

evidentemente, y según lo demostrado antes se agrupan de dos en dos, dando resultados que divididos por p dan por restos 1: se tendrán, pues, los productos siguientes:

$$2\alpha; 3\alpha'; 4\alpha'' \dots (p-2)\alpha^{(4)};$$

si, pues, á estos números se les disminuye en una unidad, las diferencias que resulten serán divisibles por p , y se tendrá, pues,

$$(2\alpha-1); (2\alpha'-1) \dots ((p-2)\alpha^{(4)}-1).$$

Repitiendo ahora una demostración análoga á la del teorema anterior, se tendrá que el producto de los minuendos, que es evidentemente $2 \ 3 \ 4 \dots p-2$, ménos el de los sustraendos que es 1, es un múltiplo de p , se hallará, pues, que

$$2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \dots (p-2) - 1 = kp$$

ó

$$2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \dots (p-2) = kp + 1;$$

y multiplicando ambos miembros por $(p-1)$ se deduce:

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \dots p - 1 = (kp - 1)(p - 1),$$

y haciendo el producto indicado en el segundo miembro se encuentra

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \dots (p-1) = kp^2 - p - kp + 1$$

ó

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \dots (p-1) = p(kp - k - 1) + 1,$$

ó finalmente,

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \dots (p-1) - 1 = p(kp - k - 1)$$

como se deseaba demostrar.

Tal es uno de los capítulos de una aritmética que por circunstancias especiales no se ha publicado todavía.

E. DE ECHEGARAY.

INSTALACION
DEL SERVICIO MUNICIPAL DE AGUAS
EN NIJNI-NOWGOROD (RUSIA),

POR

L. POILLON,

Ingeniero de Artes y Manufacturas de Paris.

(Continuacion.)

Cada bomba es movida directamente por el árbol de una máquina por medio de un manguito de Oldham, compuesto de dos partes reunidas por una clavija trasversal. Si se quita esta clavija, se puede con la misma máquina mover la segunda bomba con sólo colocar una correa sobre los vo-

lantes de ambas máquinas. Esta disposición vence también la eventualidad de una desigualdad de desgaste entre los cojinetes de una bomba y los de la máquina, sin que resulte ningún accidente grave.

Hay tres calderas; cada una tiene 55 metros de superficie de calefacción interior y 75 metros en total. Se puede, pues, con las tres calderas hacer funcionar los dos grupos de máquinas y suministrar así 7.200 metros cúbicos de agua por día. En tiempo normal se marcha con un solo grupo de máquinas y dos calderas, estando la tercera en limpia; pero aún cuando haya una caldera, una máquina, una bomba y un conducto en reparación, se podrá todavía producir económicamente el suministro normal.

Cada caldera está provista de una llave de toma de vapor colocada sobre la cúpula y destinada á establecer ó interceptar la comunicación de esta caldera con un colector colocado sobre la mampostería que envuelve los generadores. En una de las extremidades del colector se hallan dos llaves que sirven para interceptar el paso del vapor por la tubería de una ú otra de las máquinas; separada ó simultáneamente. Tanto el colector de vapor como el de alimentación llevan cada uno cinco llaves, destinadas á interrumpir la comunicación con una ú otra de las calderas y de las máquinas. Cada máquina puede á voluntad impulsar directamente una bomba, y la otra por medio de correas. Alentrar el vapor en la sala de las máquinas encuentra un purgador, en donde queda toda el agua que pudiera arrastrar, y después de pasar por la caja de mariposa y por la llave de introducción, penetra, ya seco, en el pequeño cilindro.

Después de haber trabajado en plena presión y á expansión en el cilindro, se introduce en un recalentador, pasa á terminar su expansión en el gran cilindro, yendo finalmente al condensador, á la atmósfera ó á los tubos de calefacción.

