

CATECISMO
DE LOS
MAQUINISTAS Y FOGONEROS

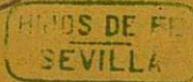
UTIL PARA MANEJAR
TODA CLASE DE MAQUINAS DE VAPOR
PUBLICADO POR LA
ASOCIACION DE INGENIEROS DE LIEJA

Y TRADUCIDO
POR J. G. MALGOR

MIEMBRO DE LA CITADA ASOCIACION, EX-DIRECTOR DE LAS MINAS
DE PIERREFITE, E INGENIERO DE LAS DE REOCIN

CON UN PRÓLOGO
DE D. GUMERSINDO VICUÑA
INGENIERO Y CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID

Tercera edición corregida y muy aumentada



S.
MADRID
TA Y LITOGRAFIA DE « LA GUIRNALDA »
calle de las Pozas, número 12

1882

F.A.S.

237

Este librito se vende en las principales librerías de Madrid
á DOS PESETAS, y en las de provs. á DOS PESETAS CINCUENTA CÉNTS.
Hay gran rebaja tomando más de cuatro ejemplares.

LA SEMANA INDUSTRIAL

CIENCIAS-ARTES-OFICIOS-AGRICULTURA-HACIENDA-COMERCIO

SE PUBLICA TODOS LOS VIERNES

DIRECTOR

D. GUMERSINDO VICUÑA, INGENIERO

REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

SAN AGUSTIN, 10

MADRID

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN POR SEMESTRE EN ESPAÑA Y PORTUGAL

10 pesetas por repartidor, ó remitiendo directo ó anticipado el ir por en libranza, letra ó sellos (con carta certificada en el último caso).

12 pesetas suscribiéndose por comisionado ó librero, ó si se gira contra el suscriptor.

OBRAS CIENTÍFICAS

DE DON GUMERSINDO VICUÑA

Teoría y cálculo de las máquinas de vapor y de gas con arreglo á la Termodinámica.—En 4.º, con grabados, edición de lujo: 30 reales en Madrid y 32 en provincias.

Elementos de Física al alcance de todo el mundo.—364 páginas y 83 grabados; 18 rs. en Madrid y 20 en provincias.

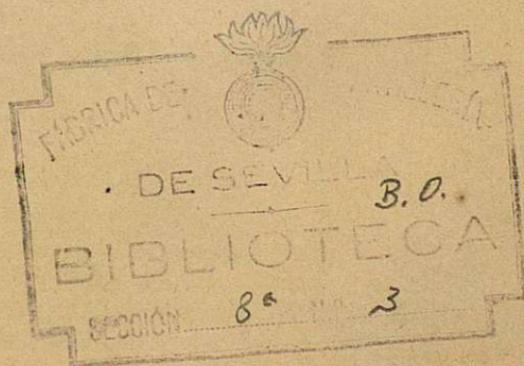
Progresos industriales; en que se tratan las cuestiones de ferrocarriles de vía angosta, caldeo y ventilación de edificios, navegación aérea, aparatos contra incendios, norias, bombas, etc.—316 páginas; 8 rs. en Madrid y 10 en provincias.

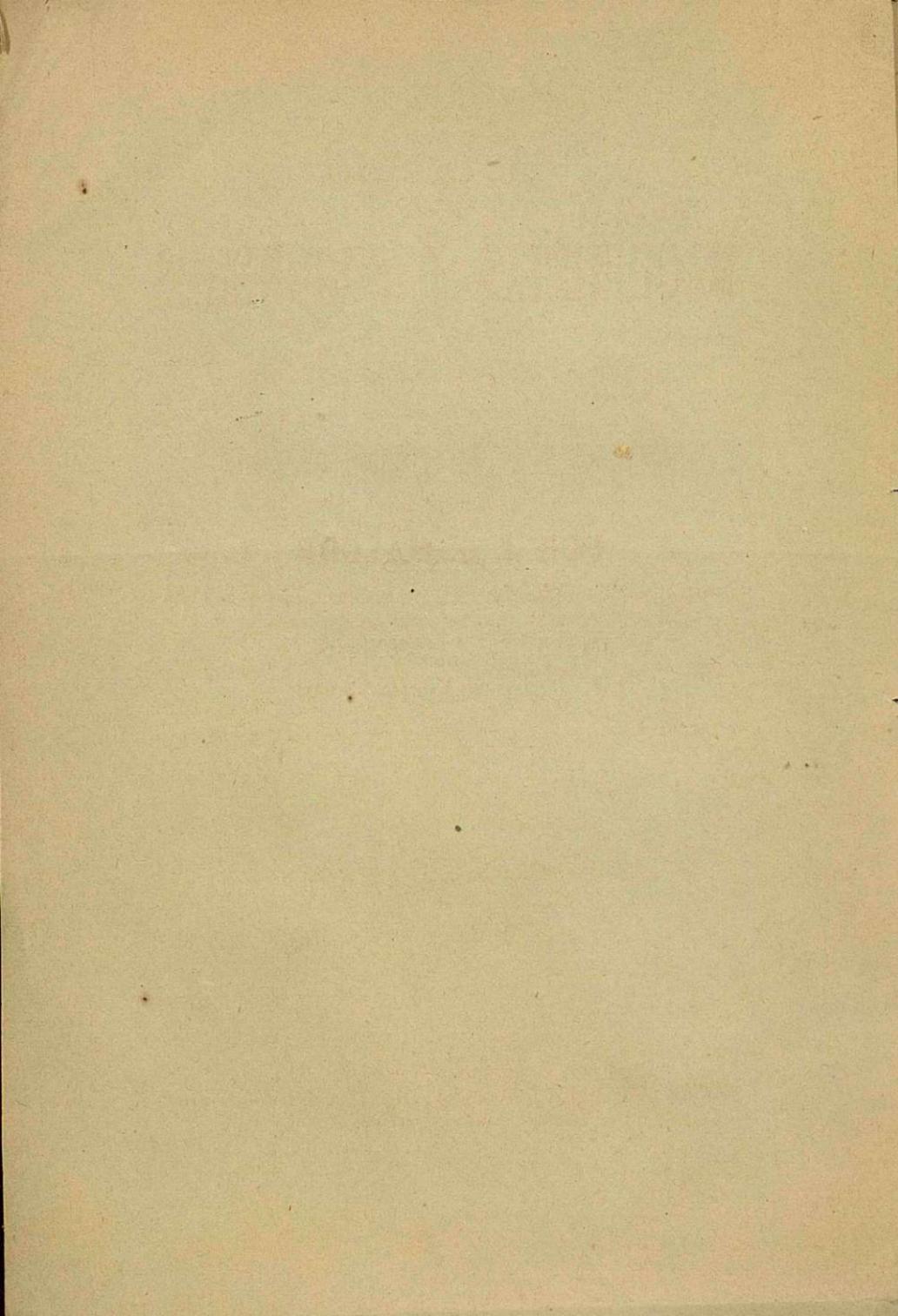
Impresiones y juicio de la Exposición universal de 1878.—20 láminas de colores y cubierta con grabados.—300 páginas; 8 rs. en toda España.—Los pedidos se harán á la Administración de LA SEMANA INDUSTRIAL.

F. A.

2

CATECISMO
DE LOS
MAQUINISTAS Y FOGONEROS





CATECISMO
DE LOS
MAQUINISTAS Y FOGONEROS,

UTIL PARA MANEJAR

TODA CLASE DE MAQUINAS DE VAPOR

PUBLICADO POR LA

ASOCIACION DE INGENIEROS DE LIEJA,

Y TRADUCIDO

POR J. G. MALGOR,

MIEMBRO DE LA CITADA ASOCIACION, EX-DIRECTOR DE LAS MINAS
DE PIERREFITTE, E INGENIERO DE LAS DE REOCIN

CON UN PRÓLOGO

DE D. GUMERSINDO VICUÑA

INGENIERO Y CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID

Tercera edicion corregida y muy aumentada.

MADRID
IMPRESA Y LITOGRAFÍA DE « LA GUIRNALDA »
calle de las Pozas, número 12

1882

CAPÍTULO

MAGNISTAS Y BOGNEROS

DE LA

ASOCIACION DE ESTUDIOS DE LA

POB. J. MAJOR

DE LA

DE LA

DE LA

DE LA

DE LA

PRÓLOGO DE LA SEGUNDA EDICION

Raro es ver en nuestra patria agotarse en poco tiempo una edición de un libro técnico y especial, como ha sucedido con el *Catecismo de los maquinistas y fogoneros*, que se buscaba con afán por todas las librerías, lo cual ha decidido á su competente traductor á publicar una nueva edición. Hecha ésta con arreglo á la última belga, en la que se han agregado datos referentes al empleo del contravapor en las locomotoras y algunos otros ménos importantes, corregida y limada de tal suerte, que apénas se nota sea una traducción; tal es el librito que muchos conocen ya en España, y que tan justo como merecido aprecio tiene entre todas las personas competentes.

Y no se crea que es cosa tan fácil el traducir correctamente una obra técnica; pues además de la precisión de conocer los dos idiomas que en ella intervienen y la materia de que se ocupa, es preciso crear en muchos casos voces nuevas, desconocidas en

nuestra lengua. El uso de los científicos é ingenieros ha consagrado algunas palabras, castizas unas, copiadas de idiomas extranjeros las más, y cuando no, los obreros han creado unos nombres, apropiados algunos, bárbaros muchos de ellos, que sirven para designar cosas que de otro modo es preciso apelar á un rodeo literario.

Conveniente sería que nuestras Academias de Ciencias y Española se pusieran de acuerdo para publicar un Diccionario de palabras científicas é industriales que llenaran este vacío. Mientras esto se hace, justo es hacer constar que el Sr. Malgor ha vencido casi siempre las dificultades que en este punto se le han presentado; lo cual influirá saludablemente en el lenguaje de las personas que se inspiren en este librito.

Por desgracia, muchos de nuestros obreros no saben leer ni escribir, faltándoles así los medios de poder mejorar su educación técnica. No es la carencia de entendimiento lo que en ellos se nota, sino de instrucción. Son generalmente nuestros operarios más despiertos é inteligentes que los del Norte de Europa; pero en cambio carecen de los elementos exteriores de que aquéllos disponen en abundancia.

Nuestros ferro-carriles, nuestras fábricas de diversas clases, emplean hoy casi exclusivamente tra-

bajadores nacionales, cuya habilidad es notoria; pero que engreídos por ella y con el orgullo propio de la ignorancia, desdeñan todo género de estudios. Aquel que no ha leído libros suele á veces vanagloriarse de ello para ensalzar más su mérito, ó por creer que él no necesita para nada de su auxilio.

Este es uno de los errores que deben desvanecer escritos como el actual. En ellos está condensado lo que personas teórico-prácticas han observado durante muchos años. De suerte que, al beber en esta fuente, lo que se hace es aprender en unos dias lo que laboriosamente han adquirido otros despues de muchos años. Si además se une esta lectura con la práctica del trabajo, se llega á formar en breve tiempo operarios hábiles y entendidos.

Esta cuestión se relaciona con la de instrucción de la clase obrera, en la cual no vamos á entrar ahora, limitándonos á hacer una observación sobre la falta de este género de enseñanza en nuestro país. En algunos Institutos de provincias, se profesa la asignatura de Mecánica aplicada á las máquinas, y suele darse el triste caso de que concurren á ella poquísimos obreros. En Málaga, una de las ciudades más industriales de la Península, no asiste este curso *ni un solo alumno* á dicha clase, á pesar de la competencia y celo de su digno profesor.

¿A qué debe atribuirse esto? ¿Será que los obreros se ocupan en sus horas libres de cosas ménos importantes que su instrucción? ¿Será que no quieren cursar los elementos de matemáticas y dibujo necesarios para conocer la Mecánica, los cuales se profesan en los mismos establecimientos? ¿Será que desdeñan su instrucción por la vanidad del ignorante á que ántes aludíamos?

A pesar del gran número de maquinistas que hay en España, no existe una escuela especial para formarlos, vacío que se debe llenar cuanto ántes, como procuran hacerlo parcialmente algunas compañías de ferro-carriles. En el Conservatorio de Artes y Oficios de Madrid, no se profesan las máquinas de vapor en un curso especial, si bien se dan las enseñanzas preparatorias para el conocimiento de dicho motor. Tenemos escuelas de ingenieros de diversas clases, donde se explica el conocimiento del motor universal; pero carecemos de otras destinadas á formar maquinistas, montadores y contra maestres, clases intermedias entre el ingeniero y el obrero, tan necesarias hoy en España, si se ha de evitar el que vengan del extranjero obreros á veces poco hábiles, pero con grandes pretensiones y crecidos emolumentos, como vienen frecuentemente, dándose la importancia de ingenieros, gentes que en su tierra eran medianos fogoneros ó delineantes.

La mayor instrucción que adquirieran los obreros por la lectura detenida de libros como el *Catecismo de los maquinistas*, contribuirá á hacerles pasar de su modesta categoría á otra superior, con mayores salarios y ménos trabajo manual. Esto es lo que ganarán ellos personalmente, miéntras que la sociedad contará con ciudadanos cada vez más útiles y productores, y que serán una verdadera garantía para los industriales; condición muy digna de tenerse en cuenta aquí donde tan descuidado está todo lo que se refiere á reglamentación industrial.

En otros países ejerce el Gobierno una inspección, por medio de agentes especiales, sobre las máquinas de vapor: las calderas se prueban á presiones mayores que las que ordinariamente han de soportar; el espesor de los muros que las ha de contener está marcado, así como otras condiciones especiales. Aquí hay gran desórden en éste punto. Las locomotoras sufren una inspección directa por parte del Gobierno, y en cambio las calderas de los buques de vapor no están sometidas á exámen alguno oficial.

Más aún; se exige que la dotación de marinería y pilotos esté sujeta á ciertas reglas en estos barcos, y en cambio se les dispensa que lleven por maquinista y fogonero á quien les plazca. Sin piloto examinado y tal número de marineros, no podrá salir de Santan-

der, por ejemplo, un vapor para la Habana; pero puede llevar un zapatero por maquinista, y nadie se cura de esto ni del número de fogoneros. Y cuenta que la mayor importancia de estas naves está hoy en su motor; y si éste se encomienda á manos inexpertas, ocurrirán, como desgraciadamente sucede, terribles catástrofes, que cuestan la vida á centenares de personas.

Se dirá á esto que el interés del dueño del buque le hará buscar personas competentes para dirigir su mecanismo; pero es muy frecuente ver que los armadores prefieren un maquinista que gane poco sueldo, aunque estropee la máquina en poco tiempo. Pero además, ¿cómo se garantizan estos armadores de que el maquinista es bueno? Y sobre todo, ¿por qué se exigen pilotos examinados y no mecánicos con título?

En cuanto á las personas que cuidan de las máquinas fijas, el desbarajuste es aún mayor. ¡Cuántas veces hemos visto á un gañan ó á un bracero dirigir una máquina de vapor! El dueño de ella cree que si aquél gana diez reales diarios le tiene más cuenta que otro que le pidió el doble, y no sabe que el menor gasto de combustible y engrasado, las reparaciones y el mejor partido de la máquina, le compensarían con creces la economía ficticia que encontró. El mejor día hay una explosión, y entónces debiera exigirse responsabilidad al dueño que puso en manos inexpertas

un aparato tan peligroso como es una máquina de vapor.

Las Ordenanzas municipales varían notablemente de una población á otra en lo referente á máquinas de vapor. En la mayor parte de ellas no hay prescripción alguna sobre este punto. En Barcelona no se permiten en el centro de la población calderas cuya fuerza pase de tres caballos, y en el ensanche se obliga á que se sitúen á cierta distancia de la calle y dentro de muros de espesor mínimo determinado, estableciendo otros requisitos para la instalación y vigilancia. En Madrid se consienten á veces las máquinas en calles de primer orden, y se han negado en las secundarias: no hay vigilancia especial ni sujeción á prescripciones preventivas.

Otro tanto ocurre en las fábricas, de suerte que si vuela una caldera por torpeza del fogonero, por usar malas aguas ó por otra causa, es difícil, si no imposible, que la autoridad judicial pueda asesorarse de si ha sido torpeza punible ó simple accidente fortuito la causa de una catástrofe que ocasionó varias víctimas. Por esta razón, urge también que los maquinistas y fogoneros sean peritos y conozcan perfectamente los útiles consejos que se dan en el librito traducido por el Sr. Malgor.

En el extranjero suelen asociarse todos los que

poseen máquinas ó calderas de vapor en una comarca y contribuyen á sostener una persona encargada de la inspección y vigilancia de estos artefactos, independientemente de la que pueda ejercer el Gobierno general ó el Municipio respectivo. Por este medio se consiguen evitar desgracias, y se contribuye á la buena gestión de los motores. ¡Ojalá imitáramos en toda España tan saludable ejemplo, ya que copiamos tantas cosas de luengas tierras!

Dejando ahora á un lado las anteriores reflexiones y otras que se nos ocurren, pasaremos á decir que el librito á que sirven de prólogo estas líneas, es debido á la iniciativa de la Asociación de Ingenieros procedentes de la Universidad de Lieja. Notando esta celosa sociedad que era preciso instruir á los maquinistas belgas, ideó publicar un tratado elemental y completo sobre la cuestión principal de su competencia. No era esta tarea tan fácil como algunos pudieran creer, pues un libro técnico elemental sólo puede escribirse por quien domine la parte teórica de la cuestión, sea muy práctico en la materia, y tenga la habilidad suficiente para hacerse comprender de todo el mundo.

La Asociación encomendó este trabajo á cuatro de sus miembros más inteligentes, á saber: Mr. Beer, ingeniero mecánico y constructor de máquinas;

Mr. Vaux, ingeniero de minas; Mr. Pérard, ingeniero honorario de minas y profesor de la Universidad de Lieja, y Mr. Stévert, ingeniero honorario de minas y agregado á los ferro-carriles del Estado. Escrito el libro en forma de preguntas y respuestas, en términos claros y precisos, con todo lo necesario, y sin recargar la memoria del lector, fué tal su éxito, que se agotaron varias ediciones en pocos años. Llama la atención desde luego su carácter eminentemente práctico, los numerosos y oportunos ejemplos, la claridad y sencillez con que se exponen las cuestiones todas referentes al motor universal del día.

El Sr. Malgor tuvo ocasión de notar en Bélgica el merecido renombre de este librito, y le tradujo en 1870, imprimiéndose por entónces en Madrid. Cosa rara en España; la primera edición está agotada hace tiempo, y á pesar de las desdichas por que atraviesa la nación, se ha decidido el Sr. Malgor á publicar una nueva.

No han contribuido poco al buen éxito de este libro los plácemes que la prensa técnica le dirigió, y la protección que le dispensaron el Cuerpo facultativo de Artillería y el de Ingenieros navales, procurando ponerlo en manos de sus obreros, así como algunas empresas de ferro-carriles que lo recomendaron á sus maquinistas. No es dudoso que la actual edi-

ción alcanzará todavía mayor éxito y análogas recomendaciones.

Nada diremos de las divisiones y contenido del libro, porque el competente lector las apreciará por sí solo, y notará el arte con que está desarrollado. Ninguno de los problemas referentes á elección de motor, al de su teoría, su cálculo, etc., entran en él; se trata simplemente de la dirección y montado de las máquinas de vapor, que serán por muchos años el motor práctico por excelencia.

G. VICUÑA.

PRÓLOGO DE LA TERCERA EDICION

Comenzábamos el Prólogo de la última edición exponiendo el favor que el último libro traducido por el Sr. Malgor encontró en el público, y debemos comenzar lo poco que hemos de decir en el actual, que aquél no ha disminuido, á pesar de que no ha faltado quien, por esto mismo sin duda, haya publicado en Barcelona otra obra con un título casi análogo, de cuyo acto hacemos juez al público, sin querer dar el nombre del autor, por si éste, obrando de buena fé y sin realizar un acto de piratería literaria, ha ideado casualmente uno idéntico en sus cuatro primeras palabras, que son precisamente las que dan, para la generalidad, el nombre á la publicación.

Dejando esto á un lado, debemos decir que casi todo lo expuesto en nuestro Prólogo anterior sobre la enseñanza é inspección de máquinas de vapor, queda en pié. Continúa nuestra España sin escuelas de artes y oficios en la extensión suficiente para formar

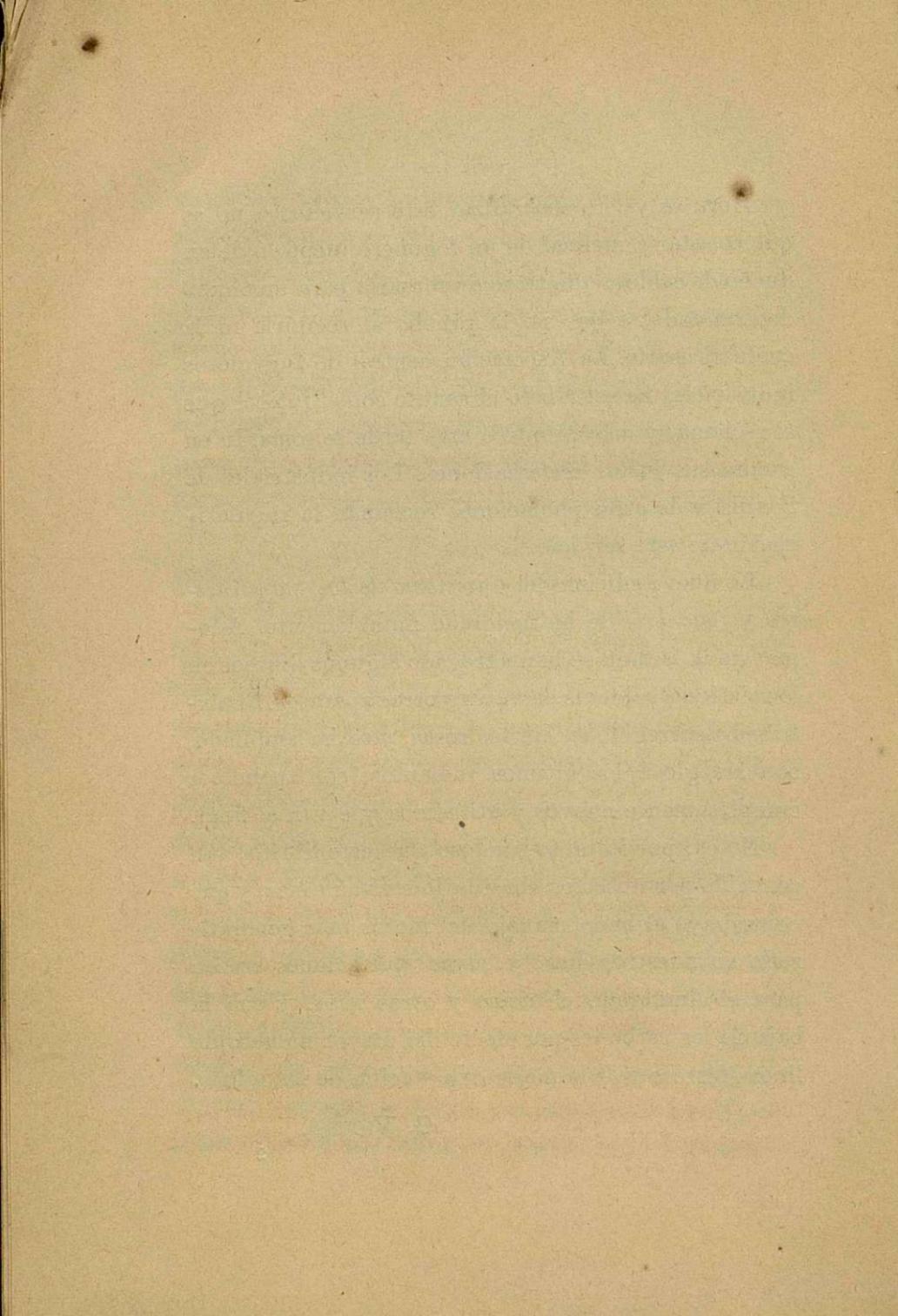
muchos y buenos maquinistas, por más que se haya adelantado algo en este sentido, gracias al Conservatorio de Madrid y á algunos celosos ayuntamientos que procuran difundir ya entre las clases obreras, por medio de la enseñanza, los elementos indispensables para el objeto indicado. En cuanto á la inspección de las calderas y máquinas no hemos adelantado un solo paso, y como la industria se va desarrollando, aunque no tan de prisa como desearíamos sus apasionados, resulta que los conflictos y disgustos son cada día mayores.

En la republicana Francia se promulgó con fecha 30 de Abril de 1880 un reglamento, obligatorio para toda la nación, con los requisitos, trabas y precauciones para establecer é inspeccionar las calderas fijas de vapor y las locomóviles. En nuestra patria esto depende de las Ordenanzas municipales, ó como si dijéramos, de las influencias locales y del criterio de los alcaldes. Población hay en que se concede en una calle importante la instalación de una caldera, y se niega en otra secundaria: la visita, inspección y pruebas no las hace nadie. De cuando en cuando leemos en los periódicos que en Alcoy, Barcelona, Bilbao, Madrid, etc., revienta una caldera y mata tantas ó cuantas personas: se forma una causa en la que se escriben folios y más folios y... se entierran los muertos.

Hora es ya de centralizar este servicio, si no se quiere estar á merced de un fogonero inepto ó de un dueño de caldera que trate de forzarla para un objeto determinado, ó que no la prueba al recibirla ni la cuida al usarla. La Asociación central de Ingenieros industriales ha estudiado el asunto con el interés que él reclama, y más pronto ó más tarde se tomarán en cuenta sus justas reclamaciones. Los industriales de Sevilla y de otras poblaciones reclaman la regularización de este servicio.

La nueva edición del *Catecismo de los maquinistas y fogoneros* se ha mejorado notablemente. Además de la lámina se han agregado algunos dibujos en lo relativo á calderas de vapor y otros aparatos. El texto se ha corregido en ciertas cosas, y se ha ampliado, con arreglo á los últimos adelantos, con apéndices completamente nuevos y utilísimos que van al final.

No es, por lo tanto, dudoso que este librito, tan conocido por nuestros obreros, lo será aún más, y que contribuya al buen manejo del motor más generalizado en nuestros dias, y cuyas aplicaciones crecen para el alumbrado eléctrico y otros usos, y con la baja de los carbones por efecto del mayor número de líneas férreas y de la mejor explotación de las minas.



PARTE PRIMERA

De la combustión y del modo de dirigir el fuego.

Ponelle 10^o pag. 60 del programa

DE LA COMBUSTIÓN

Se llama *combustión* una acción química que el aire ejerce sobre el carbón (ó cualquiera otra materia denominada *combustible*) á consecuencia de la cual se desarrolla calor.

Esta acción no se produce por sí sola; hay que favorecerla. No basta exponer al aire un pedazo de carbón para que éste arda; en otros términos, para producir calor hay que empezar por poseerle. Felizmente se necesita muy poco para que la acción química llamada combustión se encargue de reproducir mucho y por largo tiempo.

