

velocidad de la máquina, velocidad que, según creo, queda reducida á la mitad, la fuerza de tracción será doble, y la locomotora podrá vencer entonces los obstáculos que las cuestas ó el mal estado del camino presenten en el trayecto. En la Exposición universal de 1867 figuraba una máquina de este sistema, y de la fuerza de tres caballos. Salida de la estación de Auxerre arrastrando un pequeño carronato de ruedas bajas que llevaba una carga de más de 3,000 kilogramos, ha podido subir cargada de este modo, y valiéndose de sus pequeñas ruedas, una larga rampa de 8 centímetros por metro, con una velocidad media de 8 kilómetros por hora. En las cercanías de París se han hecho otros experimentos que, según parece, han resultado muy favorables á este sistema. La vista que insertamos de la locomotora de caminos de M. Larmanjat ha sido tomada del natural, en una de las numerosas pruebas hechas hace años en París, en el Trocadero.

Debemos citar también la locomotora de caminos de M. Albaret, de Liancourt (Aisne), con la cual se han hecho pruebas por espacio de dos años en los departamentos del Norte y del Jura, remolcando, por caminos cuyas rampas llegaban á 5 y 6 centímetros, cargas de 12 toneladas con una velocidad máxima de 6 kilómetros por hora: la de M. Garret, que ha arrastrado entre Auxerre y Avallón, ida y vuelta, una diligencia con 15 personas, con la velocidad media de 11 kilómetros.

Los ingleses y los americanos no se han quedado atrás en esta clase de investigaciones, y han hecho numerosas tentativas para resolver prácticamente la cuestión de la locomoción por vapor en las carreteras. Para ellos, como para los ingenieros y constructores franceses, la principal dificultad estribaba en evitar los carriles ocasionados por el peso de la máquina. Por esto, en el sistema Boydell se utilizaba un riel sin fin por cima del cual pasaba la rueda y que descansaba en el suelo sujeto con anchos patines; la complicación del mecanismo y la escasa velocidad obtenida han sido causa de que se desechase este sistema.

El sistema Bray había adoptado ruedas de hierro de grandes dimensiones, provistas de uñas movibles en su circunferencia, pero esto daba por resultado un gran deterioro de los caminos.

Para resolver el mismo problema, un constructor de Edimburgo, M. Thomson, ha ideado guarnecer las llantas de las ruedas motoras de su máquina con bandas de goma vulcanizada que tiene un grueso de 125 milímetros por una anchura de 30 centímetros.

“Estas bandas, dice M. Sauvée, soportan perfectamente el peso de la máquina, y ruedan por los caminos ordinarios sin aplastar las piedras que hay en la superficie. Gracias á la elasticidad de la goma, el contacto entre la llanta y el suelo no tiene lugar según una generatriz, sino según una superficie sobre la cual está repartida la presión. Las ruedas no se hunden ya en el suelo, y aun si se hace pasar la locomotora por una carretera recién engravada, pasará sobre las piedras machacadas sin que las bandas de goma se corten ni deterioren. La fuerza invertida en hacer andar una máquina de esta clase será, pues, mucho menor que la que necesita una máquina de llantas lisas de hierro, porque en este último caso, la rueda estruja la grava y ocasiona una pérdida de fuerza notable.”

Una locomotora de este modelo ha podido circular por una pradera sin dejar apenas huella de su paso. En un camino horizontal puede remolcar 30 toneladas con una velocidad que varía entre 4 y 10 kilómetros por hora. Su fuerza efectiva es de 16 á 18 caballos. En Inglaterra se usan muchas para transportar carbón desde la mina á las fundiciones próximas; M. Thomson ha aplicado su locomotora en Edimburgo á la trac-

ción de los ómnibus. Por último, en la India se han hecho, según parece, algunas pruebas con ella por la administración postal, para el transporte de la correspondencia en la provincia del Penjab, entre las ciudades de Loodlana, Ferozepore y Lahore.