El purgador comunica por su parte superior con una llave que permite la introducción del vapor en plena presión en la caja de distribución del gran cilindro, y por la parte inferior está en comunicación con el recalentador, que se encuentra debajo. Este último suministra el vapor de la cubierta del gran cilindro, y como todas las aguas se concentran en su parte inferior, una bomba especial las toma para reintegrarlas á las calderas. El suplemento de las aguas necesarias para la alimentación se toma del condensador. El colector de ali-

mentacion, funcionando como el de vapor; recibe el agua de las diversas bombas en movimiento y las reparte en los generadores en presion.

Las calderas Demenge empleadas en esta instalacion (y de cuyas disposiciones nos ocuparemos más adelante) tienen todas las ventajas de los sistemas de hogar movible conocidos: gran cámara de combustion, hogar y reunion tubular desmontables, y gran facilidad para la limpia; tienen además algunas ventajas especiales, particularmente las de producir el vapor más seco, de ocupar ménos espacio y de tener los tubos más separados. En la instalacion de que nos ocupamos, á fin de poder emplear la leña como combustible, se les ha aplicado una disposicion especial. Los hogares son de mampostería, provistos de inmensas rejillas, debajo de las cuales se hallan los ceniceros movibles colocados sobre carriles ó guías. Bajo el punto de vista de la economía del combustible, importaba recoger las aguas de condensacion procedentes de las *camisas* de vapor de los cilindros de la máquina, é inyectarlas en las calderas. La elevada temperatura de estas aguas hubiera impedido aspirarlas con una bomba ordinaria, habiéndose empleado para este objeto una bomba especial, en la cual el movimiento de la válvula de aspiracion es forzado, y los vapores que pudieran existir detras del piston durante el periodo de aspiracion son expelidos forzosamente. Una bomba semejante es la que recoge las aguas del purgador ántes mencionado y las reintegra á las calderas.

Las figuras 2.^a, 3.^a y 4.^a representan en planta, córte y alzado una de las máquinas empleadas del sistema Demenge, cuyo motor, tan recomendable en casi todas las aplicaciones que puedan presentarse, está más especialmente indicado que cualquiera otro, cuando se trata de hacer funcionar las bombas Greindl, puesto que las velocidades del motor y de las bombas concuerdan de tal modo, que hace innecesario todo órgano intermedio de trasmision de movimiento.

La máquina Demenge está provista además de todo cuanto puede contribuir á reducir el consumo de vapor de una máquina. Los cilindros tienen su camisa de vapor; la expansion es llevada hasta su maximum económico, y un recalentador envuelve el depósito intermedio, que recibe el vapor al salir del cilindro menor para pasar al mayor. Los espacios nocivos son extremadamente reducidos; los pistones, perfectamente guiados; el engrane

perfecto, y los cambios en los juegos de las piezas se ejecutan con facilidad.

Para terminar estos primeros apuntes generales del proyecto, dirémos, respecto de las bombas Greindl, que su rendimiento puede alcanzar hasta 80 ó 90 por 100 para suministros generales y alturas moderadas. Las experiencias de los ingenieros del puerto de Brest han puesto en evidencia estos hechos, y como el sistema ha sido descrito ya en diversas publicaciones de indole científica, omitiremos aquí entrar de nuevo en su descripcion; pero como en la instalacion de Nijni-Nowgorod las condiciones eran desfavorables, puesto que se trataba de elevar una cantidad de agua relativamente pequeña á una grandísima altura, el Sr. Mallison no ha contado más que sobre un rendimiento de 0,70 para las bombas; más adelante desarrollaremos los cálculos que han conducido á la evaluacion de este rendimiento. Aquellas condiciones han conducido á proponer para cada máquina una potencia de 100 caballos, y las máquinas Demenge de esta potencia consumen ménos de 1^k,10 de carbon por hora y por caballo efectivo si están servidas por calderas Demenge.

