

los desplazamientos del sistema. Si nos referimos á la iniciación del movimiento, al momento de tratar de abrir el paso al agua, el criterio hasta ahora seguido puede condensarse del modo siguiente:

El obturador soporta al líquido; éste no tiene velocidad; no habiendo desplazamiento no hay trabajo, y la compuerta ó válvula es una como continuación de las paredes del depósito, sometida solamente á la presión hidrostática y no á presiones vivas de ningún género.

Al llegar aquí es donde el autor de la Nota, en virtud de todas las consideraciones que ha expuesto, se aparta del criterio que en otros tiempos siguió. Y abordando una primera aproximación se permite indicar una medida, que probablemente será máxima, del esfuerzo á realizar.

Se ha visto que hasta este lugar hemos cuidado de no valorar por nuestra cuenta ninguna variable de la cuestión. Nos hemos limitado á proponer razones para justificar que se lleve al campo de la dinámica y no al de la estática el estudio de aquélla. Y nada más.

En este problema del movimiento de los obturadores, concretándonos al estudio del momento de arranque, no pasa ni más ni menos, en el concepto general del asunto, que lo que ocurre en cualquier otro caso de puesta en movimiento. Hay que vencer un rozamiento.... pero éste no da señales de vida hasta que hay movimiento; para iniciar el movimiento hay que vencer otra fuerza resistente, que es la de la inercia de la masa que se ha de mover.

Cuando se trata de poner en marcha un tren, el esfuerzo no depende de que haya mayor adherencia con los carriles, sino de que se pretenda producir una aceleración mayor ó menor.

Pero la inercia no se vence en tanto que no se imprima á la masa una aceleración igual á la acción de la gravedad. ¿A qué masas, cuando la cuestión es abrir un obturador? Provisionalmente, á nuestro juicio, á la que definimos en la parte correspondiente, cuando se trata de la galería de desagüe de un pantano. ¿A cuáles si se trata de una tubería forzada? A la del volumen que por segundo es capaz de dar salida.

Tal es el incremento que por hoy parécenos debe sumarse á la presión hidrostática, de la que no sabemos en qué grado dejará de actuar al producirse la aceleración $J = 9,81 = g$. Quizá deba menguarse, en el equivalente á esta aceleración, considerada como velocidad de régimen de un gasto hidráulico.

Del modo dicho vemos el planteamiento del problema. En tanto que la compuerta no reaccione sobre la masa líquida comprimiéndola, es decir, empleando un símil vulgarísimo; en tanto que no se abra paso, como nosotros nos lo abrimos, entre una multitud «á codazos», no se moverá. Pero en el mismo momento la multitud de moléculas líquidas, como la multitud humana de nuestro ejemplo, volverá sobre ella. El movimiento está establecido; hay una aceleración equivalente á la gravedad, y ya no es sólo que la oprima la masa líquida, como á nosotros nos oprimía la gente; es que las moléculas líquidas se rebelan y devuelven el esfuerzo, como á nosotros nos devuelven los codazos.

«*E pur si muove*», dijo Galileo. Las compuertas y las válvulas, á pesar de la deficiencia de cálculo de esfuerzos á vencer que nosotros creemos hay, se mueven. Es cierto. Y se explica perfectamente, porque es frecuente considerar un coeficiente de rozamiento doble y aun triple para el arranque, lo que equivale á duplicar ó triplicar el valor de la presión hidrostática.

Pero esa supervaloración dada al coeficiente de rozamiento

es arbitraria, y según sean las características de las conducciones, dará lugar á cálculos por exceso ó por defecto.

Y si pasamos á considerar los esfuerzos que se producen en los momentos del cierre, esa previsión de doblar ó triplicar el valor del coeficiente de rozamiento en la arrancada, como que sólo se ha llevado al cálculo de los mecanismos de maniobra, no salva la debilidad relativa de la estructura metálica de los obturadores frente á las presiones vivas por choques debidos á la vena líquida.

Y, sin embargo, se objetará de nuevo: no se habla de roturas de compuertas en los pantanos, luego.... No, no hay la consecuencia que puede seguirse para terminar el silogismo suspendido.

Lo que pasa es que la prudencia en la fijación de los coeficientes de trabajo admisibles iguala ó excede á la posibilidad de daños tan graves; pero no evita el que parcialmente se puedan producir deformaciones enojosas, que ya dejamos apuntadas.

