

de 4,80 metros, y su número el de nueve, que son las que pueden colocarse sin impedir el tránsito á los carruajes ó diligencias de mayor altura. La anchura del puente, contada entre los ejes de las vigas, es de 7 metros; el piso es de madera y está sostenido por piezas transversales de *T*, distantes un metro y cinco centímetros, cuyas extremidades van sujetas en la parte inferior de las dos formas, ó cuchillos de cabeza, y no siendo bastantes las piezas de que estos últimos están formados para servir de resguardo, se ha colocado interiormente una barandilla de fundición. La longitud total del puente es de 71,80 metros, con lo cual resultan para la entrega ó asiento sobre los estribos 2,30 metros de cada lado.»

LOCOMOTORAS AMERICANAS

Hogar.

Los hogares empleados en las locomotoras americanas son de tres clases, según las condiciones del combustible empleado.

1.^a Hogares muy profundos y de poca superficie para los combustibles en pedazos gruesos y que arden sin aglutinarse.

2.^a Hogares largos y algo profundos para los carbones de condiciones medias.

3.^a Hogares de mucha superficie y poca profundidad para ciertas clases de antracita.

Los hogares de la clase primera son los más antiguos y se colocan siempre entre los dos ejes posteriores, que rara vez distan más de 2,70 metros. Esta separación de ejes y el espesor grande que tienen los largueros del bastidor, determinan una superficie de parrilla algo reducida; en cambio el hogar puede tener toda la profundidad que se quiera, sin elevar el cuerpo cilíndrico; en suma, es hogar clásico inglés para quemar *coke* ó carbones de condiciones análogas.

Los hogares de la clase segunda están destinados á carbones que se aglutinan algo al arder y que no pueden colocarse en capas espesas; la parrilla tiene que ser grande, y como los largueros del bastidor no dejan libre más que un espacio de 0,83 metros, el hogar con el cenicero pasa por encima del eje posterior. Se asemejan estos hogares á los del sistema Belpaire, muy usados en Europa (Bélgica y Francia); pero en América se quema mayor cantidad de carbón, la capa de combustible tiene bastante espesor y con ruedas motrices de 2,10 metros de diámetro se coloca el eje del cuerpo cilíndrico á una altura de 2,70 metros sobre carriles.

Escaseando los combustibles buenos, las compañías americanas no tienen más remedio que quemar algunas antracitas que decrepitan al arder; estos carbones se emplean en pedazos muy pequeños (menudo) y en capas de muy poco espesor (12 á 15 centímetros); para quemar en una hora 500 ó 600 kilogramos se necesita una parrilla enorme que se obtiene colocando el hogar por encima de los largueros sistema *Wooten*, elevándose muchísimo el centro de gravedad de la caldera.

Con buenos carbones la parrilla llega á 2,50 ó 3,00 metros cuadrados; en el hogar *Wooten* se ha alcanzado la superficie de 8,40 metros cuadrados.

El acero que se emplea en los hogares ha de dar una resistencia á la rotura de 43 á 45 kilogramos por milímetro

cuadrado, con un alargamiento de 25 á 30 por 100, medido en barritas de 200 milímetros. Se desechan las planchas que dan una resistencia superior á 47 kilogramos, á no ser que el alargamiento exceda de un 30 por 100. El espesor de los palastros no excede de 8 milímetros para las paredes laterales y de 10 milímetros para el cielo. En Europa las paredes laterales y el cielo se hacen con un sólo palastro. El cielo del hogar puede ser plano, con armaduras y tirantes ó cilíndrico con tirantes, lo mismo que en Europa.

Cuerpo cilíndrico.

El cuerpo cilíndrico se hace de acero, con diámetros variables de 1,35 á 1,85 metros.

La parte superior de la envolvente exterior del hogar es cilíndrica, pero de un diámetro mucho mayor que el cuerpo cilíndrico; la unión entre estas dos partes de la caldera se hace por medio de una superficie cónica.

Está bastante generalizado en los Estados Unidos el uso de hervideros de distintas formas colocados en el interior de la caja de fuego, á semejanza del hogar Ten-Brink, para aumentar la superficie de calda directa. La superficie total de calefacción varía de 120 á 200 metros cuadrados. Una caldera de 1,50 metros de diámetro y 12 kilogramos de timbre tiene un espesor de 0,0145 metros. Las placas tubulares son de igual espesor.

