

MOLINETES PARA AFOROS

La creciente utilización de las corrientes naturales para la producción de fuerza y para riegos impone, cada vez con más urgencia, la necesidad de aforarlas con la mayor exactitud posible. Las mediciones que habían efectuado las antiguas Divisiones hidrológicas son casi los únicos datos existentes, por desgracia harto incompletos, y en no pocos casos inseguros, para que puedan servir de base cierta á los aprovechamientos que ahora se intentan por todas partes, faltando á estas empresas, con frecuencia sobrada, el dato esencial de los verdaderos caudales disponibles.

La reorganización de los servicios hidrológicos en España, verificada al crearse las actuales Divisiones de trabajos hidráulicos sobre bienes nacionales y estables, hace concebir la esperanza de que por esta vez se acometa la medición de nuestras corrientes en condiciones adecuadas, y que, perseverando con tenacidad en el camino iniciado, se llegue en pocos años á tener datos fehacientes sobre su régimen y elementos principales. Las instrucciones redactadas á este fin por el Servicio Central de trabajos hidráulicos, publicadas en gran parte en esta Revista en el año último, han de ser de positiva utilidad para organizar sistemáticamente los trabajos, si se siguen con la constancia indispensable y se completan y mejoran en su aplicación por el personal de las Divisiones, lleno de buen deseo siempre y del más desinteresado entusiasmo en no pocas ocasiones.

Creemos también que á esta empresa fecunda y verdaderamente nacional de llegar al conocimiento de los elementos de nuestro sistema hidrológico, que más pueden interesar á la agricultura y á la industria, deberían cooperar, dentro de su esfera, las Jefaturas de Obras públicas que con frecuencia tienen que practicar aforos, de conformidad con las propuestas al efecto formuladas por el Servicio Central referido, cuya aceptación no conviene que sea diferida por más tiempo.

En las instrucciones á que se ha hecho referencia sólo se contienen, respecto á la parte técnica de las operaciones, las que tienen con carácter más general las reglas, por decirlo así, de aplicación corriente, sin descender á los detalles y antecedentes de orden práctico que facilitarían, sin duda, la realización de trabajos sumamente delicados, aun cuando en apariencia sencillos en extremo. Los métodos prácticos de aforo no son rigurosamente exactos, pero practicados debidamente conducen á un grado de aproximación suficiente. Claro está que la elección del método ha de depender en gran parte de las circunstancias de cada caso; pero es lo cierto que, debido á los perfeccionamientos en ellos introducidos, el empleo de los molinetes está adquiriendo una preponderancia marcada.

Muchas son las clases hoy en uso, y de sus condiciones y precios pueden los Ingenieros formarse una idea muy aproximada por los catálogos que publican las casas constructoras y las dedicadas al comercio de instrumentos.

Por no figurar en los catálogos españoles consideramos que podría ser interesante llamar la atención sobre los molinetes Price que emplea casi exclusivamente el servicio hidrográfico del Gobierno federal de los Estados Unidos, y que reúne condiciones propias para las corrientes de grandes y medianos caudales, pues existen varios modelos. Tienen además estos molinetes á su favor la circunstancia de haber sido objeto de estudios interesantísimos que han de facilitar su acertado uso á los que por primera vez los empleen.

Otro molinete perfeccionado, sobre el que nos permitimos llamar muy especialmente la atención de los Ingenieros dedicados al servicio de aforos, es el molinete sistema Ott, empleado por el servicio hidrométrico de la Confederación Suiza y que ha figurado en la Exposición celebrada el año último en Milán. El molinete es de dimensiones muy reducidas (la hélice de tres hojas no tiene más que 55 milímetros de diámetro), lo que, apar-

te de la facilidad del transporte, permite su empleo en las corrientes de corto caudal. El mecanismo, encerrado en una caja de paredes delgadas, situada entre la hélice y el timón ó paleta de orientación, se suspende de una pértiga graduada que se apoya fuertemente en el lecho del cauce en forma análoga á la usada en otros instrumentos de esta clase. Las vueltas de la hélice son cortadas por medio de un registrador eléctrico; para ello, el eje de aquélla lleva un tornillo sin fin que engrana en una rueda dentada, la que establece en cada vuelta uno ó varios contactos eléctricos entre dos piezas metálicas aisladas que forman parte de un circuito. Una disposición especial permite conocer las corrientes retrógradas que existen en los remolinos, aun cuando, como es sabido, debe unirse para practicar los aforos de las secciones en que éstos se presentan.

El molinete Ott actualmente usado ha sido objeto de varios perfeccionamientos que en él ha introducido Mr. Epper, Jefe del Centro hidrométrico de Suiza.

Los créditos disponibles en España para la adquisición de esta clase de instrumentos son reducidos en extremo; esto impone la necesidad de que se empleen todos los años y de estudiar con todo interés los tipos más útiles y convenientes que hayan de adquirirse.—J. N.

