

EL MUNDO CIENTÍFICO

INVENTOS MODERNOS

REVISTA TÉCNICA DE APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA

DIRECTOR: D. SANTIAGO LOPEZ TAPIAS, INGENIERO (ESPAÑA-ALEMANIA)

La combustión superficial y sus aplicaciones

En una reciente conferencia, el profesor William A. Bone expuso, en ocasión de una sesión de la Sociedad Cavendish, de la Universidad de Leeds, los resultados de sus experimentos relativos á la combustión superficial, dando á conocer algunas aplicaciones industriales del principio de aquel fenómeno.

La influencia de las superficies calientes sobre la combustión á bajas temperaturas había sido objeto, durante el primer tercio del último siglo, de detenidos estudios por parte de Humphrey Davy, Thomas Graham, Faraday y de la Rive, en Inglaterra, Dulong y Thénard en Francia, y finalmente Döbereiner. Ninguno de aquellos distinguidos físicos, sin embargo, logró explicar satisfactoriamente el fenómeno de la combustión superficial; en el terreno de la práctica, la invención de la lámpara de Döbereiner fué la única consecuencia de aquellas investigaciones.

Los primeros experimentos realizados lo fueron con superficies calientes de platino, considerándose en un principio la propiedad que posee dicho metal de acelerar la combustión como una anomalía, científicamente hablando. Dominaba entonces entre los técnicos el criterio de que debía evitarse el contacto de los gases con superficies calientes. Esta creencia había sido acreditada principalmente por los trabajos de Frederik Siemens, que fué el primero en poner en evidencia la importancia de la radiación en el funcionamiento de los hornos, pero que se imaginaba equivocadamente que el contacto de las superficies fuertemente calentadas había de retrasar la combustión, por reducir la temperatura de disociación. Como resultado de posteriores estudios, especialmente de los que realizaron, en colaboración, el profesor Bone y R. V. Wheeler, se adquirió la certidumbre de que todas las superficies calientes aceleran la combustión, pero que la eficacia de su acción depende de la temperatura y de la naturaleza de la superficie, teniendo quizás dicha acción cierta relación con las descargas corpusculares.

Los citados experimentadores distinguen la combustión en *combustión homogénea* y *combustión heterogénea*. En la primera, la oxidación

procede uniformemente por toda la masa combustible; en la segunda, se realiza por capas sucesivas, en la medida en que éstas entran en contacto con una superficie incandescente. El segundo proceso, ó sea el proceso heterogéneo, es mucho más rápido que el primero, variando sin embargo su intensidad bajo la influencia de distintas causas. La actividad de la superficie incandescente puede, en efecto, aumentarse ó disminuirse mediante un tratamiento previo. Por ejemplo, la combinación del hidrógeno con el oxígeno, en contacto con un metal no oxidable, es poderosamente estimulada si se pone el metal en contacto con el gas combustible; é, inversamente, resulta notablemente retrasada si la superficie metálica se halla puesta en contacto con el oxígeno. Se deduce de esta observación que la combustión superficial depende de una absorción ó condensación previa del gas combustible, y quizás también del oxígeno.

No se ha podido determinar todavía dentro de qué límites se realiza este fenómeno, pero es lo cierto que, por el contacto con la superficie incandescente, el gas condensado pasa á un estado *activo*, siendo probablemente *ionizado*, y que su actividad crece de conformidad con la ley de los intereses compuestos.

Existen además otras varias é importantes diferencias entre la combustión homogénea y la combustión heterogénea. Por ejemplo, la presencia de vapor de agua acelera la combustión homogénea del monóxido de carbono, pero retrasa la combustión de dicho gas en contacto con una superficie de tierra refractaria. Asimismo, en la combustión ordinaria, la afinidad del metano por el oxígeno es mayor que la del hidrógeno, pero la presencia de una superficie caliente invierte, respecto al particular, las propiedades respectivas de los dos gases.

Todos los cuerpos sólidos, en general, aceleran la combustión, pero su influencia es tanto mayor cuanto más elevada es su temperatura, siendo especialmente marcada cuando se hallan en estado incandescente. Con bajas temperaturas existen grandes diferencias entre las actividades respectivas de las superficies de distinta naturaleza, pero

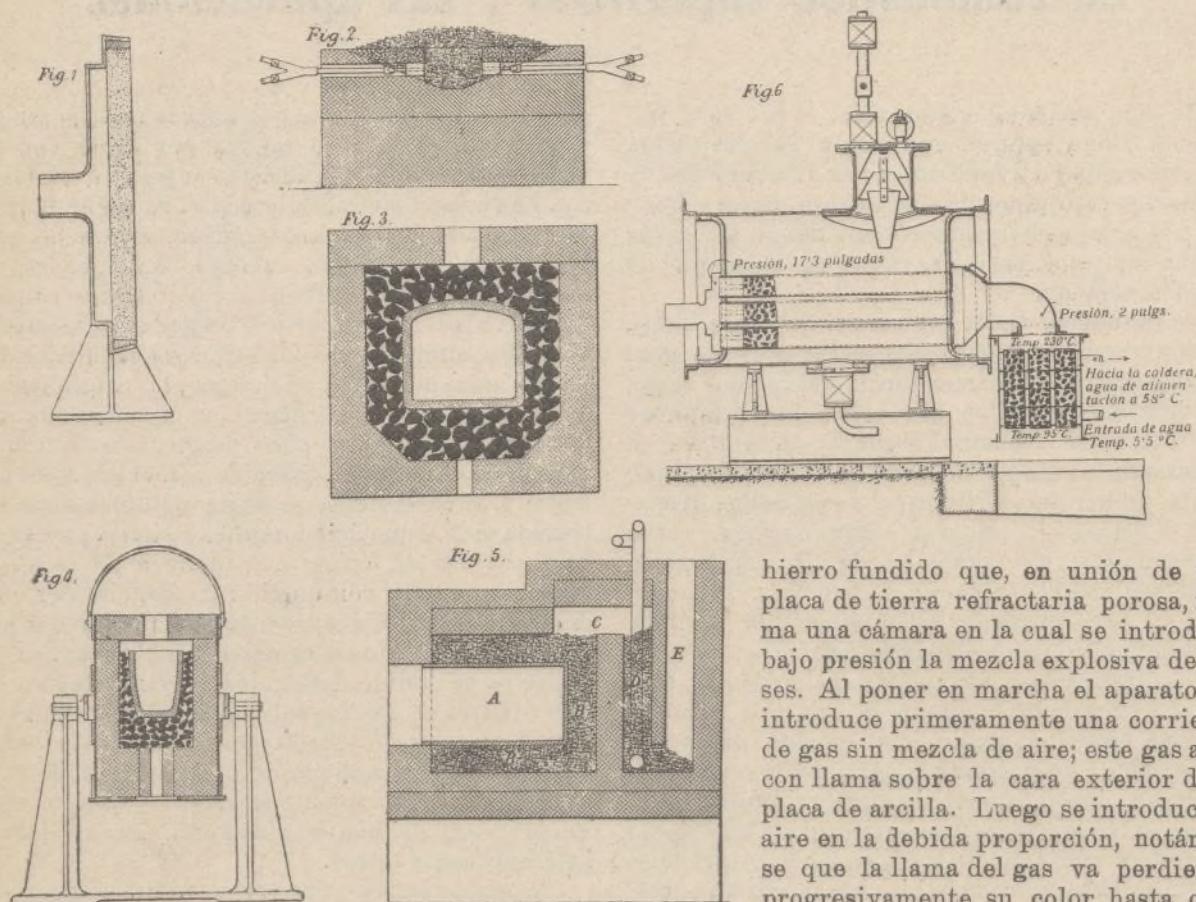
la elevación de la temperatura reduce progresivamente estas diferencias, tendiendo á igualar todos los cuerpos desde el punto de vista de su influencia sobre la combustión.

Prosiguiendo sus experimentos, el profesor Bone y su colega observaron que si una mezcla explosiva de gases atravesaba, bajo presión, un cuerpo refractario poroso muy caldeado, la combinación de los elementos de dicha mezcla se hallaba notablemente acelerada, realizándose en forma de combustión sin llama. Todos los cuerpos sometidos á ensayo dieron análogos resultados; las temperaturas alcanzadas fueron más elevadas que en los procedimientos ordinarios de combustión, aun con un gasto menor de combustible.

Para comprender estos resultados es necesario

de gas y aire en contacto con un sólido granular incandescente. En estas condiciones, gran parte de la energía potencial del gas se transforma en energía radiante. La combustión resulta notablemente acelerada y el calor desarrollado puede ser concentrado en el punto en donde se quiera. Se obtiene una combustión perfecta con un volumen mínimo de aire, y pueden alcanzarse temperaturas muy elevadas sin tener que recurrir al empleo de regeneradores; además, la energía radiante liberada se transmite con gran rapidez á los cuerpos expuestos á ella.

La primera aplicación de este principio se hizo en la forma que indica la figura 1. El aparato ideado para aprovechar industrialmente la combustión superficial consistía en una especie de embudo de



tener presente la composición molecular de los cuerpos y recordar que la palabra *poros* se aplica, en este caso, á espacios moleculares, haciendo caso omiso de los conceptos ordinarios de tiempo y espacio. Todos los cuerpos, en efecto, aun los más densos, están atravesados por orificios ó poros de dimensiones moleculares, y desde este punto de vista deben considerarse, tratándose de su propiedad de fomentar por contacto la combustión sin llama de los cuerpos gaseosos.

Sin insistir más sobre el aspecto teórico del problema, pasaremos á describir algunas aplicaciones del método de calefacción que tiene por fundamento las observaciones antes reseñadas, relativas á la combustión superficial.

El principio de este método consiste en realizar la combustión sin llama de una mezcla explosiva

de la superficie de la placa de tierra todo fenómeno semejante á lo que vulgarmente se llama fuego, aunque, á partir de este momento, adquiere dicha placa mayor brillo ó incandescencia. Se notó que la zona en la cual se produce esta combustión superficial es de reducida altura, variando entre 3 y 7 milímetros desde la cara exterior del diafragma. Si el aparato funciona con una mezcla de gas y aire hecha en las proporciones convenientes, la combustión es perfecta, sin desperdicio alguno de gas no quemado; la temperatura puede no obstante variarse instantáneamente, modificando la velocidad de la corriente de la mezcla de gas y aire. Aun que la manera de efectuar la operación influye notablemente sobre el resultado de la misma, puede decirse, de un modo general, que las temperaturas obtenidas, em-

hierro fundido que, en unión de una placa de tierra refractaria porosa, forma una cámara en la cual se introduce bajo presión la mezcla explosiva de gases. Al poner en marcha el aparato, se introduce primeramente una corriente de gas sin mezcla de aire; este gas arde con llama sobre la cara exterior de la placa de arcilla. Luego se introduce el aire en la debida proporción, notándose que la llama del gas va perdiendo progresivamente su color hasta quedar invisible, desapareciendo comple-

pleando como combustible el gas de hulla, alcanzan fácilmente de 1.500 á 1.600°.

La incandescencia de la pared porosa es independiente de la naturaleza de la atmósfera que la rodea; una vez iniciada la operación, la incandescencia se produce lo mismo en un ambiente de bióxido de carbono que en una atmósfera de aire.

Como que el diafragma incandescente funciona igualmente en cualquier posición, este sistema resulta especialmente apropiado para la evaporación de los líquidos. Por ejemplo, mediante un diafragma que recibía el calor desde arriba, se pudo realizar rápidamente la evaporación de una solución de silicato de sosa, operación difícil de realizar por la calefacción ordinaria con contacto de llama. El procedimiento tiene la ventaja de que, al concentrarse la solución, el silicato se solidifica en su superficie, en donde puede fácilmente ser recogido. El mismo método sería también apropiado para completar la evaporación de distintos líquidos ya concentrados.

puesto en el interior de tubos completamente cubiertos por la sustancia que debe calentarse ó fundirse. Este sistema es aplicable á la calefacción de agua y producción de vapor, como también á la fundición de metales cuyo punto de fusión no sea superior á 700° C. Tratándose de obtener temperaturas superiores á ésta, es preferible el procedimiento antes descrito, en el cual el límite de temperatura que se puede alcanzar es determinado por la naturaleza del material refractario empleado.

La temperatura obtenida en varias aplicaciones del procedimiento de combustión superficial puede llegar á 2.000°, siendo igual la de 1.500°, debiendo, por lo tanto, emplearse crisoles y revestimientos hechos de un material propios para soportar tal elevación de la temperatura. Y, si se adopta una disposición especial para recuperar parcialmente el calor desperdiciado, estos límites ya tan elevados pueden superarse.