Los inyectores son aspirantes y de cebo automático. Las válvulas de seguridad son de carga directa sin palancas; generalmente son de garganta y derivadas del tipo Adams; algunas veces llevan disposiciones especiales para disminuir el ruido que producen los escapes de vapor.

Caja de humos.

La caja de humos es ancha y prolongada, 60 ó 70 centímetros por delante de la chimenea; es cilíndrica y sirve de enlace á la caldera con la pieza de fundición que reúne los cilindros y lleva el pivote del carretón articulado.

Esta caja de humos se hace de palastro y se une por medio de pernos al cuerpo cilíndrico; la puerta grande se usa poco; una puertecita lateral permite meter una escoba y barrer los carboncitos depositados en el fondo.

Los constructores americanos se preocupan mucho del arrastre y salida por la chimenea de chispas y carbones encendidos; se queman algunas hullas ligeras y á veces leña; además se atraviesan bosques espesos, en donde la chispa más tenue puede ocasionar incendios inmensos, y se comprende la complicación de la actual caja de humos, que ha sustituido en estos últimos años á la característica chimenea tronco-cónica.

La disposición adoptada es la siguiente: la cámara de humos á la altura de la fila superior de tubos lleva un palastro horizontal que se prolonga por medio de una tela metálica con mallas de 4 á 5 milímetros. Los productos de la combustión al salir de los tubos tropiezan con un palastro casi vertical que los obliga á cambiar de dirección, buscando una abertura situada junto al fondo; en este movimiento los gases abandonan casi todas las carbonillas arrastradas y las más ligeras van á detenerse en la tela metálica.

Para limpiar los tubos hay que desmontar el palastro vertical que los tapa por completo, pero esta operación se efectúa á intervalos largos porque los tubos se ensucian

poco por la calidad de los combustibles y por la intensidad del tiro.

Ventajas de la caldera elevada.

Los americanos atribuyen ventajas reales á la elevación de las calderas de sus locomotoras, que no ha sido más que la consecuencia del espesor de los largueros, motivado á su vez por la preocupación de simplificar la construcción y de reducir los gastos de ajuste y montaje á expensas del peso de las dimensiones de la máquina.

No se puede negar que la idea de mantener bajo el centro de gravedad de las locomotoras ha contribuido á disminuir el ancho de la caldera y la profundidad del hogar y por consiguiente la potencia de las máquinas. Los ingleses fueron los primeros que abandonaron esta rutina y construyeron locomotoras más altas que las francesas, belgas y alemanas; los americanos, obligados por la necesidad, fueron más lejos y colocaron resueltamente toda la caldera, incluso el hogar, sobre el bastidor. La práctica ha sancionado esta tentativa: dos locomotoras de dos ejes acoplados del *New-York Central*, que remolcan trenes expresos (*Empin State Express*) á una velocidad comercial de 82 kilómetros por hora en vías de escaso peralte, tienen el eje del cuerpo cilíndrico á 2,73 metros sobre carriles.

Comparando tres tipos de máquinas muy caracterizados: la antigua Crampton usada en Francia, la máquina de gran velocidad del Midland Ry y la locomotora del New-York Central Ry. Se observa que la máquina inglesa es muy alta, pero el diámetro del cuerpo cilíndrico es inferior á la separación de las ruedas, que tiene un diámetro de 2,36 metros; la caldera americana es mucho más alta y más ancha que la vía; las ruedas solo tienen 2,16 metros de diámetro. La generatriz superior de la envolvente exterior del hogar está á 3,75 metros del carril; para que dicha locomotora pudiera pasar por vías francesas, sería preciso cortarle parte de la chimenea y de la cúpula.

En vista de estos hechos parece interesante examinar la cuestión en sus dos aspectos, á saber: si la elevación del centro de gravedad es una ventaja positiva favoreciendo la estabilidad, la seguridad y la buena conservación, etcétera, como pretenden los americanos; ó si al contrario, no es más que un recurso para aumentar la potencia de las máquinas como se asegura en Europa.

Examinemos las principales ventajas que se atribuyen á la elevación del centro de gravedad.