La locomotora de caminos de Thomson consiste en una máquina de cilindro horizontal C (fig. 781), que por medio de una biela comunica el movimiento á un árbol motor dos veces acodado, provisto de un piñón cuyos dientes engranan con los de otra rueda calada sobre la rueda motora. Gracias á esta disposición, el eje R de las ruedas motoras se pone en movimiento con una velocidad que, relacionándose con la de los émbolos, depende del número de dientes de la rueda y del piñón. Pero el árbol motor

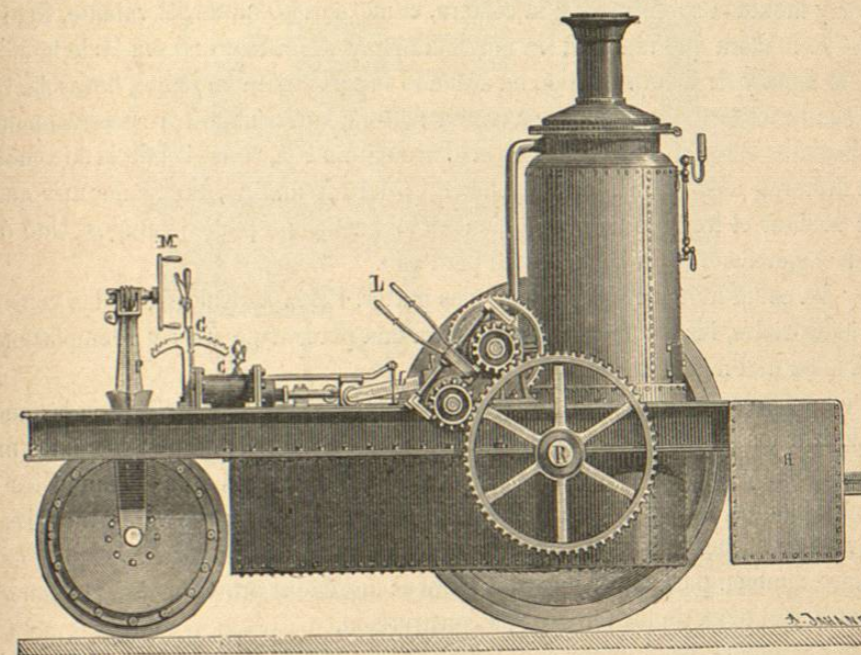


Fig. 781.—Locomotora de carreteras: sistema Thomson

está provisto de otro piñón que engrana con una segunda rueda calada á su vez sobre otro árbol motor paralelo al primero, y este último, por medio de un tercer piñón, comunica su movimiento á la primera rueda de engranaje. Estos dos sistemas funcionan aisladamente; el maquinista pasa cuando quiere de uno al otro con el auxilio de unas palancas que tiene á su alcance, y puede también variar, sin que sea distinta la acción del vapor, la velocidad de las ruedas motoras en razón de doble contra sencillo (ó más exactamente de 16 á 39) (1).

(1) Como se ve, puede considerarse resuelto el problema mecánico de la locomoción por vapor por las carreteras. ¿Quiere esto decir que se generalizará pronto el uso de las locomotoras de carreteras? Difícil es contestar á esta pregunta; porque, junto al punto de vista técnico, está el industrial y comercial. Es menester que este medio de transporte sea realmente económico, lo cual depende sin duda de una porción de circunstancias extrañas á la mecánica. En las grandes ciudades como Londres y París, en donde las necesidades de la circulación son tan continuas y apremiantes, se podrán emplear con provecho las locomotoras de carreteras, si se discurren medios que hagan prudente este uso, y se precaven los peligros que ocurrirían á cada momento á causa del encuentro frecuente de coches y viandantes. Este sistema de locomoción se ha ensayado ya en una de las grandes líneas de tranvías, pero ha habido que abandonarlo.

V

LA LOCOMÓVIL

Fáltanos examinar un cuarto tipo de máquinas de vapor, cuyo uso se extiende cada vez más y que sólo tiene de parecido con la locomotora el nombre y el aspecto exterior. Nos referimos á la *locomóvil*.

En realidad, la locomóvil es una máquina fija, pero una máquina fija transportable. Relativamente ligera y poco embarazosa, está colocada, como la locomotora, sobre un bastidor y montada sobre ruedas; la caldera, el mecanismo motor, el volante, todo está reunido de manera que funciona sin ninguna preparación, como no sea la de la alimentación de agua y de fuego. Cuando ha acabado su servicio en un punto, llévesela á otro donde sea necesario el trabajo de su fuerza motora, que suministra sucesivamente en sitios distantes entre sí. Las ruedas de la locomóvil no son, como las de la locomotora, ruedas motoras; absolutamente independientes del mecanismo, no tienen más que un objeto: facilitar el traslado de la máquina por los caminos ó por los campos. Uno ó dos caballos enganchados á la lanza bastan para ello.