Este poco de calor inicial se consigue por medio de ciertos cuerpos más propensos á arder que los otros. Hay sustancias que basta frotarlas contra un cuerpo duro para que el aire las inflame en seguida: las ceñillas, por ejemplo, están formadas por estas sustancias.

El calor producido por esta primera combustión, no es considerable; pero lo bastante para calentar é inflamar en el aire otros cuerpos ligeros (paja, virutas, estopas, etc.). Si esos cuerpos ligeros se hallan en cantidad suficiente, el calor que despi-

den por su combustión, puede comunicar á los pedazos de hulla (ó sea el carbón de piedra), la temperatura necesaria para que, en contacto con el aire, entren en combustión. Sin embargo, es bueno notar, que en el fenómeno químico llamado combustión, no todas las partes de que se compone el aire ejercen igual acción.

Este consta principalmente de dos elementos: uno llamado *oxígeno*, es el solo agente de la combustión: el otro, llamado *ázo*, pasa dentro del carbón sin modificarle.

En un volúmen dado de aire, la cantidad de *ázo* es cuatro veces mayor que la de oxígeno: así es, que cuando se hacen pasar cinco metros cúbicos de aire en contacto con el carbón para quemarle, éste no se apodera, en realidad, más que de un metro cúbico de oxígeno; los cuatro de *ázo* son expulsados después de tamizarse á través de la capa de combustible. Se deduce de esta observación que, si para quemar un kilogramo de hulla se necesitan, poco más ó ménos, dos metros cúbicos de oxígeno tomados á la temperatura del aire atmosférico, *se necesitarán diez metros cúbicos de aire para suministrar este oxígeno.*

Una vez efectuada la combustión, no por eso el carbón y el aire han sido destruidos: sólo se transforman en diversas sustancias gaseosas, las cuales constituyen el humo.

En éste se hallan principalmente los gases siguientes:

- 1.º *Ácido carbónico*, que resulta de la completa combustión del carbón.
- 2.º *Oxido de carbono*, que proviene de la combustión incompleta de ciertos fragmentos de carbón que no han podido apoderarse de una cantidad suficiente de oxígeno.
- 3.º *Vapor de agua*, procedente de la combustión de otro gas llamado *hidrógeno*, que entra en pequeña cantidad en la composición de las hullas. Dicho gas se apodera de una porción de oxígeno para transformarse en vapor de agua.

4.º *Ázoe*, una parte del cual pertenece al aire que dió el oxígeno, y otra viene de la descomposición de la hulla. Esa mezcla de gas caliente debe de ser invisible; pero es generalmente negra, á causa del polvo de carbón que la corriente de aire arrastra consigo, ó á causa de los compuestos, en general gaseosos, que el enfriamiento ha condensado y sustraído, por tanto, á la acción del oxígeno.

En este último caso la hulla, en lugar de arder, destila como en las fábricas de gas.

La hulla encierra sustancias llamadas incombustibles, porque no pueden arder; esas sustancias incombustibles forman la ceniza y la escoria ó cenizas fundidas.

HORNILLOS

La combustión se realiza en un aparato llamado hornillo, y compuesto de tres partes principales: *el hogar, los conductos y la chimenea.*

El hogar mismo encierra dos partes ó pisos; el inferior es el cenicero, como su nombre lo indica, es el lugar donde se reunen las cenizas y las escorias que caen del piso superior. Este está separado del primero por un tabique casi horizontal ó claraboya, llamada *rejilla*, sobre la cual está esparcido el carbón.

La rejilla está formada de barras de fundición ó de hierro, cuanto más finas mejor, puestas de canto sobre traviesas, de manera que no se toquen ni por los lados ni por las extremidades.

Los espacios libres entre las barras son iguales entre sí, y su ancho depende de la calidad del combustible: dichos claros dejan pasar por una parte, de arriba á abajo, los elementos incombustibles de la hulla, cenizas y escorias; por otra parte, de

abajo á arriba, el aire necesario á la combustión, que se introduce por el cenicero; por esto está abierto éste por delante.

El compartimiento ó piso superior, al cual sirve la reja de suelo, está cerrado lateralmente por dos paredes que parten del fondo del cenicero, y se unen por medio de una bóveda con la parte más próxima de la caldera. Su fondo forma el techo de este piso.

La parte anterior del hogar se halla cerrada por medio de una placa ó armadura de fundición embutida en la mampostería, y con dos puertas para introducir la hulla sobre la rejilla.

La parte posterior del hogar está abierta y en comunicación con el canal donde se precipitan los gases calientes procedentes de la combustión.

Dichos gases, al circular en el conducto, están constantemente en contacto con la caldera, y de ese modo la calientan. Al salir del conducto entran en la chimenea, y de allí se esparcen en la atmósfera.

La parte posterior del cenicero sobrepasa de algunos centímetros la rejilla, y se reúne con el suelo del canal ó conductor de gases por medio de un plano inclinado á 45°. La porción de muro, que se halla en la parte superior de la rejilla, se llama *altar*.

Entre la puerta y la rejilla, en el mismo plano que esta última, se encuentra una chapa de fundición, cuyo largo es igual al ancho del hogar.

El hogar puede hallarse al interior de la caldera, lo mismo que al exterior. En este último caso, está encerrado con su cenicero en una especie de cilindro de palastro (chapa de hierro) el altar se forma entónces con una chapa de hierro, la cual sobrepasa un poco la rejilla.

Más allá del altar, los gases calientes, procedentes de la combustión, pasan por uno ó más conductos; de este modo están más tiempo en contacto con la caldera.

En la chimenea hay siempre un registro, por medio del cual, según las circunstancias, se puede hacer variar su abertura. Dicho registro está algunas veces en comunicación con la puerta del hogar, de manera que no se puede abrir ésta, sin cerrar en gran parte aquél.

Las chimeneas de las locomotoras dejan también pasar la descarga del vapor; ésta se efectúa por medio de un tubo, á la parte superior del cual está una válvula á la disposición del maquinista.

Cuando se quiere construir un hornillo, es de toda importancia seguir fielmente los planos y las construcciones de un ingeniero capaz: hay que tener mucho cuidado con las ideas sugeridas por la rutina, la cual se confunde demasiadas veces con la práctica.

DIRECCIÓN DEL FUEGO

1. Pregunta.—*Cuando la hulla está encendida, ¿qué se debe hacer?*

Respuesta.—Hay que dejar propagarse el calor en la masa y tratar de conservarle. Al efecto, el combustible debe introducirse por pequeñas porciones á la vez.

2. P.—*¿Porqué dice V. por pequeñas porciones?*

R.—Porque si se carga sobre un fuego apénas encendido una gran masa de carbón, resulta que los nuevos pedazos introducidos, absorben el poco calor de los existentes, y puede resultar, si la nueva masa introducida es bastante grande, que dicho calor no sea suficiente para ayudar la acción del aire; en tal caso, ésta no se efectuará sobre el carbón últimamente introducido, ni se continuará en el existente; por consiguiente, en lugar de entretener el fuego, se apagará; de modo que hay que empezar de nuevo la operación, de lo cual resulta una pérdida de

tiempo y del primer combustible. Para evitar este inconveniente, se debe, pues, cargar el carbón por pequeñas cantidades á la vez.

3. P.—*De todos los productos gaseosos procedentes de la combustión, ¿cuáles son los que le interesan á V. más?*

R.—En primer lugar, el *ácido carbónico*, que es el que más calor da al formarse, y que corresponde á la combustión más completa que se puede desear.

En seguida el *óxido de carbono*; su formación despide ménos calor y corresponde á una combustión imperfecta.

4. P.—*¿Se pueden reconocer esos dos productos?*

R.—Sí. El *ácido carbónico*, procedente de una combustión completa, es un gas invisible; pero su temperatura elevada hace que las partículas sólidas que consigo lleva, adquieran brillo. Resulta que la llama es clara y brillante, mientras que el *óxido de carbono*, que proviene de una combustión imperfecta, da llamas azules cuando se abre la puerta del hogar.

5. P.—*¿Se debe evitar la presencia de esas llamas azules?*

R.—Sí, y con el mayor esmero; se debe tratar siempre de conseguir llamas claras, uniformemente esparcidas por toda la superficie del fuego, y evitar la presencia de manchas negras.

6. P.—*¿Qué son esas manchas negras?*

R.—Son trozos de hulla que destilan y producen un humo negro, porque el aire no llega á ellos. Las escorias y las cenizas que no dan ya calor, absorben, por el contrario, una cierta cantidad, é impiden muchas veces el paso del aire.

7. P.—*¿Qué hará V. para evitar las llamas azules?*

R.—Siendo la combustión imperfecta resultado de la insuficiente cantidad de aire que pasa á través de la rejilla, aumentaré, como es debido, dicha cantidad de aire sin enfriar el hogar.

Para conseguir este resultado, arreglaré el *tiro*, es decir, la masa de aire aspirada por la chimenea; haré todos los esfuerzos posibles para repartir este aire uniformemente sobre el hogar, haciendo desaparecer las cenizas y las escorias.

8. P.—*¿Y el humo negro?*

R.—Cuando se percibe el humo negro, espeso y abundante, es señal que la combustión está casi paralizada, al ménos en ciertos puntos. El carbón que la corriente de aire lleva así consigo, ó que no hace más que destilar, es una causa de enfriamiento.

9. P.—*¿Se puede evitar esto?*

R.—Sí, al ménos en gran parte: en primer lugar, esparciendo el carbón negro sobre el rojo, y también disminuyendo la carga que se acostumbra introducir, á fin de no enfriar tanto el hogar; en fin, haciendo todo lo posible para que la cantidad de aire sea la necesaria, porque si esa cantidad es excesiva suele producir su enfriamiento. (Véase núm. 14).

10. P.—*¿Esto es posible?*

R.—Con un hornillo bién proporcionado, el fagonero puede hacer de modo que la cantidad de aire introducida en el hogar sea exactamente la necesaria para la combustión, ó al ménos obtener muy poca pérdida.

Esto se consigue siempre maniobrando como es debido el registro de la chimenea, ó si no la válvula de descarga del vapor en la chimenea, cuando es una locomotora.

11. P.—*¿Entónces la chimenea tiene otro objeto más que el de dar paso á los productos de la combustión?*

R.—Ciertamente: su principal objeto es aspirar el aire que atraviesa el hogar.

12. P.—*¿De qué depende el buén resultado de esta operación?*

R.—De la sección de la chimenea, y de la velocidad que en ella tienen los gases. Esta velocidad depende á su vez de la elevación de la chimenea y de la temperatura de los gases.

Sin embargo, en las chimeneas de locomotoras y de locomóviles en general, el tiro depende también de la presión que posee el vapor cuando se escapa por ellas.

13. P.—¿Cuál es la influencia de cada uno de estos elementos?

R.—La altura no tiene gran influencia, y además, no está á la disposición del fogonero. Dado el tiro, es preciso cuadruplicar la altura de la chimenea para doblarle.

La temperatura debe aproximarse lo más posible de 3000; está probado que tal es la temperatura correspondiente al máximo de tiro.

Una buena precaución sería que el fogonero pudiera cuando le fuera conveniente, comprobar la temperatura de la chimenea.

La sección tiene una influencia bastante notable sobre el volumen de aire admitido; se puede hacer variar dicho volumen por medio del registro que el fogonero tiene á su disposición.

14. P.—¿Por qué no se deja la chimenea enteramente libre?

R.—Porque cuando se construye una, la razón exige que se haga mayor que lo que sería necesario.

De lo que resulta que una masa de aire demasiado grande atraviesa el hogar, cuyo exceso produciría un enfriamiento, lo mismo que el exceso contrario.

15. P.—¿La cantidad de aire necesaria para la combustión es variable?

R.—Sí. Por ejemplo, cuando acabando de limpiar la rejilla, se carga ésta casi completamente de combustible nuevo, el enfriamiento es tal, que el humo que se escapa es muy abundante.

Hay que quemar este humo empleando un exceso de aire, y hacer que este aire sea lo más caliente posible.

16. P.—¿Cómo se calienta este aire?

R.—Hay dos medios.

El primero, y el más eficaz, consiste en empujar hácia atrás del hogar, todo el carbón incandescente que queda después de limpiada la rejilla; se le da á esta masa el espesor general del

fuego. Lo poco que queda hácia adelante se cubre con el carbón fresco; el humo, entónces pasa sobre el carbón rojo, á través del cual se eleva, calentándose un exceso de aire. El encuentro de este aire caliente con el humo, da lugar á la combustión, ésta es completa si la maniobra se ejecuta bién y con esmero.

El segundo medio se añade como suplemento al primero: consiste en dejar la puerta entreabierta de 2 á 3 centímetros, después de haber cargado la rejilla, el aire se precipita por dicha abertura, se calienta al pasar sobre las placas de fundición, se mezcla con el humo, y le quema hácia el fondo del hogar. Para conseguir el mismo resultado, pero de un modo más fácil, se practican en la puerta algunos agujeros que se puedan abrir ó cerrar fácilmente.

Cap. 11 17. P.—*¿La cantidad de carbón que se debe cargar á la vez sobre la rejilla, tiene alguna importancia?*

R.—Sí, y muy grande. No se debe alimentar la rejilla más que con pequeñas porciones á la vez, porque, como hicimos ver (núm. 2), una gran cantidad de carbón fresco, esparcido á la vez sobre toda la superficie de la rejilla, hace bajar la temperatura, y además impide el paso al aire.

No se deben esparcir sobre las rejillas, sino capas finas de carbón fresco.

18. P.—*¿Qué espesor debe tener el combustible sobre la rejilla?*

R.—Diez centímetros todo lo más: de este modo, el aire llamado por la chimenea, encuentra paso suficiente por todas partes, atraviesa lentamente, y por lo mismo se halla bastante tiempo en contacto con el carbón, para que la combustión se efectúe lo más regular y completamente posible.

Esto es lo que se llama la *combustión lenta*, que es la más ventajosa.

19. P.—*¿Cuáles son además las causas por las cuales el aire atraviesa pronto el hogar?*

R.—La suciedad de la rejilla, procedente de las cenizas y escorias que empastan las barras, las sueldan, y así tapan los huecos. La cantidad de aire atraída por la chimenea siendo la misma, y habiendo disminuido el hueco, el aire tiene que pasar más rápidamente por los claros que restan.

En este caso la marcha de la operación es impropia llamada *combustión rápida*; se puede decir que es una combustión que no ha tenido tiempo para efectuarse como es debido. De esto resulta que el vapor cuesta más caro.

20. P.—¿Qué se debe, pues, hacer?

R.—Limpiar la rejilla, hacer caer las cenizas y despegar las escorias.

Para esto se da un buen tiro, á fin de producir una temperatura suficiente para que las escorias se conserven pastosas; de este modo se las hace desaparecer fácilmente.

Llamamos aquí la atención sobre este hecho; que los barrotos delgados y altos, presentan por abajo una gran superficie al aire frío. Las escorias no se adhieren nunca á ellos, ó se desprenden por los claros al estado de perlas frías, ó si no se quitan con el *espétón*: en todo caso, la limpieza del fuego se hace con mucha más facilidad.

21. P.—¿Se puede sin inconveniente limpiar con frecuencia el fuego?

R.—No: porque cuando la puerta queda mucho tiempo enteramente abierta, la abundante cantidad de aire que se precipita por ella enfría mucho y de repente, el hogar y la caldera.

De aquí resultan dos inconvenientes: el uno en cuanto al trabajo de la máquina, que puede disminuir instantáneamente y atrasar con pérdida.

El otro concierne al metal de la caldera; los cambios bruscos de temperatura producen contracciones y dilataciones instantáneas, sobre todo en las juntas y donde hay clavos, se forman así fugas que exigen composturas costosas en cuanto á

la mano de obra, y sobre todo originan su parada y descanso.

Es preciso, por consiguiente, acostumbrarse á hacer la limpieza de un modo rápido y completo, á fin de no repetir muchas veces la operación.

Durante ella se cierra casi completamente el registro para que haya poco tiro.

22. P.—¿Es posible en todos los casos evitar que la limpieza se haga frecuentemente?

R.—No, si la rejilla es mal proporcionada y si el carbón es demasiado sucio.

En el primer caso el fogonero no puede remediarlo; en el segundo puede atenuar el mal separando ántes las piedras, luego recogiendo y echando á un lado las *piritás*, que son las sustancias más perjudiciales.

23. P.—¿Cómo se reconocen las *piritás*?

R.—Por su color, el cual hace que muchas veces se las confunda con el cobre.

24. P.—¿Cuál es el mejor método de alimentar la rejilla en marcha ordinaria?

R.—Cuando la necesidad obliga á hacer una nueva carga como lo hemos dicho ya, es preciso esparcir uniformemente el combustible, en capas delgadas sobre toda la superficie.

No hay que cerrar la puerta completamente; cuando se acaba de cargar, se deja penetrar un poco de aire, el cual se calienta al pasar por el ante-hogar, llega en contacto con el humo, y le quema.

Ó si no, se empuja todo el combustible incandescente hácia atrás del hogar y se carga el fresco delante.

El humo producido por el carbón fresco, encuentra el aire caliente que atravesó la capa incandescente, y al mezclarse con él lo quema, como hemos visto (núm. 16).

25. P.—¿Queda alguna observación?

R.—Como la alimentación es una causa de enfriamiento, es

preciso evitar que esta causa coincida con otras del mismo género; por ejemplo, con la alimentación de la caldera.

La carga debe hacerse en breve tiempo, para evitar que la puerta esté mucho tiempo abierta. (Esta puede estar unida con el registro de la chimenea, de modo que cuando una se abra en parte, la otra se cierre). Un fogonero diestro ve fácilmente donde falta el combustible, y por consiguiente donde se debe cargar: si ve que para la operación necesita algún tiempo, puede disminuir el tiro por medio del registro, pero sin cerrarle completamente, porque de la supresión precipitada y total del tiro, resultaría que los gases calientes é inflamados serían rechazados hácia la puerta y podrían abrasar al fogonero.

26. P.—¿Qué entiende V. por *combustión lenta*, de la cual se habló ántes (núm. 18)?

R.—La que se produce cuando el carbón está distribuido sobre una rejilla espaciosa y en capas delgadas, de modo que el aire entrante pasa por todos los puntos de la capa con una velocidad uniforme y moderada, á fin de dejar al fenómeno de la combustión el tiempo que le es necesario.

Es la marcha más económica; por eso la construcción del hogar debe permitir al fogonero que la siga; es al contrario, culpable de ignorancia cuando encontrándose delante de un hogar bien construido, se empeña en disminuir su superficie, no extendiendo bastante el fuego. Añadiremos en su interés, que el oficio de fogonero es muy penoso cuando el hogar es pequeño.

27. P.—¿Qué cuidados requiere el combustible?

R.—Abrigarlo del agua, es decir, que debe estar bajo techo. Cuando esto no es aplicable á una provisión de mucho tiempo, es preciso al ménos que la del día esté cubierta.

Es natural que el fogonero deba poder disponer de los medios necesarios para cumplir con esta regla económica.

28. P.—¿Qué cuidados exige el fuego un poco ántes de las paradas y al fin del día?

R.—En estos momentos se debén ejecutar las operaciones que tienen por consecuencia el enfriamiento, como son: limpiar la rejilla, alimentar el fuego y dar agua á la caldera.

Durante el descanso, la presión del vapor tiene tiempo para subir, puesto que no se consume.

Al fin del día, un poco ántes de parar, se limpia con cuidado la rejilla; se carga sobre toda la superficie combustible húmedo, lo que se llama tapar el fuego. Se cierra el registro, á fin de que el tiro sea casi nulo durante la noche; el fuego así preparado se llama *durmiente*.

Con un poco de costumbre, se puede llegar al fin del día con una presión de una sola ó dos atmósferas á todo lo más.

Si al día siguiente no se trabaja, entónces no se tapa el fuego, ni se carga al fin del día, de modo que el fuego vaya disminuyendo progresivamente, para que al echarle fuera se pierda lo ménos posible.

Pero es claro que tales medidas económicas no deben tomarse sino con discernimiento: no conviene nunca, por ejemplo, que el esfuerzo de que es capaz el motor pueda disminuirse prematuramente, puesto que se perdería en mano de obra diez veces más de lo que se economizaría en combustible.

PARTE SEGUNDA

*Pap. 12**

Reglas que se deben observar en el modo de calentar las calderas, bajo el punto de vista de la seguridad.

En todo establecimiento donde se emplea el vapor de agua, ya sea como fuerza motriz, ya sea para otro uso cualquiera, depende principalmente del hombre encargado de producir el vapor, del fogonero en una palabra, la seguridad de las personas y cosas que se hallan en las inmediaciones de la caldera.

¿Cuáles son las reglas que debe observar el fogonero; cuáles son los medios que están á su disposición para prever é impedir los accidentes? Nuestro objeto es indicarlos en las siguientes líneas, bajo una forma puramente práctica, para que todos los trabajadores y obreros los comprendan.

1. P.—*¿Cuáles son las precauciones que el fogonero no debe perder nunca de vista si quiere evitar los accidentes?*

R.—Para el fogonero, esas precauciones se reducen, en términos generales, á la exacta observación de las cuatro prescripciones siguientes:

1.º Conservar siempre á una altura conveniente el nivel del agua en la caldera. Hay que evitar el exceso de ésta, porque es inútil y hasta más ó ménos perjudicial; pero también hay que tener mucho cuidado para que el agua no escasee.

2.º No permitir jamás que la presión del vapor se eleve más de lo que marcan los límites asignados.

3.º Limpiar la caldera á menudo y con cuidado para que los depósitos de barro, y sobre todo, las incrustaciones de cualquier espesor, no se puedan formar.

4.º Asegurarse, en fin, frecuentemente, de si todas las partes del aparato que está bajo su cargo no han sufrido alteración alguna, ya en su solidez, ya en el modo de funcionar, según las condiciones de la construcción.

2. P.—*De todas estas precauciones, ¿cuál es la más importante?*

R.—La primera, es decir, la que trata del nivel del agua, porque el descuido en este caso es la causa más frecuente de las *explosiones*, y las que se producen en tal circunstancia, son las más terribles.

3. P.—*¿Á qué altura debe hallarse el agua en una caldera?*

R.—Á una tal, que su nivel esté siempre 10 á 12 centímetros más alto que la cumbre de los conductos de humo, ó que el cielo del hogar en las calderas que tienen el hogar interior, á fin de que no esté sin agua ninguna parte de la caldera en contacto con la llama ó con el aire caliente.

La marca que corresponde á esta altura debe estar bién trazada y muy visible delante de la caldera.

4. P.—*Dé V. las razones de esta prescripción.*

R.—Es porque las chapas que por una parte se hallaran en contacto con los productos del hogar, sin estar por la otra en contacto con el agua, estarían expuestas á quemarse y hasta se podrían poner rojas con el fuego; hay que dejar, sin embargo, al nivel del agua cierta latitud, para que el fogonero tenga tiempo para tomar sus precauciones, según las circunstancias lo exijan.

5. P.—*¿Cuáles son los inconvenientes ó peligros que una chapa quemada ó roja de fuego puede causar?*

R.—Son fáciles de comprender. Todo el mundo sabe, en efecto, que el hierro ó el cobre quemados á fuerza de pasar bruscamente del calor al frío, pierden notablemente una gran parte de resistencia. Este efecto puede ser causa de que la chapa se rompa aunque la caldera no trabaje sino á la presión ordinaria.

Aún más; si una chispa se calienta hasta ponerse roja con el fuego, el peligro de una explosión es inminente.

En efecto, si de resultas de una alimentación intempestiva de la caldera ó por otra razón cualquiera, el agua viniere á ponerse en contacto con la chapa, se produciría instantáneamente tal abundancia de vapor, que no podría pasar por las válvulas; la presión, aumentando entonces cada vez más, habría mil probabilidades para que la caldera estallara.

6. P.—*¿Cómo se ve á qué nivel se halla el agua en la caldera?*

R.—Por medio del tubo indicador de vidrio; de los grifos de ensayo y flotador (con silbato de alarma ó sin él).

7. P.—*¿Cuál es el mejor de estos aparatos; el que inspira más confianza?*

R.—El tubo indicador de vidrio. Aconsejamos la disposición imaginada por Mr. Requilé, porque evita las proyecciones del agua caliente y vapor que se producen en los tubos indicadores ordinarios, cuando el tubo se rompe.

8. P.—*¿Cómo se puede juzgar si este aparato funciona regularmente? ¿Qué precauciones hay que tomar para conservarle en buen estado?*

R.—En primer lugar, hay que observar si el agua sube y baja libremente en el tubo de vidrio, y luégo ver por medio de los grifos si no existe ninguna obstrucción. Cuando los grifos para el vapor y el agua están cerrados, y el grifo pequeño de ensayos está abierto, debe dar paso al vapor ó al agua, según se abra uno ú otro de los dos primeros.

Si no es así, es señal de obstrucción en uno de los conductos; esto se remedia con ayuda de un alambre, al que se le dará la forma conveniente.

El fogonero debe cuidar mucho de que el tubo de vidrio esté siempre limpio, á fin de que no pierda su translucidez.

9. P.—¿Cómo se reconoce con los grifos que el agua conserva un buen nivel?

R.—Cuando este se halla entre los dos, es decir, que abriéndolos alternativamente, el de arriba deja escapar vapor, mientras que el de abajo deja escapar el agua.

10. P.—¿Cómo debe hacer estos ensayos el fogonero?

R.—A menudo y de poca duración: y como es muy difícil observar si es agua ó vapor lo que se escapa por la llave inferior (sobre todo si la caldera trabaja á alta presión), hay que dirigir el chorro contra un muro ó una tabla.

De este modo es muy fácil distinguirlo.

11. P.—¿Cómo se cuidan los grifos para que se conserven en buen estado?

R.—Haciéndolos funcionar á menudo para evitar las obstrucciones, y cuidando de que estén limpios. Si se obstruyen hay que limpiarlos con un alambre.

12. P.—¿Cómo se conoce que el flotador funciona bien? ¿Cómo se le conserva en buen estado?

R.—El flotador debe seguir exactamente los movimientos del agua en la caldera; su movilidad es el signo más seguro y la mejor prueba de que funciona bien. Cuando queda algún tiempo inmóvil, es generalmente porque su *caja de estopas*, está muy apretada; en tal caso es más perjudicial que útil, porque puede engañar al fogonero que se fia de sus indicaciones.

Para conservarle bien, es preciso, por consiguiente, cuidar mucho la *caja de estopas*, de modo que no esté ni muy floja ni muy apretada, y cambiar la barra que la atraviesa cuando se halla muy gastada ó torcida.

13. P.—¿Qué medios emplea el fogonero para mantener el agua al nivel que la corresponde?

R.—Teniendo cuidado de alimentar, luégo que se apercebe que el nivel se aproxima al límite inferior que se le trazó. Debe también enterarse si los aparatos de alimentación (bomba, depósito superior, inyector, etc.), dan agua bastante para reemplazar la que se marcha al estado del vapor.

