

Raro es, por lo tanto, el caso en que el motor de gas de altos hornos tenga que ser comparado con la turbina de vapor; pero aun cuando en esta comparación llevase ventajas, las condiciones prácticas de regularidad y la de conservación asegurarían a la turbina de vapor una superioridad práctica, que seguramente la haría preferir al motor de gas por los electricistas.

En conclusión, en el estado actual de esta cuestión—ha dicho Mr. Gerard—la turbina de vapor puede compararse a las máquinas de vapor más perfectas en cuanto a motor para centrales. Aun cuando es inferior, desde el punto de vista absoluto del consumo en carga media, a las diferentes máquinas que han salido de manos de algunos eminentes constructores, es, sin embargo, superior, bajo todos conceptos, a las máquinas de pistón de construcción ordinaria. Se adapta admirablemente a los servicios eléctricos por sus cualidades especiales de regularidad y de facilidad para ser regulada, especialmente para los alternadores que marchan en paralelo. La turbina es superior a todos los motores conocidos actualmente en cuanto al consumo de aceite y a gastos de conservación. Tiene ventajas considerables por su reducido volumen, que en algunos casos representa una reducción en las cargas, por interés y amortización del capital, y puede producir reducciones en el costo de la instalación más importantes que la que resulta de la economía de vapor.

En la actualidad no es posible hacer el proyecto de una central de electricidad sin estudiar el empleo de la turbina, pero hay que ir con cuidado en cuanto a la elección, puesto que cada caso necesita un estudio profundo, no siendo posible dar una solución general al problema. Aunque parece que la turbina Stumpf sea superior a las demás para potencias de 50 a 600 kilovatios y dé a esta última potencia resultados económicos tan favorables como la turbina Curtis, que es superior a todas las otras en cuanto a economía en el consumo y poco volumen, podría decirse que la turbina más económica no se construye aún corrientemente en Europa.

El resultado en la lucha de la turbina con la máquina de pistón ha de ser forzosamente ventajoso para la industria eléctrica. La última palabra en esta materia está representada por el precio de compra y corresponde a los constructores bajar sus precios al nivel de los precios americanos. No ha de ser difícil que la turbina lleve ventaja en este terreno, pues su precio de costo ha de ser forzosamente más bajo que el de la máquina de vapor, gracias a la sencillez de sus órganos; actualmente está construida a la fresa, pero día vendrá en que será construida con el cortador y la máquina de estampar, lo mismo que los relojes americanos. Ahora bien; como la turbina es de todos los motores el más ligero y el más sencillo, su precio ha de bajar forzosamente en un tiempo no lejano, y la industria eléctrica, en todas sus ramas, experimentará los beneficios de la disminución de costo de instalación de las Centrales. Hasta el presente sólo los constructores belgas y suizos pueden presentar motores más económicos que la turbina inglesa y americana. Sin embargo, hay que ser reservado en cuanto a los resultados definitivos del empleo de un gran recalentamiento; tanto para la máquina de vapor como para la turbina es un factor cierto de economía de vapor, pero en cuanto a la economía de combustible y a la de conservación es todavía una incógnita, que en el estado actual de este asunto es más difícil de hallar para la turbina que para la máquina de vapor.

Sea cual sea el resultado de la lucha entre estos dos motores, ha de producir siempre una disminución seria en el precio de los aparatos mecánicos, con gran ventaja de la industria eléctrica y del público.

EMILIO GUARINI.

(De *El Comercio* de Nueva York.)

## CONDENSADOR-REFRIGERANTE MULTICELULAR DE LAS AGUAS DE CONDENSACION

En los condensadores conocidos se trata de obtener para la masa de agua refrigerante una gran superficie de evaporación, dividiendo el agua en pequeñas gotas, que se enfrían cayendo de una altura más ó menos grande. En ciertos casos, se ha dispuesto el condensador en la parte inferior de una torre, cuya parte superior forma una chimenea en que el tiro determina una circulación de aire bastante activa; por su contacto con las gotas de agua, y gracias a la superficie de evaporación formada por una cubierta de madera, el aire se carga de leñas que son rechazadas fuera, y a una altura a la que no ofrecen inconveniente para el vecindario. Conviene observar que en este sistema de circulación las corrientes de aire y de agua son contrarias, y la caída de agua, que tiende a repeler el aire hacia la parte inferior de la torre, disminuye en una gran parte el tiro que produce el calentamiento del aire. Con estos sistemas de refrigerantes es de necesidad imprescindible la construcción de la torre, mientras que si ésta sirve únicamente para rechazar las leñas a una cierta altura, puede desaparecer cuando estos vapores no son nocivos. Los aparatos de este género son, desde luego, de difícil conservación y se destruyen rápidamente, puesto que las cubiertas y las paredes de la torre, que son de madera, se pudren al contacto del calor y de la humedad. Por último, exigen en superficie horizontal un gran emplazamiento, lo que ocasiona un gasto grande por la construcción de las cuevas sobre las cuales se las establece.

