

dos, Bronce Aluminio, Bronces al Níquel, etc. Se emplean principalmente para la obtención de piezas vaciadas para maquinaria, tales como engranes, válvulas, anillos, tubos, etc. Para campanas, figuras decorativas, etc.

C.- Aleaciones Cobre-Berilio.- Han adquirido gran importancia ultimamente por la gran resistencia que le imparte el Berilio al cobre y el efecto pronunciado que tiene, aún en pequeñas cantidades, comparable al efecto del carbón en el hierro. Con solamente 2% se pueden obtener aleaciones que con un tratamiento térmico apropiado pueden desarrollar hasta 15,000 Kgs/cm² como última fuerza a la tensión. Tienen una alta resistencia mecánica y a la corrosión, no produciendo chispas al golpearlas, por lo que se usan para herramientas (martillos, cinceles, etc.). Se emplean para resortes, y para partes sujetas a esfuerzos repetidos.

D.- Aleaciones Cobre-Aluminio.- Contienen 5-10% de Aluminio, con algo de hierro, tienen alta resistencia a la corrosión, por lo cual tienen gran aplicación para hélices de barco, uniones, aparatos para ácidos, etc.

P L O M O

MINERALES.- Los principales minerales son: La Galena o Sulfuro de Plomo (PbS), la cual a menudo contiene plata en cantidad aprovechable, y la Cerusita o Carbonato de Plomo (PbCO₃).

OBTENCION.- Depende de los metales que lo acompañan y se adapta a la extracción de éstos. Si se requiere una concentración, el mineral es sometido a una flotación selectiva, separando primero en medio alcalino los sulfuros de Zinc y de Hierro. El mineral concentrado o no, se somete a tostación, generalmente a temperaturas de 450 a 700°C, y se reduce en un alto horno de crisol rectangular, mediante carbón y un fundente adecuado.

Los minerales muy ricos pueden tratarse en hornos de reverbero, oxidándolos primero parcialmente y después dejando que el sulfuro-residual reaccione con los óxidos formados, para dar un plomo impuro llamado "Bullion" el cual contiene plata y otras impurezas, por lo cual es muy duro y se somete a un proceso de "suavización", oxidándolo en un horno de reverbero para eliminar el arsénico, antimonio y cobre, que forman escoria. El plomo suavizado se somete a un tratamiento que depende de su contenido en Bismuto, si éste es alto se trata por el proceso Pattinson o de cristalización selectiva, ya que el plomo solidifica primero, o por electrólisis en solución de Fluor-silicato de plomo (Pb SiF₆). Si el bismuto es bajo, se funde con Zinc a temperaturas cercanas al punto de fusión de este último, separándose una aleación de Zinc con Plata, Oro, etc. que por su gran ligereza flota en la superficie, recobrando más tarde el Zinc por destilación en retortas pasando los humos a un condensador.

PROPIEDADES.- Es un metal blanco brillante cuando está recién cortado, pero al aire se vuelve de color grisáceo y pierde su brillo debido a la oxidación. Es el más suave y más pesado de los metales comunes, pudiendo rayarse con la uña, cuando puro. Su dureza que es de 4 Brinell, aumenta con la presencia de impurezas, sobre todo de Antimonio. Su densidad es de 11.4. Es muy maleable, pero muy poco dúctil, cuando está caliente puede transformarse por presión hidráulica en tubos, varillas y alambres.

Cuando puro tiene una resistencia a la tensión de 133 Kgs/cm², y un alargamiento de 55%. No sufre alteración en presencia del aire seco o del agua libre de aire, pero en contacto con el aire húmedo o agua con aire disuelto, sufre hidratación y luego se carbonata (capa blanquecina). En aguas duras se cubre de una capa protectora de sales insolubles, no puede emplearse con seguridad para conducir agua potable, porque sus sales solubles son venenosas. Es resistente a la acción de los álcalis y a la corrosión, cuando se calienta en contacto del aire se transforma en óxido, que puede ser Pb₂O a bajas temperaturas y PbO a temperaturas elevadas. Es aislante a las radiaciones de metales radioactivos, por lo cual se emplea en el manejo de éstos en hospitales y plantas atómicas, etc.

