

peso aumentaba rápidamente después que se llegaba á la temperatura de  $550^{\circ}$  C.

Se puede decir, en virtud de estos ensayos, de una manera general, que la pérdida de peso y la pérdida de resistencia van casi siempre juntas, excepto cuando la temperatura máxima no es superior á  $300^{\circ}$ . El más rápido decrecimiento de resistencia se produce á una temperatura más baja que el decrecimiento rápido del peso. Este hecho parece que es debido á que el calor destruye la cohesión de los componentes antes que pueda expulsar los productos de la combustión.

La gran pérdida de resistencia y de peso que se produce entre  $200$  y  $350^{\circ}$  es debida á la combustión de las materias orgánicas contenidas en el amianto.

Se han hecho ensayos con ramales calentados en un horno al mismo tiempo que se les sometía á la tensión, elevándose la temperatura hasta que se producía la rotura. En la primera serie de experimentos el ramal estaba cargado de un peso de 30 kilogramos y se rompió cuando la temperatura llegó á  $650^{\circ}$  C.

El mismo ramal en frío dió una resistencia de 70,5 y, calentado y después enfriado, una de 39 kilogramos.

Se realizaron ensayos adicionales con el objeto de investigar la acción de calentamientos repetidos seguidos de enfriamientos en el agua. Se llevaron en primer lugar varias muestras, tres veces á la temperatura de  $400^{\circ}$ , enfriándolas después dos veces y cargándolas en seguida hasta la rotura. Se hizo constar así que las repeticiones del calentamiento tenían poco efecto sobre la resistencia. A título de comparación se procedió á pruebas acerca del efecto de la temperatura sobre la resistencia de las cuerdas, y se obtuvieron los resultados que se consignan en el cuadro siguiente:

| Temperatura del calentamiento | Carga de rotura. | Disminución de resistencia. |
|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
|                               | Kilogramos       | Por 100.                    |
| $140^{\circ}$ C.....          | 119              | 15                          |
| — — $210^{\circ}$ C.....      | 29,6             | 81,5                        |

En resumen, la experiencia indica que las cuerdas de amianto del género de las que han sido sometidas á las pruebas referidas son susceptibles de dar buenos resultados como medio de salvación en los incendios. Cuerdas de amianto con ánima de acero tendrían más resistencia, pero el amianto no desempeñaría en este caso más que el papel de aislador para el cual no parece muy propio porque esta materia viene á ser muy frágil á la temperatura de  $600^{\circ}$  C.

### Aparatos para medir las corrientes y las oscilaciones eléctricas de alta frecuencia.

Se ha reconocido que, para las corrientes de alta frecuencia, los efectos térmicos son susceptibles de proporcionar medios de medida más ventajosos que los efectos electromagnéticos electrodinámicos ó electrostáticos.

En una Memoria leída ante la Physical Society de Londres y publicada en parte por el *Electrician*, Mr. I. Williams presenta dos nuevos aparatos que pueden servir para medir corrientes y oscilaciones eléctricas por el método térmico, pero cuya aplicación es nueva. Vamos á describir estos aparatos, resumiendo el artículo que, refiriéndose á la Revista citada, publica *Le Génie Civil* del 14 de septiembre último.

Las características del primero de los dos aparatos presentados por Mr. Williams recuerdan las de un electrómetro y su funcionamiento se explica por las acciones puestas en evidencia en 1875 en los experimentos debidos á Crookes y que han venido á ser clásicos desde entonces con radiometría, á saber; la división, por la acción del calor desarrollado por la corriente en un cuerpo conductor, de una laminilla de mica fijada á una suspensión sensible en una atmósfera cuya densidad se mantiene constante.

Estos elementos se encuentran reunidos en un aparato re-

presentado en la figura 1.<sup>a</sup> La atmósfera en la cual debe moverse la laminilla móvil está limitada por el fondo y las paredes del cuerpo cilíndrico de metal  $ABCD$ , en el cual la tubería  $P$  permite hacer un vacío más ó menos grande.

