

porizar pesos de agua considerables y, por consiguiente, con una gran superficie de calefacción.

Así es que se emplean generalmente calderas tubulares de retorno de llamas, por el estilo de las que representan las figuras 746, 770 y 771. Además, no basta una sola caldera ni un solo hogar, y la cantidad de combustible quemado es asombrosa. Citemos algunas cifras.

El *Algeciras*, de 900 caballos, tiene una máquina provista de 8 cuerpos de caldera cuyas hornillas, cuando están encendidas á la vez, queman 4,146 kilogramos de hulla por hora.

El *Napoleón*, de 950 caballos, tiene también 8 cuerpos de caldera y 40 hornillas que

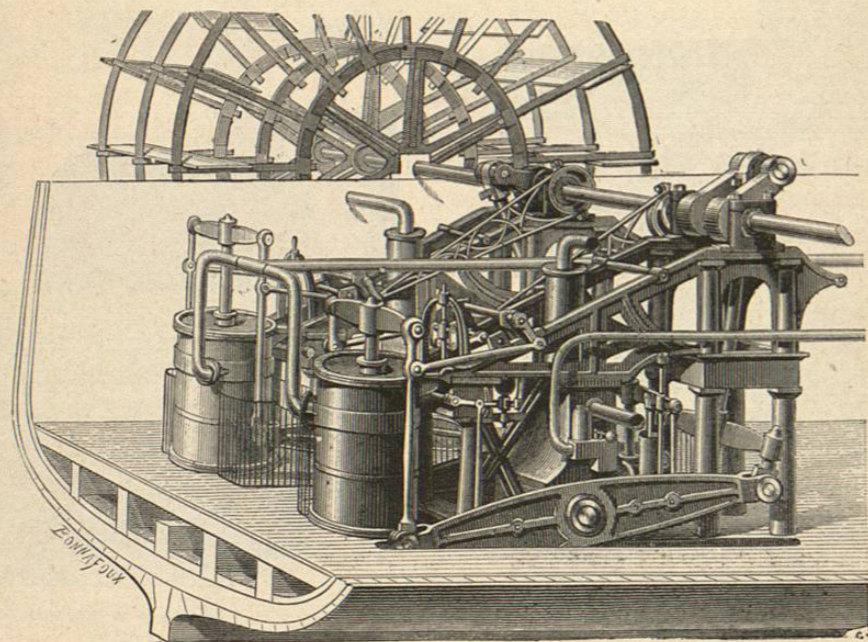


Fig. 772. —Máquina de balancín del vapor de ruedas *Sphinx*

queman 3,635 kilogramos de hulla por hora. La presión del vapor apenas excede de 2 atmósferas.

La fragata acorazada *Friedland*, que con su cargamento completo de carbón y municiones pesa 7,200 toneladas, consume á toda marcha 5,200 kilogramos de hulla por hora ó sea 125 toneladas por día de navegación continua. Es, pues, un gasto que con arreglo al precio del carbón de piedra puede variar de 4,000 á 5,000 francos diarios, por lo que hace al combustible únicamente.

El aspecto exterior de las máquinas y calderas marinas apenas se parece al de las máquinas de vapor empleadas en la industria manufacturera. Aunque todos sus órganos sean de dimensiones considerables, se los ha acondicionado de modo que ocupen el menor espacio posible; calderas, condensadores, mecanismo motor, etc., todo está reunido como puede verse examinando las figuras 772 y 773.

La primera es una máquina de balancín, de media presión, con expansión y condensador. El balancín oscila debajo del émbolo y del cilindro, disposición que hace necesaria la situación del árbol motor ó la del eje de las ruedas, que ocupa forzosamente un sitio elevado en los vapores de esta clase. Esta máquina pertenece al vapor *Sphinx*.

Las bielas van unidas directamente al árbol que está acodado en dos de sus puntos para formar dos manivelas de ángulo recto, cada una de las cuales recibe la acción de un cilindro.

Aquí los cilindros son verticales. Cuando se aplicó el mismo tipo de máquinas á la hélice, colocáronse horizontalmente los cilindros y en un sentido transversal; mas para dar al árbol suficiente rapidez de rotación, hubo que recurrir á un sistema de engranaje. En breve se prefirieron las máquinas horizontales con dos cilindros sin balancín, y las bielas ejercieron su acción en el mismo árbol de la hélice, acodado en ángulo recto.

