

taforma de hormigón armado, con un cierto número de contra-fuerzas que apuntalan el paramento, también de hormigón armado con hierros redondos, capaces de trabajar tanto á la tensión como á la compresión. Se ha exagerado de intento el ancho

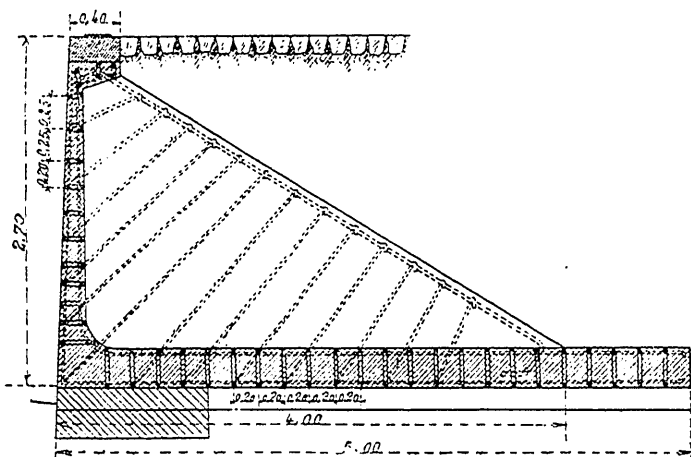


Fig. 1.

de la solera ó plataforma para llevar la resultante de las cargas de los empujes sobre los pilotes de atrás de las fundaciones, á fin de descargar á los anteriores que se hallaban en mal estado, pero que se les quería conservar.

Para los muros de muelle nuevo se adopta con preferencia el procedimiento siguiente: se comienza por preparar el terreno sobre el cual han de ser establecidos, sea clavando pilotes, sea poniendo al descubierto el suelo resistente, y se llevan por flotación, sobre el implantamiento así preparado, cajones huecos de hormigón armado, bastante elevados para que sobresalgan por encima del nivel de las mareas bajas. Estos cajones son á continuación rellenos enteramente de hormigón. Para disminuir los gastos, se puede igualmente, como se ve en la figura 2.^a, tomada de la revista *De Ingenieur* del 10 de Mayo, di-

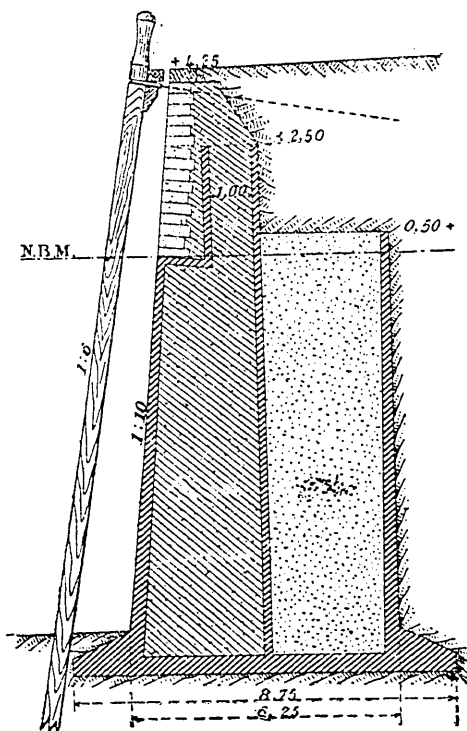


Fig. 2.

vidir los cajones en el sentido de su longitud en dos compartimientos por un tabique longitudinal, y rellenar el compartimiento de atrás con arena ó tierra. Estos cajones, una vez puestos en su sitio, forman las fundaciones del muro visible que se

edifica sobre ellos, de mampostería, ó, como en el caso de la figura, de hormigón con un paramento de basalto.

Un cierto número de cajones de este tipo empleados en Rotterdam para la edificación de un muro de muelle de 200 m. de longitud, han sido contruidos en una cala seca para facilitar su colocación en el agua, y presentan las dimensiones siguientes: el ancho de la solera es de 8,75 m.; el del fondo del cajón propiamente dicho, 6,24 m.; su altura es de 12,50 m. para que emerjan 2,5 m. próximamente por encima de las bajas aguas, y el talud de su cara delantera es de $\frac{1}{10}$. Están divididos transversalmente por un cierto número de tabiques que les dan la rigidez necesaria en ese sentido, y longitudinalmente por el tabique que separa los compartimientos de hormigón y de arena.—O.

