

heterogénea de cristales muy pequeños, diferentes entre sí y continuando la solidificación en la forma explicada, hasta depositarse cobre puro en el punto N.

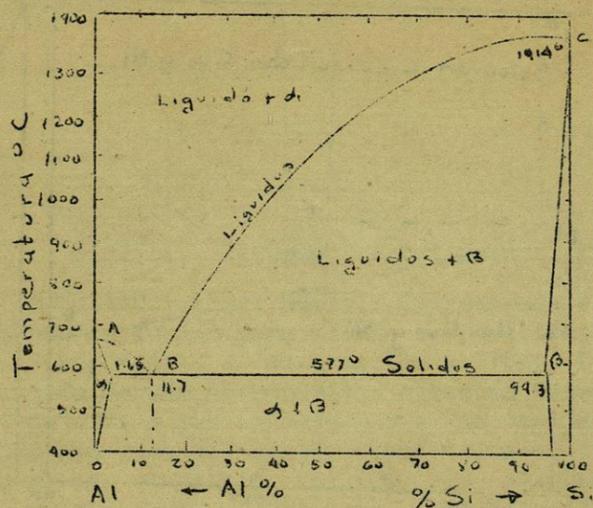


Fig. 17.- Sistema Aluminio Silicio.

B.-ALEACIONES DE SOLUBILIDAD PARCIAL.- Se representan en la figura No.17, se caracterizan por la formación de soluciones sólidas de composición definida, dentro de ciertos límites de temperatura, las cuales se comportan como nuevas fases sólidas, haciendo el sistema invariante. Para distinguir estas soluciones se les nombra con las letras griegas: Alfa (α), Beta (β), Gamma (γ), etc. La figura representa el diagrama para una aleación aluminio (Al) Silicio (Si), en la que el punto de fusión de cada metal es disminuido por la presencia del otro. Si el de uno aumenta el del otro disminuye, se forma un sistema invariante de tres fases del Tipo llamado Peritético, en lugar de Eutéctico (Plata-Plomo). En el sistema Al - Si, la solubilidad disminuye con la temperatura. El aluminio disuelve un máximo de 1.65% de Silicio formando la solución alfa (α) y por su parte el Silicio disuelve 5.7% de Aluminio, dando la solución Beta (β) a 577° C. Las curvas AB y BC (líquidos) se interceptan a 11.7% de Silicio (Punto B), formando un punto Eutéctico invariante, semejante al sistema Cadmio-Bismuto (Fig.15), sólo que los componentes de la Eutéctica no son metales puros, sino las soluciones Alfa y Beta ya descritas. La interpretación del diagrama es la misma que para el tipo Eutéctico, excepto en la parte que indica la forma-

ción de las soluciones A y B, para aleaciones cuya proporción cae dentro de la indicada. Al final, las aleaciones entre 1.65% (Eutéctica) y 11.7% de Si, están formadas por cristales de Eutéctica con un exceso de solución α y las de 11.7% a 95% de Aluminio, por Eutéctica con un exceso de solución β (Véase Fig. 15).

