

esté más cerca del vértice del ángulo de la biela acodada *C*. Se dimensionan además los órganos de la transmisión de tal suerte, que la articulación de *D* y de *G* sea en un momento dado el centro de la ranura de la corredera *C*, y que el cierre de la válvula se produzca justamente en este momento. De esta manera se hace que el instante de este cierre sea independiente de la posición de la pequeña biela *D*, puesto que en este momento la distancia del eje de la articulación en cuestión es en todos los puntos de la corredera la misma é igual á la longitud de esta biela.

Como lo demuestra la figura 3.<sup>a</sup>, el enlace entre *D* y *C* está hecho de manera que la biela *D* esté únicamente elevada por la corredera, y que el contacto se interrumpa entre estas dos piezas durante una gran parte de la revolución del árbol.

### El alquitranado de las carreteras.

El número de Octubre de los *Annales des Travaux publics de Belgique* contiene una nota de M. Froidure, Ingeniero principal de puentes y calzadas, en la que relata los experimentos hechos en 1907 sobre algunas carreteras.

No obstante las circunstancias desfavorables (mal tiempo, medios de transporte del alquitran insuficientes, etc.), 270.000 metros cúbicos fueron alquitranados á fines de Julio de 1907. Los resultados por lo que se refiere á la supresión del polvo han sido excelentes, y los gastos muy aceptables.

Estos alquitranados se han hecho en caliente por medio de un aparato mecánico nuevo, y utilizando también los dos sistemas de aparatos ordinarios que se emplearon en años anteriores.

El alquitranado por medio de los aparatos ordinarios se ha hecho sobre una superficie de 100.000 metros cuadrados, en las proximidades de Yprés. El precio del metro cuadrado ha variado entre 0,04 francos y 0,06 para un primer alquitranado, y entre 0,04 y 0,055 para las partes de la carretera que fueron alquitranadas en los años anteriores. Se puede admitir la cifra de 0,045 para un segundo alquitranado, al menos en las carreteras de tránsito moderado. En los lugares en que el tráfico es intenso el alquitran debe renovarse completamente todos los años y el precio se eleva en este caso á 0,055 francos próximamente.

Los ensayos de alquitranado en caliente por medio de los aparatos mecánicos se hicieron sobre 170.000 metros cuadrados. El material constaba, además de los aparatos mecánicos, de una barredera mecánica y de un rodillo compresor de vapor Albaret, transformado para esta operación. El suministro de material se hizo por medio de un barco de hierro de 120 toneladas.

El precio del metro cuadrado se elevó sensiblemente á 0,07 francos para las calzadas alquitranadas por primera vez. Los alquitranados ulteriores no costaron más de 0,055 francos.

Resulta de aquí, que la ventaja desde el punto de vista del gasto continúa del lado de los aparatos ordinarios, y además, el sistema de alquitranado con ellos economiza alquitran. Bajo este concepto el alquitranado mecánico tiene que sufrir perfeccionamientos, aparte de lo expuesto que es á interrupciones.

En cuanto á los resultados obtenidos por el alquitranado superficial efectuado á mano ó mecánicamente, han sido muy buenos, tanto por lo que afecta á la supresión del polvo cuanto á la reducción del desgaste de las calzadas afirmadas.

No hay que temer, según dice el autor, una coalición de los productores de alquitran para imponer al Estado precios elevados, vista la concurrencia naciente de otro producto, el carburo de calcio, que conviene igualmente para la supresión del polvo.

M. Froidure cita á continuación ejemplos de alquitranado en frío, en los cuales se dió al alquitran la fluidez necesaria, adicionándole un aceite pesado; pero este procedimiento es un poco más costoso, y, no obstante algunas ventajas, parece inferior al alquitranado en caliente. En fin, el autor analiza los resultados de los experimentos hechos desde 1905 en los alrededores de Yprés para efectuar recargos alquitranados, y termina por consideraciones de carácter general sobre la influencia del alqui-

trinado sobre el sistema de reconstrucción y de conservación de las carreteras.

### La velocidad del émbolo en las máquinas de vapor.

Damos aquí el resumen de una nota de M. Frederik Strickland sobre los límites de la velocidad en el émbolo de las máquinas de vapor.

En todas las circunstancias en que las cuestiones del peso, del espacio á ocupar ó del coste de primer establecimiento tienen importancia, hay gran interés en hacer girar las máquinas á la mayor velocidad posible, pues de este modo se consigue que un motor de pequeñas dimensiones proporcione una potencia relativamente considerable. Así se explica la tendencia actual á aumentar la velocidad, y ejemplos de ello son las locomotoras, los torpederos, los automóviles, etc., aplicaciones en las cuales la reducción de peso desempeña un papel importante. Pero hay límites de los cuales es preciso no pasar, por razones diversas, entre las cuales las más principales son las siguientes:

1.º La dificultad de tener lumbreras bastante grandes en los cilindros.

2.º El desgaste excesivo de los motores.

La primera de estas razones no tiene tanta gravedad como la segunda; en efecto, la mayoría de las máquinas tienen lumbreras tan anchas como fueran necesarias, y en la práctica se admite que el límite de velocidad sea el que convenga, atendiendo á las consideraciones relativas al desgaste, que debe mantenerse en una proporción moderada. Este desgaste es debido casi por completo al peso de las piezas animadas de un movimiento alternativo, tales como los émbolos y sus varillas, las bielas, etc., que tienen que detenerse y cambiar el sentido de su movimiento dos veces por vuelta. Cuando no hay piezas animadas de movimientos alternativos, como, por ejemplo, en las turbinas, dinamos, etc., se pueden alcanzar velocidades muy superiores, sin temor á un desgaste considerable.

Por otra parte, si una máquina alternativa marcha á velocidades crecientes, llega un momento en que los rozamientos interiores aumentan y provocan el calentamiento de las piezas con la pérdida de trabajo y el desgaste, que son la consecuencia inmediata. Este hecho ha sido puesto en claro de una manera notable en una comunicación sobre las locomotoras compound dirigida á la Institution of Mechanical Engineers, en Abril de 1904. Se ha visto, en efecto, que una débil reducción en el diámetro de las ruedas motoras llevaba consigo un incremento considerable de las resistencias interiores cuando se marchaba con velocidades elevadas, y se ha visto también que existía una velocidad crítica, á partir de la cual los rozamientos crecían rápidamente, velocidad que dependía del diámetro de las ruedas, y, por consecuencia, del número de vueltas. Se obtiene de aquí la consecuencia que si se pudiese anular el peso de las piezas con movimiento alternativo, no habría resistencia interior debida á su inercia, y entonces la velocidad á la cual una máquina de dimensiones dadas podría funcionar sin rozamientos excesivos sería simplemente una función del peso de las piezas con movimiento alterno.

Este resultado ha sido realizado por los fabricantes de automóviles, y se puede decir que el éxito del motor de petróleo de gran velocidad es debido á la ligereza dada á las piezas del mecanismo.

Al principio los vehículos estaban provistos de motores que diferían poco de los motores fijos de gas, si bien contruidos con menor peso. Estos motores giraban á 900 vueltas por minuto, y daban su máximo de potencia á esta marcha, por lo que toda tentativa para aumentar la velocidad llevaba consigo un incremento de resistencia tal que el trabajo medido al freno disminuía. El peso del émbolo de 0,10 metros de diámetro era de 3 á 4  $\frac{1}{2}$  kilogramos.

De Dion, para construir sus triciclos de motor, tuvo que reducir el peso de las máquinas, y con este fin elevó el número de

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 riesgo 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.