USOS.- El plomo se emplea para tuberías de desagüe, (plomaría) sobre todo de plantas químicas, para el recubrimiento de cables eléctricos, para los acumuladores (28%). Para fabricación de óxidos y carbonatos empleados para pinturas (21%), tales como el blanco de plomo (carbonato), el plomo rojo y el Litargirio (óxidos). Para planchas en plantas de Acido sulfúrico. Con 5% de arsénico se emplea para tipos de imprenta (con antimonio), aleado con Estaño se emplea para soldadura y para chumaceras.

ALEACIONES DE PLOMO.- El plomo, por su gran densidad, tiene poca tendencia a formar aleaciones, ya vimos la formación de sistemas de tipo de capas, sin embargo, tiene gran aplicación para metales anti-fricción, en chumaceras o cojinetes, aleado principalmente con 10 a 25% de antimonio para cojinetes bajo presión (aleación blanca), a veces con estaño; además, con 10 a 20% de estaño y 10 a 15% de antimonio para cojinetes con cargas moderadas; para cargas pesadas se sustituye el estaño por un 10% de cobre.

Otro tipo de Aleaciones de Plomo son las de baja fusibilidad, por ej: las aleaciones Plomo-Estaño, usadas para soldadura en general (2 de plomo y 1 de estaño) o para aparatos eléctricos (1 : 1). Con 50% de Bismuto, 10 a 12% de Cadmio y 13-14% de Estaño, forma aleaciones que funden a 60-70°C, para equipos automáticos contra incendio, con tapones de seguridad. Las aleaciones con 3 a 8% de Estaño y 2 a 20% de antimonio, se usan para tipos de imprenta.

E S T A Ñ O

MINERALES.- El único mineral de importancia es el óxido de estaño - Casiterita o piedra de estaño (SnO₂), existente en arenas aluviales o placeres (Estaño de Corrientes) o en depósitos primarios en forma de venas o lodos (Estaño de Venas), en unas cuantas partes, sobre todo en los Estados Malayos, algunas islas Holandesas, Inglaterra, Australia, Bolivia, China y Nigeria, los tres últimos son de venas. El mineral de depósitos aluviales es más rico y produce un metal más puro (Minerales asiáticos), esto es de importancia porque comercialmente la pureza del estaño depende de los yacimientos de que proviene.

OBTENCION.- La concentración previa del mineral es mas importante que para otros metales, por su baja proporción; los aluviales se concentran por lavados sucesivos, mientras que los de vena, que generalmente están impurificados con sulfuros, se someten después de quebrados y lavados al proceso de flotación y en muchos casos a tostación, los óxidos de cobre, bismuto y hierro se pueden eliminar

tratando el mineral tostado con soluciones diluidas de ácido sulfúrico o tostado con cloruro de sodio o carbonato de sodio. El mineral ya concentrado se lleva a hornos de Cuba ú hornos de Reverbero, reduciendo con carbón y fundentes apropiados. El estaño fundido se puede refinar por oxidación enérgica, introduciendo aire o madera verde en el baño o por métodos electrolíticos. Un método común basado en su bajo punto de fusión, es el de simple fusión o licuefacción, permitiendo que el estaño se escape del recipiente, mientras la aleación menos fusible, de las demás impurezas, permanece sin fundir. Gran cantidad de estaño puede recobrase de la escoria por métodos electrolíticos o químicos. Otra procedencia del Estaño es de la hoja de lata de desperdicio, de la fabricación de latas.

PROPIEDADES.- Se encuentra en dos formas alotrópicas, α y β , cristalizadas respectivamente en el sistema cúbico y en el tetragonal. La forma β o estaño blanco es estable por encima de los 180°C , cambiando a la forma α , o estaño gris, cuando se enfría; esta transformación es muy lenta y aumenta a temperaturas abajo de -15°C y es muy rápida a -48°C , aumentando con la presencia de material transformado (peste del estaño).