Esta cámara cilíndrica se abre en la parte superior por dos tuberías  $E$  y  $F$ , que sirven, respectivamente, para fijar el sistema móvil para el tubo  $E$  y para establecer el cuerpo conductor que lleva la corriente que se ha de medir para el tubo  $F$ . Cada una de las dos tuberías  $E$  y  $F$  presentan una embocadura convenientemente ensanchada y á cada una de ellas se une una prolongación tubular de junta cuidadosamente dispuesta. El tubo  $H$  se representa solo, sin el radiador que lleva la corriente que se ha de medir ni los hilos de llegada de esta corriente al interior de la cámara. La suspensión del sistema móvil se asegura por medio de un tapón sellado  $W$ , de una varilla  $ST$  y de un hilo tenso  $RS$ . El sistema móvil está compuesto de varios elementos que se equilibran: primero la laminilla  $Q$  suspendida al sistema por la rama horizontal  $MN$  formada de un filamento de vidrio

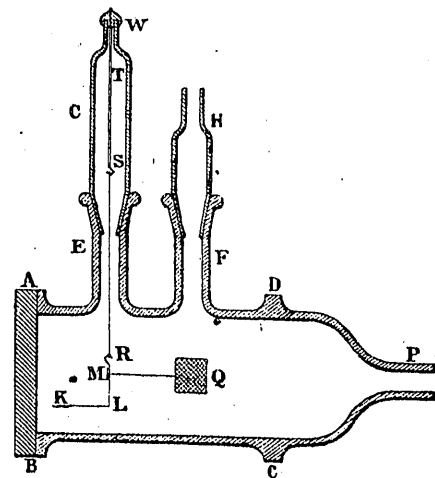


Fig. 1.<sup>a</sup>

capilar; después, por el otro lado, por el amortiguador  $K$  suspendido del mismo por medio del filamento capilar de vidrio  $KL$ , y, en fin, el espejo  $M$ , cuyo eje coincide con el de la suspensión y que por sus desviaciones alrededor de este eje vertical permite medir las desviaciones de la aleta  $Q$ .

Esta aleta es de forma rectangular y está constituida por una hoja de mica muy delgada; en los ensayos relatados por Mr. Williams, la laminilla de mica era cuadrada de 20 milímetros de lado, y la cara de la aleta vuelta hacia el origen de las radiaciones estaba cubierta de negro de humo. El amortiguador  $K$  estaba formado de una delgada hoja de cobre que se movía en el campo de un imán. La placa del fondo  $AB$  estaba constituida por una lámina de vidrio de 12 á 13 milímetros de espesor. El espejo  $M$  estaba fijado sobre un hilo de aluminio  $RL$ .

El cuerpo radiante estaba compuesto de un simple hilo de platino de pequeña longitud ofreciendo una resistencia óhmica próxima á 0,9 ohmios. Las lecturas se hacían por medio de un anteojo y de una escala graduada, colocados á la distancia de 1,20 metros del espejo.

La curva de la figura 2.<sup>a</sup> representa lo que pasaba para las bajas presiones cuando se sometía el sistema móvil á la acción de una corriente de intensidad constante enviada al hilo de platino. La acción de esta corriente se traducía por una repulsión entre platino y mica que llegaba á su máximo para la presión de 0,0155 milímetros.

El fenómeno de variación era más complejo á las presiones medias y á las presiones próximas á la atmósfera.

Después de haber estudiado los cambios de sentido y de valor de la flexión según la presión, se estudiaba el funcionamiento del aparato como emperímetro ó voltímetro en las condiciones de sensibilidad máxima, es decir, á 0,014 milímetros de presión que corresponde á una desviación seis veces mayor

que la presión atmosférica. Haciendo variar la intensidad de la corriente de 0 á 50 miliamperios, se encontró que el instrumento tenía una sensibilidad media de 4,2 milímetros por variación de 5 miliamperios, sensibilidad ya notable, pero que se podía todavía aumentar de diferentes maneras que detalla la revista francesa citada.

Es conveniente envolver este aparato con una espesa capa de lana ó de algodón, ó emplear cualquier otro sistema protec-

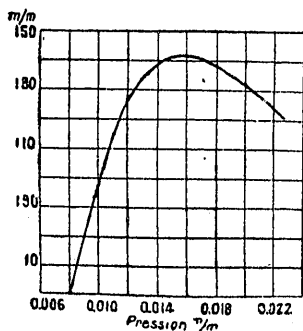


Fig. 2.ª

tor contra los orígenes de radiación susceptibles de ejercer eventualmente alguna influencia. No se deja, pues, normalmente al descubierto más que la placa del fondo *AB* á través de la cual se dirigen las visuales al espejo, ó mejor la parte de esta placa justamente necesaria para la comodidad de las lecturas.

La constitución y el funcionamiento del segundo aparato presentado por Mr. William se derivan de los trabajos proseguidos en 1879 por Mr. Osborne Reynolds, y, á diferencia del primer aparato, este instrumento se le puede comparar mejor con un electroscopio de hoja de oro que con un electrómetro.