En un pequeño horno con mufla de $24 \times 13 \times 8$

Fig. 7

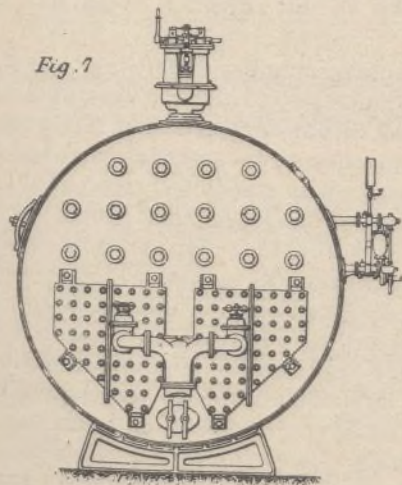
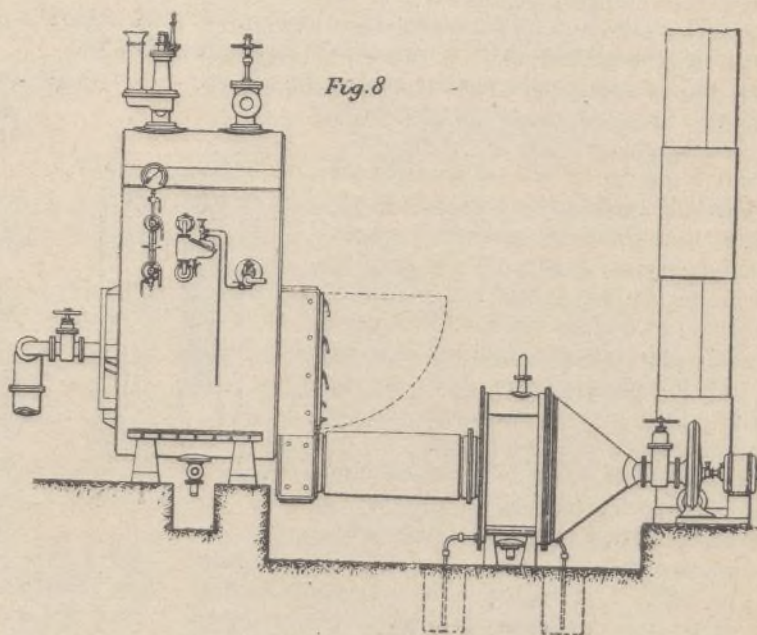


Fig. 8



Las figuras 2, 3 y 4 representan varias aplicaciones del procedimiento en cuestión; en el primer caso se trata de una fraga (fig. 2); en el segundo y el tercero, de un horno de mufla y de un horno de fundición respectivamente (figs. 3 y 4). En estas dos últimas instalaciones, el espacio que existe entre las paredes del horno y la mufla ó el crisol se llena con fragmentos de un material refractario poroso. Para poner en marcha el horno, se calienta primeramente dicho material por medio de un gas solo; luego se introduce la corriente de aire, formando ambos gases una mezcla explosiva. La velocidad de la corriente de aire debe ser suficiente para impedir el regolfo de la mezcla explosiva dentro las tuberías de abducción. La combustión superficial de dicha mezcla es muy rápida, alcanzándose temperaturas muy elevadas.

El mismo procedimiento es aplicado en otra forma en la instalación que representa la figura 6. En este caso, el material refractario está dis-

centímetros, se obtuvieron las temperaturas consignadas en el cuadro siguiente, siendo el resultado más notable de este experimento la temperatura relativamente baja de los residuos de la combustión.

Resultados de los experimentos efectuados con un horno de mufla

Dimensiones de la mufla: $24 \times 13 \times 8$ cm.

| Temperatura en el centro de la mufla | | Consumo de gas necesario para mantener constante la temperatura | Temperatura de los residuos de la combustión | |
|--------------------------------------|-----------|---|--|-----------|
| Grados C. | Grados F. | Pies cúb. á 15° C. | Grados C. | Grados F. |
| 815 | 1449 | 21.0 | 540 | 1004 |
| 1004 | 1840 | 35.0 | 645 | 1195 |
| 1205 | 2201 | 58.0 | 870 | 1598 |
| 1424 | 2596 | 79.0 | 1086 | 1985 |

Valor calorífico medio neto del gas = 540 unidades térmicas inglesas por pie cúbico á 15° C. (1 pie³ = 0.028315 m.³).

La temperatura de los residuos de la combustión fué, en todos los casos, muy inferior á la tem-

peratura observada en el interior de la mufla. Por ejemplo, con una temperatura de 1.424° en el centro del horno, la temperatura de los gases de la combustión era de 300° aproximadamente inferior á aquélla. No se presentaron señales de llama en la boca del horno, aun cuando la temperatura alcanzaba su máximo. En un ensayo comparativo, hecho con un horno de mufla ordinario y otro al cual se había adaptado la calefacción por combustión superficial, se observó que el consumo de gas necesario para mantener una temperatura de 1.057° era, en el primero, de 2,97 m. cúbicos por hora, y en el segundo de 1'21 solamente.

En la figura 5 se ve una aplicación del mismo principio de calefacción á un horno de mufla de grandes dimensiones, ó sea de $2'40 \times 0'90 \times 0'90$ m. interior. El gas y el aire penetran por la parte interior dentro una capa de material refractario en forma granular. Al salir por la parte superior del horno, los productos de la combustión son llevados hacia abajo á través de una nueva capa de material refractario, en la cual está empotrada la tubería de abducción de aire; con esta disposición, el aire se calienta á 300° , y aun á 500° , antes de entrar en acción, con lo cual se realiza un ahorro del 20 al 25 por 100 en el ya reducido consumo de gas. Si un horno de combustión superficial, sin el auxilio de este economizador, requería, por ejemplo, 1'41 m. cúbicos de gas por hora, su consumo bajará, mediante el empleo del economizador, entre 1'04 y 1'13 m. cúbicos en el mismo tiempo. El economizador permite, además, obtener con gas pobre temperaturas que, sin su auxilio, sólo podrían alcanzarse con gases de elevado valor calorífico.

El procedimiento de la calefacción superficial podría aplicarse con éxito á la calefacción de calderas, como lo prueban los resultados de los experimentos realizados en la pequeña instalación que representa la figura 6. Se trata de un generador de 90 cm. de longitud y 90 de diámetro, atravesado por 10 tubos horizontales de 75 milímetros de diámetro, llenos de fragmentos de material refractario y cerrados por uno de sus extremos con tapones de tierra, también refractaria, horadados en su centro para la entrada de la mezcla explosiva de gas y aire. La combustión de dicha mezcla se hallaba completamente consumada en una porción de los tubos que no excedía de 15 centímetros á partir del punto de entrada; á pesar de ser muy elevada la temperatura del material refractario contenido en los tubos, éstos no llegaron nunca á la incandescencia.

Se empleó como combustible el gas de hulla, que se suministraba á la caldera con una velocidad de 2'83 m. cúbicos por hora; el consumo de una caldera de 10 tubos era, por consiguiente, de 28'31 m. cúbicos de gas por hora, debiendo suministrársele en el mismo tiempo un volumen de aire 5 ó 6 veces mayor. La temperatura de los residuos de la combustión, en el punto de salida, no superó nunca en más de 70° C. la temperatura

del agua de la caldera y resultaba más reducida todavía, mediante el empleo de un calentador de agua de alimentación consistente en tubos de agua envueltos en una capa de material refractario. A la salida de este economizador la temperatura de los gases de la combustión no excedía de 100° C.

En uno de los ensayos realizados con esta caldera se anotaron los siguientes datos de su funcionamiento:

Presión de la mezcla de gas y aire: 43'25 centímetros;

Presión del vapor en la caldera: 45'300 kg. por cm^2 , correspondientes á una temperatura de 168°C .

Temperatura de los residuos de la combustión: 230° C. á la salida de la caldera y 95° C. á la salida del economizador.

Evaporación efectiva: 204 kilogramos de vapor por hora.

Proporción de bióxido de carbono en los residuos de la combustión: 10,6 por 100; proporción de oxígeno libre en los mismos residuos; 1,6 por 100.

El tipo de vaporización era de 9'78 kg. por 900 centímetros cuadrados, ó sea doble del de una locomotora, por término medio.

La caldera representada por las figuras 7 y 8 ha estado en marcha durante algunos meses en una fundición de hierro y funciona con gas procedente de un horno de coque. El cuerpo de esta caldera mide 300 cm. de diámetro y 120 cm. de longitud, y es atravesado por 110 tubos de 75 mm. de diámetro, cerrados por medio de fragmentos de ladrillo refractario, en la forma ya descrita. La corriente necesaria se obtiene mediante un ventilador de aspiración colocado detrás del economizador y que origina una presión de 50 cm. de agua.

La vaporización media resultó ser de 9 kilogramos 900 cm. cuadrados, pero esta vaporización no se producía uniformemente en toda la longitud de los tubos, sino á razón de un 70 por 100 en su primer tercio y de un 22 por 100 en el segundo, teniendo esta gradación la ventaja de acelerar la circulación.

La calefacción por combustión superficial encontrará también importantes aplicaciones en aquellas industrias en que se requiere mantener constantemente en estado de fusión grandes cantidades de metales fácilmente fusibles. Es interesante, desde este punto de vista, la prueba verificada en la imprenta de uno de los grandes diarios de Londres mediante el aparato figura 9.

Se trataba de mantener en estado de fusión, durante 16 horas por día, 20 toneladas de metal para tipos. La calefacción por carbón era, en este caso, inaplicable, y el coste de la calefacción por gas resultaba necesariamente elevado. Ambos procedimientos fueron ventajosamente sustituidos por el aparato representado, que consiste en un depósito de hierro revestido exteriormente de asbesto y en el interior del cual está dispuesto un

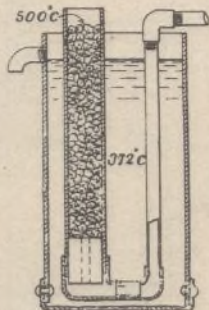


Fig. 9.

tubo de 75 mm. de diámetro cerrado inferiormente por un tapón de tierra refractaria sobre el cual descansa la columna de fragmentos de material refractario. La mezcla de gases entra por el tubo de diámetro más pequeño, situado á la derecha; el metal por fundir se coloca alrededor de los tubos. En un ensayo hecho llenando el depósito con lingotes de plomo se obtuvieron los siguientes resultados:

Cantidad de plomo fundido por hora: 533 kilogramos.

Consumo de gas: 2'83 m. cúbicos por hora.

Temperatura del plomo al ser introducido en aparato: 15° C.

Temperatura del plomo en fusión: 372° C.

Temperatura de los gases á su salida de la columna refractaria: 500° C. aproximadamente.

Eficacia, aproximadamente 80 por 100 de la eficacia teórica.

I. J. BROCA.

Electricidad

Comprobación y ensayo de aparatos eléctricos en las instalaciones de corriente alterna.

Las instalaciones generadoras de corriente alterna pueden, generalmente hablando, dividirse en tres categorías:

1.^a El generador funciona á 220, 440 ó 550 voltios para suministrar fuerza y luz dentro de un reducido perímetro, ó en el interior de un solo edificio. La red puede ser trifásica, bifásica ó monofásica; la frecuencia es generalmente de 60 ciclos.

2.^a El generador funciona á 1.100 ó 2.200 voltios para suministrar fuerza en un radio de algunos kilómetros alrededor de la central. Lo mismo que en el primer caso, la distribución puede ser monofásica ó polifásica, en general con una frecuencia de 60 ciclos.

3.^a El generador funciona con la tensión de 6.600, 11.000 ó 13.200 voltios para la producción de fuerza y luz suministrada á una distancia de la central que no exceda de 25 kilómetros. En este caso, es más adecuado el sistema trifásico, con una frecuencia de 60 á 25 ciclos.

Si la energía ha de ser transmitida á distancias mayores de 25 km., deben emplearse, por razón de economía, voltajes más elevados todavía. En este caso, deben instalarse transformadores destinados á elevar el voltaje, puesto que no se construyen generadores capaces para la producción de voltajes más altos que los indicados. Todos los generadores de corriente alterna requieren excitadores de corriente directa.

Instalaciones de bajo voltaje.—Se generaliza hoy el empleo de interruptores de aceite en las instalaciones en que se utilizan voltajes de 440 á 550 voltios, sobre todo tratándose de centrales importantes.