Hoy día es un motor empleado en todas partes. En la agricultura, en las construcciones industriales, las locomóviles sirven para una porción de usos y reemplazan con ventaja á los motores animados.

En los talleres de albañilería de cierta importancia, las locomóviles son las encargadas de izar los materiales; ponen en movimiento las cabrias; dan vueltas á los molinos para moler y fabricar la argamasa; sustituyen á los obreros que levantan los montones para plantar estacas ó que manejan las grúas. Las grúas de vapor movidas por locomóviles se encuentran hoy en casi todos los puertos.

Usanse también para hacer jugar las bombas instaladas provisionalmente con objeto de extraer el agua de los terrenos de construcción.

En la agricultura, es el motor adoptado hoy en todos los casos en que se introduce el uso de la acción del vapor. En las faenas agrícolas propiamente dichas, particularmente en la siembra, es una locomóvil la que, instalada en uno de los extremos del campo, comunica su movimiento á los aparatos que conducen la reja del arado, y otro tanto sucede en las operaciones de la industria agrícola que tienen por objeto los productos, su conservación, transformación, etc., como máquinas de batir, de picar la paja, trituradoras, estrujadoras, etc. Dondequiera que se trate de grandes masas, puede haber, y hay en efecto, ventajas en sustituir los motores animados ordinarios, los hombres y animales, por el motor por excelencia, por el vapor.

Las locomóviles son máquinas que han recibido formas sumamente variadas según su destino y la idea de los constructores. Nos bastará describir uno de los tipos adoptados para que se comprenda el mecanismo de todos los demás. Tomemos por ejemplo la locomóvil Calla.

La caldera es, como la de las locomotoras, una caldera tubular, compuesta de un hogar A (fig. 782) situado en la parte de atrás, y de un cuerpo cilíndrico BB que contiene los tubos. La fuerza de las locomóviles es escasa; se las construye de uno, dos, hasta ocho caballos. No hay por consiguiente necesidad de una superficie de calefacción tan grande como en las locomotoras, por lo cual los tubos son más gruesos y no tan numerosos.

La máquina es de alta presión y sin condensación, escapándose el vapor por la chimenea para producir el tiro, el cual no debe activarse demasiado á fin de que no salgan fuera del hogar rescoldos ó cenizas candentes, á lo menos cuando se hace trabajar á la locomóvil cerca de materias inflamables, como suele suceder en la agricultura; de lo contrario, correría el riesgo de prender fuego á las mieses.

En la locomotora representada en la figura 782, el cilindro es horizontal y está co-

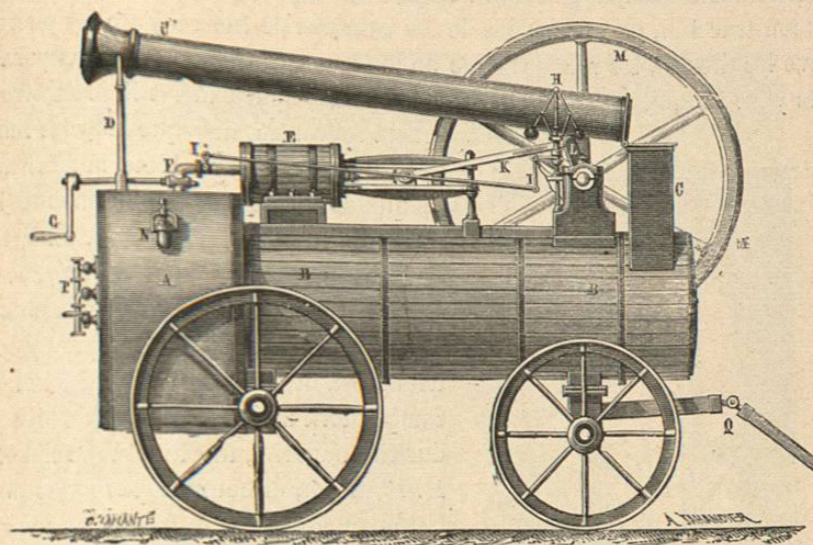


Fig. 782.—Locomóvil Calla: A, BB, caja de fuego y cuerpo cilíndrico tubular; C, chimenea; E, cilindro; M, volante; K, L, biela y manivela; HH, regulador

locado encima de la caldera. El vástago del émbolo, que se desliza por una corredera, pone en movimiento la biela K, que se articula con la manivela del árbol motor y del volante. Al pie del grabado se indican cuáles son los órganos ordinarios de la máquina, que no tienen nada de particular. En América se construyen máquinas locomóviles de caldera vertical, lo propio que el mecanismo motor.

