

de remolcar un tren de 1.200 toneladas á la velocidad de 96 kilómetros por hora, y con trenes más ligeros circulando por terreno horizontal puede alcanzar hasta 120 kilómetros por hora.

Por término medio, la velocidad no excede el valor máximo de 91 á 92 kilómetros por hora, lo que es suficiente para realizar la economía muy marcada que acusa la curva *A* de la figura 9.^a, con relación á la curva *B* en los regímenes elevados; la cifra que se da para el consumo de energía es un poco superior á 13 vatios-hora por tonelada-kilómetro.

En cuanto á los gastos de entretenimiento son excepcionalmente reducidos, puesto que sólo son de 3,5 céntimos por milla para el último ejercicio anual (ó sea un poco más de 10 céntimos por kilómetro por tractor).

Cada locomotora pasa á la inspección ó al entretenimiento después de un recorrido de 5.000 kilómetros, próximamente, y la mayor parte de las unidades han totalizado ya cada uno de los recorridos medios superiores á 50.000 kilómetros, á la tasa media de 180 á 200 kilómetros por día.

Los bronce de aluminio

PROPIEDADES, FABRICACIÓN Y UTILIZACIÓN INDUSTRIAL

POR

JEAN ESCARD

Ingeniero civil, laureado por el Instituto.

Los bronce de aluminio poseen un conjunto de propiedades físicas, químicas y mecánicas, que en un gran número de casos son susceptibles de sustituir al cobre, al níquel y á los bronce ordinarios. Su poco precio y su fácil conservación les reservan en la industria un gran número de empleos. El estudio del Sr. J. Escard hace conocer las propiedades de estas aleaciones, su composición y las aplicaciones que actualmente tienen ó de las que son susceptibles.

El aluminio forma con el cobre una serie de aleaciones importantes, de las que la mayoría han recibido aplicaciones industriales de primer orden. Se las conoce más especialmente bajo el nombre de *bronce de aluminio*. Resultan de la unión sencilla de ambos metales y no deben confundirse con los *bronce al aluminio*, aleaciones que resultan de la adición de algunas centésimas de aluminio á los bronce ordinarios (aleaciones cobre-estaño). Entre estas dos categorías muy distintas, se halla comprendido un gran número de otros compuestos más ó menos complejos á los que se puede denominar *bronce de aluminio complejos* y que resultan de la adición de distintos metales á los bronce ordinarios de aluminio.

I.—Bronce ordinarios de aluminio.

Los bronce de aluminio se componen de siete constituyentes principales, entre los que se hallan las combinaciones definidas Al^2Cu , AlCu , AlCu^3 y AlCu^4 . La existencia de los tres primeros constituyentes fué ya señalada en 1895 por H. Le Chatelier, á continuación de estudios micrográficos relativos á las aleaciones de cobre y de aluminio.

En 1907, Carpenter y Edwards indicaron el compuesto AlCu^4 , y el mismo año, Pouschine, al estudiar la fuerza electromotriz de estas aleaciones, ha confirmado la existencia del AlCu . La presencia y la mayor ó menor abundancia de estos distintos constituyentes dependen del tanto por ciento de alumi-

nio que contengan las aleaciones cobre-aluminio. Influyen igualmente los tratamientos térmicos.

Propiedades.—La principal característica física de los bronce de aluminio es su precioso *color oro*. La aleación al 4 por 100 de aluminio posee el tono del oro de 14 quilates, mientras que la del 5 por 100 posee el del oro de 18 quilates, es decir, es ligeramente verde. Este tono se conserva hasta el 14 por 100 de aluminio. Con mayores tantos por ciento, toma un tono grisáceo ó blanco de plata; el cambio de coloración corresponde precisamente á la desaparición de constituyentes definidos.

La *densidad* es naturalmente tanto más elevada cuanto que el tanto por ciento de aluminio es más débil. Resulta muy interesante la curva representativa de su variación, porque pone claramente en evidencia ciertos constituyentes, especialmente los AlCu^3 y AlCu : existen en ella, en efecto, dos puntos de inflexión que corresponden á cantidades de aluminio próximas al 13 y al 30 por 100 á las que corresponden estos compuestos.

Igualmente resulta en la curva de *fusibilidad*. Á cada fractura corresponde un constituyente. Confirma, además, de un modo que llama particularmente la atención esta ley de la fusión de las aleaciones: que una aleación es á veces más fusible que el más fusible de los metales que la componen.

Este es el caso de los bronce con el 40 y el 95 por 100 de aluminio que funden á menos de 657 grados, punto de fusión del aluminio puro.

Los bronce de aluminio, aunque fácilmente fusibles, presentan, sin embargo, ciertas dificultades cuando se les emplea para el vaciado; se señalan por una fuerte contracción al enfriamiento. Por el contrario, en el estado líquido llenan los moldes más delicados, penetrando fácilmente en las más finas cavidades, conduciéndose en esta forma casi tan bien como los bronce para estatuas.

Desde el punto de vista de la resistividad eléctrica se comprueban los hechos siguientes:

1.^o Crece con el contenido de aluminio hasta el 7 $\frac{1}{2}$ por 100 de este metal, con cuya aleación se alcanza el máximo; después decrece. Con la aleación del 94 por 100 se aproxima mucho á la del metal puro.

2.^o El coeficiente de temperatura principal disminuye cuando el contenido de aluminio aumenta hasta el 10 por 100. Con el 94 por 100 es aproximadamente el del aluminio puro.

3.^o La adición al cobre de pequeñas cantidades de aluminio aumenta muy sensiblemente la resistividad de este metal; por el contrario, la adición de pequeñas cantidades de cobre al aluminio, apenas si modifica la resistividad de este último. Es preciso, sin duda, atribuir estas irregularidades aparentes á la presencia de los constituyentes en la aleación con tantos por cientos definidos del uno ó del otro elemento.

Por otra parte, según el Sr. Pechoux, los resultados obtenidos con bronce de aluminio, con cantidades de éste, variadas, se indican en el cuadro I. La resistividad ρ_t se expresa en él en micromios-centímetros.

Cuadro I.