LA CONDENSACIÓN POR SUPERFICIE DEL VAPOR

El profesor R. L. Weigthon ha presentado recientemente en la «Institution of Naval Architects» una comunicación sobre la condensación por superficie, para demostrar cómo la eficacia de los aparatos destinados á realizarla puede ser aumentada de modo notable. La importancia de la cuestión nos obliga á dar aquí un resumen de este trabajo, según el *Engineering Magazine*.

El condensador de superficie no se emplea solamente en las máquinas marinas, se usa de él muy frecuentemente en las máquinas fijas, principalmente en las instalaciones de condensación central.

El autor de la comunicación toma como punto de partida los experimentos que ha hecho en el laboratorio del Armstrong College, en Newcastle-on-Tyne. Este laboratorio posee una máquina de vapor vertical de cuádruple expansión, con un condensador de superficie y bomba de aire, que forma cuerpo con la máquina. Los cilindros tienen, respectivamente, 0,178, 0,267, 0,394 y 0,584 m. de diámetro y 0,457 m. de carrera; la presión del vapor es de 14 kg. y se le recalienta ligeramente, 27 á 28 grados, á la entrada en el primer cilindro. El condensador tiene tubos de 20 mm. de diámetro y 1,22 m. de longitud, la superficie total de condensación es, pues, de 15,80 m², el agua para el enfriamiento circula dos veces por el haz, dando, por consecuencia, el efecto equivalente al de tubos de 2,44 m. Para las experiencias se han colocado cerca de la máquina condensadores de un nuevo tipo, y se ha establecido entre ellos las conexiones necesarias. La particularidad principal de estos últimos es que el agua de enfriamiento, pasa muchas veces á través de los tubos dispuestos en cuatro ó cinco grupos, lo que da una longitud equivalente de tubos mucho más grande; además, se ha dispuesto el condensador de manera que el agua condensada se evacue por porciones de diferentes partes del condensador, en vez de reunirse en una sola masa en el fondo de éste. Se obtiene este resultado dividiendo el cuerpo del condensador en muchos compartimientos, por diafragmas inclinados sobre la horizontal que dirigen el agua hacia las paredes laterales, evitando que caiga verticalmente de los tubos superiores á los inferiores.

Se comprende la importancia de esta disposición si se considera que en los condensadores ordinarios, la condensación del vapor se efectúa en gran parte en lo alto del condensador, donde encuentra desde luego los tubos relativamente fríos; hay ventaja en recoger esta agua inmediatamente sin dejarla caer sobre los otros tubos. Se ha tenido cuidado, igualmente, en estos nuevos condensadores, de reducir la capacidad de la parte superior, no dejando más que el paso necesario para permitir al vapor ponerse en contacto con los tubos, dando á las paredes la forma conveniente para asegurar una igual repartición del vapor sobre las superficies de enfriamiento.

El primero de los nuevos condensadores, en número de tres,

tenía una superficie de enfriamiento igual á la del condensador de la máquina, ó sea 16,80 m²; se reconoce inmediatamente que esta superficie era mucho más que suficiente con las nuevas disposiciones; se dió entonces al segundo condensador solamente 9,3 m.² de superficie, y como la cantidad de vapor dada por la máquina se condensaba con gran facilidad, se dió al tercer condensador una superficie todavía menor, 5,80 m², no teniendo los tubos más que 0,76 m. de longitud y recorriéndolos el agua cuatro veces. Esta superficie fué muy suficiente.

Se han hecho por el autor cerca de 400 ensayos, y se pueden resumir de la manera siguiente los resultados generales dados por los dos sistemas de condensadores:

El antiguo modelo tenía una capacidad de 504 d³ y una superficie de enfriamiento de 15,80 m², lo que ha permitido mantener un vacío de 0,711 m. de mercurio, con un gasto de agua de 43 litros por kilogramo de vapor, produciéndose la condensación á razón de 48,7 kg. por metro cuadrado de superficie y por hora. Con el nuevo modelo, que tenía 3,3 m² de superficie de enfriamiento y una capacidad de 269 d³, es decir, un poco más de la mitad del primero, no ha gastado más que 24 l. de agua por kilogramo de vapor y se han obtenido 37,4 kg. por metro cuadrado de superficie y por hora. El efecto útil de la superficie de enfriamiento ha sido, por lo tanto, doble, y la cantidad de agua necesaria para la condensación se ha reducido en un 56 por 100 de la cantidad primitiva.