En el lapso de tiempo que media desde que se establece un gasto bajo el borde del obturador, hasta que el vano ó sección de la conducción queda completamente libre, hay un decrecimiento continuo de las presiones sobre la compuerta, correspondiendo al cambio completo de la energía potencial en energía cinética. Lo inverso ocurre desde que empieza á moverse el obturador hasta que cierra por completo el paso. Y en todo ese tiempo la idea de choques, más ó menos intensos, debe seguirnos, como compañera de la de movimiento de la compuerta.

Terminamos aquí entregándonos, de buena voluntad y modestamente, al juicio de aquellos que escucharen ó leyeren los conceptos que nuestro trabajo aventura, como contribución al progreso de las ciencias.

Semilla fructífera ó estéril, la labor futura de los cultivadores de esas ciencias, que sois vosotros, dará vida á esas orientaciones, ó desde luego, las echará en el saco del olvido, por inútiles. Y ello será justo en cualquier caso.

Sevilla, Mayo de 1917.

Sobre nuevas fuentes de energía ⁽¹⁾

Mientras que en Alemania se trabaja incesantemente para encontrar productos sustitutivos que hagan olvidar los productos que faltan para la alimentación ó para satisfacer sus necesidades inmediatas, los aliados (téngase en cuenta que habla un periodista francés) buscan cada día con más actividad las fuentes de energía que pudieran con ventaja reemplazar al carbón demasiado caro.

Es muy interesante dar á conocer algunas de las investigaciones hechas, sin pecar de indiscretos, en Italia, donde el problema de la carestía del carbón reviste caracteres más graves que en Francia y en algún otro país.

Respecto á los progresos en vías de realización al otro lado de los Alpes, el profesor Luigi ha dado algunas noticias en un reciente artículo publicado en *Engineering* y analizado en el *Electrician*, de Londres.

Señala que en Toscana, región volcánica, el suelo presenta en muchos sitios hendiduras por las que se elevan á gran altura

(1) Notas tomadas de *L'Industrie Electrique* por *La Energia Elettrica*.

chorros de vapor abundante; los *soffioni*, como á estos chorros se les llama, han sido utilizados, desde hace tiempo, en la calefacción de habitaciones y en algunas otras aplicaciones industriales, limitadas, desgraciadamente, á una importancia relativa muy pequeña, especialmente en los últimos años.

A partir del 1903 se principió á utilizar este vapor para la producción de fuerza motriz. Para obtener las mayores cantidades posibles de vapor se taladró la corteza terrestre hasta el origen subterráneo, situado en la región que nos ocupa bajo una capa de roca dura y á distancias que varían de 100 á 175 metros con relación á la superficie terrestre. Los taladros tenían un diámetro que variaba de unos 30 á 50 centímetros, y cada uno de ellos pudo suministrar vapor natural á una temperatura superior á 150° centígrados, y en una cantidad que variaba entre 15.000 y 25.000 kilogramos por día para una sola zona de explotación; lo que representa una potencia horaria de 1.000 á 2.000 caballos.

Después de numerosos ensayos en pequeña escala, se ha empleado este vapor para la producción de energía eléctrica.

Tres grupos turboalternadores de condensación, funcionando con vapor recalentado, á la presión de 14 kilogramos por centímetro cuadrado, dan cada uno, en marcha hoy normal, una potencia eléctrica de 3.000 kilovatios de corriente trifásica, á la frecuencia de 50 periodos por segundo y á la tensión de 4.500 voltios. Esta corriente va á transformadores elevadores de tensión, que la transforman á 36.000 voltios para transmitirla y utilizarla en Florencia, en Leghorn y en otras ciudades de la Toscana.

Los *Campi Flegrei*, cerca de Nápoles, son también una futura fuente de energía para una explotación análoga de vapores volcánicos.

Es probable que esta aplicación no sea susceptible de generalizarse, puesto que las diversas regiones de Italia no pueden prestarse á esto, y todavía menos las regiones poco volcánicas de las provincias francesas, excepción hecha, eventualmente, de la *Plateau Central*, en la que un sabio francés estudia este medio de utilización.

Monsieur Glaugeaud, que es el sabio á que se alude en el trabajo que es objeto de nuestro examen, ha presentado recientemente á la Academia de Ciencias, de París, un notable y paciente estudio de geología; profesor en la Facultad de Ciencias de Clermont-Ferrant, no solamente ha estudiado la subestructura de los valles de origen volcánico y del macizo del Mont-Dore, sino que también se ha ocupado de las posibilidades de explotación, no sólo por su riqueza de hulla blanca, sino por sus reservas en hidrocarburos y en ácido carbónico, inmediatamente utilizables en la industria.

