

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.

El viernes 8 del actual se reunió el Congreso en la Casa Consistorial de Copenhague. En la Sección A, Metales, su Presidente, Mr. O. Busse, Jefe del Servicio mecánico de los ferrocarriles del Estado danés, saludó muy afectuosamente a todos los miembros é hizo presente lo mucho que lamentaba el disponer tan sólo de tres días para discutir las Memorias presentadas, teniendo en cuenta, además, el gran número de congresistas que habían manifestado su deseo de tomar parte en las discusiones.

Metalografía.

Empezó la sesión con la lectura, por el Profesor E. Heyn, de Gross-Lichterfelde (Berlín), de un extracto de su Memoria sobre «Metalografía», que constituye un estudio del desarrollo de las investigaciones metalográficas desde el Congreso de Bruselas, en el cual se consideran el sistema hierro-carbón, las ligas hierro-manganeso, cobre y otras, y se consigna una bibliografía de las principales publicaciones sobre el particular con sus fechas. El trabajo que el autor ha realizado en unión con el Profesor O. Baner sobre el sistema hierro-carbón se estudia con bastante detalle, comparando los resultados obtenidos y las conclusiones que deducen con las correspondientes de otros investigadores. Hay que recordar que en la reunión que celebró en Mayo último el Instituto del Hierro y del Acero, los Profesores Heyn y Baner presentaron una Memoria sobre la influencia del tratamiento del acero en su solubilidad con relación al ácido sulfúrico y sobre la posibilidad de deducir de aquélla conclusiones respecto de dicho tratamiento. Una de las cuestiones tratada con gran interés en esta Memoria, y sobre la cual también se llama la atención en la leída en Copenhague, es que el paso del acero templado (martensita) al acero recocido (perlita) no se verifica directamente, sino por intermedio de otra forma perfectamente estable y definida, la cual, para honrar

á Osmond, han denominado «Osmondita» los Profesores Heyn y Baner, forma que constituye el límite que separa la trus-tita de la sorbita.

Con el recocido, la martensita pasa á troostita, la cual, á medida que la temperatura crece, se aproxima á ormandita, cuya forma adquiere por completo á 400° C.; continuando el recocido pasa á sorbita, y por último á perlita. La ormandita se caracteriza por su gran solubilidad en el ácido sulfúrico diluido y por adquirir un matiz oscuro cuando se trata con ácido clorhídrico alcohólico (1 por 100).

También se ocupa en su Memoria el Profesor citado de los descubrimientos de Benedicks, los cuales demuestran que la austenita únicamente existe durante el enfriamiento si la presión es suficiente, razón por la cual se la encuentra en el interior del acero templado y nunca en su superficie; si se lima un trozo de este metal, con lo cual desaparece la presión sobre la nueva superficie, la austenita que antes existía se convierte en martensita.

Un trabajo de Maurer sobre esta cuestión se considera brevemente, y termina el autor diciendo que además de las personas que particularmente han asistido al Instituto Real de Ensayos de Berlín para instruirse en Metalografía, han concurrido á él con el mismo fin, desde 1904, 45 alumnos enviados por los grandes establecimientos industriales, por las Escuelas de Ingenieros y por los laboratorios para ensayos de materiales.

El Dr. Benedicks inició la discusión, insistiendo en su teoría de que la trus-tita era una solución coloidal de cementita de hierro; esto es, una perlita con partículas independientes y ultramicroscópicas de cementita, y discutiendo varias afirmaciones teóricas en alto grado del Profesor Heyn, respecto de las cuales su opinión era completamente distinta de la de éste, anunciando que en una publicación próxima expondrá sus puntos de vista sobre el particular. Por lo que se refiere á un trabajo sobre aleaciones de estaño y plomo, escrito por Messrs. Rosenhair and Tucker y publicado en los *Anales de Sociedad Real de Londres* (1908), citado por Mr. Heyn, relativo al descubrimiento de una transformación á la temperatura eutéctica, dice Mr. Benedicks que este hecho fué observado hace algunos años por un Profesor de Upsala.

Mr. Heyn contesta á Mr. Benedicks discutiendo sus teorías coloidales, dándole las gracias por haber llamado la atención sobre los descubrimientos hechos en la Universidad de Upsala.

(1) Véase el núm. 1.774.

Mr. Stead declara que necesita por lo menos veinticuatro horas para estudiar en detalle el trabajo de Mr. Heyn, al cual tan sólo puede dedicar quince minutos. Felicita al autor por aquél, que confirma sus investigaciones comenzadas en 1900.

Mr. Rosenhair, después de felicitar al autor, afirma que los estudios metalográficos no se realizan únicamente en Alemania, sino que también se han emprendido en gran escala en otros países, en Inglaterra y Alemania principalmente, hecho que no se cita en la Memoria que se discute: Cree que debían ponerse en relación con el Profesor Heyn los miembros de la Asociación que se dedican á los estudios metalográficos, facilitándole toda clase de datos y noticias para completar la bibliografía. Agradece al Dr. Benedicks sus manifestaciones respecto á que los descubrimientos relativos á las aleaciones de plomo y estaño se hicieron por primera vez en la Universidad de Upsala.

Mr. Le Chatelier manifiesta que ha leído con sumo interés el trabajo del Profesor Heyn, respecto del cual ha de decir que el estudio de los elementos que constituyen el acero tiene una importancia muy considerable, no tan sólo para los hombres de ciencia, sino también para los que dirigen los establecimientos metalúrgicos.

Por lo que se refiere á la metalografía, los descubrimientos de Osmond inauguraron una nueva era, sin que sea preciso continuar por el camino que él emprendió, el cual puede hoy día abandonarse, sin que por esta circunstancia se abandonen los trabajos de aquel sabio, á partir de los cuales la ciencia ha hecho grandes progresos, siendo posible y hasta necesario introducir importantes simplificaciones y abandonar los nombres de algunos constituyentes técnicos. Fué un error aumentar el número de las clasificaciones; debe reducirse y conservar únicamente el espíritu del método de Osmond; hay varios elementos que, aunque tienen nombres distintos, en la práctica apenas se distinguen unos de otros.

Mr. Heyn dió las gracias á todos los oradores por la favorable acogida que habían dispensado á su trabajo, respecto del cual dijo que la variedad de nombres tenía la ventaja de que facilitaba la identificación de los elementos, mientras que era de temer que la simplificación produjera confusiones.

Aceros especiales.

Mr. Leon Guillet leyó un extracto de una Memoria muy interesante sobre «Aceros especiales», en la cual empieza por afirmar que si los aceros se clasificaran con arreglo á su textura, los perlíticos, es decir, aquellos que lo tienen igual á la de los aceros al carbón corriente, serían los únicos que se emplearían en la industria. Los aceros poliédricos (aceros con hierro y con mucho níquel y manganeso) han perdido importancia comercial de día en día, por poseer límites elásticos excesivamente bajos y precios elevados; los últimos se empleaban exclusivamente en casos especiales, cuando se necesitaba una gran resistencia á la oxidación, á la temperatura del vapor recalentado, y un gran coeficiente de dilatación.

Los aceros Hadfield están indicados para aquellos casos en que, tanto los choques como el rozamiento, son las principales acciones que han de sufrir. Exceptuando los aceros para herramientas y para las bolas de los cojinetes, actualmente sólo hay una clase de aceros industriales, aquellos cuya textura es perlítica.

Estos aceros, clasificados por orden de importancia, son: acero níquel, acero-níquel-cromo, acero-vanadio, con ó sin níquel y cromo, acero silicio, generalmente llamado acero-silicio manganeso, y por último, acero tungsteno. Con objeto de aumentar la resistencia mecánica de los aceros, los metalúrgicos fabrican productos cada vez más complejos que contienen tres elementos además del acero.

Los aceros obtenidos después de un forjado enérgico poseían cualidades excelentes, pero con el inconveniente de que si sus límites elásticos eran crecidos, se trabajaban con grandes dificultades. Mr. Guillet acompaña sus afirmaciones con la composición y las características físicas de algunas aleaciones de acero que ha experimentado, que confirman la idea de que los aceros perlíticos, especialmente el acero níquel-cromo, deben ocupar un lugar preferente cuya importancia crece de día en día. Declara que no es partidario de las grandes dosis de carbón, entre las cuales la de 0,4 por 100 es la que produce mejores resultados excepto en el acero-silicio, que ha de llegar al 0,6 por 100. Se ocupa brevemente del acero-cobre, del cual dice que es un material tan nuevo que todavía no hay elementos, suficientes para formar juicio sobre él, reservando su estudio para el Congreso próximo. En Inglaterra se han hecho grandes progresos en la fabricación de aceros para herramientas de gran velocidad, cuyo trabajo es seis veces mayor que el correspondiente á los aceros ordinarios.

Esta Memoria no se discutió.

Tratamiento térmico del acero para muelles.

