

vueltas á 2.000, pero se apercibió bien pronto que para obtener el éxito necesario tenía que reducir el peso del mecanismo dando á las bielas una sección en forma de T, empleando ejes de acero de pequeño diámetro, y émbolos todo lo más ligeros posible dada la resistencia á los esfuerzos que debían soportar. Estos mismos principios hubo de aplicar después á los motores de los coches, pero en estos los émbolos de 0,10 metros no pesaban más que 1,60 kilogramos, comprendiendo en este peso el de los segmentos, el del eje del pie de la biela, y la mitad de ésta. La velocidad normal de una máquina de 6,5 á 8 caballos puede exceder notablemente de 1.500 vueltas por minuto, y llegar sin ninguna dificultad á 2.000 vueltas durante muchas horas, y alcanzar momentáneamente 2.500. Á estas cifras corresponden velocidades de émbolo de 335, 492 y 549 metros por minuto, velocidades notables si se considera que estos motores se colocan en manos de gentes poco expertas en mecánica.

Todo motor puede alcanzar sin inconveniente velocidades muy superiores á un máximo que es preciso no rebasar, á causa del ruido y de los inconvenientes desde el punto de vista de la transmisión, únicas razones, y no el desgaste de la máquina, que conducen á moderar las velocidades de funcionamiento.

En la práctica se encuentra que, no obstante las velocidades elevadas de marcha, estos motores marchan perfectamente y no necesitan una conservación costosa, es suficiente reemplazar algunos anillos después de un recorrido de 15 á 25.000 kilómetros.

Los antiguos motores con sus mecanismos relativamente pesados, desgastaban sus cojinetas girando á 700 ó 1.000 vueltas, tanto como los motores de Dion á 1.500, y aún más, y eso que no desarrollaban apenas poco más de la mitad de la potencia de éstos para el mismo diámetro en los émbolos. Esta iniciativa ha sido seguida por los demás constructores, y hoy, todos los motores de petróleo marchan á velocidades muy elevadas, circunstancia que ha permitido más que ninguna otra aumentar la velocidad de los automóviles y las elasticidad de los motores.

El autor de la nota que extractamos no tiene conocimiento de experimento alguno que se haya realizado para determinar las relaciones convenientes entre el peso de las piezas en movimiento, la velocidad y las resistencias interiores. Consideraciones teóricas parecen indicar que los rozamientos que resultan de la inercia de las piezas móviles deben ser proporcionales al peso de las piezas, multiplicado por el número de vueltas. Si ello es así, la velocidad á la cual se podría hacer girar una máquina con una cantidad dada de resistencias internas, sería inversamente proporcional á la raíz cuadrada del peso de las piezas móviles.

La experiencia adquirida con los motores de petróleo de gran velocidad, ya sea sobre la base de prueba, ya sea en marcha regular, parece indicar que las cosas ocurren del modo indicado, esto es, que si el peso de las piezas móviles se reduce, por ejemplo, á la mitad, el motor podrá girar vez y media más de prisa con la misma proporción de resistencias internas.

Aun con velocidades relativamente moderadas y con mecanismos ligeros, la resistencia debida á la inercia es apreciable.

El autor ha hecho experimentos con una máquina cuya velocidad de émbolo había sido limitada por consecuencia de consideraciones particulares á 244 metros por minuto, y cuyo émbolo fué construido con toda la ligereza que permitió la fundición. Reemplazado este émbolo por uno de aluminio, se pudo aumentar la velocidad en un 15 por 100, quedando las mismas las demás condiciones. El aluminio es demasiado blando para dar buenos resultados de una manera permanente, pero, esto no obstante, resistió perfectamente durante un recorrido experimental de muchas centenas de kilómetros.

En las máquinas de vapor las resistencias internas debidas á las partes en movimiento están considerablemente afectadas por la distribución del vapor; teóricamente, si hay bastante compresión no habrá esfuerzos debidos á la inercia. Por el contrario, estos esfuerzos alcanzan su máximo cuando hay una introducción prolongada, puesto que entonces la compresión es

débil, sobre todo con piezas de mecanismos pesados. El autor ha puesto de manifiesto que en estas condiciones, y experimentando con una pequeña máquina de embarcación, las resistencias internas representan el 35 por 100 del trabajo indicado, cuando se marcha con velocidades de émbolo muy moderadas. Para reducir esta proporción se ha empleado una admisión más corta y una compresión más fuerte.

Sin duda á este modo particular de efectuar la distribución del vapor, que implica una admisión pequeña y una compresión excesiva, se debe que las locomotoras puedan funcionar con velocidades de émbolo considerables, sin dar lugar á los calentamientos que se observan en las máquinas marinas marchando próximamente á las mismas velocidades, y para las cuales es preciso recurrir frecuentemente al riego de los apoyos de los ejes. Si alguna vez el peso de las piezas móviles puede ser compensado en cierto modo por los medios que acabamos de indicar, los hechos citados en la reunión de la *Institution of Mechanical Engineers* parecen demostrar que á ello se puede llegar hasta una cierta velocidad, y que en su consecuencia sería muy ventajoso estudiar la cuestión á fondo para ver si se podía conseguir emplear ruedas de diámetro reducido sin temor á rozamientos exagerados.