En los términos siguientes han sido expuestas las consideraciones que con tan interesante asunto se relacionan en un gran diario, del que reproducimos textualmente algunos párrafos, esperando que, sin protestas, se tomen en consideración, se oigan y se atiendan, no sólo en interés de una pronta solución de este problema particular, sino por lo que respecta á todo los problemas que exigen la estrecha colaboración de la Ciencia y de la Industria:

«Nuestros descendientes se reirán de nosotros cuando, dentro de cien años, lean que hemos sufrido una crisis tan grave porque el carbón nos faltaba, cuando no teníamos más que alargar la mano para tener energía! Ya, hay que reconocerlo, se ha comenzado á utilizar la hulla blanca. Dos grandes instalaciones funcionan: una en el Dore, otra en el Sioule, y dan, próximamente, 50.000 caballos. En este último río se trata de construir otras dos centrales, una agua arriba y otra agua abajo de la que citamos. Pero esto es sólo una pequeña parte de la fuerza motriz que podría y debería ser recuperada. En particular, todas las co-

rrientes de agua que descienden de los altos de los Monts-Dore han debido ya utilizarse. La electricidad debería reinar como dueña y señora legítima y suplantar al carbón en las nueve décimas partes de su empleo. Y esto sin contar las otras fuentes de energía que podrían encontrarse.

«Respecto al petróleo, conozco diez sitios donde emerge á flor de tierra. Allí las plantas no pueden crecer, y las pocas que viven en los alrededores permiten perfectamente percibir el olor característico del petróleo. Los pozos que se abren en estos sitios dan un agua inutilizable, viéndose sobrenadar el petróleo. Y lo probable es que estos yacimientos sean fuentes continuas alimentadas por la actividad volcánica. *Le Journal* ha hablado de la utilización de esta última en Italia. Pero aquí hay también una fuerza latente que se podría buscar. Recordad la llanura de Limagne: hay un desprendimiento por día de unos 300.000 kilogramos de ácido carbónico natural. ¿No es esta la prueba de un constante y formidable trabajo interno?

«Sería conveniente consultar á personas competentes; Ingenieros, en las múltiples aplicaciones de la ingeniería, y á los técnicos en general, para despertar iniciativas, sin que se perdiera el fruto de estos trabajos bien orientados en el estéril burocratismo.

«Sería preciso, en una palabra, una colaboración íntima entre los técnicos y los Poderes públicos, los sabios y los industriales. ¿Es esto tan difícil de realizar? Creemos que no; las necesidades económicas que surgirán después de la guerra harán, sin duda, esta nueva unión sagrada.»

En Francia y en Italia se van también á desarrollar las aplicaciones del lignito y de la turba; la segunda entra en este momento en explotación en el Somme; la primera parece que ha alcanzado un gran desarrollo en Italia. Y, en efecto, en esta última nación hay muy poca antracita, pero mucho lignito. En 1912 se extraían solamente 2.000 toneladas de antracita, que valían, próximamente, 32.000 francos, contra 28.000 toneladas de lignito, con un valor de 300.000 francos. El precio unitario de este combustible ha aumentado sensiblemente desde esta fecha, al mismo tiempo que la cantidad extraída del suelo se elevaba progresivamente á 697.000 toneladas en 1913, á 773.000 toneladas en 1914, á 1.037.000 toneladas en 1915, y tal vez á 1.800.000 toneladas en 1916, siendo el precio actual de 36 liras, ó, próximamente, 36 francos la tonelada en el estado húmedo, ó sea más de 40 francos la tonelada en el estado seco.

Las fábricas siderúrgicas de Terni emplean más de 400 toneladas de lignito por día en los gasógenos.

San Giovanni D'Arno emplea más de 200 toneladas diarias para producir la energía eléctrica.

Se la quema también en los hogares de las locomotoras de vapor, bien sola ó mezclada con antracita, como asimismo se hace en briquetas, que sirven para la calefacción de las habitaciones.

En la misma Francia, en el Haute-Loire, se acaban de poner en explotación las minas de lignito de l'Aubepin, en el Ayuntamiento de Saint-Front; utilizando la mano de obra de los prisioneros alemanes se llega á suministrar el combustible á las poblaciones próximas al precio de 75 céntimos á un franco los 25 kilogramos.

La guerra ha llevado á una fase aguda las necesidades de fuerza motriz en los países aliados, y es de desear que cada uno de estos países conozca y siga atentamente los progresos realizados en los otros, para que el desarrollo se adquiera con menos gastos de experimentación, y los resultados sean más duraderos el día en que por el resurgimiento de la industria haya que luchar contra la concurrencia enemiga.