Entre las grandes ciudades de los Estados Unidos, Nueva York ocupa el primer lugar en el consumo de carbón. Dicha ciudad hace un consumo anual de 11 millones y medio de toneladas, mientras que Chicago sólo consume 7 millones y medio de toneladas. Nueva York consume 2,87 toneladas por habitante; Chicago, 3,68 toneladas; Cleveland, 5 toneladas; Boston, 6,2 toneladas; San Luis, 6,95 toneladas, y Cincinnati, 7,54 toneladas por año y habitante, resultando un término medio para estas seis ciudades de 4,07 toneladas. El consumo de gas por habitante alcanza la cifra de 249 metros cúbicos en Nueva York, 168 metros cúbicos en Chicago, 158 metros cúbicos en San Luis, 145 metros cúbicos en Boston, 91 metros cúbicos en Cleveland y 146,5 metros cúbicos por habitante en Cincinnati. El 72 por 100 del carbón que se quema en Nueva York es antracita; en cambio la antracita que se quema en Chicago sólo llega al 17 por 100. Boston quema un 45 por 100 de antracita y Cincinnati sólo un 1 por 100. El consumo relativamente bajo de carbón en Nueva York, comparado con el enorme consumo de gas, parece debe atribuirse á la aglomeración de la población en grandes casas, cuya calefacción se hace con un solo foco de calor, empleándose mucho el gas en las cocinas y demás usos domésticos.—H.

LAS TURBINAS DE VAPOR Y LAS CENTRALES ELÉCTRICAS

(CONCLUSIÓN)

En la turbina de Laval, en ensayos hechos con una turbina de 100 caballos efectivos de potencia, se obtuvo un consumo medio de servicio, comprendiendo en él todas las pérdidas, de 7 á 14 kilogramos de vapor por caballo-hora efectivo. La economía debida al recalentamiento ha llegado hasta el 30 por 100.

El tipo Parsons es del que mejor se han estudiado los resultados económicos, y uno de los tipos más apropiados para las grandes centrales. Sin embargo, la turbina Curtis parece tener una gran superioridad sobre las demás en lo referente al consumo, especialmente á partir de 500 kilovatios. Aunque faltan datos precisos y numerosos, algunos especialistas han afirmado que los ensayos prácticos realizados hasta ahora permitían esperar para unidades de 2.000 kilovatios un consumo de carbón inferior á 720 gramos por kilovatio-hora.

En Rugby y en Berlín se han hecho experimentos muy precisos sobre una turbina Curtis de 600 kilovatios. Los resultados han sido magníficos. Si la práctica confirma estos resultados, la turbina Curtis aventajará á todas las otras por la economía de vapor y por el poco sitio ocupado. Esta turbina permite obtener, con dimensiones muy reducidas, velocidades relativamente pequeñas, mientras que el camino recorrido por el vapor es muy largo.

Los resultados económicos de la turbina en cuanto á consumo de vapor, son actualmente mejores que los de las máquinas de vapor ordinarias de tipo corriente. Sin embargo, en comparación con las máquinas de constructores de fama, como algunos especialistas belgas y suizos, hay que reconocer la inferioridad de las turbinas por los resultados obtenidos en los ensayos. Téngase presente, sin embargo, que los excelentes resultados que dan los ensayos en cuanto al consumo sólo se obtienen cuando todas las condiciones son inmejorables.

Es discutible si en la práctica de las centrales se podrán reunir siempre todas estas condiciones; pero de todos modos la alta presión y el gran recalentamiento son condiciones inevitablemente necesarias, tanto para las turbinas de vapor como para las máquinas de pistón de consumo económico. Actualmente una máquina con pistones válvulas puede luchar ventajosamente contra la turbina Curtis únicamente en cuanto al consumo de vapor; este caso se presenta especialmente en las máquinas Van den Kerkhove, que para unidades de 600 caballos efectivos llegan á consumir únicamente 4 kilogramos de vapor por caballo indicado. Pero estas máquinas son muy caras y su buen rendimiento se altera con facilidad.

Las turbinas son especialmente interesantes para la marcha forzada, puesto que su aptitud especial para ella, la ausencia de vibraciones cuando funcionan de esta manera y la elasticidad del motor, que es mayor que la del generador, permiten gran variación de marcha conservando el consumo económico. Esta es una superioridad incontestable para las turbinas, tanto si se emplean en instalaciones de luz como en centrales de tranvías, y lo será todavía más si la práctica demuestra, como lo hace prever la teoría, que la turbina puede resistir fácilmente una marcha forzada de gran duración.