Se ha indicado que una reducción de 0,15 metros en el diámetro de las ruedas correspondería á un incremento enorme de resistencia con velocidades de 100 kilómetros por hora, pero si se podía reducir el peso de las piezas del mecanismo de la locomotora con ruedas del más pequeño diámetro á un 15 por 100 próximamente, el rozamiento sería sensiblemente el mismo que con las grandes ruedas. Sería interesante, por lo tanto, someter la cuestión á una prueba *experimental*.

En las máquinas de los torpederos la reducción del peso de las piezas en movimiento ha sido estudiada con mucho más cuidado principalmente por M. Normand, cuyas máquinas tienen un aspecto de ligereza sorprendente, pero hay todavía muchos motores de gran velocidad en los cuales se podría fácilmente reducir en más de un 20 por 100 el peso de las piezas del mecanismo, y si es cierto que este aligeramiento lleva consigo un cierto gasto quedaría ampliamente compensado, puesto que las máquinas podrían girar con más velocidad y á igual potencia resultarían más ligeras y menos costosas.

No solamente el peso de las piezas móviles afecta á las resistencias propias, sino también el equilibrio. Se ha estudiado muy completamente los medios de equilibrar los mecanismos, pero no siempre se ha tenido en cuenta que el mejor medio de evitar las vibraciones es reducir el peso de las piezas á equilibrar. En los pequeños motores de un solo cilindro para automóviles se puede equilibrar completamente el peso del émbolo; si no se reduce en todo lo que es posible no se podrán evitar vibraciones considerables.

Dinamómetro para ensayos de motores de gran velocidad angular.

En la sesión de la Academia de Ciencias de 11 de Enero, M. Muntz ha presentado una nota de M. Ringelmann relativa á un dinamómetro para ensayo en los motores de gran velocidad, que reproducimos á continuación:

Los ensayos de los motores se efectúan con el freno de Prony, en el cual muchos Ingenieros han introducido mejoras con objeto de facilitar la maniobra.

Para los ensayos de los motores de gran velocidad angular, como son los de los automóviles, barcos, aeroplanos, etc., la maniobra del freno Prony es delicada, y sobre todo poco limpia, por las proyecciones del líquido lubricante que es necesario ir suministrando abundantemente en ensayos cuya duración es por lo menos de una hora; diremos, sin embargo, que es con semejantes frenos con los que se ha podido proceder á los ensayos de 74 motores de alcohol en los concursos de 1901 y 1902, organizados en la estación de ensayos de máquinas por el Ministerio de Agricultura.

Se han propuesto diversas disposiciones, y entre ellas principalmente las basadas en el empleo de dinamos, utilizando éstas, ya como aparato de absorción, ya equilibrándolas para utilizarlas a la manera de un freno (dinamo freno), ya, en fin, basándose en la resistencia del aire (molinetes).

En todos estos aparatos hay una constante, ó una cantidad considerada como tal, que se hace intervenir en el cálculo: rendimiento eléctrico de la dinamo (variable de un día á otro), rozamientos de un árbol (variables con el aprieto, el engrase, la velocidad, la temperatura y el estado de la superficie, etc.); pero, esto no obstante, muchos de estos aparatos dan resultados bastante aproximados para que la industria pueda utilizarlos.

El autor de la nota á que nos venimos refiriendo se ha propuesto resolver el problema siguiente:

Un dinamómetro especial que se intercale entre el motor á ensayar y unas resistencias modificables á voluntad en el curso del trabajo.

El dinamómetro debe indicar la energía total suministrada á cada instante por el motor, sin hacer intervenir ninguna constante debida á los rozamientos de los árboles ó de los mecanismos.

El dinamómetro debe ser á la vez indicador, registrador y totalizador.

Debe ir completado por un aforador que permita ver rápidamente, sin detener el motor, el consumo de combustible. Finalmente, establecer un contador de agua y termómetros que den las temperaturas del aire, del agua, á la entrada y á la salida de la doble envolvente de los cilindros y del radiador, y la de los gases del escape.

En cuanto al dinamómetro propiamente dicho, debía corresponder á las condiciones siguientes:

- 1.º Volver al 0 cuando la energía transmitida fuera nula.
- 2.º Ser sus deformaciones proporcionales á los esfuerzos.
- 3.º No cambiar su indicación con el tiempo, debiendo permanecer siempre comparable á sí mismo.
- 4.º La transmisión con los aparatos indicadores y registradores debe ser sencilla, sin amortiguar los efectos, como en el caso de las transmisiones con el aire ó con los líquidos.

En principio, el dinamómetro consiste en una lámina de resorte radial, fijada á la extremidad de un árbol que arrastra por medio de una correa una resistencia cualquiera.

El resorte es arrastrado por un tope fijado sobre el volante del motor que se quiere ensayar.