Con el más pequeño de los tres condensadores, la condensación se hizo perfectamente, pero consumió una proporción de agua un poco mayor, 32 l. por kg. de vapor; el rendimiento del aparato fué más elevado, porque se han condensado 150 kg. de vapor por metro cuadrado y por hora, y el espacio ocupado por el condensador no era más que de 0,170 m³, ó sea un tercio del volumen del condensador de la máquina: hé aquí un punto de la mayor importancia.

La máquina consumió, por término medio, 5,45 kg. de vapor por caballo indicado; si se establece, pues, la comparación de los diversos condensadores sobre esta base, se encuentra que el condensador primitivo tenía 11,2 d³ de superficie por caballo, en tanto que los condensadores perfeccionados no tienen más que 5,6 el mayor y 3,3 el más pequeño; es decir, que están entre sí como 100, 51 y 29.

La eficacia de la superficie es la base de la eficacia de un condensador de este género, y se puede decir que el mejor condensador es aquel en el cual cada metro cuadrado de superficie de enfriamiento hace pasar del vapor al agua mayor cantidad de calorías en el mismo tiempo y en las mismas condiciones de presión para el vapor y de temperatura para el agua. Este condensador deberá no solamente dar el vacío más elevado, sino mantenerle, con la menos agua posible, la más pequeña superficie y el menor volumen del aparato. Se puede añadir todavía, y con la más alta temperatura en el agua procedente de la condensación, todas las cosas iguales por otra parte.

Para que una superficie de condensación sea eficaz, es necesario que el vapor tenga libre acceso por un lado y el agua pueda llegar fácilmente sobre la otra cara y renovarse. Pero este efecto no puede producirse si el lado en contacto con el vapor no está limpio continuamente del agua que se condensa ó si el vapor no llega fácilmente. No se producirá igualmente si el agua de enfriamiento atraviesa los tubos en filetes continuos cuya periferia sólo toque el metal, sin que las partes del centro tengan acción refrigerante.

No es de extrañar, por lo tanto, que con las precauciones indicadas se llegue á aumentar considerablemente el efecto útil del condensador, que se obtenga una temperatura más elevada para el agua de alimentación y una reducción muy importante en el volumen del agua necesaria.

Para llevar el agua refrigerante al contacto íntimo con las superficies de los tubos, el profesor Weighton introduce en cada tubo una varilla de madera de sección triangular que fuerza el agua á pasar contra la superficie del tubo y suprime la parte

central que no desempeña ningún papel activo; se reduce así notablemente la cantidad de agua sin reducir en nada la acción refrigerante. La economía del agua es un punto de una gran importancia. Desde luego en tierra es necesario muchas veces comprarla. Si no se tiene un manantial de agua indefinido, es necesario enfriarla y entonces la mayor ó menor eficacia del condensador presenta un doble interés. No solamente se tendrá un menor volumen de agua que enfriar, sino que la diferencia de temperatura entre el agua caliente y la atmósfera será más elevada y la acción de las torres de enfriamiento será más eficaz y el volumen de estos aparatos podrá ser reducido á potencia igual.

La reducción de la superficie de los condensadores no es menos importante. La supresión de la cámara de vapor en el nuevo modelo reduce el volumen del aparato á superficie igual, lo que con reducción de la superficie produce una disminución considerable en el peso de los aparatos de condensación y en el espacio ocupado por ellos. Estas consideraciones explican muy bien el interés, especialmente para la marina, que tiene este modelo, sobre todo en los navíos de guerra, en que el peso y volumen disponibles son muy limitados.

El autor tiene también estudiada la cuestión de la eficacia de las bombas de aire y de las proporciones que deben dárseles. Se puede decir de una manera general, que con haces tubulares suficientemente estancos, una capacidad de 44 d³ por kilogramo de vapor condensado, para la bomba de aire es muy suficiente; si eso no ocurre y el condensador sufre entradas de aire, se debería aumentar las proporciones de la bomba de aire para mantener un buen vacío. No parece se tenga más ventaja real empleando bombas de doble efecto.

Hé aquí cómo el autor formula las conclusiones que se pueden sacar de estos experimentos desde el punto de vista de los medios que se pueden emplear para obtener el máximo de efecto útil en los condensadores de superficie:

1.º Una condición muy importante para obtener el mayor rendimiento de la superficie de condensación, es que el agua formada por la condensación del vapor sea evacuada del condensador en el menor tiempo posible.

2.º La capacidad del condensador debe ser reducida al mínimo compatible con una superficie de enfriamiento suficiente y la disposición empleada debe permitir al vapor llegar igualmente y de una manera uniforme en toda la sección del condensador, para utilizar la totalidad de la superficie de los tubos, y suprimir los ángulos y otras partes donde el aire pueda permanecer confinado.