14. P.—¿Cómo se sabe que la bomba de alimentación, no sólo da agua, sino que da la suficiente?

R.—Sobre el tubo de escape de esta bomba se halla un grifo de ensayo; si el agua sale por este grifo (que se halla abierto) por intermitencias, es que obedece á los golpes del émbolo, es que la bomba da agua.

Ahora bién; para saber si da la suficiente, el fogonero debe observar con atención, durante algún tiempo, la altura del agua por medio del tubo indicador, el flotador, etc.; si esta altura continúa disminuyendo, á pesar de la alimentación, es naturalmente una prueba de que ésta es insuficiente, y hay que buscar la causa cuanto antes; si ésta reside en un defecto del aparato de alimentación, ó en una pérdida de agua procedente de un defecto oculto de la caldera.

15. P.—¿Qué debe hacer el fogonero cuando ve que el nivel del agua ha bajado más de lo que los límites marcan?

R.—Si el mal no es aún grave, esto es, si la diferencia de nivel no es más que de 5 ó 6 centímetros, el fogonero debe moderar inmediatamente la actividad del fuego y el consumo de vapor, cerrando el registro de la chimenea y cargando la rejilla con combustible fresco: al mismo tiempo debe hacer funcionar el aparato alimentador. Pero en el caso de que el nivel haya bajado 10 ó 12 centímetros más abajo que los límites marcados, y que por consiguiente, hay lugar á suponer que ciertas partes de la superficie de caldeo se hallan fuera del agua, el fogonero debe tener mucho cuidado de no alimentar la caldera, y en el

mismo instante sacará el fuego de la rejilla y dejará enfriar el aparato, lo ménos bruscamente que sea posible. No se volverá á calentar antes de haber restablecido el nivel á la altura conveniente.

16. P.—¿*Cuál es la maniobra que en este caso podría ser tan peligrosa como la alimentación?*

R.—Abrir de un modo brusco los orificios que dan paso al vapor, á saber; válvulas de seguridad y los tubos que conducen el vapor á la chimenea.

17. P.—*Explique V. por qué la alimentación ó la abertura de las válvulas, etc., sería tan peligrosa.*

R.—Porque en los dos casos el agua se hallaría en contacto con las chapas recalentadas, y algunas veces hasta rojas por el fuego. Si se abren las válvulas, la presión disminuye al instante, esta disminución de presión produce una ebullición por sobresaltos tumultuosa, proyectando una parte de líquido más arriba que lo que marca el nivel cuando el líquido está en reposo.

18. P.—¿*Cuáles son las precauciones que el fogonero debe observar relativas á las válvulas de seguridad?*

R.—Estos aparatos deben cerrar herméticamente, sin que por eso peguen sobre sus asientos; de esto se hará cargo el fogonero á lo ménos una ó dos veces al día, levantándolas ligeramente. Si el vapor se escapa por las válvulas es preciso frotarlas con esmeril sobre sus asientos. Inútil será añadir que por ninguna circunstancia, ni bajo ningún pretexto, debe sobrecargarlas ó impedir su libre juego.

19. P.—¿*Cómo se comprueba que el manómetro funciona bien?*

R.—Dicho aparato satisfará á las tres condiciones siguientes:

- 1.º Marcar cero cuando la caldera está sin vapor.
- 2.º Marcar el máximun permitido de presión al mismo tiem

po que las válvulas empiezan á abrirse: la carga que pesa sobre éstas ha sido calculada proporcionalmente á esta presión.

3.º En fin, las oscilaciones de la aguja en los manómetros metálicos, y las oscilaciones del mercurio en los manómetros de aire libre ó comprimido, deben ser regulares y muy visibles, es decir, que si el manómetro es con flotador, éste se moverá libremente en el tubo; para ver si es así, el fogonero levanta frecuentemente el flotador atado á la extremidad del hilo que lleva la aguja indicadora, y lo deja luégo caer á su sitio.

Los manómetros metálicos deben ser comparados de vez en cuando con un *manómetro-tipo*.

Si el manómetro es con tubo de vidrio, estará siempre muy limpio y traslúcido.

Cuando es muy difícil de limpiarlo por los medios ordinarios, es muy eficaz humedecer con un poco de vinagre el hisopo que sirve á este efecto.

20. P.—¿*Cómo impide el fogonero que la presión se eleve demasiado?*

R.—Moderando el fuego algunos instantes ántes que el manómetro marque el máximun autorizado.

21. P.—¿*Que hará cuando la presión amenaza ser demasiado fuerte, ó cuando lo es ya?*

R.—Moderar el tiro y cargar el fuego con carbón fresco.

Si estas medidas son insuficientes, puede llamar un exceso de aire frio abriendo las puertas del hogar, ó si no tirar el fuego en totalidad ó en parte.

Además, si el nivel del agua lo permite (véase números 13 y 15), hay que alimentar con agua fria.

Pero si al mismo tiempo que la presión se eleva, el nivel ha bajado más de los límites marcados, y donde, por consiguiente, empieza el peligro, el fogonero debe tener mucho cuidado de no enviar la más mínima cantidad de agua á la caldera, como lo hemos dicho ya, respondiéndolo á las cuestiones números 15, 16 y 17.

22. P.—¿Cuándo procederá el fogonero á la limpieza de la caldera?

R.—Nada se puede precisar de antemano, relativamente al tiempo que pasa entre dos operaciones; puede ser más ó ménos largo, según el género de caldera y según la naturaleza de las aguas que sirven á la alimentación; la experiencia sola puede servir de regla en esta materia. Siendo la limpieza por sí misma uno causa de gastos, no se abusará de ella; pero tampoco hay que olvidar que la vaporización es ménos activa y más costosa en una caldera sucia que en una limpia, y que además, con aguas incrustantes, sería peligroso no limpiar á menudo la caldera.

23. P.—¿Qué se entiende por aguas incrustantes, y por qué motivo son una causa de peligro?

R.—Las aguas incrustantes son las que contienen ciertas sustancias que se separan con la ebullición, y forman sobre la caldera una corteza más ó ménos adherente y dura.

Son causa de peligro, puesto que si se les deja aumentar su espesor, las porciones de chapa, ó los tubos (en las calderas tubulares) que recubren, expuestas por un lado á la acción directa del calor, y garantizadas por otro contra la acción refrigerante del agua, se alteran bastante pronto, del mismo modo que las partes de la superficie del caldeo, que están más altas que el nivel del agua. Estas porciones de chapa pueden ponerse rojas de fuego, y se concibe fácilmente, que si entónces la incrustación se desprende y cae (lo que sucede algunas veces), los fenómenos de que hemos hablado (núm. 5) se producirán, y sería casi inevitable una explosión.

24. P.—¿De qué modo procederá el fogonero á la limpieza de la caldera?

R.—Debe tener mucho cuidado de echar fuera las aguas cenagosas y el lodo formado. *Picar (diestramente) con el martillo* las incrustaciones, de modo que se desprendan sin alterar la

chapa con el choque violento de los útiles, y barrer hasta las últimas partículas de corteza; una práctica, recomendada por la experiencia, consiste en untar el interior de la caldera, despues de limpiada, con una mano de brea de hulla, ó de plombagina desleída en el agua. Se podrían emplear otros medios análogos con el mismo objeto, y que producirían buen resultado; existen en fin, contra las incrustaciones una porción de preservativos más ó ménos eficaces, que obrando por medio de la descomposición química, pertenecen al estudio del ingeniero. Debe examinar con atención los pequeños conductos que comunican con el manómetro, con el tubo indicador del nivel, con las llaves de vaciado, etc., y en fin, proceder á una inspección minuciosa de todas las partes de la caldera, lo mismo al interior que al exterior, y si es posible, en el hogar y los conductos de caldeo. Debe, por consiguiente, sacar todo el polvo y cenizas, que se acumulan con bastante rapidéz en dichos conductos.

El fogonero se asegurará además de que no hay fugas ó escapes de vapor ni de agua; que las chapas no presenten ninguna sopladura ni dobladura ó adelgazamiento que comprometan la resistencia. Bajo este punto de vista, su sonido al choque del martillo, y si es preciso, un agujero barrenado en la parte dudosa, son los mejores medios de comprobación, y que no se olvidará de emplear de vez en cuando.

25. P.—*¿Por qué se debe cuidar tanto de los escapes?*

R.—Porque se ha observado que en los sitios donde éstos se producen, la caldera sufre una alteración, un adelgazamiento más ó ménos rápido; á la acción mecánica de la corriente de vapor ó de agua que se escapa, se añade, en efecto, la acción oxidante, mucho más activa, de la humedad sobre el metal, expuesto al mismo tiempo al aire y al calor.

26. P.—*En fin; díganos V. cuáles son las precauciones que se deben tomar cada vez que se pone fuego á una caldera.*

R.—1.º Es preciso, ante todo, asegurarse que la limpieza

está bién hecha, y que no se ha olvidado ningún aparato en la caldera.

2.º Al introducir el agua, dejar escapar el aire abriendo las válvulas ó *agujero de hombre*, y asegurarse con cuidado, ántes de poner fuego, si la cantidad de agua introducida es más que suficiente; el nivel debe estar 10 ó 15 centímetros más alto que en marcha normal.

3.º Se enciende luégo el fuego; mientras se calienta el agua, se visitan todas las juntas para ver si cierran bién, y las válvulas se dejan abiertas hasta que todo está en órden.

4.º Se debe asegurar uno, lo más pronto posible, si los medios de alimentación están en estado de funcionar regularmente.

5.º En fin, comprobar la eficacia de todos los aparatos destinados á indicar la altura del agua, observar la marcha del manómetro y examinar el registro de la chimenea para ver si el calor le impide moverse dentro de un cuadro.

27. P.—*Relativamente al nivel del agua, ¿qué es lo que se observa cuando el calor se hace sentir?*

R.—El tubo indicador de vidrio, el flotador, etc., parecen acusar una elevación del nivel, á pesar de que no se haya empezado aún la alimentación.

Este fenómeno proviene de la hinchazón del agua, la cual ocupa más espacio cuando está caliente que cuando está fria. Si el nivel no subiera en esta circunstancia, es que habría un escape en la caldera.

Notaremos aquí, para recordarlo, que se observa igualmente una hinchazón del agua cada vez que se abren los conductos por donde el vapor sale de la caldera, para ir á los puntos donde produce su trabajo.

PARTE TERCERA

14
Modo de manejar las máquinas de vapor.

Examinaremos el modo de poner en marcha las máquinas de vapor y el de manejarlas durante la marcha, el estado en que deben estar los distintos órganos, la parada de las máquinas, y, en fin, las particularidades que presentan ciertas máquinas especiales.

Antes de entrar en materia, digamos qué se entiende por

Máquina de plena presión;

Máquina de expansión;

Máquina de condensación con expansión ó sin ella;

y describamos los órganos de la expansión y de la condensación.

1. P.—¿Qué se entiende por máquina de plena presión?

R.—Es una variedad de máquinas, en la cual el vapor entra en el cilindro durante todo el tiempo que dura la carrera del émbolo.

De este modo el vapor ejerce una presión uniforme sobre el émbolo; por esta razón, este género de máquina se llama á plena presión.

Se observará, que después de cada carrera del émbolo, el vapor perdido por causa de la descarga, es aún susceptible de un gran trabajo.

2. P.—¿Qué se entiende por máquina de expansión?

R.—En estas máquinas, el vapor no entra en el cilindro durante todo el tiempo que dura la carrera del émbolo, como sucede en las máquinas de plena presión, sino durante una parte del tiempo que dura la carrera; la cantidad de vapor admitida se limita por medio de una *corredera* ó una *válvula*, que cierra en un momento dado el orificio de entrada del vapor en el cilindro.

En tal caso, el vapor que se halla encerrado en el cilindro continúa comprimiendo el émbolo á causa de su fuerza expansiva; avanzando éste el vapor ocupa á cada instante en el cilindro un volúmen mayor, y su presión disminuye constantemente.

Cuando el émbolo ha llegado al fin de su carrera, la presión del vapor en el cilindro es inferior á la que poseía á la entrada, y esta presión es tanto más débil, cuanto más grande ha sido la expansión ó que la admisión del vapor haya sido más corta, teniendo en cuenta la longitud de la carrera. El vapor que se escapa por la descarga después de cada golpe del émbolo, estará, por consiguiente, en las máquinas de expansión con poca presión; se le ha retirado una gran parte de su fuerza, y por lo tanto, se habrá utilizado mejor el trabajo que podía dar.

3. P.—¿Qué se entiende por máquina de condensación?

R.—La máquina de condensación está siempre acompañada de un condensador; dicha máquina puede ser de plena presión ó de expansión.

El condensador es un aparato que liquida el vapor de la descarga por medio de agua fría, en lugar de dejarle escapar al aire libre.

4. P.—Describe V. un condensador y su modo de funcionar.

R.—El condensador que más generalmente se emplea, es un aparato compuesto especialmente de dos partes: el receptáculo,

llamado condensador; la bomba de simple ó doble efecto, llamada bomba de aire.

El aparato completo funciona de la manera siguiente:

El vapor de la descarga llega al condensador, donde se mezcla con el agua que allí cae en forma de lluvia y le condensa; se forma agua caliente que la bomba de aire aspira continuamente.

La cantidad de agua que entra en el condensador está regulada por medio de un grifo, llamado de inyección.

5. P.—¿*Por qué la bomba que aspira el agua se llama bomba de aire.*

R.—Porque esta bomba está destinada no solamente á elevar el agua del condensador, sino también el aire, los gases; en fin, tiene por objeto mantener lo más exactamente posible el vacío en el condensador.

6. P.—¿*Qué efecto produce la condensación?*

R.—La condensación del vapor por medio del agua fría, determina el vacío imperfecto en el condensador, y la bomba mantiene este vacío. Como el condensador está siempre en comunicación con la parte del cilindro, donde se efectúa la descarga, el vacío del condensador se propaga al tubo de descarga y al cilindro.

La contrapresión se halla así disminuida cuando se efectúa la descarga del vapor, puesto que esta descarga se hace en el vacío, y no bajo la acción de la presión atmosférica, como sucede en las máquinas sin condensación.

Disminuyendo la contrapresión, se disminuyen las resistencias nocivas al movimiento de la máquina; se aumenta el trabajo que ésta puede desenvolver, sin crecer el consumo del vapor proporcionalmente al trabajo ganado. Empleando la condensación, se realiza, por consiguiente, una economía en el combustible.

7. P.—¿*Cuál es la máquina que menos combustible exige y dé V. los motivos que justifican la que V. elija?*

R.—La máquina mejor, bajo el punto de vista de la economía de combustible, es la de gran expansión y condensación, porque la gran expansión permite aprovechar casi toda la fuerza expansiva del vapor, y porque la condensación haciendo el vacío del lado opuesto del émbolo al que recibe la presión del vapor, destruye en gran parte la contrapresión, suprimiendo así una resistencia. La máquina de gran expansión no es tan económica como la de expansión y condensación, pero es muy preferible á la máquina de plena presión, que pierde en la atmósfera el vapor dotado de una gran fuerza y capaz de producir aún un gran trabajo (1).

8. P.—¿Por qué no se emplean siempre las máquinas de gran expansión y condensación?

R.—Porque necesitan una gran cantidad de agua para la condensación y se montan algunas veces donde hay poca agua; porque cuestan más caras que las otras máquinas; porque algunas veces se emplea la descarga del vapor para producir un tiro ú otro uso cualquiera; en fin, porque no se encuentran siempre maquinistas capaces de manejarlas bien.

9. P.—¿Qué grado de expansión debe dar el maquinista á la máquina que dirige?

(1) Comienza á usarse en algunos puntos un género de máquinas de vapor, en que se aprovecha más aún que en las anteriores el poder del combustible, y son aquellas en que se *recalienta* el vapor haciéndole pasar por un aparato donde deja el agua líquida que arrastra en suspensión, y sometiéndole luego al calor de los conductos de humo. Este vapor recalentado no eleva mucho la presión, y en cambio, produce un grandísimo efecto en el cilindro. El inconveniente de este sistema, es que las estopas se calientan demasiado en sus respectivas cajas, y á veces se queman. Exige un maquinista muy hábil y vigilante.

La explicación teórica de las ventajas en este y otros casos, podrán verlas las personas versadas en matemáticas en la obra del autor del prólogo de este libro, titulada *Teoría y Cálculo de las máquinas de vapor y de gas*.

R.—El mayor posible, mientras observe una economía de combustible.

10. P.—¿Cómo se conoce que el grado de expansión de una máquina de vapor no es demasiado grande?

R.—Cuando acelerando el movimiento de la máquina, se ve uno obligado á cerrar en parte el moderador que se halla en marcha normal: lo que resulta en este caso, es que entra demasiado vapor en el cilindro, entónces es más económico retirar el vapor por medio de la corredera ó de la válvula de expansión, que sirviéndose del moderador.

11. P.—*Enuncie V. los diversos sistemas de expansión generalmente empleados.*

R.—1.º La expansión con recubrimiento en la corredera de distribución.

2.º La expansión producida por dos correderas sobrepuestas, guiadas cada una por un excéntrico.

3.º La expansión llamada Meyer, la que se obtiene también por medio de correderas sobrepuestas guiadas por excéntricos, pero la corredera de expansión está formada de dos partes móviles á discreción.

4.º La expansión llamada Farcot.

5.º La expansión producida por la maniobra de las válvulas.

6.º La expansión obtenida variando la carrera de la corredera por medio de una colisa ó corredera Stephenson ó una de Gooch.

7.º La expansión Walschaerts.

12. P.—*Describe V. la expansión producida con el recubrimiento de la corredera de distribución.*

R.—(Fig. 1.) Para conseguir la expansión por medio del recubrimiento, la corredera está construida de tal modo que las partes *a, a*, son mayores que el ancho de las lumbreras ó huecos. La diferencia que existe entre el ancho *a* y el de una lumbrera, se llama *recubrimiento*.

Durante la maniobra de la corredera, hay una posición en

cada carrera, en la cual la lumbrera que deja pasar el vapor en el cilindro, se halla cubierta completamente con los bordes de la corredera. En ese instante, el vapor que viene de la caldera no puede entrar en el cilindro, y el que se halla encerrado en éste obra por su fuerza expansiva, produciendo así la expansión hasta el fin de la carrera del émbolo. La expansión dura todo el tiempo que emplea el borde *a* de la corredera para pasar sobre la lumbrera, hasta que se halla en comunicación con la descarga: cuanto más ancho sea el borde, ó si no, cuanto mayor sea el recubrimiento, mayor será la expansión.

Esta disposición no conviene sino para las pequeñas expansiones.

13. P.—*Explique V. cómo funciona la expansión producida por dos correderas sobrepuestas, movidas cada una por un excéntrico.*

R.—Cada corredera tiene su función especial: la primera *T* se llama corredera de distribución (fig. 2), la segunda *S*, corredera de expansión:

La corredera de distribución da paso al vapor por los dos lados del émbolo, sin tener ninguna acción sobre el grado de la expansión.

Obra de tal modo, que si funcionara sola, la máquina marcharía á plena presión.—En el caso de que se emplee la corredera de expansión, la construcción de la corredera de distribución no es la misma que si fuera destinada á una máquina á plena presión.

La corredera representada (fig. 2), tiene dos huecos ó lumbreras, *a, a*.

La corredera de expansión *S* consiste en una simple placa, á la cual se halla adaptado un listón que sirve para unirla con la varilla del excéntrico *C*.

Examinemos de qué modo se produce la expansión con las dos correderas indicadas.

Si se fijan y calan los excéntricos al árbol de la máquina de modo que, colocando la corredera de distribución al fin de una carrera, la corredera de expansión haya caminado ya un poco en el sentido del movimiento que va á llevar la corredera de distribución; en tales condiciones, la corredera de expansión estará más avanzada en su movimiento que la corredera de distribución; y en ciertos momentos dados cerrará sucesivamente las lumbreras, *a, a*, de la otra corredera.

Estas estarán cubiertas más ó menos tiempo, según el *avance* más ó menos grande dado al movimiento de la corredera de expansión.—La expansión del vapor en el cilindro empieza desde el momento en que se cierran las lumbreras.

Hay que tener cuidado con no dar demasiado avance á la corredera de expansión, porque entonces las lumbreras *a, a*, podrían abrirse después de haber estado cerradas un momento, y ántes que el émbolo haya llegado al fin de su carrera; en tal caso, el vapor volvería á entrar en el cilindro, se mezclaría con el vapor de expansión y destruiría el efecto de la expansión.

El avance límite que se debe dar á una corredera de expansión se determina por tanteo.—No sólo se puede variar la expansión dando un avance al movimiento de la corredera de expansión, sino también alargando la corredera. Se usa de este último artificio cada vez que se quieren conseguir grandes expansiones, las cuales no se podrían obtener con solo el avance de la corredera de expansión.

14. P.—¿Cómo funciona la expansión producida por dos correderas sobrepuestas, llamada expansión Meyer?

R.—Esta expansión funciona exactamente lo mismo que la que acabamos de ver, solo que la corredera de expansión es de dos piezas, y estas dos piezas pueden alejarse ó aproximarse, según se desee, en el sentido del movimiento de las dos correderas.

De este modo se puede alargar ó disminuir la corredera de expansión.

Si se alarga, cerrará más pronto las lumbreras de la corredera de distribución, y la expansión aumentará; si se disminuye, se obtiene el efecto contrario.

El alargamiento y el acortamiento de la corredera se consiguen por medio de un doble tornillo, es decir, con rosca á derecha y á izquierda.

Cada filete de dicho tornillo sirve para una tuerca que se halla fija á cada lado de la corredera de expansión.

Moviendo el tornillo en uno ú otro sentido, la corredera se alarga ó se acorta.

Para facilitar y simplificar la construcción, se hace fileteada la varilla misma que mueve á la corredera; esta varilla pasa á través del hueco ó *capilla* y luégo por la caja de estopas. Por consiguiente, manejando dicha varilla y haciéndola girar en un sentido ó en otro mientras la máquina se halla en movimiento, se puede, sin parar ni desarmar ninguna pieza, hacer variar las dimensiones de las correderas de expansión y conseguir así diferentes grados de expansión.

15. P.—¿Qué se entiende por la expansión llamada *Farcot*?

R.—La expansión *Farcot* se produce por medio de dos correderas sobrepuéstas.

La corredera de distribución *T* está dirigida por un excéntrico, tiene sus lumbreras lo mismo que la expansión Meyer.

La corredera de expansión está también compuesta de dos partes *S*, *S*; pero están libres y no unidas entre sí. (Fig. 3).

Además, estas partes no se mueven por un excéntrico, y el movimiento se ejecuta simplemente por arrastre. Nos explicaremos mejor.

Las dos partes de la corredera de expansión están en contacto con la corredera de distribución; la presión del vapor ó la acción de los muelles determinan la adherencia de las dos correderas; dicha adherencia es suficiente para que la corredera de

distribución arrastre en su movimiento las dos partes de la corredera de expansión. Esto supuesto, describamos de qué modo las dos partes de la corredera de expansión que están libres, pueden cerrar en un punto dado las lumbreras de la corredera de distribución.

Para obtener tal resultado, basta parar la marcha de las correderas de expansión en el momento conveniente. En efecto, continuando su carrera la corredera de distribución, acabará necesariamente por cerrar las lumbreras, tapándolas bajo las partes plenas de las correderas de expansión. En ese instante, el vapor no podrá entrar en el cilindro, y la expansión empezará.

Haciendo variar la posición del punto de parada, se comprende que el grado de expansión variará también.

Para poder hacer variar el punto de parada mientras la máquina está en marcha, se ha imaginado colocar un álabe (fig. 4) entre las dos correderas de expansión S , S' (fig. 3); si se da al álabe una inclinación más ó menos fuerte, pasarán más ó menos pronto las dos partes de la corredera de expansión.

Este álabe está fijo á una varilla que atraviesa una caja de estopas, fundida con la tapa. Maniobrando la varilla, se hacen variar las posiciones del álabe y se modifica el grado de expansión durante la marcha de la máquina. En general, el regulador opera sobre la barra v , y no sobre una aleta de escape; esta disposición ofrece la ventaja de dar á la máquina la mayor expansión posible, teniendo en cuenta el trabajo que debe efectuar.

Unas roscas taladradas y fijas á cada lado de las correderas de expansión, sirven para regularizar de un modo conveniente la expansión en los dos lados del pistón.

Hemos visto cómo se puede efectuar la cerradura de las lumbreras de la corredera de distribución, de lo que resulta la expansión del vapor en el cilindro; veamos ahora cómo se pueden abrir éstas, y cómo permiten la entrada del vapor en los puntos muertos.

Notemos que las lumbreras de la corredera de distribución se cerraron, parándose en el mismo sentido las dos partes de la corredera de expansión; se podrán abrir parando en sentido contrario las dos partes de la corredera de expansión.

Por consiguiente, estableciendo de un modo conveniente los dos puntos de parada, se abrirá de nuevo la lumbrera, y el vapor entrará en el cilindro.

Notemos además que estos puntos de parada que permiten la entrada del vapor en el cilindro, no deben ser móviles. Esta entrada del vapor se hará siempre en el mismo momento, es decir, al principio de cada pulsación ó golpe del émbolo. Por lo tanto, deduciremos que los puntos de parada que originan la abertura de las lumbreras de la corredera de distribución cada vez que el émbolo empieza su carrera, deben ser fijos, y no variables como los que determinan los diferentes grados de expansión.

Las roscas taladradas en las partes laterales de la capilla (fig. 3), son las que representan en α estos puntos de parada.

Dichos tornillos podrían estar taladrados en piezas fijas al interior de la caja. Observemos que las lumbreras de la corredera de distribución se separan en tres sentidos: cada abertura de esas tres partes, corresponde con tres aberturas hechas en las dos partes de la corredera de expansión. Esta disposición permite abrir y cerrar más rápidamente las lumbreras de la corredera de distribución.

Las lumbreras se abren más pronto, puesto que se abren tres á la vez; y si se mueve un milímetro el punto de la corredera de distribución, tendremos tres aberturas de un milímetro, lo que hace en suma, tres milímetros de abertura. Las lumbreras se cierran también más pronto, porque siendo cada pequeña luz la tercera parte del ancho de la luz del cilindro, por poco que se mueva la corredera de distribución, bastará para cerrar cumplidamente cada una de estas lumbreras.

Cuanto más pequeñas y numerosas sean las lumbreras, más pronto se conseguirá su cerradura.

16. P.—*Describe V. la expansión ejecutada por medio de un juego de válvulas, las cuales podrían reemplazar la acción de las correderas.*

R.—Se concibe que para que la admisión del vapor se haga por los dos lados del émbolo, lo mismo que la interrupción, á un momento dado, de dicha admisión de vapor, y en fin, la descarga del vapor que hizo ya su efecto, se pueden emplear otros órganos que las correderas; las aletas de escape, las válvulas, las llaves, podrían servir. La experiencia ha demostrado que el empleo de las correderas y válvulas ha dado el mejor resultado; los otros medios de distribución del vapor han sido deshechados.