Tanto por ciento.	VALOR DE ρ_t
3	$\rho_t = 8,26 (1 + 0,00102 t + 0,000003 t^2)$
5	10,21 $(1 + 0,00070 t + 0,000002 t^2)$
6	11,62 $(1 + 0,00055 t + 0,000002 t^2)$
7,5	13,62 $(1 + 0,00036 t + 0,000001 t^2)$
10	12,61 $(1 + 0,00032 t + 0,000002 t^2)$
94	3,10 $(1 + 0,00038 t + 0,000003 t^2)$

Las *propiedades mecánicas* de los bronce de aluminio, estudiadas detenidamente por Guillet, por un lado, y por Portevin, por otro, varían según el tanto por ciento de sus elementos. La aleación más interesante es la del 9-10 por 100 de aluminio, que, simplemente fundida, posee una resistencia superior á la de la mayoría de los cuerpos metálicos. Desde este punto de vista presenta las mayores analogías con el acero Be-semer, de Suecia, de 35 centésimas por 100 de carbono. Como lo demuestran las cantidades que damos á continuación, la tenacidad, el límite elástico y los alargamientos (1) tienen, aproximadamente, el mismo valor (hecho bastante curioso), y la estructura interna de las dos aleaciones presenta también grandes analogías:

	Límite elástico en kilogramos por mm ²	Tenacidad en kilogramos por mm ²	Alargamiento en centésimas.
Acero de 0,35 por 100 C.	34	59,9	26
Bronce de 9,90 por 100 Al.	23,3	60	28,8

Ya hace más de cincuenta años que, aunque con menos precisión, H. Sainte-Claire Deville había indicado esta propiedad. Se ha aplicado después á la confección de fusiles y aun de cañones. El bronce de aluminio se ha ensayado, además, en la fabricación de numerosas piezas de máquinas. Por otra parte, y debido á su gran finura de grano, esta aleación puede dar rozamientos muy suaves. Puede forjarse en caliente á la temperatura del rojo y martillearse hasta enfriamiento, sin presentar pelos ni grietas.

Su *dureza* aumenta hasta un cierto límite, según el tanto por ciento de aluminio. Entre 0 y 10 por 100 de aluminio, es maleable y poco frágil; con el 20 por 100 puede pulverizarse en el mortero, bien que resulte muy duro. La maleabilidad no renace hasta que la proporción de aluminio exceda del 66 por 100, lo que corresponde á la aparición de un constituyente definido.

Por razón del interés que puede presentar el bronce de aluminio para la fabricación de la moneda, creemos de utilidad indicar la forma en que el recocido modifica su dureza. Las cantidades que se indican en el cuadro II se refieren á aleaciones sujetas á recocido á 850 grados y templadas en seguida por martilleo en frío. La dureza máxima se expresa por el número ciento.

Cuadro II.

TRATAMIENTO	7,5 por 100 Al.	8,5 por 100 Al.	9,75 por 100 Al.
Batida en frío	100	100	100
Recocido á 400°	64	64	100
Idem á 450°	52	46	100
Idem á 500°	44	»	64
Idem á 550°	40	»	52

Estas cantidades demuestran que la aleación, batida en frío, no empieza á perder su dureza por recocido más que hasta partir de una temperatura determinada, y que el cambio de dureza se

(1) Recordemos que el *límite elástico* en la tracción es la carga máxima que puede soportar un metal sin deformación permanente, es decir, aquella en que ya no puede tomar sus dimensiones primitivas, después de la supresión de la carga; se expresa en «kilogramos por milímetro cuadrado de sección». La *tenacidad*, también llamada *resistencia á la tracción*, *carga de rotura*, *resistencia á la rotura*, es la carga máxima que puede soportar un metal sin romperse; se expresa también en «kilogramo por milímetro cuadrado de sección». En cuanto al *alargamiento*, representa la deformación máxima que puede sufrir un metal sin romperse bajo la acción de un esfuerzo cualquiera; corresponde, por consiguiente, á la carga máxima de rotura y se expresa en «alargamiento por ciento»; la cantidad indicada es la relación del suplemento de longitud del barrote ó del hilo metálico ensayado, en el momento de la rotura, á la de su longitud inicial.

hace bastante bruscamente para un intervalo limitado de temperatura.

Los bronce de aluminio, completamente exentos de silicio, soportan en buenas condiciones los ensayos al *choque*, algunas veces mejor que el acero colado. La *resistencia á la tracción* varía en grandes proporciones, según el tanto por ciento de aluminio. El temple obra aumentando esta resistencia y los alargamientos. Con los aceros brutos de vaciado, estos últimos, por el solo hecho del temple, alcanzan á veces el 80 por 100. Esta cantidad solamente se excede por ciertos aceros de hierro γ , y los aceros ricos en manganesio; por esta consideración se explica que el temple no lleva consigo ningún cambio visible en la constitución micrográfica de estas aleaciones, limitándose su acción á hacerlos más maleables, más homogéneos, y á aumentar, como consecuencia, su límite de elasticidad.

Al lado de las propiedades mecánicas interesantes de estas aleaciones, es preciso señalar su gran *resistencia química ó resistencia á la corrosión*. Esta preciosa cualidad los hace aptos para la fabricación de los objetos destinados á los usos domésticos ó marítimos. Muchos ensayos han demostrado que los bronce que contienen del 3 al 10 por 100 de aluminio, sumergidos en el agua de mar aisladamente, se conducen un poco mejor que el *metal Muntz* (Cu-Zn-Sn) y que el *latón naval* (latón con el 2 por 100 de estaño). Puestos en contacto con el acero, no sufren ninguna alteración después de cuatro meses.

Por otra parte, en el cuadro III se dan los resultados obtenidos con bronce que contienen una muy grande proporción de aluminio.

Cuadro III.

ALUMINIO POR CIENTO	Pérdida de peso por cm ² en un mes. Miligramos.
100 por 100 (Al puro).....	4
99,07.....	4
97,73.....	3,5
96,26.....	2,5
95,26.....	2
94,66.....	1,5

Las cantidades indicadas en la columna de la derecha representan, en miligramos por centímetro cuadrado, la pérdida durante treinta días. Como se ve, el ataque es bastante rápido; hasta se puede observar el desprendimiento de pequeñas burbujas gaseosas y alrededor de las planchas puestas en experimentación un depósito gelatinoso de alúmina. Esta alteración, bastante rápida, demuestra la imposibilidad de emplear en el mar los bronce ricos en aluminio. Por el contrario, el bronce con el 10 por 100 de aluminio da excelentes resultados en las construcciones marítimas.

