

ninguna razón para sospechar que el agua del Pacífico pudiera invadir, en cantidad apreciable, el citado lago. La posibilidad de que esto ocurriera fué, sin embargo, discutida. El informe oficial dice:

«Cuando se estudió el empleo, para abastecimiento de poblaciones del agua del lago de Miraflores, se objetó que podía aumentar la cantidad de cloro disuelto en el agua á causa de las maniobras en las esclusas de 75 á 100 partes por millón. Por entonces no pareció posible que esto ocurriera, al menos durante un largo período de años, por la presunción de que la íntima difusión entre el agua salada admitida en las esclusas y la del lago no sería rápida, especialmente teniendo en cuenta que el agua podía ser extraída de uno de los brazos del lago.»

Sin embargo, con gran sorpresa de todos, el agua salada del Océano invadió el lago de Miraflores y en unas proporciones aterradoras, aunque las operaciones en las esclusas eran muy escasas por aquel entonces. Instalaciones para la determinación del cloro se montaron en el mes de Enero, y en Febrero se llegó al resultado de que se había verificado una difusión de agua salada en todo el área del lago incluso en sus brazos. Las proporciones eran tan altas como la de 15 por 100 de agua salada. Para resolver de momento el problema, se llevaron 4.000 galones por minuto de la trinchera de la Culebra, por encima de las esclusas de Pedro Miguel, á descargar en el lago de Miraflores enfrente de la instalación de bombas. Esto dió un aumento de agua dulce, pero muy cenagosa, debido á las condiciones de la citada trinchera.

Se comprende que teniendo el agua del lago proporción tan grande de agua salada, era imposible el usarla para abastecimiento de poblaciones. Se abandonó, por consiguiente, la instalación del lago, y se montó un grupo de bombas en el río Chagres, en Gambón, lo que obligó á tender una tubería de fundición de 10 millas de longitud aproximadamente. Antes de tomar esta decisión tan radical, se intentó varias veces disminuir la proporción de agua salada en el lago de Miraflores, extrayendo agua de él por las esclusas del mismo nombre y admitiendo agua dulce en su lugar á través de las esclusas de Pedro Miguel, pero los resultados no fueron satisfactorios.

Y he aquí el interesante problema de ingeniería. ¿De qué manera ha pasado el agua del Océano Pacífico en proporciones tan grandes y con tal rapidez á un lago distante ocho millas del citado Océano, con la superficie del agua 55 pies más alta que el nivel medio del mar y con el fondo también más alto que el nivel del Océano? La única explicación posible es la difusión del agua durante las maniobras de las esclusas.

Supongamos que un barco va hacia el lago de Miraflores. Al entrar, la esclusa inferior y las compuertas se cierran tras él. En este momento el barco está flotando en una mezcla, conteniendo tal vez 75 por 100 de agua del mar. Se abren las válvulas, y el agua dulce del lago entra en la esclusa junto al fondo hasta que el nivel del agua en esta esclusa se hace igual al del agua en la superior. Durante esta operación de llenar la esclusa, se mezclan estrechamente el agua salada del mar y la dulce del lago. Estando el agua en la esclusa inferior y superior al mismo nivel, se abren las compuertas y el barco pasa á la esclusa superior. Mientras dura este desplazamiento, el agua salobre de la esclusa inferior fluye hacia la parte inferior de la esclusa superior por razón de su mayor peso específico, mientras que el agua dulce, menos pesada, de ésta fluye rápidamente hacia aquélla. De este modo, mientras el barco se está trasladando de una á otra esclusa, una considerable cantidad de agua salobre penetra en la esclusa superior.

Las compuertas se cierran tras el barco y se admite agua dulce

del lago surto al fondo de la esclusa superior, hasta que el agua adquiere el mismo nivel que en el lago. En este momento el tanto por ciento de agua salada en la esclusa superior será una cantidad muy pequeña. Es un hecho que cuando las compuertas se abren y el barco pasa al lago, una cantidad considerable de agua de la esclusa superior fluye á él y es reemplazada por agua dulce procedente del lago.

Es muy interesante saber si el aumento de tráfico traerá consigo un aumento de tanto por ciento de agua salada en el lago. Hay que tener, sin embargo, en cuenta que mientras por una parte entra agua salada en el lago, por otra gran cantidad de agua dulce entrará también procedente del lago de Gatun y que se descargará gran cantidad de la del lago en el canal.

