

Después de recordar el establecimiento de las fórmulas ordinarias de la flexión en las barras rectangulares, siguiendo la hipótesis de que las tensiones y compresiones á uno y otro lado de la fibra neutra, son proporcionales á las distancias á esta fibra, el autor reproduce los diagramas de los esfuerzos reales medidos sobre barras de diversos materiales. Estos diagramas ponen de manifiesto las divergencias encontradas, porque en una pieza de acero, por ejemplo, la suma de los momentos sobre el diagrama resulta 1,43 veces lo que da la fórmula ordinaria.

En el caso de una pieza de fundición, la relación se ha encontrado igual á 1,64; en el acero de cañones es de 2,4.

En resumen, el aumento de resistencia puede explicarse únicamente por el hecho de que las fibras intermedias resistan un esfuerzo más elevado que el previsto por la teoría de la repartición lineal.

Propulsión eléctrica de los grandes navios.

La revista holandesa *De Ingenieur* ha publicado una nota de M. Van Ryn sobre el empleo de la electricidad en la propulsión de los grandes navios y de la cual encontramos el resumen siguiente en los *Anales de la Association des Ingenieurs sortis des Ecoles speciales de Gand*.

Parece que se prepara en los actuales momentos un experimento en el cual la electricidad va á desempeñar un gran papel en la cuestión de la propulsión de los grandes navios.

Lo que ha conducido sin duda á estas nuevas investigaciones es la consideración siguiente: Las turbinas empleadas en las embarcaciones *Cunard Lusitania* y *Mauretania*, marchan á una velocidad de 180 vueltas por minuto, marcha completamente irracional, porque á esta pequeña velocidad, el consumo de vapor es excesivo. Y no hay que pensar en aumentarla, porque si la hélice funcionase á una velocidad mayor, no sería el agua rechazada hacia atrás por el propulsor, sino que sería proyectada en todos sentidos, disminuyendo grandemente el rendimiento.

Estamos, pues, en presencia de un dilema, para cuya solución se ha propuesto recurrir á la electricidad, acoplando generatrices á las turbinas (ya que el empleo de transmisiones intermedias, dada la potencia á transmitir, no son convenientes), haciendo que éstas trabajen á la velocidad más favorable, y disponiendo sobre los árboles de las hélices electromotores puestos en movimiento por la corriente de las generatrices, y dando un número de vueltas no muy superior á 180 por minuto.

Un navio de las dimensiones de últimos barcos *Cunard*, podrá, con una potencia de 100.000 caballos, alcanzar una velocidad de 30 nudos, y necesitará seis generatrices de 20.000 caballos, una de ellas de reserva. En cada uno de los cuatro árboles de la hélice habrán de montarse seis motores de 5.000 caballos, cinco en función y uno de reserva.

La transmisión eléctrica constituirá una revolución en el gobierno de los barcos, porque los cambios de velocidad y de sentido de la marcha podran hacerse desde el puente. Es preciso haber navegado para darse cuenta de toda la importancia de estos cambios. Momentos hay en que una fracción de segundo puede tener una influencia decisiva, y en tales casos no habrá necesidad de empezar por transmitir las órdenes á la cámara de máquinas con el peligro de ser mal comprendido ó de ver cómo se retrasa la ejecución, sino que la persona misma que ve el peligro podrá maniobrar para evitarlo.

También por medio de la transmisión eléctrica se podrá evitar el peligro de una rotura en los árboles de la hélice cuando los propulsores, por causa de un golpe de mar, queden al aire. El electromotor, cuando la hélice emerja, no aumentará mucho de velocidad, de suerte que se evita el peligro de la rotura del árbol, pero el de la máquina motriz subsiste, y habrá necesidad

de montar una batería en paralelo con la generatriz, ó bien absorber el exceso de potencia por una resistencia temporal.

La primera solución sería muy incómoda en un navio. La segunda será probablemente menos económica, pero podrá dar un buen resultado, aunque la instalación ocupará todavía mucho espacio sobre un navio como el *Lusitania*.

Podría imaginarse una disposición, según la cual, y siguiendo la altura de la popa del navio, una parte más ó menos grande de la resistencia se intercalara automáticamente en el circuito. Que cuando la hélice estuviera completamente sumergida, la resistencia paralela fuera tan grande que no pasara por ella corriente alguna, por decirlo así, y que á medida que la hélice fuera saliendo del agua, la corriente absorbida por la resistencia fuera aumentando hasta el momento en que estuviera por completo aquélla al descubierto, en cuyo momento la corriente absorbida por la resistencia podría ser todavía la mitad de la fuerza total de la generatriz, lo que sería bastante para evitar todo peligro en las máquinas.