Gran número de hélices construídas por el Almirantazgo inglés han llenado siempre las condiciones de tenacidad, de límite elástico y de alargamiento, al mismo tiempo que presentaban una enérgica resistencia al agua de mar. Las cantidades que damos á continuación permiten darse cuenta de ello por medio de comparación con otros metales y aleaciones:

	Pérdida de peso por cm ² en un mes. Miligramos.
Hierro.....	4,5
Cobre.....	1,3
Bronce al 1 por 100 Al.....	1,2
Metal Muntz.....	0,7
Bronce al 10 por 100 Al.....	0,4

Se han practicado ensayos constituyendo acoplamiento con dos metales, uno de ellos bronce con el 10 por 100 de aluminio, y se ha demostrado con los ensayos que este último no manifiesta ningún ataque apreciable cuando se halla durante un largo período en contacto con el hierro ó con el metal Muntz; estos últimos, por el contrario, sí han sufrido gran alteración.

Desde el punto de vista de los usos domésticos, las aleaciones que contienen una muy pequeña cantidad de aluminio sufren con el agua pura un ataque muy mínimo, cuando el metal Muntz y el latón naval no sufren ataque alguno. Los experimentos efectuados con el fin de darse cuenta de la posibilidad de emplear estas aleaciones para usos culinarios han demostrado que el agua ordinaria, adicionada con ácidos orgánicos en ebullición, no ataca sensiblemente los bronce que contienen gran cantidad de aluminio. Las cantidades que se indican en el cuadro IV permiten darse cuenta de ello. Se refieren á ensayos practicados con planchas sumergidas durante seis horas en disoluciones en ebullición de ácido oxálico al 1 por 100, de ácido acético al 1 por 100 y de ácido cítrico al 2 por 100.

Cuadro IV.

ALUMINIO POR CIENTO	AGUA EN EBULLICIÓN	Acido oxálico al 1 por 100. Miligramos.	Acido acético al 1 por 100. Miligramos.	Acido cítrico al 2 por 100. Miligramos.
100 (Al puro)...	Pérdida nula.....	0,5	0,1	0,05
98,43.....	Idem.....	0,4	0,1	0,1
97,64.....	Idem.....	1,0	0,05	0,1
96,36.....	Idem.....	1,0	0,1	0,1
95,36.....	Idem.....	1,1	0,1	0,1
94,66.....	Idem.....	1,2	0,15	0,15

La concentración de los ácidos oxálico y cítrico es la más fuerte que puede encontrarse en los alimentos. Las cantidades indicadas representan la pérdida en miligramos por centímetro cuadrado durante una hora en la ebullición.

Fabricación. a) El procedimiento más sencillo y el que con más frecuencia se emplea para la preparación del bronce de aluminio es la *unión por fusión de los dos elementos*, cobre y aluminio. Para conseguir buenas aleaciones bien fundidas, exentas de rastros de óxidos, y para evitar fuertes contracciones durante el enfriamiento, se hace, sin embargo, preciso tomar varias precauciones.

Para la fabricación del bronce al 10 por 100 Al, que es el más empleado, se parte de una mezcla de 90 por 100 en peso de cobre y 10 por 100 de aluminio; como solamente se pierde muy poca cantidad de este último metal durante la operación, no es necesario poner una cantidad muy superior al tanto por ciento deseado. Para las fusiones que exigen una gran precisión se añade un 0,2 á un 0,3 por 100 como máximo.

El cobre empleado debe ser de muy buena calidad, á ser posible cobre puro electrolítico. El aluminio debe igualmente estar exento de impurezas, es decir, rico en un 99,5 por 100. Se empieza por fundir el cobre en un crisol de grafito, teniendo cuidado de recubrir el metal con carbón vegetal para evitar la oxidación por el contacto con el aire.

Después de fundido el cobre, lo que se comprueba por medio de una varilla de hierro ó de grafito, se añade el aluminio. Éste, después de su fusión, se eleva á la superficie del baño; desde que la mezcla se ponga al rojo blanco se le agita con una varilla de grafito: el bronce aluminio se forma inmediatamente.

Para vaciar la aleación se recomienda generalmente no utilizarla directamente, sino hacerla sufrir dos fusiones con el fin de aumentar sus cualidades mecánicas. En esta forma se elimina la

alúmina que queda en suspensión en el metal fundido y que durante el segundo vaciado queda en la superficie del baño, y de este modo no es arrastrada con la aleación. Para evitar que entren grasas en la mezcla ó en la lingotera, se vacía; por lo demás, generalmente, en un depósito intermedio, cuyo fondo está provisto de un tapón que se quita en el momento en que todas las partículas de óxido han remontado á la superficie.

A la reducción del óxido de cobre disuelto en el baño y reducido por el aluminio se debe el gran desprendimiento de calor comprobado en el momento en que se añade el aluminio al cobre fundido; no proviene, como á veces se ha supuesto, de la formación de una combinación cobre-aluminio. Para evitar esta elevación de temperatura en la fabricación de aleaciones de poca cantidad de aluminio se parte con frecuencia de una aleación del 50 por 100 á la que se añade la cantidad de aluminio necesaria. Esta aleación presenta, además, la ventaja de producir bronce más homogéneos que los obtenidos á partir de los dos elementos, teniendo el aluminio y el cobre densidades muy distintas; es, en efecto, muy frágil y puede en esta forma dividirse en pequeños fragmentos, lo que facilita las operaciones al tratarse de pequeñas cantidades de materia.

Para las aleaciones ricas en aluminio y los moldeados de grandes dimensiones, como las hélices, por ejemplo, no es indispensable la doble fusión, porque operando con grandes masas son muy pequeñas las probabilidades de error en las dosificaciones; ahora bien, para obtener buenas aleaciones, uno de los puntos más importantes es la elección conveniente de la temperatura de vaciado. Muy pocos fundidores, desgraciadamente, se dan cuenta de ello, y en esta forma difícilmente consiguen aleaciones sanas. Es, sin embargo, preciso alcanzar una temperatura que exceda, aproximadamente, de 50 grados al punto de fusión de la aleación. Las aleaciones ricas en aluminio, cuyo punto de fusión es un poco inferior á 650 grados, se vacían habitualmente á 700 grados.

El moldeado de los bronce de aluminio en lingotera metálica presenta la ventaja de activar el enfriamiento y, por consecuencia, dificultar la cristalización, lo que da una aleación de estructura muy fina; su corte de rotura presenta un aspecto sedoso y de granos muy apretados, lo que aumenta sus cualidades mecánicas, especialmente la resistencia al alargamiento.

