

las oscilaciones del puente en la relación de 1,5 á 1, de 5 á 1 ó de 10 á 1, según la curvatura de la palanca en la cual penetra el tornillo de la biela *e*. Se acciona el tambor por un movimiento de relojería que hace recorrer al papel una longitud de 2,5 centímetros por segundo próximamente, y que arrastra á este último, como lo muestra la figura 3.^a El papel de reserva está enrollado

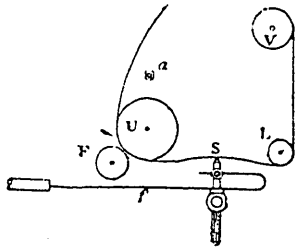
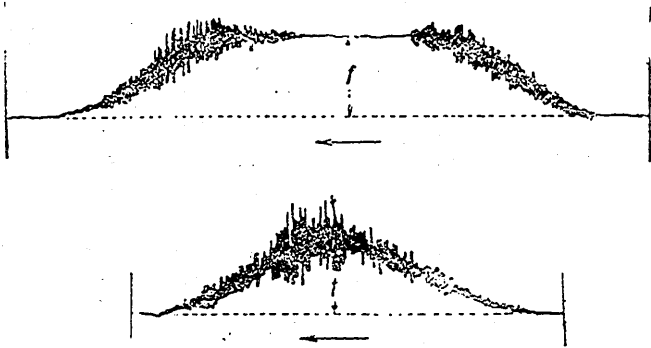


Fig. 3.^a

sobre un rodillo *V*; el papel pasa primero sobre un rodillo que lo guía *L*, después sobre el tambor motor *U*, accionado por un movimiento de relojería, al que se le da cuerda por medio de una llave que encaja en el eje *a*, y contra el cual está mantenido por un rodillo *F*. Entre los dos rodillos *U* y *L* pasa el papel enfrente del estilete *S*, delante del cual no está directamente sostenido, para evitar los frotamientos exagerados del extremo de la palanca.

Las figuras 4.^a y 5.^a representan las curvas obtenidas con este



Figs. 4.^a y 5.^a

aparato cuando pasa sobre el puente un rodillo de vapor de 13 toneladas. El puente oscila constantemente alrededor de una posición media, que sería la que ocuparía si la carga fuese estática, y estas oscilaciones son tanto más amplias cuanto que la velocidad es mayor. La interrupción de los movimientos de oscilación que se ve en la figura 4.^a, es debida á una detención del rodillo en medio del puente.

Si se llama *f* á la flexión estática, *g* á la aceleración terrestre y *v* á la velocidad del movimiento de oscilación, en el punto en que la curva de las oscilaciones corta á la curva de flexión estática, para una misma carga produciendo á la vez esta flexión estática y las oscilaciones, la amplitud *a* de la flexión suplementaria debida á las vibraciones é imputable á la movilidad de la carga, está dada por la ecuación

$$a = \pm v \sqrt{\frac{f}{g}}$$

En cuanto al periodo de estas vibraciones, para un puente descansando sobre apoyos sencillos, está dado, á su vez, por la ecuación

$$T_v = 2 \pi L \sqrt{\frac{R}{6 E g h}}$$

cuando el puente está sin nada, y por la ecuación

$$T_c = 2 \pi L \sqrt{\frac{R}{6 E g h}} \times \sqrt{\frac{q}{p + q}}$$

cuando el puente está cargado.

En estas fórmulas:

T_v y *T_c*, representan las duraciones de estos periodos;

L, la longitud del puente;

p, la carga dinámica por metro lineal;

q, la carga estática por metro lineal;

E, el coeficiente de elasticidad;

R, la resistencia admisible por milímetro cuadrado;

y, en fin, *h*, la altura del puente.

T_v es el periodo de vibración natural del puente.

Si se quiere, para una carga media dada, impedir á las resonancias amplificar considerablemente las oscilaciones, es preciso evitar los choques más importantes. Son éstos, sobre todo, los que se producen al empezar el contacto de las ruedas con los extremos de los carriles, á los cubrejuntas y á los que son debidos á una falsa redondez de las ruedas ó á estar mal equilibradas las piezas móviles de la locomotora, es necesario, sobre todo, evitar que estos choques se repitan á intervalos de tiempo tales que las expulsiones en el mismo sentido se produzcan siempre cuando las vigas pasen por la misma posición durante su movimiento vibratorio; ó dicho de otro modo, con las locomotoras modernas, cada vez mejor equilibradas, es necesario, principalmente, no emplear sobre los puentes más que carriles de longitud tal que los intervalos entre dos choques de las ruedas contra sus extremidades no sean iguales á su múltiplo exacto del periodo de vibración natural del puente.

