

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

UN PEQUEÑO PROBLEMA DE HIDRAULICA

Los mecanismos destinados á dirigir ó á modificar la marcha de una máquina, están generalmente bajo la acción directa del operador, y éste puede ver inmediatamente el resultado de su maniobra. Así se dispone en la mayoría de los casos, pues de lo contrario, el mecánico no tendría medio de comprobación posible en la máquina que dirige.

He aquí, no obstante, un caso en el que la puesta en marcha de un órgano distribuidor esencial no es fácilmente comprobable de una manera directa y en el que el operador actúa á la ventura, por decirlo así: se trata de la maniobra de las compuertas de distribución ó de cierre en las redes de distribución de agua ó de gas, escalonadas en las calles de una ciudad. cuestión que merece ser estudiada á fin de disminuir la incertidumbre en el resultado que se quiere obtener y poder operar con mayor seguridad.

Ordinariamente la compuerta que se fija en una canalización se compone de una placa metálica terminada en su parte inferior por una semicircunferencia que casa exactamente con el contorno inferior del tubo. En su parte superior lleva una varilla fileteada que sirve para ponerla en movimiento. La cuestión que se presenta es la siguiente:

«Dado un tubo de diámetro d cerrado por una compuerta de igual diámetro, ¿cuál es la sección que queda abierta en el tubo cuando se eleva la compuerta una altura s ?»

Desde luego el valor de s queda fijado por el número de vueltas del tornillo que pone en movimiento á la compuerta.

Ahora bien, el valor de s varía desde 0 á d y la sección abierta variará de 0 á $\frac{\pi d^2}{4}$, según que la compuerta esté cerrada ó completamente abierta; pero esta variación no será proporcional á s , y á primera vista se comprende fácilmente, pues es claro que la primeras vueltas del tornillo darán un resultado mucho mayor que las siguientes.

El área de la sección formada por el tubo y la compuerta es una especie de *hoz* ó mejor de *creciente*, que tiene por diámetro común d y por altura s ; dicha área viene dada por la expresión

$$\pi \left(1 - \frac{d^2}{4} \left(1 - \frac{\text{arc. cos } \frac{s}{d}}{90^\circ} \right) + \frac{s}{2} \sqrt{d^2 - s^2} \right)$$

valor que, como es de rigor, se anula para $s = 0$ y se convierte en $\frac{\pi d^2}{4}$ para $s = d$.

Pero se puede simplificar más esta cuestión, buscando cuál será el diámetro de la sección correspondiente, y esto tiene la ventaja de dar el resultado de la abertura de la compuerta bajo una forma más tangible y más práctica. Si llamamos x este diámetro, se tendrá:

$$x = \sqrt{d^2 \left(1 - \frac{\text{arc. cos } \frac{s}{d}}{90^\circ} \right) + \frac{2s}{\pi} \sqrt{d^2 - s^2}}$$

Para la comodidad del cálculo numérico, vale más tomar para s una fracción de d , por ejemplo, la n ésima parte, poniendo $s = \frac{d}{n}$. Se tiene entonces para el diámetro buscado:

$$x = d \sqrt{\left(1 - \frac{\text{arc. cos } \frac{1}{n}}{90^\circ} \right) + \frac{2}{n^2 \pi} \sqrt{n^2 - 1}}$$

fórmula que da el diámetro x de un tubo que se llenaría por completo, al elevar la compuerta la n ésima parte del diámetro del tubo en que está colocada.

El gráfico siguiente da á conocer la variación de este diámetro en función de n , y permite además encontrar fácilmente un valor aproximado del diámetro buscado sin recurrir á la fórmula. Este gráfico hace ver también, por ejemplo, que abriendo la compuerta hasta el quinto del diámetro, se tiene la abertura suficiente para alimentar un tubo de diámetro mitad y así sucesivamente.