El moldeado en arena es bastante delicado, por causa de la contracción. La arena seca presenta bastantes inconvenientes, es demasiado dura y no permite la contracción del moldeado sin dar lugar á la formación de grietas. Por el contrario, la arena verde es suave y no tiene influencia molesta en la contracción.

b) El Sr. L. Guillet ha preparado en el laboratorio una serie de bronce de aluminio *reduciendo el óxido de cobre por el aluminio*, según el método alúmino-térmico. El óxido de cobre CuO, muy puro, se mezcla en proporciones determinadas á aluminio en granos finos, no en polvo, dando este último lugar á reacciones muy vivas y pudiendo provocar explosiones. La reacción puede representarse por la ecuación química siguiente:



Con esta preparación se está limitado por la no inflamabilidad de la mezcla. A medida que se añade aluminio más se disminuye la velocidad de inflamación, y para una determinada cantidad de este metal desaparece en absoluto toda probabilidad de inflamación. El límite se alcanza con la aleación de fórmula Al^4Cu .

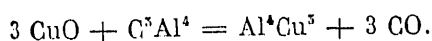
c) La *reducción electrolítica y electrolítica de la alúmina por el carbono en presencia del cobre* puede igualmente dar bronce de aluminio. Ya desde hace mucho tiempo se ha aplicado industrialmente y constituye la base del procedimiento Cowles.

La producción del aluminio por reducción directa de la alúmina á alta temperatura no es prácticamente realizable; pero en presencia de un metal como, por ejemplo, el cobre, bastante fijo para no volatilizarse sensiblemente á la temperatura necesaria para la reducción, no sucede igual; el cobre no solamente absorbe los vapores de aluminio, sino que impide que este último pase al estado de carburo.

El aparato empleado es un horno eléctrico rectangular, forrado interiormente con una mezcla de carbón vegetal y de cal. Los electrodos consisten en varillas de carbón unidas á una masa común; penetran en el horno por dos lados opuestos y están ligeramente inclinados sobre la horizontal. La carga consiste en una mezcla de corindón (ó bauxita), de carbón y de granos de cobre; se la recubre con carbón vegetal y con una placa de fundición, formando cobertera, y provista de aberturas para el desprendimiento de gases. La operación dura una hora y media en hornos que tengan, aproximadamente, 1,50 metros de longitud y 1,50 metros de profundidad. Permite obtener broncees que contienen de 9 á 10 por 100 de aluminio.

Con el procedimiento Heroult la alúmina se funde y se electroliza en un horno de electrodo vertical de carbón y de electrodo-suelo. Al empezar la operación se introduce primeramente el cobre, en fragmentos pequeños, en la cavidad del horno; después se baja el electrodo; la corriente pasa y funde el metal. Después de haber conseguido el baño de cobre, se introduce en el horno el aluminio y se eleva un poco el electrodo vertical. La corriente pasa entonces á través del aluminio, que lo funde y descompone. El aluminio aislado se mezcla con el cobre, de modo que el bronce se forma directamente. Para asegurar la continuidad de la operación, basta con alimentar el horno regularmente con ayuda de una mezcla de cobre y aluminio. En su parte inferior existe un agujero de salida que permite la evacuación de la aleación que se recoge en las lingoteras.

a) Es conveniente indicar, por último, el procedimiento Prings, que se basa sobre la *reducción del óxido de cobre por el carburo de aluminio*. A temperatura poco elevada existe formación de alúmina, de ácido carbónico y de cobre metálico; pero á la temperatura del horno eléctrico se obtiene una aleación de cobre y de aluminio, según la reacción siguiente:



No creemos que este método haya sido aplicado industrialmente.

Empleos.—Por sus notables propiedades mecánicas, su gran resistencia á los agentes químicos y su precioso color oro, el bronce de aluminio tendrá ciertamente en un porvenir no muy lejano muchas é interesantes aplicaciones. El fracaso de las primeras tentativas hechas hace ya medio siglo por H. Sainte-Claire Deville, puede atribuirse al precio de esta aleación que era entonces de 32 francos el kilogramo. Actualmente casi no excede al del cobre y es más barato que el níquel, aun teniendo mucho mejor aspecto.

Desde los puntos de vista industriales, puede distinguirse dos categorías principales de broncees de aluminio:

1.^a *Aleaciones ricas en cobre.*—Contienen del 1 al 10 por 100 de aluminio y responden, generalmente, á una de las tres composiciones siguientes:

	Por ciento.	Por ciento.	Por ciento.
Cobre.....	95 al 96	92 al 93	89 al 90
Aluminio.....	5 al 4	8 al 7	11 al 10

Por bajo del 4 por 100 se obtiene desgraciadamente una aleación que se altera casi tan rápidamente como el cobre y los latones

ordinarios; por otra parte, por encima del 8 por 100 son siempre de temer las venteaduras, que por lo demás pueden evitarse con una muy esmerada dirección de la operación de fusión.

2.^a *Aleaciones ricas en aluminio.*—Se reducen á los dos tipos siguientes:

	Por ciento	Por ciento.
Cobre.....	3 al 6	2
Aluminio.....	97 al 94	98

Generalmente se venden como aluminio y sirven, principalmente, para construcciones mecánicas y para automóviles.

Parece, sin embargo, que en la actualidad la principal aplicación del bronce al 10 por 100 Al es en las *construcciones para el mar*, de que ya antes se ha hablado al tratar de su gran resistencia química y de sus cualidades mecánicas, pero es conveniente igualmente para la fabricación de un gran número de piezas de máquinas que exigen una gran precisión y para cuya conservación contra el orín, en el caso particular del acero, es un grave inconveniente.

Las aleaciones ricas en aluminio, en la construcción de automóviles se emplean, principalmente, para la fabricación de las piezas que forman cubierta: aparatos de cambio de velocidad, *cárters* de volantes de motor, etc. La aleación al 10 por 100 Al sirve para las piezas de máquinas (válvulas, pernos) que necesitan cierta resistencia contra el desgaste. Se la utiliza también para la fabricación de *ballestas* y para la preparación de los cojinetes de excéntricas. Sin embargo, para este último empleo la aleación que parece dar mejores resultados es la del 7,6 por 100 de cobre. Tanto desde el punto de vista del precio de coste como de las cualidades mecánicas, es muy superior al antifricción más generalmente adoptado (estaño-cobre-antimonio), como puede juzgarse por los datos que se indican en el cuadro V.

Cuadro V.

NATURALEZA DE LA ALEACIÓN	Punto de fusión. — Grados.	Impresión bajo carga de 2.000 kg. — Milímetros.	Pérdida de peso por cm ² después de una hora de rozamiento. — Gramos.
Antifricción... { 83,83 Sn..... 11,11 Sb..... 5,5 Cu.....	225	1,68	0,010
Bronce de alu- { 91,77 Al..... minio..... { 7,61 Cu.....	628	0,81	0,003

A igualdad de peso, el bronce de aluminio que se acaba de indicar cuesta la mitad que el antifricción. Teniendo en cuenta las densidades (relación: 1 á 3), se tiene un gasto de 2,50 francos para el bronce, contra 15 para el antifricción.