La comprobación del cuadro de distribución debe hacerse por medio de una magneto ó de un voltímetro de corriente directa para la busca de los defectos de aislamiento. El examen de los interruptores de aceite debe tener por principal objeto comprobar las condiciones del contacto; si se usan interruptores automáticos, se comprobará su funcionamiento levantando varias veces el émbolo con la mano. Para la prueba de los interruptores que están bajo la acción de un transformador, es preferible hacer pasar corriente por la bobina, bastando en general de 5 á 10 amperios para comprobar el juego del aparato. Puede también hacerse la prueba mediante corriente directa, estando cerrados los interruptores, en cuyo caso los transformadores deben estar en conexión con un interruptor secundario para cerrar el circuito de las bobinas. Generalmente, las bobinas de los interruptores principales y secundarios admiten las mismas corrientes. La corriente que pasa por las bobinas de los interruptores, y á la cual obedece el funcionamiento de estos aparatos, depende á su vez del tipo de transformación de los transformadores interpuestos dentro del circuito. Por ejemplo, si el tipo de los transformadores es de 1.500 á 5 amperios, la corriente que pasaría en las bobinas de los interruptores sería de 5 amperios cuando la corriente en el circuito principal es de 1.500 amperios. Se dispone, en general, un amperímetro en serie con las bobinas de los interruptores, de modo que recibe al mismo tiempo los mismos amperios, aunque la escala indica habitualmente la corriente existente en el circuito principal.

En el caso de disponer de corriente alterna de la misma frecuencia que la que se utiliza normalmente en el circuito principal, las bobinas de los interruptores pueden ensayarse haciendo pasar corriente á través del circuito secundario. La figura 1 es un esquema de las conexiones de los transformadores de corriente en relación con las bobinas de los interruptores, y dispuestas en la forma adoptada para los circuitos bifásicos y trifásicos. Para hacer la prueba, los secundarios de los transformadores deben, en primer lugar, ponerse en cortocircuito, como lo indican las líneas punteadas; el circuito se abre entonces en un punto conveniente, A, por ejemplo, y se introduce el circuito de ensayo. La bobina del interruptor, el amperímetro y el circuito de ensayo deben hallarse en serie. La corriente alterna puede ser suministrada á 110 voltios, ó bajo cualquier otro voltaje conveniente; la corriente requerida no excede, en general, de 10 amperios. Como resistencia, puede interponerse en el circuito de prueba una serie de lámparas de incandescencia y un pequeño reostato de agua. La corriente será regulada para ir aumentando paulatinamente, mediante el reostato, y las indicaciones del amperímetro se notarán en el momento de abrirse el interruptor. La corriente indicada en este momento es la que debe pasar por el conductor de la distribución para que el interruptor funcione.

Voltajes medianos.—Para los voltajes de 1.100

por el tipo de transformación de éste; ó bien, tomando nota del voltaje efectivo de prueba mediante un voltímetro electro-stático. El primer método da solamente resultados aproximados, pero su exactitud es suficiente para las pruebas corrientes, sobre todo si la carga empleada para la prueba, en el transformador, no es superior á la cuarta parte de la carga normal de dicho transformador. El segundo método da resultados más exactos, pero su aplicación requiere mayores cuidados.

(Continuará).

A. L. KOOK, Ingeniero.

Equivalencia de caballos y kilovatios

El caballo-vapor equivale á 745'65 vatios ó sea, á 0'74565 kilovatios.

Siendo el kilovatio igual á 1.000 vatios, puede escribirse la siguiente relación:

$$\frac{1.000}{0'74565} = 1'3411 \text{ HP.}$$

Estos factores bastan para la conversión matemática de los caballos en kilovatios y vice-versa, pero en su conversión física se observa siempre una pérdida. Si la eficacia de una máquina es de 90 %, esto es, si la energía eléctrica en los bornes

Equivalencia de caballos y kilovatios con varias eficacias

| Eficacia por 100 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | Eficacia por 100 |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 99 | 0.73819 1.35466 | 0.73894 1.35329 | 0.73968 1.35193 | 0.74043 1.35057 | 0.74118 1.34921 | 0.74192 1.34785 | 0.74267 1.34650 | 0.74341 1.34515 | 0.74416 1.34380 | 0.74490 1.34245 | 99 |
| 98 | 0.73074 1.36848 | 0.73148 1.36709 | 0.73223 1.36569 | 0.73297 1.36430 | 0.73372 1.36292 | 0.73447 1.36153 | 0.73521 1.36015 | 0.73596 1.35878 | 0.73670 1.35740 | 0.73745 1.35602 | 98 |
| 97 | 0.72328 1.38259 | 0.72403 1.38117 | 0.72477 1.37974 | 0.72552 1.37833 | 0.72626 1.37691 | 0.72701 1.37550 | 0.72775 1.37409 | 0.72850 1.37268 | 0.72925 1.37128 | 0.72999 1.36988 | 97 |
| 96 | 0.71582 1.39699 | 0.71657 1.39554 | 0.71732 1.39409 | 0.71806 1.39264 | 0.71881 1.39119 | 0.71955 1.38981 | 0.72030 1.38831 | 0.72104 1.38688 | 0.72179 1.38545 | 0.72253 1.38402 | 96 |
| 95 | 0.70837 1.41170 | 0.70911 1.41021 | 0.70986 1.40873 | 0.71060 1.40725 | 0.71135 1.40578 | 0.71210 1.40431 | 0.71284 1.40284 | 0.71359 1.40137 | 0.71433 1.39991 | 0.71508 1.39845 | 95 |
| 94 | 0.70091 1.42671 | 0.70166 1.42520 | 0.70240 1.42369 | 0.70315 1.42218 | 0.70389 1.42067 | 0.70464 1.41917 | 0.70538 1.41767 | 0.70613 1.41617 | 0.70688 1.41467 | 0.70762 1.41318 | 94 |
| 93 | 0.69345 1.44206 | 0.69420 1.44051 | 0.69495 1.43896 | 0.69569 1.43742 | 0.69644 1.43588 | 0.69718 1.43434 | 0.69793 1.43281 | 0.69867 1.43128 | 0.69942 1.42976 | 0.70017 1.42823 | 93 |
| 92 | 0.68600 1.45773 | 0.68674 1.45615 | 0.68749 1.45457 | 0.68823 1.45299 | 0.68898 1.45142 | 0.68973 1.44985 | 0.69047 1.44828 | 0.69122 1.44660 | 0.69196 1.44516 | 0.69271 1.44361 | 92 |
| 91 | 0.67854 1.47375 | 0.67929 1.47213 | 0.68003 1.47052 | 0.68078 1.46891 | 0.68152 1.46730 | 0.68227 1.46570 | 0.68301 1.46410 | 0.68376 1.46250 | 0.68451 1.46091 | 0.68525 1.45932 | 91 |
| 90 | 0.67109 1.49012 | 0.67183 1.48847 | 0.67258 1.48682 | 0.67332 1.48517 | 0.67407 1.48353 | 0.67481 1.48189 | 0.67556 1.48026 | 0.67630 1.47862 | 0.67705 1.47700 | 0.67780 1.47537 | 90 |
| 89 | 0.66363 1.50687 | 0.66437 1.50518 | 0.66512 1.50349 | 0.66587 1.50180 | 0.66661 1.50012 | 0.66736 1.49845 | 0.66810 1.49678 | 0.66885 1.49512 | 0.66959 1.49344 | 0.67034 1.49178 | 89 |
| 88 | 0.65617 1.52400 | 0.65692 1.52226 | 0.65766 1.52053 | 0.65841 1.51881 | 0.65915 1.51709 | 0.65990 1.51538 | 0.66065 1.51367 | 0.66139 1.51196 | 0.66214 1.51026 | 0.66288 1.50856 | 88 |
| 87 | 0.64872 1.54151 | 0.64946 1.53974 | 0.65021 1.53798 | 0.65095 1.53621 | 0.65170 1.53445 | 0.65244 1.53270 | 0.65319 1.53095 | 0.65394 1.52920 | 0.65468 1.52746 | 0.65543 1.52572 | 87 |
| 86 | 0.64126 1.55943 | 0.64200 1.55714 | 0.64275 1.55581 | 0.64350 1.55401 | 0.64424 1.55221 | 0.64499 1.55042 | 0.64573 1.54863 | 0.64648 1.54684 | 0.64722 1.54506 | 0.64797 1.54328 | 86 |
| 85 | 0.63380 1.57778 | 0.63455 1.57592 | 0.63529 1.57407 | 0.63604 1.57223 | 0.63679 1.57039 | 0.63753 1.56855 | 0.63828 1.56672 | 0.63902 1.56489 | 0.63977 1.56307 | 0.64051 1.56125 | 85 |
| 84 | 0.62635 1.59656 | 0.62709 1.59466 | 0.62784 1.59277 | 0.62858 1.59088 | 0.62933 1.58900 | 0.63007 1.58711 | 0.63082 1.58524 | 0.63157 1.58337 | 0.63231 1.58151 | 0.63306 1.57964 | 84 |
| 83 | 0.61889 1.61580 | 0.61964 1.61385 | 0.62038 1.61191 | 0.62113 1.60998 | 0.62187 1.60805 | 0.62262 1.60612 | 0.62336 1.60420 | 0.62411 1.60228 | 0.62485 1.60037 | 0.62560 1.59846 | 83 |
| 82 | 0.61143 1.63550 | 0.61218 1.63351 | 0.61292 1.63152 | 0.61367 1.62954 | 0.61442 1.62756 | 0.61516 1.62559 | 0.61591 1.62362 | 0.61665 1.62166 | 0.61740 1.61970 | 0.61814 1.61775 | 82 |
| 81 | 0.60398 1.65569 | 0.60472 1.65365 | 0.60547 1.65162 | 0.60621 1.64958 | 0.60696 1.64756 | 0.60770 1.64554 | 0.60845 1.64352 | 0.60920 1.64151 | 0.60994 1.63950 | 0.61069 1.63750 | 81 |
| 80 | 0.59652 1.67639 | 0.59727 1.67430 | 0.59801 1.67221 | 0.59876 1.67013 | 0.59950 1.66805 | 0.60025 1.66598 | 0.60099 1.66391 | 0.60174 1.66185 | 0.60249 1.65979 | 0.60323 1.65774 | 80 |
| 79 | 0.58906 1.69761 | 0.58981 1.69546 | 0.59055 1.69332 | 0.59130 1.69119 | 0.59205 1.68906 | 0.59279 1.68693 | 0.59354 1.68481 | 0.59428 1.68270 | 0.59503 1.68059 | 0.59577 1.67849 | 79 |
| 78 | 0.58161 1.71937 | 0.58235 1.71717 | 0.58310 1.71498 | 0.58384 1.71279 | 0.58459 1.71060 | 0.58534 1.70842 | 0.58608 1.70625 | 0.58683 1.70408 | 0.58757 1.70192 | 0.58832 1.69976 | 78 |
| 77 | 0.57415 1.74170 | 0.57490 1.73944 | 0.57564 1.73719 | 0.57639 1.73494 | 0.57713 1.73270 | 0.57788 1.73047 | 0.57862 1.72824 | 0.57937 1.72601 | 0.58012 1.72379 | 0.58086 1.72158 | 77 |
| 76 | 0.56669 1.76462 | 0.56744 1.76230 | 0.56819 1.75999 | 0.56893 1.75768 | 0.56968 1.75538 | 0.57042 1.75309 | 0.57117 1.75080 | 0.57191 1.74852 | 0.57266 1.74624 | 0.57340 1.74397 | 76 |
| 75 | 0.55924 1.78815 | 0.55998 1.78577 | 0.56073 1.78339 | 0.56147 1.78102 | 0.56222 1.77866 | 0.56297 1.77631 | 0.56371 1.77396 | 0.56446 1.77161 | 0.56520 1.76928 | 0.56595 1.76695 | 75 |
| 74 | 0.55178 1.81231 | 0.55253 1.80987 | 0.55327 1.80743 | 0.55402 1.80500 | 0.55476 1.80257 | 0.55551 1.80015 | 0.55625 1.79774 | 0.55700 1.79533 | 0.55775 1.79293 | 0.55849 1.79054 | 74 |
| 73 | 0.54432 1.83714 | 0.54507 1.83463 | 0.54582 1.83212 | 0.54656 1.82962 | 0.54731 1.82713 | 0.54805 1.82464 | 0.54880 1.82216 | 0.54954 1.81969 | 0.55029 1.81722 | 0.55104 1.81477 | 73 |
| 72 | 0.53687 1.86266 | 0.53761 1.86007 | 0.53836 1.85750 | 0.53910 1.85493 | 0.53985 1.85236 | 0.54060 1.84981 | 0.54134 1.84726 | 0.54209 1.84472 | 0.54283 1.84219 | 0.54358 1.83966 | 72 |
| 71 | 0.52941 1.88889 | 0.53016 1.88623 | 0.53090 1.88358 | 0.53165 1.88094 | 0.53239 1.87831 | 0.53314 1.87568 | 0.53389 1.87306 | 0.53463 1.87045 | 0.53538 1.86784 | 0.53612 1.86525 | 71 |
| 70 | 0.52196 1.91587 | 0.52270 1.91314 | 0.52345 1.91042 | 0.52419 1.90770 | 0.52494 1.90499 | 0.52568 1.90229 | 0.52643 1.89959 | 0.52717 1.89690 | 0.52792 1.89423 | 0.52867 1.89155 | 70 |
| 69 | 0.51450 1.94364 | 0.51524 1.94083 | 0.51599 1.93802 | 0.51674 1.93523 | 0.51748 1.93244 | 0.51823 1.92966 | 0.51897 1.92688 | 0.51972 1.92412 | 0.52046 1.92136 | 0.52121 1.91861 | 69 |
| 68 | 0.50704 1.97222 | 0.50779 1.96933 | 0.50853 1.96644 | 0.50928 1.96356 | 0.51002 1.96069 | 0.51077 1.95783 | 0.51152 1.95497 | 0.51226 1.95213 | 0.51301 1.94929 | 0.51375 1.94646 | 68 |
| 67 | 0.49959 2.00166 | 0.50033 1.99868 | 0.50108 1.99570 | 0.50182 1.99274 | 0.50257 1.98978 | 0.50331 1.98683 | 0.50406 1.98389 | 0.50481 1.98096 | 0.50555 1.97804 | 0.50630 1.97513 | 67 |

del generador es el 90 % de la energía mecánica aplicada á su producción, cada caballo invertido en esta forma producirá:

$$0'74565 \times 0'90 = 0'67108 \text{ kilovatios}$$

y para la producción de 1 kilovatio, se necesitará:

$$\frac{1}{0'74565 \times 0'90} = 1'49012 \text{ HP.}$$

Para cada libra de vapor necesaria por kilovatio á 90 % de eficacia, se necesitará 0'67108 libras por caballo; ó, en otros términos, por cada libra de vapor necesaria por caballo, se necesitará 1'49012 libras por kilovatio.