Las locomóviles son máquinas poco económicas; consumen de 5 á 6 kilogramos de hulla por hora y por caballo. Hemos dicho que son ligeras, y en efecto, el peso de una máquina de 4 á 5 caballos no excede de dos toneladas.

VI

VARIAS APLICACIONES DEL VAPOR

Acabamos de ver lo que es la máquina de vapor y los principios de física y de mecánica en que está basada su construcción; cuáles son las formas variadas que se le han dado para apropiárselas á los múltiples servicios que de ella exigen la industria manufacturera, la de transportes terrestres y marítimos, las obras públicas y la agricultura. Réstanos añadir algunas palabras acerca de las aplicaciones mismas del vapor y del importantísimo papel que desempeña en las sociedades modernas.

Hemos visto que las primeras máquinas de vapor se emplearon en sacar las aguas de las minas: eran los motores de poderosas bombas, y hoy todavía sirven para los mismos trabajos. En las grandes ciudades las máquinas de vapor son también las que

sacan de los ríos y otras corrientes el agua necesaria para las atenciones públicas ó domésticas, por ejemplo, en París las de Chaillot, Saint-Maur y Ménilmontant.

En Inglaterra y en Holanda se han instalado máquinas de vapor para hacer funcionar las bombas empleadas en la desecación de pantanos y lagos, como los de Harlem, de Zuid-Plas, y hoy se trata de desecar del propio modo todo el Zuiderzee.

La locomóvil se usa más especialmente en las obras públicas; acabamos de ver que pone en movimiento los motores para empotrar estacas, para subir materiales á los edificios en construcción, para las grúas de los caminos de hierro y de los puertos. El vapor mueve las dragas, los remolcadores de los ríos y canales, las barcas para vadear las corrientes y las bombas contra incendios. Entre las aplicaciones interesantes de su potencia mecánica, hay que citar las mil operaciones que tienen por objeto la fabricación de las máquinas mismas, y especialmente la forja de las grandes piezas metálicas. El artefacto que sirve para este uso es el *martinete*, acerca del cual creemos deber dar algunos detalles.

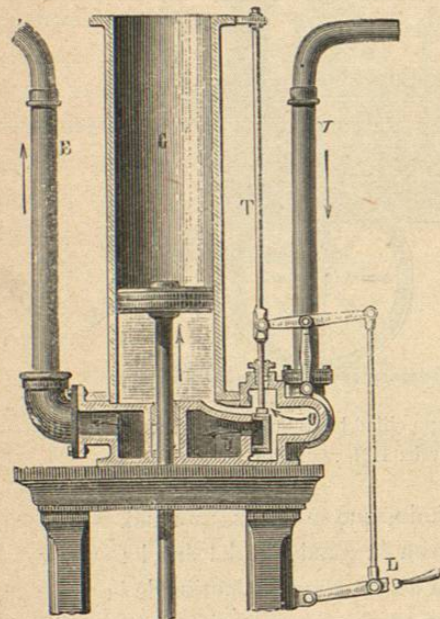


Fig. 783.—Sección del cilindro de un martinete de vapor

El martinete de vapor, que tanto ha contribuido á desarrollar la fabricación del hierro, esa primera materia de la mecánica y de la industria moderna, fué inventado hacia 1841 por M. Bourdón, director de las forjas del Creuzot. Estos gigantes martillos, usados en todas las fundiciones en las que se forjan el hierro y el acero en piezas de grandes masas, no reciben su movimiento de la máquina de vapor, sino que es el vapor el que los sube ó baja directamente entre dos montantes de hierro que les sirven de guía en sus idas y venidas.