Dicen los americanos que elevando el centro de gravedad de la locomotora se disminuye el esfuerzo lateral, debido al movimiento perturbador de lazo y á la fuerza centrífuga en las curvas; esfuerzo que toma el valor máximo cuando el peso se encuentra al nivel de los carriles, y el mínimo si estuviera el punto de aplicación en el infinito. Esta ventaja tiene muy poca importancia.

Más seria es la consideración de que se puede aumentar el diámetro de la caldera, y por consiguiente, la potencia de la máquina. Con ruedas grandes de 2,16 metros de diámetro se han construido calderas de mayor diámetro que el ancho de la vía.

Además, colocando la caldera muy elevada, el mecanismo queda más descubierto y en mejores condiciones para examinarlo, y las locomotoras tienen un aspecto imponente.

Debe tenerse en cuenta que al elevar la caldera no se

eleva tanto el centro de gravedad del conjunto; la caldera llena de agua viene á componer la cuarta parte del peso total de la locomotora, y el centro de gravedad de las otras tres cuartas partes está muy bajo, porque se refiere á las ruedas, bastidor, ejes y mecanismo.

Por ejemplo, una locomotora de gran velocidad con cuatro ruedas acopladas, carretón anterior, cuerpo cilíndrico de 1,24 metros de diámetro y ruedas de dos metros, pesa 48 toneladas. El centro de gravedad del bastidor, ejes, ruedas y mecanismo, de un peso de 36 toneladas, se encontrará á unos 98 centímetros por encima del carril; el centro de gravedad de la caldera llena de agua estará situado unos 30 centímetros por encima del eje del cuerpo cilíndrico. Si éste está á 2,10 metros sobre carriles, el centro de gravedad del conjunto estará á una altura de 1,14 metros. Si se pusiera el eje de la caldera á una altura de 2,50 metros, el centro de gravedad resultaría á 1,24 metros. Esto es, elevando 40 centímetros la caldera, el centro de gravedad de la locomotora solo se ha elevado 10 centímetros, cuatro veces menos. Y esto en el supuesto de que toda la caldera se ha subido la misma cantidad, cuando en muchas ocasiones el hogar no se sube, se hace más profundo, y en tal caso el centro de gravedad de la caldera no se eleva tanto como el eje del cuerpo cilíndrico.

La locomotora que se ha considerado con el eje del cuerpo cilíndrico á una altura de 2,50 metros sobre el carril, tiene el centro de gravedad á 1,24 metros, altura inferior á la de vagones cargados, coches de todas clases, y sobre todo coches de lujo con cajas altas y pesadas. En las líneas grandes circulan coches de lujo con el centro de gravedad á 1,50 metros sobre el carril; para que una locomotora se encontrase en las mismas condiciones sería preciso que el eje del cuerpo cilíndrico se encontrase á 3,24 metros y aún no se ha llegado á esa cota.

Según Moreau los americanos aciertan al construir las locomotoras altas, que son las máquinas del porvenir para Europa.

Vehículo.

Las máquinas americanas están muy bien dispuestas, llevando todos los pesos comprendidos entre los ejes y presentando mucha flexibilidad. Se consiguen tales resultados con el empleo del carretón articulado de dos ejes que encierran los cilindros; así se disponen todas las máquinas de viajeros de dos y tres ejes acoplados y algunas de mercancías de cuatro ejes acoplados. También se usa el eje Bissel por delante de los cilindros con tres ó cuatro ejes acoplados.

Existen algunas máquinas de adherencia total de dos y tres ejes, pero destinadas exclusivamente á las maniobras en el interior de las grandes estaciones ó á servicios muy especiales.

Para dar más flexibilidad á la locomotora, en las de tres ejes acoplados se suprimen los rebordes de las ruedas centrales; en las de cuatro ejes se quitan los rebordes en los dos ejes intermedios ó en el segundo y cuarto. Esta disposición es muy sencilla, pero disminuye la seguridad; hay menor número de rebordes oponiéndose al descarrilamiento; aunque más complicadas son preferibles las disposiciones europeas, especialmente los planos inclinados.

Largueros.

Los largueros del bastidor son barras de hierro forjado de sección cuadrada ó rectangular y de espesor mínimo de 75 mm., que llega á 120 mm. en las máquinas de tres ejes acoplados. Las guías tienen riostras interiores para mantener la separación y son generalmente de fundición. Los largueros se unen por medio de pasadores á la traviesa delantera y á los cilindros.

