

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS. CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL PARA EL ENSAYO DE MATERIALES ⁽¹⁾

CONGRESO DE COPENHAGUE

Septiembre 1909.

Aparato para los ensayos de dureza.

MM. A. Martens y E. Heyn presentaron una Memoria titulada «Aparato sencillo para los ensayos de dureza con bola».

El aparato, que es del tipo «Martens» y ha sido construido por Mr. L. Schopper, Leipzig, está constituido por una prensa hidráulica con los elementos necesarios para medir la profundidad de la huella, siendo su aspecto general parecido al de una prensa para forjar con el yunque móvil en sentido vertical; funciona perfectamente con el agua de la red de distribución de una ciudad, cuya presión se lee en un manómetro. La profundidad de la huella se mide en función de la altura de una columna de mercurio calibrada previamente con un tornillo micrométrico. En la Memoria figuran un fotograbado del aparato, dos secciones, dos diagramas y un cuadro con los resultados de los ensayos hechos con 21 metales, desde el estaño hasta el acero muy duro, terminando con un resumen de las ventajas de aquél y del método seguido por los autores para obtener coeficientes de dureza de tanta confianza como los deducidos por Brinell y otros experimentadores.

El Doctor E. Meyer dice que los autores de la Memoria han acentuado el inconveniente principal del método de Brinell, la variación del coeficiente de dureza con la presión, por virtud del cual es preciso considerar una curva y no un punto aislado, y que, no obstante esta circunstancia, el procedimiento de aquéllos es tan arbitrario como el último.

Mr. Retjö es de la misma opinión, y Mr. Heyn le contesta que no ha comprendido bien este punto y hace referencia á las curvas de su trabajo.

Mr. Hyn anuncia el fallecimiento de Mr. Sorby, fundador de la metalografía, asociándose todos los congresistas al sentimiento por tal pérdida.

El Congreso acepta la siguiente proposición: «El Congre-

so ruega al Consejo que disponga que en el próximo Congreso, además de la cuestión de la determinación de la dureza por los ensayos de presión con bola y con cono, se estudien los ensayos uniformes relativos á la resistencia de los materiales al desgaste, considerando la conveniencia de confiar á una Comisión especial los trabajos correspondientes.»

Resistencia mecánica del hierro fundido.

Los hermanos MM. Sulzer, de Winterthur, presentaron una Nota sobre la influencia que en las resistencias del hierro fundido tiene la procedencia de las probetas, las cuales son mucho mayores cuando éstas se funden directamente que cuando se preparan de piezas terminadas. Las dos series de ensayos que se consignan en la Nota han tenido por objeto estudiar la acción que el enfriamiento lento ejerce sobre la calidad del grano ó sobre la resistencia de la fundición, así como la parte que en estos elementos corresponde al espesor del metal. Se sabe, desde hace tiempo, que si con el mismo caldo se funden dos piezas, una maciza y otra hueca y ambas con el mismo espesor, la primera tendrá el grano más fino que la segunda; será, por lo tanto, más dura; las diferencias entre la calidad del grano son tanto mayores cuanto menor es el espesor; para un mismo valor de éste, el hierro fundido es basto, es decir, de grano grueso cuando constituye piezas huecas, y de grano fino cuando forma llantas ó barras delgadas.

Los ensayos de la serie I se hicieron con la fundición que se emplea en las piezas que han de sufrir grandes presiones (tuberías para vapor, elementos de máquinas de gran resistencia), y las de la serie II con la que se usa para las obras corrientes de ingeniería. Las probetas independientes y las sacadas de cilindros ó prismas huecos estaban constituidas con metal procedente de la misma colada. Los moldes se ennegrecieron y secaron con todo cuidado, colocando en posición inclinada los de piezas con sección rectangular y verticalmente los de barras y los de grandes dimensiones. Las barras, llantas y cilindros ó prismas huecos se enfriaron en los moldes.

Los resultados de los ensayos se consignan en un estado al final de la Nota, y de ellos se deduce que las probetas circulares tienen mayores resistencias á la tracción y á la flexión que las rectangulares, siendo más favorables las co-

(1) Véase el núm. 1.776.

respondientes á las probetas independientes que las de las sacadas de otras piezas. En general, la resistencia específica de las probetas de sección rectangular ó circular y de las cortadas de placas crece cuando la sección disminuye, excepto cuando aquéllas proceden de prismas huecos, en cuyo caso dicha resistencia es constante. Los resultados de los ensayos por choque demuestran que las resistencias y las flexiones son más pequeñas en las probetas independientes que en las sacadas de otras piezas.