Para más facilidad, en el caso en que fuera necesario reproducir este gráfico en una escala más grande, he aquí algunos valores correspondientes de s y de x :

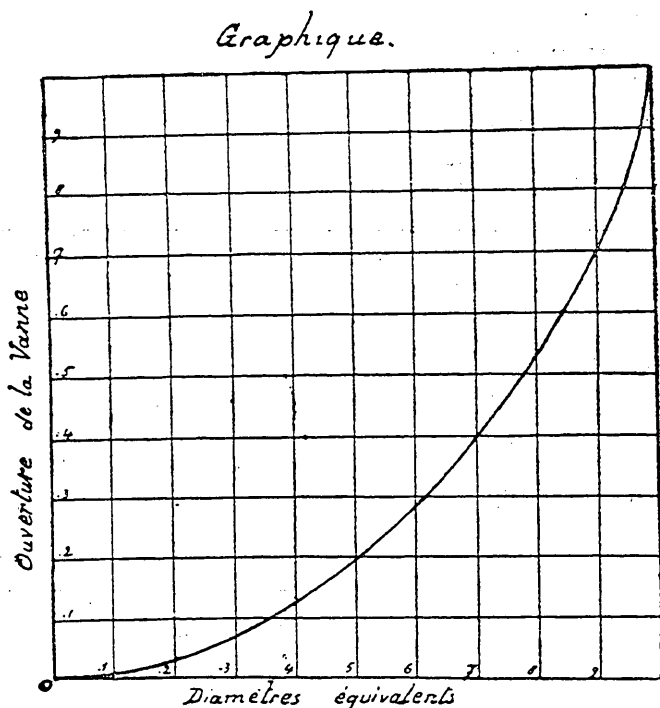
Para $s = d : 100$	ó $n = 100$	$x = 0,11 d$
$s = d : 20$	$n = 20$	$x = 0,25 d$
$s = d : 10$	$n = 10$	$x = 0,36 d$
$s = d : 5$	$n = 5$	$x = 0,51 d$
$s = d : 2$	$n = 2$	$x = 0,77 d$

Hay que observar que estos resultados son esencialmente teóricos, y que en ellos no se ha tenido en cuenta el rozamiento de los fluidos al paso por aberturas pequeñas, ni, lo que es más importante, la *pérdida de carga*, que se acentúa á medida que la compuerta se abre más. Estos dos efectos contribuyen á la disminución en una cierta cantidad de los valores encontrados para x .

Hay en esto que acabamos de dar á conocer una gran analogía en el fenómeno de los eclipses parciales y totales del sol por la luna.

El creciente luminoso que queda descubierto es idéntico á la porción de un tubo que queda abierta por una compuerta, y la misma fórmula es aplicable en los dos casos.

Así, el 30 de Agosto de 1905, el eclipse parcial de sol fué de 10 dedos en Ginebra. Esto quiere decir que las 10 doceavas par-



tes ó las 5 sextas partes del sol eran eclipsadas. El creciente luminoso tenía, pues, por superficie la de un círculo de radio x correspondiente á $s = \frac{1}{6}$ ó $n = 6$, sea $x = 0,45$, equivalía, por lo tanto, á un disco solar reducido á 0,45 de su diámetro normal.

También aquí hay que hacer dos restricciones principales:

1.^a Los discos del sol y de la luna no son rigurosamente iguales; el diámetro aparente de la luna excede al del sol en este caso particular.

2.^a La intensidad luminosa del disco solar no es uniforme; va disminuyendo rápidamente á medida que se aproxima á la circunferencia, como lo patentiza la fotografía.

Estas dos causas actúan en el mismo sentido y tienden á disminuir el valor encontrado para el diámetro equivalente.—O.

La Compañía del Pensilvania Railroad acaba de hacer un pedido de 12.000 vagones de acero, al cual ha seguido otro de la New-York Central and Hudson River Railroad Company de 17.050 vagones que deberán ser entregados dentro del año 1907. Este enorme pedido se ha distribuido entre diferentes fábricas de vagones de acero; la American Car and Foundry Company deberá suministrar 7.050 vagones, y la Standard Steel Car Company de Pittsburgh, 4.350.—H.