Las máquinas de cuatro ejes acoplados tienen dobles largueros, en la parte anterior, rodeando á los cilindros; las guías y sus arriostamientos son más fuertes que en las otras locomotoras.

Algunas veces se encorvan los largueros para facilitar la colocación del hogar.

Los dos largueros están unidos por varias riostras transversales que se sujetan con pasadores. Se disminuye el trabajo de los pasadores (la tronchadura), pasando á través de las juntas clavijas empotradas á medio espesor del hierro.

Las ventajas de estos largueros son: que no ocultan el mecanismo, facilitando su reconocimiento y reparación; facilitan también la colocación de las guías y de todas las piezas del mecanismo; todas las uniones son sencillas y baratas. Pero no tienen la resistencia debida, hasta el punto que algunos Ingenieros europeos dicen que el verdadero bastidor es la caldera y lo demás un arriostamiento; los americanos, ya lo hemos dicho, colocan la resistencia en segundo lugar; lo primero es la baratura.

El inconveniente mayor de estos largueros es su espesor, que reduce el ancho del hogar ó exige que éste se coloque por encima del bastidor, elevándose el centro de gravedad y disminuyendo la estabilidad de la locomotora, por más que este defecto no tiene realmente la importancia que se le atribuía en Europa, según van demostrando los constructores ingleses.

Clavija maestra.

El avantren articulado se compone de un carretón, con dos ejes muy próximos, que lleva un pivote vertical la clavija maestra. En la disposición más sencilla el pivote va unido á la caldera y transmite todo el peso á un cojinete de fundición unido al carretón. Otras veces el peso se refiere á las cajas de grasa por medio de un balancín con resortes.

Los carretones más perfeccionados permiten un desplazamiento lateral del resorte: la máquina va unida al carretón por medio de dos bielas inclinadas, la caldera va unida al extremo inferior de estas bielas y el superior se articula á una traviesa del carretón que lleva el cojinete; éste puede correrse transversalmente, pero levantando una biela é inclinando más la otra, de suerte que el sistema tiende á recobrar su posición normal, posición que se conserva al recorrer las alineaciones, y que se pierde en las curvas bajo la influencia de la reacción que el carril exterior transmite á la rueda correspondiente.

La articulación Bissel (nombre de su inventor) consta de un bastidor triangular; en el vértice va la clavija maestra y en la base un eje ordinario; el peso de la caldera se transmite á las cajas de grasa por medio de manecillas inclinadas, que mantienen el sistema en su posición normal al recorrer las alineaciones y que permiten el giro de la clavija maestra al pasar por las curvas.

El eje Bissel produce el mismo efecto que las cajas radiales usadas en Europa.

VICENTE RUIZ.

ATENEO DE MADRID

CONFERENCIAS SOBRE ELECTRICIDAD POR EL SEÑOR MADARIAGA,
PROFESOR DE DICHA ASIGNATURA EN LA ESCUELA DE MINAS

VII

Expuesta la hipótesis de Weber, complementada por la de Maxwell, acerca del magnetismo, y visto que un imán está constituido por otros elementales, comencaremos su estudio por el de éstos.

Se entiende por *intensidad de imantación* de un imán elemental la relación de su momento magnético á su volumen

$$Y = \frac{A}{v}.$$

Sustituyendo en esta expresión las dimensiones de A y v hallamos las de Y, que serán por tanto:

$$\frac{[L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}]}{[L^3]} = [L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}].$$

Dada la pequeña longitud de un imán elemental, cuya forma se supone sea cilíndrica, se puede admitir que sus polos están en las bases, y en estas condiciones se llama *densidad* á la relación de la masa magnética á la superficie

$$\sigma = \frac{m}{s}.$$

Como se tienen, llamando *l* á la longitud del imán, las relaciones

$$ml = A \quad \text{»} \quad sl = v,$$

se ve que sustituyendo en la expresión de σ , m y s , deducidos de las fórmulas anteriores, resulta:

$$\sigma = \frac{A}{v} = Y,$$

es decir, que la densidad magnética es igual á la intensidad de imantación, teniendo, por lo tanto, σ las mismas dimensiones que Y.

En efecto:

$$\frac{[L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}]}{[L^2]} = [L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}].$$

Considerando el campo producido por uno de estos imanes elementales, vamos á hallar el potencial en uno de sus puntos.