Las placas se enfrían más lentamente que las barras, razón por la cual el metal resultante es más dulce, más flexible y más resistente al choque, pero menos á la tracción, flexión y compresión, circunstancias que se acentúan en los prismas huecos, que se enfrían aún más lentamente.

Mr. R. Moldenke, de Watchung, N. J., dice que para apreciar lo mejor posible el valor de una fundición hay que cortar de ella una probeta y ensayarla. Cuando el espesor es variable, no hay medio de ensayar toda la pieza, como no sea rompiéndola por completo. La probeta da indicaciones sobre el valor del metal exclusivamente, y el fundidor ha de emplear su arte en forma tal, que obtenga la fundición más perfecta. Alemania y los Estados Unidos trabajan de común acuerdo sobre esta cuestión, están ya conformes en lo relativo á la longitud de las barras, y pronto lo estarán en los pliegos de condiciones para tubos. La clasificación antigua se ha abandonado, fundando actualmente en el análisis las investigaciones que se emprenden.

Mr. Geiner cree que la cuestión del hierro fundido se considera desde un punto de vista equivocado y que la longitud de las probetas no tiene importancia. En las fundiciones se desarrollan esfuerzos muy distintos por lo que se refiere á su naturaleza y á su importancia, puesto que el trabajo del moldeador tiene una influencia preponderante sobre la calidad del producto obtenido. No conduce á nada práctico el saber si una probeta ha dado mucha ó poca resistencia, mucho ó poco alargamiento, etc. Los cilindros de los motores de gas, por ejemplo, hay que construirlos con el mejor hierro de Suecia, y aun así no hay seguridad completa de que resistan los choques tan intensos que han de sufrir. La dificultad no estriba en encontrar un hierro fundido que satisfaga las condiciones exigidas, sino en producir piezas fundidas que resistan el trabajo para que se destinan. El problema real y efectivo consiste en llegar á poder averiguar si una fuerza fundida resistirá ó se romperá.

Mr. Moldenke se muestra conforme con Mr. Geiner, y dice que el hierro fundido es una mezcla mecánica de acero con varias impurezas; las probetas, una vez ensayadas, indicarán la clase de metal disponible, y si es aceptable, con buenos fundidores y moldeadores, resultarán piezas de excelentes condiciones. De otra manera no habría más solución que ensayar éstas hasta su rotura.

Mr. Geiner no participa de esta idea, y dice que se pueden obtener excelentes fundiciones, con lo que, según los análisis, sería un mal hierro fundido.

Hierro fundido.

La Subcomisión 1 A presentó al Congreso un resumen comparativo de los pliegos de condiciones de Alemania y de los Estados Unidos para el hierro fundido, para los tubos, para el lingote, para los cilindros de las locomotoras y para la fundición gris.

Refiriéndose á esta Memoria, Mr. W. R. Webster, de

Filadelfia, manifiesta que la Subcomisión 1 A ha realizado el trabajo que se la encomendó, condensando los pliegos de condiciones antes citados. Cree que podría resultar más perfecta una clasificación de las fundiciones tomando por base los análisis químicos que los resultados de los ensayos mecánicos, haciendo presente que la Subcomisión desea que el Congreso la autorice para hacer una investigación sobre el grado en que los ensayos químicos pueden sustituir á los mecánicos, estudiando el estado de esta cuestión en todos los países.

Mr. Moldenke apoya el deseo de la Subcomisión, manifestando además que la recepción del lingote por el resultado de los ensayos mecánicos está en decadencia, mientras que cada día tienen más aceptación los químicos.

Se reconoce, finalmente, que la proposición de Mr. A. Martens (1) comprende el trabajo de la Subcomisión del Hierro fundido, la cual, por lo tanto, continuará sus investigaciones y presentará una Memoria en el Congreso próximo.

Lingote de hierro.

Sobre este asunto la Sección aceptó la siguiente proposición: «Con objeto de definir la calidad del lingote de hierro con más exactitud que la obtenida con los resultados de los ensayos mecánicos, el Congreso recomienda que la Subcomisión 1 A haga una investigación de carácter internacional sobre la superioridad que pueden tener los ensayos químicos sobre los mecánicos, y que se la autorice para tomar las medidas necesarias para realizar su cometido.»

Influencia de la temperatura sobre las propiedades mecánicas de los metales.

La Memoria que lleva este título no se leyó, porque su autor, Mr. M. Budeloff, estaba ausente. Se tratará de ella más adelante.