3.º El agua de condensación debe circular en los tubos á una velocidad bastante elevada; debe entrar por la base del condensador y salir por la parte superior.

4.º Con una disposición conveniente y buenas proporciones de los aparatos, la temperatura del agua de condensación á la salida debe ser igual, ó ligeramente superior, á la temperatura correspondiente al vacío obtenido, el cual debe ser, por lo menos, de 0,737 de mercurio.

5.º En las mismas condiciones, la temperatura del agua en el depósito será de 2 á 3 grados centígrados superior á la temperatura correspondiente al vacío. Este hecho, que puede parecer paradójico á primera vista, se explica si se tiene en cuenta que el agua de condensación es extraída del condensador, no de un solo golpe, sino en muchas porciones que están á temperaturas un poco diferentes.

6.º Las proporciones de capacidad de las bombas de aire, indicadas más arriba, son muy suficientes para vacíos hasta 0,737 metros de mercurio. Si se quiere ir más allá, ó si los haces tubulares no fueran bastante estancos, se deberán aumentar aquellas proporciones.

7.º Con condensadores bien dispuestos y de buenas proporciones, se podrá obtener una condensación total de 100 kg. de vapor por metro cuadrado de superficie y por hora, con un vacío de 0,725 m. de mercurio y un volumen de 24 l. de agua por kilo-

gramo de vapor, suponiendo que la temperatura del agua de condensación sea de 10 grados centígrados.

8.º Con las mismas condiciones para los aparatos, se podrá obtener una condensación de 175 kg. de vapor por metro cuadrado de superficie y por hora con un vacío de 0,725 m. de mercurio, llevando la cantidad de agua á 28 veces el peso del vapor á condensar, suponiendo el agua á la temperatura de 10 grados centígrados.

Con ocasión de la Memoria del profesor Weighton, nos parece interesante dar á conocer una comunicación dirigida al Victorian Institute of Engineers, por M. J. A. Smith, sobre la influencia que en el rendimiento de los condensadores de superficie tienen las pequeñas cantidades de aire mezcladas en el vapor. Resulta de esta comunicación que proporciones de aire á primera vista insignificantes pueden comprometer seriamente el efecto útil de toda una instalación.

Las conclusiones de esta comunicación son:

1.º Es necesario extraer el aire de la manera la más vigorosa si se quieren obtener vacíos elevados.

2.º Para esta clase de vacíos, las condiciones climatológicas tienen una gran influencia y limitan el efecto útil de los condensadores.

3.º Es sólo con cuidados particulares en el establecimiento de los condensadores y en la elección de sus proporciones, como se puede conseguir llevar la expansión del vapor á sus extremos límites.

Estas consideraciones tienen una gran importancia en las turbinas de vapor, en las que no es posible obtener grandes rendimientos si no funcionan con vacíos muy elevados.—O.

LA LOCOMOTORA SHAY

Se hace uso en los Estados Unidos, para aplicaciones especiales, de sistemas de locomotoras que nos parecen de construcción muy atrevida, y que dan buenos resultados según los diarios americanos. En estas locomotoras la transmisión á los ejes del esfuerzo de los émbolos se hace por intermedio de engranajes cónicos. El sistema más empleado es el de Shay, que consiste en accionar por los émbolos un árbol longitudinal formado de trozos reunidos por manguitos á deslizamiento y juntas universales. Este árbol corre á lo largo de la máquina sobre uno de los costados y acciona los ejes de los distintos trucks sobre los que descansa la máquina, por medio de engranajes de ángulo. Es, en suma, el principio de la transmisión del tren Renard.

La relación del número de dientes es de 1 á 2, y como la máquina lleva tres cilindros, hay seis golpes de escape por vuelta del árbol motor y doce por vuelta de ruedas. Resulta de aquí una gran regularidad para el tiro de la chimenea, que se asemeja al producido por un ventilador más que al tiro ordinario de los hogares de las locomotoras. Los cilindros están colocados verticalmente contra la pared del hogar; se puede dar á los orificios anchas dimensiones, y la cúpula de toma de vapor hallándose cerca de los cilindros, no hay necesidad más que de un trozo de tubo muy corto para conducir el vapor de la caldera, el cual va perfectamente recubierto, con todo lo cual los enfriamientos se reducen al mínimo. Como todas las ruedas son accionadas directamente, el peso total de la máquina y de sus accesorios es utilizado para la adherencia. Los trucks, generalmente en número de tres, con dos ejes cada uno, son móviles alrededor de su centro en el plano horizontal, por lo cual la máquina puede pasar por curvas de muy pequeño radio, 30 metros en las grandes máquinas y 10 en las pequeñas.