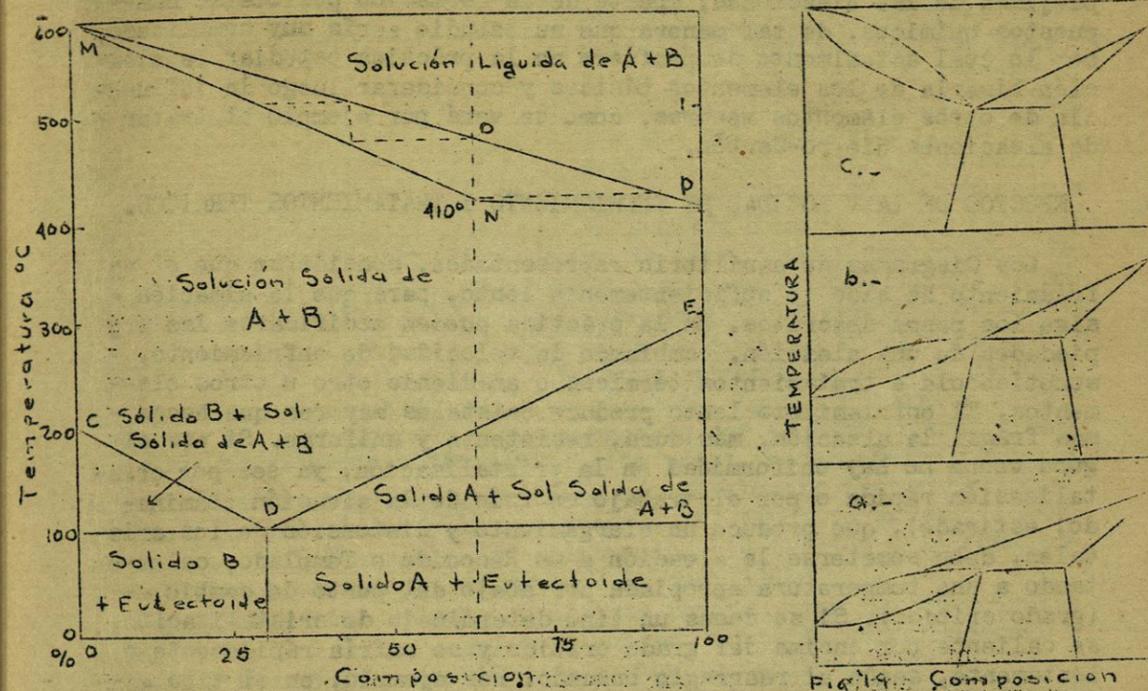


Fig. 18.- Solución Combinada de Sólidos y Eutéctico.

4.- TIPOS COMBINADOS.- Uno de ellos se muestra en la figura No. 18; representa el equilibrio de dos componentes (A y B) que forman soluciones sólidas dentro de ciertos límites de temperatura (área M.N.P.E.D.C.), pero que sufren cambios cuando la temperatura disminuye a lo largo de la línea CDE, comportándose como una aleación Eutéctica. Según puede observarse en el diagrama, la parte superior corresponde al tipo de solubilidad total (Fig. No. 16) y la inferior a la Eutéctica (Fig. No.15), así que la explicación será análoga a la descrita en éstas. En este caso la mezcla Eutéctica no es formada a partir del estado líquido, sino del sólido, por lo cual se le conoce con el nombre de "EUTECTOIDE". En la figura 19 se representan otros tipos modificados, los que pertenecen a aleaciones Aluminio-Zinc, Cobre-Plata y Cadmio-Mercurio. Puede observarse en ellas que los cambios de uno a otro tipo pueden deberse no solamente a cambios de comportamiento a diferentes temperaturas, sino también a las diferentes proporciones de los elementos. De cualquier manera, se estudia el diagrama siguiendo las líneas de sólidos para cada aleación definida, como si se tratara del correspondiente a un solo tipo.

5.-FORMACION DE COMPUESTOS INTERMETÁLICOS.- La presencia de compuestos intermetálicos aumenta la complejidad del sistema (véase sistema Fe-C), por ejemplo, refiriéndose a la Fig. No.19 en que se forma un compuesto intermetálico A, B, homogéneo, generalmente diferente en propiedades a los metales que lo forman y que puede alearse con A por una parte, formando aleaciones de Solubilidad Completa, y con B por la otra, formando aleaciones heterogéneas del tipo Eutéctico, pero ninguna aleación de la serie presentará ambos ele-

mentos al estado libre. Para estudiar este tipo de aleaciones se separan como en la figura, estudiándose para ciertos límites de composición como si fuera un tipo de aleación definido.

6.- ALEACIONES CON VARIOS COMPONENTES.- Como ya se explicó en un principio, el aumento en el número de componentes aumenta la complejidad de las aleaciones, aparte de la formación posible de compuestos químicos, de tal manera que su estudio sería muy complicado, por lo cual actualmente se prefiere en la práctica estudiar la aleación binaria de los elementos básicos y considerar luego la influencia de otros elementos menores, como se verá por ejemplo al tratar de aleaciones Hierro-Carbón.

EFFECTOS DE LA VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO Y TRATAMIENTOS TERMICOS.

Los Diagramas de equilibrio representados, consideran que el enfriamiento ha sido lo suficientemente lento, para que la aleación siga los pasos descritos. En la práctica pueden modificarse las propiedades de una aleación, cambiando la velocidad de enfriamiento, sometiendo a tratamientos térmicos o añadiendo otro u otros elementos. El enfriamiento lento produce cristales mayores que hacen más frágil la aleación, más dura, resistente y uniforme. Si por alguna causa no hay uniformidad en la cristalización, ya sea por cristalización rápida o por el trabajo en frío de la aleación (láminado, estirado), que produce un alargamiento y distorsión de los cristales, debe someterse la aleación a un Recocido o Templado, calentando a una temperatura apropiada por abajo del punto de cambio (grado crítico). Si se desea un tipo determinado de cristalización, se calienta por encima del grado crítico y se enfría rápidamente o lentamente, según el rearrreglo buscado. Por ejemplo, en el tipo 4 (Fig. No. 18), si se calienta una aleación normal por encima del punto D (punto crítico) o sea de 100° C. y se enfría rápidamente, pierde sus características de Eutectoide dando una solución sólida. En el sistema Aluminio-Silicio (Fig. No.17) las aleaciones de 1.65% de Si, depositarían solución a más de 400° C., pero al bajar la temperatura podría formarse solución, por la baja solubilidad, endureciéndose la aleación, por lo cual deben tratarse en caliente para controlar la solidificación.