Utilización de las propiedades magnéticas y eléctricas de los materiales en la manera de hacer sus ensayos mecánicos.

En la Memoria que sobre este asunto han presentado Mr. A. Grünht y el Dr. Wahn, de Viena, hacen referencia en primer lugar á los procedimientos de ensayos propuestos en el Congreso de Budapest por el Dr. Von Hoor, el cual sostenía que las modificaciones que sufrían las curvas de magnetismo, permeabilidad, histeresis, magnetismo remanente, fuerza coercitiva y conductibilidad eléctrica de los materiales por efecto de las acciones mecánicas á que se les sometía, constituirían elementos suficientes para formar juicio sobre sus propiedades. También mencionan los autores los trabajos de Mr. L. Fraichet.

Las investigaciones de los mismos han demostrado el carácter múltiple de los fenómenos en cuestión y la imposibilidad de deducir de los elementos disponibles relaciones exactas entre las propiedades físicas que han de guiar los ensayos mecánicos. Hicieron multitud de experimentos con objeto de estudiar la influencia de la tensión, compresión y torsión elásticas, sobre las curvas de magnetismo del hierro y del acero, sometiendo las probetas á fuerzas exteriores mientras se ejercían las acciones magnéticas, sin llegar á

(1) Véase el núm. 1.776, pág. 474.

obtener resultados claros y terminantes. Con imantaciones débiles, éstas aumentan con las tensiones, disminuyendo, por el contrario, cuando son fuertes; en las curvas influye la historia del hierro, es decir, el haber estado ó no sometido á fuerzas antes de la imantación. Las compresiones producen efectos opuestos á los de las tensiones. En el proceso de la imantación no deja de tener su importancia la forma en que se aplican las cargas. Las tensiones influyen sobre el magnetismo temporal y sobre el remanente en forma algo complicada, porque depende de las imantaciones anteriores.

Efectos análogos se producen cuando las probetas se someten á ciclos de torsión durante la imantación.

Hicieron un gran número de medidas para deducir la influencia que las fuerzas magnéticas ejercen sobre las constantes elásticas de hierro y del acero, llegando á una sola consecuencia, á la de que aumentando la imantación el coeficiente de elasticidad por tensión y torsión crece muy rápidamente al principio y más lentamente después, análogamente á lo que sucede con los cambios de permeabilidad; las variaciones de aquel coeficiente no son, sin embargo, muy grandes.

Por regla general, el magnetismo temporal crece con la temperatura, primero rápidamente y lentamente después, hasta su máximo para decrecer en seguida bastante de prisa; con el enfriamiento, la imantación reaparece, llega al máximo y decrece hasta su valor primitivo si continúa el descenso de temperatura. Existe, por lo tanto, para cada intensidad de imantación una temperatura crítica, para la cual aquélla alcanza un máximo y para cada temperatura una imantación crítica. El magnetismo remanente disminuye con la elevación de temperatura y llega á desaparecer si ésta es bastante elevada.

Hay que distinguir entre el primer calentamiento y los subsiguientes; éstos tienen una influencia reversible, mientras que aquél no, siempre que la temperatura máxima no pase de cierto límite. El recocido al rojo en ciclos repetidos produce la desaparición del magnetismo remanente, constituyendo un excelente procedimiento de desimantación.

Los autores de la Memoria llegan á la conclusión de que las relaciones entre los diferentes fenómenos considerados, no es bastante uniforme y constante para poder deducir las propiedades físicas de un material de ensayos magnéticos.

Mr. Guillet opina que es necesario continuar las investigaciones emprendidas y menciona los trabajos realizados durante el año último por Mr. Le Chatelier en su Laboratorio de Sorbona sobre la relación entre las propiedades eléctricas y mecánicas. Propone que se nombre una Comisión que estudie si será posible obtener resultados prácticos con la medida de resistencias, procedimiento más rápido y seguro que los ensayos mecánicos, sobre todo cuando se trata de aceros especiales. La proposición fué aprobada.

El ferromagnetismo y el estudio de los metales y aleaciones.

La Memoria que lleva este título fué presentada por el Profesor P. Weiss, de Zurich, no siendo posible hacer un extracto de ella sin ayuda de diagramas. El autor pasa revista á los trabajos anteriores sobre este asunto, estudia las transformaciones que tienen lugar con diferentes intensidades de imantación, particularmente con relación al hierro y á las aleaciones de níquel y de hierro y carbón.

Gotas de escoria en el acero.