En la anterior tabla se indican los factores de estos cálculos para eficacias escalonadas desde 67 %, con el cual 2 HP corresponden aproximadamente á 1 kilovatio, hasta 100 %, siguiendo una progresión de décimas por ciento. Los factores correspondientes á las unidades enteras se hallan en la columna que encabeza el cero; los que corresponden á las unidades seguidas de una decimal constan en las demás columnas, numeradas de 0'1 á 0'9. Por ejemplo, si la eficacia es de 88'5 %, se verá, en la línea horizontal que corresponde á 88 y en la columna vertical encabezada por la decimal 0'5, que un caballo producirá 0'6599 kilovatios y que para producir 1 kilovatio se necesitará 1'51538 HP.

Los siguientes ejemplos demuestran con claridad el modo de usar la tabla:

¿Cuántos kilovatios pueden ser producidos por una fuerza de 896'45 HP. aplicada á un generador cuya eficacia es de 91'6 %?

En la línea horizontal correspondiente á 91 y en la columna encabezada por 0'6 consta que, con una eficacia de 91'6 %, 1 caballo desarrolla 0'68301 kilovatios. Por consiguiente, la fuerza indicada desarrollará:

$$896'45 \times 0'68301 = 612'28 \text{ kilovatios.}$$

¿Qué fuerza en caballos debería desarrollar el generador de fuerza motriz que forme parte de un grupo electrógeno cuya eficacia sea, en conjunto, de 87'3 por ciento, para que dicho grupo produzca 1.200 kilovatios?

La tabla indica que, con una eficacia igual á 87'3 %, se necesita 1'53621 HP. para producir un kilovatio. Por consiguiente, la producción de 1.200 kilovatios exigirá:

$$1.200 \times 1'53621 = 1.843'45 \text{ PH.}$$

La eficacia mecánica de una máquina de vapor es de 95 % y la eficacia eléctrica del generador acoplado á ella es de 94 %.—¿Cuál es el número de caballos desarrollados cuando el generador suministra 2.500 kilovatios?

La eficacia del conjunto, máquina y generador, será:

$$95 \times 94 = 89,3 \text{ \%}$$

Por dicha tabla se sabe que, con la eficacia indicada, se necesita 1'5018 HP. para producir 1 kilovatio. Por consiguiente, para producir 2.500 kilovatios serán precisos:

$$2.500 \times 1'5018 = 3.754'5 \text{ HP.}$$

¿Cuál sería, para la producción de un número de kilovatios igual que en el caso anterior, el número de caballos en la transmisión?

El generador convierte la energía transmitida por el eje en la proporción, ó con una eficacia, de 94 % y, en estas condiciones, se requiere, según el tabla, 1,42671 HP. para producir 1 kilovatio. Por lo tanto, la producción de 2.500 kilovatios requeriría:

$$2.500 \times 1'42671 = 3.566'77 \text{ HP.}$$

en la transmisión, cantidad que representa efectivamente el 95 % del número de caballos indicado:

$$3.754'5 \times 0'95 = 3.566'77.$$

Un generador movido por turbina, siendo la eficacia del grupo de 90'6 %, requiere 15'5 libras de vapor por kilovatio-hora. ¿Cuál será el consumo de agua por caballo indicado?

La tabla enseña que con la eficacia de 90'6 % los kilovatios son el 0'67556 % de los caballos. El consumo de vapor por caballo es, por consiguiente, 0'67556 veces el consumo de vapor por kilovatio, y en el presente caso tendremos:

$$0'67556 \times 16'5 = 11'1467 \text{ libras}$$

por caballo indicado.

No puede existir duda sobre cuál de las cifras indicadas en la tabla debe emplearse. Es obvio que el consumo de vapor por caballo es menor que el consumo por kilovatio y que, en este caso, la cifra más pequeña debe emplearse como multiplicador. En cambio, si el consumo de agua fuera dado en libras por caballo-hora, debería, como es natural, multiplicarse por el mayor de los números contenidos en la tabla para obtener la equivalencia del consumo por kilovatio-hora.

F. R. LOW, Ingeniero.

Máquina de vapor de triple expansión (Lámina 2)

Nuestro grabado central, que es el complemento de la lámina 1 publicada en nuestro número anterior, refiérese también á la máquina de vapor de triple expansión.

Como indicamos al publicar la primera lámina, la máquina objeto de la misma es de 2000 caballos de fuerza, con un recorrido de cilindro de 1300 milímetros. Las revoluciones son 78 por minuto y la presión del vapor de admisión de 11'5 atmósferas, operándose la transmisión por medio de una polea que aloja en su llanta 37 cables de 50 milímetros cada uno.

Refiriéndonos á la presente lámina y á sus figuras 4, 5 y 6, puede apreciarse perfectamente en ellas el mecanismo utilizado en la distribución de válvulas y la construcción de éstas. En la figura 4 el vástago *t* es el motriz, y en la figura 6 el *q*.

En la parte inferior media de la lámina y en

dibujo punteado representase el condensador y su vástago motriz *o*₂, directamente unido á la manivela ó cigüeñuela de la máquina.

Como ya indicamos á nuestros lectores, las estopadas de esta máquina son metálicas, de anillos cortados y consistentes de una aleación de metal blanco; hallanse á presión contra el vástago del cilindro por medio de unos muelles de espiral.

Según pruebas efectuadas, se han obtenido con esta máquina los siguientes resultados:

Con una velocidad media de 79'06 revoluciones por minuto, presión media de 12'16 atmósferas y temperatura media del vapor de 289'2° C., siendo el recorrido del émbolo de 1300 milímetros, el rendimiento medio inicial fué de 1595 caballos.

En este experimento se comprobó un consumo de vapor de 6762'8 kg. ó sea 4'24 kg. por caballo inicial.

Motor de automóvil Hispano-Suiza

En nuestra lámina desmontable del mes de agosto último, dimos una reproducción del automóvil completo de nuestra marca nacional, en la que podían verse con bastante detalle la mayor parte de sus organismos.

Hoy, en una escala mayor, publicamos, también en lámina desmontable, el motor de la misma marca, junto con el embrague y el cambio de velocidades.

Los motores Hispano-Suiza, son á cuatro cilindros, fundidos en un solo bloque, (excepción hecha del tipo 30/40 HP. que lo está en dos bloques). En la tapa superior de los cilindros, y coincidiendo con el centro de la cámara de compresión, van instaladas las bujías y á ambos lados de las bujías van colocados los tapones que corresponden á las válvulas, dispuestas simétricamente á los lados de los cilindros. Estas válvulas son accionadas por impulsores movidos á su vez por árboles de excéntricas colocados en el interior del carter superior motor.

El eje cigüeñal motor lleva en una de sus estremidades un piñón que por medio de otro piñón intermediario acciona las dos ruedas de los árboles de excéntricas antes indicados, y estas ruedas, engranando á su vez cada una con un piñón ponen en funcionamiento la magneto de alta tensión Bosch, que asegura la inflamación, y la bomba centrífuga que provee á la circulación de agua y á la consiguiente refrigeración del motor.

Sobre uno de los árboles de excéntricas va dispuesto un pulsador que produce en el depósito de bencina que se coloca en la parte trasera del chasis la presión suficiente para que la esencia llegue al carburador después de haber pasado por un filtro que retiene las impurezas que podrían obstruir los mecheros.

Un regulador especial, sumamente sencillo y fácilmente regulable, impide que la presión en el

depósito de bencina llegue á un grado demasiado elevado. Sobre el otro árbol de excéntricas, hay dispuesto un engranaje helicoidal que acciona una bomba centrífuga que cuida de la circulación de aceite, engrasando automáticamente y bajo presión todos los órganos del motor.

Esta bomba, situada en la parte baja del carter inferior, recoge el aceite que en el mismo existe, el cual atraviesa antes un filtro metálico que envuelve el cuerpo de la citada bomba, evitando así que cualquier partícula puede dificultar la lubricación.

La presión en el depósito de bencina y la de circulación de la bomba de aceite pueden ser vigiladas mediante manómetros especiales colocados sobre el tablero, á la vista del conductor.

La refrigeración del motor está asegurada por un radiador de nido de abeja de gran efectividad y en el que circula el agua después de haber rodeado los cilindros mediante una camisa fundida con el mismo motor.

El carburador inderreglable tiene su gobierno ya en la barra de la dirección, ya en el tablero, según los modelos, y por su disposición determina un gasto reducidísimo de bencina.

Por la disposición del carter motor y el cambio de velocidades que está íntimamente ensamblado con el primero, todo el mecanismo motor está resguardado del polvo, barro y agua.

El embrague es á discos múltiples de acero especial, sumamente progresivo y de una inspección y desmontaje muy fácil.

El cambio de velocidades está accionado por una palanca á mano que por medio de uno ó dos ejes barredores, según los tipos, permite pasar de una velocidad á otra con gran sencillez. La tercera velocidad en los que tienen tres, y la cuarta en los que tienen cuatro, están en toma directa, y la marcha atrás está accionada por la misma palanca.

La locomotora mayor del mundo

A título de curiosidad publicamos en el grabado adjunto la locomotora construida últimamente en los talleres de Topeka and Santa Fe.

Esta locomotora pesa con su tender 279,427 kilogramos de los que sostienen 245,000 los ejes de tracción de ellos, en forma tal que cada eje sustenta 24,5 toneladas.

La locomotora ha de transportar trenes de unas 2.000 toneladas por sitios montañosos y en donde existen curvas muy pronunciadas. Como en estos sitios es difícil encontrar agua, la locomotora posee un tender capaz para transportar 55 m.³ de agua y 18 m.³ de aceite; en total el peso del tender es de 105 toneladas. La longitud total de la locomotora es de 37,3 metros.

Si bien la caldera tiene una longitud considerable, la parte destinada á la producción de vapor es relativamente pequeña; los tubos de vapor miden 5 m. En la parte delantera del bastidor lleva 3 grupos de tubos separados entre sí por medio de cámaras de humo. El primero de estos grupos hace las veces de recalentador para el vapor fresco de la caldera. El segundo sirve como recipiente por el cual pasa el vapor á su salida del cilindro de alta presión antes de entrar en el de baja presión. El tercer grupo está destinado á calentar el agua antes de su entrada en la caldera. En total son 500 tubos.

La fuerza de tracción de la máquina es de 50.000 kilogramos.



La locomotora mayor del mundo.

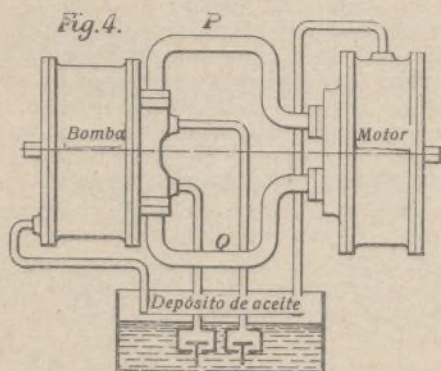
Mecánica

Transmisión moderna por medio de bomba y motor

La idea de transmitir por medio de bombas y motores hidráulicos la fuerza desarrollada por motores eléctricos ó motores de gas no es nueva, pero la forma de su aplicación, debida al Dr. Hele Shaw, se distingue por su sencillez y por la disposición adoptada para reducir á un mínimo las fricciones, así como por la supresión de las válvulas de reversión.