El problema de la vibración de los puentes bajo cargas dinámicas no podrá, por otra parte, ser estudiado con fruto más que por la comparación de las medidas hechas sobre un gran número de puentes, y sería de desear que estas medidas se hiciesen metódicamente y un poco, por lo menos, en todos los países» (1).—O.

FERROCARRIL DE FILADELFIA Y DE LA REGIÓN OESTE

El 22 de Mayo último se ha abierto al tráfico una línea de tracción eléctrica á alta tensión entre Filadelfia y Strafford; esta línea es interesante, porque no es, como tantas otras, una simple transformación eléctrica de una línea de vapor ya existente es completamente nueva y se halla en competencia con una línea de tracción de vapor próxima, ya antigua, y se espera con impaciencia los resultados de la explotación; determinarán, en efecto, el criterio del valor relativo de la tracción eléctrica y de la tracción de vapor.

La línea es de doble vía y mide 18,500 kilómetros; la longitud de vía simple, comprendidas las de las estaciones, vías de

(1) Este estudio no ha sido hecho de una manera sistemática más que por el sismólogo japonés F. Omori. Este sabio ha empleado para sus investigaciones un sismógrafo, modificado de tal modo que le ha hecho muy portátil y prestandose con mucha facilidad á la medida de las oscilaciones de los puentes (así como de la plataforma de los caminos de hierro y del material móvil) en tres planos rectangulares. Por su amplitud y su frecuencia, estas oscilaciones difieren, en efecto, muy notablemente de los movimientos vibratorios producidos por los temblores de tierra. Este aparato presenta sobre el que acaba de describirse la ventaja de que no es necesario unirlo al suelo, supuesto fijo, aunque en realidad no es absolutamente necesario, sobre todo en el caso presente. Participa, en efecto, en una cierta medida de los movimientos del puente mismo, sobre todo si el punto de apoyo supuesto fijo está colocado bastante cerca de los estribos, caso mucho más frecuente á causa de la imposibilidad en que se está de dar á la biela *e* una longitud muy grande. El sismógrafo Omori se fija sencillamente sobre el puente, en medio de los tramos en general, é importa poco que el puente esté ó no esté muy elevado sobre el nivel del suelo. Está dispuesto para registrar las componentes del movimiento vibratorio según tres direcciones rectangulares

maniobra, etc., es de 38 kilómetros; desde ahora se prevé la adición de otras dos vías, y la prolongación con doble vía hasta Parkeshurh, á 51 kilómetros más allá de Strafford. Entre Fildelfa y Strafford la línea cruza una región en la que se encuentran en gran número escuelas, academias, establecimientos hospitalarios, juegos de golf, de polo, de cricket, etc.

Las obras de fábrica, cuya construcción ha sido precisa, por la prohibición de cruzar á nivel las carreteras y caminos de hierro existentes, son muy numerosas é importantes. Los pasos superiores é inferiores ascienden á 34. Las obras de desmonte y terraplén han sido particularmente difíciles, á causa de la naturaleza del suelo.

La fábrica generadora de la energía eléctrica contiene dos turbinas Curtis acopladas á alternadores trifásicos de 2.300 voltios. La corriente á 2.300 voltios es transformada por medio de transformadores estáticos en corriente á 19.100 voltios.

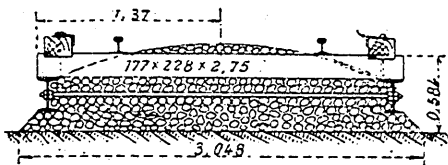
Esta corriente á 19.100 voltios se transforma á su vez: primero, en la fábrica generadora; segundo, en una subestación por transformadores que la rebajan á 430 voltios y conmutadores que producen corriente continua á 600 voltios. Entre la fábrica y la subestación, distante 9.600 kilómetros, la canalización á 19.100 voltios va sobre postes de madera de 12 metros de altura y distantes entre sí 30 metros. Estos postes llevan además una canalización telefónica.

Por último, la corriente á 600 voltios se distribuye á los motores de los carruajes por medio de un tercer carril.—H.

ENSAYO DE UNA VÍA REFORZADA EN EL FERROCARRIL DE PENNSILVANIA (ESTADOS UNIDOS)

M. Schaub, Ingeniero americano, ha presentado á la Sociedad de Ingenieros de Chicago una Memoria, en la cual da cuenta de los ensayos hechos en el ferrocarril de Pensilvania, del sistema de vía reforzado propuesto por él para las secciones de tráfico intenso.