El centro de gravedad de la máquina está colocado bajo, con lo que ésta es muy estable; se la puede hacer circular con la mayor regularidad á velocidades de de 30 kilómetros, y como los

ejes no están enlazados directamente á ninguna pieza con movimiento alternativo, no hay reacciones sobre los carriles, los cuales pueden ser, por lo tanto, de un peso moderado. En fin, el gran número de golpes de émbolo, doce por vuelta de rueda, da al movimiento de rotación una gran regularidad que permite un coeficiente de adherencia considerable; en las locomotoras ordinarias no hay más que cuatro impulsiones de émbolo por vuelta de rueda.

Hay en servicio un gran número de locomotoras Shay; su peso varía de 65 á 130 t., y las hay que funcionan desde hace veinticinco años. Las hay en el Canadian Pacific, donde existen rampas del 4 por 100, y en el camino de hierro de Guayaquil á Quito, en el Ecuador, donde las pendientes llegan al 7 por 100; pero su empleo principal es en las minas, donde la naturaleza bastante primitiva de las vías exige una flexibilidad especial.

La más potente locomotora que se ha construido de este sistema, fué en 1902 para la línea El Paso Rock Island, por los talleres de construcción de Lima (Ohio), que son una especialidad en este género de locomotoras.

Esta máquina pesa 131.800 kg., y era en esta época la más pesada locomotora conocida; pero después se ha construido otra, la máquina Mallet del Baltimore-Ohio, que pesa 151.800 kg., y aun ésta resultará en segundo lugar, después de construidas las que se encuentran en ejecución por la Great Northern, cuyo peso será de 160.000 kg. Es necesario añadir que el peso de estas máquinas, que tienen el tender separado, es constante, en tanto que el de la Shay, que lleva ella misma sus provisiones, varía de un modo notable.

La locomotora Shay, á que nos venimos refiriendo, descansa sobre cuatro trucks de dos ejes, sea en total ocho ejes; dos de estos trucks están bajo el tender, uno por detrás del hogar y el último bajo la caja de humos; la carga media por eje resulta pues, de 16,5 t., lo que permite el empleo de un carril de peso ordinario. La máquina puede pasar por curvas de 30 m. sin fatiga para la vía y para ella, porque la separación de los ejes paralelos no pasa de 1,50 m.

El bastidor de la locomotora está constituido por dos largueros de 0,45 m. de altura, hechos rígidos por un hierro en U roblado sobre la cara exterior; estos largueros están fuertemente arriostros; la caldera descansa sobre ellos por soportes de fundición y está fija por el lado del hogar, dilatándose, por tanto, hacia la caja de humos.

Un freno de vapor actúa sobre todas las ruedas; hay, además, un freno Westinghouse para el tren; y, por último, el contravapor con inyección de agua actúa sobre los cilindros, para evitar en la bajada de las pendientes un gasto excesivo de las bandas.

La locomotora está en servicio en la parte construida con carriles de 30 kg. de Alamorgo, en el Nuevo Méjico, á Cox-Canon, parte que alcanza un desnivel de 1.800 m. en una longitud de 50 km.

Las pendientes varían del 3 á poco más del 6,5 por 100; hay una sección de 13 km. próximamente, donde las inclinaciones son de 4,5 á 5,2 por 100, con 800 m. al 6 por 100 y curvas de pequeño radio. La máquina arrastra en la parte en rampa del 6,5 por 100 un tren de 27 vagones vacíos, que pesan 7.250 kg. cada uno, más un furgón de 5.500 kg.; total 201 toneladas métricas, que en la máquina resulta un total general de 333 t. Este trabajo corresponde á la elevación de un tren de 633 t., ó sean 521 t. remolcadas en una rampa del 3 por 100.

La necesidad de hacer un trabajo de este género en una longitud continua de 40 km. exige una caldera potente y un aprovisionamiento de agua considerable. Se formará idea de la cosa por las dimensiones siguientes, que creemos interesante dar á conocer aquí, de este curioso sistema de máquinas:

Separación de carriles, m.	1,435
Superficie de la parrilla, m².	3,35
Idem de caldeo directa.	14,51
Idem de id. tubular.	171