PRINCIPALES ALEACIONES NO FERROSAS.

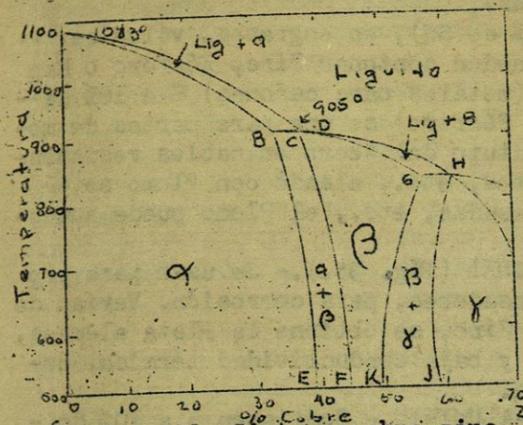
A.- ALEACIONES DE COBRE.-

División.- Se consideran dos tipos principales: Latones y Bronces. Los primeros son aleaciones de Cobre-Zinc y los segundos de Cobre y Estaño; además hay aleaciones de Cobre-Aluminio, Cobre-Berilio, Cobre-Níquel, etc.

a.- LATONES.- Los más valiosos contienen de 60 a 90% de Cobre y de 10 a 40 % de Zinc. Hasta 35 % se obtiene una solución sólida conocida como fase "Alfa", de cristales de tipo a.- (átomos en el centro de las caras de un cubo); por encima de 35% en caliente y de 39 % en frío se forma (véase Fig. 20) otra fase llamada β, de cristales cúbicos centrados, que tiende a aumentar la resistencia y dureza (latones resistentes a la tensión). De 46 a 50% de Zn, sólo aparece la fase β y el latón se hace frágil y no puede usarse comercialmente. Los latones se obtienen usualmente por vaciado, sobre todo los de 30 a 40 % de Zinc, fundiendo el Cobre y añadiéndole raspadura de Cobre y Zinc previamente fundida; debe evitarse el calenta-

miento excesivo y el contacto con el aire, para evitar la oxidación. Las piezas de latón bajas en Zinc se pueden obtener por forjado en frío.

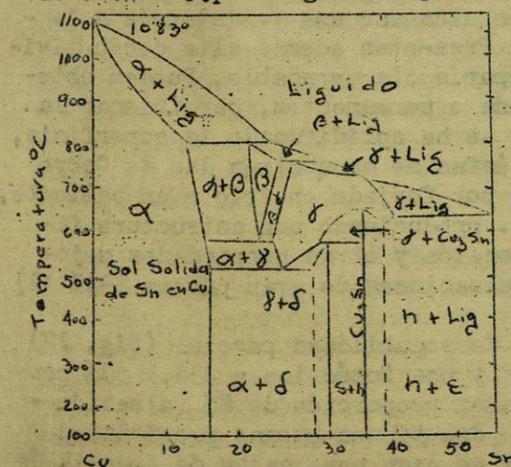
Propiedades.- El color de los latones varía de un blanco plateado cuando predomina el Zinc, a un rojo Cobre cuando contienen poco Zinc (de 20 %), siendo afectado por la velocidad de enfriamiento. Poseen en general excelentes propiedades mecánicas, son resistentes a la corrosión y fácilmente maquinables. Son más fuertes y dúctiles que sus componentes, pero su conductividad eléctrica es menor que la del Cobre. La resistencia a la tensión aumenta con el contenido de Zinc, pero a más de 35 % de Zn disminuye la ductilidad. La máxima ductilidad corresponde a 25--35 % de Zinc. La adición de 2 % de Estaño aumenta la dureza, la fragilidad y la resistencia a la corrosión por el agua de mar (aleación naval, metal admiralty).



1 a 2 % de Plomo lo suavizan y lo hacen más fácilmente trabajable, reduciendo la ductilidad y la resistencia. El Aluminio en cantidades no mayores de 5 % aumenta la resistencia a la tensión y la dureza, y facilita el vaciado, disminuyendo la ductilidad.