El principio es el mismo, pero la laminilla de mica está reemplazada por una estrecha cinta de seda cuya curvatura se mide directamente por medio de un microscopio. Operando con un radiómetro constituido con arreglo á este principio, Mr. Osborne Reynolds había encontrado que, por la acción de las radiaciones de su origen exterior, presiones de 6 á 200 milímetros daban lugar á una repulsión para la cinta de seda, en tanto que presiones de 200 milímetros á una atmósfera producían, para las mismas corrientes, una atracción.

El aparato representado en la figura 3.ª está contenido comple-

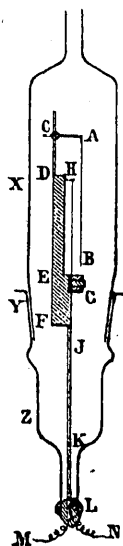


Fig. 3.ª

tamente en el tubo *X*, y en su prolongación inferior, esta última más especialmente destinada á la llegada de la corriente, al cuerpo radiante y á la suspensión de los órganos esenciales del instrumento.

Estos órganos se unen á un bloque de ebonita *DEF*, al cual están afectos el radiador, los hilos de llegada de la corriente que

le alimentan, y, en fin, la cinta de seda sobre la cual actúa. Esta cinta *AB* está suspendida de una ménsula horizontal *C* que puede resbalar libremente en el sentido longitudinal y en el perpendicular á la varilla *CD*; se le puede fijar con un tornillo.

A través del tapón *L* pasan los dos hilos *MN* aislados por medio de un tubo de cristal, y bajo dos terminales de unión yuxtapuestos en *G*, en un plano normal al de la figura 3.ª, se unen respectivamente los dos extremos de los hilos *M* y *N*, á los dos extremos del hilo calentado que pasan en *H* alrededor de una polea.

La medida de las intensidades y de las tensiones se hace con mucha precisión por medio de este aparato, y presenta sobre el instrumento descrito anteriormente la doble ventaja de una absoluta firmeza del cero y de una sensibilidad casi invariable en una amplia escala de variación de las presiones. Este último fenómeno es el que muestra la figura 4.ª, en la cual las abscisas representan las presiones en el interior del tubo, y las ordenadas, las desviaciones de la cinta de seda por la acción de una corriente de intensidad constante é igual á 0,05 de amperio. Se ve que para presiones que varían de 100 á 300 milímetros, la desviación varía muy poco. Otra serie de experimentos mostraba que, para presiones del orden de uno á algunos centímetros, el sentido de la desviación cambiaba y su valor pasaba por un máximo (próximamente de 58 á 60 centímetros), siendo la curva de estas variaciones mucho menos aplanada que la curva de la figura 4.ª

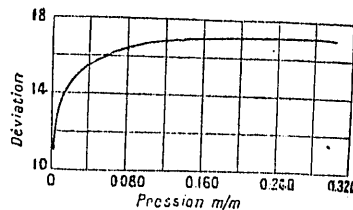


Fig. 4.ª

El cristal y el cuarzo se prestan como la seda á la construcción de este último aparato; la única dificultad que presenta su empleo es la insuficiente elasticidad de estas sustancias.

Operando con un cuarzo especial preparado expresamente para este uso por la *Cambridge Scientific Instrument Co*, Mr. Williams ha encontrado para característica de la sensibilidad del instrumento una curva análoga á la de la figura 4.ª, pero cuyo máximo se encontraba á una semidistancia entre la presión de 4 y la de 8 milímetros; después de esto, la repulsión decrecía hasta 0, y después de este punto, que correspondía á la presión de 15 milímetros, la repulsión cedía á su sitio á la atracción hasta el valor correspondiente á la presión atmosférica.

### El puente Hardinge sobre el Ganges.

El puente Hardinge sobre el Ganges, cuya construcción se decidió en 1908 y que fué abierto al servicio público en 1915, une la red de vía de 1,675 metros, del East Bengal que existe al Sur del río, con la red de vía de un metro que se encuentra al Norte. Esta obra comprende 15 tramos de vigas rectas de 105,30 metros de longitud más tres tramos de aproximación de 22,90 metros en cada extremo, formando una longitud total de 1.717 metros. Lleva una doble vía de 1,675 metros colocada entre las vigas y una acera de 1,50 metros de anchura dispuesta al aire sobre las vías de agua abajo.

El puente Hardinge, situado en Sura, ha necesitado para su establecimiento el estudio de diversos problemas: la seguridad de las aproximaciones, tanto agua arriba como agua abajo, la estabilización del lecho del río en la proximidad del puente, y, en fin, la construcción del puente mismo. Sin entrar en detalles respecto á las dos primeras cuestiones, nos limitaremos á indicar que, para reducir la anchura del río se han tenido que establecer á cada lado terraplenes de 1.200 metros de longitud, de los cuales 900 agua arriba del puente y 300 agua abajo.