Las aleaciones dulces y maleables, como las que sirven para la fabricación de las hojas, no contienen más que un 8 por 100, aproximadamente, de aluminio; se obtiene un bronce que puede laminarse fácilmente y, por otra parte, suficientemente tenaz. Esta misma aleación al 8 por 100 se emplea igualmente para la fabricación de los *tubos sin soldadura*.

El mejor bronce para *pernos*, especialmente los destinados á enfrenar las cureñas de los cañones, contiene nueve partes de aluminio y 81 de cobre. Su resistencia á la rotura es de 40 kilogramos por milímetro cuadrado y el alargamiento del 20 por 100; su gran ventaja sobre el acero es que no se enmohece.

Los *usos domésticos* del bronce de aluminio tienden constantemente á aumentarse. Se han construido aparatos de filtración, recipientes de agua de Seltz, vasos para agua y vino, baterías de

cocina, mangos, etc. Presenta la ventaja sobre el cobre de no formar nunca verde gris y sobre el níquel la de no contener arsénico.

Su conservación se practica con pastas de mordiente suave ó con una mezcla de tripoli y agua, á la que se añade algunas centésimas de carbonato de sosa. Debe evitarse cuidadosamente el contacto de la sosa y de la potasa, así como el del ácido clorhídrico, que lo atacan bastante rápidamente, principalmente en soluciones concentradas. El bronce de aluminio posee, desde el punto de vista de los usos culinarios, la interesante propiedad de tener casi la misma conductibilidad calorífica que la plata (el más conductor de los metales), con un poder emisivo muy pequeño; además, á igual volumen no pesa más que una tercera parte, aproximadamente, que el hierro, el níquel y el cobre.

Soldadura.—Para la soldadura del bronce al 10 por 100 se ha recomendado la aleación siguiente:

	Por ciento.
Estaño.....	90
Cinc exento de hierro.....	5
Mercurio.....	5

Como desoxidante se emplea el cloruro de cinc.

Puede igualmente emplearse la soldadura siguiente:

	Por ciento.
Plomo.....	70 al 80
Cadmio.....	30 al 20

Se emplea como desoxidante el agua ordinaria para soldar.

Si quiere obtenerse una soldadura autógena, lo que para la duración y la solidez de la junta es evidentemente preferible, será mejor utilizar el soplete oxiacetilénico; como metal á añadir se empleará una varilla de igual composición que el bronce á soldar.

Si se trata de soldar piezas bastante gruesas, la única precaución que debe tomarse es la de ponerlas previamente al rojo y ejecutar la soldadura con la mayor rapidez posible. Como polvo desoxidante puede utilizarse el indicado por la Unión de la Soldadura autógena, que está compuesto de una mezcla de cloruro de sodio, de bórax y de ácido bórico. Este polvo asegura una desoxidación perfecta de la aleación, disuelve la alúmina y protege la superficie en fusión contra la oxidación, así como contra los gases de la combustión, lo que evita las venteaduras.

II. Bronces de aluminio complejos.

Bronces al aluminio.—En los bronce en que solamente se hallan vestigios de aluminio sirve este metal como depurador, reduciendo los óxidos formados durante el curso de la fusión ó el contenido por los metales. En los bronce que contienen una cierta cantidad de aluminio, del 2 al 10 por 100, este metal no aumenta en nada las cualidades mecánicas de las aleaciones cobre-estaño. Puede uno darse cuenta de ello observando las cantidades que se indican en el cuadro VI, que se refieren á un bronce al 90 por 100 de cobre y 10 por 100 de estaño, en el que se ha sustituido el estaño por cantidades crecientes de aluminio.

Cuadro VI.

COMPOSICIÓN			PROPIEDADES MECÁNICAS		
Cu por 100.	Sn por 100.	Al por 100.	Resistencia á la rotura. Kg. $\times$ mm ²	Límite elástico. Kg. $\times$ mm ²	Alargamiento en centésimas.
90,93	9,00	0,07	23,50	11,8	26,2
89,66	9,87	0,47	15,8	9,2	2
89,54	9,70	0,76	12,9	7,7	2
89,05	8,74	2,21	12,9	7,7	2
90,71	5,18	4,11	10,0	6,5	5
89,10	3,59	7,30	17,1	12,5	3

Los resultados de estos ensayos, debidos á L. Guillet, demuestran que cuando la cantidad de aluminio alcanza al 0,4 por 100, la resistencia de rotura y el límite elástico descienden bruscamente. La fragilidad aumenta también con mucha rapidez. La dureza se modifica un poco por la presencia del aluminio. El modo de conducirse este metal en los bronce hace que, desde el punto de vista de la estructura, parezcan estos últimos tener una cantidad de cobre más pequeña de la que tienen en realidad.

La composición de un bronce de aluminio fabricado por las fábricas Krupp, en Es-en, es la siguiente:

	Por ciento.
Cobre.....	8
Estaño.....	5
Aluminio.....	87

La cantidad de cobre puede variar entre el 7 y el 8,5 por 100 y la del estaño entre el 4,5 y el 5,5. Esta aleación, destinada á hacer la competencia á las aleaciones aluminio-cinc, posee, además de su ligereza, una gran facilidad de fusión, lo que permite utilizarla en la fabricación de piezas fundidas muy homogéneas. Presenta un precioso aspecto blanco-amarillo.

Las aleaciones *Cothias* están constituidas por aluminio, cobre y estaño, á cuyos metales se añade á veces un poco de manganeso, de titanio y de fósforo. Las aleaciones más sencillas de esta clase presentan una de las composiciones siguientes:

	Número 1. Partes.	Número 2. Partes.
Cobre.....	180	40
Estaño.....	150	80
Aluminio.....	10	880

Desde hace algunos años son bastante apreciadas por la industria y contienen á veces del 30 al 50 por 100 de cinc.

La aleación núm. 1 se emplea para la fabricación de cojinetes.

Bronces al aluminio y al hierro.—Se ha intentado utilizar varias aleaciones que contienen aluminio, cobre y hierro, en competencia con el latón, y especialmente las que corresponden á las composiciones siguientes:

	Número 1. Por ciento.	Número 2. Por ciento.
Aluminio.....	89,3	88,1
Cobre.....	8,9	8,6
Hierro.....	1,3	2,8

Después de laminado en caliente ó estirado en frío, parece ser que estas dos aleaciones presentan propiedades interesantes, pero al cabo de un cierto tiempo se rajan y en esta forma resultan impropias para todo uso. Después de templadas presentan, por consiguiente, los mismos peligros que el latón.