RAMÓN MARÍA SERRET.

Lámpara de filamento metálico de medio vatio

POR

MAURICE LEBLANC (HIJO)

La lámpara de incandescencia de filamento metálico se ha beneficiado en estos últimos años con dos perfeccionamientos de grandísima importancia: en primer lugar, el reemplazo del filamento de tungsteno comprimido por el filamento de tungsteno estirado, con lo cual no solamente se ha conseguido evitar la fragilidad de la lámpara, sino que también disminuir el precio de coste, y en segundo, la rebaja del consumo específico por bujía Neflber, desde un vatio hasta medio vatio. De este último progreso es de lo que nos ocuparemos en el presente artículo.

Desde el descubrimiento de las leyes de la radiación de los cuerpos incandescentes, se conoce el procedimiento para aumentar el rendimiento luminoso de las lámparas de filamento metálico, es decir, la relación entre la energía que afecta á nuestra vista y la energía total consumida en la lámpara. Se sabe:

1.º Que nuestra vista no es igualmente sensible en todas las longitudes de onda, que mientras que el espectro visible está limitado, aproximadamente, á las longitudes de onda 3.900 y 8.000 angströms, el máximo de sensibilidad de la vista es para $\lambda = 5.400$ (amarillo verde).

2.º Que la curva de repartición en el espectro de la energía radiada por un cuerpo sólido incandescente presenta un máximo, alrededor del cual la energía decrece rápidamente; que la longitud de onda que corresponde á este máximo, disminuye cuando se eleva la temperatura del cuerpo. Para las temperaturas que podemos obtener fácilmente, este máximo está fuera del espectro visible del lado de las grandes longitudes de onda. Para el platino incandescente, por ejemplo, á 1.650° absolutos la λ correspondiente al máximo se aproxima mucho á 18.000 angströms.

Resulta de las dos observaciones precedentes, que se aumentará el rendimiento de una lámpara de incandescencia, aumentando la temperatura del filamento; se aproximará, en efecto, al espectro visible el máximo de la curva de repartición de la energía emitida por el filamento.

¿Por qué estaba limitado hasta el presente el aumento de la temperatura del filamento? Por su volatilización, que produce en la pared de la ampolla la condensación de un depósito negro que absorbe la luz á su paso, este depósito se produce, aproximadamente, en proporción con el tiempo, pero como la absorción que produce crece exponencialmente con su espesor, parece aumentar con una velocidad creciente.

Si, por ejemplo, se fuerza el voltaje de una lámpara de vacío de filamento de 0,127 milímetros de diámetro hasta que se alcance un consumo específico de 0,41 vatio por bujía, se observa un ennegrecimiento rápido de la ampolla; después de cuarenta minutos de tiempo, la intensidad luminosa ha descendido en 80 por 100, y la duración de la lámpara sólo será de cuatro ó cinco horas.

Si, por el contrario, se llena la misma lámpara, de nitrógeno á la presión atmosférica elevándose el filamento de 0,127 milímetros á la misma temperatura, se comprueba que la lámpara dura noventa horas, pero el consumo específico se eleva hasta 0,65 vatios.

Si se reemplaza el filamento de 0,127 milímetros por otra de 0,25, se obtiene una duración de trescientas horas con un consumo específico de 0,56 vatios por bujía.

De estos ensayos se saca en conclusión que la presencia de un gas en el interior de la ampolla disminuye considerablemente la volatilización del filamento, disminuyendo su tensión de vapor.

Aumentando el diámetro del filamento se obtiene todavía un rendimiento mejor; sin embargo se llega rápidamente al límite; en efecto, la corriente necesaria para elevar un filamento á una temperatura dada aumenta como la potencia $\frac{2}{3}$ del diámetro; por ejemplo, para conseguir una temperatura de 2.850° son necesarias las intensidades señaladas en el cuadro I.

Resulta de ello que cuando no se pueden utilizar las débiles tensiones, la energía consumida en los casos de filamentos gruesos

CUADRO I.

Diámetro en milímetros.	Intensidad en amperios.
0,127	3
0,254	8,5
0,508	24

es tan grande que se hace preciso fabricar las lámparas de fuerte intensidad luminosa. Para evitar esta dificultad se hace necesario intentar buscar el medio de aumentar el diámetro real del cuerpo luminoso sin disminuir su resistencia.

