

arrastra con su energía la máquina en los puntos muertos y los obstáculos que por su naturaleza pueda ofrecer, regularizando el movimiento con la resistencia igual y constante que presenta.

El volante consiste en un anillo k de sección rectangular ó elíptica, de hierro colado (fig. 86) sostenido por seis ú ocho brazos que forman cuerpo con un botón ó cubo fijado en el árbol principal.

La energía del volante crece como el cuadrado de su velocidad, y por esto cuando esta energía debe ser considerable no se fija en el árbol principal, sino que por una transmisión de engranajes se le comunica una velocidad más acelerada.

El infatigable Mr. Poncelet nos da la siguiente fórmula para calcular el peso del volante en los diversos casos que

pueden presentarse: $P = \frac{4645 \times c \times C}{n \times v^2}$; en la cual, P re-

presenta el peso del anillo en kilogramos; n el número de vueltas que da el árbol del volante por minuto; v la velocidad á la circunferencia media ku del anillo; C el número de caballos de fuerza que da la máquina, y c un coeficiente variable según el grado de regularidad que se exige. Este coeficiente tiene un valor comprendido entre 20 y 25 para las máquinas que no quieren mucha regularidad; de 35 á 40 para los hilados de algodón, que producen números del 40 al 60; y se le da el valor de 50 á 60 para números más finos.

Cuando por la fórmula anterior se ha determinado el peso del anillo se hallará su volumen partiendo este peso por el peso específico del hierro colado 7.207, y si se quiere la sección, se dividirá el volumen por la circunferencia media ku .

Para las máquinas con expansión se puede dar al anillo un peso de 220 kg. próximamente por cada caballo de fuerza.

La velocidad á la circunferencia media del anillo, especialmente en las máquinas de baja presión, es de 6 á 8 metros por segundo, y el diámetro se halla comprendido entre tres y cuatro veces el curso del émbolo.

Ejemplo: Hallar las dimensiones correspondientes al anillo del volante para una máquina de 40 caballos que se destina á la hilatura de algodón para producir los números de 30 á 50, siendo el diámetro de 6 metros y debiendo dar 24 vueltas por minuto.

La velocidad á la circunferencia media será

$$v = \frac{3'1416 \times 6 \times 24}{60} = 7'54 \text{ metros por segundo.}$$

Deberá tomarse el coeficiente $c = 35$.

$$\text{El peso del anillo dará, } P = \frac{4645 \times 35 \times 40}{24 \times (7'54)^2} = 4766'06 \text{ k.}$$

El volumen del anillo $= 4766'06 \div 7'207 = 661'31$ decímetros cúbicos.

La circunferencia media $= 3'1416 \times 6 = 18'8496$ metros $= 188'496$ decímetros.

La sección del anillo $= 661'31 \div 188'496 = 3'5083$ decímetros cuadrados, que suponiéndola cuadrada, su lado será $= \sqrt{3'5083} = 1'87$ decímetros, ó 18'7 centímetros.

Se le darán regularmente ocho brazos que pesarán de 55 á 65 kilogramos cada uno y cuyas dimensiones podrán ser determinadas por el cálculo expuesto para los brazos de las ruedas dentadas en la (pág. 220).

FRENO DINAMOMÉTRICO DE MR. PRONY. Para apreciar la potencia de los motores y de las máquinas en general, así como la fuerza motriz que exige una máquina cualquiera para su marcha, se emplea con ventaja el freno dinamométrico de Prony.

Este aparato (fig. 90) se compone de una palanca *hb* con un coginete *e* y un platillo *p* para colocar las pesas necesarias al equilibrio: la pieza *gdf* por medio de los pernos *mm* comprime el árbol *a* de la máquina ó del motor, cuya potencia se busca, contra el cojinete *e*, y por el roce de estas piezas y el peso *p* que le hace equilibrio se deduce la fuerza de la máquina. El peso *c* mantiene la palanca en equilibrio sosteniéndola por su centro de gravedad: tambien podrian emplearse dos banquillos para evitar el efecto de las oscilaciones de la misma.

Para apreciar la fuerza de una máquina se dispone el freno de la manera que indica la figura haciendo que el árbol *a* quede perfectamente abrazado por las dos piezas *e* y *d*. Luego se hace marchar la máquina aumentando gradualmente la velocidad mientras se aprietan los pernos *mm* por medio de sus tuercas *ss* hasta obtener el equilibrio dinámico, esto es, hasta que la máquina haya adquirido la velocidad de régimen, forme equilibrio con el roce producido sobre el árbol, y los pesos colocados en el platillo del extremo de la palanca impidan las oscilaciones de esta conservándola en posicion horizontal.

Mientras se aumenta el roce apretando los pernos debe tenerse cuidado de mojar las superficies frotantes con una disolucion de agua y jabon para evitar los efectos de tan fuerte frotamiento.