La Memoria de Mr. Lawford H. Fry que lleva este título constituye una relación de los experimentos verificados en la fábrica de locomotoras de Baldwin durante el año 1907 con objeto de conocer los efectos de ciertos tratamientos térmicos sobre el límite elástico transversal y sobre el coeficiente de elasticidad de los resortes que generalmente se emplean en América para las locomotoras. Los puntos estudiados fueron los siguientes: influencia del recocido, efectos comparativos del temple en agua y en aceite, acción del recocido del acero templado; los ensayos se hicieron con un acero básico para muelles procedente de la Compañía Carnegie, cuya composición química era:

Carbón	1,10	por 100.
Manganeso.....	0,32	»
Fósforo.....	0,032	»
Azufre.....	0,032	»
Silicio.....	0,13	»

De cada barra de este acero se preparan diez probetas de 25,4 milímetros de diámetro y 355,6 de longitud, las cuales se templaban siempre á la misma temperatura, porque la experiencia demostró que existía una perfectamente definida para cada acero, con lo cual se obtenían los mejores resultados. El acero se puede temprar calentándole y enfriándole á cualquier temperatura igual ó inferior á la del punto crítico, pero cuanto mayor es aquella más grueso es el grano del acero y posee mayor fragilidad. Por lo tanto, se templará el acero á la temperatura crítica, más bien por exceso que por defecto, y en un grado que depende de la forma de la pieza y del procedimiento seguido para el temple; dicha temperatura no se variará, obteniéndose modificaciones en la dureza del acero con la temperatura del recocido subsiguiente al temple ó con la conductibilidad térmica del baño.

Con ayuda de un imán se ha observado que el punto crítico ó de recalcencia del acero experimentado se presenta á unos 740° C.; una experiencia preliminar hecha con este metal demostró que para recocerle se debía calentar hasta 22 ó 28° C. sobre la temperatura crítica, y para el temple hasta 280,55 C. sobre esta misma; la temperatura exacta depende de las dimensiones de las piezas y del poder refrigerante del baño.

En los ensayos hechos por Mr. Lawford se adoptaron las temperaturas siguientes:

Para el recocido, 760° C.

Para el temple en aceite, 790° C.

Para el temple en agua, 775° C.

La temperatura á que se hacía el temple y la forma del enfriamiento eran los únicos elementos variables. Las probetas se calentaban en un baño de plomo convenientemente dispuesto para asegurar y comprobar su temperatura. Las probetas que habían de ser recocidas se sumergían en este baño, se elevaba su temperatura á 760° C., que se conservaba durante dos horas, al cabo de las cuales se le dejaba enfriar, naturalmente, con las probetas dentro, en lo cual se tardaba unas catorce horas. El temple se hacía en aceite á 27° C. ó en agua natural corriente á 16° C.; durante el enfriamiento las probetas estaban en continuo movimiento, hasta que adquirían la temperatura del baño.

Para recocer hasta 315° C. después del temple, se colocaban las probetas en un baño de aceite con mecheros de gas, y para temperaturas inferiores en uno de plomo; el enfriamiento se hacía naturalmente al aire.

Las probetas se rompieron por flexión con cargas en el centro y con apoyos á 305 milímetros de distancia; los resultados se consignaron en tablas y se dibujaron los diagramas correspondientes.

Las conclusiones á que llega Mr. Lawford son las siguientes:

El acero ensayado, recocido en la forma antes descrita, tiene un límite elástico de 55,2 kilogramos por mm², próximamente la mitad del que adquiere cuando se le da el temple del acero para muelles, y la tercera parte del templado en agua y recocido después á 400° C.

El límite elástico máximo que puede alcanzar el acero ensayado con el temple en aceite á 790° C. es 132 kilogramos por mm², siempre que después de frío no se le vuelva á calentar; en caso contrario, dicho límite disminuye á medida que aumenta la temperatura de esta última operación, en la forma siguiente:

Temperaturas del recocido siguiente al temple.	Límite elástico. Kg. mm ² .
205° C.....	125
260° C.....	113
295° C.....	96,8

Cuando el acero se temple á 775° C. en agua y no se vuelve á recocer resulta quebradizo con una carga de rotura igual al límite elástico, 149,2 kilogramos por mm² y con una flecha de 4,35 mm. en el momento de la rotura.

La expresión «carga de rotura» tiene un sentido convencional, representa en kilogramos por mm² el esfuerzo máximo aparente, tensión ó compresión, en el punto de rotura de una pieza apoyada por sus extremos y cargada en el punto medio; dicho esfuerzo se calcula con auxilio de la teoría de las vigas rectas, cuyas tres hipótesis principales son

falsas desde que se pasa del límite de electricidad. Recalentando la pieza templada hasta 260° C., el límite elástico es 154 kilogramos por mm², igual á la carga de rotura; es decir, que la relación entre los esfuerzos y las deformaciones es constante hasta que ésta se produce; la flecha final es 4,45 mm.

Si el recalentamiento llega hasta 400° C., se obtiene el límite elástico máximo, 169,5 kilogramos por mm², y una carga de rotura de 273,6 kilogramos por mm², con 18,95 milímetros de flecha, y si aquella temperatura sube hasta 485° C., el límite elástico baja un poco, no rompiéndose la probeta con 28 mm. de flecha, y si llega á 565° C., dicho límite desciende á 127,2 kilogramos por mm² y la probeta tampoco se rompe con 28 mm. de flecha.

Los resultados de los ensayos han demostrado que el coeficiente de elasticidad puede considerarse constante prácticamente é independiente, en apariencia por lo menos, del tratamiento térmico. Su evaluación exacta es una operación muy delicada por la precisión con que hay que medir tanto las cargas como las flechas cuyas diferencias son muy pequeñas. En las medidas de las flechas se cometen, por lo general, errores por exceso que reducen los valores de aquel coeficiente, circunstancia debida á que los apoyos de las probetas se comprimen por efecto de las cargas, y á la cual se agrega la calidad del metal, dulce en los ensayos citados. Los valores obtenidos para dicho coeficiente varían desde 20.400 á 21.120, y en ellas ejerce una influencia sumamente pequeña el tratamiento térmico del acero.

Y, por último, un acero con 1 por 100 de carbón, templado en agua á una temperatura superior á la de un punto crítico, resulta demasiado duro y quebradizo para emplearse en herramientas y resortes, cualidades sobre las que ejerce influencia el tratamiento seguido, en la forma que han demostrado los ensayos.

Calificación de los aceros por las chispas.

Un extracto de la Memoria que lleva este título fué leído por su autor, Mr. Max Bermann (Budapest), el cual hizo también algunos experimentos con una rueda de esmeril movida con un motor eléctrico.

Afirma Mr. Bermann que el tamaño de las partículas incandescentes que se producen cuando la rueda de esmeril ataca un metal depende de las dimensiones de los granos de aquella, de su velocidad, de la naturaleza del metal y de la presión entre una y otro. En la temperatura inicial de las chispas influyen principalmente la energía y la velocidad que puede desarrollar la rueda y algo también la calidad del metal, pero siempre es mucho mayor la de aquella que la de ésta. Estudia las chispas procedentes del acero carbón, del acero para herramientas con una dosis grande de manganeso y de otros aceros, explicando á continuación la manera de hacer los ensayos prácticos para clasificar los hierros en función de la cantidad de carbono y de otros metales que contienen. Las barras de hierro que existen en los almacenes se pueden ensayar con la rueda de esmeril sin preparación previa alguna, dando á conocer la forma y aspecto de las chispas la calidad del metal; el acero-carbón (acero Martin-Siemens) se caracteriza por rayos luminosos que parten de las chispas, en número creciente con la dosis de carbono. El ensayo por las chispas es tan sensible, según el autor, que con toda claridad permite apreciar diferencias de 0,01 por 100 en la dosis de carbono; podría dar excelentes

resultados en la fabricación del acero Martin-Siemens, tanto para comprobar la marcha del trabajo como para reconocer los productos obtenidos; constituye un guía excelente en la preparación de las herramientas, en la inspección de los alambres para resortes y en las forjas para distinguir el hierro bueno del que ofrece dificultades para la soldadura.

Los experimentos fueron objeto de gran atención, siendo muy felicitado Mr. Bermann por el Presidente. —Ω.

(Se continuará.)

LAS GRANDES CENTRALES DE VAPOR

DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS CONDICIONES GENERALES DE SU ESTABLECIMIENTO

(Notas de M. G. Cheyrier. — Bulletin de la Société des Ingenieurs civils de France.)

(Conclusión.)

Economizadores y recalentadores; canalizaciones de vapor.

Los dos grandes auxiliares, inseparables de una producción y de una utilización económica del vapor, son el recalentador previo del agua de alimentación, designado por el término demasiado general de economizador, y el recalentador de vapor.

Independientemente de la naturaleza de estos aparatos y de los detalles de su ejecución, la primera cuestión de orden general que se ofrece en su aplicación es ésta: ¿deben ser colectivos ó individuales? El primer caso es el del aparato independiente, distinto de los generadores y que sirve un número más ó menos grande de éstos; el segundo es el del aparato atribuido á un solo generador y haciendo cuerpo con él.

Por lo que concierne al economizador, la solución racional está al parecer claramente indicada: el aparato individual. Dicha solución presenta, en efecto, una ventaja económica evidente, por consecuencia de las dos razones siguientes:

1.º La de que pudiendo ser colocado á la salida de los gases, antes de que éstos sean enfriados parcialmente al pasar por los trágantes (por su expansión y por las pérdidas directas) podrá utilizar una temperatura más elevada, obteniéndose así las mejores condiciones de rendimiento.

2.º La de que pudiendo el agua al salir del economizador entrar directamente en el generador, no sufría la pérdida de calorías inherentes á un largo recorrido en un colector general.