La distribución por medio de válvulas se usa mucho en las máquinas muy potentes; en tal caso, las válvulas se emplean con preferencia á las correderas, porque ofrecen relativamente ménos resistencia al movimiento, y con poco que se muevan, dejan un gran paso al vapor. Con una distribución de este género se necesitan cuatro válvulas: dos de ellas sirven respectivamente para la admisión del vapor á cada lado del émbolo, las otras dos sirven para la descarga del vapor que produjo su efecto. Las válvulas son, por consiguiente, de dos clases: válvulas de admisión y válvulas de descarga.

Están movidas por álabes, los cuales las abren y cierran en momentos dados.

Las válvulas de admisión están abiertas durante un tiempo más ó ménos largo, y que depende de la forma de los álabes; por consiguiente, se puede, según la forma que se dé al álabe, admitir más ó ménos vapor en el cilindro y obtener expansiones más ó ménos grandes.

Existe también un sistema mixto empleado con frecuencia: consiste en hacer la distribución del vapor por medio de una corredera, á la expansión por medio de una válvula. Dicha vál-

vula está guiada por un álabe, el cual puede ser fijo ó móvil; si es móvil, tiene una forma particular que le permite, según sus distintas posiciones, prolongar durante un tiempo más ó ménos largo la entrada del vapor en la caja, y así varía la expansión.

El álabe puede ser movido durante la marcha de la máquina, ó por la mano del maquinista, ó por el regulador.

Esta última disposición es la mejor, porque en este caso la máquina funciona siempre con la mayor expansión posible.

17. P.—*Describe V. la distribución de la expansión producida por las colisas ó correderas de Stephenson, Gooch y Walschaerts.*

R.—Se sabe que la distribución del vapor de una máquina está regulada por una corredera, á la cual mueve un excéntrico acuñado al árbol del manubrio y casi á escuadra con éste.

El centro de la polea excéntrica dista del centro del botón del manubrio $\frac{1}{4}$ de vuelta en el sentido de la marcha.

Si OM (fig. V) es la posición del manubrio y hemos acuñado un excéntrico en la dirección OA , su marcha se hará en el sentido de la flecha A .

Si el excéntrico tiene la dirección OB , la máquina marchará en sentido contrario (flecha B).

Casi todas las máquinas con cambio de marcha tienen dos excéntricos (figuras W , X , Y). El uno en A , el otro en B . El uno para la marcha hacia adelante, el otro hacia atrás. Si se reúnen las extremidades C y D de las dos barras del excéntrico por medio de una *colisa* CD , dentro de la cual podría resbalar de un lado á otro un *taco* E unido al *tirante* de la *resbaladera* F , se podrá hacer obrar uno ú otro excéntrico sobre la *resbaladera* G , y por consiguiente, hacer marchar la máquina en un sentido ó en otro.

Algunas veces (fig. W) hay un *árbol de elevación* H , manejado por la *palanca de cambio de marcha* I , y permite subir

ó bajar la *colisa* entera. La barra de resbaladera que lleva consigo el taco está en este caso guiada en *K*.

Así está dispuesta la *colisa* *Stephenson*, que tiene entonces la forma de un arco de círculo, el centro del cual se halla del lado del árbol.

Otras veces (fig. *Y*) la *colisa* oscila alrededor de un punto fijo *Q*, al cual se halla unida la *biela de suspensión*, y la elevación obra sobre una *biela F*, unida al taco *E* y articulada en *R* con el tirante de la corredera.

Así está dispuesta la *colisa* de Gooch.

En este caso, tiene la forma de un arco de círculo, pero cuyo centro se halla del lado de la corredera. Es, pues, la *colisa* *Stephenson* invertida.

Se le da también el nombre de *colisa* fija.

Se puede, por consiguiente, volver el taco de un lado á otro de la *colisa*, es decir, darle movimiento en sentido contrario. Cuando está en el medio, si los excéntricos no tuvieran ningún *avance* de acuñación, el taco no tendría ningún movimiento.

Es lo que sucede con la distribución *Walschaerts*, la cual no tiene más que un excéntrico *A* (fig. *Z*), acuñado sin *avance*, es decir, en ángulo recto con la manivela ó manubrio *M*, y tropezando con la extremidad *C* de la *colisa*.

Oscilando ésta alrededor de su centro fijo *S*, el movimiento de su extremidad *D* será naturalmente inverso; por consiguiente, se podrá cambiar el movimiento levantando la *biela F* de la corredera.

En este caso el émbolo mismo da el *avance*, pues su culata *T* lleva una pieza fija *TU*, unida por una *biela UV* á la palanca de *avance VBN*.

El punto *V* se mueve como el émbolo, el punto *B* como el taco, y el punto *N* dirige el tirante de resbalamiento *F*.—Si el taco de corredera se hallase en el punto muerto *S*, el punto *B* estaría fijo, y el punto *N* describiría una carrera igual á la del

émbolo disminuida en la porción de las palancas $B N$ y $B V$. Esta carrera debe ser igual á dos veces el recubrimiento mas dos veces el avance.

Siendo el avance, en esta distribución, independiente de la *colisa*, será constante en todas las posiciones del taco y de la palanca del cambio de marcha.

Se puede conseguir el mismo resultado con la *colisa* de Gooch (fig. Y), por medio de un mecanismo más complicado; pero no se podrá conseguir nunca con la *colisa* Stephenson, (fig. W, X), en la cual su curvatura modifica el avance cuando se cambia la posición del taco (1).

18. P.—¿Cómo se consiguen las expansiones con las colisas?

R.—En los tres casos que acabamos de examinar, la carrera de la corredera, cuando el taco ocupa la posición media (ó cuando la palanca está en el punto muerto) es igual á dos veces el avance mas dos veces el recubrimiento: por lo tanto, aumenta á partir de ese punto hasta las extremidades de la *colisa*, donde es bastante grande para destapar completamente las lumbreras.

De modo que cuando se mueve el taco, ó, en fin, cuando se hace funcionar la palanca de cambio de marcha, se disminuye simplemente la carrera de la corredera, aproximando la palanca al punto medio. Como vanos á ver, basta esta disminución de carrera para aumentar la expansión.

Se sabe que cuando el émbolo se halla al final de su carrera la lumbrera del mismo lado tiene una abertura que es igual al avance. A medida que el émbolo retrocede, la corredera marcha

(1) Casi todas las locomotoras llevan la *colisa* Stephenson, con la cual se modera su expansión y se cambia el sentido de la marca. Algunas tienen la de Gooch, ó de *coulisseau*, palabra que nosotros traducimos por *taco*, á falta de otra más expresiva. Respecto al sistema Walschaerts, son raras fuera de Bélgica; sin embargo, las hay en España, en el ferro-carril de Alar á Santander.

en el mismo sentido, abre más ó ménos la lumbrera, luégo vuelve sobre sí y la cierra antes que el émbolo haya llegado al fin de su carrera; esto limita la admisión, y hace que el resto de la carrera se efectúe por medio de la expansión. Pues bién, si la carrera recorrida es ménos larga á partir del punto de avance, el cual debe ser constante, la corredera volverá más pronto al punto donde cierra la admisión, y la expansión se prolongará más.

19. P.—¿Cuál es más conveniente, hacer funcionar una máquina con una presión más baja que la que autoriza su construcción, ó con su debida presión?

R.—Es preferible hacerla funcionar á la más alta presión, porque así se puede dar á la máquina el mayor grado de expansión posible, ó aplicarle un movimiento de expansión si éste no existiera.

20. P.—Funcionando la máquina con una cierta presión, ¿es ó no ventajoso, bajo el punto de vista de la seguridad, hacerla trabajar con una presión inferior?

R.—Todas las piezas de una máquina de vapor, están calculadas para resistir á una presión determinada; por consiguiente, no hay motivo para hacerlas funcionar á una inferior, á no ser que haya algún recelo ó motivo sério que ponga en duda la resistencia de sus órganos (1).

(1) Todavía pueden citarse otros sistemas de distribución, pero nos limitaremos á indicar uno que se usa hoy mucho para las máquinas grandes, fijas y marinas, el cual, debido á Corliss, ha sido modificado de diversos modos, pero conservando su principio fundamental.

Consiste éste en el empleo de resortes que aceleran la operación de taparse las lumbreras, la cual se ejecuta aquí rápidamente, y no como en los ejemplos descritos en el texto, en los que la expansión comienza antes del período debido, y cuando aún no se han cerrado completamente dichos orificios. Los órganos para esto necesarios son bastante complicados, pero exteriores, y por tanto de fácil vigilancia; el regulador influye en la magnitud de la expansión para aprovechar mejor el calor del vapor.

Pap. 15

OPERACIONES PARA PONER EN MARCHA LAS MÁQUINAS DE VAPOR

21. P.—¿Qué precauciones hay que tomar al poner en marcha las máquinas de plena presión?

R.—a. Si el cilindro de la máquina es vertical ó inclinado, es preciso antes de empezar, colocar el émbolo en la parte superior del cilindro, y de modo que el vapor entre por debajo del émbolo.

Si el cilindro es horizontal, la posición del émbolo es indiferente.

b. Abrir todos los grifos ó llaves de desagüe.

c. Engrasar todas las superficies expuestas á frotamientos.

d. Abrir poco á poco la toma de vapor que se halla sobre la caldera; después el moderador de la máquina, de un modo tal, que el vapor no pueda poner en marcha la máquina. Los grifos de desagüe dejarán salir el vapor mezclado con el agua; se debe dejar la máquina en este estado, hasta que estas llaves de desagüe no escupan más agua. Cuando los grifos no den más que vapor seco, se dejará entrar progresivamente más vapor en el cilindro, y se pondrá en marcha moderada la máquina; se activará poco á poco el movimiento, hasta que la máquina adquiera su marcha normal; se cerrarán entonces los grifos de desagüe.

22. P.—¿Por qué en las máquinas que tienen sus cilindros verticales ó inclinados es preciso dejar entrar antes el vapor debajo de los émbolos?

R.—Porque si empezara á entrar el vapor por la parte superior del émbolo, el vapor acarrearía consigo el agua condensada en la caja de distribución y en los tubos; este agua no desaparecería completamente, aunque hubiera un grifo de desagüe en la cubierta superior del cilindro. Cuando se introduce el vapor

por abajo, toda el agua de condensación se reúne en el fondo del cilindro, donde se halla un grifo de desagüe por el cual sale.

23. P.—*Explique V. por qué cuando se pone en marcha una máquina horizontal á plena presión, la posición del émbolo es indiferente.*

R.—Por lo mismo que el émbolo se halla en una posición horizontal, tan fácil es evacuar el agua condensada por un lado del cilindro como por el otro, pues cada extremidad tiene su grifo de desagüe. Sin embargo, si por olvido no se puso el grifo de desagüe á un lado, hay que hacer entrar el vapor por el otro lado.

24. P.—*¿Pero si no saliera el agua de condensación y durante la marcha de la máquina llegase al cilindro, sería un gran mal?*

R.—El agua es muy poco *comprensible*; además, necesita cierto tiempo para pasar con cierta velocidad por orificios estrechos: esto supuesto, si entrara agua en el cilindro cuando la máquina está en marcha, se alojaría entre el émbolo y una de las tapas del cilindro, y gracias á las propiedades que acabamos de enunciar, haría el mismo efecto que si un cuerpo resistente ocupase su lugar; es decir, que opondría obstáculo á la carrera del émbolo, de lo cual resultarían choques, á veces bastante violentos para determinar la ruptura de varias piezas de la máquina.

El choque será tanto mayor cuanto la velocidad de la máquina sea también más grande, y la cantidad de agua mayor en el cilindro. Si hay poca agua, ó si la máquina marcha lentamente, las piezas no se romperán, pero siempre se manifiestan choques que causan gran perjuicio á la máquina, por pequeños que sean.

Por consiguiente, para evitar estos choques y prevenir los accidentes graves, es preciso expulsar, ántes de poner la má-

quina en movimiento, todas las aguas condensadas que se hallan en los tubos, cajas, cilindro; en fin, en todos los espacios propensos á recibir vapor. Muchas veces se da salida á este agua mientras la máquina se halla en marcha.

25. P.—¿Con qué objeto se abre poco á poco la toma de vapor sobre las calderas, así como el moderador de las máquinas?

R.—Porque si se abriera rápidamente la toma de vapor sobre las calderas, el vapor pasaría por los tubos con demasiada velocidad, y calentándose los tubos bruscamente podrían romperse, pues una gran abertura instantánea en la toma del vapor, podría determinar la explosión de la caldera. Se abre también lentamente el moderador de la máquina, para que el cilindro se caliente poco á poco y dé tiempo á que se haga la evacuación de todas las aguas condensadas ántes que el aparato se ponga en marcha.

26. P.—¿Por qué al poner una máquina en marcha, y cuando se está casi seguro que toda el agua de condensación ha sido evacuada, es preciso aún que la máquina marche lentamente?

R.—a. A fin de que el cilindro entero pueda calentarse lentamente así como sus dos cubiertas.

b. Á fin de que en las máquinas verticales, el agua que se halla en la parte superior del émbolo, pueda ir á su salida sin producir choques violentos.

c. A fin también de asegurarse, antes que la máquina consiga su marcha regular, que no le falta nada ó que no hay ningún cuerpo extraño que se oponga á su movimiento.

27. P.—El modo de poner en marcha las máquinas de expansión ¿tiene alguna diferencia esencial con el de las máquinas á plena presión?

R.—No; pero no hay que olvidarse de poner el émbolo muy cerca de las tapas, porque si los émbolos hubieran recorrido un

largo espacio, las lumbreras de admisión del vapor en el cilindro podrían cerrarse, y el vapor no entraría en los cilindros. Cuando los émbolos se hallan en esta posición, los cilindros se calientan solo en parte; para disminuir este inconveniente, es preciso obtener por medio del volante, algunas revoluciones á vueltas de la máquina, y sólo entonces se admitirá por el moderador el vapor suficiente, para que la máquina adquiera un movimiento lento sin que se toque al volante. Cuando todo esté bién caliente, y por los grifos de desagüe no salga sino vapor seco, y que, en fin, haya convencimiento de que nada le falta á la máquina, entonces se admitirá poco á poco el vapor necesario para conseguir una marcha normal.

28. P.—¿Cómo se ponen en marcha las máquinas de condensación?

R.—Estas máquinas pueden ser horizontales ó verticales, de plena presión ó de expansión. En estos diferentes casos se tomarán las medidas que hemos indicado antes. No hay más que añadir el modo de poner en marcha la condensación.

Ordinariamente, y cuando la máquina se empieza á mover bajo la acción del vapor, se abre un poco el grifo inyector del condensador; esta abertura debe aumentarse proporcionalmente á la cantidad de vapor que entra en el cilindro.—Cuando la condensación funciona bién, el agua caliente sale de la bomba de aire, el condensador no se calienta, y el indicador del vacío indica una depresión suficiente. Se deberán cerrar las llaves de desagüe antes de poner en marcha la máquina, á fin de no introducir aire en el condensador.

Los defectos más comunes observados en los condensadores son: entrada de aire por las juntas y las estopas.

29. P.—*La marcha de la condensación ¿se hace siempre sin inconveniente y sin recurrir á medios artificiales para hacerla funcionar bién?*

R.—Si se empieza la marcha moviendo el volante y se deja

entrar poco vapor en el cilindro durante las primeras revoluciones de la máquina, en aquellos momentos las proporciones del condensador y de la bomba de aire son exageradas, y por lo mismo favorables para que la marcha se efectúe sin inconveniente; pero si los aparatos condensadores son defectuosos ó si se deja entrar al principio demasiado vapor en el cilindro (este caso se presenta en las máquinas que están siempre cargadas, tal como las de agotamiento), entonces puede suceder que la condensación no funcione cuando la máquina se pone en marcha. En este caso, es preciso hacer el vacío en el condensador por un medio artificial.

Este medio consiste en calentar el condensador, un poco antes de empezar, con un chorro de vapor que pasa por un tubo dispuesto con tal objeto. El aire que se halla en el condensador se dilata, levanta las válvulas de la bomba de aire y se va á la atmósfera. Se enfría con una lluvia artificial el condensador, y entonces un vacío más ó ménos completo se efectúa en el condensador y le ayuda á ponerse en movimiento. Si la disposición de la máquina no permite calentar el condensador por medio de un tubo especial, se calentará con el vapor procedente de la descarga del cilindro; en este caso, hay que parar la máquina, y luego proyectar agua sobre el condensador y la bomba de aire; después del enfriamiento se puede poner en marcha, y á no existir algún defecto grave, la condensación funcionará bien.

Cap. 16

CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS PRINCIPALES ÓRGANOS DE LAS MÁQUINAS DE VAPOR

30. P.—*¿Qué se exige de un cilindro?*

R.—Que sea perfectamente cilíndrico, perfectamente pulimentado en su interior; que la tabla de las lumbreras esté también perfectamente pulimentada; que los grifos de desagüe se

hallen adaptados al cilindro y á la caja, para poder expulsar toda el agua que estos órganos contengan; para eso han de colocarse lo más bajo que se pueda; que el cilindro y la caja estén guarnecidos de una cubierta para evitar las pérdidas de calor, que se traducen siempre por una pérdida de combustible.

31. P.—*Si el cilindro no fuera perfectamente cilíndrico, ¿qué se debería hacer?*

R.—Apresurarse á mandarlo alisar, porque si no el gasto de combustible quemado inútilmente, importa luego más que los gastos del alisado.

32. P.—*Si el cilindro interior no estuviera bien pulimentado, si se formaran muescas ó superficies deslustradas, ¿qué podemos deducir?*

R.—Esos defectos pueden resultar de las causas siguientes:

a. Cuando los anillos del émbolo no ajustan bien contra el cilindro.

b. Cuando las aguas condensadas atacan al hierro colado.

c. Cuando los anillos del émbolo aprietan demasiado contra el cilindro y le rayan.

d. Cuando el metal de los aros del émbolo es demasiado duro relativamente á la fundición del cilindro.

e. Cuando en el interior del cilindro ha penetrado un cuerpo duro y ha rayado su superficie interior.

33. P.—*¿Cómo se percibe que los aros del émbolo ajustan bien contra el cilindro?*

R.—Se fija el volante de modo que no pueda girar, aunque el vapor ejerza su acción.

Si la máquina no tiene volante, la construcción del aparato indicará otro medio de fijarla.

Cuando uno está seguro de que la máquina está bien fija, se deja entrar poco á poco al vapor en el cilindro, y se quita la tapa del cilindro opuesta al lado por donde entra el vapor.

Si pasa algo de vapor á través del émbolo, es un signo segu-

ro de que los cercos del émbolo no ajustan bien. En ese caso hay que apretarlos.

Es bueno hacer esta comprobación en varias posiciones del émbolo, porque si no unas podrían acusar que el émbolo es bueno y otras que es malo; esto sucedería si el cilindro no fuera perfectamente cilíndrico, por causa de una mala dirección dada al vástago del émbolo.

Si los escapes de vapor no son los mismos en las diferentes posiciones del émbolo, antes de apretar los aros hay que comprobar las dimensiones interiores del cilindro, para ver si son las mismas en todos los puntos.

Si el cilindro se halla en buenas condiciones, se pueden apretar los aros, porque las variaciones de los escapes en este caso, provienen de una pequeña variación de los aros del émbolo.

Si el cilindro fuera demasiado viejo, sería preciso tornearlo de nuevo.

34. P.—*¿Cómo se examina si los aros del émbolo aprietan demasiado contra el cilindro?*

R.—En este caso los aros y la superficie interior del cilindro, están rayados en toda su extensión, sobre todo si no se engrasa el interior del cilindro, y si se trabaja con vapor seco.

Se nota también que cada vez que se engrasa el cilindro, la velocidad de la máquina se acelera bastante. En fin, según la dureza de los aros y del cilindro, el uso de esto es relativamente considerable.

Cuando se trabaja con vapor húmedo; cuando se engrasan á menudo los cilindros; cuando la dureza de los aros del émbolo está en relación con la del hierro fundido del cilindro, no se produce el rayado. Al contrario, las superficies presentan un aspecto perfectamente terso. Los inconvenientes que resultan de un émbolo mal colocado y demasiado apretados, son: una gran pérdida de trabajo debida al frotamiento exagerado, un

engrase costoso, un desgaste rápido del cilindro y de los aros del émbolo.

Por consiguiente, no hay que contentarse con que el cilindro tenga buen aspecto; es preciso ver las indicaciones que da el engrasador y observar el desgaste al cilindro ántes de aceptarle.

35. P.—*¿Qué medios se emplean para reconocer que las superficies rugosas observadas en el cilindro provienen de la acción de las aguas corrosivas?*

R.—Cuando se ve que las partes donde las aguas se acumulan están atacadas, se puede decir que éstas son corrosivas. Se observa además en esta circunstancia, que los pernos y el tirante del émbolo se han deteriorado. Se puede decir casi que no hay remedio contra las aguas corrosivas; es bueno emplear todas las piezas que se pueda de bronce, naturalmente si la construcción lo permite.

Las aguas corrosivas se encuentran con frecuencia en las minas.

36. P.—*Si el metal de los aros fuera demasiado duro respecto al hierro colado del cilindro, ¿de qué modo se notaría ese defecto y cómo se podría remediar?*

R.—En este caso, la superficie interior del cilindro está rayada, el uso aumenta rápidamente su diámetro, y resulta que se deben apretar con frecuencia los aros del émbolo; para disminuir estos malos resultados, los aros se fabrican con bronce blando ó fundición blanda, á fin de que sean más bien los cercos los que se usen que el cilindro mismo.

37. P.—*¿Puede introducirse en el cilindro un cuerpo duro?*

R.—Sí; es un caso que se presenta algunas veces: se puede desprender una tuerca del émbolo, una incrustación procedente de los tubos puede llegar al cilindro acarreada por el vapor; otras veces, por descuido imperdonable, se olvida algún chisme dentro, despues de un montaje ó de una compostura. Se conoce que el cilindro encierra un cuerpo extraño por el ruido que

mete cuando la máquina está en marcha; hay que sacarlo al momento.

38. P.—¿Cómo se puede comprobar que la tabla de las lumbreras está en buen estado?

R.—Se empieza por colocar la corredera de distribución, de tal modo, que las lumbreras del cilindro estén cerradas; luego se mantiene la máquina inmóvil, se le quitan las tapas al cilindro y se deja entrar progresivamente el vapor en la caja. Si la corredera ó la tabla no están en buen estado, se notará al momento, porque el vapor entra en el cilindro á través de las aberturas de las lumbreras.

Si las dos extremidades del cilindro tienen cada una su grifo de desagüe, entonces se puede hacer el ensayo sin desmontar las tapas del cilindro; basta con abrir los grifos de desagüe.

Esta comprobación sirve también para investigar el estado de la corredera, si la máquina es de plena presión, ó el estado de las correderas ó de las válvulas si la máquina es de expansión.

Las comprobaciones que hemos indicado para las correderas de distribución, se aplican también á las válvulas de distribución.

39. P.—*En caso de que la tabla de las lumbreras, las correderas ó las válvulas no estuviesen en buen estado, ¿qué se debe hacer?*

R.—Hay que esmerilar la corredera, frotándola contra la tabla, ó una corredera contra la otra si la expansión es de dos correderas; ó las válvulas sobre sus asientos, en el caso de que la distribución se haga por medio de válvulas.

Para esta operación se debe emplear el esmeril más fino, y se continuará hasta que, haciendo algunas marcas con greda sobre las superficies esmeriladas, baste frotar una sola vez una contra otra las dos superficies, para que las líneas de greda ó tiza desaparezcan.

Si todas las rayas no desaparecen á la primera vez, hay que continuar la operación. Es preciso alcanzar siempre en esto la perfección. Si las deterioraciones son demasiado fuertes, hay que emplear la lima para las superficies planas y el torno para las redondas.

40. P.—*¿Es muy importante impedir que haya pérdidas de vapor por los émbolos, las correderas y las válvulas de distribución y de expansión?*

R.—Es un deber escrupuloso del maquinista atender á que los émbolos, las correderas y las válvulas no dejen escapar el vapor; y como estas pérdidas son continuas, por pequeñas que sean, al cabo del día resulta una pérdida bastante grande de vapor, ó, lo que es lo mismo, de combustible. Además, dichos escapes aumentan continuamente por causa de la acción corrosiva del vapor, y resulta que los órganos defectuosos exigen muy pronto que se les reemplace por otros.

Se debe, por consiguiente, remediar el mal apenas se presente.

Esta observación se puede aplicar á todos los defectos que se puedan manifestar en los órganos de las máquinas. Siempre es fácil corregir un defecto en su origen, y el manejo de las máquinas de vapor sería sencillo si no se dejaran muchas veces crecer y acumular los defectos, hasta el punto de que el maquinista, en presencia de un aparato tan caduco, que exige tantas reparaciones, se desanima y sólo se contenta con maniobrar el moderador y engrasar.

41. P.—*¿Se debe examinar á menudo el estado del émbolo de la corredera y de las válvulas?*

R.—Si la máquina es nueva, esto se hará todos los días. Si la máquina funciona desde un cierto tiempo y el maquinista es nuevo, debe inspeccionar todas las piezas de la máquina, á fin de enterarse bién de todo el aparato que le va á ser confiado. Si el maquinista conoce su máquina puede hacer más de tarde en

tarde las observaciones, pero es bueno que no pase nunca más de dos meses sin hacerlas.

42. P.—¿Cómo se debe apretar un émbolo de una máquina de vapor?

R.—Hay dos especies principales de émbolos.

En los unos, los aros comprimen al cilindro por medio de resortes.

En los otros, los aros han sido torneados con un diámetro mayor que el del cilindro, pero luego se sierran y adquieren así el diámetro del cilindro, pudiendo, por lo tanto, introducirse en éste. Estos círculos, propensos á abrirse, comprimen por sí mismos la superficie interior del cilindro, y así evitan el empleo de resortes.

Para apretar un émbolo con resortes, se procede del modo siguiente:

Se quita una de las tapas del cilindro, luego el platillo del émbolo; se aprietan ligeramente las tuercas de los resortes, de modo que el centro del émbolo se halle en el centro del cilindro, y si no está hay que ponerle. Se coloca luego el platillo del émbolo, se fija la máquina de modo que no pueda ponerse en movimiento, se deja entrar el vapor por el lado donde no se quitó la tapa, y se mira por el lado abierto para ver si el émbolo deja pasar vapor: si esto sucede, hay que empezar de nuevo la operación. Apretando así sucesivamente los resortes del émbolo, y consultando las indicaciones que da el vapor, se puede conseguir una cerradura perfecta. Si el émbolo pertenece á la segunda categoría, esto es, si no tiene resortes, hay que sacar los anillos y abrirlos, pegándoles en el interior con un martillo pequeño y apoyándoles al exterior contra un pedazo de madera ó un cuerpo blando.—De resultas del martelado, la superficie interior de los aros se extiende, los aros se abren y el diámetro aumenta. La abertura que se debe dar á los aros varía según los diámetros. Para un diámetro de dos decímetros, la abertura

no debe pasar de un milímetro; por consiguiente, se la puede aumentar proporcionalmente al diámetro.