M. Baurdan ha tratado de salvar estos inconvenientes por medio de un refrigerante multicelular, cuya descripción tomamos del *Genie Civil* (4 de Agosto de 1906).

En este aparato, construido todo él con material indestructible, se concentra en reducidísimo espacio una enorme superficie de evaporación. Todas las partes son fácilmente accesibles aun durante su funcionamiento; el asiento no puede proyectar el agua fuera de la cuba; y, por último, la adición de una chimenea no es absolutamente precisa, a menos que las disposiciones del local exijan sean las leñas lanzadas a gran altura.

A este efecto, el refrigerante está constituido, según la cantidad de agua que hay que refrescar, de un número mayor ó menor de muros de ladrillos huecos, paralelos y separados próximamente 0<sup>m</sup>,40, distancia que hace accesible cada elemento por sus dos caras.

Los ladrillos con dos agujeros convienen particularmente para la construcción de estos muros. Están colocados a tizón; las diferentes hiladas, que están separadas por pequeños ladrillos paralelepípedicos con cemento, tienen una sección de 25 x 35 milímetros y una longitud igual al ancho de los ladrillos empleados, generalmente de 110 milímetros. En una misma hilada, los ladrillos están separados los unos de los otros unos 2 ó 3 centímetros, y las de dos hiladas consecutivas dispuestas al tresbolillo. Resulta de este sistema de construcción que los agujeros y los intervalos de los ladrillos forman una infinidad de pequeños conductos por los que circula el aire.

Siguiendo todas las sinuosidades de estas pantallas, el agua distribuida en la parte superior de cada muro efectúa una caída muy lenta y se pone en contacto con la importante superficie de evaporación que los ladrillos presentan por sus caras exteriores de una parte y el interior de los agujeros por otra.

En este sistema de refrigerante no se busca, pues, el dividir el agua en gotitas, como en los aparatos más arriba enumerados. El enfriamiento se obtiene por el contacto del agua con la superficie, cuya temperatura está en constante descenso por la evaporación debida a la circulación del aire en los vacíos de los muros y celdillas de los ladrillos. Hay que hacer notar que cuando el agua cae de una hilada de ladrillos a otra está abrigada del viento por los pequeños ladrillos de cemento que separan las hiladas de ladrillos; esto, unido a la supresión de la división en gotitas del agua que queda adherida por capilaridad a las super-

ficies, hace que no sean de temer las proyecciones del agua fuera de los límites de la curva. Es, pues, inútil prever el aparato de una envolvente, y el aire ambiente, pudiendo circular libremente por todo su alrededor, activa el enfriamiento.

Claro es que para obtener una construcción resistente, los muros de ladrillos huecos están sostenidos entre dos pilas de mampostería entrelazadas por armaduras metálicas.

Á igualdad de potencia, el refrigerante que se acaba de describir exigirá, evidentemente, un emplazamiento mucho menor que los sistemas ordinarios.

La aplicación de este sistema de refrigeración puede hacerse con condensadores á superficie, como con condensadores de mezcla; dará también buen resultado para el enfriamiento del agua de circulación en los motores de gas.—O.

## MODOS DE DESARROLLAR LAS APLICACIONES DEL HORMIGÓN ARMADO

### EN LOS CAMINOS DE HIERRO

Á pesar de las ventajas intrínsecas del hormigón armado, su empleo en las construcciones de los caminos de hierro no está notablemente extendido desde las prescripciones ministeriales del Gobierno francés de 16 de Abril de 1904. La indecisión puede ser debida en cierto modo á la incertidumbre sobre los límites del trabajo que pueden sufrir los diversos elementos de la construcción, sea después de su terminación, sea después de una duración prolongada, cuando la formación de grietas en el hormigón pueda hacer temer la oxidación de la armadura.

Si se supone que una grieta se presenta en la parte de una sección sometida á tensiones, los esfuerzos se repartirán en esta sección casi en conformidad con las cifras calculadas, siguiendo las prescripciones ministeriales. En las secciones próximas, las tensiones se repartirán entre el metal y el hormigón, y la diferencia hará en juego la adherencia del hierro á aquél, y entonces es posible que en la proximidad de la hendidura haya una separación de los dos elementos, y que el hierro se encuentre sometido á la influencia de las variaciones de carga, la intemperie y á la acción de los humos y del agua atmosférica. La conservación de una película de mortero sobre la superficie metálica puede asegurar todavía largo tiempo una protección eficaz si la obra no va á estar muy recargada en los servicios, pero bajo la acción de cargas repetidas es muy probable que esta película ceda; experiencias de larga duración pueden únicamente darnos fijeza sobre este punto.

Además, los agentes de servicios de la vía, encargados de la conservación de puentes ó viaductos de hormigón, se encuentran en una situación difícil cuando descubren ó suponen la existencia de grietas en el hormigón y frecuentemente en partes difíciles de atender.