La figura 783 muestra cómo funciona el martinete de vapor. Supóngase un motón de hierro, cuyo peso llega hasta 15,000 kilogramos, que corre entre dos montantes ó guías y está suspendido de la fuerte barra del émbolo de un cilindro en el que se hace penetrar el vapor cuando se quiere. Este llega por el tubo V á un orificio practicado en la parte inferior del cuerpo de bomba debajo del émbolo, que es entonces empujado de abajo á arriba por la fuerza elástica del fluido. Por medio de una palanca L, se actúa sobre una barra T que hace bajar una caja de distribución lateral, y el vapor se escapa por una chimenea UE al aire libre. El vapor obra aquí por simple efecto, pero se construyen martinetes en que sirve á la vez para levantar la enorme masa y precipitarla en su caída. He aquí algunos detalles sobre uno de esos ingenios, tomados de la obra titulada *Las Grandes Fábricas*, de M. Turgán.

“La compañía australiana del ferrocarril Victoria ha encargado un enorme martinete de vapor que se ha construido en la fundición de Kirkstall en Leeds (Inglaterra). Este martinete es de doble ó de simple efecto; así es que el vapor funciona en dos sentidos, es decir, que puede alternativamente levantar el martillo y pasar luego por encima de él para precipitar su caída y aumentar por consiguiente la acción de la gravedad. Esta disposición, que permite al mismo tiempo multiplicar el número de golpes en un tiempo dado, es sumamente ventajosa para forjar piezas de grandes dimensiones;

gracias á ella, se puede efectuar el trabajo en una sola calda, con lo cual se economiza tiempo, combustible y metal.

„El efecto de este poderoso aparato es igual al que produciría el peso de 16,000 kilogramos descargando cuarenta golpes por minuto. Puede obtenerse instantáneamente la acción alternativa del doble y del simple efecto. Por medio de una caja de distribución convenientemente situada, se puede también cambiar en un momento la caída y la fuerza del golpe. Ya es sabido que el trabajo mecánico de todos los martillos que