Usos.- Los más empleados o latones comunes, son los de relación 2 Cu : 1 Zn (2 : 1) para hojas, alambres, tubos de condensadores, calderas, etc. y gran cantidad de artículos vaciados. Los latones estañados se emplean para tubos de condensadores. También es muy empleada la aleación Muntz (60 % de Cu y 40 % de Zinc).

b.- BRONCES.- Pertenecen al tipo de aleaciones de solubilidad parcial, presentan en diagrama de equilibrio (véase Fig.21) más complejo que los latones, formando cuatro soluciones sólidas -- hasta 50 % de estaño (Sn), (α, β, γ, δ), tendiendo a formar además el compuesto Cu₃Sn. Sin embargo, abajo de 16 % de Sn presenta solubilidad total (solución α), por lo cual en la práctica sólo se emplean aleaciones con menos de 16 % de estaño, además, para obtener el mayor % de solución se requiere un buen recocido o templado a 700° C. por algún tiempo. (Pag. 62).



Propiedades.- La dureza y la resistencia mecánica aumentan con la proporción de Estaño, hasta un máximo de 20 %, más allá del cual disminuyen rápidamente la resistencia a la Tensión y a la Compresión (25 %). La ductilidad disminuye con un contenido de Estaño mayor de 5%. La adición de 2 a 4 % de Zinc aumenta la fluidez, la resistencia y la ductilidad. El plomo en cantidad no mayor de 2% mejora el maquinado de las piezas, se añade para cojinetes. La adición de fósforo tiene un efecto notable, eliminando el oxígeno presente y aumentando la resistencia a la tensión y a la

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
 "ALFONSO REYES"
 No. 1225 MONTERREY, N.L.

elasticidad, sin embargo, la cantidad residual en la aleación no debe ser muy grande (menos de 1%), porque aumenta la dureza y la fragilidad. El Bronce desoxidado puede ser laminado, estirado, vaciado etc., y parece que es más resistente a la corrosión que el ordinario. El silicio y el Manganeso producen un efecto similar, hasta anularse 20% dando aleaciones muy frágiles. Entre 15 y 25% muestran gran sonoridad (metal para campanas).

Usos.- Para maquinaria (19-13% de Sn), en engranes, válvulas, anillos, tubos, plomería, etc., pueden contener Zinc, Fósforo o Manganeso. Para bronce resistentes (metales para cañones) 8 a 10% de Estaño. El Bronce desoxidado (con Fósforo) se usa para partes de motor, válvulas, etc., como un sustituto del Acero en cables resistentes a la corrosión, tubería resortes, etc., aleado con Plomo se usa para cojinetes, para cargas pesadas, etc., el Plomo puede aumentar hasta 10 o 20%.

c.- ALEACIONES COBRE-NIQUEL (Pág. 35).- Se usan para proyectiles, monedas, tubos de condensadores, para corrosión. Varían de 5 a 40% de Níquel. Con 5 a 45% de Zinc, se obtiene la Plata alemana, de gran resistencia y plasticidad y baja conductividad térmica, empleada para cuchillería y plomería.

d.- ALEACIONES DE COBRE-ALUMINIO.- Contienen 5 a 10% de Aluminio con algo de Hierro, formando solución alfa en éstos límites, tienen alta resistencia (500 Kgs./cm²) y dureza y gran resistencia a la corrosión. Con más de 10% la resistencia cae rápidamente y disminuye la ductilidad, pueden ser vaciados fácilmente, laminados en caliente, forjados o estirados. Se emplean para hélices de barco, uniones, aparatos de piclado, bombas para ácidos, tuberías, etc. En construcción de maquinaria y automóviles, etc.

e.- COBRE-BERILIO.- Contienen de 2 a 3 % de Berilio (2.33) Tienen una alta resistencia a la corrosión, no producen chispas al golpearlas, por lo que se usan para martillos, cinceles, etc. Son afectadas por los tratamientos térmicos, adquiriendo templado.

B.- ALEACIONES DE ALUMINIO.-

Modernamente han tenido un desarrollo considerable las llamadas "Aleaciones ligeras", sobre todo en lo que respecta a la industria automovilística y en la aeronáutica, entre ellas destacan principalmente por sus notables propiedades, las aleaciones de Aluminio. La resistencia necesaria se obtiene por adición de Cobre o Zinc principalmente. Algunas pueden alcanzar una resistencia a la tensión de 4,000 a 4,500 Kgs./cm². Presentan además alta conductividad térmica y eléctrica y tienen apariencia agradable. Pueden obtenerse por vaciado en moldes de arena o permanentes, permitiendo la adición de un metal después de que se ha solidificado la superficie, dando piezas sin cavidades. Entre éstas se encuentran las de Cobre y Silicio también pueden obtenerse por forjado en frío o en caliente, laminado estirado, troquelado, etc. produciendo una estructura fibrosa, con gran resistencia a la tensión y otras propiedades mejoradas. Este método se emplea para aleaciones de gran pureza (94% Al) o el Duraluminium.