Por el contrario, estas mismas razones tienden á dar ventajas al recalentador —ó grupo de recalentadores—, colectivo, colocado entre la batería de generadores y el grupo de motores servidos por ella lo más cerca posible de estos últimos, á fin de evitar la pérdida de calor ocasionada por el gran exceso de temperatura del vapor recalentado sobre el medio ambiente.

Además, la independencia del recalentador, que posee su foco propio, permite obrar con seguridad sobre el grado de recalentamiento, condición mucho más difícilmente realizable con la solución del recalentador intercalado en el generador y sometido por este hecho á todas las variaciones de una marcha más ó menos intensiva, según el estado de carga.

No obstante estas dos razones, se ve que en la mayoría de las instalaciones recientes se da la preferencia á la agrupación generador recalentador economizador, hallándose las tres series de tubos en el recorrido de la misma corriente gaseosa. Debe haber alguna razón para esta preferencia, pero no se acaba de ver claramente.

Canalización de vapor.

El esquema general de la distribución de vapor ha sido definido más arriba en sus grandes líneas; esto es, un colector en forma de V que enlace las dos líneas de generadores que están enfrente en la misma calle, más un segundo colector transversal que enlace todas las baterías y que se mantenga cerrado en servicio normal, salvo en el caso de un accidente en uno de los grupos electrógenos. Una cuestión que tiene su importancia, siquiera sea de un orden menos general, es la referente al sistema de montaje de estos colectores, desde el punto de vista de los apoyos, compensadores de dilatación, etc.

Para estos últimos, la solución generalmente admitida hoy es la del órgano mecánico—compensador de deslizamiento ú otros—con exclusión definitiva de los grandes bucles, cuya práctica ha demostrado la falta de seguridad.

En materia de apoyos, los dos principios extremos consisten: en fijar el tubo lo más libre posible, suspendiéndole por collares con tirantes verticales, ó, por el interior, en fijarle rápidamente por diversos puntos á la armadura metálica del edificio, de modo que no se deje más que el juego normal exigido por las dilataciones, asegurando este juego por compensadores convenientemente repartidos.

El primer principio debe por completo rechazarse. Un exceso de libertad resulta una licencia, y este es el caso. No solamente la tubería suspendida de este modo se encuentra sometida á los movimientos pendulares inevitables con las máquinas de émbolo y de los que ciertos tipos de turbomotores (del género Parsons) pueden no estar exentos—, lo que conduce rápidamente á la rotura de los tubos de toma de vapor en su encuentro con el tubular fijo de cada generador—, sino que la facilidad que se da de este modo á las deformaciones del conjunto es de tal manera excesiva que constituye un peligro permanente, haciendo que ciertas partes tengan que soportar esfuerzos imprevistos.

El segundo sistema, exento de este defecto de estabilidad y susceptible de dar satisfacción completa al problema si ha sido cuidadosamente estudiado en todos sus detalles, no se aplica sino en muy pequeña escala.

Finalmente, un sistema intermedio que consiste en dejar que la tubería transmita todo su peso á apoyos separados, perfectamente rígidos, por intervención de superficies deslizantes ó rodantes, las cuales permitan el libre juego de las dilataciones, asegurando por otra parte el peso de la tubería la estabilidad perdida para destruir toda tendencia ó un movimiento pendular, es la solución al parecer mejor y más general.

Servicio electro mecánico y eléctrico.—Alternadores y cuadros de distribución.

Excitación de los alternadores.—Es la única cuestión, con relación á los grupos electrógenos, de que vamos á tratar aquí. Todo lo que se refiere al establecimiento de los turboalternadores es, en efecto, de la competencia del construc-

tor; pero es al explotador á quien corresponde, en buena lógica, la elección del modo de excitación, del cual él asume la responsabilidad efectiva durante la marcha.

Dos soluciones se ofrecen: la excitación colectiva por un grupo de unidades electrógenas independientes, sirviendo por una red común de distribución el conjunto de los alternadores de la fábrica; ó la excitación individual, por excitatriz solidaria á cada turbo alternador y á él solo destinado.

Desde que existen fábricas de corriente alterna, estos dos sistemas se han aplicado y discutido; quizás en las instalaciones modernas cuente la primera con más aplicaciones que la segunda. No obstante estas referencias, no dudamos de preferir la excitación individual, después de experimentos hechos con los dos medios y en condiciones estrictamente comparables.

Desde luego podemos fijar este hecho: el de que no existe en una fábrica central servicio más delicado, más *inmediatamente* esencial, y, por tanto, que con más interés se debe proteger contra todo peligro de accidente, que la excitación. Es el tipo del servicio de *primera urgencia*, porque su menor deficiencia en él compromete instantáneamente toda la marcha. De la excitación, en efecto, depende la *posibilidad, para la energía motora, de ser transformada en energía eléctrica*; y proporciona, por decirlo así, el punto de apoyo á la palanca, en una de cuyas extremidades actúa la fuerza motriz, y en la otra reacciona la resistencia creada por el pedido de energía sobre la red. Es, pues, el factor esencial del equilibrio dinámico; si la excitación falta en el conjunto de las unidades generadoras, se tiene, á más de la extinción, la rotura inmediata y completa de este equilibrio, con sus consecuencias: embalamiento de las máquinas motoras, elevación de la presión del vapor en los generadores, etc. Si este mismo accidente sobreviene sobre uno solo de los alternadores actualmente acoplados en paralelo, este alternador, bruscamente descargado, complicará el accidente por el hecho de encontrarse en corto circuito sobre las bornas de otras unidades generadoras, determinando la desincronización eventual de éstas, y de aquí la extinción más ó menos total, sin perjuicio de las averías que pueden resultar en tal grupo en cuestión.

En resumen: un accidente en la excitación es uno de los más graves que pueden amenazar á una fábrica; es, al mismo tiempo, uno de los menos fáciles de prevenir por la vigilancia durante la marcha. Se puede decir que en ello reside uno de los puntos débiles — el más débil quizás — de toda central, porque la excitación la mantiene propiamente en *un hilo*.

Dedúcese de aquí, como principio general, la necesidad de simplificar los órganos, de evitar toda complicación, ya en los intermediarios, ya en las maniobras, siendo ésta la razón principal que hace preferir, salvo casos muy especiales, la excitación individual á la excitación colectiva.

Con la excitatriz montada en el extremo del árbol, la conexión de sus escobillas con los anillos del inductor es directa, y esta disposición impide toda eventualidad en el circuito intermedio, pues no hay que preocuparse de intercalar un reostato en este circuito, siendo como es tan fácil y tan inmediato actuar sobre el campo mismo de la excitatriz. Es suficiente para ello que esta máquina, *habiendo sido proyectada y establecida convenientemente*, sea estable en toda la escala de la variación del voltaje en las bornas, entre el estado de plena carga y el de la marcha en vacío, antes del acoplamiento. Una dinamo cualquiera no podría en general satisfacer á esta condición, únicamente podría cebarse sobre

un circuito cerrado muy poco resistente, pero una excitatriz debe ser proyectada y calculada como tal.

Únicamente deberá ir al cuadro la conexión que cierre el circuito á través del pequeño reostato del campo, y esta conexión y este reostato, así como todos sus enganches, deberán establecerse *en condiciones de solidez á toda prueba*, basando sus dimensiones no sobre la intensidad de la corriente que los atraviesa, sino sobre la única consideración de que tengan una resistencia mecánica ampliamente considerada.

Este sistema es, como se ve, de los más sencillos, y lo es también por las maniobras. Á decir verdad, suprime toda maniobra en las excitatrices, cada una de las cuales comienza y termina su servicio al mismo tiempo que el grupo de que forma parte, sin que haya otro aparato á maniobrar que el reostato del campo.

Con la excitación colectiva, por el contrario, cuyas unidades deben ser acopladas, á medida de las necesidades, sobre las bornas del circuito común que distribuye la corriente continua á los alternadores, ó retiradas, hay lugar de que se hagan falsas maniobras. Por sencillos que sean el acoplamiento ó desacoplamiento de una dinamo de corriente continua, el electricista puede tener una distracción, y si la probabilidad de un hecho semejante es pequeña relativamente, ello va compensado de sobra, desde el punto de vista de la equidad general, por la importancia de un accidente que recae precisamente sobre la parte más vital de la instalación.

En segundo lugar, siendo las unidades excitatrices en número más pequeño que las unidades principales, adquieren también mucha más importancia que estas últimas. Hay siempre un peligro en subordinar la marcha de muchas máquinas á la de una sola, mucho menos potente. La eventualidad mayor que se debe temer, es el ver que una falta de las excitatrices inmovilice, durante todo el tiempo necesario para la reparación de las averías producidas, muchas máquinas principales.

Se puede objetar á esto, que al menos la excitación colectiva hace posible los recambios inmediatos, en tanto que la excitación individual no lo permita; pero un accidente en la excitatriz de una unidad principal no inmovilizará, momentáneamente, más que esta unidad; al día siguiente, el inducido ó la bobina inductora averiadas podrán ser cambiadas en el almacén. Además, los accidentes de los dinamos son bastante raros; el punto débil de los grupos convertidores no está generalmente en la dinamo generatriz, sino en el motor.