Con objeto de que sirva para la construcción de piezas de barcos, se ha ensayado igualmente la aleación siguiente:

	Por ciento.
Aluminio.....	7
Cobre.....	88
Hierro.....	3
Silicio.....	1,5
Cinc.....	0,5

Después de veinticinco meses de inmersión en el agua de mar, este bronce pierde muy poco de su resistencia inicial, bien que la disminución del peso sea bastante sensible. Por esta propiedad se aproxima al bronce ordinario.

Bronces al aluminio y al manganeso.—Las aleaciones cobre-aluminio-manganeso se utilizan, principalmente, en la industria mecánica y de automóviles. Se las prepara, generalmente, par-

tiendo del aluminio y del cupro-manganeso. Son muy medianas conductoras de la electricidad.

La composición de dos de estas aleaciones es la siguiente:

	Número 1. Por ciento	Número 2. Por ciento.
Aluminio.....	90,0	95
Cobre.....	1,0	4
Manganeso.....	8,5	1
Cinc.....	0,5	1

Una de las propiedades más curiosas de las aleaciones cobre-aluminio-manganeso es la de su *magnetismo* en ciertas condiciones de temperatura y equilibrio, aunque no encierran ningún elemento magnético.

Actualmente, y á la temperatura ordinaria, no se conoce más que tres metales magnéticos: el hierro, el níquel y el cobalto. Elevados á cierta temperatura, que varía en cada metal, se transforman en no magnéticos ó muy poco magnéticos. Por otra parte, existen aleaciones que son magnéticas, aun conteniendo un metal no magnético; tal sucede con los ferro-aluminios que no contienen más de un 20 por 100 de aluminio; á mayor cantidad de este metal pierden su magnetismo. En fin, existen aleaciones que no son magnéticas, aun estando compuestas de dos metales magnéticos; este es el caso de algunos aceros al níquel. Ahora bien, las aleaciones cobre-aluminio-manganeso constituyen el primer ejemplo de un compuesto magnético que no contiene ningún metal magnético.

La observación más antigua relativa á esta curiosa propiedad se debe á Hogg, que en 1892 presentó en la Asociación británica una Memoria relativa á los ferro-manganesos. Una de estas aleaciones que no era magnética (82 por 100 de manganeso), lo fué con la adición de un 3 por 100 de aluminio. Heussler observó más adelante que un fragmento de aleación aluminio-cobre-manganeso era atraída por una herramienta imantada y también que podía atraer los cuerpos magnéticos.

Con el fin de dilucidar esta cuestión, Fleming y Hadfield, en 1905, hicieron preparar dos argollas homogéneas destinadas á experimentos magnéticos. En el análisis contenían los elementos siguientes:

	Por ciento.
Aluminio.....	11,65
Cobre.....	60,49
Manganeso.....	22,42
Carbono.....	1,50
Hierro y silicio.....	0,58
Óxido de manganeso y silicio.....	2,50

Cada argolla se recubrió con un enrollamiento primario y un enrollamiento secundario, de modo que pudiese recibir una corriente magnetizante conocida. En el secundario se notaba la fuerza electromotriz inducida que de ello resultaba. Los resultados obtenidos demuestran que estas aleaciones se portan de un modo análogo á las sustancias ferromagnéticas, tanto para las curvas de imantación como para la histéresis. Las curvas de histéresis son comparables, en efecto, á las del hierro. La permeabilidad es un poco inferior á la del cobalto. Presentan el fenómeno de la imantación remanente y de fuerza coercitiva.

Para investigar la explicación de este fenómeno se han formulado muchas hipótesis. Se sabe, por lo demás, que ya Faraday había emitido la idea de que enfriando ciertos metales del grupo del hierro, el cromo y el manganeso especialmente, se vería desaparecer la virtud magnética.

Según Fleming y Hadfield, siendo el magnetismo la propie-

dad, no del átomo químico, sino de un grupo molecular particular, debía considerársele como bastante general y dispuesto á manifestarse frecuentemente de un modo inesperado.

Según Ch.-Ed. Guillaume, el aluminio desempeñaría un papel importante en la producción de este fenómeno en el seno de las aleaciones cobre-aluminio-manganeso. Cuando se añade al hierro metal magnético, una cierta cantidad de aluminio, se ve que aumentan sus propiedades magnéticas. Ahora bien, el aluminio tiene al mismo tiempo por efecto hacer crecer en dimensiones los cristales de hierro α , hierro magnético por excelencia. Bien que no creando el aluminio propiedades magnéticas ausentes, hace, sin embargo, aparecer éstas en puntos donde, por decirlo así, no existían más que en estado latente.

Se ha invocado también la teoría de los constituyentes. Las aleaciones cobre-manganeso y cobre aluminio apenas si son magnéticas.

La aleación del 70 por 100 de cobre y 30 por 100 de manganeso posee después del temple una imantación residual mayor que la que poseía en estado bruto. Por otra parte, la aleación cobre-aluminio al 10 por 100 Al posee propiedades muy aproximadas á las de las aleaciones cobre-aluminio-manganeso en lo que se refiere á los efectos del temple y del enfriamiento. Contiene el constituyente $AlCu^3$, y como las aleaciones cobre-aluminio que contienen este compuesto (aleaciones al 12,5 por 100, aproximadamente, de aluminio) son las más magnéticas de la serie cobre-aluminio, se ha supuesto que este constituyente desempeñaba un papel importante en esta propiedad.

Heussler y Richarz han observado, además, que las aleaciones magnéticas ternarias aluminio-cobre-manganeso contienen compuestos ternarios, en los que un átomo de aluminio está asociado á tres átomos de los otros dos metales. Gartner prefiere atribuir las propiedades magnéticas de estas aleaciones á soluciones sólidas en las que entrase el constituyente $AlCu^3$ con $AlMn^3$ ó el manganeso libre; existiría en ello un hecho análogo á la acción del aluminio en pequeñas cantidades sobre el hierro ó la del níquel y de otros elementos sobre la posición del punto de transformación magnética del hierro.

Duralumín.—El *duralumín* ó *duraluminio* es un bronce de aluminio que contiene del 93 al 95 por 100 de este metal, del 3 al 5 por 100 de cobre, del 0,5 al 1,5 por 100 de magnesio y algunas impurezas. La composición exacta de un trozo de duralumín es la siguiente:

	Por ciento.
Aluminio.....	95
Cobre.....	3,30
Magnesio.....	1
Hierro.....	0,29
Silicio.....	0,22
Manganeso.....	0,19

Esta aleación, que ya tiene muchas aplicaciones, es notable por el conjunto de sus propiedades, tanto químicas como mecánicas, que le dan una serie de ventajas muy grandes sobre el aluminio.