Cuando el aro se ha ensanchado, debe reemplazarse por otro, y la comprobación del émbolo se hará, como hemos dicho, hablando de los émbolos con resortes. Si la primera operación no sale bién, se empieza de nuevo. Para resumir, diremos que hay que apretar los aros poco á poco, con objeto de no comprimirlos mucho de un golpe, y no creer en la perfección del émbolo hasta que no se hagan las pruebas con el vapor.—El émbolo no debe cerrar herméticamente; pero sí de un modo tal, que no deje sino pasar un vapor muy ténue, llamado vapor *muerto*. En estas condiciones, las fugas que se ven cuando la máquina está parada no se manifiestan cuando está en marcha.

43. P.—¿Se debe engrasar á menudo el interior del cilindro?

R.—Hay cilindros que se deben engrasar; para otros esta operación es inútil y hasta perjudicial.

Se nota que los cilindros que tienen un émbolo con aros de bronce, los cilindros con vapor recalentado ó vapor seco, y los cilindros horizontales son los que se deben engrasar.

Hay dos maneras de ver cuándo se han de engrasar los cilindros:

Cuando estando en marcha el émbolo chilla, hay que dar grasa. Cuando después de haber inyectado la grasa en el cilindro la velocidad de la máquina se acelera, es prueba que la grasa es útil.

En cuanto á la cantidad que se ha de emplear, la experiencia la determina; sin embargo, no se debe distribuir sino la menor cantidad posible.

Es preferible no engrasar el cilindro en primer lugar, porque muchas veces es supérfluo, y también porque la grasa se introduce en el émbolo y forma pasta con la tierra ó suciedades que el vapor acarrea. Esta pasta impide el juego de los resortes

y de los aros. Las grasas son muchas veces de mala calidad y tienen una acción corrosiva sobre los metales.

44. P.—¿*Cuáles son las condiciones que requiere un buen ajuste en las cajas de estopas?*

R.—Debe ser elástico para que se una perfectamente alrededor de la varilla; debe apretar bastante, para evitar las fugas; pero no contener cuerpos duros que puedan rayar las varillas á que se aplica.

45. P.—¿*Cuál es la materia preferible para este uso, con respecto al vapor?*

R.—El cáñamo suave; el cautchouc (*cauchú*) se pone duro con el calor, y los aceites le disuelven.

46. P.—¿*Cómo se ejecutan estos ajustes?*

R.—Se limpia perfectamente la caja de estopas, se introduce el cáñamo ó estopa después de haberle dado la forma de morcillas engrasadas ó torneadas regularmente alrededor de la varilla, hasta que la caja se llene; luégo se debe colocar la prensa-estopa, en seguida se aprietan las tuercas hasta que la parte de la prensa-estopa haya entrado en la caja de estopas. Entónces es cuando se deja entrar poco á poco el vapor, dejándole aumentar progresivamente. Si se vé escapar el vapor, hay que apretar la pieza hasta que no se escape nada.

Para componer una caja de estopa se procede del mismo modo que para componer un émbolo, es decir, que aquí, como allí, el vapor es el que indica cuánto se debe apretar. No se apretará de cualquier modo; hay que procurar que la presión sea la menor posible, para disminuir los frotamientos.

El cáñamo se engrasa para darle más flexibilidad, y para que sus fibras puedan resbalar las unas sobre las otras, y así llenarán mejor toda la capacidad de la caja.

47. P.—¿*Es indispensable tomar tantas precauciones para apretar una caja de estopas, y puede ser muy grande el frotamiento del cáñamo con la varilla?*

R.—En una máquina de vapor no hay precaución, por pequeña que sea, que no tenga su utilidad y que no sea hasta necesaria; todas tienen por objeto preservar una de las piezas de la máquina, y éstas son importantes.

En general, para que una máquina marche bien, nada se puede descuidar, y en el caso que nos ocupa diremos que una caja de estopas muy apretada, sin contar que puede rayar las varillas, determina además un frotamiento que puede ser considerable.

Así es que una compresión exagerada puede parar la marcha de una máquina de vapor.

Se han visto ya romperse varillas ó tirantes de correderas, de resultas de una caja de estopas demasiado apretada.

Por lo tanto, es muy importante colocarlas en las mejores condiciones posibles.

48. P.—*¿De qué modo se procede para evitar los grandes frotamientos en las cajas de estopas?*

Hay que cambiar el cáñamo á menudo, sin esperar que se queme ni endurezca.

En ningún caso se debe recargar un cáñamo viejo.

Las tuercas se aprietan con llaves pequeñas, y según las indicaciones que dé el vapor.

49. P.—*¿Qué se debe observar respecto de las bielast?*

R.—Engrasar bien los cojinetes y cuidar que no haya calentamientos; suprimir los choques ajustando las llaves, si el montaje es perfecto, y corregirle si es defectuoso.

50. P.—*¿Cuáles son los principales defectos de montaje, capaces de provocar el calentamiento de los cojinetes de la biela ó choques en los cojinetes?*

R.—El calentamiento ó los choques se producen:

a. Si el árbol de la máquina no está á nivel.

b. Si el árbol no está en escuadra con el eje de la máquina.

c. Si el agujero de la culata del émbolo, el cual recibe el pi-

vote ó botón de la biela, no está en escuadra con el agujero por donde entra la varilla del émbolo, y si en las máquinas con balancín el botón de la biela no es paralelo al eje del balancín.

d. Si el árbol de la máquina ha avanzado ó retrocedido en el sentido de su longitud.

e. Si la varilla cilíndrica del émbolo no está bien guiada en el sentido del eje del cilindro.

h. Si el botón de la manivela ó manubrio no es paralelo al eje del árbol.

51. P.—¿Cómo se asegura uno de que el árbol está á nivel?

R.—En las máquinas con volante no se debe poner el nivel de agua con barbuja de aire sobre los árboles, como se hace muchas veces; este modo de obrar no da un resultado exacto, por causa de la forma convexa del árbol, á no ser que se emplee uno construido á propósito para ser aplicado á las superficies convexas.

Un medio muy práctico y muy exacto consiste en colocar una plomada á una distancia de algunos centímetros del volante, y con un compás especial para medir distancias interiores, se mide exactamente la distancia x (fig. 5); luego se da media vuelta al volante, y se mide la distancia z .

Si el árbol está horizontal, las dos distancias x y z son iguales.

Se debe hacer una marca en x , y se da la vuelta hasta que dicha marca venga á z .

Las dos medidas deben tomarse á partir del mismo punto del volante á la plomada, pero en dos posiciones lo más simétricas posible. Decimos lo más simétricas, porque el árbol se opondrá á que la plomada sea paralela al diámetro del volante.

El hilo deberá bajar muy cerca del árbol.

La comprobación que acabamos de hacer será tanto más justa, cuanto mayor sea el diámetro del volante relativamente al largo del árbol de la máquina. Si hay un error en el nivel del

árbol, este error se manifestará con mucha más claridad en la circunferencia del volante.

En general, para los montajes ó comprobaciones de montaje, se deben emplear los medios multiplicadores; acabamos de ver un ejemplo; vamos á dar otro para aclarar nuestra idea.

Se trata de comprobar si las dos caras interiores de A y B (fig. 6) son paralelas; se nota que estas dos superficies tienen muy poca extensión.

El medio multiplicador empleado para hacer esta comprobación consiste en aplicar dos reglas $R R$, sobre A y B . Estas reglas deben tener sus lados paralelos.

Entonces se miden las distancias x , z , y si los cuerpos A y B no tienen sus superficies paralelas, se observarán diferencias entre x y z , y tanto mayores cuanto más largas sean las reglas.

Se concibe así que con reglas bastante grandes se pueda percibir un error de $\frac{1}{20}$ de milímetro, y aún ménos.

En las máquinas sin volante ó en las que están por montar, se emplean otros medios.

En lugar del volante se fija una pieza cualquiera dotada de un gran radio; se puede también fijar al árbol una barra muy larga, y medir en dos posiciones simétricas la distancia de las dos extremidades de la barra á la plomada.

Si no se pueden emplear estos dos medios, hay que acudir al nivel con burbuja de aire.

Para evitar en cuanto sea posible los errores propios del nivel, se debe, antes de emplearle, trazar sobre el árbol una raya paralela al eje de éste con una escuadra apropiada; luégo colocar paralelamente á la raya el nivel sobre el árbol; sin cambiar de puesto se da varias veces vuelta al nivel, y la burbuja de aire deberá ocupar la misma posición; por consiguiente, según la posición de esta burbuja, se ve si el árbol está á nivel ó no. Hay que asegurarse con un compás de puntas curvas si la parte del árbol donde se coloca el nivel es bien cilíndrica.

No hay que contentarse con una sola rectificación, al contrario, repetirla muchas veces, empleando diferentes medios.

Estos medios varían mucho según las circunstancias; no podríamos indicarlos todos sin entrar en demasiados detalles; nos contentamos con citar los más generales, hacer ver en tales circunstancias los medios más perfectos y combatir los errores que se observan con frecuencia en la práctica.

53. P.—*En las máquinas sin balancín, ¿cómo se comprueba que el árbol está á escuadra con el eje del cilindro; y que está paralelo al eje de rotación en las máquinas con balancín?*

R.—Se procede de diferentes maneras, según que la máquina sea horizontal ó vertical, de acción directa ó de balancín.

1.º Si la máquina es horizontal, se desmontan las dos tapas del cilindro, se quita el émbolo, se deja el taco en las guías; se hace pasar un hilo delgadito y regular á través del cilindro y del agujero del taco. En toda la extensión de la máquina el hilo se ata sólo por las puntas de un modo cualquiera.

Sirviéndose de un compás especial, se puede colocar el hilo perfectamente en la mitad de las dos aberturas del cilindro, haciendo variar los dos puntos extremos del hilo. Hay que tener mucho cuidado en esta operación, porque es absolutamente necesario que sea perfecta; se consigue la perfección con un poquito de cuidado y de paciencia.

Cuando el hilo pasa por el eje del cilindro, se da un movimiento al árbol de la máquina, de modo que la manivela ocupe á derecha é izquierda una posición horizontal, y se mide la distancia del hilo á la extremidad de la manivela en cada una de sus dos posiciones. Si las dos distancias son iguales, entonces el árbol está á escuadra.

Si hay una diferencia, se mueven los cojinetes del volante hasta que se corrija el error.

Se aprovecha esta ocasión para examinar si el zueco está bien guiado en la dirección del cilindro; para esto no se toca al

hilo, y se mueve el taco en sus correderas ó guías. Es preciso que en cada posición del taco pase el hilo exactamente por los centros del agujero de la varilla del émbolo.

Si se nota un error, se modificará la posición de las guías.

2.º Si la máquina es vertical con cilindro llamado al aire, se desmontan las tapas del cilindro, el émbolo y la biela; se deja el taco en sus guías, y se examina si el eje del cilindro es vertical; luégo se deja caer una plomada que pase exactamente por los centros del cilindro; entonces se hará subir y bajar el taco. Es preciso que en todas las posiciones del taco, el hilo pase por los centros del agujero de la abertura dispuesta para recibir la varilla del émbolo. Cuando esto sucede, es que la varilla del émbolo está bien guiada.

Después de esta primera comprobación, se examinará si el árbol está á escuadra.

Para esto, se coloca una regla de acero BB (fig. 7), de una anchura uniforme en toda su extensión; sobre los resbaladores G , se dejan colgar dos plomadas contra la regla en F y F' , se miden las distancias x , z entre las plomadas y el árbol; estas dos distancias, tomadas con el compás especial, deben ser exactamente iguales.

Si el árbol no tiene el mismo diámetro en los puntos que se toma la medida, hay que tener en cuenta la diferencia del diámetro en las distancias.

El medio de comprobación enunciado es de los llamados multiplicadores, con los cuales se llega á una gran exactitud.

En varios casos es más conveniente modificar la posición de los resbaladores G que la del árbol.

3.º Si la máquina llamada de cilindro al aire, está provista de un balancín de *Olivier Evans* para guiar la varilla del émbolo, es preciso que el eje de oscilación del balancín sea paralelo al árbol de la máquina. Cuando hablemos de las máquinas con balancín, indicaremos cómo se hace esa comprobación.

Para comprobar si el taco de la varilla del émbolo está guiado en la dirección del eje del cilindro, nos serviremos de una plomada, como acabamos de ver; se desmonta la biela y se coloca el taco arriba, abajo y en medio de la carrera; en las distintas posiciones la plomada deberá pasar por los centros de los agujeros del taco. Si hubiera un error, se modificaría el largo de las bielas del paralelogramo ó la posición de su eje.

Hay que tener cuidado de colocar el taco de tal modo, que el eje del agujero de la barra del émbolo sea siempre vertical.

4.º Si la máquina es de árbol al aire y el taco está guiado por resbaladera ó por un paralelogramo de Olivier Ewans, se obrará como con las máquinas de cilindro al aire.

5.º Si la máquina es de balancín, el eje de oscilación del balancín deberá ser paralelo al árbol de la máquina.

Para hacer esta comprobación, se ejecuta lo siguiente:

Se observa si el eje del balancín ha conservado los centros marcados por el torno. Si estos centros han desaparecido, habrá que marcarlos de nuevo.

Se dejan colgar dos plomadas tangentes á dos circunferencias del mismo radio que se hallan trazadas en las extremidades del eje de oscilación del balancín (fig. 8), se coloca horizontalmente una regla RR que esté paralela á la dirección dada por las dos plomadas.

Se examina si las distancias x , z de la regla al árbol son iguales.

La regla ha de estar colocada á la altura del eje del árbol.

Hay que tener en cuenta las diferencias de diámetro del árbol. Como las distancias x , z son bastante largas, se medirán con una barra rígida.

En el conjunto de la operación hay muchas causas de error; por esto se debe practicar con muchísimo cuidado. Hay casos en que la operación que acabamos de enunciar no se puede realizar.

Hé aquí otro medio de comprobación que puede dar resultados muy exactos.

Se fija á la extremidad del eje de oscilación del balancín (fig. 9) una regla A ; de modo que esté vertical cuando el balancín esté horizontal.

Después de haber desmontado la biela y el paralelogramo, se hará oscilar cuanto se pueda el balancín.

La barra A tomará dos posiciones simétricas á los dos lados del eje de oscilación del balancín.

Desde la extremidad encorvada de la barra en sus dos posiciones $A A'$, se dejarán colgar dos plomadas $F F$. Se colocará un hilo tendido $O O$, en la dirección de las plomadas. Se medirán las distancias x y z del hilo á la manivela, dando á ésta las dos direcciones á derecha é izquierda en una posición horizontal. Las distancias x, z deberán ser iguales.

Cuanto más larga sea la barra A es mejor.

Existen casos particulares en los cuales no se puede hacer uso ni del nivel ni de la plomada.

Las máquinas de los buques están en este caso.

En máquinas de esta clase está uno muchas veces obligado á acudir á medios muy complicados; pero que dan una gran exactitud, si para conseguirlo se emplean las precauciones debidas. Si se reflexiona seriamente, siempre se encuentra medio de hacer ó comprobar un montaje. La costumbre hace muy sencillas las operaciones. Un ejercicio muy útil consiste en buscar problemas de montaje y tratar de resolverlos.

53. P.—*Indique V. cómo se comprueba que el cilindro está en el centro de la dirección dada por el paralelogramo en una máquina con balancín.*

R.—Se desmonta el émbolo, se coloca el balancín en las posiciones de arriba, medio y abajo de la carrera, y se entera uno si en los tres casos la plomada que pasa por el eje del agujero del taco pasa también por el centro del cilindro.

Pop. 18
54. P.—¿Cómo se puede ver si el taco está en buenas condiciones de trabajo?

R.—Se deja colgar la plomada F en las distintas posiciones del taco, colocándola en el centro de la parte superior; deberá pasar también por el centro de la parte inferior, esto es, si las distancias $x x$ son iguales, las distancias $z z$ serán también iguales entre sí (fig. 10).

55. P.—Pero si en las distintas posiciones del taco la plomada acusa un error de montaje, ¿qué consecuencia podemos sacar?

R.—Que el error puede resultar de las causas siguientes:

- 1.º Los ejes y botones del balancín no están á nivel.
- 2.º Los agujeros de los botones del paralelogramo, en el balancín, no están alisados paralelamente al del eje de oscilación.
- 3.º En el paralelogramo, las bielas correspondientes no tienen el mismo largo.
- 4.º El agujero del taco está mal hecho.

56. P.—Explique V. cuáles son los medios que indican que todos los botones están á nivel con el eje del balancín.

R.—Encima del botón ó del eje que se quiere comprobar se coloca una regla sobre el balancín (fig. 11). Por medio de un compás con la punta doblada, se coloca la regla paralelamente al eje de la pieza que se quiere examinar; naturalmente, se pone el nivel sobre la regla, y es evidente que si la regla está á nivel, el botón lo estará también.

Si los centros de los botones ó de los ejes han desaparecido, es muy fácil restablecerlos.

57. P.—¿Cómo se puede examinar si los ejes y botones de un balancín son paralelos, y si las bielas del paralelogramo son iguales?

R.—Por medio de un compás de corredera.

Pero esta última comprobación no se hará sino cuando los ejes y botones estén á nivel.

59. P.—*Si uno de los botones del balancín fuese demasiado largo, ¿cómo se usaría el compás de corredera?*

R.—Se doblará una punta, como lo indica la figura 12, pero en este caso hay que tomar la circunferencia por punto de comparación, y no el centro.

Hay que enterarse bien si el botón que se examina tiene el mismo diámetro de los dos del balancín; en caso contrario, hay que tener en cuenta la diferencia de los diámetros.

59. P.—*Si después de hechas todas las comprobaciones que hemos enunciado, y habiendo dado buenos resultados, la plomada no pasa, sin embargo, por los dos centros del agujero del taco, ¿se deduce que el taco está mal perforado? ¿Hay que construir inmediatamente otro?*

R.—No; cuando se encuentra un error, no se puede insistir en él hasta que no se hayan empleado varias veces todos los medios conocidos para averiguar dicho efecto. La reflexión de una pieza, una llave, una tuerca mal apretada, pueden muchas veces inducir á error.

Siempre es prudente, antes de condenar la ejecución de una pieza, enviarla á un taller donde se puede disponer de mesas niveladas, gramiles, tornos, etc., en fin, instrumentos con los cuales se pueden hacer comprobaciones casi matemáticas.

60. P.—*¿Es de rigor proceder tan escrupulosamente en el montaje de una máquina, y un pequeño defecto no se corrige con el uso al cabo de algún tiempo de marcha?*

R.—Nunca se puede poner demasiado cuidado en un montaje, y por muchas precauciones que se tomen, siempre se comete alguna falta. Los defectos del montaje son los que destruyen las máquinas de vapor; una máquina perfectamente montada durará muchísimo. De un error en el montaje resulta un desgaste rápido, grandes rozamientos, calentamientos, choques, roturas, y en general, cuanto más funciona la máquina, más crece el defecto, engendrando además otros.

La importancia del montaje es tal, que se ha dicho, y con razón, que el buén montador hace la buena máquina.

Para ejecutar un buén montaje, no se necesita más que cuidado y atención; por consiguiente, un montador que comete un error no tiene disculpa que dar.

61. P.—*¿Cuáles son los descuidos más frecuentes de los montadores?*

R.—Emplear reglas que no son perfectamente rectas; niveles, escuadras inexactas; para la plomada ó para indicar centros, coger la primer cuerda que encuentran, en lugar de servirse siempre de un hilo fino y homogéneo.

Muchas veces el hilo no se halla en el centro de la plomada, de modo que la punta del plomo al girar describe una circunferencia en lugar de girar sobre su centro.

Para determinar el eje de un cilindro, se coloca una plancha de un lado, se marca el centro del cilindro sobre ella, se barrena el centro y se hace pasar un hilo; este es un método muy vicioso, porque al barrenar el agujero, el útil se desvía muchas veces de modo que el agujero no se halla en el centro del cilindro; siendo además el agujero mayor que el espesor del hilo, éste no se coloca exactamente en el centro. Hay, por consiguiente, dos causas que, reunidas, pueden engendrar un error considerable.

Se hace pasar el hilo á través del cilindro ó del agujero que se quiere centrar; las dos extremidades del hilo están fijadas á dos puntos bastante distantes; la posición del hilo se determina con el compás de interior. Algunos se contentan con una exactitud aproximada, mientras que se exige la perfección; el más pequeño error, es demasiado grande para obligar, si es preciso, á que se emplee un día entero para determinar exactamente la posición de un órgano, y no contentarse con algunos minutos para montarles con un error de $\frac{1}{4}$ de milímetro.

Las puntas del compás están muchas veces gastadas, en lugar de conservarse muy aguzadas.

En fin, algunos días se trabaja sin gusto, y por consiguiente, poco, y para recobrar el tiempo perdido, se apresura uno luégo, y toma de prisa las medidas, mientras que el montaje de una máquina exige calma, reflexión y no servirse nunca de una dimensión antes de haberla tomado varias veces.

62. P.—¿Cómo se comprueba si un taco de resbaladera se halla en buenas condiciones?

R.—Los dos ejes de los agujeros deben estar en el mismo plano.

Las superficies de la resbaladera deben ser paralelas á las que pasan por los ejes de los agujeros.

En fin, los dos ejes de los agujeros deben ser perpendiculares.

Para examinar si los ejes de los agujeros están en un mismo plano y en un plano paralelo al plano de las resbaladeras, se hacen las operaciones siguientes:

Se deja encajada en el taco la varilla del émbolo (fig. 13).

Se dispone la regla AA en la dirección de dicha varilla.

Se miden las distancias, en diferentes puntos, de la regla á la varilla. Todas estas distancias deben ser iguales.

Se repite la misma operación con la segunda resbaladera, la cual dará el mismo resultado.

Se coloca la regla en un sentido perpendicular (fig. 14).

Se determinan las distancias x y z de la regla á los dos centros del agujero del botón; estas dos distancias deben ser iguales entre sí, é iguales á las que se obtendrían si se hiciese la misma comprobación con la regla encima de la otra resbaladera.

En fin, para ver si los dos ejes de los agujeros están perpendiculares, se coloca la regla AA (fig. 15) sobre la cara cepillada del saliente del taco. Se miden las distancias x y z de la regla al centro de los agujeros de los botones; estas distancias deben también ser iguales.

Esta operación sería mucho más rápida si se dispusiese de

un gramil y de una mesa perfectamente plana; pero es raro que el maquinista pueda disponer de estos objetos.

63. P.—*¿Cómo se examina si el árbol de la máquina ha avanzado ó retrocedido demasiado en el sentido de su mayor dimensión?*

R.—Este defecto reside, sobre todo, en las máquinas que transmiten un movimiento por medio de engranajes cónicos; la reacción que se produce con este modo de transmisión empuja el árbol en un sentido ó en otro, según la posición de los engranajes. Para determinar la importancia del defecto, se hace pasar un hilo por el eje del cilindro y se mide la distancia del hilo á la manivela ó al anillo del botón ó pivote, si es que le hay; la distancia que se observa debe ser igual á la que existe entre el centro de la biela y el borde del cojinete que corresponde á la manivela. Hay que tener en cuenta el desgaste probable del borde del cojinete. Si en las dos longitudes se observa una diferencia de poca importancia, se podrá limar uno de los bordes del cojinete, de manera que la biela tome la posición que le conviene.—Si la diferencia fuese de 2 milímetros, habría que mover el árbol y comprobar la posición de todos los órganos acunados sobre el árbol. Si por la disposición de los engranajes cónicos el árbol se aleja del eje de la máquina, entonces no hay otro remedio sino adaptar una punta fija de acero al extremo del árbol; esta punta se opondrá á la deformación. Si por el contrario tiende el árbol á acercarse al eje de la máquina, no hay otro remedio sino cambiar la disposición viciosa de la transmisión.

64. P.—*Si el botón de la manivela no estuviese paralelo al árbol de la máquina, ¿cómo se nota y cómo se remedia?*

R.—El caso es raro, pero se presenta algunas veces, no porque el agujero esté mal alisado, sino por causa del acunado de la manivela. Para operar la comprobación se desmonta el botón, se pasa un hilo á través del agujero de la manivela y por los dos centros de sus orificios.

El hilo en esta posición debe estar paralelo al árbol de la máquina. Esta operación es muy delicada, pues los centros de los orificios del agujero del botón se hallan muy cerca uno de otro, y un pequeño error que se hiciera en uno de los centros ocasionaría un gran desvío en la extremidad del hilo.

Por lo tanto, es preciso servirse de un hilo muy fino, bien tirante, de un compás interior con las puntas bien agudas, y no desanimarse aunque se empleen muchas horas para conseguir un resultado perfectamente exacto. Si se nota un error, se podrá remediar haciendo girar el botón, descentrándole de un lado en la dirección conveniente. No se puede llegar, sino por tanteos, á dar al botón la dirección que le conviene.

La comprobación que acabamos de describir es general, y se aplica á las diferentes formas de los botones.

Si tenemos que comprobar un botón que presente una superficie plana á su extremidad, como la figura 16, se aplica la regla *A A* sobre la superficie plana del botón, se la mantiene en su posición y se hace describir á la manivela media circunferencia; si hay un error en la posición del botón, se manifestará claramente cuando la manivela ocupe la segunda posición, indicada por puntos en el dibujo.

La figura nos dispensa de dar más detalles.

El botón, en lugar de estar inclinado como lo indica la figura 16, podría estar en un sentido perpendicular (figura 17); en este caso, se coloca también la regla horizontalmente contra el botón, se mantiene la regla y se hace describir á la manivela media circunferencia, se aplica otra regla horizontalmente sobre el botón. En la nueva posición, si hay error, las dos reglas presentarán las direcciones representadas en la figura 17.

65. P.—*Si á pesar de un buen montaje un cojinete se llega á calentar, ¿qué conclusiones se deben sacar?*

R.—Que el bronce del cojinete es de mala calidad. Que se manifestó un defecto de soldadura en el botón ó en el gorrón.

Que falta aceite ó que es de mala calidad.

Que los cojinetes están muy apretados.

Que la presión sobre los cojinetes es demasiado fuerte relativamente á su superficie.

66. P.—¿*Qué se debe hacer cuando un cojinete se calienta?*

R.—Aflojar las llaves á los pernos, sin que por esto resulten choques; comprobar si el cojinete está bién engrasado, si el agujero del aceite y las ranuras no están tapadas; examinar si el botón está en buén estado; cambiar de aceite si continúa calentándose; en fin, si el cojinete deja aún que desear, reemplazarle por otro de bronce duro, y emplear, si es posible, para la construcción de los *bótones* y *gorrones* el acero templado.

67. P.—¿*Á qué condiciones debe satisfacer un regulador de fuerza centrífuga?*

R.—Las bolas no deben elevarse sino cuando la velocidad de la máquina pasa de la normal; pues si se elevan ántes, se estorbaría la llegada del vapor, y la máquina no produciría el trabajo que es capáz de desenvolver.