Hemos creído interesante reproducir esta nota, porque su estudio nos descubre nuevas perspectivas en el empleo de la transmisión eléctrica. Es, en efecto, irracional hacer funcionar las turbinas de vapor á velocidades de 180 vueltas por minuto; pero hay un punto sobre el cual deben hacerse toda clase de reservas, y es el de suponer que un futuro navio semejante al *Lusitania* podrá, con una fuerza de 100.000 caballos, alcanzar una velocidad de 30 nudos, suposición que no puede provenir más que de un exámen demasiado superficial de la cuestión.

Desde luego creemos que una potencia de 100.000 caballos sería insuficiente para obtener la velocidad indicada; la ley del cubo de las velocidades para el valor de 26 nudos da una potencia de 105.000 nudos; pero admitamos los 100.000 citados.

Esta potencia quedará dividida entre las turbinas de vapor que accionan las dinamos generatrices á gran velocidad y las dinamos receptoras montadas sobre los árboles de las hélices. Es muy difícil advertir que, no obstante la aceleración de los motores, un tal conjunto para 100.000 caballos no tenga un peso superior al de cuatro turbinas de vapor accionando directamente las hélices y desarrollando solamente 68.000 caballos. Admitiremos sin embargo, que el peso sea el mismo en los dos casos.

Pero esto no es todo; es preciso suministrar vapor á estas máquinas, y para pasar de 68.000 caballos á 100.000, ó sea de 1 á 1,5, es necesario aumentar el número de calderas, que es ya en el *Lusitania* de 25 á 38, esto es, un aumento de 13, con una superficie de caldeo de 21.600 m², ó sean 7.200 más que el primitivo que es de 14.400.

Alojar 13 calderas más en el interior de un navio no es cosa tan fácil como parece; pero atengámonos solamente á la cuestión del peso. Las calderas de este género pesan próximamente 250 kilogramos por metro cuadrado de superficie de caldeo; por lo tanto, el conjunto de las 13 calderas pesará $7.200 \times 250 = 1.800$ toneladas, y cada caldera con el agua y sus accesorios pesará 138 toneladas. Hay que añadir todavía los condensadores de superficie con su agua y sus accesorios, las bombas de circulación, etc., ó sean á 25 kilogramos por caballo, $32.000 \times 25 = 800$ toneladas, lo que da un suplemento de peso para el aparato motor de 2.600 toneladas.

El consumo de vapor, que es próximamente 1.000 toneladas cada veinticuatro horas para el *Lusitania*, se elevará á 1.000

$$\times \frac{100.000}{68} = 1.470, \text{ ó sea, para los cuatro días de trayecto}$$

efectuado á la velocidad de 30 nudos, $470 \times 4 = 1.880$ toneladas. Es necesaria una reserva proporcional al consumo; sea ésta de 2.000 toneladas en números redondos; se tendrá entonces como suplemento $2.600 + 2.000 = 4.600$ toneladas para asegurar al navio una velocidad de 30 millas por hora.

Pero la carga útil de las embarcaciones *Cunard* se compone

simplemente de 2.350 pasajeros que, á razón de 120 kilogramos por persona (con 50 kilogramos de equipaje), dan un peso de 3.000 toneladas y de 1.500 toneladas de mercancías, y en total 4.500 toneladas; por lo tanto, se ve que la adición del peso representado por la potencia suplementaria necesaria para la realización de la velocidad de 30 metros absorbería un tonelaje superior al cargamento productivo del navío, que quedaría así reducido al transporte únicamente del correo, fuente muy pequeña de productos para remunerar el enorme coste de la construcción.

Si se conserva el cargamento útil, es necesario buscar en un incremento del calado, ya considerable, las 4.600 toneladas necesarias, de donde resultará un aumento correspondiente en la sección sumergida y otro para la potencia motriz necesaria. Se ve que el problema es insoluble bajo esta forma, y que es necesario abordar francamente el estudio de un nuevo casco, de dimensiones muy superiores á las de las embarcaciones *Cunard*, si se quiere llegar al navío de 30 metros aun con la introducción de la transmisión eléctrica.

En cuanto á la cuestión de la seguridad y de la rapidez en la maniobra, no está todavía demostrado que se puedan gobernar desde el puente, en caso de urgencia, los motores de vapor que accionan directamente los propulsores. Sería interesante hacer estudios en este orden de ideas.

El 2 de Noviembre último la cuestión en que nos ocupamos ha sido discutida delante de la Institucion of Marine Engineers, en Londres, con ocasión de una comunicación de M. W. P. Durnall sobre la propulsión eléctrica de los navíos, presentada precedentemente en la sala de los Congresos de la Exposición anglo-francesa. En esta discusión las opiniones han quedado perfectamente divididas, presentándose los electricistas de acuerdo con las ideas de M. Durnall, y los Ingenieros navales sucesivamente en oposición. Según éstos, toda complicación en la transmisión lleva consigo pérdidas de trabajo, y si con la disposición actual la parte motriz de un navío comprende tres partes, la caldera, la máquina y el propulsor, la propulsión eléctrica, con la adición de una generatriz y de una receptriz de corriente, elevará el número de partes á cinco, en lugar de tres. No se ve así el modo de producir una economía de combustible.

