerza del agua de los cauces inmediatos y conduciendo

la energía en la forma de corriente eléctrica por medio de conductores metálicos sostenidos por postes de madera análogos á los de las líneas telefónicas y telegráficas que actualmente cruzan las comarcas en todas direcciones.

¡Obtener electricidad por medio del agua! Realmente es una idea que á primera vista asombra: si en el siglo pasado alguien creyera realizable este hecho, le hubieran tenido por loco y visionario; y sin embargo, hoy nadie lo pone en duda; las máquinas dinamo-eléctricas han realizado el milagro.

En cambio las generaciones futuras podrán criticar el transporte de la hulla hasta los hogares de las máquinas, pudiendo emplazar éstas en los criaderos de hulla y extraer en la cuenca carbonífera la energía del mineral, llevando la electricidad hasta las poblaciones donde ha de ser utilizada, abandonando desde luego la materia inerte residuo de la transformación, sin necesidad de efectuar su transporte al mismo tiempo que las calorías de la hulla, aprovechables en las máquinas térmicas.

Todavía no hemos acabado de exponer todos los manantiales de fuerza utilizables: de intento dejamos para el final ese tesoro inagotable de riqueza que nos proporciona el movimiento de los mares, en esas elevaciones y depresiones del agua dos veces repetidas cada veinticuatro horas, y que todavía no tienen aprovechamiento práctico; pues excepto la utilización de las mareas para extraer el cloruro de sodio y el trabajo producido por el movimiento de las piedras en unos cuantos molinos, todavía no ha recibido sanción práctica el flujo y reflujo de las aguas.

¿A quién estará destinado dar cima á tan grande descubrimiento? ¿Se realizará pronto, ó pasarán aún muchos años antes de aprovecharse industrialmente la fuerza del mar? Entonces toda la energía necesaria para dar movimiento á las máquinas provendrá del elemento líquido: el trabajo que las atracciones que el sol y la luna realizan cada seis horas será inmediatamente aprovechado.

Ya no será preciso descender á las entrañas de la tierra en busca de combustible: se acabaron esas horrosas catástrofes en el seno de las galerías de las minas que ocurren con tanta frecuencia en las cuencas carboníferas, haciendo perecer á millares de indefensos mártires del trabajo.

Solamente en la bahía de Cádiz, la ensonada comprendida entre Torregorda, punta Lálica, canal de Ureña, río Arillo y la carretera de Madrid á Cádiz, de 15 millones de metros cuadrados de extensión é inservible para las necesidades del comercio y de la navegación, representa la fuerza de 20.000 caballos de vapor, hoy completamente perdida. Si cualquier acontecimiento se conmemora en la sociedad, ¿qué se destina para solemnizar tan beneficioso invento? El que realice tamaña empresa podrá considerarse como el más feliz de los hombres, pues además del éxito que le proporcio-

ne, tendrá las bendiciones de toda la humanidad, destinadas al vencedor de la fuerza de los mares.

Y entonces podremos decir con el sabio Benot: «*A trabajar, mareas del Océano. ¿Qué nos importa vuestra bravura? Cuanto más grande sea vuestra fuerza, mayor trabajo haréis.*»

Cádiz.

ENRIQUE MARTÍNEZ
Ingeniero de Caminos.

MEMORIA

QUE MANIFIESTA

EL ESTADO Y PROGRESO DE LAS OBRAS DE MEJORA DE LA RÍA DE BILBAO
DURANTE EL AÑO ECONÓMICO DE 1890 Á 1891 (1)

Ya, en la Memoria anterior, acompañamos un plano de las canteras que explotan en el monte Axpe para la construcción de las escolleras, donde se indicó la posición de las vías férreas y embarcadero correspondiente, así como la disposición general del taller de bloques artificiales, con la situación de los almacenes de cal y cemento, depósitos de arena y piedra y demás elementos para su fabricación, transporte y embarque; así es que, con la ligera descripción que vamos á hacer de los medios auxiliares principales que se han establecido durante el año económico objeto de esta Memoria, se completarán los datos que en la anterior consignamos.

La hormigonera, que es de la patente inglesa de Carey & Lathan, consiste en un cilindro de palastro de 3 metros de longitud y 0^m,91 de diámetro interior, móvil alrededor de su eje, y establecida con la ligera inclinación de 3 grados próximamente sobre la horizontal, dentro del cual funcionan 16 paletas helizoidales invariablemente unidas á un eje tubular concéntrico con el del cilindro, moviéndose el conjunto de tal modo, que mientras el cilindro da 20 revoluciones por minuto, las paletas dan 15. La máquina de vapor motriz de este cilindro imprime á la vez su movimiento á dos rosarios de cangilones, que funcionan á uno y otro lado del cilindro, y que desde los depósitos de piedra y arena, que se cuida de tenerlos provistos, elevan y vierten simultáneamente, por lados opuestos, sobre una tolva colocada encima del mismo, y que los conduce á su interior, estando proporcionadas las cabidas de los cangilones de uno y otro rosario, de

(1) Véase la REVISTA del 30 de Abril de este año, pág. 127.