El consumo de hulla asegurado como máximo es de 1^k,700, y hé aquí cómo ha sido admitido:

Rendimiento de las bombas en volúmen. . .	0,8
— — — en trabajo.. . . .	0,7
Consumo de vapor por hora y por caballo efectivo.. . . .	9 ^k
Consumo en agua elevada.. . . .	12,8

Pasarémos ahora al estudio detallado de cada una de las partes esenciales de la instalacion. Empezarémos por las bombas, suponiendo para todo lo sucesivo que la bomba Greindl es ya conocida del lector.

Nos limitarémos, por lo tanto,

1.º A exponer los cálculos y resultados de las experiencias, segun los cuales se han determinado las proporciones principales de las bombas y fijado su rendimiento en 0,71 para las condiciones de marcha prevenidas en el programa.

2.º A contestar á las objeciones que algunas veces nos han formulado acerca del empleo del sistema para las grandes elevaciones.

Para abordar el primer punto, precisemos bien de antemano nuestros datos:

Llamemos R_1 al radio exterior de las paletas; r_1 el rádio del núcleo ó parte llena del rodillo de paletas; R_2 el rádio exterior del rodillo hendido; r_2 su

rádío en el fondo de la hendidura; L el ancho común de los rodillos y del cuerpo de bomba (ó longitud de generatriz); n el número de vueltas por segundo; v el volúmen engendrado por vuelta de rodillo de paletas ó gasto geométrico;

H la altura total de elevacion (aspiracion é inyeccion),

P el peso del agua elevada por segundo á la altura H ; l la longitud desarrollada por las líneas de fuga; d el diámetro del árbol del rodillo de paletas en sus prensa-estopas, y d' el diámetro del rodillo hendido, en sus prensa-estopas igualmente.

Para asegurar la perfecta uniformidad del gasto y reducir á su mínimo las variaciones de velocidad del agua en el interior de la bomba, se admite entre sus diversos elementos la relacion fundamental siguiente:

$$\pi (R_1^2 - r_1^2) \cdot L \cdot n = 2\pi L \cdot n \cdot (R_2^2 - r_2^2),$$

ó simplificando:

$$(R_1^2 - r_1^2) = 2(R_2^2 - r_2^2) \quad (1).$$

Otra relacion, que resulta del principio mismo del aparato y que se ve inmediatamente es:

$$v = \pi (R_1^2 - r_1^2) L \quad (2).$$

En fin, salta igualmente á la vista, sin que sea necesario establecer ecuaciones:

1.º Que el trabajo útil del aparato por segundo es PH ;

2.º Que la relacion de PH al trabajo total invertido, es el rendimiento, y que por consiguiente, éste nos será conocido desde el momento que tengamos evaluado el trabajo total de la bomba;

3.º Que el volúmen engendrado por segundo es nv .

Sentado esto, pasaremos desde luégo á evaluar el trabajo total invertido; y no estará de más recordar que este trabajo se compone:

1.º Del trabajo útil PH ;

2.º Del trabajo necesario para elevar á esta misma altura H la fraccion del gasto de la bomba que se pierde por las fugas;

3.º Del trabajo absorbido por los rozamientos de los ejes de la bomba sobre sus cojinetes y sus prensa-estopas;

4.º Del rozamiento de los engranajes;

5.º De la pérdida de fuerza viva debida á las variaciones de velocidad del agua en la bomba, y á los rozamientos de esta agua con las paredes de los tubos y de la bomba misma;

6.º De la fuerza viva del agua á la salida del tubo de aspiracion, que es perdida.

Vamos á evaluar sucesivamente cada uno de estos seis elementos, y hallaremos luego la relacion del trabajo útil PH , á la suma S para obtener la expresion del rendimiento $\frac{PH}{S}$.

No hay que detenerse en el primer elemento ó trabajo útil PH , por ser el producto de dos cantidades conocidas.

El segundo elemento ó trabajo necesario para elevar á la altura H la fraccion del rendimiento de la bomba que se pierde por las fugas, no es conocido *a priori*, pero es bastante fácil de evaluar; y como esta parte del trabajo perdido es la única que presenta una cierta importancia en la bomba Greindl, será conveniente entrar para este objeto en algunos desarrollos.