Los cilindros de las máquinas marinas suelen tener dimensiones colosales. Para no citar más que un ejemplo, diremos que los cilindros de la máquina del *Friedland* tienen un diámetro interior de 2^m,10 y la marcha de sus émbolos recorre 1^m,30. Así es que la presión del vapor se ejerce en cada émbolo en una superficie de unos 3^m,50; y suponiendo la tensión del vapor de 2 atmósferas y media, esta presión equivale á unos 90,000 kilogramos.

Para guiar émbolos de esta dimensión, se usan, no uno, sino dos ó cuatro vástagos, que se articulan por medio de una travesa á la biela, la cual se articula á su vez con el árbol motor.

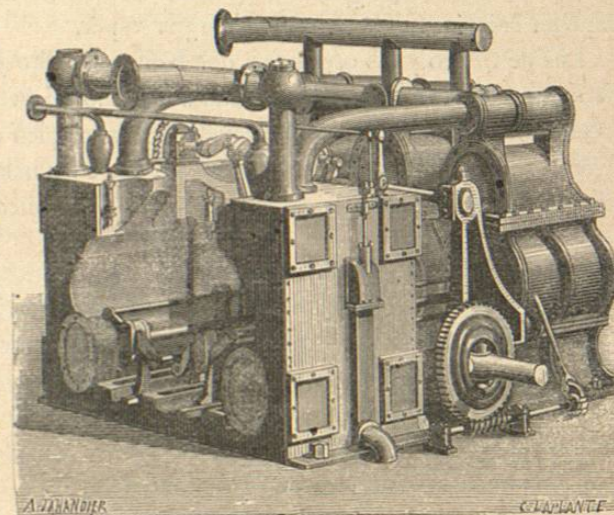


Fig. 773. —Máquina marina de dos cilindros con expansión y un cilindro de toda presión

La máquina marina de vapor que acabamos de citar no es tan sólo notable por sus dimensiones, por su fuerza y por la velocidad que imprime al buque en que está instalada, velocidad que en tiempo de calma no baja de 28 kilómetros por hora. Su hélice tiene 6^m,10 de diámetro: la hemos visto girar sobre su árbol en la Exposición universal de 1867; colocándose en el sentido del movimiento de las alas, se sentía en el rostro la impresión de la corriente de aire producida por la evolución de las enormes espiras. Pero, lo repetimos, esta máquina se distingue también como tipo de cualidades especiales. Digamos unas cuantas palabras acerca de ella para terminar.

Es una máquina de expansión del sistema Woolff, pero con la particularidad de tener tres cilindros iguales del mismo diámetro y marcha. El vapor penetra en un solo cilindro, el de en medio, y después de trabajar á toda presión, pasa á los dos cilindros laterales, en los que se distiende escapándose luego á dos condensadores separados. Al salir de las calderas, el vapor circula por un aparato secador, y luego se bifurca en las camisas-envolventes de los cilindros extremos. En igualdad de fuerza y peso, obtiéndose con este sistema de máquinas, comparado con el de dos cilindros, una economía notable de combustible.

Además, como los codos ó manivelas del árbol motor que reciben las cabezas de biela están dispuestos en ángulo recto para los codos correspondientes de los émbolos extremos, y en la prolongación de la bisectriz de este ángulo para el codo de en me-

dio, resulta la ventaja de que todas las piezas movibles conservan casi enteramente el mismo equilibrio alrededor del eje del árbol, cualquiera que sea la posición que el oleaje haga tomar al buque.

De algunos años á esta parte, se usan mucho en marina las máquinas Compound, que no son otra cosa sino máquinas de expansión del sistema Woolff de dos cilindros, pero en las que la colocación y distribución de los cilindros están combinadas de un modo especial. Se dividen en tres sistemas especiales, según que los cilindros sean verticales, en cuyo caso los émbolos actúan en el extremo de un balancín, ó bien estén colocados horizontalmente punta con punta y dos émbolos enfilados en un mismo vástago, ó que, como en la máquina Dupuy de Lôme (del *Friedland*) haya tres cilindros en que los émbolos pongan en acción manivelas á 90°. Las máquinas Compound no se emplean únicamente en la navegación por vapor.

Las de tronco y las oscilantes, que hemos descrito ya en el artículo consagrado al mecanismo de la transmisión, se usan á menudo en la navegación fluvial ó marítima. Creemos haber dicho ya que la armada inglesa emplea especialmente las primeras. Por lo general, las diferencias que se observan entre las máquinas fijas terrestres y las marinas dependen casi siempre de su colocación y acondicionamiento.