Logrado el momento de equilibrio en las circunstancias indicadas se verifica que el trabajo del frotamiento $T = f \times 3'1416 \times d \times n \times 60$ debe ser igual al trabajo de la má-

quina, y como el mismo frotamiento *f* es equilibrado por el brazo *eb* y las pesas *p* del platillo, se tendrá segun las leyes de la palanca $p \times eb = f \times r$. Deduciendo el valor de *f* en esta igualdad, sustituyéndolo en la expresion del trabajo, y haciendo las reducciones convenientes resulta:

$$T = \frac{2 \times 3'1416 \times n \times p \times eb}{60}$$

cuyo valor expresa el trabajo de la máquina en kilográmetros independientemente del frotamiento y del rádio del árbol. Partiendo ahora por 75 y simplificando lo posible se tendrá la fuerza en caballos, que vendrá expresada por la fórmula $C = 0'001396 \times n \times p \times eb$. Es decir, que para determinar la potencia *C* de una máquina en caballos de fuerza, se aplicará el freno al árbol principal de la manera antes indicada, y logrado el equilibrio dinámico se multiplicará 0'001396 por el número *n* de vueltas que da el árbol en cada minuto, el resultado por las pesas *p* en kilogramos y por la longitud *eb* del brazo en metros: el producto final expresará el número de caballos.

Ejemplo: Se ha aplicado el freno en el árbol principal de una máquina de vapor, y en el caso del equilibrio dinámico daba 32 vueltas por minuto, el brazo de la palanca era de 2'8 metros, y las pesas colocadas en el platillo importaban 125 kilogramos. ¿Cuál es la fuerza de la máquina en caballos?

La fórmula da, $T = 0'001396 \times 32 \times 125 \times 2'8 = 15'6352$ caballos.

El freno ofrece una resistencia directa que forma equilibrio con la fuerza de la máquina, y por esto el resultado obtenido por la fórmula anterior corresponde á la potencia efectiva de la misma.

ESTABLECIMIENTO DE LAS MÁQUINAS DE VAPOR. Cuando haya de establecerse una máquina de vapor se determinará la forma y el sistema mas conveniente, teniendo en consideracion las circunstancias de localidad, la cantidad de agua de que se puede disponer, la calidad y precio del combustible y la fuerza necesaria para hacer marchar el establecimiento á que se destina.

Con estos precedentes se podrá tantear si convendrá adoptar una máquina de alta, mediana ó baja presion, si será mejor la condensacion y la expansion á la vez ó una sola de estas dos cosas, y finalmente, si las condiciones preferidas se oponen á las disposiciones del gobierno relativas al establecimiento de las calderas y máquinas de vapor. Por los cálculos hechos anteriormente y mediante la aplicacion de las fórmulas y tablas expuestas, se podrá conocer la cantidad de vapor gastado y en consecuencia el agua necesaria á la alimentacion, así como la que se gastaria para condensar el vapor.

Téngase presente que en las forjas se emplean generalmente máquinas fijas de cilindro horizontal, y que las de simple efecto se usan con frecuencia para levantar el martillo de vapor ó martillo-pilon, así como para extraer el agua de las minas poniendo en movimiento algunas bombas de simple ó de doble efecto. En estos casos el cilindro se coloca en la parte superior, la varilla del émbolo levanta directamente el pilon ó el émbolo de la bomba y un contrapeso, si es necesario, le obliga á bajar. Un sencillo mecanismo cierra la entrada al vapor cuando el émbolo ha subido dando paso al que acaba de obrar para que salga prontamente.

Cuando se quiere apreciar la fuerza indispensable para hacer marchar un establecimiento se tendrá presente : 1.º Que en la hilatura de algodón bien establecida se admite

que un caballo de fuerza hace marchar de 320 á 360 puas con todas las preparaciones necesarias para producir los números de 35 á 60. 2.º Que en las máquinas de aserrar se pueden cortar 1'40 metros cuadrados de madera blanca por hora y por caballo de fuerza. 3.º Que en los molinos harineros se pueden moler de 16 á 19 kilogramos de trigo por hora y por fuerza de un caballo : y 4.º Que en las fábricas de papel se pueden majar al cilindro 2'30 kilogramos de trapos reduciéndolos á pasta en una hora y por cada caballo de fuerza.

Para fijar las dimensiones de todas las piezas que deben componer la máquina, cuyas principales condiciones se hayan determinado, se podrán consultar las tablas, fórmulas y cálculos que se han puesto antes, ó las que hemos creído conveniente poner á continuacion por ser de aquellas que algunos consideran como mejores tipos.

Tabla de las principales dimensiones de las locomotivas de Sharp y Robert.