Desde el punto de vista químico, el duraluminio resiste á la humedad, al agua ordinaria, al *agua de mar*, á los ácidos sulfúrico y nítrico, á los vapores de estos cuerpos y á la acción del mercurio. Solamente es atacado por las soluciones alcalinas y por el ácido clorhídrico. No es magnético, posee un tinte plateado y es susceptible de alcanzar un bruñido brillante.

Desde el punto de vista mecánico soporta fácilmente el laminado, la forja y el estirado en caliente y en frío. Según el uso para que se le destine, se modifica su composición y su tratamiento de modo que se varíen sus características mecánicas.

Las cantidades del cuadro VII se refieren á planchas de 6,5 milímetros de espesor, reducidas á 2 milímetros por pa-es sucesivos de 0,75 milímetros.

Cuadro VII.

Espe sor de la plancha en milímetros.	Resistencia á la rotura en kilogramos por mm ²	Límite elástico en kilogramos por mm ²	Alargamiento en centésimas.
6,5	45	25,5	18
5,6	50	42	7
4,6	54	45	6,5
3,8	56	48	5
3,2	59	51	4,5

Estas propiedades son en extremos notables, por lo que se refiere á la resistencia á la rotura y al límite elástico. Sin embargo, á partir de 150° C., la resistencia á la rotura baja rápidamente, así es que el duralumín no debe ser empleado para temperaturas que excedan á aquélla.

La densidad de esta aleación varía entre 2,75 y 2,84, según su composición. Se funde hacia 650°. Su dureza excede en mucho á la del aluminio y á la del bronce, de ahí su nombre. Su conductibilidad eléctrica es menor que la del aluminio puro. Se utiliza bajo la forma de planchas, perfilados, tubos, barras, hilos, muelles en espiral y piezas forjadas ó estampadas de cualquier sección; pero, igualmente que la mayoría de las aleaciones de tenacidad elevada, no puede emplearse para el moldeo. Como es muy sonoro puede servir para la construcción de campanas y de instrumentos de música. En los aparatos ortopédicos ha dado muy buenos resultados. Se le utiliza igualmente para la fabricación de los recipientes de cerveza y cubiertas de las pezoneras de ruedas. Sus cualidades de ligereza y de resistencia mecánica, superiores á las del aluminio, han hecho que se emplee en la construcción del primer dirigible de la Marina inglesa, habiendo dado resultados satisfactorios.

Dentro de lo posible no debe ponerse al duralumín en contacto continuo con el cobre y el bronce, porque forma con estos cuerpos acoplamientos que á la larga podrían corroerlo bajo la influencia de los agentes atmosféricos ó de ciertos productos salinos ó ácidos. Debe ribetearse con trozos de hierro, ó aun mejor de su propia substancia; ahora bien, cuando se desea soldarlo, lo mejor es utilizar como metal de añadir un hilo de aluminio. En efecto, este metal y el duralumín tienen, aproximadamente, igual temperatura de fusión y resulta perfectamente realizable la unión entre el metal añadido y los bordes á soldar. Sin embargo, la ensambladura realizada en esta forma es siempre un poco frágil en la zona de contacto y cuando se produce la rotura sucede siempre por el lado del metal añadido.

La soldadura autógena del duralumín puede hacerse con un hilo de igual composición. Se obtiene sin dificultad una soldadura que tiene una gran tenacidad, pero su resistencia al choque es muy pequeña. Además, si se somete la parte soldada á un ensayo de doblez estática, la deformación obtenida antes de la rotura es muy pequeña: la aleación no posee ductilidad alguna en la parte fundida y presenta grietas para un ángulo de doblez insignificante.

Esto está en relación con la misma estructura de la aleación después de fusión; el manganeso es por sí solo susceptible de formar, con el aluminio, una solución sólida, mientras que el cobre y el magnesio, dando origen á una red intercrystalina forman granulaciones aisladas que se reparten uniformemente en la masa.

Bronces al aluminio y al magnesio.—Bajo el nombre de *dura-*

lum se designa una aleación distinta de la precedente y que no contiene manganeso. Responde á la composición siguiente:

	Por ciento.
Aluminio.....	79
Magnesio.....	11
Cobre, con el 0,5 por 100 de fósforo.....	10

Esta aleación se emplea poco todavía, aunque se haya intentado utilizarla para la fabricación de aeroplanos. Es que, en efecto, una cantidad del 10 por 100 de cobre parece elevada, sobretudo en presencia de un 11 por 100 de un metal como el magnesio que tanto endurece y debe evidentemente dar lugar á una aleación demasiado quebradiza.

Bronces al aluminio y al tungsteno.—Susini y Langlois han preparado aleaciones aluminio-cobre-tungsteno en las que el tanto por ciento de los tres elementos varía según el objeto de la aleación.

Los principales tipos tienen una de las composiciones centesimales siguientes:

Al por 100.	Cu por 100.	Tu por 100.
3	95	1,5
5	90	4,5
7	88	4,5
8	86	5,5
10	83	6,5

Estas aleaciones contienen además un 0,5 por 100, aproximadamente, de fósforo. Para prepararlas puede alearse los tres metales comenzando por fundir el tungsteno y el cobre, añadiendo después el aluminio en último lugar. Se puede también, según los inventores, preparar el cuprotungsteno reduciendo el wolfram por el carbón en presencia de cobre puro en un horno eléctrico. Se obtiene así una aleación binaria que contiene el 50 por 100 de cada uno de sus dos elementos. Se coloca en seguida en un crisol la cantidad de cobre necesaria para obtener en el producto final el tanto por ciento deseado de este metal y se le hace fundir después de haber añadido la proporción deseada de cuprotungsteno preparada con anterioridad.

Cuando el baño líquido ha alcanzado la temperatura del rojo blanco, se añade el aluminio. Se purifica finalmente la aleación adicionándole un 0,5 á 0,75 por 100 de fósforo.

Estos bronce se destinan principalmente para la fabricación de piezas mecánicas que necesitan una dureza y una resistencia mecánica superiores á las de los bronce ordinarios.