La turbina es á plena carga francamente más económica que la máquina de pistón, lo mismo en cuanto al precio de compra que en cuanto al consumo. Por consiguiente, la turbina es más ventajosa que la máquina de vapor para una central de tranvías interurbanos ó metropolitanos, aun suponiendo que en el servicio á pequeña carga resulte algo menos económica. Algunas unidades importantes harán el servicio de la carga ordinaria; unidades más pequeñas producirán el suplemento necesario los domingos, y, por último, una unidad más pequeña todavía asegurará los servicios interiores, los servicios de noche y la excitación. Este plan puede realizarse muy económicamente con turbinas de vapor. Al contrario, en una central destinada exclusivamente al alumbrado, la mayor parte del servicio se efectuará á menos de cuarto de plena carga, y para este caso, á poco que se examine el asunto se ha de reconocer la ventaja de las máquinas de pistón en cuanto al consumo.

La división de la potencia en un gran número de unidades iguales permitiría ir retirando del servicio unidades á medida que disminuyese la carga, pero en cambio aumentaría de una manera considerable los gastos de instalación y el consumo sería también muy grande. Mejor sería seguramente en una central de alumbrado instalar una turbina destinada á hacer el servicio en carga completa durante las pocas horas que el consumo lo exige, y efectuar los largos servicios á poca carga con máquinas de pistón. Esta solución es la que se ha adoptado en Milán y en Elberfeld. Por último, en las centrales de servicio mixto que deben tener sus máquinas motrices constituidas por unidades muy diferentes y dispuestas de manera que sus potencias estén en relación de 1 : 2 : 4 : etc., tiene muchas ventajas el empleo de las turbinas para las unidades grandes.

En resumen, en cuanto al consumo la turbina no aventaja á las mejores máquinas de pistón, pero sobrepuja fácilmente á la inmensa mayoría de las otras; además, hay que estudiar los casos en que conviene emplearla, según el carácter comercial de la central que se ha de accionar.

No tiene interés comparar las turbinas de vapor con los motores de gas de alumbrado, por el elevado precio á que resulta este combustible. En cuanto al gas pobre, hay que distinguir entre los motores alimentados por gasógeno y los alimentados por gas de altos hornos.

La turbina más económica consume 700 gramos de combustible ordinario por kilovatio; el motor de gas de gasógeno de gran potencia debe producir 1 kilovatio con 600 gramos de antracita. Esta diferencia de consumo es sobradamente compensada por el precio de compra de los aparatos, y por la renovación y conservación que exige el desgaste rápido de los aros del pistón y del cilindro. Por otra parte, como el motor de gas no hace más que una carrera útil por cada cuatro, pesa á igualdad de potencia, más que una máquina de vapor, mientras que la turbina más pesada, pesa $\frac{1}{12}$ de lo que pesa un motor de gas.

Por lo tanto, teóricamente el precio de un motor de gas deberá ser más elevado.

Por otra parte, toda regularidad y funcionamiento económico del conjunto depende de la conducción de la caldera que inyecta el vapor de agua, que se ha de descomponer para dejar el hidrógeno en libertad, y de la combinación del oxígeno con el carbón incandescente para formar óxido de carbono. Los motores de gas, como son en realidad máquinas de choque, son de conservación difícil, y la menor avería que se produce representa reparaciones costosas y paros muy perjudiciales para una explotación eléctrica. La necesidad de tener reservas importantes obliga á exagerar el capital de instalación de las centrales instaladas con este motor.

En cuanto á los gastos de explotación, la economía que resulta del engrase y de no ser necesaria la renovación de los aros de pistón y el torneado interior del cilindro, compensan en parte la diferencia teórica de los 100 gramos de carbón en el consumo. Muchas veces los gastos que exige elevar de los pozos el agua de refrigeración de los cilindros ayudan aún á disminuir esta diferencia.

En resumen, los motores de gas de gasógeno actuales están lejos de poder ser comparados con las turbinas ó con las máquinas de vapor, especialmente en cuanto á la seguridad del servicio práctico de las Centrales.

Queda el motor de gas de altos hornos, al cual, exceptuando la turbina hidráulica alimentada por un salto natural, es imposible comparar ningún otro motor en cuanto á los gastos directos de consumo.

Pero en cuanto á su aplicación á centrales de luz eléctrica y tracción para servicios públicos, ya es diferente. En primer lugar, este subproducto sin valor tiene realmente algún valor; cuesta de recoger, de conducir y de purificar, y además se emplea por lo general en la misma fábrica como combustible, y aunque se haya demostrado teóricamente que es más ventajoso utilizarlo para obtener potencia mecánica que quemarlo en calderas de vapor, habria que estudiar si su empleo, aunque fuese para obtener corriente eléctrica, no sería mucho más útil en el funcionamiento del mismo alto horno y de sus accesorios que en un servicio exterior, independiente del sistema industrial y económico del alto horno.

Por otra parte, sería imprudente basar un servicio público cualquiera de alumbrado, fuerza motriz ó tracción, en el empleo de un combustible producido en cantidad mayor ó menor, con cualidades físicas y químicas muy variables, y que depende de una instalación industrial de marcha irregular, cuyas fluctuaciones de producción son completamente independientes de las condiciones orgánicas que exigen mayor ó menor potencia en la central. Raros serían los casos en que fuese posible esta asociación.

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^m,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-