El cobre produce aleaciones de solubilidad parcial (Fig. 17) dando una solución sólida hasta 5.7 y una Eutéctica a 33%. A 53% produce una solución sólida. Se emplea en proporción de 8% (aleación No. 12) a veces con algo de Fe, Si ó Zn, tienen buenas propiedades mecánicas, son fáciles de maquinar, se usan para cajas de transmisión y Carter y otras en automóviles, para limpiadores de vacío, lavado

42200

ras, etc. El silicio produce aleaciones semejantes (Fig. 17), se usa en proporción de 5 a 12% o con 14% (Alpax), puede vaciarse normalmente dando grandes placas o agujas o en forma modificada, en partículas muy finas, tratando la aleación fundida con fluoruros alcalinos, sodio o potasio. Tienen mayor resistencia a la tensión, de 1,800 Kgs./cm² a 2,000 Kgs./cm², por 1,250 a 1,500 Kgs/cm² de las de cobre, tienen mejores características de vaciado que las de cobre y mayor resistencia a la corrosión.

El magnesio da con el aluminio solución sólida hasta 15%, disminuyendo como en las anteriores con la temperatura y separando una segunda fase (α), las de 10% deben recocerse para evitarlo, dan alta resistencia a la tensión (3,000 Kgs./cm²), usándose para carros de ferrocarril, chasis de camiones, etc. Con menos de 2% da aleaciones más ligeras, de 1800 a 3,000 Kgs./cm², enfriadas rápidamente. Con algo de Cu, Ni, Sn o Pb, se llama Magnalium y se emplea como desoxidante. Con 4 a 5%, tienen buenas propiedades mecánicas, fáciles de trabajar, de gran resistencia y ductilidad. Las aleaciones forjadas son principalmente del tipo del "Duraluminium", con 3.5 a 4.5 de Cu, con magnesio, manganeso y silicio (.5 a 1% de c/u). Esta puede tratarse para dar 4,000 Kgs/cm² y alta ductilidad y alargamiento (19%), se asemeja al acero de bajo carbón, pero es mucho más ligera. El tratamiento consiste en calentarla a 510°C. y enfriarla subitamente, al principio es algo suave y maleable, pero con el tiempo (en vejecimiento) se vuelve dura y resistente. Resiste la fatiga y la corrosión, se emplea en aviones y dirigibles. Tiene la desventaja de fallar por corrosión intercrystalina, para evitarlo se protege con lámina de aluminio (Alclad).

El zinc puede adicionarse hasta el 25% dando aleaciones sensibles a las altas temperaturas, de baja resistencia, frágiles a más de 50°C. Con menos de 15% se usan en construcción por su ligereza.

C.- ALEACIONES DE NIQUEL.

Las aleaciones de Cobre-Níquel (Pag. 35) con gran cantidad de níquel comprenden: El metal Monel, que puede obtenerse directamente de la "Mata" Níquel-Cobre, contiene 67% de níquel, 28% de cobre y algo de hierro con Mn, Si y C. (0.26), tiene gran resistencia a la corrosión, se usa para equipo de piclado, calentadores, equipo para alimentos y otros aparatos donde la corrosión es intensa, también para válvulas, agitadores, etc. Pueden modificarse sus propiedades aumentando el contenido de Fe y Mn. con Aluminio forma el Monel K.

Aleaciones con Fierro y Cromo.-65% Ni, 15%Cr, se usan como aleaciones para resistencias eléctricas, en hornos, estufas, etc., resisten a 1,000°C. sin oxidación (Nicromo y Cromel).

Aleaciones de fierro con 30 a 40% de níquel (inuar), se emplean para instrumentos, relojes, termostatos, etc. por su baja expansión térmica.

D.- ALEACIONES DE PLOMO.-

Las de plomo-antimonio son del tipo de solubilidad parcial (Pag. 36). El plomo disuelve un máximo de 2.9% de Antimonio, dando una solución α. A 13% forma una Eutéctica. Disminuye algo la solubilidad con la temperatura (100°C). La dureza y la fragilidad aumentan con la cantidad de Antimonio, Con más de 15% constan de una Eutéctica suave con cristales de antimonio. Generalmente se usan, con 10 a 25% de Sb. para cojinetes bajo presión. Con 3 a 8% de estaño se usan para tipos de imprenta. Con 5 a 50% de estaño y 10 a 20% de