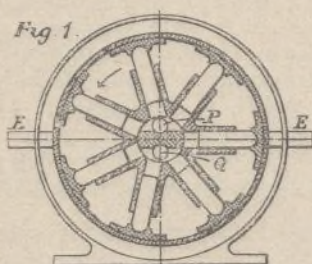
Como puede verse por los diagramas figuras 1, 2 y 3, el rotor de la bomba comprende una serie de cilindros dispuestos en forma de radios y revolviendo alrededor de un eje central fijo, atravesado en toda su longitud por dos canales, *P* y *Q*, que, por medio de dos orificios, se hallan en comunicación alternativamente con los diferentes cilindros, á consecuencia de la rotación de los mismos. Envolviendo el conjunto de los cilindros, hay un anillo-guía susceptible de un movimiento de vaivén horizontal, en ambos sentidos, mediante el árbol *E*. Sobre la superficie interior del anillo se apoyan una serie de bloques, ó patines, que sirven de asiento para los extremos de los émbolos sumergidos montados dentro de los cilindros antes referidos.

En la posición de la figura 1, el anillo está con-

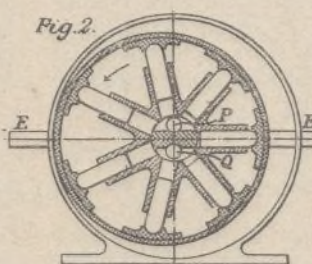


céntrico con el eje; en esta posición, si el eje es puesto en movimiento, los cilindros revolverán alrededor del centro común, pero no habiendo modificación en la posición de los émbolos, con respecto á los cilindros, la bomba no funcionará. Pero, si el anillo es desplazado hacia la izquierda, por ejemplo, hallándose en la posición indicada en el diagrama figura 2, no existiendo ya coincidencia de su centro con el eje de los cilindros, resultarán también modificadas las posiciones respec-

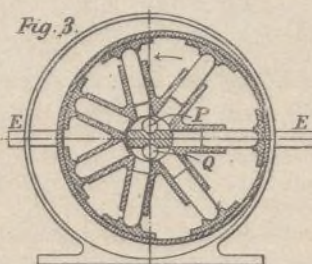
tivas de los émbolos, apartándose del centro unos y acercándose á él otros. Los que se hallan por encima de la línea horizontal *EE* son los que se apartan del centro: los que se hallan por debajo de dicha línea siguen una marcha inversa; por consiguiente, la aspiración se producirá por el tubo *P* y la impulsión por el tubo *Q*. Si el anillo se traslada hacia la derecha (fig. 3) la dirección del movimiento del líquido quedará invertida, produciéndose entonces la aspiración por el tubo *Q* y la impulsión por el tubo *P*. De ello se deduce que mediante el desplazamiento parcial alternativo del anillo hacia uno y otro lado del centro, se podrá fácilmente regular el rendimiento de la bom-



Posición concéntrica
Sin acción.



Efecto máximo.
P, aspiración.—*Q*, impulsión.



Efecto máximo (inverso).
P, impulsión.—*Q*, aspiración.

ba en sentido directo y en sentido inverso y con una velocidad de rotación constante.

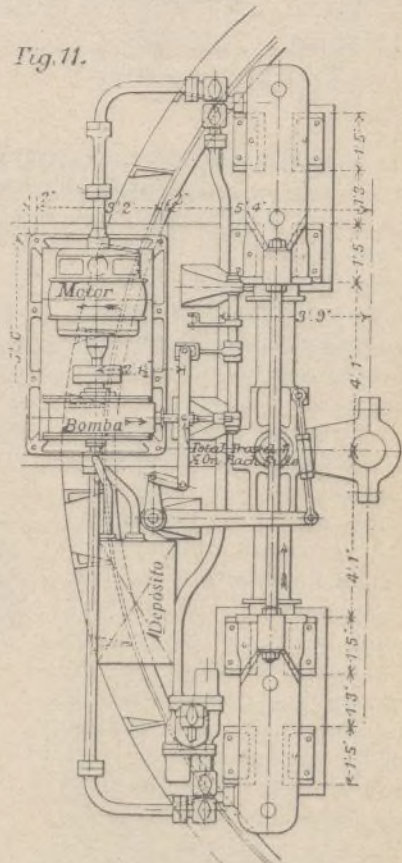
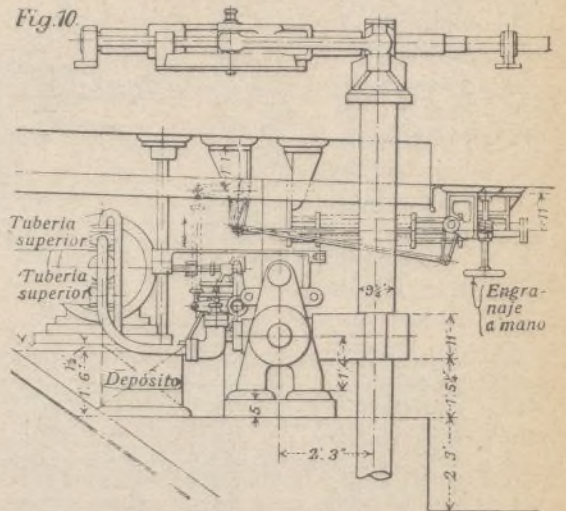
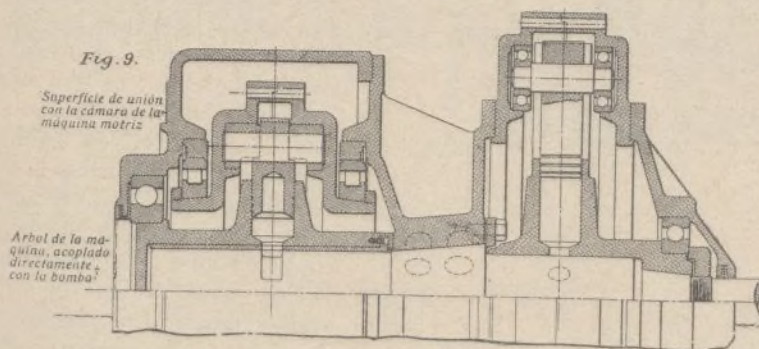
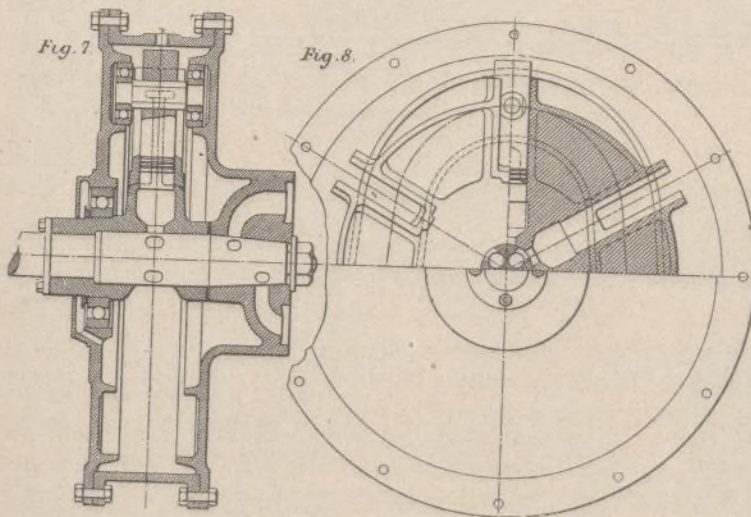
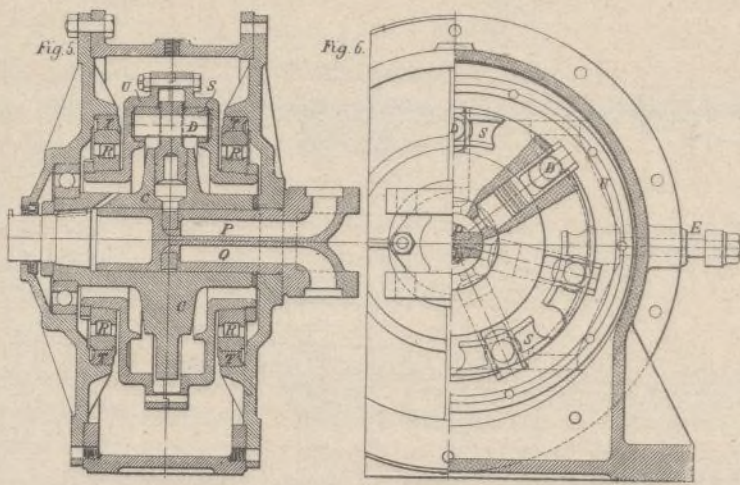
El motor que funciona en unión de esta bomba es de similar construcción pero está provisto de un anillo-guía fijo y, por consiguiente, su carrera es constante. Mediante la conexión de la bomba y del motor en circuito cerrado y ajustando convenientemente el anillo de la primera, se consigue una adaptación rigurosa del motor á una serie de velocidades perfectamente definidas, en uno y otro sentido, y corriendo siempre la bomba en la misma dirección con velocidad invariable.

El método de conexión de la bomba con el motor aparece en el esquema figura 4. Los canales que atraviesan el eje de la bomba comunican por los tubos *P* y *Q* con dos canales semejantes practicados en el eje del motor. Como es costumbre en tales métodos de transmisión, la bomba funciona con aceite, y, estando el mecanismo montado sin empaquetaduras, el rezumo que tiene lugar entre las piezas móviles del mismo basta para asegurar su lubricación. En el esquema están figurados el depósito de aceite, los tubos de aspiración de dicho líquido, provistos de válvulas, y los tubos por los cuales el aceite de engrase, después de suavizar el movimiento de las distintas piezas del motor y de la bomba, vuelve al referido depósito. En la sección transversal de la bomba (fig. 2) véanse claramente los canales *P* y *Q* que atraviesan el eje en sentido longitudinal; el cuerpo cilíndrico central *C*, del cual forman parte los siete cilindros de la bomba, dispuestos alrededor del eje en forma de estrella; los bloques *S*, que se mueven dentro del anillo móvil *U*. El anillo está montado sobre cojinetes de bolas *R*, que descansan sobre las marcas *T*, y permiten al anillo revolver con entera libertad alrededor de su eje. Por consiguiente, los movimientos de los bloques quedan reducidos á

los que resultan de la pequeña diferencia angular de los movimientos del cilindro central y del anillo, diferencia proporcional á la carrera de los émbolos.

En las numerosas aplicaciones, hoy en uso, de este sistema de transmisión, se ha podido comprobar la eficacia del método de engrase, resultando

«flotante» es sustituido por un anillo fijo, dispuesto de modo que los émbolos hagan dos carreras por cada revolución del motor, la carrera de los émbolos es, además, invariable. Los bloques correderos son sustituidos por rodillos montados sobre bolas: el eje central está provisto de cuatro orificios que comunican, en la forma conveniente,



prácticamente nulas las fricciones; las vibraciones quedan también reducidas á su mínima expresión, aun cuando el mecanismo está sometido á las mayores velocidades, en razón del perfecto equilibrio de las distintas piezas rotativas.

La construcción del motor, como puede verse por las figuras 7 y 8, es análoga á la de la bomba. Existe, sin embargo, entre los dos aparatos, una diferencia esencial, y es que en el motor, el anillo

con los tubos que conducen el aceite procedente de la bomba.

La figura 9 representa un engranaje de forma especial que ha sido aplicado con éxito á un rodillo mecánico movido por petróleo. La bomba y el motor están montados sobre el mismo eje y las cámaras envolventes de los dos aparatos están atornilladas una con otra. En este caso no existen tuberías de conexión, ya que la distribución del

aceite de la bomba al motor se hace por los mismos canales que atraviesan el eje; el árbol de la bomba está en conexión directa con el generador de fuerza motriz. De los experimentos realizados se desprende que el arranquese verifica con facilidad y sin sacudidas, aun cuando el rodillo trabaje en terreno desigual.