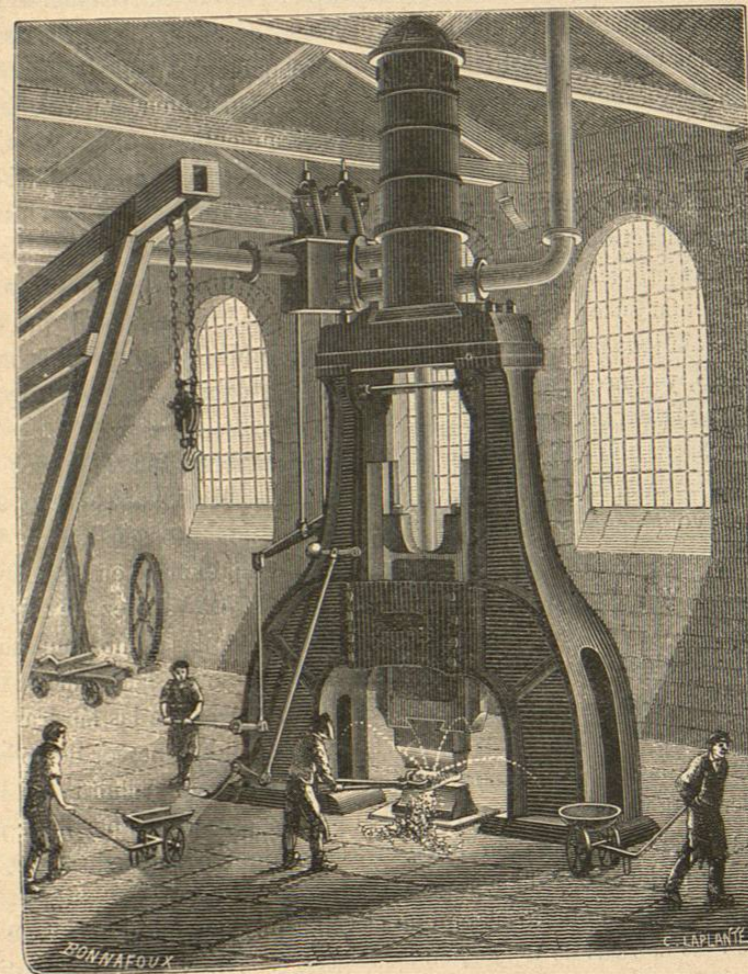


Fig. 784.—Martinete de vapor

funcionan por efecto de la gravedad se representa por el peso de la masa multiplicado por la altura de la caída. Por consiguiente, cuanto mayor sea esta altura, más considerable es la acción, pero también más lento el trabajo. Con el martinete de doble efecto de que se trata, la fuerza del golpe puede triplicarse y la velocidad duplicarse al mismo tiempo. El vapor que hace funcionar al martinete se obtiene con el calor perdido del hogar donde se calienta el hierro que se ha de machacar. El peso de todo el aparato, comprendiendo la masa del martillo, el yunque, el tajo, el cilindro de vapor, etc., es de unos 100,000 kilogramos.

El martinete es, por decirlo así, una máquina de vapor especial, en que la fuerza se invierte directamente en producir el movimiento del aparato. En las grandes fundi-

ciones, fábricas de máquinas, aserradoras mecánicas, con frecuencia son las máquinas fijas, locomóviles á veces, las que producen y distribuyen á todos los talleres el movimiento por medio de engranajes y de correas; todas las diferentes secciones del trabajo mecánico reciben su impulso del vapor, y no se sabe qué admirar más en estos formidables trabajos, si la potencia del ingenio, ó su docilidad en prestarse á los usos más diversos.

¿No es en cierto modo maravilloso ver esas máquinas-herramientas trabajando el acero y el hierro con tanta facilidad como el carpintero ó el herrero labran la madera ó el metal; esas enormes tijeras que cortan el hierro en bruto ó las gruesas placas de palastro como las tijeras del sastre podrían cortar el paño más delgado? En otro tiempo apenas se raspaba el hierro; hoy se le acepilla como si fuese madera, y se le recorta ó agujerea como si fuese cartón. Ciertas máquinas-herramientas de Indret están instaladas con bastante solidez para sacar una viruta de 40 milímetros en una longitud de 11 metros; el carro móvil que lleva el buril pesa por sí sólo 14 toneladas. Entre las máquinas más curiosas de Indret debemos mencionar un torno de Mazeline, destinado á acepillar circularmente los árboles acodados. Su buril va sujeto á un disco giratorio sobre un carro para presentar sucesivamente á la herramienta todos los puntos que deben ser labrados. Vese allí igualmente un torno suspendido de M. Calla, cuyo disco mide 5 metros de diámetro, y bancos para alisar, perforar y pulir el hierro, el palastro y el bronce por todos los medios conocidos.

Si me propusiera enumerar y describir, aun sucintamente, todos los usos de la máquina de vapor en la industria moderna, necesitaría escribir no un capítulo, sino un libro, y bastante voluminoso. La encontraría en los hornos altos en los que funcionan máquinas horizontales á manera de fuelles para avivar los fuegos; en los talleres de lapidario, donde el vapor imprime á las muelas la prodigiosa rapidez de 2,500 vueltas por minuto; en las cervecerías, donde pone en movimiento las bombas que sirven para la transvasación de las masas líquidas; en las papelerías, donde hace funcionar las máquinas lavadoras y blanqueadoras del papel; en las alfarerías, en las fábricas de camas y pianos, donde asierra la madera y la recorta en forma de arabescos de todas clases; en las platerías, en las casas de Moneda, donde las prensas de Uhlhorn perfeccionadas por Thonnelier y movidas por el vapor acuñan hasta 2,400 piezas por hora; en las fábricas de tabaco, de chocolate, y en fin en otras cien operaciones industriales que necesitan un motor poderoso, regular, rápido, continuo.

Pero hay dos grandes industrias en que el vapor desempeña un papel de inmensa importancia: en las fábricas de tejidos, en los telares, esos proveedores de vestidos para todo el género humano; y luego en la industria tipográfica y litográfica, que nos da el alimento intelectual en su forma más asimilable, el libro y el dibujo.

Digamos ahora unas cuantas palabras acerca de la aplicación del vapor á la imprenta.