Las articulaciones deben girar libremente, y las bolas tener un peso suficiente para vencer los frotamientos.

Se nota que las bolas son muy ligeras ó los frotamientos demasiado grandes, cuando las bolas saltan al subir y bajar, en los momentos que la máquina cambia de velocidad.

La compresión de la caja de estopas debe ser muy suave: para conseguir esto, se renovará con frecuencia.

68. P.—*Si en una máquina que debe hacer 40 revoluciones, las bolas del regulador no se levantan sino á la velocidad de 42 vueltas, ó si se levantan á las 38 vueltas, ¿qué conclusión se debe sacar?*

R.—En el primer caso, los brazos serían demasiado cortos; en el segundo, demasiado largos.

69. P.—¿*Cómo se regula una corredera de distribución de vapor?*

R.—Se empieza por determinar la largura de la varilla de la corredera; para esto se coloca el excéntrico á la extremidad de su carrera; se manejan las tuercas de aproximación hasta que la corredera haya descubierto completamente la lumbrera correspondiente á la posición del excéntrico. Se da media vuelta sobre el árbol á los vientres de los excéntricos; en esta posición, la segunda lumbrera deberá estar abierta. Si no lo estuviera enteramente, se podría decir que la carrera del excéntrico es muy corta; si sucediera lo contrario, esto es, si el borde de la corredera pasara más allá de la lumbrera, entonces la carrera del excéntrico sería demasiado grande. Se debería en este caso acortar ó alargar el tirante de la corredera por medio de tuercas de aproximación, para repartir así la diferencia observada.

La largura de la varilla está en tal caso próximamente regulada; se empieza el acuañado provisional del excéntrico; para esto se coloca el émbolo unido á la biela y á la manivela, á la extremidad de una carrera; luégo se hace girar sobre el árbol el vientre del excéntrico en el sentido que llevará la máquina, y hasta que la lumbrera correspondiente á la posición del émbolo esté descubierta, en una cantidad que varía según la velocidad del émbolo. Cuando se llega á esta posición, se acuña provisionalmente el vientre del excéntrico sobre el árbol de la máquina.

Se hace dar á la máquina alguna vuelta, ya sea obrando sobre el volante, ó por otro medio cualquiera, y se examina la posición de la corredera en los dos puntos muertos. Estas posiciones deben ser simétricas. Después de hecha la operación que acabamos de enumerar, las posiciones no serán, sin embargo, enteramente simétricas; pero se hace la corrección manejando las tuercas de aproximación de la varilla del excéntrico.

Cuando después de examinadas varias veces las posiciones de la corredera, se ve que son perfectamente simétricas, se acuña definitivamente el vientre del excéntrico sobre el árbol.

Antes de regular una distribución de vapor se deben su-

primir toda clase de juegos que podrían existir en los aros de los excéntricos y en las diversas transmisiones de movimiento de la corredera.

70. P.—¿Cómo se regulan las correderas de expansión en el caso que ésta se haga por dos correderas sobrepuestas, ó por la expansión Meyer, ó por la Farcot?

R.—En primer lugar, se coloca el vientre del excéntrico de expansión en una posición semejante á la del vientre del excéntrico de la corredera de distribución.

Sirviéndose de las tuercas de aproximación, la corredera de expansión se coloca en medio de la de distribución. En esta posición, la varilla del excéntrico de la corredera de expansión tiene casi la longitud que se quiere. Luégo hay que prepararse para efectuar el acuñado. Para esto, se da al excéntrico de la corredera de expansión un avance en su movimiento, mayor que el excéntrico de la corredera de distribución, haciendo girar sobre el árbol el vientre del primero en una cierta cantidad y en el sentido del movimiento que la máquina tendrá.

El avance, más ó ménos grande, que se debe dar al excéntrico de la corredera de expansión, dependerá del grado de expansión que se quiere obtener; este avance se busca por tanteos. Cuando se haya fijado con un acuñado provisional la posición del vientre del excéntrico, se dará á la máquina una ó dos vueltas obrando sobre el volante, y se examinará el juego de las correderas. Se verá que el grado de expansión no es el mismo en los dos lados del émbolo; esta diferencia proviene de las diferentes inclinaciones de la biela, inclinaciones que no corresponden á los espacios recorridos por el émbolo á cada pulsación. Para conseguir la misma expansión en los dos lados del émbolo, se toca á las tuercas de aproximación, y después de algunos tanteos, se puede admitir la misma cantidad de vapor por ambos lados del émbolo; sólo entonces se acuñará el vientre del excéntrico definitivamente.

Como se ha dicho en la respuesta núm. 13, no se debe dar sino una expansión en proporción á las dimensiones de la corredera, y cuidar de que no se provoquen entradas de vapor, á fuerza de exagerar la expansión. En la expansión Meyer, la longitud de la varilla se determinará como acabamos de ver.

El vientre del excéntrico, se acuña con un avance en el sentido del movimiento de la máquina sobre el vientre del excéntrico de la corredera de distribución. Este avance dependerá de la construcción de las correderas. En las máquinas de cambio de marcha el saliente del excéntrico de expansión estará opuesto al manubrio.

La expansión Farcot se arregla con tornillos fijados en las dos partes de la corredera; estos tornillos sirven también para corregir las diferencias que se manifiestan en la expansión á cada lado del émbolo, si el álabe no estuviera exactamente en el centro de las lumbreras del cilindro.

Como la expansión mínima está regulada por medio de tornillos, se concibe que un álabe contra el cual los tornillos chocan, puede aumentar la expansión, inclinándose más ó menos y pasando así más pronto las correderas de expansión.

71. P.—*Indique V. cómo se arreglan las válvulas de expansión.*

R.—El álabe que dirige las válvulas está acuñado de tal modo, que la válvula se abre en el punto muerto del émbolo. Este álabe está construido con objeto de mantener las válvulas más ó menos tiempo abiertas, y obtener así una expansión más ó menos grande.

72. P.—*¿Cómo se arregla la distribución con la colisa de Stephenson y con la de Gooch?*

R.—1.º Para regular una colisa de Stephenson se deben acuñar ántes provisionalmente los dos excéntricos, y luego hacer funcionar la aproximación de la varilla de la resbaladera, alargándola y disminuyéndola hasta que el avance sea el mismo

en los dos lados de la corredera, cuando la manivela esté en los dos puntos muertos.

Poniendo la palanca de cambio de marcha completamente hacia adelante, se puede arreglar el acuñaado de la polea excéntrica de adelante, y así se consigue el avance que se quiere.

Poniéndola completamente hacia atrás, se opera lo mismo con el excéntrico de la marcha hacia atrás. Pero entonces se observa el hecho siguiente: Si las barras del excéntrico tienen la disposición de la figura *W*, es decir, son rectas, se verá que el avance aumenta á medida que la expansión se produce, hasta llegar á ser demasiado grande para los puntos de expansión correspondientes á la marcha ordinaria.

Se corrige ese defecto disminuyendo el avance en la marcha hacia atrás, en las máquinas destinadas casi siempre á marchar hacia adelante, como por ejemplo, las locomotoras para viajeros.

De este modo se sacrifica más ó ménos la regularidad de la distribución para la marcha hacia atrás, á fin de que sea más uniforme entre los puntos de expansión, de los cuales se hace mayor uso.

Si las barras de excéntrico están cruzadas (fig. *X*), resulta lo contrario; el avance disminuye á medida que la expansión se produce; entonces, para conservar un avance casi uniforme entre los límites de la marcha ordinaria, hay que aumentar el avance cuando se acuña la polea excéntrica de atrás.

Después de haber regulado los avances, es preciso además encoger ó alargar el vástago de la corredera, para poner el eje de la cara de resbalamiento en el medio de la carrera que recorre entre los dos puntos de avance.

2.º Para arreglar la distribución de Gooch, basta dar sucesivamente á los dos excéntricos avances convenientes y arreglar la longitud del tirante de la corredera, pues en este caso, el avance es constante.

73. P.—¿Cómo se procede para regular la distribución del vapor cuando se emplea la colisa Walschaert?

R.—Para regular la distribución Walschaert, hay aún ménos que hacer; pues el avance está dado por las longitudes fijas de las palancas. El excéntrico está acuñado de un modo fijo sin avance, y por eso está muchas veces reemplazado por una contramanivela.

Por consiguiente, basta tocar en la aproximación del vástago de la resbaladera, para que, cuando esté á la mitad de su carrera entre los puntos de avance, esté al mismo tiempo en medio de la cara.

Es sumamente importante el que una máquina esté bien regulada, sobre todo, respecto al consumo de combustible. Por esto sería conveniente trazar sobre el vástago de la corredera algunas marcas siempre visibles; al lado de estos puntos de mira se colocaría una regla fija; de este modo se notarían todas las circunstancias de la distribución, y se podrían remediar los defectos sin desmontar las cubiertas de la caja.

74. P.—Haga V. la descripción de una bomba de alimentación, é indique V. cómo funciona.

R.—Tomaremos como ejemplo una bomba vertical.

El aparato está compuesto (fig. 18):

a. Émbolo.

b. Caja de estopas.

c. Cuerpo de la bomba.

E. Capilla ó caja de las válvulas.

S. Válvula de aspiración.

T. » de impulsión.

R. Grifo ó llave de desagüe.

V. Tubo aspirante.

W. » impelente.

H. Conducto que pone en comunicación la bomba con la caja.

Supongamos el émbolo al fin de su carrera, tal cual la figura lo representa; cuando se eleva el émbolo, produce una depresión del aire que se halla en la bomba; entonces el aire contenido en el tubo *V*, bajo la presión atmosférica exterior, levantará la válvula *S*, y entrará dicho aire en la bomba; por efecto de la impulsión, la válvula *S* se cierra, el aire así comprimido levanta la válvula *T*, y sale de la bomba por el tubo *W*.

Una série de emboladas acabarán por echar fuera el aire contenido en el tubo *V*. Como éste se halla sumergido en el agua, se elevará ésta dentro del tubo á medida que el aire se escapa, y llegará muy pronto á la bomba, donde funcionará como lo hacía el aire unos momentos ántes.

Notemos de paso, cuán largo y tortuoso circuito debe recorrer el agua para penetrar en una bomba, y no descuidemos nada la construcción de estos aparatos para facilitar el movimiento del agua. Por eso estableceremos grandes válvulas; la parte anular entre el émbolo y el cuerpo de bomba deberá tener una sección suficiente; las uniones del conducto *H* con la bomba y la caja deben redondearse. Este tubo debe tener lo ménos la sección del émbolo.

75. P.—*¿Cómo se pone en marcha una bomba de alimentación bién construida?*

R.—Se abre poco á poco sobre la caldera el grifo de alimentación; se cierra el de desagüe y se pone en movimiento el émbolo de la bomba, si estuviese parada.

Si la bomba está en buenas condiciones, funcionará al cabo de algunas emboladas.

Si no funcionara, se abrirá el grifo de desagüe, despues de haber aplicado ántes el dedo mojado sobre él. El dedo será sucesivamente atraído ó rechazado según el movimiento del émbolo; á cada expulsión, el dedo será rechazado para dar paso al aire comprimido en la bomba; hay que dejar salir el aire con facilidad, y tener mucho cuidado con no dejarle entrar cuando la bomba aspira.

Después de haber dado algunas emboladas, el agua saldrá por el grifo de desagüe; entonces se cierra este último, y la bomba funciona.

La operación que acabamos de describir, tiene solo por objeto facilitar la expulsión del aire de la bomba. Este aire ocupa el sitio del agua y la impide penetrar en la bomba.

Cuando las bombas se hallan instaladas en las mejores condiciones, es decir, cuando la aspiración es poco profunda, cuando la construcción es perfecta, cuando la válvula de impulsión *T*, (fig. 18) no soporta una gran presión, el aire sale de la bomba por la válvula *T* á cada compresión dada por el émbolo, y las bombas funcionan sin que sea preciso recurrir á medio alguno artificial para provocar la evacuación del aire de la bomba.— Pero si suponemos una aspiración profunda, una presión relativamente considerable sobre la válvula de impulsión *T*, puede suceder que el aire contenido en la bomba y la caja, entre las dos válvulas, no pueda ser suficientemente comprimido para levantar la válvula de impulsión *T*. Como el aire no puede marcharse, queda entonces en la bomba sujeto á una série de dilataciones y de compresiones sucesivas, y como en tal caso no se produce el vacío, el agua tampoco es aspirada.

Se concibe que facilitando la salida del aire de la bomba con el grifo de desagüe, se puede poner la bomba en marcha cuando se quiere. Notemos aquí que el grifo de desagüe deberá estar colocado en donde el aire se acumula en la bomba, que es hacia arriba de ella, para que pueda producir todo su efecto.

Si la bomba es de un gran calibre, el grifo de desagüe tendría una abertura demasiado grande para poder cerrarlo con el dedo; entónces se maneja el tapón del grifo de modo que el aire comprimido salga á cada impulsión del émbolo y que no pueda entrar cuando se hace la aspiración.

76. P.—¿Cuáles son las causas que generalmente se observan, capaces de entorpecer la buena marcha de una bomba?

R.—1.º Las entradas de aire por los tubos aspirantes ó por la caja de estopas.

2.º Los escapes por las válvulas.

3.º El calentamiento de la bomba por una causa cualquiera.

4.º Una mala construcción.

77. P.—¿Cómo se descubren estos defectos?

R.—1.º La entrada de aire por los tubos aspirantes y la caja de estopas se hacen constar por el ruido que producen; por el rezumo del agua; por la formación de burbujas de aire en las estopas cuando se hace la impulsión. No sería malo hacer funcionar la bomba con rapidéz durante la comprobación, para acentuar mejor el ruido ocasionado por las entradas de aire.

2.º Los escapes por las válvulas se notan del modo siguiente:

Si los escapes se producen en la válvula de impulsión *T* (fig. 18), el agua saldrá por el grifo de desagüe abierto, aunque el émbolo de la bomba funcione ó no, y á condición que el grifo de alimentación esté abierto.— Si el agua baja á la columna aspirante cuando la bomba no funciona, y que no entre nada de aire ni por los tubos ni por las estopas, es señal cierta que la válvula de aspiración es defectuosa. Cuando el dedo aplicado sobre el grifo de desagüe es continuamente aspirado todo el tiempo que el émbolo está en movimiento, se puede decir que la aspiración es viciosa; el defecto debe estar en la válvula de aspiración ó en los tubos.

3.º Si la bomba está caliente, podría también no funcionar, porque se forma vapor que se aloja entre las dos válvulas y en el cuerpo de la bomba; este vapor se opone á que se consiga una depresión suficiente, y por lo mismo á la aspiración del agua. En este caso hay que enfriar la bomba, rociándola con agua fría y haciéndola aspirar agua fría por el grifo de desagüe. El calentamiento de la bomba se produce cuando las válvulas son defectuosas; el agua de alimentación que se ha calentado atraviesa las válvulas y se escapa por el tubo de aspiración.

4.º Aunque el estado de las juntas, tubos, estopas y válvulas fuera bueno, la bomba puede, sin embargo, marchar mal, y esto de resultas de una mala construcción.

Los defectos más comunes son:

- a. Poco juego entre las ramas de la válvula y su asiento.
- b. La válvula de aspiración colocada demasiado alta respecto al tubo que une la caja con la bomba.
- c. Poca ó demasiada carrera de las válvulas.
- d. El tubo de impulsión colocado de modo que permita la acumulación del aire en la bomba.
- e. El grifo de desagüe mal colocado.

Si las válvulas no juegan libremente, acabarán por dejar de funcionar.

Si la válvula de aspiración está colocada muy alta, con respecto al tubo de impulsión, cuando se hace ésta se mantendrá abierta la válvula, y parte de ésta volverá á bajar por el tubo de aspiración.

Si la carrera es demasiado grande, las válvulas pueden abandonar sus asientos y caer dentro de la caja. Si la carrera es demasiado corta, los orificios de las válvulas serán insuficientes para dar paso á la cantidad de agua necesaria. Cuando la altura de la elevación es igual á $\frac{1}{4}$ del diámetro, es lo suficiente.

Si el tubo de impulsión *H* no está colocado lo más cerca posible de la caja de estopas, el aire se acumulará en el espacio anular. Este aire, comprimiéndose y dilatándose sucesivamente, según el movimiento del émbolo, impedirá que se forme en la bomba el vacío suficiente, y así el agua no será aspirada. Se dice entonces que se han formado almohadillas ó resortes de aire en la bomba. Se remedia á esto por medio de los grifos de desagüe, colocados siempre donde el aire se acumula. Un grifo de desagüe en *D*, por ejemplo, no produciría ningún efecto.

78. P.—¿Las estopas de las bombas son iguales á las destinadas al vapor?

R.—No hay que engrasar las estopas de las bombas; la grasa ó el aceite se introduce en las válvulas; entonces éstas se adhieren contra sus asientos; también se acumulan allí las impurezas que el agua acarrea consigo. Puede emplearse ventajosamente el caoutchouc para las estopas de las bombas.

79. P.—¿Qué aparato convendría adaptar á cada bomba?

R.—Una válvula de contención hacia abajo del tubo aspirante.
Una válvula de seguridad sobre el tubo de alimentación.

80. P.—Describe V. el aparato Giffard y su modo de funcionar.

R.—Supongamos una caldera en presión, con una tapa que tiene un agujero visible al exterior, y pudiendo abrirse hacia dentro, de modo que la presión interior la conserva cerrada. Si lanzamos por fuera contra esta tapa el chorro de agua que sale del tubo de una bomba de incendios, se comprende fácilmente que si la velocidad del chorro es bastante grande, la tapa bajará y el agua entrará en la caldera. Este es el principio del inyector Giffard: la cuestión se reduce á disponer de un chorro de agua que tenga una gran velocidad. Esto se consigue del modo siguiente (fig. 19):

El tubo *L*, que se halla sobre la cámara de vapor, tiene un grifo *R*, que, abierto, deja pasar el vapor al espacio hueco *c*, *c*, el cual está cerrado con un tapón cónico *t* llamado *lanza*, el cual se maneja por medio de la manivela *m*.

Si se abre la lanza, el vapor entra en el espacio *E*, donde hace el vacío, y así aspira por el tubo *T* el agua del depósito de alimentación.

Esta agua, que debe estar siempre fría, condensa el vapor y se calienta, pues se mezcla con él; pero la masa de vapor no ha perdido la enorme velocidad que poseía al salir de la caldera, y comunica esta velocidad á la masa de agua, que posee entonces bastante velocidad para levantar la válvula *S* é introducirse en la caldera.

Para poner en marcha el aparato, se empieza abriendo el grifo *R*, luego se abre un poquito la lanza hasta que el vapor haya hecho venir el agua á *E* y *E'*. Se asegura uno de esto, cuando ve salir el agua por el tubo de descarga *T'*. Entonces, se abre completamente la lanza, y la alimentación se efectúa; se oye un ruido particular, resultado del choque del vapor con el agua; cuando uno está muy acostumbrado á manejar el inyector, el ruido le basta para saber si funciona bien. Se puede ver por las miras *o o*, el chorro de agua pasar al aire libre del tubo *d* al tubo *I* que la lleva á la válvula. Los inyectores Friedmann ó Shau están contruidos por el mismo principio y son más sencillos que el descrito.

81. P.—¿Cuáles son las causas que pueden impedir la buena marcha del inyector Giffard?

R.—Para que funcione bien se tiene que cebar en seguida, y durante su marcha que no deje escapar ni una gota de agua por la descarga *T'*.

No funciona bien cuando el tubo *cc*, que conduce el vapor, está muy poco ó demasiado metido en el tubo *d*; esto se arregla con la manivela *n*, según la presión de la caldera. Las estopas son una de las principales causas de perturbación. Las mejores son de caoutchouc, y para conservarlas es preciso tener siempre cerrado el grifo *R* cuando el aparato no funciona. Muchos fogoneros le dejan siempre abierto, contentándose con cerrar la lanza *t*; pero es evidente que en este caso la lanza puede correrse, y por lo tanto, no cerrar bien; además, las estopas están más expuestas, pues están, ó en el agua ó en el vapor, bajo la presión que existe en la caldera. También puede suceder que la válvula *S* quede levantada; entonces se ve salir por las miras *o o* el agua de la caldera. Para remediarlo, se coloca un grifo de seguridad sobre el tubo *L*, cerca de la caldera. En fin, una aspiración demasiado prolongada, ó una aspiración de agua demasiado caliente, puede también impedir la buena marcha del inyector.

82. P.—¿Cómo se hace notar la buena marcha de un condensador?

R.—Por medio de un aparato llamado indicador del vacío. El vacío perfecto está indicado por el número 76.

83. P.—Si el indicador del vacío anunciara un vacío demasiado imperfecto, ¿qué se debe hacer?

R.—El defecto puede provenir de la bomba de aire, de una fuga que permitiera la entrada del aire, de un defecto de la distribución del vapor en el cilindro, de un obstáculo que impida al agua entrar libremente en el tubo de inyección, ó de una construcción defectuosa del aparato condensador.

Los defectos que puede tener la bomba de aire, son casi los mismos que los observados en las otras bombas; se manifiestan en las estopas, en las válvulas y en el émbolo.

Hay que cuidar mucho las estopas; para esto, se deben cambiar con frecuencia. Las válvulas exigen pocas reparaciones, porque su modo de construcción es muy sencillo, excepto cuando han servido mucho, pero en este caso el defecto es muy sensible.

El émbolo debe ser examinado de cuando en cuando; la experiencia indicará al maquinista el término más oportuno.

Si la distribución de vapor es viciosa, podrá entrar en el cilindro una cantidad de vapor demasiado grande respecto á las dimensiones del aparato condensador. Se nota pronto este defecto, porque el consumo de combustible aumenta, y porque se ve uno obligado á abrir más la llave de inyección.

Hay que tener mucho cuidado de no dejar entradas de aire; éstas se pueden formar en las juntas, en las estopas, ó por medio de grietas. No sólo hay que temer esas entradas de aire en el condensador, sino también en el tubo de descarga del vapor y en el cilindro.

Se manifiestan por el ruido que producen, á no ser que sean muy pequeñas; en tal caso, es preciso mucho cuidado para reconocerlas. El tubo inyector puede obstruirse, y por consiguiente

no dejar pasar la cantidad de agua necesaria para obtener una buena condensación. El agua destinada á la condensación debe estar libre de toda impureza.

En fin, si el aparato es vicioso por su construcción, estos vicios se habrán manifestado al ponerle en marcha.

En este caso, para remediar el mal, hay que dirigirse al constructor de la máquina.

Como se ve, la mala condensación puede resultar de varias causas, y no es siempre muy fácil notarlas á primera vista.

Como se procede por tanteos, la observación y la experiencia pueden solas abreviarlos.

Añadiremos que, segun el estado del agua, se ensucia el condensador más ó ménos pronto; no hay que descuidar la limpieza, porque los depósitos que forman las aguas disminuyen la capacidad del condensador é impiden la marcha regular de la bomba de aire.

84. P.—*¿Cómo se engrasan las máquinas de vapor?*

R.—El mejor engrasado es el contínuo.

Este se consigue fácilmente por medio de cajas con mechas de algodón.

Todas las máquinas no están provistas de esos engrasadores; entonces hay que engrasar moderadamente y con frecuencia.

Si se advierte una gran cantidad de aceite á la vez, no se consigue mejor efecto que si se hubiera vertido la cantidad estrictamente necesaria; el exceso es en pura pérdida, y además ensucia los aparatos. Cuando se engrasa bién, se economiza aceite y se conservan mejor los órganos.

85. P.—*¿Qué indicios, casi seguros, presenta un aceite de buena calidad?*

R.—El aceite de buena calidad debe ser bién claro, sin depósito, muy untoso; además no debe secarse expuesto al aire mucho tiempo y libre de polvo.

Este último ensayo es casi concluyente.

Si se seca después de algunos días de exposición al aire, hay que rechazarle.

Servirse de aceite de muy buena calidad es un hecho muy importante, porque disminuye considerablemente los frotamientos y asegura la duración de los órganos.

Habiendo usado aceite malo, habría que engrasar un día ó dos con aceite de buena calidad, á fin de hacer desaparecer los restos del aceite defectuoso, cuya influencia podría persistir mucho tiempo sin esta precaución.

Pape. 21 MODO DE PARAR LAS MÁQUINAS

86. P.—¿Cómo se debe proceder para parar una máquina de vapor?

R.—Se cierra la toma de vapor sobre las calderas; se cierra el grifo inyector del condensador, si la máquina es de condensación, se abren las llaves del desagüe; en fin, se cierra el moderador de la máquina.

87. P.—¿Por qué se cierra la toma de vapor sobre las calderas? ¿No basta cerrar el moderador de la máquina?

R.—Es necesario cerrar ántes la toma de vapor sobre las calderas, á fin de evitar la condensación continua del vapor en los tubos; al poner la máquina en marcha, el agua de condensación sería un obstáculo: en invierno este agua podría congelarse y ocasionar rupturas.

En fin, ya sea por malevolencia ó por distracción, se puede, tocando al moderador de la máquina, ponerla en marcha en un momento inoportuno, y ocasionar graves accidentes.

88. P.—¿Por qué cuando se paran las máquinas se debe cerrar pronto el grifo inyector?

R.—Porque si no, á causa del vacío que se produce en el condensador, en los tubos de descarga del vapor y en la parte cilíndrica que corresponda á la descarga, el agua podría continuar aspirándose por el condensador, luégo llenar toda la capa-

cidad donde reina el vacío, y llegar así al cilindro, donde ocasionaría choques violentos cuando se pusiera más tarde la máquina en marcha.

Como la abertura de los grifos de desagüe deja entrar el aire, evitaría los accidentes. Sin embargo, no hay que fiarse mucho de estas llaves, porque podrían obstruirse. Otras veces, no hay más que un grifo de desagüe en el cilindro; esto es muy común en las máquinas verticales. En fin, en las máquinas de cubierta ó *camisa*, con circulación de vapor, los grifos de desagüe no sirven algunas veces más que para ésta; en tal caso no tendría, por consiguiente, efecto alguno sobre la aspiración del agua.

En general, será muy prudente tomar la costumbre de cerrar el grifo inyector cuando se paran las máquinas.

89. P.—*¿No hay que tener ciertas precauciones en el invierno, después de haber parado la máquina?*

Hay que expulsar completamente el agua y el vapor que se puedan encontrar en los tubos y aparatos expuestos al hielo.

90. P.—*¿Cómo se procede bajo el punto de vista de las reparaciones que se deben efectuar después de paradas las máquinas?*

R.—Hay que desmontar ántes que se enfrien, las piezas que se quieren componer ó comprobar y que están en contacto con el vapor. Sin esta precaución, es casi imposible desmontar los pernos sin romperlos.

91. P.—*¿Cuándo se deben limpiar principalmente las piezas de las máquinas?*

R.—Luégo que haya parado; porque estando las piezas aún calientes, son más fáciles de limpiar.