En cuanto á los accidentes durante la marcha, se puede admitir que una batería de acumuladores, bien instalada y bien conservada, es una garantía de seguridad, si no absoluta, por lo menos bastante satisfactoria. Su empleo se impondrá necesariamente en el caso en que la corriente de excitación sea engendrada por grupos convertidores que tomen su energía motora en las bornas del cuadro y sometidos de este modo á todos los accidentes de la red. Pero desde este último punto de vista, *no es más que un paliativo* que será preferible no tener necesidad de emplearlo.

En fin, la necesidad de asegurar la independencia de las regulaciones individuales conduce á intercalar entre cada inductor de alternador y el circuito general de corriente continua un reostato que deba soportar la intensidad total de la corriente de excitación, y esto casi sin interrupción en la mayoría de los casos. Es este un aparato embarazoso, de

una vigilancia y de una conservación generalmente delicadas, un foco de calor sujeto á averías por consecuencia de las roturas interiores, algunas veces muy graves por los contactos accidentales que ocasionan, ya entre las diversas partes del circuito, ya entre este circuito y la masa.

En resumen, no parece que la excitación colectiva pueda recabar sobre la excitación individual la ventaja de una seguridad mayor. En cuanto á la cuestión económica, es de toda evidencia que, dejando á un lado la energía disipada en calor en el reostato, la transformación directa en corriente continua de una fracción de la potencia motora de cada unidad principal dará un rendimiento superior al que se obtiene engendrando desde luego la energía eléctrica á la cual se hace sufrir después una doble transformación en grupos convertidores. La ventaja económica está, pues, igualmente del lado de la excitación individual.

Cuadro de distribución.—Centraliza, como es sabido, la energía eléctrica producida, así como los medios de comprobación y de acción que permiten regir su producción y su distribución en los feeders.

Los aparatos que entran en su composición pueden ser clasificados según tres categorías principales:

Los aparatos de maniobras propiamente dichos: interruptores diversos.

Los aparatos de regulación: reostatos de campo y reguladoras de potencia que actúan sobre la distribución de las unidades motoras.

Los aparatos de comprobación y de medida, además, para cada categoría, el conjunto de auxiliares tales como transformadores, relays, disposiciones de protección, etc.

Disposiciones generales.

La técnica de las corrientes alternas ha determinado de un modo progresivo una transformación completa del tipo inicial, según el cual se establecían antes sin distinción todos los cuadros, tanto de corriente alterna como de corriente continua. El principal agente de esta transformación es el *transformador de intensidad*, el cual, combinado con el transformador de tensión, ha permitido extender á todos los aparatos de medida esta posibilidad, precedentemente restringida solamente á los voltímetros, de establecerlos á una distancia *cualquiera* de los circuitos que se quieren medir.

Esta aplicación, que se presta á combinaciones múltiples, es fecunda en resultados prácticos. Juntamente con la acción á distancia de los aparatos de maniobras, dicha aplicación permite separar enteramente el cuadro propiamente dicho—reducido solamente á los aparatos de acción y de medida—de los circuitos de gran intensidad y alta tensión, introduciendo de esta suerte, en el arreglo extraordinariamente defectuoso, en general, de los cuadros antiguos, una disposición metódica muy racional, muy general, y que da un grado de seguridad incomparablemente superior al obtenido antes.

Con el antiguo tipo, la acción directa de los interruptores que efectuaban los cortes en el cuadro mismo, así como la necesidad de establecer los amperímetros y vatímetros muy cerca de los circuitos principales, ocasionaban muy frecuentemente una gran confusión entre los diversos circuitos: continua para la excitación, alterna de baja tensión, alterna de alta tensión, subdivididas en circuitos de máquinas y circuitos de distribución, por el mayor peligro, tanto del material, como del personal. La necesidad de disimular esta con-

fusión por detrás de una fachada de bella apariencia no es una de las menores razones—abstracción hecha del apego de los electricistas clásicos á una tradición—por las cuales se justifica el empleo poco lógico de vastos recuadros de mármol ó de pizarra, de los cuales ha sonado ya la hora de su desaparición.

La característica del tipo moderno reside, pues, en la separación bien clara y perfectamente ordenada de las diversas partes, dejando por una parte el conjunto de los aparatos que el electricista debe tener á la vista y á la mano, y por otra los locales reservados á las altas tensiones, puntos de corte, etc.

Esta separación permitirá atribuir á cada parte las dimensiones y las disposiciones más apropiadas á su naturaleza y á su papel, sin que sea impedido por las condiciones complejas y frecuentemente inconciliables que lleva consigo una misma localización de estas diversas partes.

Plataforma.—El puesto de maniobra ocupado por los agentes destinados al cuadro, será una plataforma elevada, descubierta, desde donde sean visibles todas las unidades de la sala de máquinas.

Los aparatos de medida deben todos montarse sobre transformadores, y los interruptores deben operar los cortes á distancia, no yendo nunca á este sitio ninguno de los circuitos principales; únicamente á él irán á parar los conductores de los galvanómetros y los circuitos de acción de los aparatos de maniobra y regulación.

En estas condiciones, que suprimen radicalmente sobre esta parte de la instalación los pesados y voluminosos interruptores, así como el embarazo de circuitos múltiples, todos los aparatos afectos á una unidad ó á un uso determinados podrán montarse sobre zócalos metálicos enfrente de las máquinas y dejando la vista enteramente libre con exclusión de todo cuadro.

Circuito de alta tensión.—Por lo que concierne á los circuitos de alta tensión, sus puntos de unión y de corte, sus aparatos de protección, etc., para el conjunto de los cuales la práctica ha sancionado el principio del cerramiento, su separación de la plataforma ofrece un recurso de los más preciosos: el de desarrollarlos en espacios ampliamente dimensionados y en condiciones que dan las mayores comodidades para las visitas y las reparaciones eventuales. Los puntos de unión entre las barras colectoras habrán de establecerse de manera que permitan el seccionamiento de las diversas partes de la distribución general, y éstas deberán ser perfectamente accesibles en todos sus puntos, hallándose todo al abrigo de contactos accidentales en el estado normal de carga.

Un defecto de las medidas protectoras es frecuentemente el sustraer á la vigilancia las partes consideradas como peligrosas. El ideal—no realizable—sería mantener éstas visibles aun bajo tensión. Sucede muchas veces que las uniones se aflojan á la larga, determinando malos contactos, destinados á ser focos de calentamiento intenso que pueden llegar á fundir el metal. Otros órganos eléctricos, situados en estas zonas peligrosas, pueden igualmente estar sujetos á modificaciones progresivas, que llegan á ponerlos fuera de servicio. Si todo está cuidadosamente cerrado, no se conocerá el accidente sino cuando sea quizás tarde para remediarlo.

Una vigilancia activa, sin interrupción—y que es por otra parte maquiaval en las prácticas—por la vista, el oído y aun el olfato, es la primera condición de un servicio de

central, y todas las facilidades deben darse para que pueda ejercerse esta vigilancia, perfectamente compatible además con las medidas de seguridad general.—O.

EMPLEO DE COMBUSTIBLES POBRES

EN HOGARES INDUSTRIALES ⁽¹⁾

Los esfuerzos de todo industrial celoso de poder luchar ventajosamente con la desenfadada concurrencia que se hace mayor de día en día, van todos á parar á un mismo y único fin: *disminuir sin cesar el precio de coste*.

La carga más pesada que gravita sobre el productor es, sin duda alguna, el gasto de combustible. Bien se emplee éste como fuente directa de calor en un horno, bien se emplee como generador del vapor que ha de originar el movimiento de motores ó el caldeo de depósitos, entra siempre como el más principal factor del precio de coste en todos los productos industriales; hay, por tanto, un interés vital en abaratar todo lo posible tan importante elemento.

Los esfuerzos constantes de los Ingenieros han tendido casi exclusivamente á perfeccionar las máquinas y aparatos que utilizan el vapor para su funcionamiento, relegando á lugar secundario lo referente á mejorar los aparatos en que la combustión se produce.

La primera condición que deben éstos llenar es la de quemar *convenientemente* el combustible, es decir, quemarlo en forma que permita obtener el *máximum* de rendimiento con el *mínimum* del material empleado.

La combustión puede definirse como *una combinación química del carbón con el oxígeno del aire*. ¿Cómo se provoca esa combinación? Cargando el combustible en el hogar y haciendo pasar á través del mismo una cantidad de aire. Esta combinación, aparte del vapor de agua nacido de la oxidación del hidrógeno, da lugar á dos cuerpos, el óxido de carbono y el ácido carbónico.

Si el oxígeno falta se produce el óxido de carbono (CO) y el hogar produce un calor débil á consecuencia de ser incompleta la combustión. Si, por el contrario, la cantidad de oxígeno es suficiente, se produce el ácido carbónico (CO²), el desprendimiento de calor es muy elevado y tres veces superior al engendrado en el caso anterior; entonces la combustión es completa.

¿Qué se hace del calor obtenido de la combustión? Transmitirlo á los cuerpos que deben calentarse bajo una de las dos formas siguientes: primera, *caldeo directo* por radiación del combustible incandescente; y segunda, *caldeo indirecto* por mediación de los gases obtenidos de la combustión; gases muy calientes al desprenderse, y que se ponen en contacto con los cuerpos que quieren calentarse; cuando su temperatura ha disminuído considerablemente se les deja en libertad, pero siempre llevan consigo una cantidad mayor ó menor de calórico que se pierde en la atmósfera, determinando un mal aprovechamiento del combustible. Esta pérdida puede atenuarse, disminuyendo en lo posible el volumen de dichos gases mediante una menor admisión de aire en los hogares.