Es sabido que los órganos de la bomba Greindl no presentan guarniciones de ajuste, las que le serian perjudiciales bajo el punto de vista de los rozamientos; por eso es un completo error el que en la construccion de bombas animadas de una gran velocidad se procure la union hermética entre sus órganos, lo cual no sirve más que para ocasionar desgastes y pérdidas de trabajo que nada compensan.

Así, pues, cuando se para una bomba, si no tuviera válvula de retencion en la aspiracion, se puede admitir que pasaria por todas las rendijas ú holguras dejadas al rededor de los órganos que trabajan, una cantidad de agua bastante considerable, retrocediendo del nivel superior hácia la aspiracion. Si no llegara á admitirse ningun coeficiente de contraccion ó de resistencia al paso del agua por estas holguras, y siendo S su superficie total, podria decirse que la cantidad de agua perdida por segundo seria el producto de S por la velocidad debida á la altura H ó por $\sqrt{2gH}$. Pero en realidad, es evidente que interviene aquí, aún en estado de reposo, un cierto coeficiente de contraccion C que disminuye esta pérdida, puesto que es menor que 1.

Es evidente, por otro lado que si la bomba marcha, este coeficiente C toma un valor C_2 mucho más pequeño, puesto que el sentido del movimiento de las paletas es inverso al del movimiento que el agua tiende á tomar por las líneas de fuga. Se concibe igualmente que para cada altura determinada á que se trate de elevar el agua, existe una cierta velocidad de rotacion para la cual el coefi-

ciente C tiende hacia el cero, y la fuga entre la paleta y la pared del cuerpo de bomba tiende á anularse.

Cualquiera que sea, se comprende desde luego que la fuga ha de ser proporcional á la longitud de las líneas de fuga y á su superficie S, la que será tanto más reducida cuanto mejor, ó con más precision, esté construida la bomba. Se ve igualmente que el gasto de la fuga es proporcional á la velocidad con que el agua tiende á pasar por ella, es decir á $\sqrt{2gH}$.

Se puede, pues, decir que el volúmen perdido por las fugas es un cierto producto ó una cierta funcion de la forma:

$$CSl\sqrt{2gH} \text{ ó } Kl\sqrt{2gH}$$

designando por K el producto CS, variable segun las condiciones particulares de construccion y de altura de elevacion del agua.

¿Pueden hallarse por el cálculo los valores de K? Probablemente; pero este modo de proceder daria lugar á muchas dudas mientras que algun resultado práctico no viniese á corroborar las cifras obtenidas. Por esto hemos preferido nosotros proceder de diferente modo partiendo de experiencias conocidas.

El informe de los Ingenieros del puerto de Brest, emitido el 15 de Julio de 1877, permite establecer para cada caso particular una fórmula del rendimiento de la bomba Greindl, conforme vamos á demostrar.

La bomba experimentada en Brest era de un gasto nominal de mil litros por minuto, y adoptando las mismas notaciones anteriores, se tiene para esta bomba:

$$R_1 = 0'16 \quad r_1 = 0'10 \quad R_2 = 0'10 \quad r_2 = 0'04 \\ L = 0'175 \quad v = 0^m,00866 \quad l = 1'20.$$

Segun una tabla de experiencias, se ve que á dos vueltas por segundo, la bomba gastaba efectivamente, á 55 metros, 828 litros por minuto (ó sea por segundo $13'8 = P$).

Siendo de 8'66 el gasto teórico por vuelta (ó v) debería teóricamente dar por segundo:

$$8,66 \cdot 2,5 = 21,65 = nv.$$

Se ha perdido pues por las líneas de fuga bajo la presion de 55 metros de agua ($21,65 - 13,80 = 7,85$;

Pero se tenía necesariamente:

$$nv = P + Kl\sqrt{2gH}.$$

es decir, que el volúmen engendrado era igual al rendimiento realmente suministrado, más el volúmen perdido por las fugas.