92. P.—*Si la máquina tuviera que estar parada algunos días, ¿qué precaución hay que tomar en seguida que pare?*

R.—Se deberá desmontar el émbolo y las correderas, engrasar todas las partes torneadas y alisadas con una mezcla de grasa y aceite, de modo que se impida la oxidación.

Jan



PARTE CUARTA

Particularidades de las máquinas especiales.

I.—MÁQUINAS DE EXTRACCIÓN

93. P.—*¿Hay que observar precauciones especiales al poner en marcha las máquinas de extracción?*

R.—Se ponen en marcha como las otras máquinas; más fácilmente aún, porque se puede distribuir el vapor en los dos lados del émbolo; así se obtiene el movimiento de vaivén de la máquina, sin que ésta haga una revolución completa; este movimiento es causa de la rapidéz, con la cual se expulsan las aguas y se calienta el cilindro.

94. P.—*El manejo de las máquinas de extracción, ¿es diferente del de las otras?*

R.—No; pero como es ventajoso bajo el punto de vista de la economía de combustible hacer trabajar las máquinas con la mayor expansión posible, y la colisa que da el cambio de marcha permite también hacer variar la expansión, es conveniente trabajar con el moderador completamente abierto, y arreglar la velocidad de la máquina dando diferentes posiciones á la colisa. Si este procedimiento tan fácil de practicar, se observara siempre, se realizarían economías notables de combustible.

95. P.—*Vistos los graves accidentes que podrían resultar*

de la ruptura de una de las piezas de la máquina de extracción, ¿es necesario cuidar especialmente de que todos sus órganos se conserven bien?

R.—Cualquier imperfección que impida al maquinista el manejo de la maquinaria puede dar resultados desastrosos, porque en este caso la maquinaria no obedece á la acción del vapor, sino á la del peso que levanta, así es que su velocidad aumenta á cada revolución, de lo que resulta el destrozo del pozo y de la máquina. Y algunas veces, lo que es mucho más triste, sobreviene la muerte de varios obreros.

Citaremos las rupturas más comunes y que determinan los más graves accidentes, son: la ruptura de un tubo de vapor, de una varilla de excéntrico, del manubrio ó manivela, del botón del manubrio ó manivela, del botón del manubrio, de un engranaje, de un émbolo de vapor.

Por lo tanto, la máquina de extracción debe conservarse en un perfecto estado de limpieza, á fin de poder notar con facilidad el menor defecto en su origen; los tubos de vapor defectuosos están prohibidos: la máquina no debe funcionar á *contravapor*, á no ser en los casos excepcionales, porque en muchas máquinas la contrapresión podría apartar bruscamente la corredera de la cara sobre que resbala, de lo cual resultaría la ruptura ó dobladura de la varilla de la corredera.

96. P.—*¿En qué caso se trabaja á contravapor?*

R.—Cuando los diámetros de las bombas están mal determinados, ó cuando se quieren bajar cargas, ó, en fin, cuando se quiere parar rápidamente la máquina.

97. P.—*¿Entonces este trabajo á contravapor es necesario algunas veces?*

R.—Sí; pero si esto se debe hacer por causa de que el diámetro de las bobinas es defectuoso, entonces hay que avisar al ingeniero para que determine el diámetro que corresponde al equilibrio, y ejecutar cuanto antes las órdenes de éste. Cuando

se deben bajar cargas ó parar bruscamente la máquina, hay que hacer uso del freno aplicado sobre el árbol de las bobinas.

Si la máquina no tuviera freno, hay que cubrir la responsabilidad indicando el defecto á los jefes, y hasta rehusando el trabajar en los casos peligrosos.

98. P.—¿*Qué aparatos de seguridad debe poseer una máquina de extracción?*

R.—Varias campanillas que avisen al maquinista cuando las jaulas de los montacargas llegan al fondo del pozo.

Un freno á la mano sobre el volante, si éste existe.

Un freno poderoso sobre el árbol de las bobinas.

Un obstáculo cualquiera para impedir que las jaulas no vayan á chocar contra las poleas que están encima del pozo.

99. P.—¿*Hasta dónde se extiende la responsabilidad de un maquinista que maneja una máquina de extracción?*

R.—Su responsabilidad es casi ilimitada. A fuerza de estar siempre con la máquina, se puede decir que forma cuerpo con ella; y así aprecia sus partes delicadas; no se produce el menor desgaste, el más pequeño defecto, vibraciones anormales, un choque extraño, una pequeña modificación en la marcha, en la parada ó al ponerla en marcha, en fin, no se puede manifestar la menor variación en el aparato, sin que el maquinista se aperciba de todo, si es inteligente y capaz. Por consiguiente, casi siempre puede prever los accidentes y evitarlos. Siempre atento, porque su estado lo exige, no puede dar disculpa alguna por los accidentes que resultasen de una distracción; comprendiendo su misión, debe pedir los aparatos de seguridad que necesite, y si no los hay, cuidará de no ejecutar las maniobras difíciles, que podrían ocasionar accidentes desagradables.

II.—MÁQUINAS DE AGOTAMIENTO

100. P.—¿*De qué modo se ponen en marcha las máquinas de agotamiento que poseen un movimiento alternativo?*

R.—Como las dimensiones del émbolo y del cilindro son muy grandes, es de suponer que la contracción de las piezas moldeadas en la fundición no sea regular en todas sus partes; por eso dichos órganos deben calentarse con precaución.—El maquinista, obrando sobre las palancas, dará pequeñas carreras, á fin de llenar bién las bombas; las aumentará poco á poco, y no dejará funcionar sola la máquina hasta que no esté bién seguro que todo marcha bién.

101. P.—¿*Cuáles son las causas más frecuentes de los accidentes que se manifiestan en las máquinas de agotamiento con movimiento alternativo?*

R.—Si la válvula de admisión del vapor se cierra demasiado tarde, sobre todo en las máquinas de expansión, entonces el émbolo puede chocar contra la cubierta del cilindro y producir roturas.

Cuando la máquina trabaja de vacío, las sacudidas que las varillas maestras producen al bajar son muy peligrosas.

La marcha de vacío puede resultar, ó del agotamiento del pozo, ó de la descompostura de una bomba, como, por ejemplo, si una válvula se atasca, si hay entrada de aire, si un tubo ó una puerta de la caja de las válvulas se rompen, etc.

De un accidente en el juego de las piezas, pueden resultar las más funestas consecuencias.

En razón de las grandes masas que forman las máquinas de agotamiento de movimiento alternativo, y de la unión que existe entre todos los órganos, cuando hay un accidente es casi siempre muy grave.

102. P.—¿*Se pueden evitar estos accidentes?*

R.—Si el maquinista es muy cuidadoso y asídulo al trabajo, puede evitar la marcha de vacío y disminuir los choques que resultan de una admisión prolongada de vapor obrando en seguida sobre el moderador y manejando como es debido las palancas del juego de los hierros. No debe, sino en los casos urgentes,

abandonar éstos. Inspeccionando atentamente y á menudo todos los órganos, y limpiándolos cuando es preciso, se pueden evitar muchas roturas, las cuales podrían comprometer la existencia de la máquina. Las estopas de las varillas de las válvulas deberán estar todo lo más suaves que sea posible.

103. P.—*¿Qué particularidades hay que observar para poner en marcha y manejar las máquinas de agotamiento rotativas?*

R.—Como estas máquinas están siempre cargadas, hubiera sido muy difícil ponerlas en marcha si no se hubiera agregado un pequeño aparato para distribuir el vapor en el cilindro; este aparato se maneja fácilmente, y con él, hasta las máquinas más potentes se ponen en marcha con la mayor facilidad.

Si la máquina no tiene regulador, el maquinista no la debe abandonar sino en caso de gran necesidad, pues si por causa de un defecto de la bomba la máquina se hallara descargada, arrastraría consigo parte del aparato y destruiría el pozo.

III.—LOCOMOTORAS

104. P.—*¿Cuáles son las operaciones más notables que se ejecutan al poner en marcha y manejar las locomotoras?*

R.—Fuera de las que exige su servicio especial, pocas son las precauciones que se deben tomar para poner en marcha las locomotoras.

No hay que encender nunca la caldera hasta que no tenga el agua suficiente; hay que visitar con mucho cuidado todos los aparatos, indicadores de nivel y de presión, inspeccionar y engrasar todas las partes del mecanismo sujetas á frotamientos, y abrir las llaves de desagüe cuando la máquina se pone en marcha.

En el camino se debe marchar con el moderador completamente abierto, y aumentar la expansión todo lo posible.

Antes de las paradas se impide la entrada del vapor, para lo cual se empuja á fondo la palanca y se abren las llaves de desagüe. En fin, cuando en las paradas lo permite el tiempo, hay que visitar y engrasar los principales órganos.

Los escapes de las calderas se pueden suprimir, remachando las juntas ó las piezas que dan lugar á los escapes. Este remache no debe hacerse nunca cuando la caldera está con la presión definitiva.

En las calderas tubulares, el agua se escapa algunas veces alrededor de los tubos. Se deben remachar con mucho cuidado para no mover los tubos que se hallan al lado.

Si un tubo estalla cuando la máquina está en marcha, hay que apresurarse, si la longitud del hogar lo permite, á poner un tapón de madera ó de hierro á cada extremidad del tubo roto, á no ser que se pueda parar la máquina y apagar el fuego.

En las calderas con superficies planas riorstradas con armaduras, hay que asegurarse á menudo con un martillo si las riorstras no están rotas; al sonido se distingue fácilmente si alguna está rota ó en buen estado.

Casi todos los accidentes que se producen en las máquinas exigen la parada, y más tarde, en los días de descanso, una buena compostura.

105. P.—¿Hay inconveniente en marchar á contravapor con una locomotora?

R.—No; es una preocupación creer que la marcha á contravapor fatiga más á la máquina que la marcha directa.

106. P.—¿Qué precauciones se deben tomar para la marcha á contravapor?

R.—Basta inyectar un filetito de agua de la caldera en el tubo de descarga ó en las cajas de distribución, pero que no sea ni mucha ni poca.

La insuficiencia del volúmen de agua inyectada se manifiesta de la manera siguiente:

1.º No sale vapor por la chimenea, ó es demasiado seco y sale por chorros intermitentes.

2.º La presión se eleva en la caldera.

3.º El inyector cesa de funcionar.

4.º Las estopas de las varillas de los distribuidores y émbolos se calientan y queman rápidamente; las correderas se agarran con fuerza.

Cuando la presión sube en la caldera y los inyectores no obedecen, basta, para disminuir la presión, abrir un instante la descarga.

Cuando la inyección de agua es demasiado considerable, sale por la chimenea una verdadera lluvia, la cual aumenta inútilmente el gasto de combustible.

Para hacer funcionar el aparato de contravapor, estando la máquina en marcha, procederá el maquinista como sigue:

1.º Abrir la llave de inyección.

2.º Invertir la distribución, girando la rosca de cambio de marcha hasta el primer punto de la marcha hacia atrás.

3.º Abrir del todo el moderador.

4.º Maniobrar el aparato de cambio de marcha, y continuar alejándole del punto muerto, según la resistencia que se quiere obtener y arreglar la inyección de agua.

Cuando ya no es necesario este freno de vapor, el maquinista debe:

1.º Colocar el aparato de cambio de marcha en el primer punto hácia atrás.

2.º Cerrar el moderador.

3.º Cerrar las llaves de inyección.

APÉNDICE

107. P.—¿*Qué materias se emplean en las juntas de los aparatos destinados á recibir el vapor?*

R.—El mastic ordinario y el mastic diamante, el caoutchouc en forma de hojas ó en cordón; el minio, las rodajas metálicas rodeadas de cáñamo embebido en minio, la tela ó el papel cubierto de minio, las hojas de plomo recortadas según la forma de la junta. Los hilos de cobre contorneados según las superficies que se quieren juntar, soldando las extremidades y el mastic de hierro.

108. P.—¿*Cuándo se emplean estas distintas materias?*

R.—Las dos primeras se emplean para las juntas de los cilindros y de las cajas, y para las que están expuestas al calor del vapor.

Las superficies unidas por la primera, deberán tener un gran contacto, ser perfectamente planas y con algunas ranuras. El mastic debe batirse hasta que adquiera la consistencia de una pasta blanda. Para impedir que se escapen cuando se aprietan las juntas, se añade un poco de cáñamo cortado, ó si no, se intercala alrededor de la junta una cuerda delgada. Con el mastic diamante no es necesario tomar las precauciones que acabamos de indicar.

Se puede emplear el caoutchouc en hojas para toda clase de juntas, excepto las expuestas á una temperatura elevada. Su empleo está limitado por su precio, el cual es bastante elevado. Se usa particularmente en los conductos de agua, las juntas de

los condensadores, los tubos expuestos á vibraciones, los que se desmontan con frecuencia, los agujeros de hombre sobre las calderas, y en fin, las juntas poco accesibles.

La junta hecha con caoutchouc en hojas, es excelente, sobre todo cuando las superficies son planas y con alguna ranura. Se introduce en las ranuras, y así se mantiene perfectamente estable. No es muy prudente emplearle para las juntas de los tubos con salientes en los cuellos, que cortan las juntas, y si éstas no están perfectamente centradas, su ancho en la parte cortada puede ser demasiado pequeño para poder impedir los escapes del vapor. En forma de hilo se debe rodear con él el orificio de la junta á cierta distancia, y después rodearle con alambre de cobre soldado. En estas condiciones se puede hacer así buenas juntas de vapor.—El minio, la tela ó el papel cubierto de minio, convienen muy bién para las grandes juntas planas con superficies cepilladas, para las tapas de los cilindros y de las cajas. Si se emplea el minio solo, debe hallarse al estado de pasta espesa, y que haya ranuras en las superficies destinadas á juntarse. El minio no debe contener cuerpo duro ni de un volúmen tal que impida el contacto de las superficies.

Como suele falsificarse, es indispensable esta última precaución.

Las rodajas metálicas rodeadas de cáñamo cubierto de minio, se emplean en los cuellos de los tubos de armaduras. Es una mala junta, porque á causa de su espesor no puede resistir á las vibraciones; es además costosa, porque exige mucha mano de obra. Más vale quitar los salientes á los tubos y hacer uso de las juntas de caoutchouc.

No se debe aconsejar el empleo del plomo en hojas; este metal conserva la forma que se le ha dado; no tiene elasticidad, y como se deja atacar poco á poco por el vapor, no tardan en manifestarse frecuentes escapes.

Además, si se considera la mano de obra y las pérdidas oca-

sionadas al cortar la hoja, sale muy caro. Los hilos de cobre se emplean en las juntas circulares de los tubos y de las cubiertas de los cilindros.

Cuanto mayor sea la primer junta que se hace contra los pernos de unión, mejor es, porque cuando se manifiesta un escape, hay que hacer una nueva junta más pequeña que la primera, para que la parte atacada pueda quedar al exterior de la primera. Cuando se haya hecho una serie de juntas se deberá arreglar las superficies. La descripción citada da á conocer suficientemente los inconvenientes del alambre de cobre, pero se la hace perfecta completándola, como hemos dicho, con la inserción en el interior de la circunferencia de un cordón de caoutchouc más grueso que el alambre.

El mastic de hierro se emplea en las juntas que tienen sus superficies irregulares, para la reunión de los tubos de las muflas, para unir diversas piezas con las calderas. No se deben prodigar estas juntas, porque tienen poca elasticidad, no resisten bien á las vibraciones ni á las dilataciones, y además exigen una mano de obra muy costosa.

Hay que prohibirlas también para las juntas que hayan de desmontarse con frecuencia.

109. P.—*¿Qué uniones se emplean en los aparatos destinados á contener el agua?*

R.—El caoutchouc, el minio, las rodajas metálicas rodeadas de cáñamo humedecidas con minio, la tela ó el papel cubierto de minio, las hojas de plomo cortadas según la forma de la junta, los hilos de cobre, y el mastic de hierro.

110. P.—*¿En qué circunstancias se emplean estas diferentes juntas?*

R.—El caoutchouc es preferible á todas las demás.

Las rodajas metálicas rodeadas de cáñamo y humedecidas con minio, son muy costosas, feas y de corta duración.

El minio, la tela y el papel con minio no se pueden emplear

sino cuando la junta tiene que estar bién ajustada; en este caso hay que dejarla secar ántes de hacerla funcionar.

Las hojas de plomo ofrecen ciertas ventajas; con el agua no presentan los mismos inconvenientes que con el vapor.

Lo mismo sucede con los hilos metálicos; también se puede aconsejar su empleo.

Hay que evitar en cuanto sea posible el empleo del mastic de hierro.

Como el ordinario no se consolida sino con el calor, hay que prohibirle en las juntas frias ó de una temperatura poco elevada.

CONSEJO Á LOS DIRECTORES DE FÁBRICAS

El *saber* es una condición necesaria para el éxito de una industria; pero no es la condición única y suficiente. El *saber* tiene por colaborador indispensable el *interés*.

La economía de la fuerza motriz en las fábricas movidas por el vapor, no se basa únicamente sobre el saber del fogonero mecánico, sino al mismo tiempo sobre su *buena voluntad*.

Cierto es que si el fogonero es incapáz, las ventajas del aparato serán más ó ménos alteradas; y si es capáz, pero descuidado, el resultado será el mismo.

No basta, por consiguiente, instruir al fogonero mecánico; es preciso además desarrollar en su mente el espíritu de responsabilidad.

Para esto, nada es más sencillo ni más eficaz que interesarle en el éxito y progreso de su trabajo: de este modo será un potente elemento de prosperidad para la industria.—Á no ser en los ferro-carriles, pocas son las administraciones que ponen en práctica estas ideas, y que sepan preservar el interés de la fuerza motriz, confiado este interés á la iniciativa del maquinista.

En los ferro-carriles, el salario del maquinista no sólo depende de la ejecución, sino también de la manera de ejecutar, de su actividad, como de su inteligencia.

En una palabra, si hace alguna economía, esta no es perdida para él; su interés se pone en juego lo mismo que su saber: todo progreso está formulado por un crecimiento de provecho para él.

El interés es para el obrero, como para el dueño, el más poderoso auxiliar del saber.

¿Por qué el ejemplo de los ferro-carriles, que todo el mundo conoce desde hace tantos años, es tan poco seguido?

No basta que una locomotora haya consumido una cierta cantidad máxima de carbón; es preciso al mismo tiempo que haya hecho su viaje completo con su carga en un tiempo dado; si hay atraso, el maquinista lo comunicará y tratará de cubrir su responsabilidad.

El contrato entre la administración y el maquinista es real. ¿Se podrá realizar esto en las fábricas ordinarias?

Todo el que maneja máquinas puede, sin mucho trabajo, disminuir muy fácilmente el consumo; por ejemplo, no tiene más que prolongar la expansión y disminuir el número de vueltas del árbol motor, etc., etc.; hay muchos medios de conseguirlo.

En términos más generales, es muy fácil disminuir el consumo, disminuyendo el trabajo útil del motor; pero en este caso se economizaría con una mano y se prodigaría con la otra.

El contrato entre el fabricante y el mecánico sería entonces ilusorio.

Por lo tanto, se necesita una comprobación análoga á la que existe en los ferro-carriles. Es preciso, por ejemplo, que el molinero, gastando ménos carbón, obtenga la misma harina de sus muelas; que el constructor esté seguro del trabajo de sus útiles, etc., etc.—Dicha comprobación es muy fácil establecer; cada máquina de vapor, cualquiera que sea su destino, debe tener un contador inaccesible.

Entonces el dueño y el maquinista pueden hacer un contrato como el maquinista del ferro-carril y su administración.

Los términos del contrato son bien sencillos: la máquina de vapor debe efectuar un número medio mínimo de revoluciones por hora ó por día, con un máximo de combustible (calculado según datos prudenciales); todo gasto economizado sobre ese máximo será repartido entre ambos, según proporción convenida; las cuentas se arreglarán al cabo de un tiempo señalado.

Un fogonero inteligente y laborioso tratará siempre de instruirse y de que la industria, lo mismo que su familia, saquen partido de la instrucción que haya adquirido, ya sea por sus lecturas, ya por su experiencia, ó en fin, por la sagacidad de sus observaciones.

Buscará con cuidado los defectos del hornillo, los corregirá él mismo, ó si no los indicará; no transigirá con su conciencia sobre la oportunidad de limpiar los conductos, la caldera, la máquina, lo mismo que sobre el entretenimiento y las reparaciones cuando sean necesarias.

Su modo de proceder será justo y severo cuando se trata de escoger y comparar los diferentes combustibles, aceites, grasas, etc., etc.; así se verá exento de la pÉrfida caridad de las *propinas*, deshonra del comercio, atentado insolente y criminal de una concurrencia injusta á la dignidad del trabajador.

De este modo la economía, no sólo consistirá en la disminución del carbón quemado, sino también en la simplificación de la vigilancia y en todas las mejoras que dependen del valor moral del obrero.



APÉNDICES

DE LA TERCERA EDICIÓN

Tomamos de la acreditada revista tecnológica titulada *La Semana Industrial*, que se publica en Madrid bajo la dirección del autor del Prólogo de este libro, Sr. Vicuña, los siguientes artículos y grabados, para completar el texto con las principales novedades que hay en la materia.

EL GASÓGENO DE WILSON Y SU APLICACIÓN Á LAS CALDERAS DE VAPOR

El uso de combustibles gaseosos para ciertas industrias, como, por ejemplo, la cerámica fina y el recocido de metales, así como el aprovechamiento por su medio de ciertos carbones de calidad inferior, se ha procurado hasta aquí casi siempre con el aparato debido á Siemens; vamos á describir un nuevo gasógeno ideado por Wilson, y cuya descripción extractamos de la *Revue Industrielle*. Ocupa ménos sitio que el de Siemens y aprovecha mejor los carbones minerales de mala clase, como lignitos, etc., cuestión de gran interés en España.

se introducen los barrotos en que carga el combustible cuando se quitan las cenizas.

Dicho combustible se echa por la tolva indicada en *O*, cerrada por una campana provista de un contrapeso. El carbón cae al fondo, pues no hay rejilla, y el aire inyectado hace arder imperfectamente el combustible y se produce una masa de óxido de carbono, de hidrocarburos volátiles y de hidrógeno. La carga de carbón se hace con intervalos regulares; la parte superior está

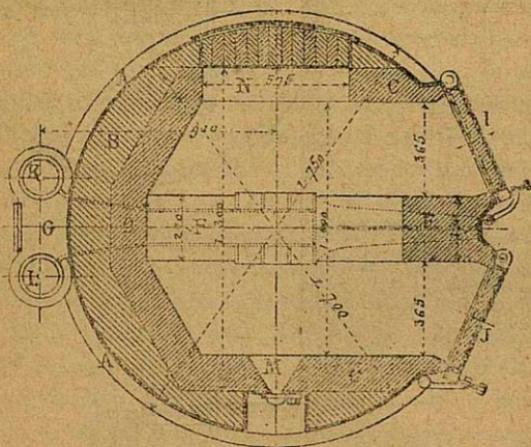
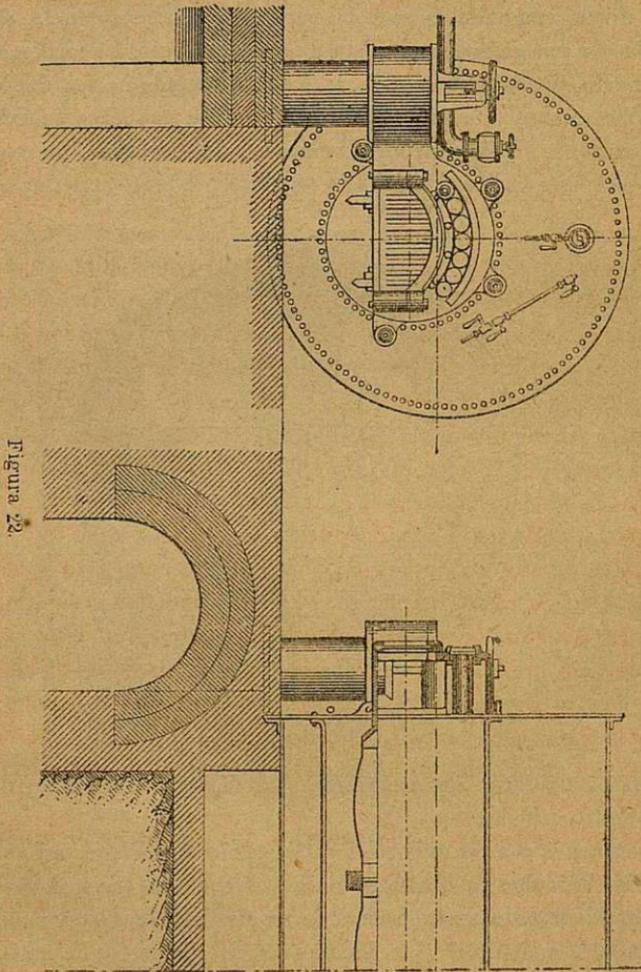


Figura 21.

á una temperatura poco elevada, para facilitar la destilación de los hidrocarburos.

Muchas son las aplicaciones del gasógeno Wilson; así, para soldar los tubos de hierro se puede obtener con él un chorro de llama de más de cuatro metros de longitud. Citaremos con algún detalle la aplicación á las calderas de vapor, pues se ha probado que por este medio se evitan casi por completo los humos, cuestión de gran importancia en las poblaciones.

El gasógeno puede colocarse cerca de la caldera ó á bastante



distancia, en cuyo último caso no se encienden los gases sino á

la entrada bajo de ella, mezclando la cantidad conveniente de aire por medio de registros, conforme al tiro de la chimenea. La figura 22 indica la aplicación á una caldera de hogar interior, y los detalles están tan claros en el dibujo, que no necesitan mucha explicación.

Consta esta figura de dos partes: á la izquierda se ve la caldera de frente, con su manómetro é indicador de nivel; la puerta del hogar tiene unos agujeros, que se cierran más ó ménos con unas correderas, para que entre el aire; el hueco del cenicero está cerrado con su puertecilla; los gases combustibles vienen del gasógeno por el tubo de la izquierda, provisto de una llave para regular su entrada; se mezclan con el aire y arden en el hogar sin producir cenizas y aprovechándose perfectamente todo el calor. La parte de la derecha es un corte longitudinal de esta caldera; se ve la rejilla ó parrilla, que es inútil realmente; sin embargo, se deja siempre para colocar algún carbón que puede servir de suplemento, ó para cuando no se quiere emplear el gasógeno, por un accidente, reparación, etc. En este caso se cierra la llave de que hicimos mérito hace un instante y se abre la puerta del cenicero, marchando el hogar como uno ordinario.

Esta aplicación es quizás la de más interés en España, y sobre todo en su región central, allí donde los carbones de buena clase están á gran precio, y quizás no los de inferior calidad de varias cuencas hulleras. El aparato es además sencillo y de fácil construcción. El dibujo va acotado de modo que cualquiera lo puede construir.

Como indicación de la economía que se obtiene, citaremos una fábrica de ladrillos de Glenboig (Inglaterra), en la cual, en vez de emplear buen carbón directamente, se usa uno inferior con este aparato, realizando así una economía de 50 por 100 y empleándose diez y ocho horas en cada cocción, que antes duraba sesenta.