De aquí se deduce que la cantidad de aire que debe admitirse en los hogares es de una importancia capital bajo el punto de vista económico.

El defecto del aire en el tiro ocasiona combustión incompleta y, por tanto, origina una pérdida.

El exceso del mismo produce una baja de temperatura en el hogar, aumenta el volumen de los gases desprendidos y, por tanto, la cantidad de calórico que éstos arrastran á la atmósfera, originando también una pérdida.

En consideración á lo expuesto puede establecerse:

1.º La cantidad de aire admitida en el hogar debe ser la estrictamente necesaria para asegurar una combustión completa.

2.º Los elementos comburentes y combustibles deben hallarse íntimamente unidos durante la combustión para facilitar su combinación.

3.º Evitar toda pérdida de combustible no quemado, que queda bien entre las rejillas ó entre las cenizas.

Visto el importante papel que el aire desempeña en la combustión y que la intervención del mismo se consigue por medio del *tiro*, vamos á examinar los diversos sistemas de éste para indicar las ventajas é inconvenientes de cada uno de ellos.

Tiro natural.—Obtenido por la diferencia de peso entre la columna de gases encerrados en la chimenea y el de la columna de aire libre que rodea exteriormente el hogar. Este sistema descansa, por tanto, en la temperatura que alcanzan los gases citados, y como exige que esa temperatura sea muy elevada es, desde luego, antieconómico. Y lo es, además, porque es *esencialmente inestable* á consecuencia de las variaciones á que queda sujeto por la diferente dirección é intensidad de los vientos, grado de humedad de la atmósfera, presión variable de la misma, etc., etc. Agreguemos á esto que no pueden aplicarse á los combustibles baratos y llegaremos á la conclusión de que debe rechazarse su empleo.

Tiro aspirado. Tiro inducido.—Es más enérgico que el precedente y se obtiene mediante un ventilador instalado en el recorrido de los gases quemados. Presenta como inconvenientes que el hacer pasar el aire á través de las rejillas del hogar y el hacer que los gases de la combustión sean aspirados á medida que se producen, contribuye á una pérdida grande de calor; además, necesita costosas instalaciones mecánicas que se deterioran rápidamente por su constante contacto con los gases á altas temperaturas, aparte del gasto que supone el entretenimiento de dichas instalaciones.

En resumen, este sistema adolece del mismo defecto capital que el anterior y resulta antieconómico.

Tiro forzado.—Este tiro se obtiene por medio de una soplante ó de un ventilador que envía el aire al cenicero herméticamente cerrado.

Racionalmente establecido, esta disposición permite regular una buena combustión.

La aspiración de la chimenea resulta inútil, puesto que el aire comburente se produce bajo presión en el cenicero.

El tiro forzado es aplicable á toda clase de combustibles, y aun á aquellos de más difícil combustión. Además presenta este método la gran ventaja de suprimir el costoso gasto de elevadas chimeneas.

Por todo lo dicho vemos la gran economía que puede realizarse con una combustión completa del combustible empleado y de la adopción de un tiro racional para efectuar esta combustión.

Otro elemento importantísimo de economía es la elección del combustible.

(1) De Ingeniería.

Quemar excelentes combustibles en aparatos bien combinados no tiene nada de maravilloso; en lo que debe manifestarse la inteligencia y el cuidado de un productor amante de sus intereses, es en poder utilizar económicamente un combustible barato y, por lo tanto, de malas cualidades.

Entre esta última clase de combustibles se encuentran el polvo de cok ó de hulla, que forman en las fábricas de gas un *stock* considerable, y del cual los fabricantes tienen que deshacerse á cualquier precio. Lo mismo sucede con los menudos que se forman en los grandes depósitos de carbón, el precio de los cuales resulta bajísimo.

Claro está que si el industrial puede utilizar para la producción de su fuerza motriz un hogar combinado de tal modo que pueda quemar toda clase de combustibles por malos que sean, y entre los cuales se puedan contar los menudos de que acabamos de hablar, se encontrará en mejores condiciones de lucha que cualquier otro industrial de su clase, puesto que una de las primeras materias, la fuerza, la tiene á precio más económico.

Para que esto pueda realizarse es necesario contar con un horno apropiado, siendo muchos los que se han presentado al mercado sin que ninguno haya reunido las condiciones exigidas para un horno que pueda quemar económicamente combustibles de malas condiciones.

Un aparato que reúne las condiciones exigidas para esta clase de hornos es el «horno aero-economizador».

Sabemos que para una admisión constante de aire en el horno, la estrictamente necesaria para una buena combustión, la presencia de vapor de agua en el comburente aumenta la capacidad calorífica del gas y acelera la transmisión á los palastros de las calderas del calor almacenado. Por su paso á través de la capa de combustible, este vapor de agua provoca la transformación en gas de una cantidad de carbono, lo cual permite reducir la cantidad de aire necesaria para obtener una combustión completa y económica.

Una vez indicado el principio del aero-economizador, entraremos en su descripción.

El aero economizador es un horno compuesto, en su parte principal, de un aparato inyector de aire y de una parrilla inclinada formada por barras en zig-zag.

La inyección de aire tiene lugar, bien por medio de un ventilador especial, ó por la utilización directa del vapor.

Utilizando directamente el vapor, este aparato comprende un cierto número de eyectores dispuestos en la parte anterior del horno ó en los muros laterales.

Estos eyectores están terminados por surtidores especiales que se mantienen en posiciones variables con ayuda de estribos rígidos y de bridas de fundición. El rendimiento de estos eyectores es muy elevado, porque su forma ha sido establecida según datos científicos y como consecuencia de experiencias prolongadas.

Estas piezas son por completo diferentes de las de las soplantes ordinarias que se utilizan en algunos hornos. En el aparato que nos ocupa la fuerza viva comunicada al aire por el vapor se transforma gradualmente en presión, de tal modo, que el aire llega al cenicero casi sin velocidad y sensiblemente á la presión que debe tener; en las soplantes ordinarias el aire arrastrado por el vapor llega con violencia al cenicero y produce remolinos que traducen en pura pérdida la fuerza viva; del hecho de que la repartición del aire en la parrilla sea irregular, el rendimiento del horno disminuye considerablemente.

La presión del vapor sobre los dardos del aero-economi-

zador se indica por un manómetro especial que permite fácilmente su regulación. Esta regulación es siempre fácil, en contra de lo que sucede con las soplantes ordinarias, que esta presión no es regulable, y es la de la caldera.

El número de eyectores del aero-economizador se calcula exactamente para cada instalación según las cantidades y las cualidades de los combustibles que se desea quemar.

La cantidad de vapor gastado es muy reducida con relación al volumen de aire arrastrado, y es cinco ó seis veces menos que la gastada en la mayor parte de los hornos de soplantes ordinarios.

La parrilla está formada de barras de fundición extra-resistente; las luces dispuestas en zig-zag están inclinadas con relación al eje.

Las láminas de aire tienen por dirección la bisectriz de los ángulos de las luces; estas luces, estando opuestas unas á otras, las láminas de aire se encontrarán y producirán un remolino muy favorable á la combustión.

Uno de los primeros resultados de esta disposición es provocar la división metódica del aire, y asegurar de este modo la mezcla íntima del gas en la capa misma del combustible.

Otra ventaja notable es la de impedir de un modo absoluto la formación de llamas (dardos de soplete) peligrosas para las calderas y siempre de temer en los hornos con soplantes ordinarios.

La disposición de las parrillas del aero-economizador permite trabajar con una presión menor en el cenicero y disminuir todo lo que es posible el gasto de vapor ó de fuerza motriz.

El enfriamiento de los barrotes, resultante de la gran división del aire arrastrado y de las anchas superficies de contacto entre éste y la reja, les asegura una gran duración.

La misma forma adoptada para los barrotes les hace sólidos y resistentes.

Resumiendo, diremos que el aero economizador presenta las siguientes ventajas:

Economía, que oscila entre el 15 y el 40 por 100, empleando combustibles de inferior calidad y bajo precio (polvo de cok, de antracita, de hullas finas de taller, de parques, residuos de cenizas, etc.).

Mayor producción de vapor en las calderas, que llega al 25 ó 50 por 100, lo que en caso de debilitación de calderas, evita la compra de nuevos generadores, siempre costosos.

Mayor potencia de producción en los hornos y más facilidad para ponerlos en marcha.

Mejoramiento de tiros defectuosos, dando en el cenicero la presión necesaria, que evita las sucesivas elevaciones de chimeneas.

Economía importante en instalaciones de nueva planta, por reducciones al *mínimum* de la altura de chimeneas.

Mejoramiento de la combustión.

Facilidad mayor de entretenimiento y regulación de hogares.

Regularidad de tensión del vapor en las calderas.

Disminución de los humos por el empleo de combustibles pobres.

Economía de barrotes de rejillas, por no ser adherentes aquéllos.

Limpieza fácil.

Conservación de las planchas de calderas, protegiéndolas contra los bruscos enfriamientos producidos por la entrada del aire frío al abrirse las puertas del hogar.

Supresión de pérdida de carbón no quemado.