La bomba Hele Shaw, como medio de transmisión para la maniobra del timón de las embarcaciones (figs. 10 y 11) ha dado igualmente resultados satisfactorios. En este caso es movida por un motor eléctrico y está continuamente en marcha. Los dos tubos de la bomba están en conexión con dos arietes hidráulicos de los cuales depende el movimiento del timón. El aceite es extraído de un cilindro é impulsado en el otro; el movimiento del timón en uno ú otro sentido obedece á la dirección de la corriente de aceite que, á su vez, depende de la posición del anillo móvil de la bomba. Los desplazamientos de dicho anillo se obtienen, desde el cuarto de derrota, del modo acostumbrado mediante un telemotor, y una vez realizada la desviación debida del timón vuelve el anillo automáticamente al punto neutro. Los dos arietes están, además, en comunicación mediante una tubería provista de válvulas de seguridad que permiten el trasiego del aceite del uno hacia el otro en el caso de que la presión, en uno de ellos, exceda de un valor determinado de antemano. Esta disposición compensadora tiene por objeto amortiguar los golpes debidos al embate de las olas y evitar que se transmitan con violencia al engranaje.

En las figuras 12 á 16 puede verse una aplica-

ción del sistema de transmisión de que nos ocupamos, al chasis de un vehículo automóvil. La bomba *B* está sujeta á la cámara de la máquina motriz, con la cual está acoplada directamente,

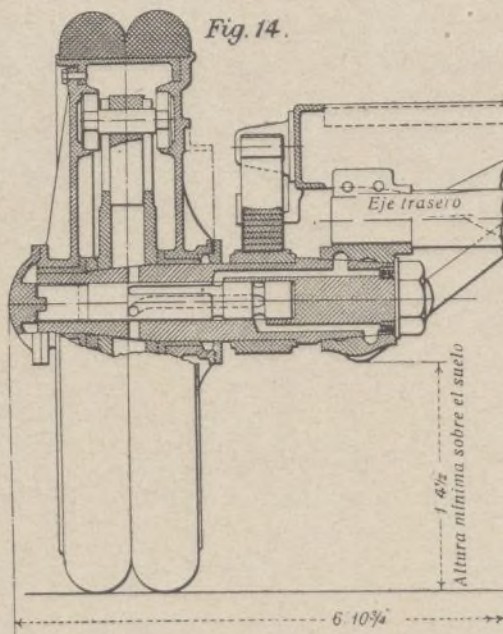
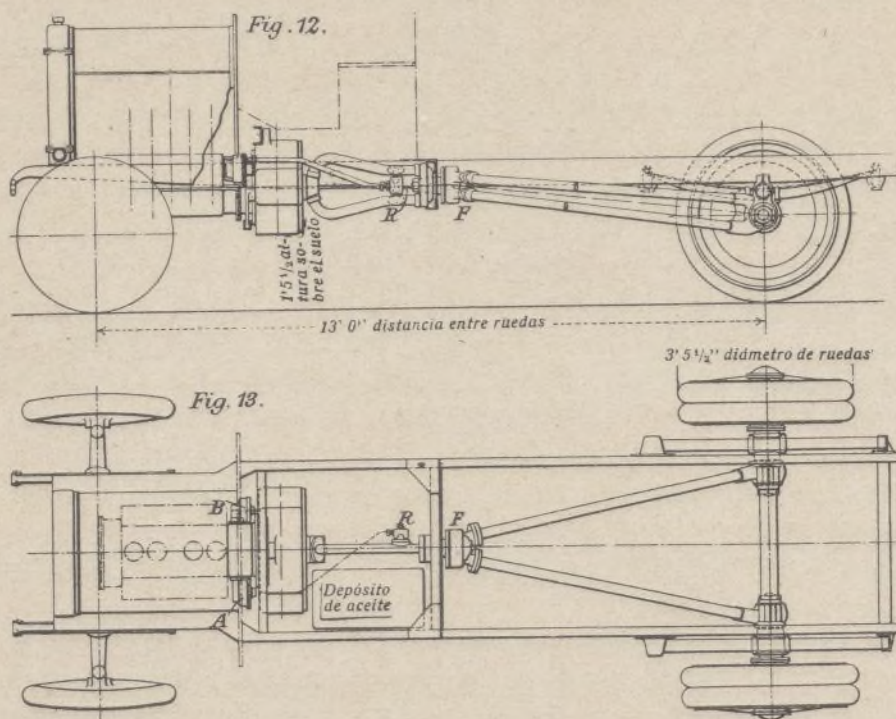
sin mediación de engranaje alguno. Los tubos de aceite de la bomba coinciden en una junta universal *F*, sujeta al marco del chasis y de la cual parten dos tubos que conducen el líquido á dos motores dispuestos en las ruedas motrices del vehículo. La distribución del aceite

entre los dos motores se hace, dentro de la junta, mediante orificios convenientemente dispuestos. Estos últimos tubos desempeñan la doble función de canales para el aceite y de transmisores del

movimiento diferencial, consiguiéndose perfectamente este objeto, puesto que los dos motores funcionan en paralelo bajo la dependencia de la bomba.

La construcción del motor es, en sus líneas generales, la misma que se describió antes. Algunos de sus detalles aparecen en la figura 14. El eje, que es fijo, está provisto de canales para el paso del aceite, los cuales comunican con la tubería de alimentación mediante una pieza de fundición atornillada en su extremidad interior, para recibir la válvula rotativa. La caja, en su conjunto, es estanca y la pequeña cantidad de aceite que de ella pueda filtrarse es recogida, desde la circun-

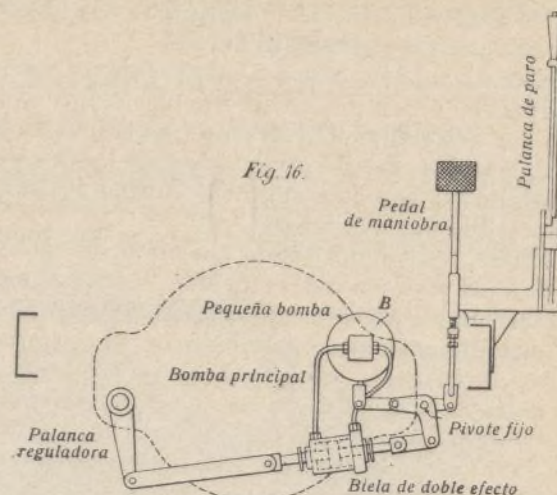
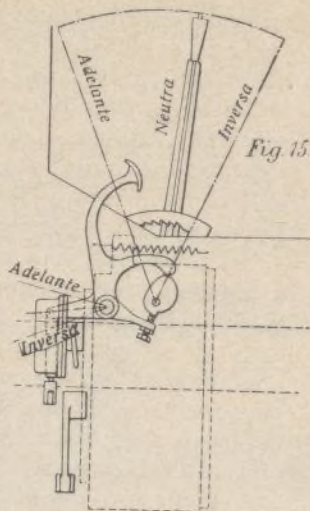
ferencia, por un tubo proyectado radialmente desde el cuerpo cilíndrico central. Este tubo está en comunicación con un canal auxiliar practicado en el eje y desde la terminación de aquél, mediante otro tubo, con la junta universal. Desde dicha junta el aceite es llevado á una bomba auxiliar



(A, fig. 13) que la devuelve al mecanismo principal mediante la válvula R; esta bomba recoge igualmente el aceite procedente por rezumo de la bomba principal.

Otra bomba (B, fig. 13) está dispuesta en relación con el regulador de velocidad. La disposición de este regulador aparece detalladamente en las figuras 15 y 16. El pedal de maniobra está en relación con el anillo móvil de la bomba auxiliar mediante un sistema de palancas, de modo que el paso del aceite pueda ser regulado á voluntad por los movimientos de dicho pedal. Las tuberías que arrancan de esta bomba están en relación con una biela de doble efecto que regula los movimientos del anillo móvil de la bomba principal, como hemos descrito antes. Al ocurrir un cambio de velocidad en la marcha del vehículo, esta biela se desplaza en forma tal que la cantidad de aceite suministrado á la bomba principal quede ajustada á la velocidad correspondiente á la posición del pedal de maniobra, hallándose seguidamente el anillo flotante de la bomba auxiliar repuesto en su posición neutra, en la cual queda hasta que se efectúa un movimiento del pedal.

La palanca de marcha actúa sobre un excéntrico que mantiene el pedal en la posición neutra cuando el vehículo está parado, y además regula el desplazamiento de dicha palanca en ambos sentidos. El juego de este excéntrico se desprende del examen de la figura 15, en la cual la palanca y dicho excéntrico están en la posición neutra ó posición de inmovilidad. De las posiciones de la palanca dependen las del excéntrico y, por consiguiente, las del pedal que, á su vez, regula el suministro de aceite por la bomba para la marcha del vehículo hacia adelante ó hacia atrás.



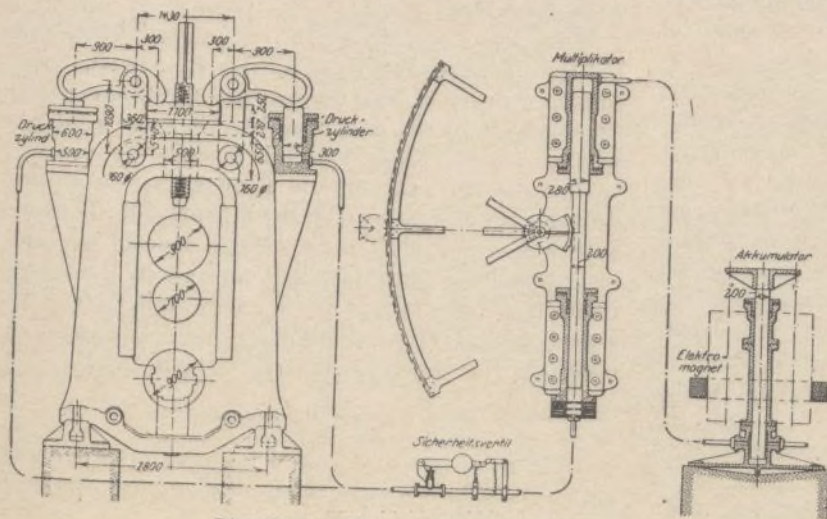
Esta transmisión de movimiento resulta sumamente suave, pudiendo además la marcha ser invertida sin choque, aun en plena velocidad, merced á la inversión gradual de la corriente de aceite. El movimiento de inversión tiene naturalmente el efecto de un freno y, aunque el vehículo está provisto de un freno auxiliar, en previsión de una posible avería, basta la maniobra del pedal, que actúa sobre la bomba, para dominar su marcha.

E. LOZANO, Ingeniero.

Nuevo procedimiento para regular la presión de los cilindros en los laminadores de planchas

Los laminadores de planchas presentan frecuentemente roturas de cilindros, columnas, árboles, manguitos, etc. Para reducir la frecuencia con que estos accidentes se producen se han ideado multitud de dispositivos que evitan las presiones exageradas y las roturas que de ellas resultan. Ya en 1881 Sachs obtuvo patente para un dispositivo regulador de presión, reemplazando la caja rompedora de los trenes ordinarios por un pistón hidráulico cuyo cilindro se halla provisto de una

válvula de seguridad regulable; si la presión viene á exceder del valor admitido, la válvula se levanta, el agua se escapa y el cilindro se levanta, haciendo las veces de caja de seguridad. También se ha propuesto suprimir las cajas de seguridad y reunir los cilindros hidráulicos á acumuladores que mantienen en ellos una presión constante é igual á la presión máxima admitida. En el laminaje de las planchas finas los tornillos de presión permanecerían fijos, los cilindros del laminador se hallarían apretados el uno contra el otro y á cada paso de metal la platina los levantaría de la can-



Dispositivo regulador de presión sistema Zeller.

Drukzylinder=cilindro de presión.—Sicherheitsventil=válvula de seguridad.—Multiplikator=multiplicador.—Akkumulator=acumulador.—Elektromagnet=electroimán.

tividad necesaria para hacer equilibrio á la presión ejercida por los acumuladores.

Este dispositivo tiene el inconveniente de introducir en el laminador un órgano siempre elástico que disminuye la exactitud del laminaje. De otra parte, las grandes dimensiones de los pistones hidráulicos y su entretenimiento difícil y costoso, han determinado su fracaso.

Zeller, apoyándose en el mismo principio, intercala los pistones de seguridad entre la tuerca del tornillo de presión y la columna, disminuyendo sus dimensiones y doblándoles y haciéndoles obrar con la intermediación de palancas. El grabado muestra la disposición de Zeller. La tuerca del tornillo de presión se apoya sobre dos palancas cuyo brazo mayor descansa sobre un pistón hidráulico. Cuando la presión alcanza un límite peligroso, los pistones hidráulicos ceden y expelen el agua á un multiplicador en relación con un acumulador.

Una aguja puesta en movimiento por el multiplicador desplegándose sobre una esfera, indica el levantamiento del tornillo de presión y de los cilindros del laminador y el operario puede tener en cuenta este levantamiento en las operaciones sucesivas.