Al dar fuego á la caldera se producen diferencias de temperatura y de densidad en las diversas partes de la masa, por efecto del fraccionamiento del líquido; estas diferencias determinan una corriente ascendente entre las paredes de la caldera y las externas de las cajas, y otra descendente en el canal central, según indican las flechas. Estas corrientes transportan los cuerpos en suspensión, y la disminución brusca de sección provoca en el recorrido horizontal el depósito de los cuerpos en suspensión en los cajones que separan la vena líquida ascendente de la vena descendente. Por otra parte, el líquido más denso de la vena central penetra por los tubos concéntricos de las comunicaciones hasta el fondo de los hervidores; desaloja un peso equivalente de agua, que se añade al vapor engendrado en gran abundancia en esta parte del generador; la vena ascendente se ensancha al llegar al nivel del agua y vierte en las cajas laterales los cuerpos sólidos arrastrados. Cada ascensión brusca produce en la cámara de vapor un descenso momentáneo de presión y de temperatura, y por esto el agua turbia contenida en las cajas laterales podría ser proyectada violentamente hacia afuera, si no hubiera las tapas de que hicimos mérito anteriormente; éstas tienen cierto juego, de modo que permiten entrar el líquido, y se cierran por el empuje de éste cuando tiende á salir.

La figura 24 representa el corte transversal de una caldera de hogar interior; en ella se ve la forma especial de las cajas laterales, aunque el principio es siempre el mismo. La figura 25 representa en corte la aplicación hecha sobre un tubo hervidor de circulación. El líquido recubre el aparato receptor que está fijo sobre el tubo de retroceso del agua; los depósitos se acumulan á bastante distancia de las paredes caldeadas. Un tronco de cono está fijo por su base á la extremidad superior del cilindro de palastro que constituye el receptor, y deja penetrar los depósitos en el espacio anular comprendido entre este cilindro y el tubo de retroceso del agua. El obturador está formado con

dos troncos de cono reunidos por su base y que resbalan sobre dicho tubo de retroceso.

Este tubo hervidor fué ideado por Perkins en 1831: en 1863 lo perfeccionó el ingeniero inglés Field, y por último, Dulac lo ha dispuesto en la forma que acabamos de describir.

Las cajas se introducen por el agujero de hombre, y no exigen ninguna modificación en la parte fundamental de la caldera; la sustancia química, que se escoge conforme á la naturaleza del agua, se vierte cada día en el depósito de ésta.

Según la Revista citada, no se adhiere ningún depósito á las partes caldeadas de la caldera, y se favorece la formación del vapor. Los aparatos funcionan hace más de tres años con buen éxito y en circunstancias muy variadas.

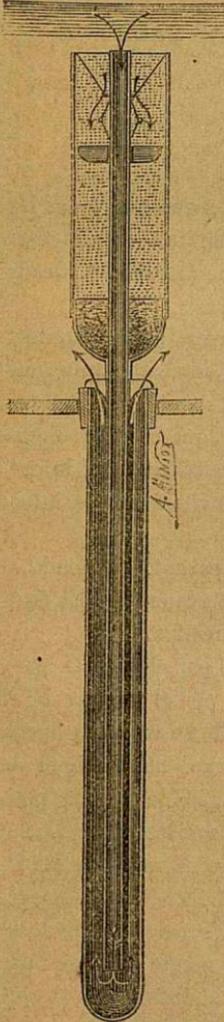


Figura 25.

Este es de carbón vegetal en la parte inferior, y la sección libre para el paso del vapor por el tubo *D* debe ser vez y media la del tubo de escape *E*, para evitar la contrapresión.

La envolvente de fundición maleable *G*, que une la base *A* á la cúpula *H*, está calculada para resistir á la misma presión que la caldera; va tapada con una cubierta de tablas para disminuir las pérdidas por radiación del calor. El agua fría viene de la animal en la superior: la masa se halla entre dos chapas perforadas. Hay que limpiar con frecuencia el filtro, á lo más cada diez horas de servicio; para esto, se abre la llave *R*, y el agua sale violentamente por la presión del vapor de la caldera; se deja que se vacíe de agua y que pase parte de dicho vapor por el filtro, y esto basta para limpiarle. Puede funcionar así varios meses.

Á veces se utiliza el vapor del serpentín en hacer marchar la bomba de alimentación. Si el calentador está bastante elevado, se hace volver á la caldera el agua condensada en el serpentín.

Se ha aplicado este aparato en Inglaterra á las máquinas fijas y á las locomotoras; se han obtenido buenos resultados: en las locomotoras de seis ruedas, se coloca sobre el bastidor lateralmente á la caldera, entre el primero y segundo eje, empezando desde la caja de humos; el vapor sobrante se manda en este caso á aumentar el tiro de la chimenea.

INDICADOR DE LA PRESIÓN

El aparato representado en las figs. 31 y 32, tiene por objeto marcar las presiones, no sólo superiores á la atmosférica, sino también las inferiores.

Para el caso primero se hace llegar el vapor por el tubo *a*, de donde pasa á los discos huecos *b*, *b'*, colocados uno á cada

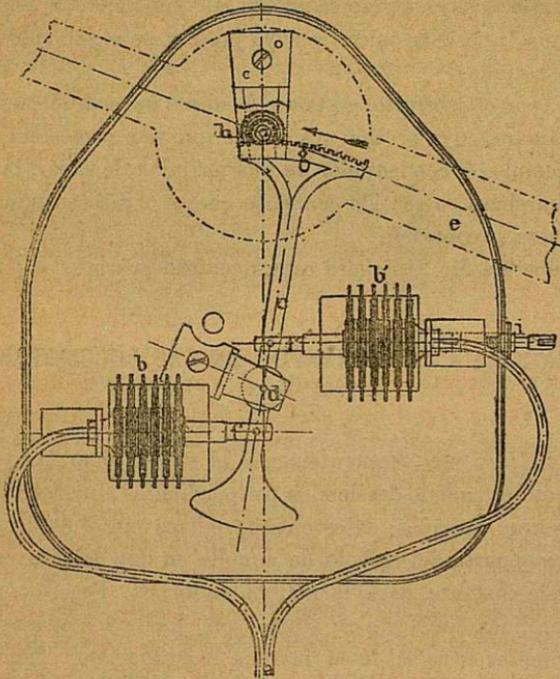


Figura 31.



Figura 32.

lado de la palanca *c*, cuyo punto fijo está en *d*. La presión del vapor en los discos, cuyas paredes laterales son flexibles, empuja las varillas *f*, y hace mover la palanca *c* en el sentido indicado por la flecha superior. Una de las figuras muestra en detalle la forma de los discos.

La aguja indicadora va marcada en el dibujo tan sólo en su parte central y con líneas de trazo y punto: en su eje hay un piñón dentado, con el cual engrana un sector *g*, terminación de la pa-

lanca. En *h* hay un resorte en espiral que tiende á colocar la aguja en la posición inicial y cuya presión se regula por medio de un tornillo.

Si, por el contrario, se pone el tubo *a* en comunicación con una cámara, cuya presión sea menor que una atmósfera, como, por ejemplo, el condensador de una máquina de vapor, la palanca *c* marchará en sentido contrario que en el caso anterior, pues los discos se contraen.

Débase á Mr. Guichard este ingenioso aparato.

MARCHA A CONTRAVAPOR EN LAS LOCOMOTORAS

Empléase hoy frecuentemente el vapor como freno en las locomotoras cuando descienden por pendientes muy fuertes y con trenes muy cargados; en este caso, se hace que el fluido obre en la cara opuesta del émbolo de aquella en que debiera empujar en cada instante para la marcha ordinaria. Precisamente en nuestra línea del Norte se efectuaron, hace unos cuantos años, los primeros ensayos de la marcha á contravapor. También se emplea este medio para las paradas rápidas en las máquinas de buque y algunas otras.

Vamos á indicar someramente la posición que ocupa la caja del distribuidor con respecto á las lumbreras en los diversos períodos de marcha ordinaria y á contravapor, con lo cual se comprenderá el fundamento del sistema. Estas disposiciones de la caja de distribución se obtienen fácilmente con la palanca de cambio de marcha que llevan todas las máquinas; poniendo ésta vertical no hay entrada ni salida de vapor; echándola hacia adelante es la marcha ordinaria y se aumenta la expansión, ó sea el mejor aprovechamiento del vapor con la variación de este ángulo; echándola hacia atrás se obtiene el contravapor.

Cada marcha tiene seis períodos, que representamos en otras tantas figuras.

Comenzaremos por los de marcha ordinaria.

Admisión.—La figura 33 representa este caso: el émbolo

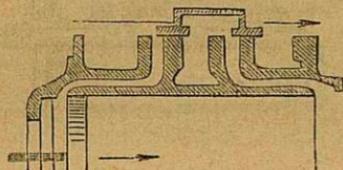


Figura 33.

sigue la carrera directa que indica la flecha inferior; el distribuidor se mueve en el sentido que indica la flecha superior. El vapor viene de la caldera, rodea el distribuidor, entra por la lumbrera izquierda, que, como se ve, está parcialmente descubierta, y obra en la cara izquierda del émbolo. El vapor de la embolada anterior sube por la lumbrera derecha, entra en el distribuidor y sale por el agujero central á la chimenea, por el tubo llamado de escape.

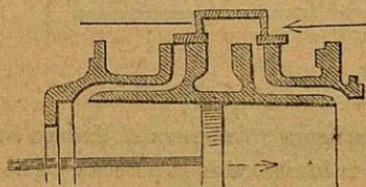


Figura 34.

Expansión.—La figura 34 indica que el émbolo continúa su marcha y el distribuidor retrocede, por lo cual se cierra la lumbrera de la izquierda, y como no puede entrar vapor por ella,

Admisión.—La figura 39 indica que marchando el émbolo hacia la derecha, está abierta un poco la lumbrera de la izquierda, de modo que la cosa pasa como si fuera marcha directa.

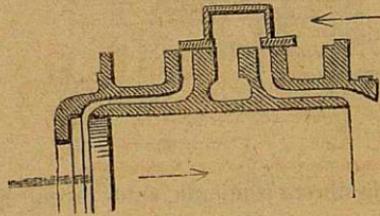


Figura 40.

Expansión.—La figura 40 señala la cesación del período anterior, que fué muy corto, y el comienzo del siguiente, que también lo es, aunque no tanto; no entra vapor ninguno por la izquierda, de modo que obra por expansión el que había en el cilindro; pero ahora, como antes, sale el vapor de la derecha por la lumbrera del mismo lado.

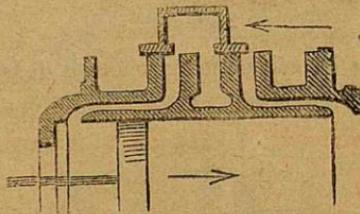


Figura 41.

Aspiración del escape.—La figura 41 indica lo que sucede cuando el émbolo está á ménos de la quinta parte de su carrera; se abre la lumbrera de la derecha y el vapor penetra por ella oponiéndose con toda la presión de la caldera á la marcha del émbolo; tenemos así el contravapor. Entre tanto, se abre la lumbrera de la izquierda y se produce por ella una aspiración sobre

el tubo de escape, puesto que en la parte de la izquierda del émbolo había poco vapor. Así continúa en toda la carrera del émbolo.

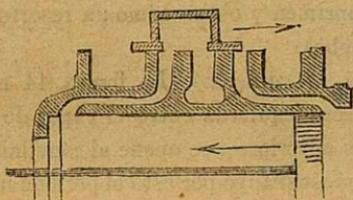


Figura 42.

Repulsión al escape.—La figura 42 tiene por objeto mostrar

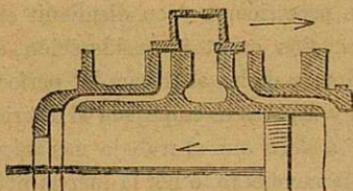


Figura 43.

el retroceso del émbolo, que se opera en las condiciones ordinarias de marcha directa; los gases de la chimenea que entraron

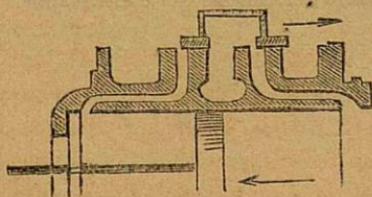


Figura 44.

en el período anterior aspirados por el émbolo, son repelidos en parte al tubo de escape. Este período es bastante corto.

Compresión.—La figura 43 manifiesta cómo se cierra la lumbrera izquierda, de modo que los gases que quedaron sin ser repelidos se comprimen y obran como un resorte que se opone á la marcha del émbolo.

Repulsión á la caldera.—La figura 44 muestra que al abrirse la lumbrera izquierda entra el vapor de la caldera, que unido á los gases anteriores, se opone al movimiento de la marcha del émbolo y constituye por esto el período más enérgico del contravapor.

Tales son las fases principales de este estudio, prescindiendo de algunos detalles. Los inconvenientes son los debidos al paso de los gases, y las ventajas no radican tan sólo en la facilidad de parar el tren en poco tiempo y en disminuir el desgaste de las llantas y carriles, sino en otra consideración, que es la capital del problema. Hemos dicho al tratar del período último que la mezcla de gases y vapores es empujada al interior de la caldera, lo cual equivale á decir que el trabajo mecánico producido por el tren al bajar la pendiente, ó por la inercia del mismo al detenerse de repente, se restituye en parte al generador de vapor. Por eso este último período produce como consecuencia, durante el empleo del contravapor, que se gaste ménos combustible en la caldera que si el tren estuviese parado.

Esta última circunstancia es la que constituye la parte teórica más importante del empleo del contravapor.

Fig. 1.

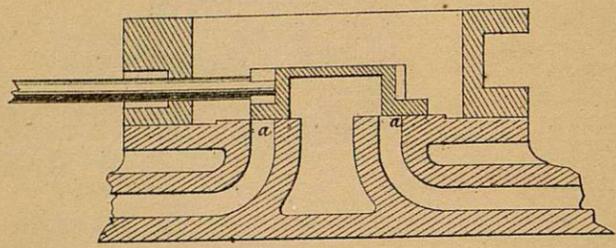


Fig. 2.

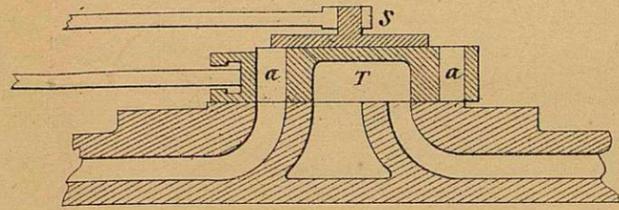


Fig. 3.

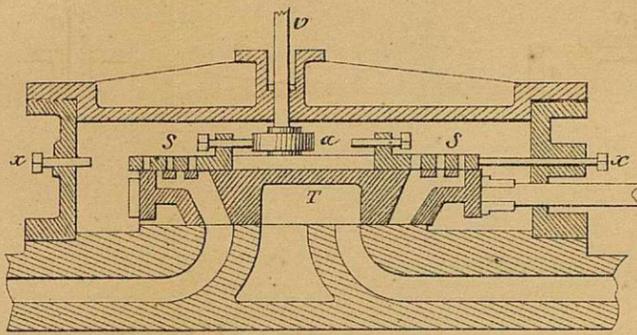


Fig. 4.

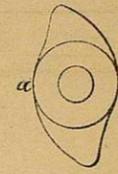


Fig. Y.

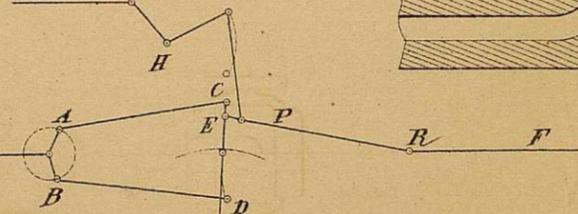


Fig. V.

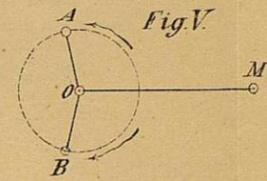


Fig. 19.

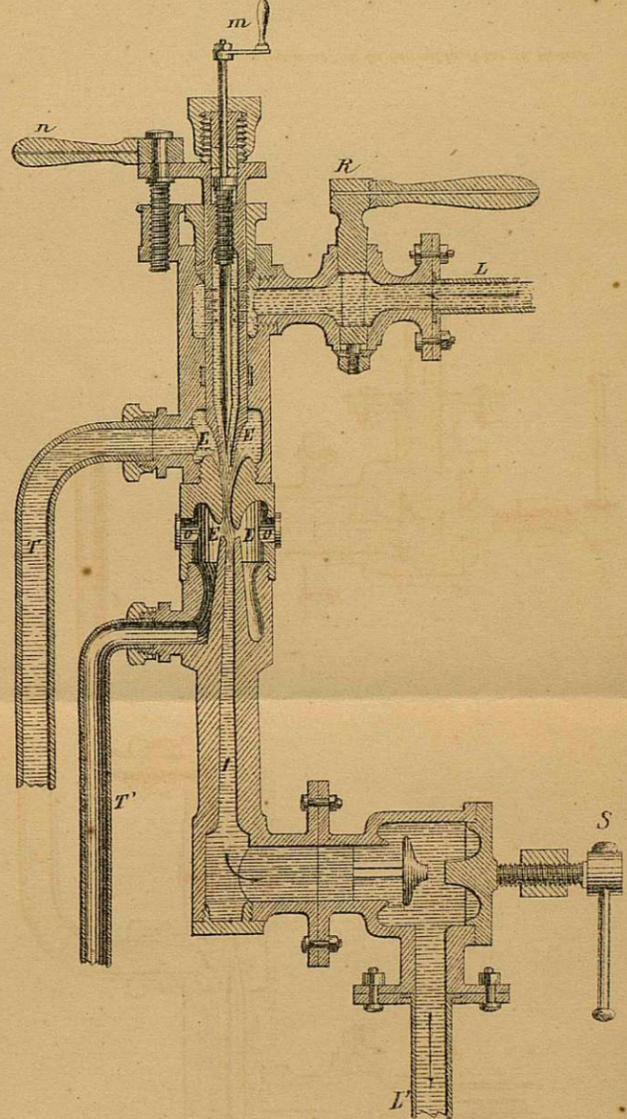


Fig. W.

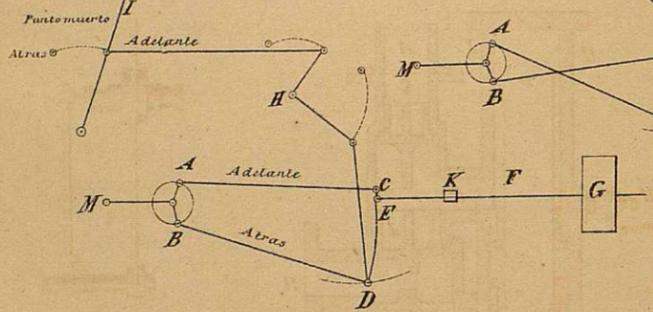


Fig. X.

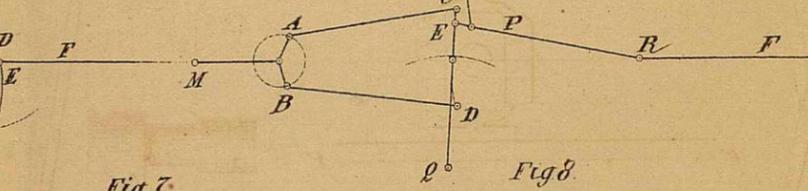


Fig. 9.

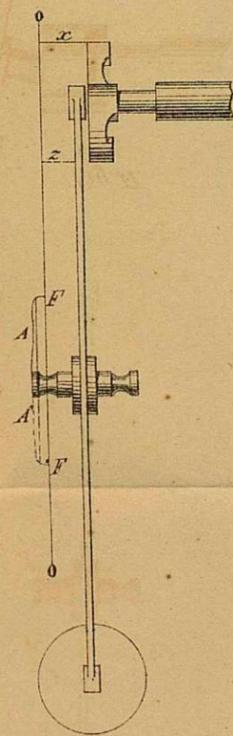


Fig. Z.

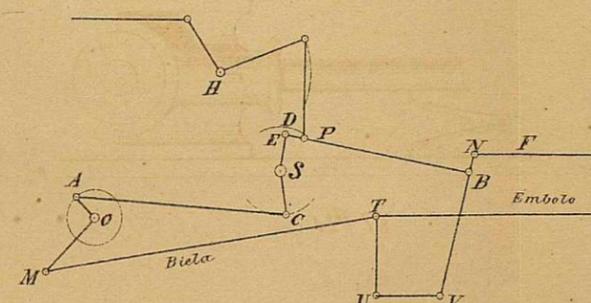


Fig. 5.

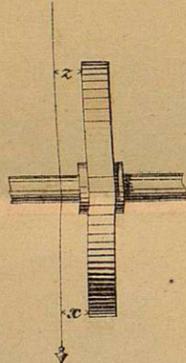


Fig. 6.

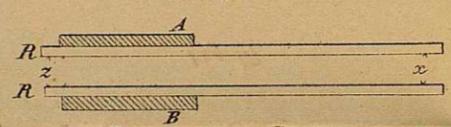


Fig. 7.

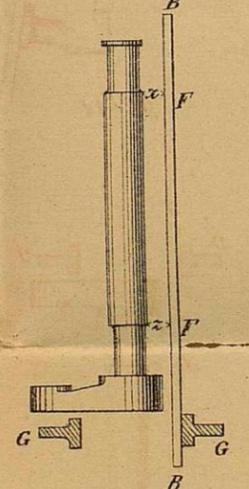


Fig. 8.

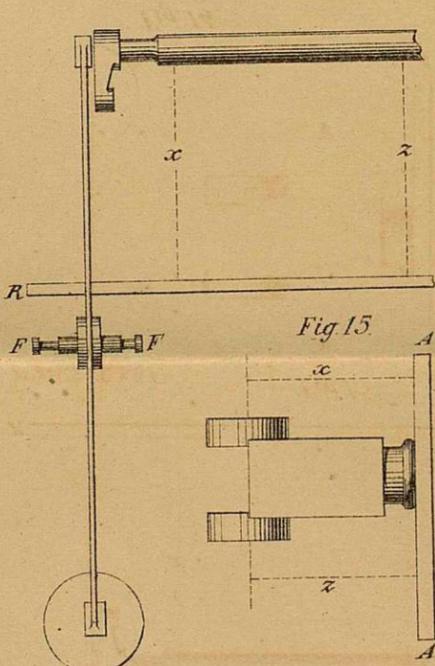


Fig. 15.

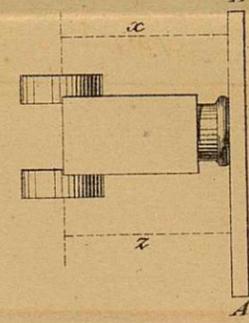


Fig. 10.

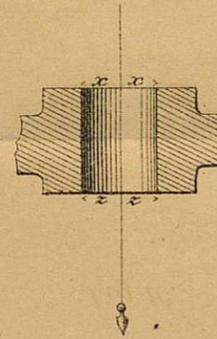


Fig. 11.

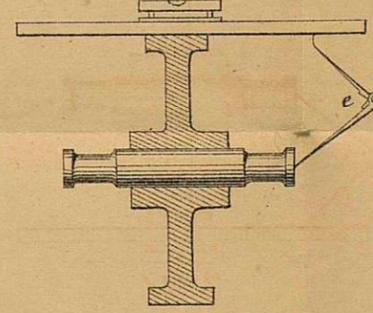


Fig. 18.

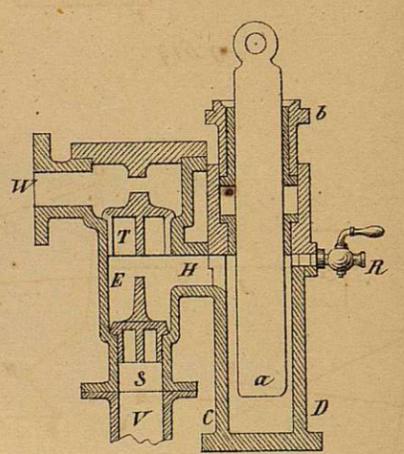


Fig. 16.

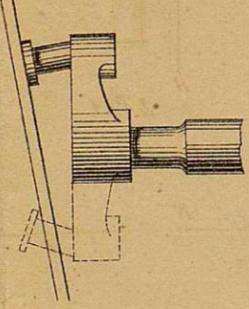


Fig. 14.

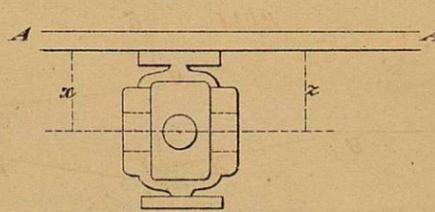


Fig. 17.

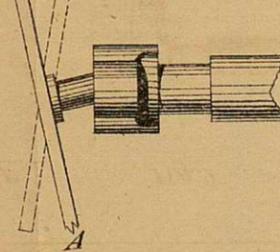


Fig. 13.

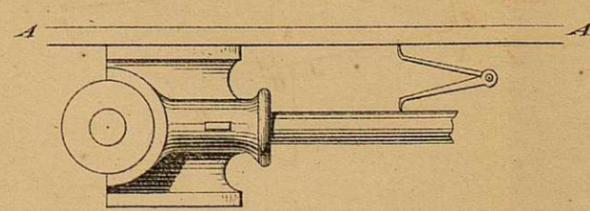
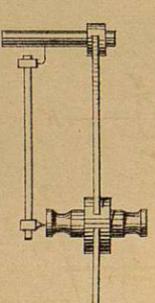


Fig. 12.





INDICE

	<u>Páginas.</u>
PRÓLOGO.	V
PARTE PRIMERA.—De la combustión y del modo de dirigir el fuego.	19
De la combustión.	19
Hornillos.	21
Dirección del fuego.	23
PARTE SEGUNDA.—Reglas que se deben observar en el modo de calentar las calderas, bajo el punto de vista de la seguridad.	32
PARTE TERCERA.—Modo de manejar las máquinas de vapor.	43
Operaciones para poner en marcha las máquinas de vapor.	57
Condiciones que deben reunir los principales órganos de las máquinas de vapor.	61
Modo de parar las máquinas.	97
PARTE CUARTA.—Particularidades de las máquinas especiales.	99
I.—Máquinas de extracción.	99
II.—Máquinas de agotamiento.	101
III.—Locomotoras.	103
APÉNDICE.	106
CONSEJO Á LOS DIRECTORES DE FÁBRICAS.	110

APÉNDICES DE LA TERCERA EDICIÓN.— El gasó-
geno de Wilson y su aplicación á las calderas de
vapor. 113
Desincrustación de las calderas. 118
Aparato de alimentación de las calderas. 122
Indicador de la presión. 124
Marcha á contravapor en las locomotoras. 126