Aparte de las citadas ventajas, el aero-economizador presenta la de poder ser empleado en cualquier industria.

Puede aplicarse:

À calderas de vapor; à hornos metálicos, de recocer, caldear ó cimentar; à vidrierías, fábricas de productos químicos, estufas, secaderos, etc., etc.

Su empleo se impone, por lo tanto:

En todas las fábricas que quieran ahorrar combustible utilizando los de bajo precio.

En las situadas en el interior de poblaciones que prohiban los humes.

En las que disponen de pizarras carbonosas, carbones mixtos, polvo de cok, etc.

En las Compañías de ferrocarriles, cuyas locomotoras producen escorias que hoy pierden, pudiendo utilizarlas mediante el empleo del aero-economizador en sus talleres fijos, de cualquier clase que sean.

En todas las fábricas en construcción actualmente, para ahorrarse los gastos consiguientes á elevación de las chimeneas.

Vemos por todo lo dicho las grandes ventajas del aero-economizador, por lo cual es de creer que su adopción en nuestras fábricas no se hará esperar mucho tiempo.

R. P. y P.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS Á MELILLA

(Continuación.)

El saneamiento de Melilla es urgente, y aunque este asunto no sea el objeto del presente trabajo, lo consideramos muy relacionado, por cuya razón algunas palabras le dedicamos. Esta población, á cuyo desarrollo superficial y vertical se ha opuesto la rígida legislación de zonas polémicas, aplicada con vigor hasta hace poco tiempo por exigirle así la condición levantisca de nuestros vecinos los rifeños, hoy que las Autoridades han conseguido recabar del Gobierno la autorización para urbanizar el barrio de Santiago, cuenta tener dentro de poco otro nuevo y extenso barrio, cuyas condiciones de salubridad convendría garantizar por completo, no sólo con el abastecimiento de agua, sino con otras medidas que el estado del subsuelo, la condición torrencial del Río de Oro, el estado hidrométrico y el clima cálido de Melilla exigen poner en práctica. De nuestras observaciones meteorológicas registradas diariamente desde Agosto de 1904 insertamos á continuación las más interesantes en resumen anual medio.

Vientos.—Se registran 18 días de calma al año, de ellos únicamente 3 seguidos, 70 días de viento flojo, 100 de vientos frescos, 162 fuertes y 10 de temporal. Soplan vientos del primer cuadrante 140 días al año y 193 del cuarto cuadrante. La dirección dominante del viento es del NE. y la velocidad máxima observada 35 metros por segundo.

Temperaturas.—La temperatura máxima anual es 38 grados, la mínima 2 y la media 18.

Barómetro.—La presión barométrica máxima 775 milímetros, la mínima 743 y la media 761.

Lluvias.—Los datos de lluvia se han consignado anteriormente.

Origina la insalubridad de una región, como es sabido, la acción combinada de los tres factores: temperatura elevada, humedad y materias orgánicas. Las grandes lluvias de la primavera de 1904 produjeron al comienzo del verano, con el aumento del calor, el desarrollo del germen palúdico á causa del movimiento de tierras producido por las numerosas construcciones

que se comenzaron entonces en el Llano, encontrando el aire á la temperatura y estado hidrotimétrico convenientes. Contribuyó á ello también la desaparición de los huetos, ordenada por entonces, y como factor siempre constante en Melilla para el desarrollo del paludismo y amenaza constante por sus avenidas, el Río de Oro, cuyo ancho cauce, poca pendiente en su tramo último, régimen torrencial, con estiajes en los que casi desaparece la corriente superficial, son causas de que se produzcan encharcamientos donde las materias orgánicas se descomponen en cuanto la temperatura se eleva.

Con las siguientes medidas se completaría el saneamiento de Melilla, consiguiendo á la par evitar las avenidas del río, cuya importancia ponen de manifiesto los datos que consignamos en los planos; alcantarillado completo, apertura de zanjas que reunieran y condujeran las aguas subterráneas á atarjeas, rellenas de grava gruesa, que desemboquen en otras y éstas en la red general de alcantarillado; plantaciones de árboles de alto tallo, el eucalipto es el más indicado; cultivo y riego de todos los terrenos pantanosos, con lo que se corrige el suelo y purifica la atmósfera y se regula la distribución de las aguas meteóricas; creación de viveros; instalación de escuelas prácticas y granjas agrícolas; estudio detenido del plan de urbanización, ensanche y reforma de Melilla, y, por último, son de absoluta necesidad las obras siguientes en el Río de Oro: espigones transversales; un dique de 100 metros de longitud en el portillo de desbordamiento; defensa de las márgenes con plantaciones, además de la limpieza y encauzamiento del río, pues obsérvese después de cada avenida reducción de la pendiente del río y ensanche de su cauce, por cuya razón en cada avenida alcanza mayor altura el agua y es, por lo tanto, mayor el peligro para la población baja actual y para la futura, cuyo emplazamiento tiene un nivel medio de 4 metros sobre el del mar. De la importancia de la avenida última se registraron otras seis desde 1880.

Obras que se proyectan.—Como ya hemos dicho, el proyecto que se presenta se reduce á recoger un caudal de agua de 40 litros por segundo de la capa filtrante del lecho del Río de Oro, por medio de una galería captante establecida en el punto más alto del río, dentro del territorio español, siendo la cota de toma de 15 metros sobre el nivel medio del mar. Hechas detenidas y minuciosas nivelaciones hemos visto que sólo se disponía de esta altura, por lo cual, y dada la de los barrios que va á servirse, es necesario elevar el agua á la cota 33, con lo que se conseguirá servirla á presión en los pisos altos de las casas. Dada la topografía de la población y la situación aislada de la Plaza, al par que elevada (30 metros) y distante, y teniendo presente también que actualmente cuenta con una distribución y que la vida de la población es en la parte baja ó sea la más inmediata al futuro puerto, hemos prescindido en este proyecto del abastecimiento de la parte alta de la Plaza, reduciendo el problema, especialmente, desde el punto de vista económico. De no haberlo hecho así, la distribución para la parte alta hubiera exigido elevar la altura y aumentar la cabida del depósito principal, construir un sifón más y un depósito regulador, cuya instalación hubiera exigido la expropiación de una casa de la Plaza, pues como puede verse en el plano, no es fácil encontrar emplazamiento.

Desde la galería captante se conducen los 40 litros de agua por segundo hasta la cota 11, donde un partididor dividirá el caudal en dos: uno de 30 litros y el otro de 10, que sigue en tubería colectora, de la que arranca la red de distribución del Buen Acuerdo, Barrio Nuevo, Mantelete, parte baja del Polígono, Cañada y Carmen. De los otros 30 litros se toman 5 que se elevan desde la cota 11 á la 36 á que se encuentra el depósito del que arranca la conducción para los barrios altos, Polígono, Cañada, Carmen y Alcazaba, conducción que enlaza con la red de la anterior.

En previsión de que el río pueda tener estiajes, que no permitan captar los 40 litros por segundo, proyectamos la instalación de un motor de viento de 5 HP, que eleve el agua al citado depósito, garantizando así, á poco coste, el abastecimiento regular de los barrios altos, para cuyo consumo conceptuamos bas-

tante los 5 litros por segundo, ó sea 420 metros cúbicos por día, por corresponder esta conducción al abastecimiento de los cuarteles en que se alojarán unos 5.000 soldados, que á 20 litros suponen 100 metros cúbicos, y al de agrupaciones urbanas, que sumarán 4.500 personas, que, á 60 litros, harán un total de 600 metros cúbicos.

Los 25 litros por segundo sobrantes podrán aplicarse á los riegos del Parque y huertos bajos, enviando el restante caudal á la red de alcantarillas ó al río.

No teniendo la absoluta seguridad de disponer de los 40 litros por segundo en estiaje, no proyectamos, como parece indicado, utilizar la potencia que supone dicho caudal en la cota 15, pues podría instalarse un salto de 8 metros equivalente á 240 kilogrametros, que suponiendo un rendimiento de 45 por 100 podría aplicarse á la elevación de los 4 litros á 27 metros, altura que, sumada á la de la cota después del salto (6 metros), nos daría la del depósito. Hecha la instalación general que proyectamos, deberá estudiarse esta ampliación en vista de los aforos en estiaje. En el plano general indicamos el posible emplazamiento de la turbina y tuberías para aprovechar el citado salto, cuya instalación proponemos.

Bosquejado el proyecto, entraremos á continuación en el estudio y descripción de las diferentes obras que lo constituyen y de cuya justificación, así como la de los precios unitarios, presupuesto y pliego de condiciones, trataremos luego.

Galerías filtrantes.—Obsérvase que en muchos casos, y el actual es uno de ellos, el agua captada en un valle de aluviones tiene otra composición química y temperatura que la de río, á consecuencia de ser alimentado aquél con las aguas subterráneas de las laderas. En los sondeos practicados por nosotros hemos observado que el nivel de las aguas alumbradas en la margen izquierda del Río de Oro es superior al de las aguas de éste, confirmando su temperatura más constante. Como el caudal del río representa en nuestro caso papel primordial, proyectamos la galería filtrante próxima á la orilla y lo suficiente distante para que la filtración se verifique bien. Para evitar que el mayor número de los gérmenes del río pase á la galería, hemos elegido el emplazamiento de ésta dentro de nuestro territorio, en el punto donde existen menos causas de contaminación por ser el más alejado de aglomeraciones urbanas.