Química

Preparación de la alúmina por los métodos indirecto y directo ⁽¹⁾

PRECIPITACIÓN DE LA ALÚMINA HIDRATADA

Las lejías de aluminato pueden someterse, para operar la precipitación de la alúmina, á dos tratamientos diferentes, que corresponden uno al procedimiento Deville-Pechiney y el otro al procedimiento Bayer.

En el procedimiento Deville-Pechiney la solución de aluminato de sosa se descompone por medio de una corriente de gas carbónico; obtiéndose un depósito de alúmina y el carbonato de sosa se regenera. La corriente de gas carbónico debe ser bastante rápida, y hay que evitar el caldeo del licor, para no provocar, además de la precipitación de la alúmina, la de un carbonato doble de alúmina y sosa. Se recoge por filtración la alúmina, mientras que la solución de carbonato de sosa se concentra y después se calcina en el horno para recuperar carbonato anhidro, que se emplea en el ataque de nuevas cantidades de bauxita. Este procedimiento ocasiona, con la regeneración del carbonato anhidro, gastos bastante importantes; además, si la solución de alúmina encierra todavía sílice, ésta es precipitada por el ácido carbónico á la vez que la alúmina.

El procedimiento Bayer, que ha reemplazado parcialmente al anterior, se basa en el hecho de que una solución de aluminato de sosa, agitada con una reducida cantidad de alúmina recién pre-

cipitada, deja depositar espontáneamente la mayor parte de la alúmina que encierra, regenerando una cantidad equivalente de sosa cáustica.

Ditte ha estudiado y explicado esta singular reacción, habiendo demostrado que la precipitación de la alúmina va unida á la introducción en el licor del hidrato de alúmina cristalino $Al^2O^3 \cdot 3H^2O$, idéntica á la gibsita.

En la industria, la lejía de aluminato se envía á cubas de precipitación en las que se ha tenido cuidado de dejar una reducida cantidad del hidrato de alúmina cristalino, proveniente de una operación anterior y cuya presencia es necesaria para provocar la descomposición del aluminato; favorécese la reacción agitando mecánicamente el líquido. En estas condiciones, las lejías, que encierran aproximadamente tres moléculas de Al^2O^3 y una de Na^2O , abandonan en tres días hasta el 70 por 100 de su alúmina, bajo forma de un depósito cristalino, fácil de lavar y filtrar con telas ó filtros-prensa. La solución límpida, que contiene sosa cáustica y el resto del aluminato no descompuesto (alrededor de una molécula de Al^2O^3 y una de Na^2O), debe concentrarse en aparatos de triple efecto y volverse á su densidad inicial antes de emplearla en el tratamiento de nuevas cantidades de bauxita.

Las soluciones de sosa cáustica absorben poco á poco el ácido carbónico del aire y se transforman progresivamente en solución de carbonato de sosa; cuando la proporción de esta sal es considerable, las lejías se evaporan hasta la sequedad. Después de calcinación en el horno, el carbonato anhidro obtenido se utiliza para atacar la bauxita por el procedimiento Pechiney.

CALCINACIÓN

La alúmina, precipitada de las soluciones de aluminato, recogida en filtros-prensa y luego lavada cuidadosamente para eliminar las aguas madres que la impregnan, es abandonada á la desecación. Mas, para deshidratar completamente la alúmina, es menester conducirla á una temperatura muy elevada (cerca de 1200°), á la que sufre por otra parte una condensación molecular y se pone más densa.

Efectúase la calcinación, según las fábricas, en hornos de reverbero, de mufla, etc.; pero, cualquiera que sea el tipo de horno adoptado, el gasto de combustible es considerable. A este gasto se une un inconveniente de fabricación, proveniente del estado extremo de fluidez que la alúmina toma en el curso de su deshidratación. Preséntase como un polvo muy fino y ligerísimo, que arrastran con facilidad las corrientes de gases calientes y que escapa por las más mínimas fisuras de los aparatos; acompañan, pues, á la calcinación pérdidas bastante crecidas de alúmina.

b) Método directo

Es más sencillo y más económico que el anterior, y para realizarle se emplea mucho el procedimiento Hall.

Este procedimiento, que se aplica corrientemente en América, consiste en tratar en un horno

(1) Véase el número anterior de esta Revista.

eléctrico ordinario, del tipo de los hornos de carburo ó de ferros, bauxita previamente calcinada y mezclada con una cantidad de carbón que varía, según las impurezas contenidas en el mineral, de 100 á 150 kilogramos por tonelada de bauxita.

A la temperatura del horno eléctrico, el carbono reduce la sílice, el óxido de hierro, el ácido tánico y hasta un poco de alúmina.

Se forma por consiguiente una ferro-aleación

Hidráulica

Bomba centrífuga para alta presión

La bomba centrífuga objeto del presente artículo está construida para un rendimiento de $3,3 \text{ m}^3$ de agua por minuto á la considerable altura de

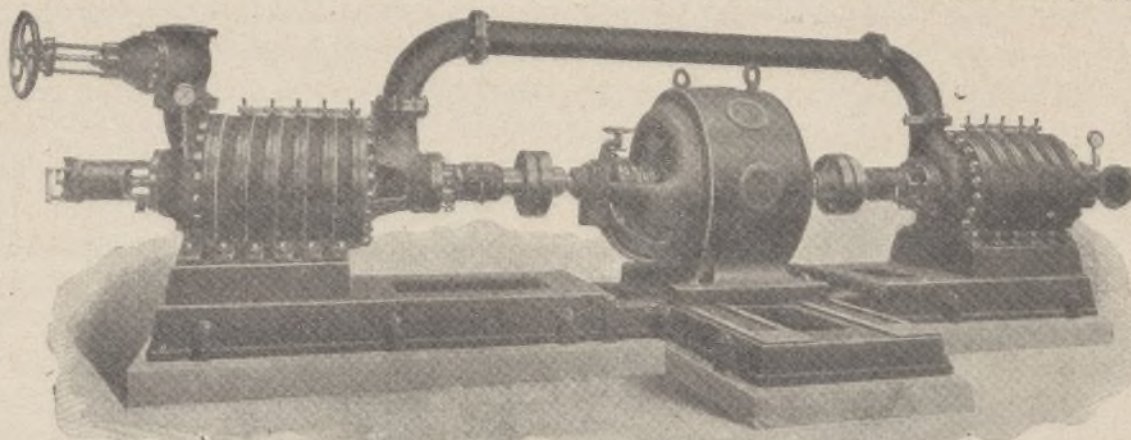


Fig. 1.—Instalación total de la bomba con su motor de 550 HP.

compleja compuesta de hierro, titanio y aluminio: esta aleación, densa y fluida, reúnese en el fondo del horno, de donde se la puede extraer por colada y separarla así de la alúmina pura flotante. Después del enfriamiento, la alúmina, triturada y pulverizada, puede usarse en la fabricación del aluminio.

El procedimiento Hall permite tratar bauxitas ricas en sílice; pero según parece la alúmina que proporciona es menos pura que la obtenida por los métodos químicos; además, dicha alúmina no parece disolverse con facilidad en el baño de criolita. Al procedimiento Hall pueden unirse las tentativas de tratamiento de los silicatos de alúmina y de las arcillas para la extracción de ellas de la alúmina. Efectivamente, estos procedimientos (mencionaremos el de Sinding-Larsen y el de Moldenhauer) se basan en el mismo principio; reduciendo en el horno eléctrico, con carbón y en presencia de hierro sin óxido de hierro, la sílice del silicato de alúmina, se obtiene un ferrosilicio, que se separa fácilmente de la alúmina. Pero estos procedimientos no han salido todavía del período de los ensayos de laboratorio.

520 m. Esta bomba es accionada directamente por un motor eléctrico de 550 HP y 1480 revoluciones

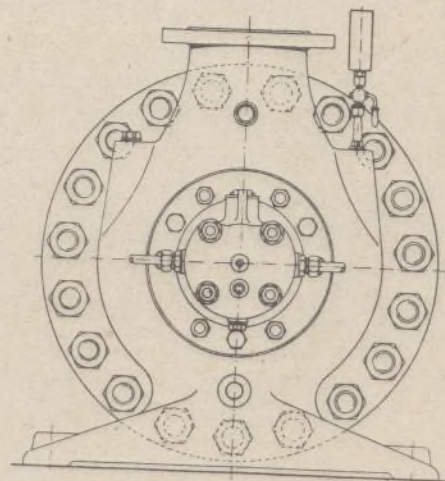


Fig. 2.—Vista de lado.

por minuto. La bomba se compone de dos secciones repartidas á derecha é izquierda del motor

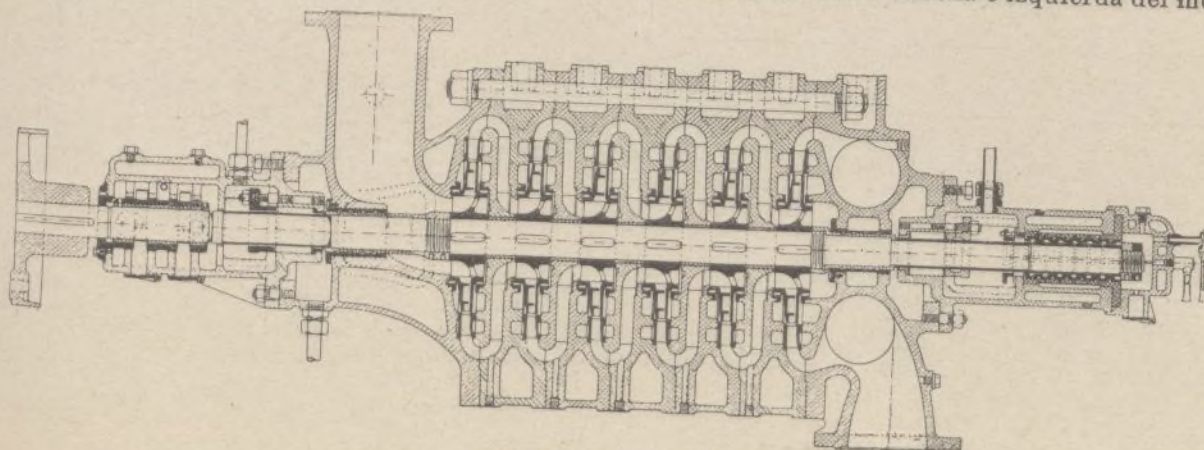


Fig. 2.—Corte longitudinal.

y sirve cada una de ellas para la mitad del rendimiento total. Los detalles de su construcción pueden apreciarse en la figura 1, que representa la mitad izquierda de la misma y en la cual puede estudiarse la disposición de las 6 centrifugas empleadas, sirviendo cada una de ellas para contrarrestar la ascensión del agua hasta una altura de 43,3 m. Las centrifugas están construidas de bronce fosfórico y aligeradas por medio de orificios axiales. Con el fin de obtener un movimiento suave, los rozamientos están contruidos por medio de bolas, cuyos anillos son colocados tanto en la parte giratoria como en la parte fija de la máquina. El aparato de conducción está contruido igualmente de bronce fosfórico y, para la fijación de este aparato con el armazón de la máquina, existen además placas de bronce colocadas al efecto. El armazón está dispuesto en forma tal que facilita el desmontaje de la bomba, tal como puede verse en nuestra figura 1. El eje motriz, de acero níquel, descansa sobre dos cojinetes con engrase automático. Uno de estos cojinetes está contruido en forma de peine, con el fin de evitar los movimientos longitudinales del eje. El otro es idéntico á los cojinetes de engrase continuo empleados en la actualidad. En el cojinete referido el engrase se efectúa por medio de un orificio ó canal central, abierto en el eje motriz y canales perpendiculares á éste y, por lo tanto, en sentido radial. Por efecto de la misma fuerza centrífuga originada en esta máquina, el aceite de engrase es despedido por estos últimos canales.

El prensaestopas está contruido en tal forma que, antes de la caja de estopas y entre esta última y el tubo de presión, existe una caja provista de una ranura muy pequeña, por la que pasa el agua de presión. El agua, pues, que atraviesa por esta ranura, luego de enfriar la estopada es conducida fuera de la máquina por medio de tubos. De este modo se consigue que el prensaestopas no tenga que verificar ajuste contra toda la presión del agua.

La parte giratoria de las centrifugas está contruida con sección rectangular en sus canales. Con esta disposición se ha obtenido un rendimiento considerable que se calcula llega al 78 por 100.

Higiene industrial

Medios para la supresión del humo

La abundancia del humo tiene en muchos casos graves inconvenientes; sobre todo en aquellas fábricas que se hallan enclavadas en una zona urbanizada se impone el empleo de medios para reducir á un mínimo su producción, y muy especialmente cuando se emplea como combustible el carbón bituminoso.