Á fin de evitar los movimientos de descenso y de elevación que se producen al paso de los trenes que fatigan las juntas, curvan los carriles y desbanean las traviesas, se ha reunido á estas últimas por dos filas de largueros de 0^m,15 X 0^m,20 colocadas á 1^m,20 del eje de la vía. Estos largueros están roblona-



dos sobre la parte superior de las traviesas, en las cuales están ligeramente embutidas, y su arista superior al interior de la vía está protegida por una cantonera. Además, las traviesas descansan en sus extremidades sobre dos filas de hierros en I de 0^m,25 de altura, paralelos igualmente al eje de la vía y unidas por riostras de hierro redondo de 0^m,025 de diámetro, espaciadas 0^m,60. Estas viguetas longitudinales dan una gran estabilidad á la vía y conservan la capa de balasto sobre la cual descansan las traviesas, oponiéndose á su movimiento lateral.

Los resultados han sido muy satisfactorios, pero no es menos cierto que el precio elevado de este tipo de vía limitará forzosamente su empleo.—O.

DESCOMPOSICIÓN DE LOS CEMENTOS EN EL MAR

M. H. Le Chatelier, Ingeniero Jefe de Minas, miembro de la Academia de Ciencias, acaba de publicar en los *Annales des Ponts et Chaussées* una Memoria sobre la descomposición de los cementos en el mar, en la cual estudia punto por punto todas las condiciones elementales de que depende.

Cuatro órdenes de materias diferentes pueden registrarse en la descomposición de los cementos en el mar: el *cemento*; el *agua del mar*, con todos los cuerpos que contiene en disolución; los *seres vivientes*, conchas y vegetales que se fijan en la superficie de los cementos; y, en fin, la *atmósfera*, que interviene por su ácido carbónico ó por su vapor de agua. Estos diferentes cuerpos son el origen de fenómenos químicos, físicos y mecánicos.

Los fenómenos químicos, mucho más importantes, comprenden el endurecimiento de las mezclas hidráulicas, la descomposición de los compuestos así formados por el agua de mar, y, en fin, la combinación de estos productos de descomposición con los elementos, ya del cemento, ya del agua del mar.

Los fenómenos físicos se refieren á la porosidad más ó menos grande de los morteros y á las propiedades de difusión de las sales contenidas en el agua de mar; los fenómenos mecánicos comprenden la elevación de los bloques de mampostería por las olas, su rotura por los choques ó su desgaste por el frotamiento de la arena. Finalmente, cada uno de estos fenómenos no puede producirse sin ejercer una reacción sobre los otros fenómenos concomitantes.

El autor no registra en su Memoria más que los fenómenos químicos y no considera á los físicos y mecánicos más que en la medida en que pueden influir en los fenómenos químicos estudiados. En la primera parte, se ocupa de los fenómenos químicos elementales; en la segunda, de las acciones mecánicas debidas á los fenómenos químicos; consagra la tercera parte de su trabajo al examen de los fenómenos de penetración de las sales de agua de mar en los morteros, y termina reproduciendo los resultados de un cierto número de experimentos que ha realizado durante siete años y que proporcionan algunos datos sobre la desigual resistencia de las diferentes mezclas hidráulicas á las acciones de las soluciones salinas, sulfato de cal, sulfato de magnesia y agua de mar.

Las conclusiones de M. H. Le Chatelier son que todas las mezclas hidráulicas son descomponibles por el agua de mar, pero con velocidades muy desiguales. Esta descomposición es tanto más lenta, cuanto que: primero, la cantidad de aluminio contenida es menor; segundo, el índice de hidráulicidad es más elevado, por lo menos en el caso de los cementos Portland ordinarios.

Los cementos de fraguado rápido con gran cantidad de sulfato de cal y de índice elevado, pueden dar resultados muy satisfactorios. La disminución de la resistencia con el aumento del índice es menor que en el caso de los cementos Portland, porque la presencia del sulfato de cal se opone á la pulverización por enfriamiento.

La adición de puzolana, de arcilla torrefacta y también, sin duda, de trass de buena calidad, comunica á todos los productos hidráulicos un gran suplemento de resistencia química.

En fin, la compacidad de los morteros, resultante de la disminución de la cantidad de agua al amasarlo ó del incremento de los elementos activos, parece ser todavía, como se sabe desde hace mucho tiempo, el factor más esencial de la conservación de los morteros en el mar. Desde este punto de vista, la adición de puzolana parece ser, con independencia de toda acción química directa, de un uso útil para aumentar la compacidad del mortero.—O.