Y como por otra parte:

$$n = 2'5 \quad v = 0^m,00866 \quad P = 13'80 \\ l = 1'20 \quad g = 981 \quad H = 55$$

la ecuacion anterior no contiene más que cantidades conocidas á excepcion de K, y es fácil conocer K. Efectuando los cálculos, se halla $K = 0,20$ para la bomba de mil litros marchando á 150 vueltas y 55 metros de elevacion.

Con semejante resultado se prueba fácilmente que las causas de pérdida de trabajo aparte de las fugas sólo tienen en la bomba Greindl una importancia mínima, y haciendo esta demostracion se obtiene del mismo modo una especie de prueba ó verificacion de los razonamientos que acabamos de exponer.

Continuemos, en efecto, el exámen de la experiencia de Brest á 55 metros.

El trabajo útil era evidentemente de $13,80 \times 55 = 759$ kilográmetros. El rendimiento experimental era de 0,52. Luego el trabajo total invertido era de $\frac{759}{0,52} = 1.460$ kilográmetros aproximadamente.

Habia pues $(1460 - 759) = 701$ kilográmetros empleados para cubrir las pérdidas por las fugas, los rozamientos y las pérdidas de fuerza viva.

Ahora las pérdidas de trabajo por las fugas, tienen por expresion el producto de la altura H, ó 55 metros por el volúmen de fuga (permitásenos este neologismo), es decir, $Kl\sqrt{2gH} \times H = 55 \cdot 785$, ó sea, efectuando el cálculo, 432 kilográmetros próximamente. No queda, pues, más que $(701 - 432)$ para cubrir los rozamientos y las pérdidas de fuerza viva, ó sean 269 kilográmetros.

¿Qué podrian ser por otra parte estos elementos considerados cada uno en particular? Vamos á verlo.

Giraban los árboles sobre-prensa-estopas sin engrasar y estaban, bajo este punto de vista, en condiciones desfavorables (cuya circunstancia no acaecerá nunca en la actual instalacion). Los diámetros de estos árboles eran respectivamente de $0^m,065$ y $0^m,060$; y las presiones totales máximas sobre cada uno eran de 580 kilógramos y 1.240 kilógramos.

El trabajo de rozamiento sobre el árbol mayor era pues de $580 \times \pi \times 0,065 \times 2,50 \times 0,1$ (0,1 coeficiente de rozamiento) = 188 kilográmetros.

El trabajo de rozamiento sobre el árbol peque-

ño (girando á una velocidad doble) era: $1240 \cdot \pi \cdot 0,06 \cdot 5,0,1 = 116$ kilográmetros.

Por consiguiente, la suma total de estos dos rozamientos era de 274 kilográmetros.

Si recordamos ahora que el número de kilográmetros perdidos es de 701, y que sobre esta cifra las fugas representan $7,85 \times 55 = 452$, harémos notar que la diferencia $701 - 452 = 269$ se aproxima mucho á la cifra de 274 hallada para el trabajo de los rozamientos de los árboles.

Luego, no queda casi nada para representar el trabajo perdido por los engranajes ni por los cambios de fuerza viva ni los rozamientos del agua; y, sin embargo, no hay errores, puesto que se trata de cifras experimentales. ¿Qué prueba esto? Prueba que contando los rozamientos de los árboles y las fugas como nosotros los hemos calculado, se traspasa lo que en realidad son, y que los otros elementos de pérdida de trabajo son casi imperceptibles.

Por otra parte, hemos supuesto cada árbol sometido durante toda su revolucion á la presión máxima, y esto es en realidad muy exagerado.

De todos modos, el valor de 0,20 hallado para el coeficiente K en las experiencias de Brest á 55 metros, y para una bomba de mil litros, es, pues, un límite superior exagerado del valor real de este coeficiente.