Hornillo

Ancho de la reja.	1'10 metros.
Longitud de id.	0'91 »
Superficie de id.	1'01 » cuad.
Distancia á la 1.ª línea de tubos.	0'54 »
Altura de la bóveda del fuego.	1'10 »
Capacidad total del hornillo.	11'01 hectólitros.

Tubos para el humo...134.

Diámetro interior de cada uno.	0'04 metros.
Longitud id. de id.	2'54 »

Superficie de caldeamiento.

Id. expuesta al fuego directamente.	5'03 m. cuad.
Id. por los tubos.	47'99 »
Id. total.	53'02 »

Id. reducida. 21'02 m. cuad.

Chimenea.

Diámetro interior. 0'35 m.

Altura interior. 1'68 »

Seccion transversal. 0'096 m. cuad.

Cilindros. Son dos.

Diámetro interior. 0'33 m.

Curso del émbolo. 0'464 »

Lumbrera ó tubo de salida.

Diámetro interior. 0'07 »

Superficie de salida. 50'69 cent. cuad.

Dimensiones exteriores.

Longitud total. 5'16 m.

Ancho al exterior del bastidor. 1'92 »

Ancho al exterior del hornillo. 1'27 »

Ruedas motrices.

Diámetro de las ruedas motrices. 1'67 »

Número de brazos ó ródios... 20.

Seccion de los brazos cerca el boton. 32\85.

Ancho del anillo en el borde. 0'13 m.

Ruedas menores. Son cuatro.

Diámetro de las ruedas menores. 1'05 »

Número de ródios ó brazos... 10.

Seccion de los brazos cerca el boton. 36\90 »

Eje angular ó de cigüeña.

Diámetro del cuerpo del árbol. 0'14 m.

Seccion en la parte angular. 164\126.

Ródio de las cigüeñas. 0'232 m.

Peso total de la máquina. 15000 kg.

Dimensiones principales de otra locomotiva, Great Western.

Hornillo.

Longitud exterior. 1'677 m.

Latitud exterior. 1'830 »

Interior. Longitud. 1'474 »

Latitud interior. 1'601 »

Altura desde la reja á la bóveda. 1'499 »

Diámetro de la caldera cilíndrica. 1'372 »

Longitud de la caldera. 3'202 »

Tubos para la llama y el humo 280.

Diámetro de dichos tubos. 0'051 »

Diámetro de los cilindros. 0'457 »

Curso del émbolo. 0'610 »

Diámetro del tubo de escape. 0'140 »

Diámetro de las ruedas motrices. 2'440 »

Diámetro de las ruedas pequeñas. 1'372 »

Peso de la máquina funcionando 29 y 1/2 toneladas.

Peso que puede suportar. 10 »

TABLA DE LAS DIMENSIONES CORRESPONDIENTES Á LAS PARTES PRINCIPALES DE LAS MÁQUINAS DE VAPOR PARA LA NAVEGACION, CONSTRUIDAS POR MM. MAUDSLAY, FILS, ET FIELD.

PARTES DE LA MÁQUINA.	POTENCIA EN CABALLOS.					
	10	25	50	75	100	120
	Mils.	Mils.	Mils.	Mils.	Mils.	Mils.
<i>Diámetro del cilindro.</i>	508	749	1020	1200	1330	1430
Id. de la varilla del émbolo.	51	76	102	117	127	140
Id. de la bomba de aire.	303	444	584	680	762	864
Id. de la varilla de esta bomba.	32	54	70	80	95	108
Id. de la llave de inyeccion.	32	44	63	78	83	89
Id. de la bomba de agua caliente.	57	84	108	134	165	190
Id. del tubo de alimentacion.	38	54	63	79	89	102
Id. del tubo de vapor.	102	152	197	243	279	303
Id. del tubo que descarga el condensador.	127	190	241	280	330	356
Id. del eje principal del balancin.	89	133	165	196	229	248
Id. de los ejes extremos del id.	51	76	102	114	133	140
Id. de los quicios del balancin para los tirantes de la bomba de aire.	32	48	63	73	79	83
Id. del boton de la cigüeña.	63	95	127	158	187	203
Id. del árbol motor.	108	171	216	257	292	317
Id. de las ruedas de palas.	2740	3660	4570	5450	6400	7010
Id. de los quicios del árbol del tirador.	51	63	70	80	89	96
<i>Curso del émbolo en el cilindro.</i>	610	838	1070	1370	1600	1830
Id. id. de la bomba de aire.	303	419	533	685	800	913
Id. id. de la bomba alimentaria.	152	203	267	342	406	457
<i>Columnas de sostenimiento.</i>						
Diámetro en la parte superior.	102	140	203	234	254	267
Id. en la parte inferior.	114	162	229	269	292	305
<i>Distancias de centro á centro.</i>						
De los tirantes laterales de la bomba de aire.	749	1000	1350	1570	1740	1830
De los balancines del mismo cilindro.	838	1140	1520	1730	1980	2110
De los cilindros de las dos máquinas.	1680	2030	2440	2740	3200	3300
<i>Lumbreras del vapor.</i>						
Su ancho.	190	279	381	477	508	533
Su altura.	38	57	76	105	114	121
<i>Balancin.</i>						
Ancho en el medio.	356	533	711	842	914	991
Id. en los extremos.	131	190	254	308	356	394
Espesor ó grueso.	23	35	48	48	63	67