La elección entre galerías y pozos no es dudosa en nuestro caso por la posibilidad de abastecer parte de la población desde aquéllas sin necesidad de elevar el agua. La filtración debe ser horizontal á la par que vertical.

Se mejora notablemente el valor de la filtración en las galerías y pozos reemplazando la capa filtrante natural por otra artificial que puede cambiarse cuando esté sucia y taponada, por

lo cual proyectamos algo parecido á lo hecho en las galerías para abastecer á Nancy.

La sección de nuestra galería es ovoide, filtrante en sus dos paredes, en una altura de 0,60, y en su solera, formada de piedra en seco.

Para evitar, como en el caso de Nancy, que las aguas de inundación, con pequeño recorrido vertical, pasen á la galería y que la temperatura del agua sea próxima á la del río, en cuyo curso se verifican las dos leyes de autodepuración y la de concomitancia de las crecidas microbianas con las hidrotimétricas, proponemos la galería en terreno cuyo nivel es superior al de las grandes avenidas.

Dicha galería colectora se alimentará por medio de tubos de fundición de 0,30 de diámetro, provistos de orificios rectangulares, en el sentido de sus generatrices, enterrados en el álveo del río, en su margen izquierda, el agua que recojan la conducirán á una trinchera de limpia y drenaje llena de grava en sus tres primeros metros, y de arena fina en los tres metros siguientes, trinchera limitada por muretes de hormigón provistos de barbacanas que vierten esta agua á lo largo de su recorrido, recogéndose, por último, en la galería de filtración situada por bajo. La misma galería de filtración es colectora de las aguas que recoge un acueducto alimentador, instalado á 4 metros de distancia y á la misma altura que la toma del río, pero al lado opuesto de la galería.

Dicho acueducto, de sección ovoide, de 0,60 \times 1,00 metros de altura, servirá de dren de los manantiales de la ladera izquierda, de cuya existencia ya hemos hablado. De los detalles de la galería, cámara de limpia, que recoge el agua, acueducto y demás elementos, creemos innecesario ocuparnos por especificarse en los demás documentos del proyecto.

El cálculo del gasto de una galería filtrante requiere estudios y experiencias largas. Depende principalmente del volumen de los huecos que quedarán en la capa de acarreo ó recipiente de reservas, volumen que, según estudios matemáticos de Slichter, varía de un máximo del 47,64 por 100 á un mínimo del 25,95 por 100.

La masa del agua que impregna un terreno experimenta los aumentos debidos á la lluvia, aportaciones intermitentes, pero que á cierta profundidad ocasionan salidas continuas, estableciéndose un régimen regular.

MANUEL BECERRA,

Ingeniero Director de las obras de los puertos de Melilla y Chafarinas.

(Se continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

La medida de la presión de los líquidos fuertemente comprimidos.

En la *Zeits. des Ver. deutsch Ingen.* del 8 de Mayo, M. A. Martens pasa revista á los diversos aparatos empleados en los laboratorios industriales para la medida de las presiones de los líquidos fuertemente comprimidos.

El autor clasifica estos aparatos en dos categorías: los aparatos que miden la presión de los líquidos en reposo y los que indican la de los líquidos en movimiento. Los primeros comprenden: los manómetros de mercurio de resortes tipo Bourdon ó de

resorte tipo aneroide, los pesos hidráulicos y los aparatos de émbolos diferenciales; las indicaciones de sus órganos móviles se hacen visibles por una aguja accionada por una disposición mecánica, por un espejo móvil sobre el cual se proyecta un rayo luminoso, por un indicador eléctrico, ó, finalmente, por el desplazamiento de un índice en un tubo capilar.

Los aparatos que miden la presión de los líquidos en movimiento, comprenden:

Los manómetros de émbolo con cuero evolutivo imperfectamente impermeable; los manómetros Amagat, de émbolos ajustados en un cilindro con un cierto juego que da paso al líquido;

los manómetros de bolas, en los cuales la bola reemplaza al émbolo y es más ó menos elevada según la presión; y, finalmente, los manómetros de émbolos flotantes diferenciales ó no.

El autor describe brevemente las principales variantes de cada una de estas disposiciones.

Empleo de la soldadura eléctrica en las pequeñas obras de calderería.

M. A. Dixie describe con detalle, en el *American Machinist* del 20 de Marzo, la instalación del taller de soldadura eléctrica de la John Wood Manufacturing Co, en Conshohocken (Pensilvania), que fabrica calderas calentadoras de baños, un millar por día. Estos aparatos tienen de 18 á 40 centímetros de diámetro y hasta 1,80 metros de longitud. El cuerpo cilíndrico es soldado de un solo golpe según una generatriz.

La máquina empleada en esta operación comprende, sobre un bastidor de fundición, dos cilindros yuxtapuestos, de eje vertical, en los que hay una garganta semi-circular que corresponde al perfil de la pieza que se quiere soldar. Por entre ellos pasa una barra horizontal que lleva radialmente tres rodillos, uno dirigido hacia arriba, y los otros dos á 120 grados del primero, dirigidos hacia abajo. Estos rodillos, ejerciendo presión sobre la cara interna del palastro ya encorvado introducido en la máquina, le aprietan en la parte superior y le aplican exactamente contra la garganta de los cilindros los dos de abajo y contra los electrodos el de arriba. Estos electrodos, colocados por encima de la pieza, enfrente de los dos bordes que se quieren unir, están constituidos por dos grandes discos rotativos de cobre no paralelo, inclinados el uno hacia el otro en la parte inferior, donde vienen respectivamente al contacto con las partes que se han de soldar. Es suficiente, pues, para operar, colocar la pieza entre los cilindros, los que la arrastran hacia los electrodos, bajo los cuales pasan aquellos sin rozamiento, tomando éstos á su paso un movimiento de rotación.

El metal, apretado entre los electrodos y el pequeño rodillo indicado antes, se funde y se suelda al paso.

La operación completa no requiere, al parecer, para un cilindro de 1,50 metros de longitud, más que sesenta segundos, de los cuales veintidós corresponden á la soldadura solamente. Un transformador colocado en lo alto de la máquina rebaja á 3 ó 4 voltios la tensión de la corriente; la intensidad de ésta es considerable: 24.000 amperios.

Los cilindros se cambian rápidamente según el diámetro de las piezas cilíndricas, cuyas soldaduras, por este procedimiento, presentan una arista viva á lo largo de la junta, pero que un calibrador especial la hace desaparecer, dando á la pieza una sección rigurosamente circular.

El porvenir de los caminos de hierro suburbanos, en Londres.

Se ha dicho que el incremento rápido que ha tenido en Londres el número de autobuses y de tranvías eléctricos había, no solamente perjudicado á los caminos de hierro desde el punto de vista financiero, sino que había destruido las disposiciones tomadas por la Royal Commission on London Traffic en favor de la electrificación de todos los caminos de hierro suburbanos.

En el *Times Engineering Supplement* del 17 de Marzo, mister Dawson mantiene, por el contrario, que dichas disposiciones no solamente no están destruidas sino que deben seguirse.

Censura á los directores de Compañías que parecen resignarse al estado actual de cosas y cita el ejemplo del Metropolitan District Railway, cuya electrificación ha permitido reducir los gastos de explotación y aumentar en un 58 por 100 el ingreso neto.

Aunque los tranvías eléctricos y los autobuses toman, por decirlo así, el viajero á la puerta de su casa y le conducen á su destino por un precio módico, debe observarse que su velocidad no puede exceder de 16 kilómetros por hora, y que en los mo-

mentos de acumulación su servicio es absolutamente insuficiente.

Con el vapor, los trenes de los alrededores de las poblaciones no tienen una velocidad sensiblemente superior y las salidas son poco frecuentes. Electrificándoles, se obtendría una velocidad dos veces y media más grande, y, sin aumentar el número de vías ni modificar las estaciones de término, sería posible aumentar el número de trenes y tener un servicio más flexible.

La tendencia de la población de Londres de residir lejos del centro de la ciudad se acentúa cada vez más, y las distancias medias pasan ya de 5 á 8 kilómetros.

M. Dawson hace observar que no se debe contar entre los gastos que incumben á la electrificación más que los de la distribución de energía; en cuanto á los de su producción, deben considerarse como el reemplazo simplemente de los gastos del combustible que arde en las locomotoras de vapor.

En cuanto á los gastos de material móvil hay que notar que las antiguas locomotoras de vapor pueden utilizarse en otras partes de la red y que la construcción de las locomotoras eléctricas no hace más que reemplazar á la de las nuevas locomotoras de vapor, que sería impuesta por el aumento del tráfico.

En una palabra: el sistema ideal sería, para el autor, la electrificación completa de todas las líneas comprendidas en la zona suburbana, siendo los trenes de los alrededores múltiples y pudiendo los exprés franquear esta zona con ayuda de locomotoras eléctricas.

Locomotoras equilibradas sistema Bodmer.

En el *Engineer* del 5 de Marzo, M. Herbert T. Walker describe diversos tipos de locomotoras estudiados entre 1830 y 1850 por un constructor inglés de origen suizo, M. Bodmer, y en los cuales la inercia de las piezas animadas de movimientos alternativos se compensaba automáticamente como en ciertas máquinas modernas.