Por otro lado el informe hace constar también que entre los rodillos y las paredes de la bomba experimentada existía un juego de $\frac{1}{4}$ de milímetro. Ahora, con un grande esmero en la construcción se puede disminuir sensiblemente este juego; y no hay cuidado de que aumente desde el momento en que los árboles son suficientemente rígidos y se hallan colocados de modo que no puedan experimentar flexión alguna. En este caso no es posible, en efecto, ningún rozamiento.

Así, pues, la reducción del juego de $\frac{1}{4}$ de milímetro á unos $\frac{1}{8}$ de milímetro, era en la instalación de Nijni-Nowgorod un primer medio fácil de reducir la importancia de las fugas y del coeficiente K . Pero independientemente de esto, es necesario observar que las longitudes desarrolladas por las líneas de fuga decrecen casi inversamente á los cubos de los gastos nominales ó volúmenes engrandados por las paletas, y que el valor K es inversamente proporcional á la longitud l de las líneas de fuga.

El ancho ó espesor absoluto de las paletas es todavía una circunstancia que se opone al paso del

agua entre su cara exterior y la pared del cuerpo de bomba, así como entre las caras laterales de los rodillos y los fondos, y que disminuye K .

Con todas estas razones, no es ya dudoso que aún con la elevación de $128^m,10$, haciendo para una bomba de 2.500 á 3.000 litros $K = 0,15$, toda vez que en Brest para una bomba de 1.000 litros se tenía $K = 0,20$; no es dudoso, repetimos, que se han exagerado y traspasado los límites de la práctica. En realidad, K debía ser menor, y haciendo $K = 0,15$, se podían comprender en las fugas todas las demás pérdidas; pero en la elevación proyectada para las aguas de Nijni-Nowgorod, se ha admitido 0,15 como valor de K .

Se ha dicho entonces: puesto que es necesario que la bomba suministre el volumen real ó útil elevado á la altura H , más el volumen que se pierde por las fugas, es claro que se tendrá la relación:

$$nv = P + Kl\sqrt{2gH} \quad (3)$$

y es claro también que el trabajo perdido á causa de las fugas será:

$$Kl\sqrt{2gH} \cdot H.$$

Hé aquí, pues, apreciado nuestro segundo elemento de trabajo; y al resumir, reemplazaremos las letras por sus correspondientes cifras. Acordémonos únicamente que $K = 0,15$, y que l y H son conocidos, como naturalmente lo es g .

El tercer elemento de trabajo que hay que desarrollar consiste en los rozamientos de los árboles de la bomba en las estopadas y los cojinetes. Como este tercer punto no ofrece nada de especial al sistema, efectuaremos inmediatamente los cálculos sin necesidad de establecer las fórmulas como anteriormente.

Con los engrasadores y las estopadas engrasadas, el coeficiente de rozamiento podrá reducirse indudablemente á la mitad del que se halló para la bomba de Brest, puesto que en esta última ninguna de sus cuatro estopadas estaba engrasada.

Tomaremos, pues, 0,05 como coeficiente de rozamiento.

Esto supuesto, téngase presente que las presiones respectivas ejercidas sobre las caras de los rodillos de paletas de hendidura (y transmitidas á sus árboles) son muy variables, según las diferentes posiciones angulares que sucesivamente se presentan en la rotación. El rodillo hendido no trabaja en realidad más que durante $\frac{1}{4}$ aproximadamen-

te de su revolucion; con todo, supondremos que la presion máxima se ejerce durante la revolucion entera para cada rodillo, y comprendiendo el peso de las piezas, tendremos 11.000 kilogramos como presion total del eje del rodillo de paletas sobre sus cojinetes, y 5.000 kilogramos para el rodillo hendido. Recuérdese tambien que los diámetros de los árboles son $d=0^m,105$ y $d'=0^m,095$; y que el eje pequeño gira á una velocidad doble.