En el mes de noviembre de 1814 efectuáronse las primeras tiradas de pliegos impresos por vapor en una máquina inventada por F. Koenig. El periódico inglés *The Times* tuvo la honra y el provecho de este primer ensayo, que le permitió tirar 1,000 ejemplares por hora. He aquí lo que dice M. A. F. Didot acerca de esta aplicación en su *Ensayo sobre la tipografía*:

“En esta máquina, la forma ó *rama* que contiene los tipos pasa horizontalmente, en virtud de un movimiento de vaivén, por debajo del cilindro de impresión en el cual está enrollado y sujeto con cintas el pliego de papel. En un principio, la tinta, sacada

por un émbolo de la caja cilíndrica colocada en la parte superior, caía con regularidad sobre dos rodillos de hierro que la comunicaban á otra serie de rodillos, los dos últimos de los cuales, que eran de cuero, la distribuían sobre los caracteres. Una mejora importante sin duda fué la sustitución del cuero de que estaban rodeados los rodillos, por una mezcla de cola y de melaza que formaba una substancia elástica muy á propósito para la impresión de los caracteres. Posteriormente se perfeccionaron la toma de tinta y su distribución. Por último, M. Koenig reunió en una sola dos máquinas semejantes, de manera que pudiese imprimir un periódico por ambos lados á la vez. El pliego conducido por las cintas pasaba de un cilindro á otro recorriendo un camino del que puede dar una idea la letra *o* tendida horizontalmente. Durante su marcha por los cilindros, el papel recibía bajo el primero la impresión de un lado, y bajo el segundo cilindro la impresión del otro lado. Pero debo confesar que cuando M. Bentley me enseñó en 1814 esta admirable é inmensa máquina, muy complicada todavía, el segundo lado del pliego (la *retiración*) no caía exactamente á registro.

„A fuerza de pruebas y de tiempo, los señores Applegath y Couper lograron dar á su prensa mecánica tal grado de perfección, que el pliego conducido por las cintas, después de recibir la primera impresión, pasa desde el primer cilindro á los dos tambores de madera que le hacen girar y va á aplicarse sobre el contorno de un segundo cilindro con tal precisión que encuentra

los tipos de la segunda forma justamente en el mismo punto en que están impresos por el lado opuesto los caracteres de la primera, después de lo cual pasa á una mesa colocada entre los dos cilindros, donde un niño va recogiendo y apilando los pliegos.”

¿Se quiere saber á qué grado de rapidez ha llegado la impresión gracias á las máquinas movidas por vapor? He aquí algunos datos característicos:

La máquina de Applegath, de ocho cilindros, usada para la impresión del *Times*, tira 11,520 ejemplares por hora. El *New-York Sun*, periódico americano impreso en la máquina Hoe, cada una de cuyas páginas contiene ocho columnas de 200 líneas de 40 letras, tira de 16 á 20,000 ejemplares por hora. El cilindro central contra el cual se aplica la forma tiene 6 metros de desarrollo; otros ocho cilindros, como en la máquina de Applegath, recogen sucesivamente los pliegos y los imprimen en ocho caras diferentes del cilindro central. Esta máquina, servida por 16 operarios, dos por cilindro, produce un trabajo igual al que antes exigía más de 300 prensistas.

Añadamos que si la impresión mecánica era en otro tiempo inferior, bajo el punto de vista del arte tipográfico, á la impresión hecha con las antiguas prensas, hoy se ha perfeccionado aquella tanto que las personas más difíciles de contentar apenas podrían distinguir una impresión de otra.

Hace algunos años que la litografía emplea el vapor y las máquinas reservadas

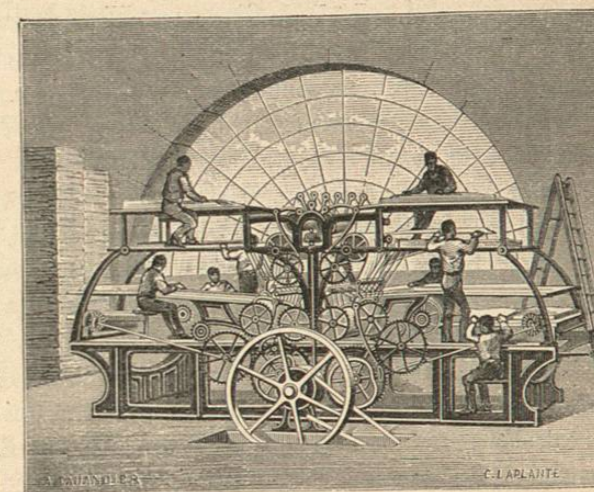


Fig. 785. — Prensa tipográfica de vapor