En todas estas locomotoras, el ó los cilindros de vapor contienen cada uno dos émbolos, que el vapor tiende á separar ó á empujar hacia los fondos del cilindro. En las primeras de estas máquinas, construídas en 1834, las varillas de los dos émbolos salían por el fondo y atacaban á sus manivelas acunadas á 180 grados, una por medio de una biela directa y la otra con ayuda de una biela en vuelta. En las máquinas del mismo constructor puestas en marcha después de 1841, la varilla del émbolo de atrás era llena y pasaba por el interior de la varilla hueca del émbolo de adelante, de tal suerte que las dos bielas eran directas, y se ensamblaban generalmente con estas varillas del émbolo por crucetas unilaterales.

El autor describe igualmente algunos otros detalles de construcción interesantes de estas máquinas, y principalmente los aparatos de distribución con distribuidores planos ó cilíndricos, las correderas de cambio de marcha y un tender con un freno mixto sobre el carril y sobre la llanta.

Cuba de gasómetro de cemento armado de la fábrica de gas de Turin.

El incremento rápido de consumo de gas en Turin, ha conducido á la Sociedad Consumatori Gas Luce á elevar á 100.000 metros cúbicos la potencia de producción diaria de su fábrica Regina Margherita. Entre otros trabajos importantes, ha tenido que construir un gasómetro de 35.000 metros cúbicos, cuya curva mide 41,63 metros de diámetro interior y 10,20 metros de altura de agua.

Razones de economía y de rapidez de ejecución, condujeron á adoptar el cemento armado con preferencia á la mampostería. El *Cemento* de 15 de Marzo da la descripción de este trabajo, cuya ejecución fué confiada á la Sociedad Porcheddu, concesionaria para Italia de las patentes Hennebique.

El fondo de la cuba es troncocónico, su armadura metálica

está calculada de manera que pueda resistir no sólo á la carga de agua de la cuba sino también á las presiones exteriores que se manifiestan cuando la cuba está vacía.

El fondo de la cuba ha tenido que fijarse á poca altura por encima del nivel normal de las aguas subterráneas; la previsión de que lluvias abundantes coincidiesen con un período de vaciado de la cuba ha necesitado esta precaución.

Las paredes laterales, reforzadas con cinco nervios horizontales, tienen un espesor que varía entre 20 y 40 centímetros desde el vértice á la base. En el sitio de los pilares metálicos que soportan las guías de la campana se han dispuesto nervios verticales que sirven para su sujeción.

El contrato comprendía pruebas de recepción de un rigor nunca adoptado en casos semejantes. La cuba debía resistir sola al empuje del agua, sin tener en cuenta la reacción de las tierras. Se la mantuvo llena de agua durante ocho días sin sufrir ni fuga ni deformación, después de lo cual se procedió á rellenar el espacio de alrededor.

La construcción del patrón en madera necesitó ciertas disposiciones particulares, que tenían por objeto asegurar un aplomo perfecto de las paredes. Los trabajos, comenzados en Mayo, se terminaron en Septiembre de 1908, comprendiendo los pozos de los sifones de los tubos de entrada y salida del gas. Se valoró en un 50 por 100 la economía realizada sobre una construcción análoga de fábrica, por el empleo del hormigón armado.

Los progresos recientes en la fabricación de los ladrillos silíceo-calizos.

En la última reunión general de la Sociedad alemana de fabricantes de piedras calizas, cuyos resultados publica la *Zeits. für angew. Chemie* del 19 de Marzo, se han presentado muchas comunicaciones interesantes sobre los progresos realizados en la fabricación de los ladrillos silíceo-calizos.

Entre las impurezas que se mezclan con la arena, la más perjudicial es el ácido húmico, que fija una parte de la cal y provoca la destrucción de los ladrillos moldeados en el autoclavo. Una buena arena debe encerrar por lo menos un 90 por 100 de granos de cuarzo. Las arenas calizas y dolomíticas dan también un buen ladrillo, que encierra, por término medio, 50 por 100 de arena cuarzosa, 34 por 100 de carbonato de cal, 5 por 100 de carbonato de magnesio, 10 por 100 de alúmina y óxido de hierro, 0,8 por 100 de hidrato de cal y 0,7 por 100 de agua. El grueso del grano de arena desempeña un papel considerable desde el punto de vista de la resistencia mecánica y de la porosidad.

Cuando se emplea arena de dunas ó de río, se añade frecuentemente arena de cantera para tapar los poros. Cuando no se toma esta precaución, las prensas trabajan frecuentemente mal y no llegan á reducir suficientemente la porosidad. Se utiliza con el mismo objeto la arena molida de arcillas y de escorias de los altos hornos, molidas y granuladas. En este último caso no se añade cal. Añadiendo á la masa plástica 5 por 100 de cal y 15 por 100 de arena molida, se obtiene una piedra más sólida que añadiendo 10 por 100 de cal sin arena molida. Se pueden hacer ladrillos muy ligeros con escorias ó piedra pómez.

M. Hardenbrock ha manifestado que en Holanda, donde las casas están construidas con piedra natural, casi nunca trabajada, los ladrillos silíceo-calizos son fuertemente atacados; hojas delgadas se separan de los ladrillos en las partes altas y un poco menos en las partes bajas. Se observa siempre este hecho sobre los ladrillos azules fabricados con cal hidráulica y nunca sobre los ladrillos blancos fabricados con cal grasa (blanca). Como no es la sustancia colorante la que puede provocar este fenómeno, es necesario buscar la causa en la cal hidráulica. Se puede explicar así: la pasta moldeada y todavía no solidificada hecha con la cal grasa, se recubre pronto en la superficie de una capa de carbonato de cal. En las mismas condiciones, la pasta que encierra la cal hidráulica se recubre de una capa de silicato de cal, que absorbe mucha humedad. El autor aconseja

no emplear cal hidráulica, introducir rápidamente las piedras en el autoclavo, no escoger un mortero demasiado seco, y tan pronto como los ladrillos hayan sido introducidos en el autoclavo, enviar á él un poco de vapor. En Francia, M. Leduc ha llegado á las mismas conclusiones. Para los ladrillos de cimentación y para los ladrillos en saliente que sirven de decoración se puede naturalmente emplear la cal hidráulica.

La influencia de la roña y de las cargas repetidas en la adherencia del hormigón al hierro.

En el *Oesterr. Wocheuschrift* del 24 de Abril, M. Kitsch da noticia de los ensayos por él efectuados para dar cuenta de esta influencia.

Con este objeto ensayó dos hormigones obtenidos con dos cementos diferentes, después de dejar fraguar sus probetas respectivamente durante uno y tres meses.

Una mitad de estas probetas contenía una armadura de hierro oxidada, y la otra una armadura de hierro brillante. Finalmente, los hierros de la armadura de una primera serie de probetas, fueron cargados de un golpe á fin de obtener un arranque por impulsión; los de una segunda serie de probetas, fueron cargados del mismo modo, pero dando diez golpes diferentes á fin de desarrollar un esfuerzo en el contacto del hierro y del hormigón de 1,2 kilogramos próximamente por centímetro cuadrado; en fin, la tercera serie de probetas fué sometida previamente á 50 aplicaciones sucesivas de este esfuerzo de 1,2 kilogramos por centímetro cuadrado de superficie de contacto.

Los resultados del conjunto de los ensayos, que no tenían por otra parte gran precisión, han sido los siguientes:

Las cargas repetidas, correspondiendo á un esfuerzo de 1,2 kilogramos en el contacto del metal y del hormigón, no parecen tener ninguna influencia sobre la adherencia; por el contrario, la presencia de la roña ha disminuído siempre esta adherencia en una proporción que ha variado entre 5 y 25 por 100 próximamente y que parece crecer con la vejez del hormigón.

Las bombas centrífugas.

La mayor velocidad que procuran los motores eléctricos ha conducido á la transformación del viejo mecanismo de ciertos órganos de las máquinas y principalmente de las bombas. En efecto, la solución ofrecida por los aparatos de movimiento continuo, como las bombas centrífugas, presenta una ventaja considerable sobre las bombas de émbolo desde el punto de vista de la velocidad.

En una nota publicada en la *Revue Universelle de Mines*, de Marzo, M. Ch. Hanocq demuestra que si la impulsión de un chorro de agua á 500 y aun á 600 metros de altura por medio de una bomba centrífuga parecía irrealizable hace una docena de años, en el momento actual el problema está resuelto. Si el rendimiento es todavía débil, tienen, no obstante, estas bombas la ventaja de la seguridad y la facilidad de la instalación.

Cada constructor, á falta de experiencias y de reseñas prácticas respecto á coeficientes, posee un método particular para determinar las dimensiones de las bombas en condiciones dadas. Este método es generalmente experimentado, es decir, basado en el conocimiento de curvas características obtenidas por ensayos sobre una bomba algo semejante. El autor expone una teoría, que, permitiendo el poder tener en cuenta todas las pérdidas, está basada sobre el conocimiento de los coeficientes de rozamientos del agua en los canales, del agua contra las ruedas y del árbol en sus cojinetes.

La ventaja de esta teoría sobre el método experimental es evidente, porque las conclusiones no dependerán de las dimensiones particulares de la bomba estudiada y será posible, haciendo variar en los cálculos los valores de los diferentes elementos, determinar la influencia de cada uno de ellos sobre el rendimiento y la altura de su elevación.