Ha sido aprobado el proyecto del túnel, por debajo del río Detroit (Estados Unidos), habiéndose adjudicado la construcción de las obras á la casa Butler Brothers-Hoff Company, de Nueva York. Estas deberán estar terminadas para la mitad del año 1909. En el proyecto figuran dos tubos paralelos que descansan sobre el fondo del río á una profundidad de 20 metros. Estos tu-

bos tendrán un diámetro interior de 6,10 metros y la longitud de los mismos comprendida entre las dos orillas alcanza 800,10 metros. La longitud total de la obra mide, además, por el lado de la orilla del Este 975,40 metros de túnel, y 1.066,80 metros de vía de acceso al túnel, y por el lado del Oeste 650,75 metros de túnel y 469,40 metros de vía de acceso. Los tubos son de acero y descansarán sobre camas de hormigón y vigas de acero. Tendrán un espesor de 9,5 milímetros y se prolongarán con muros laterales de hormigón, rellenándose con este material el espacio entre los muros y los tubos. Se proyecta llevar flotando trozos de tubos hasta el lugar de su emplazamiento, sumergiéndolos y roblonándolos después entre sí debajo del agua. Se colocarán en su posición en trozos de 80 metros. Estos túneles se construirán para el tráfico del Michigan Central and Canadian Southern Railroad.—H.

EL RENDIMIENTO DE LOS MOTORES DE GAS POBRE

El *Dinglers Polytechnisches* del 11 de Agosto, estudia las razones por las cuales el rendimiento de los motores de gas pobre no es tan elevado como la teoría hace prever, y los medios de mejorar este rendimiento.

Las principales razones del actual estado de cosas son las siguientes:

1.^o La variación de la composición del gas pobre producido en el gasógeno y que proviene de que la temperatura en este aparato cambia con el consumo del motor y aumenta con él.

2.^o La diferencia en las velocidades de combustión de los dos gases, hidrógeno y óxido de carbono, que son los componentes activos del gas pobre, y de los cuales, uno de ellos, el hidrógeno, arde con más rapidez que el otro, de suerte que la inflamación no se produce en el momento oportuno más que en el caso de una determinada composición del gas, y es defectuosa según sea éste más ó menos rico en hidrógeno.

El autor del artículo examina á continuación cómo se podrían evitar estas variaciones, y saca la conclusión de que el único medio práctico sería emplear un gas pobre que no contuviera más que uno ú otro de los dos elementos activos.

El hidrógeno puro cuesta demasiado caro y no es de un empleo fácil, en razón de la rapidez de su combustión, que hace de la mezcla oxhídrica un verdadero explosivo. El óxido de carbono solo es, por el contrario, fácil de obtener en un gasógeno, pues es suficiente para ello la introducción del vapor de agua. Pero, en este último caso, la temperatura en el aparato aumenta considerablemente y se forman demasiadas escorias que obstruyen las parrillas.

Para evitar este último inconveniente, es siempre suficiente introducir bajo la parrilla una mezcla de aire y de un gas, tal como el ácido carbónico, que se transforme en ácido de carbono que absorba el calor, como se hace en el procedimiento de la Combustión Utilities Co., y el autor añade que los resultados que él ha obtenido ensayando este procedimiento han sido notables.

La introducción del ácido carbónico bajo la parrilla ha permitido evitar enteramente la producción de escorias, al mismo tiempo que ha reducido la temperatura en el gasógeno á un valor normal, obteniéndose un rendimiento industrial en el motor alimentado de este modo de un 15,3 á un 25,9 por 100.

Se ha conseguido también reducir el consumo medio del combustible, que era con el gas ordinario de agua de 826 gramos por caballo-hora efectivo, á 519 gramos, y aumentar el rendimiento térmico medio del gasógeno y motor tomados en conjunto, de 12,3 á 19 por 100; en cambio, bajó sensiblemente de 80 á 73,1 por 100 el del gasógeno solo.—O.