TEORÍA ELEMENTAL DE LA BOMBA CENTRÍFUGA ELEVATORIA.

(*Conclusion.*)

Cuando el agua sale de la rueda, tiene una velocidad *absoluta* v dada por la ecuacion (2). Pero, la presion de arriba para abajo que debe vencer esta agua es $H-h$, así que, aun no tomando en cuenta los frotamientos que nacen del paso del agua en las cañerías, resistencia que es proporcional al cuadrado de la velocidad, debemos tener siempre

$$v^2 > 2g(H-h) \qquad (7).$$

relacion que siempre debe ser satisfecha.

Reemplazando en (2), w por su valor sacado de (5), se tiene

$$v^2 = u^2 + u^2 - 2gH - 2u \cos\alpha \sqrt{u^2 - 2gH}. \qquad (8)$$

ecuacion de 4.° grado en u, pero de forma de 2.° grado.

Desde luego, es preciso tener siempre

$$u^2 > 2gH.$$

o, al límite $\qquad u = 2gH. \qquad (9).$

Pero, quedaria

$$v^2 = 2u^2 - 2gH = 2gH$$

i por consiguiente

$$v^2 = u^2.$$

segun (9) i tambien, segun (5) $\quad w = o.$

así es que el agua no saldria de la rueda. Es *indispensable* entónces que $u^2 > 2gH$, i *sensiblemente mas grande.*

El valor minimum $v = o$ no conviene tampoco, puesto que si $v = o$, la relacion (7) no se verifica.

Para buscar el mínimum de v, pongamos la ecuacion (8) bajo la forma

$$(2\,u\cos\alpha\sqrt{u^2 - 2gH})^2 = (2\,u^2 - 2\,gH - v^2)^2.$$

la que, despues de efectuar los cálculos i ordenarla respecto a u, dará

$$4\,u^4\,sen^2\alpha - 4\,u^2(2\,gH\,sen^2\alpha + v^2) + (v^2 + 2\,gH)^2 = o \qquad (10)$$

La condicion de realidad de u^2 es

$$(2\,gH\,sen^2\alpha + v^2)^2 - sen^2\alpha\,(v^2 + 2\,gH)^2 \geqq o$$

como mínimum, o bien

$$2\,gH\,sen^2\alpha + v^2 \geqq sen\,\alpha\,(v^2 + 2\,gH)$$

o en fin

$$v^2 \geqq 2\,gH\,sen\,\alpha. \qquad (11).$$

El valor de u^2 resulta entónces ser, resolviendo la ecuacion

$$u^2 = \frac{gH\,(1 + sen\,\alpha)}{sen\,\alpha}. \qquad (12).$$

Si, como sucede jeneralmente, hacemos $\alpha = 30°$, sen $\alpha = \frac{1}{2}$, viene al límite,

$$v = \sqrt{gH} \qquad (13)$$

$$u = \sqrt{3gH} \qquad (14).$$

En todo, (11) i (12) dan el valor mínimum de v, i el valor correspondiente de u.

En el caso especial de $\alpha=30^\circ$, comparemos (13) con (7).

Las relaciones (13) i (7) deben existir simultáneamente. La (7) puede escribirse

$$v^2 > gH-(2gh-gH),$$

así es que, para que exista tambien (13), será indispensable tener

$$2gh-gH>o$$

o bien

$$2h>H$$

$$h>\frac{H}{2}.$$

es decir que la bomba debe estar colocada en la 2.ª mitad superior de la altura total, lo que enseña tambien la práctica, con la condicion escencial que h no pase de 7 a 8 metros.

En cuanto al trabajo motor, se puede determinar de la manera siguiente.

Las aguas, sin velocidad en el pozo, llegan a salir de la rueda con la velocidad v, i la ½ fuerza viva que tienen, representada por $\frac{1}{2}\frac{pQ}{g}v^2$, siendo p el peso de 1.^{m3} de agua, no la pueden sacar sino de la fuerza motriz, así es que esta fuerza motriz debe producir el trabajo anterior, mas el trabajo necesario para elevar Q^{m3} de agua a la altura H.

El trabajo motor es entónces

$$T_m=pQH+\frac{1}{2}\frac{pQ}{g}v^2$$

i el trabajo útil T_u es sólo pQh.

El rendimiento μ será entónces

$$\mu=\frac{T_u}{T_m}=\frac{pQH}{pQH+\frac{1}{2}\frac{pQ}{g}v^2}=\frac{2gH}{2gH+v^2}, \qquad (15)$$

así es que el máximum del rendimiento corresponde al mínimum de v, es decir a $v=\sqrt{2gH\ sen\ \alpha}$. o bien a $v=\sqrt{gH}$ en el caso que $\alpha=30°$ lo que daria,

$$\mu=\frac{2gH}{2gH+gH}=\tfrac{2}{3}=0.66. \tag{16}$$

Pero, prácticamente es mas prudente contar con un rendimiento de 0.50 para los efectos de elejir el motor correspondiente.

Si por ejemplo se quiere agotar 250 litros por segundo, a 5.50 de hondura, el trabajo útil sería

$$250^{k}\times 5.^{m}50=1375 \text{ kilográmetros.}$$

es decir $\frac{1375}{75}=18$ caballos.

El rendimiento, calculado por (16) daria, para el trabajo motor

$$Tm=\frac{18\times 3}{3}=27 \text{ caballos.}$$

Pero es mas prudente contar con 36 caballos.

Una operacion importante es la de calcular el diámetro del cañon le salida de tal modo que el agua se elimine fácilmente.

Suponiendo que esta agua conserve la velocidad v absoluta que tiene a la salida de la rueda, debemos tener, siendo d el el diámetro,

$$Q=\frac{\pi d^2}{4}v$$

pue to que es indispensable que el cubo Q de agua, dado por la rueda, se elimine por el cañon en el mismo tiempo que entra.

Deducimos de ahi

$$(17). \qquad d=\sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}=2\sqrt{\frac{Q}{\pi v}}=1.128\sqrt{\frac{Q}{v}}.$$

relacion que debe ser satisfecha para que la bomba funcione.

La marcha jeneral que se debe seguir es entónces.

1.° Calcular w, por el valor obligado de Q.

2.° Calcular u, i en seguida el número de revoluciones de la polea de la bomba.

3.° Calcular v i asegurarse de que responde a las condiciones impuestas por (7) i (13).

4.° Si no puede verificarse u como lo han calculado, establecer el máximum de H, dándose u.

5.° Colocar la bomba en la mitad superior de la altura total; pero siempre mas bajo que 7 a 8 metros.

6.° Calcular la fuerza motriz, con un coeficiente que es prudente fijar en 0.50.

7.° Asegurarse que el tubo i cañon de salida del agua tiene un diámetro suficiente.

Todas las relaciones (1) a (17) son sencillas, de cálculo fácil, todas de 1.° a 2.° grado. Asi que siempre se podrá elejir la bomba que conviene para un trabajo determinado, colocarla como se debe, elejir un motor apropiado, i hacer funcionar la bomba con la velocidad debida.

MÁXIMO DORLHIAC.

Santiago, Noviembre 1.° de 1898.