Las prescripciones relativas al establecimiento de las calderas y máquinas de vapor se reducen á lo prevenido en las nuevas ordenanzas municipales de Barcelona desde

el artículo 101 á 133 y en el reglamento continuado al final de las mismas; pues no existe, que sepamos, ninguna ley ni Real disposicion que sea obligatoria en todas las localidades del reino.

Segun los artículos citados no se permitirá establecer dentro del actual recinto de esta ciudad, calderas de vapor que excedan de la fuerza de tres caballos, pero en cualquier punto de dicho antiguo recinto será permitido usar calderas de uno á tres caballos de fuerza.

Las calderas de vapor se dividen como en la real ordenanza francesa en cuatro categorías ó clases: para formarlas se expresa como en aquella la capacidad total de la caldera y de sus hervidores en metros cúbicos y la tension del vapor en atmósferas, y se multiplican estas dos cantidades entre sí. Estarán comprendidas en la primera clase las calderas que arrojen por producto un número mayor que 15: á la segunda aquellas cuyo producto sea mayor que 7 y no pase de 15: á la tercera aquellas en que pase de 3 y no exceda de 7; y á la cuarta todas las en que dicho producto no pase de 3. Si varias calderas funcionan juntas en un mismo local y existe entre ellas una comunicacion directa ó indirecta, se tomará para formar el producto la suma de las capacidades de todas con inclusion de sus hervidores.

Las calderas de vapor comprendidas en la primera clase deberán establecerse fuera de toda casa habitada y de todo taller ó fábrica.

Las comprendidas en la segunda clase podrán establecerse en el interior de un taller que no forme parte de una habitacion ó de una fábrica de varios pisos.

Las calderas de tercera clase podrán colocarse en el interior de un taller de mas ó menos pisos pero que no forme parte de una casa habitada.

Las calderas de cuarta clase podrán situarse en el interior de un taller cualquiera aun cuando dicho taller forme parte de una casa habitable.

Si las calderas de primera clase distan menos de 10 metros de la via pública ó de las habitaciones, y las de segunda menos de 4'87 m., deberá construirse á una distancia libre de ellas de 485 milímetros, un muro de defensa que tenga 95 centímetros de espesor ó grueso. Para las de tercera y cuarta clase no se exige el citado muro pero se manda que sus hornillas se hallen separadas de las casas pertenecientes á tercero por un espacio libre de 485 milímetros. En el reglamento continuado al final de las ordenanzas citadas se previene que todas las calderas y demás aparatos que contengan vapor estén provistas de dos válvulas de seguridad, de un flotante, de un manómetro graduado en atmósferas, de una bomba alimenticia ú otro aparato de efecto seguro; y en cuanto al grueso de la plancha que forma las paredes de la caldera se prescribe la misma fórmula y tabla que dejamos notadas en la página 253.

HIDRÁULICA.

El agua tambien sirve como motor, pero ofrece el inconveniente de no poderse utilizar en todas partes, pues, solo es susceptible de emplearse en el lugar en que se encuentra y en que presenta las condiciones necesarias para el establecimiento á que quiere destinarse.

EFECTO TEÓRICO DEL AGUA. Para obtener la fuerza correspondiente á un salto de agua se puede usar la fórmula $F=V \times A$. Es decir, que la fuerza ó efecto teórico de un salto, se hallará multiplicando el volumen V de agua en litros ó decímetros cúbicos, que da en un segundo, por la altura total A del salto expresada en metros: el producto se tendrá en kilográmetros, y partiéndolo por 75 dará la fuerza en caballos.

El trabajo es mitad de la fuerza viva, y como la fuerza viva viene expresada por la masa del cuerpo que la produce multiplicada por el cuadrado de su velocidad, y la masa equivale al peso dividido por la gravedad, se sigue, que el trabajo disponible de una corriente se hallará multiplicando el volumen de agua en litros, que da en un segundo, por el cuadrado de la velocidad expresada en metros y partiendo el producto por 19'6. El resultado será la fuerza en kilográmetros, y dividiendo por 75 se tendrá el trabajo en caballos.

Ejemplos: 1.º Hallar la fuerza ó trabajo teórico de una corriente que da 850 litros de agua por segundo cayendo de una altura de 4'70 metros.

Por la regla expuesta será:

$$\text{Trabajo} = 850 \times 4'70 \div 75 = 53'266 \text{ caballos.}$$