Segun esto, el trabajo de los rozamientos sobre el árbol del rodillo de paletas será (teniendo en cuenta el número de vueltas por segundo) = 2 vueltas.

$$\pi \times 0,105 \times 2,00 \times 11.000 \times 0,05 = \dots 362 \text{ km.}$$

y sobre el árbol del rodillo hendido:

$$\pi \times 0,095 \times 4,00 \times 5.000 \times 0,05 = \dots 298 \text{ km.}$$

$$\text{TOTAL.} \dots \dots \dots 660 \text{ km.}$$

Anotamos estas cifras por el momento y las tendremos presentes en la recapitulacion.

Evaluemos ahora el trabajo del rozamiento de los engranajes. Sugun los datos prácticos más autorizados, un engranaje de perfil epicicloidial puede absorber sobre un 5 por 100 del trabajo que trasmite.

En el caso actual es necesario observar que los engranajes no trabajan más que durante $\frac{2}{5}$ á lo más de la revolucion. Se tendrá así:

Esfuerzo tangencial, 3.000 kilogramos.

Camino de rozamiento, 0,014.

Número de dientes, 20 y 10.

Número de vueltas, 2 y 4.

Coficiente, 0,10.

Trabajo, $\frac{2}{5}$. De donde:

$$T_p = \frac{3000 \times 60 \times 0,014 \times 0,1 \times 2}{5} = 101 \text{ km.}$$

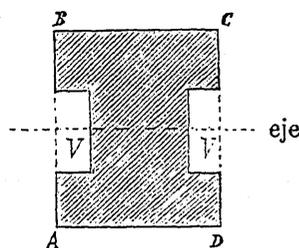
lo cual es mucho suponer, porque estos engranajes están sumergidos constantemente en aceite; pero sea lo que fuere, contarémos sobre la cifra de 101 kilográmetros que se acaba de determinar.

El quinto elemento de gasto de fuerza consiste en las pérdidas de fuerza viva, debidas á las variaciones de velocidad del agua en la bomba, y en los rozamientos de esta agua en los tubos y en la misma bomba.

Sabido es que en las bombas Greindl bien construidas estas variaciones son muy poco sensibles. Cuantas veces se han formado experimentalmente diagramas del trabajo sobre las bombas Greindl (particularmente en el Conservatorio de Artes y

Oficios) se ha encontrado que la ordenada variaba poco, y que el diagrama no se separaba mucho del rectángulo teórico; por otra parte, es necesario observar que cuanto más aumenta la altura absoluta de elevacion, más disminuye la importancia relativa de estas ligeras sinuosidades de la curva, puesto que su amplitud absoluta no cambia. Ahora, con 5^m,50 de elevacion solamente, estas sinuosidades no quitan más de 0,04 de la superficie del diagrama teórico.

En la actual bomba se reduce todavia su importancia con el empleo de la disposicion siguiente.



En lugar de tener el rectángulo A B C D para seccion longitudinal pasando por las almas de las paletas, el rodillo de paletas presenta una seccion indicada por las líneas de trazos y en los huecos V penetran los resaltos cilindricos ó almohadillado de los fondos ó cubiertas de la bomba. Entonces, independientemente de las bolsas laterales de las cubiertas, unas entalladuras hechas á los resaltos V aumentan la seccion de evacuacion del agua en los precisos momentos en que se tendia á un aumento de velocidad. Se puede, pues, prescindir completamente de las variaciones de velocidad y anular la pérdida de trabajo correspondiente sin cometer error apreciable.

Aunque sea muy poca la velocidad del agua, se puede igualmente prescindir de su rozamiento, y tanto más, cuanto que para las demas causas de pérdida hemos forzado ya las cifras.

El gasto de trabajo correspondiente á la fuerza viva arrastrada por el agua á su salida por el tubo de ascension no es especial del sistema Greindl, puesto que se produce con todas las bombas conocidas; pero como se le puede reducir casi á cero cuando la disposicion es racional, no nos pararemos en ello.

(Se continuará.)