La conservación de tales obras podrá dar más trabajo é inquietud que el de los tableros enteramente metálicos sin presentar tanta seguridad.

Esta eventualidad no es bastante para rechazar las aplicaciones del hormigón armado, atendiendo que en el estado actual de la ciencia es posible prevenir toda aparición de grietas. Las experiencias de Rudeloff y de Kleinlogel dan á este objeto las garantías deseadas. Si M. Kleinlogel ha visto aparecer grietas en dos vigas fuertemente armadas cuando las extensiones eran ya notables, debieron ser producidas antes en condiciones poco perceptibles. Será, pues, preciso reducir en cada caso la tensión efectiva del hormigón á una cifra inferior á su resistencia á la tracción, lo que podrá dar lugar á que resulten este género de construcciones sensiblemente más dispendiosas. Puede no imponerse tan rigurosa condición si se tienen estudiadas las disposiciones para que á la primera aparición de grietas la resistencia de la obra responda todavía á las prescripciones ministeriales. Verdaderamente entonces debe atenderse la conser-

vación de la obra sin levantar mano, no perdiendo de vista los peligros de oxidación de la armadura.

El autor insiste en seguida sobre las dificultades que encuentra el cálculo práctico de tensiones en el hormigón.

Científicamente interesa el tomar para punto de partida las líneas de deformación indicadas por experiencias apropiadas. Pero estas líneas deberán ser determinadas para las diversas composiciones pasivas del hormigón, y verdaderamente no podrá aplicarse con exactitud á un caso nuevo ninguna de las líneas establecidas con anterioridad.

El sistema de cálculo que parece debe preferirse es el más sencillo, suponiendo que la ley de las tensiones elásticas es completamente lineal, y que entonces el coeficiente de elasticidad del hormigón es el mismo para la compresión y para la tracción.

Las prescripciones de la Dirección de los caminos de hierro de Berlín fijan el coeficiente de seguridad en 1,3 solamente para las partes tendidas no sometidas á esfuerzos dinámicos, y á cifras crecientes hasta 2,5 para las otras. Estas cifras pueden ser modificadas después de nuevas experiencias.

El fijar la relación entre los coeficientes de elasticidad del hierro y del hormigón tiene una importancia particular. Apartándose del núm. 15, generalmente admitido, la Dirección regional de los caminos de hierro de Berlín ha tomado el núm. 10; los cálculos del trabajo en la flexión deben ser hechos en dos hipótesis: 1.º Que la armadura metálica soporta la totalidad de los esfuerzos de tensión. 2.º Que el hormigón toma la parte completa de estos esfuerzos.

La elección de un valor más elevado para la relación precitada reduce demasiado las tensiones calculadas para el hormigón, lo que no será sin inconveniente, dado el débil coeficiente de seguridad adoptado. Diversos ensayos con hormigón viejo de dos años con la dosificación húmeda de 1 á 3 han bajado esta relación á 6,5.

Pero dosificaciones tan grasas son raras en la práctica, y, caso de haberlas, puede, para mayor seguridad, hacer los cálculos á la vez con 10 y con 7 para la relación de los coeficientes de elasticidad.

La distinción entre las verdaderas grietas y simplemente desquebraaduras al aire en la superficie del hormigón armado, ha sido objeto de una observación interesante del profesor Charles Seidl, Ingeniero Jefe de la casa Wayos et Freitag; el examen de materiales de hormigón Monier, remontándose á 1886, y expuestos á todas las intemperies y el raspado minucioso de las grietas con el empleo de líquidos coloreados para perseguir las últimas huellas, han confirmado los resultados ya conocidos, á saber: que las simples desquebraaduras al aire no alcanzan en profundidad más que una fracción de milímetro. Su aspecto muy particular, que es siempre una red irregular acompañada de bandas oscuras, es suficiente para distinguir las claramente de las grietas propiamente dichas.

Las cargas de prueba prevenidas por las «prescripciones ministeriales» parecen un poco elevadas y son susceptibles de hacer nacer grietas apenas perceptibles en el hormigón. La Dirección de los caminos de hierro de Berlín está, pues, preocupada de aceptar estos medios.

En resumen, á pesar de la sencillez aparente que presentan las obras de hormigón armado cuando están concluidas, sus proyectos deben ser objeto de minuciosos cálculos de resistencia, debiendo guardarse de introducir sin comprobación secciones de piezas calculadas, conviniendo considerar en estos cálculos las variaciones ó hipótesis hechas que parecen susceptibles de modificar los coeficientes de trabajo y examinar los resultados que se puedan obtener con una línea de deformación que responda en cuanto sea posible al caso considerado. Por último, pueden hacerse grandes servicios formando estados de obras ejecutadas, análogos á los que poseemos para los puentes metálicos, con noticia sobre las flechas observadas en las pruebas, las dosificaciones del hormigón, los precios de coste unitarios, etcétera.—O.