Los argumentos de los electricistas tienen por punto de partida la necesidad para un rendimiento ventajoso de las turbinas de vapor, de tener una velocidad constante y elevada, lo que no se realiza en las aplicaciones actuales. Se obtendrán entonces resultados muy económicos que compensarán ampliamente las pérdidas ocasionadas por los órganos supletorios, bien entendido que aquí se trata de turbinas y que la disposición propuesta no tendrá aplicación con las máquinas alternativas.

Hay aquí evidentemente una cuestión de cifras, y es preciso estar bien impuesto de una parte, sobre los valores de los rendimientos, y de otra sobre las cifras de consumo de las turbinas para establecer la comparación.

La asamblea parece está conforme en admitir que, por el momento actual, no se poseen los elementos necesarios para pronunciarse en uno ú otro sentido con conocimiento de causa, y que la discusión deberá continuar cuando se posean dichos datos.

Empleo combinado del aire caliente y del vapor recalentado en las locomotoras.

El empleo del aire caliente mezclado al vapor en las máquinas sin condensación no es nuevo. Fué ensayado por Warsop

bajo el nombre de aerovapor hace cerca de cuarenta años, y en 1873 el Ingeniero Morandiere dió en una sesión de la Sociedad de Ingenieros civiles lectura de una nota de Beyeron, en la que se decía que, á consecuencia de una experiencia durante un año sobre una locomotora donde la economía de combustible aportada por la adición del aire caliente se había elevado á un 20 por 100, la Compañía del Laucashire Yorkshire había resuelto instalar los aparatos Warsop en seis locomotoras.

En 1880 ya se habló del motor simplex de Davey, fundado en el mismo principio. Hacia 1885, Isherwood, Ingeniero Jefe de la Marina de los Estados Unidos, dió una relación de los experimentos ejecutados por él sobre el motor Strange, igualmente fundado en la mezcla del vapor con el aire caliente; y, finalmente, en 1905 se han publicado en distintas revistas los resultados de los ensayos hechos sobre la máquina de vapor y aire caliente de Field, autor de la caldera tan conocida del mismo nombre.

Todas estas máquinas se derivan más ó menos directamente de un motor llamado «dond Engine», propuesto por Storms allá por el año 1855, y quizás encontremos el origen más lejano aún. De todos modos, no obstante los buenos resultados obtenidos, hasta ahora no parece que estas máquinas hayan entrado de lleno en el uso de la práctica.

Sin embargo, M. Field insiste en sus trabajos, y recientemente ha intentado llevar á las locomotoras la disposición de que venimos hablando.

Consiste el sistema en comprimir, por medio de una bomba movida por la misma máquina, el aire, hasta una presión sensiblemente igual á la de la caldera, después de lo cual es enviado á un aparato recalentador, donde se mezcla al vapor, y de allí á los cilindros. La ventaja resulta, de que el aire mezclado con el vapor impide, en una cierta medida, la condensación interior en los cilindros y sus efectos perjudiciales, además de que el aire calentado por su compresión da al vapor un recalentamiento suplementario y, por consecuencia, una temperatura más elevada.

En la aplicación, los compresores de aire se colocan en tándem delante de los cilindros de vapor, y son accionados por las mismas varillas de éstos prolongadas. La compresión de aire se lleva á 200 libras (14 kilogramos).

El recalentador consiste en una caja plana colocada contra la placa tubular de la caja de humos, dentro de la cual existen unos tubos que son prolongación de los de la caldera. Unas pantallas intercaladas hacen circular el vapor y el aire en todos sentidos.

Los compresores llevan unas envolventes con circulación de agua, alimentados por las cajas del tender.

El sistema Field y Morris ha sido aplicado en un cierto número de pequeñas máquinas, en donde ha dado economías de combustible que se han elevado á un 15 y á un 20 por 100; hace dos años se empleó en una locomotora de mercancías del North British Railway, y más recientemente, en una máquina expés, tipo *Atlantic*, de la misma Compañía.

Esta última ha sido sometida á ensayos muy completos en un laboratorio.

El *Engineer*, en el cual se encuentran las reseñas que preceden, no dan los resultados de estos ensayos, y se limita á indicar que la economía encontrada por el empleo del aire caliente fué de 18 por 100, añadiendo, que el aparato ha sido igualmente señalado en una locomotora de otra línea no menos importante.

Es probable que no se tarde mucho en tener detalles completos sobre estas aplicaciones y de los resultados que de ellas se obtengan.