La Memoria así titulada fué leída por su autor, Mr. Walter Rosenhain, de Theddington (Inglaterra). Su objeto principal es llamar la atención sobre la importancia del estudio completo y profundo de la influencia que sobre la resistencia del acero ejerce la presencia en su masa de numerosas manchas de cuerpos extraños que pueden denominarse, de una manera general, «gotas de escorias», las cuales se pueden observar con mucha facilidad mediante el estudio micrográfico del metal, cuyo examen se hará sobre secciones paralelas á la dirección general de los alargamientos cuando se trate de piezas forjadas ó laminadas. El autor acompaña reproducciones del aspecto microscópico de algunas formas características de las «gotas de escorias», obtenidas de objetos metálicos rotos por el número excesivo de éstas.

El doble aspecto de las gotas de escoria en el acero se atribuía á que estaban constituídas por sulfuro de manganeso embebido en silicato de manganeso; sin embargo, el autor de la Memoria ha tenido ocasión de observar gotas de aquel carácter, ninguno de cuyos constituyentes era soluble en los ácidos.

La comparación de dichas gotas con las típicas del hierro dulce conduce á resultados interesantes, pues este metal, aunque prácticamente no tiene manganeso, posee una gran cantidad de sustancias extrañas, que frecuentemente presentan una estructura de doble carácter; en este caso, aunque puede existir el sulfuro de hierro, es más probable que las constituyentes sean dos silicatos diferentes, ó dos óxidos de hierro. Un estudio más completo de estas impurezas es evidentemente necesario; el conocimiento actual sobre su naturaleza depende principalmente de los análisis químicos de los residuos obtenidos después de la disolución selectiva del metal, y es bien sabido que los resultados obtenidos siguiendo este camino no son de absoluta confianza.

Según Mr. Stead, las «gotas de escoria» del acero son debidas á que durante la fusión absorbe oxígeno, el cual se combina con el manganeso y el silicio formando silicatos, mientras que el azufre del acero se combina con el manganeso en la forma demostrada por el Profesor Arnold. Para evitar la formación de estas «gotas de escoria» no se conoce otro procedimiento que el que consiste en dejar en reposo el metal fundido bastante tiempo después de agregarle el manganeso, para que el sulfuro se eleve á la superficie, lo cual tarda en verificarse más de lo que á primera vista parece, dada la diferencia de densidades.

La reparación absoluta del acero y del aire mientras aquél está fundido, evitaría radicalmente la formación de los silicatos de Mr. Stead, solución que en la práctica es irrealizable. Mr. Rosenhain añade que el acero puede contaminarse con impurezas silíceas por otras causas, entre las cuales figura como muy probable la reparación incompleta del metal y la escoria en el horno ó en el convertidor; la ebullición activa del acero favorece su mezcla con aquella sustancia, sobre todo con las partículas pequeñas, razón por la cual la separación de uno y otra es más lenta de lo que pudiera parecer. Por otra parte, desde que el metal fundido sale del horno hasta que llega á las lingoteras tiene muchas ocasiones para adquirir impurezas silíceas. No debe sorprender, por lo tanto, la frecuencia con que los aceros contienen «gotas de escoria», razón por la cual cada día es más necesario estudiar su formación y constitución.

Existe una diferencia notable y vital entre la acción de la escoria en el hierro dulce y en el acero: el primero es sumamente dúctil y mucho menos sensible á las acciones mecánicas exteriores que el acero, el cual á su vez es más tenaz; en éste las sustancias extrañas tienen tendencia á reunirse en las regiones ó bandas de ferritas; pero si se alojan en la perlita, que es más dura, se ponen en contacto con un cuerpo de condiciones elásticas muy diferentes, lo cual sólo puede dar lugar á inconvenientes.

Mr. Guillet manifiesta que la cuestión de las gotas de escoria tiene una importancia excepcional por lo que modifican las propiedades mecánicas de los metales, y cita como ejemplo lo sucedido entre un taller francés y un cliente extranjero con motivo de la adquisición de unas planchas: los ensayos demostraron que su resistencia á la tracción era 42 kilogramos por mm^2 , y el alargamiento el 20 por 100, según lo convenido, razón por la cual fueron recibidas. Al trabajarlas se observó que se producían numerosas grietas; los ensayos al choque que entonces se hicieron con probetas con entalladuras sacadas de las planchas sin trabajar y después de trabajadas dieron constantemente resultados deplorables. Reconocido detenidamente el metal se comprobó que poseía numerosas «gotas de escoria», de las cuales partían las grietas. De haber ensayado las planchas al choque en el taller no se hubieran recibido. Mr. Guillet recomienda que se continúe estudiando esta cuestión con todo interés.