Bronces al aluminio y al vanadio.—La adición á las aleaciones cobre-aluminio de pequeñas cantidades de vanadio se traduce en un importante aumento de la carga de rotura. Así sucede que un bronce de aluminio que contenga el 94,5 por 100 de cobre y el 5,5 por 100 de aluminio, tiene una carga de rotura que pasa bruscamente de 32 á 82 kilogramos por milímetro cuadrado, cuando se le añade un 0,5 por 100 solamente de vanadio. Este metal posee, por lo demás, la propiedad de aumentar en casi todas las aleaciones á que se añada las calidades mecánicas de ellas.

Bronces al aluminio y al silicio.—Los bronce de aluminio y de silicio, ó aleaciones ternarias cobre-aluminio-silicio, se emplean poco todavía. Tropiezan con la competencia de los cuprosilicios, los bronce ordinarios de aluminio y de los bronce siliciosos que poseen importantes cualidades. Sin embargo, Susini y Langlois han patentado la aleación siguiente:

	Por ciento.
Aluminio.....	9
Cobre.....	90
Silicio.....	1

Se obtiene calentando primeramente durante dos horas en un crisol de grafito y á la temperatura de fusión del acero, una mezcla compuesta de 20 partes de aluminio y 80 de fluosilicato de potasa. Por otra parte se funde cobre y se añade en cantidad conveniente á la aleación obtenida en la primera operación.

Bronces al aluminio y al fósforo.—Para la soldadura autógena de los cobres, latones y bronce, Granjon y Rosemberg han preconizado una aleación cobre-fósforo-aluminio, en la que este último metal entra solamente en cantidad muy pequeña. También el fósforo entra en esta aleación en pequeña cantidad, porque después de la ejecución no debe subsistir en la soldadura. El aluminio está destinado á la desoxidación de las soldaduras; por esta razón la aleación debe ser muy homogénea. El fósforo obra también como desoxidante.

Esta aleación se obtiene generalmente bajo la forma de varillas coladas, lo que hace que su preparación sea bastante delicada.

Secretan ha ideado también distintos bronce que contienen vestigios de fósforo. Este último se añade al bronce de aluminio en el estado de fósforo de cobre ó de aluminio. La aleación contiene, además, un poco de níquel (0,01 por 100, aproximadamente).

Bronces diversos.—Bajo el nombre de *oro de Nuremberg* se fabrica una aleación que presenta la composición siguiente:

	Por ciento.
Aluminio.....	7,5
Cobre.....	90
Oro.....	2,5

Posee un precioso color oro, todavía más acentuado que el del bronce de aluminio, propiamente dicho, es decir, un poco más purpurado. Se utiliza en joyería.

Los bronce de aluminio al níquel se emplean á veces en la industria mecánica: el papel que el níquel desempeña parece ser el de aumentar la resistencia á la rotura y á los alargamientos.

El wolframio (1), ideado por Roman y Reinhard, responde á la composición siguiente:

	Por ciento.
Aluminio.....	98
Tungsteno.....	0,04
Cobre.....	0,37
Estañó.....	0,10
Antimonio.....	1,44

Esta aleación batida presenta una resistencia á la rotura de 38,7 kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento de 2,14 por 100. Recocida tiene una resistencia á la rotura de 16,5 kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento de 15,24 por 100.

El bronce *Helouis* es una aleación cuaternaria cobre-aluminio-vanadio-cobalto, empleada en competencia al bronce ordinario y al latón al vanadio. Su resistencia á la rotura varía entre 42 y 45 kilogramos por milímetro cuadrado.

Existen igualmente bronce de aluminio que contienen hierro y silicio. Estos dos elementos parecen desempeñar el mismo papel que el aluminio, aumentando la resistencia á la rotura y disminuyendo los alargamientos. Las aleaciones que mejores resultados dan en la industria son aquellas en que la suma aluminio más silicio igual de 8 á 10 por 100. Con más del 10 por 100 de estos elementos reunidos, se obtienen aleaciones muy frágiles; con menos del 8 por 100 se tiene una resistencia demasiado pequeña.

Añadamos que para ciertas aplicaciones especiales, la industria utiliza también aleaciones todavía más complejas que las precedentes. Así es que á veces se emplean ciertos bronce de aluminio que contienen un mayor ó menor número de elementos adicionales, como el boro, el cinc, el silicio, etc. La gama de estas aleaciones es muy extensa y tiende constantemente á aumentarse todavía por las múltiples necesidades de la práctica industrial.

H.

(1) Palabra compuesta de la reunión de las de wolfram (mineral de tungsteno) y de la de *aluminio*.

REVISTA EXTRANJERA

Averías y reparaciones de los topes de los vagones.

El material alemán sometido á gran fatiga sufre deterioros numerosos, que sólo para los topes se elevan á 250 roturas anuales para 1.000 vagones, ó sean 6,52 por 100 de roturas más numerosas en invierno á causa del metal agrio empleado. W. Friedrich, en un artículo publicado en el *Organ für die Fortschritte d. Eisenbahnw.*, investiga las causas de estas averías, que se atribuyen al desarrollo de esfuerzos de tracción en el momento del choque, y propone los medios que á su parecer pueden remediarlos.

Describe en seguida los métodos de reparación usados, indicando las nuevas máquinas empleadas en Karlsruhe, que aseguran más ventajosamente la ejecución de estos trabajos.

Junta de expansión de mercurio en la canalización de vapor de un condensador.

Con el empleo de los grupos turboalternadores de gran potencia se ha desarrollado en los Estados Unidos la aplicación de los condensadores Leblanc-Westinghouse de gran superficie,

instalados en condiciones que varían mucho de una explotación á otra.

Se pueden citar, entre las aplicaciones de este género realizadas recientemente, las de la Commonwealth Edison C.^o, en Chicago (para grupos de 30.000 kilovatios), la de la Narragansett Electric Light C.^o, de Providence para un grupo turboalternador de 45.000 kilovatios y, en fin, la de la Compañía Edison de Detroit, que tiene el condensador más potente, puesto que está previsto para una superficie de enfriamiento de cerca de 6.500 metros cuadrados.

La American Gas and Electric C.^o, de Windsor, rebasará bien pronto los límites de potencia ó de capacidad obtenidos hasta aquí por las instalaciones que acaban de mencionarse.

Seis grandes unidades deben, en efecto, añadirse con el tiempo á los dos grupos turboalternadores de 30.000 kilovatios que ya funcionan en la fábrica generadora de Windsor, y hay una característica que en esta fábrica se añade á las de otras instalaciones y merece ser objeto de una mención muy particular: consiste ésta en el empleo de juntas de expansión sobre la canalización de escape del vapor, entre su salida de la turbina y su entrada en la envoltura del condensador.

(Continuad.)