CAPITULO XI

LA LOCOMOTORA

I

EL VAPOR EN LOS CAMINOS DE HIERRO. — PRIMERAS LOCOMOTORAS

Las primeras pruebas de carruajes movidos por el vapor de agua se remontan al ingeniero francés Cugnot que en 1769 ideó y mandó construir en París un carretón destinado á circular por las carreteras impelido por el vapor. Más adelante, en 1804, Oliverio Evans construyó en Filadelfia el primer carruaje de este género que se ha visto en América. Por la misma época, una máquina locomotora circuló por el camino de hierro de Merthyr Tydwil, en Inglaterra, invención debida á los ingenieros Trewitick y Vivian.

La locomoción en los caminos por la acción del vapor no debía tener completo éxito y adquirir la inmensa extensión que hoy tiene, hasta la adopción de un nuevo sistema de vía, que en un principio se puso en uso para el transporte de materiales en las minas de carbón de piedra. Los caminos de carriles, luego de bandas salientes, al principio de madera y después de hierro ó acero, disminuían considerablemente la resistencia ó la rotación de los carros.

Pero, cosa curiosa, este progreso constituyó en su origen un obstáculo para la adopción de los carruajes de vapor. Como éstos eran al principio muy ligeros, al girar rápidamente sus ruedas motoras, resbalaban sin avanzar, *patinaban* según la expresión técnica. Ideáronse entonces diferentes medios para vencer esta dificultad práctica, cuando un ingeniero inglés, Blocket (1813) probó que puede lograrse la adherencia de

la locomotora á los rieles dando á aquélla un peso bastante considerable, con tal que lo soporte el eje de las ruedas motoras. De esta época data la máquina de G. Stephenson, cuyos ejes hizo éste solidarios por medio de una cadena sin fin. La adherencia de todas las ruedas de la locomotora quedó así utilizada.

Puede decirse que, á partir de aquel momento, la locomoción por las vías férreas por medio de carruajes movidos por el vapor era un problema resuelto prácticamente. Sin embargo, las primeras locomotoras no daban todavía un resultado satisfactorio, porque la cantidad de vapor que podían suministrar sus calderas era insuficiente para la carga ó la velocidad apetecidas.

La causa de este inconveniente está en la naturaleza de la caldera cuya agua la calentaba una hornilla interior por medio de un tubo que la atravesaba en toda su longitud. La superficie de calefacción no era bastante considerable para la vaporación que importaba obtener, y el tiro era muy insuficiente.

Con todo, las locomotoras de Stephenson y de Hacworth realizaron, por diferentes conceptos, perfeccionamientos que no carecían de importancia; el mecanismo motor, la transmisión, la adherencia de las ruedas á los rieles fueron objeto de arreglos y variaciones que sería prolijo describir. Hasta 1829, la locomoción por vapor no hizo más que los progresos de detalle de que hablamos.

Pero, en esta época, la sustitución de la caldera ordinaria por la caldera tubular, con tiro producido por un chorro de vapor, causó una verdadera revolución en la aplicación de las máquinas de vapor á la locomoción por las vías férreas. Débese á Marc Seguin la invención de las calderas tubulares; gracias al enorme aumento de la superficie de calefacción que de este modo se pudo conseguir, sin aumentar las dimensiones del generador, la vaporización creció en una proporción que multiplicó la fuerza de las máquinas; pero, para atender á esta producción de vapor, era preciso conservar la actividad de la hornilla por medio de un tiro enérgico que no podía dar la escasa altura de las chimeneas de las locomotoras.

Fué asimismo una feliz idea la de utilizar el vapor cuando acaba de ejercer su acción sobre el émbolo y hacerlo salir por la chimenea misma. De este modo produce á cada golpe del émbolo una corriente rápida que se lleva al exterior el aire y los gases de la combustión, y por los tubos atrae el aire al seno mismo de la hornilla.

La primera locomotora á la que se aplicaron estas dos reformas importantísimas fué el *Cohete*, salida de los talleres de Roberto Stephenson, la cual obtuvo en 1825 el premio del concurso abierto en Liverpool.

II

LA LOCOMOTORA

Veamos ahora qué ha llegado á ser la locomotora después de más de sesenta años de perfeccionamientos sucesivos.

En las figuras 774, 775 y 776 damos una sección longitudinal y dos transversales de las partes anterior y posterior de la locomotora, que nos harán comprender las principales disposiciones de esta máquina.

Ocupémonos ante todo del generador. Acabamos de ver que la caldera de las locomotoras es tubular. Se compone de dos partés principales: una, situada en la parte posterior y de forma rectangular, contiene el hogar, que está rodeado de agua por to-