En la instalación á que hacen referencia las adjuntas figuras, se consiguió una notable reducción del humo despedido por el hogar de una caldera tubular de 250 caballos. El combustible que se utilizaba presentaba la siguiente composición:

| MATERIAS | POR CIENTO |
|--------------------------|------------|
| Carbón fijo. | 72'56 |
| Materia volátil. | 15'39 |
| Azufre. | 0'9970 |
| Cenizas. | 9'15 |
| Humedad. | 2'09 |

El valor calorífico de este carbón era de 13.825 unidades termales.

Calculado el precio de instalación de varias

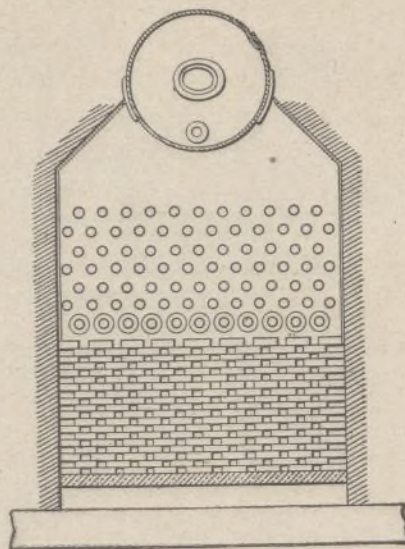


Fig. 1.—Sección en la extremidad de la caldera, mostrando la disposición de los ladrillos.

disposiciones que se emplean para la supresión del humo, resultó más económico que cualquiera de ellas una solución distinta, consistente en un aumento de la superficie caliente, con la condición de que pudiera ésta construirse con un material barato.

Se consiguió el resultado deseado mediante la construcción de cuatro paredes de ladrillos refractarios, A, B, C, D, (fig. 2). Estas paredes se instalaron en el espacio vacío existente debajo de los

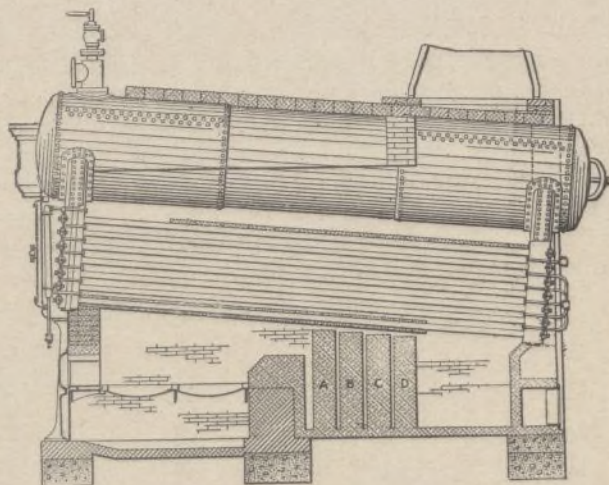
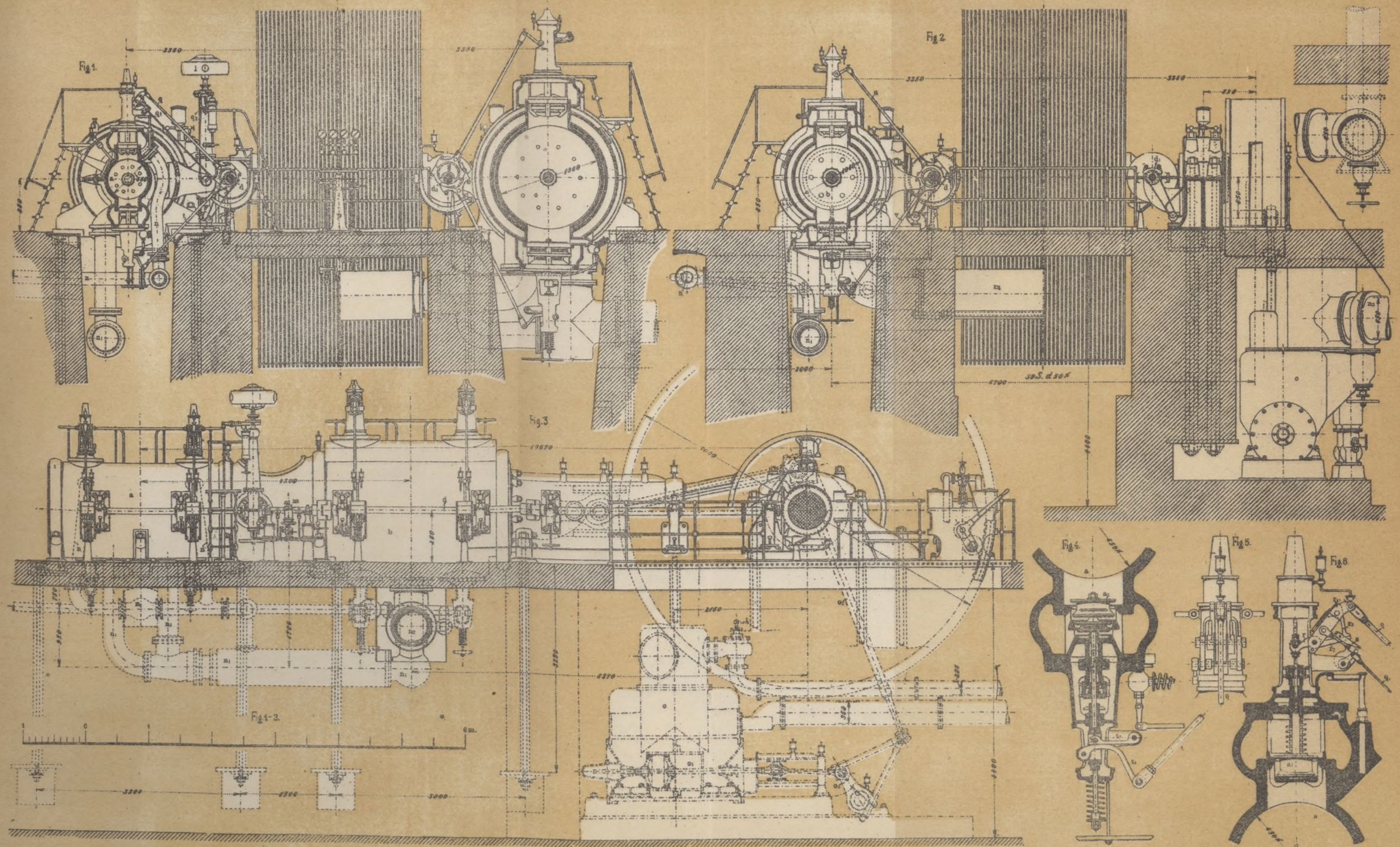


Fig. 2.—Paredes de ladrillos formando el macizo caliente.

tubos de la caldera, y colocándose los ladrillos en la forma que aparece en la figura 1. Se aumentó así en 84.825 pulgadas cuadradas la superficie caliente, ó superficie del macizo destinado á almacenar el calor de la combustión, disminuyendo notablemente la proporción del humo desprendido del hogar.

MÁQUINA DE VAPOR DE TRIPLE EXPANSIÓN (Lámina II)



LOCOMOTORA COMPOUND PARA TRENES EXPRESOS
VELOCIDAD MÁXIMA 125 KILOMETROS-HORA

LOCOMOTORA COMPOUND PARA TRENES EXPRESOS

VELOCIDAD MÁXIMA 125 KILOMETROS-HORA

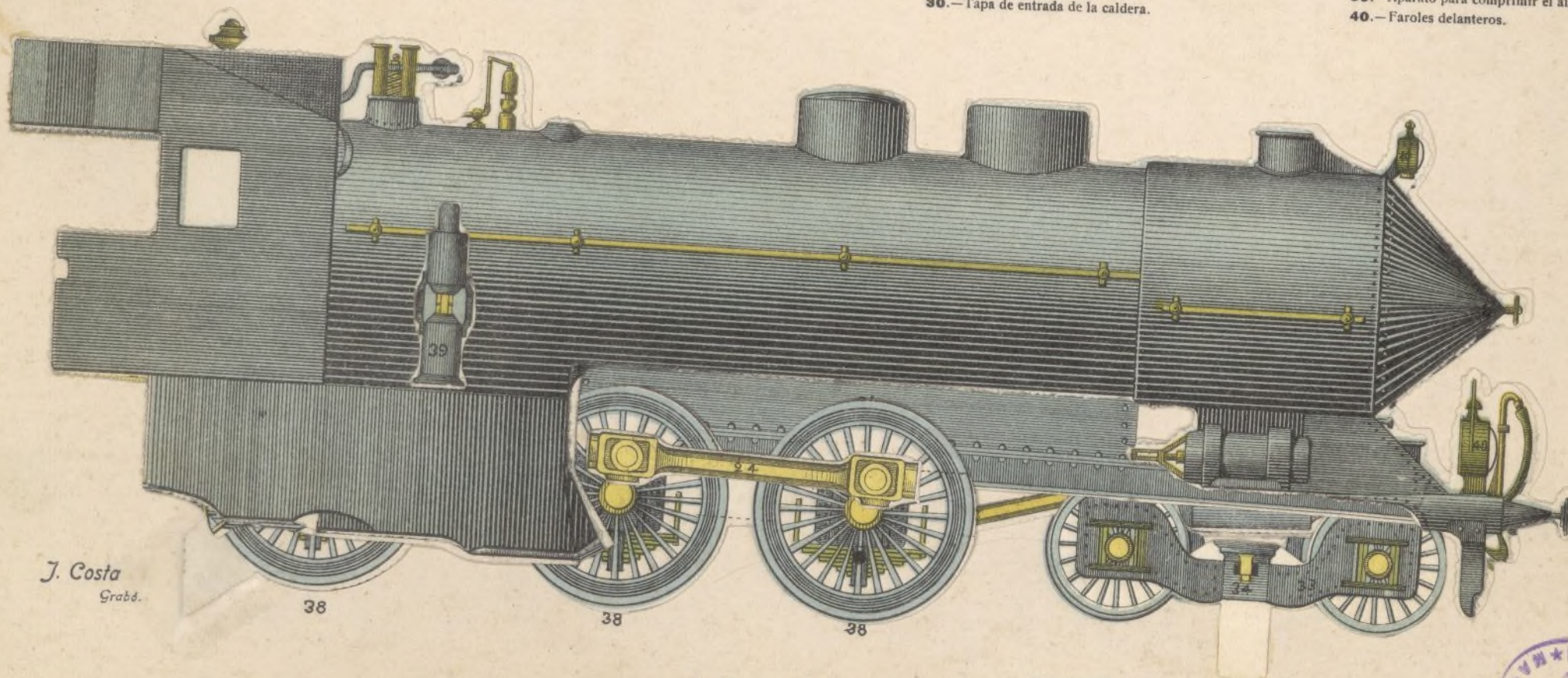
ESCALA: 1:45

- 1.—Hogar.
- 2.—Departamento del maquinista.
- 3.—Sirena.
- 4.—Válvula de seguridad.
- 5.—Barillas de refuerzo.
- 6.—Tubos de la caldera.
- 7.—Caldera.
- 8.—Vástago de la llave de la válvula de abrir el vapor.
- 9.—Caja para el enfriamiento.
- 10.—Emparrillado.

- 11.—Tapa del ventilador.
- 12.—Caja de distribución.
- 13.—Tubo de vapor.
- 14.—Caja de humos.
- 15.—Tapadera de la caja de humos.
- 16.—Tubo del freno de aire comprimido.
- 17.—Topes.
- 18.—Caja de vapor.
- 19.—Chassis.
- 20.—Idem.

- 21.—Émbolo.
- 22.—Orificios de distribución del vapor.
- 23.—Tapa del cilindro.
- 24.—Biela de unión.
- 25.—Tubo de escape.
- 26.—Filtros para el humo.
- 27.—Farol.
- 28.—Tubos para el recalentamiento del vapor.
- 29.—Conductor del vapor.
- 30.—Tapa de entrada de la caldera.

- 31.—Tubo conductor del vapor.
- 32.—Caja del hogar.
- 33.—Ruedas guías.
- 34.—Vástago central.
- 35.—Biela motriz.
- 36.—Vástago del cilindro.
- 37.—Émbolo del cilindro.
- 38.—Ruedas motrices.
- 39.—Aparato para comprimir el aire.
- 40.—Faroles delanteros.



J. Costa
Grabó.

S. Lopez Tapias
Ingeniero E. y M.

ES PROPIEDAD

EL MUNDO CIENTÍFICO • INVENTOS MODERNOS

MODELOS DEMOSTRATIVOS DESMONTABLES

Ayuntamiento de Madrid