La flexión del resorte se transmite por medio de una cremallera y un piñón á una pieza que puede deslizarse en el interior del árbol del dinamómetro, girando todo con este último; esta pieza sale del árbol por la extremidad opuesta al resorte, apoyándose sobre una mesa que lleva los aparatos siguientes:

- 1.º Una aguja que se mueve delante de un cuadrante, en donde se indica á cada instante el esfuerzo transmitido al dinamómetro por el tope del motor.
- 2.º Un totalizador de los kilográmetros transmitidos.
- 3.º Un registrador cuyo papel está arrollado sobre el árbol, y sobre el cual se marca la línea de los esfuerzos transmitidos á cada instante, cuya superficie nos representa los kilográmetros.
- 4.º Un contador de vueltas del motor.
- 5.º Un taquímetro registrador en donde se inscriben las variaciones elementales de la velocidad del motor. Embragues que permiten la parada ó la puesta en marcha de cada uno de estos aparatos, de suerte que el ensayo pueda durar tan sólo algunos minutos ó prolongarse largo tiempo.

La resistencia entra en acción por medio de un sistema de poleas fija y móvil y una correa, y puede ser cualquiera, pues no hay necesidad de calcularla, toda vez que el dinamómetro indica toda la energía del motor. Se puede emplear una dinamo ordinaria, una bomba centrífuga, un ventilador, un molinete, etcétera, en una palabra, una máquina cualquiera apropiada á la cantidad de energía suministrada por el motor que se ensaya.

Como lo que se quería para las investigaciones, es que la re-

sistencia fuese modificable á voluntad durante la marcha, sin tener necesidad de parar el motor, y permaneciendo todo constante durante el período, el autor ha empleado una serie de poleas montadas sobre un árbol y que giran en un baño con agua en circulación; la altura del plano de agua se modifica á voluntad, y sobre cada polea se apoya una zapata de madera cuya carga se obtiene por medio de pesos enganchados á la extremidad de una palanca.

Con este sistema se consigue modificar muy rápidamente, por la lectura del dinamómetro, estos pesos, hasta conseguir que el motor en ensayo marque la potencia que se desea, desde 0 hasta su potencia máxima, y pudiendo observar todas sus condiciones de funcionamiento: energía transmitida y sus variaciones, velocidad y sus variaciones, etc.

El aforador es un recipiente de vidrio graduado, en comunicación con el carburador, y colocado con relación á este último al mismo nivel que el depósito de combustible alojado en el automóvil, barco ó aeroplano; el 0 de la graduación, que está en la parte superior del aforador, se encuentra en una porción de pequeño diámetro á fin de atenuar los errores.

El contador de agua es del tipo de báscula; pesa el agua que se escapa de la doble envolvente del motor, cuya temperatura se obtiene por un termómetro registrador.

Cálculo de las tuberías de agua de pequeño diámetro.

Con este título, M. Daries, Ingeniero del servicio de abastecimiento de aguas de la villa de París, expone en la *Revue de Mécanique* de Junio, que la distribución de agua de la mayor parte de los inmuebles parisienses y de todas las grandes ciudades, no está estudiada de una manera racional, y que frecuentemente el diámetro de las acometidas se fija de un modo arbitrario por el Arquitecto ó por el plomero que se guían solamente por razones de economía. El autor se propone dar á conocer los resultados obtenidos por un cierto número de ensayos efectuados hace poco tiempo en el Laboratorio de hidráulica de la villa de París, con objeto de determinar el gasto efectivo de los tubos de plomo desde 10 hasta 40 milímetros de diámetro, así como el de los que sirven para la distribución de agua en las casas. Estos ensayos ponen en evidencia, según él, para el caso presente, la superioridad de la fórmula de Flamant sobre las de Darcy y Levy. Da, en efecto, los cuadros de los gastos por segundo medidos bajo diversas pérdidas de carga hasta 2,50 m. por metro y los de los gastos calculados por las fórmulas de Darcy, de Levy y de Flamant.

La comparación del gasto medido con los gastos calculados, demuestra la exactitud relativa de la fórmula de Flamant, que no da sino una pequeña diferencia, de un décimo en más ó en menos. Para las otras dos fórmulas las diferencias, al principio muy pequeñas, crecen rápidamente con la carga.

Para facilitar el empleo de su fórmula M. Flamant ha calculado dos tablas numéricas que se reproducen en el estudio de M. Daries, aplicables, es verdad, á los tubos de fundición incrustados; pero que modificando convenientemente los datos en cada caso, se las puede utilizar en los demás tubos.

En fin, como desde hace algunos años se sustituye frecuentemente á las tablas numéricas diagramas que permiten efectuar los cálculos con más rapidez, M. Flamant había propuesto para las aplicaciones de su fórmula al caso de los tubos incrustados, un abaco reproducido en el tratado de distribución de agua de M. Devaube; pero que ofrece algunos inconvenientes prácticos. M. Daries lo ha reemplazado por otro abaco de puntos alineados establecido según el método de M. d'Ocagne.

Á fin de poder utilizar el abaco para los tubos de plomo sin corregir el gasto ó la pérdida de carga, se indica por debajo del eje de los diámetros en el gráfico una segunda graduación aplicable á estos tubos. Termina este estudio por aplicaciones prácticas que hacen resaltar la utilidad del abaco en el cálculo de los pequeños tubos de plomo.