Se ha ensayado primeramente utilizar filamentos huecos; después, más sencillamente, se ha enrollado el filamento en hélice de espiras muy próximas.

La influencia del grosor del filamento se debe á que parte de su calor le es arrebatado por el gas contenido en la ampolla; en las lámparas ordinarias al vacío la lámpara absorbe, aproximadamente, el 20 por 100 de la energía radiada; en las lámparas de nitrógeno este gas transmite nueva cantidad de calor que varía entre el 6 y el 40 por 100. Este calor es arrebatado por convección y depende de la superficie del cuerpo incandescente que el gas en movimiento puede rozar; si el hilo está arrollado en hélice la superficie que se cuenta es la exterior de la hélice; se halla que la pérdida por difusión y conducción con el hilo enrollado en hélice es solamente $\frac{1}{3}$ de la correspondiente al hilo extendido.

Las corrientes de difusión que transportan este calor se elevan verticalmente y sólo alcanzan á una pequeña parte de la ampolla; á causa de esto es ventajoso emplear ampollas de gran longitud y de poco diámetro; así no se forma depósito en el fondo de la ampolla aun después de mil horas. Se coloca una pantalla de mica para proteger la cápsula metálica contra los gases calientes; á pesar de esto se hace necesario soldar la cápsula me-

tálica, siendo la temperatura demasiado elevada para la soldadura de estaño.

El gas empleado interiormente es el nitrógeno; se ha ensayado también el hidrógeno, pero el rendimiento es mucho menor; los constructores atribuyen este hecho á la mejor conductibilidad térmica del hidrógeno.

Esto nos parece un poco dudoso, siendo la cantidad de calor arrebatada por conducción ciertamente ínfima en relación con la arrancada por difusión, y siendo difícil de explicar la influencia de la conductibilidad térmica sobre la convección. Es más bien probable que esta diferencia de efecto entre el nitrógeno y el hidrógeno se deba á la diferencia de sus calores específicos; también puede ser, probablemente, á la diferencia de sus densidades.

La presión interior es del orden de una atmósfera en caliente y de dos tercios de atmósfera en frío; será también ventajoso aumentar la presión interior, pero es expuesto hacerlo por razones de seguridad.

El color de la luz es más blanco que el de la lámpara de un vatio, porque la temperatura del filamento es más elevada, 2.400° absolutos en vez de 2.100, pero el brillo es de seis á ocho veces mayor, 1.000 á 1.200 bujías por centímetro cuadrado en vez de 150, lo que obliga en el alumbrado interior á emplear lámparas opalinas.

Para el alumbrado exterior es necesario encerrar la lámpara en un globo que la proteja contra la lluvia para evitar el riesgo de rotura que se produciría debido á la elevada temperatura de la ampolla (200° aproximadamente).

La duración de la lámpara, es decir, el tiempo transcurrido antes de que la lámpara disminuya su intensidad en un 20 por 100, actualmente la señalan los constructores en ochocientas horas.

Como hemos dicho antes, no es posible construir lámparas de poca intensidad para los voltajes ordinarios de las redes de distribución eléctricas, y también es muy dudoso que con un sencillo perfeccionamiento del procedimiento actual pueda llegarse nunca á fabricar lámparas de 16 á 50 bujías para la tensión de 110 voltios.

Los modelos de menor intensidad que se pueden encontrar actualmente en el comercio son:

Hasta 25 voltios	50 bujías.
— 65 —	100 —
— 130 —	200 —
— 230 —	500 —
— 260 —	1.500 —

Se puede, en cambio, construir lámparas de 3.000 bujías y más para las tensiones ordinarias de las redes de distribución.

H.

DON LUIS GAZTELU

Director de la Escuela de Caminos.

El ilustrado Ingeniero de caminos, canales y puertos don Luis Gaztelu, antiguo Profesor de la Escuela de nuestro Cuerpo, y que tanto se ha dedicado á las cuestiones generales de enseñanza de la ingeniería, estudiando los métodos empleados en el extranjero y su aplicación á España, ha sido nombrado Director de dicha Escuela.

Aplaudimos este acertado nombramiento y felicitamos entusiastamente á tan distinguido Ingeniero.

Reciba sincera enhorabuena de parte de esta Redacción, á la cual perteneció, y que recuerda con gusto su nombre.