Mr. Stead confirma las ideas que se atribuyen en la Memoria, insistiendo en que hay que evitar en lo posible el acero del aire sobre el acero fundido.

Mr. Segré, Ingeniero de los ferrocarriles del Estado en Italia, hace referencia á la corrosión de las placas de las calderas de las locomotoras producida por las «gotas de escoria», y ofrece enviar á la Comisión sus estudios sobre el particular. También dice que en los ferrocarriles italianos se emplea mucho el método de Brinell para comprobar constantemente la dureza de los carriles de la vía.

El Congreso toma nota de la cuestión tan importante que ha tratado Mr. Rosenhain en su Memoria, recomienda los estudios sobre ella y el nombramiento de una Comisión que investigue la influencia de las gotas de escoria sobre la calidad de los metales.

Visitas.

El jueves 9 por la tarde los congresistas visitaron el arsenal y taller de construcción de máquinas de MM. Burmeister y Wais, el castillo Christianborg en construcción, la Academia Politécnica, el Laboratorio del Estado y las obras del ferrocarril del Estado.— Ω .

(Se continuará.)

CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

Riegos con aguas subterráneas.

Elemento indispensable en las operaciones que requiere la conservación del firme de las carreteras es el agua. Si las lluvias faltan, escasean ó se retrasan demasiado, hay que buscar este líquido donde se encuentre, y aunque el riego

resulte bastante caro, se presenta el dilema de abandonar las vías ó conservarlas debidamente. Además, el tránsito por ellas puede ser tan importante que no permita esperar, para el empleo de la piedra, á la época de las lluvias; en este caso, cuando las corrientes superficiales no se encuentran á conveniente distancia, pudiera resultar más económico el alumbramiento de las aguas subterráneas.

Tales consideraciones nos sugiere la lectura de un interesante artículo del distinguido Ingeniero de Caminos Don Francisco Terán, publicado en el número anterior de esta REVISTA, en el que al tratar de las operaciones de consolidación del firme, se expone incidentalmente la necesidad de recurrir á los riegos, bien tomando el agua de las corrientes naturales, bien de pozos dentro de las zonas contiguas á las carreteras.

Unimos nuestra modesta opinión á la del ilustrado autor del mencionado trabajo.

En gran número de casos el alumbramiento pudiera realizarse con pozos ordinarios; otras veces serían preferibles los pozos abisinios por la rapidez de su construcción, y cuando existen capas acuíferas á pequeña profundidad los pozos artesianos suministrarán con relativa economía caudales que pudieran aplicarse á las operaciones de consolidación del firme, al riego en las avenidas muy frecuentadas de las grandes poblaciones para evitar las molestias del polvo y al sostenimiento del arbolado.

Aun cuando la construcción de los pozos artesianos será, en general más costosa que la de los ordinarios y abisinios, en cambio no exigirá ningún gasto para la elevación del agua.

La elección de cualquiera de los sistemas de pozos que acabamos de mencionar dependerá del precio á que resulte el agua en los puntos de empleo.

En Barcelona y Valencia se encuentran numerosos pozos abisinios.

Se han construido pozos artesianos con buen resultado en las provincias de Albacete, Alicante, Almería, Barcelona, Burgos, Castellón, Cuenca, Gerona, Huelva, Jaén, León, Logroño, Madrid, Málaga, Murcia, Palencia, Tarragona, Toledo, Valencia, Valladolid, Zamora y Zaragoza.

La posición de estas provincias en nuestro territorio indica que las cuencas de los ríos Duero, Tajo y Ebro, así como las de muchos de sus afluentes, son artesianas, y que también es artesiana la semicuena representada por todo el litoral del Mediterráneo y por la costa meridional que bana el Atlántico.

Es posible y aun probable que la zona artesiana se extienda á otras provincias que reúnen análogas condiciones orográficas y geológicas á las de las arriba enumeradas.

La construcción de los pozos artesianos en nuestra Península ofrece dos particularidades dignas de mención; la primera consiste en que los terrenos donde se han abierto pertenecen á los períodos diluvial y mioceno, y la segunda, en que los mayores éxitos se han conseguido practicando las perforaciones en puntos bajos y cercanos á los cauces de los ríos.

No se limitarían las ventajas de los pozos artesianos en las carreteras, á auxiliar las operaciones de consolidación del firme, á evitar las molestias del polvo y al riego del arbolado, sino que contribuiría también á abastecer de agua potable á los pueblos próximos que carecieran de tan indispensable líquido.

Si á todo lo expuesto se agrega que cada alumbramiento