La variedad beta es el estaño común ú ordinario, llamado estaño blanco, es un metal blanco plateado, lustroso, extremadamente maleable, funde a 232°C . Es más duro, más dúctil y algo más resistente que el plomo, su resistencia y dureza (5 B) disminuyen con algo de Arsénico o Antimonio. En presencia de pequeñas cantidades de impurezas, se vuelve frágil por encima de 161°C , pudiendo convertirse en polvo a 200°C . Su ductilidad depende de la temperatura de vaciado. Su resistencia a la tensión varía de 175 á 350 Kgs/cm^2 . Es pobre conductor del calor y la electricidad y cuando se dobla produce un sonido característico, conocido como Grito del Estaño, debido al deslizamiento de los cristales. Es sumamente resistente a la corrosión, empleándose para proteger lámina de fierro (estañado), aun que tiene la desventaja de que rompiéndose la cubierta en algún punto, se desarrolla la corrosión por debajo de la misma; también se emplea para proteger otros metales. Calentado a alta temperatura se oxida fácilmente y arriba de $1,500^{\circ}\text{C}$ arde con llama blanca. Es atacado lentamente por los ácidos sulfúricos y clorhídrico diluidos en frío, con ácido nítrico concentrado forma nitratos insolubles, hidrólizables con el agua.

USOS.- Se emplea para el estañado de lámina de Fierro (hoja de lata) y de lámina para techos. Aleado con plomo, para obtención de soldaduras, para la obtención de metal Babbitt y de bronce. Algo en hacer alambres, tubos para pastas, metal blanco, reactivos químicos y lámina de estaño. Tiende a sustituirse, por su escasez cada vez mayor.

ALEACIONES DE ESTAÑO.- La principal es el llamado metal "Babbitt" con 7% de antimonio y 4% de cobre. Son aleaciones muy costosas, empleadas para cojinetes y metales antifricción, mejores que las de plomo.

Z I N C

MINERALES.- El Zinc se halla ampliamente difundido en la naturaleza en forma de minerales, siendo el principal el Sulfuro de Zinc (ZnS) llamado también "Blenda" o sfalerita, impurificado con otros sulfú-

ros. También se encuentra en forma de carbonato (ZnCO_3) o espato de Zinc, Zincita ú óxido de Zinc (ZnO) y algunos silicatos, en Estados Unidos, Polonia, México, Australia, España, Italia y Canadá.

OBTENCION.- Se obtiene principalmente de los sulfuros, los cuales son concentrados por flotación, y después sometidos a tostación, aprovechándose el anhídrido sulfuroso desprendido para la fabricación de ácido sulfúrico. Esta operación se lleva a cabo muchas veces en los centros de consumo de dicho ácido, a menudo a grandes distancias del yacimiento. La obtención del Zinc puede hacerse por tres métodos. Por electrólisis, por pirometalurgia y por el proceso electrotérmico. El más empleado es el proceso pirometalurgico que consiste en reducir el óxido de Zinc formado en la tostación, con un exceso de carbón, principalmente en forma de antracita, calentando a $1,100^{\circ}\text{C}$., en retortas ú hornos de mufla, en ausencia del aire, para evitar la reacción del Zinc con el oxígeno o el anhídrido carbónico. El Zinc, que hierve a 907°C ., se elimina en forma de vapor, el cual pasa a condensadores, licuándose a temperaturas mayores de 420°C . (punto de fusión), obteniéndose al principio en forma de un polvo azul que no puede licuarse y tiene que regresarse a las retortas. El Zinc líquido se solidifica en lingotes y está impurificado con Cadmio y Plomo, llamándosele "Spelter". Se purifica por cuidadosa redestilación o fundiendolo en Hornos de Reverbero, separándose las impurezas en la superficie.

En el método electrolítico, se lixivia el mineral tostado con ácido sulfúrico, sometiéndolo a la solución de sulfato de Zinc a electrólisis en cubas con ánodos de carbón y cátodos de zinc o aluminio.

En el proceso electrotérmico el mineral tostado se "Sintetiza" a $1,600^{\circ}\text{C}$ y se reduce después con Coke en hornos Eléctricos de Arco de Resistencia.

PROPIEDADES.- Metal de color gris azulado, de brillo metálico intenso recién cortado, al aire se cubre de una capa de óxido, que más tarde se transforma en carbonato básico de color blanco, perdiendo su lustre. Tiene fractura cristalina en forma de hojas hexagonales entrelazadas. Funde a 420°C , hierve a 917°C . a 160°C produce por flexión un ruido débil semejante al "grito del estaño". Es algo frágil a temperatura ordinaria, sobre todo el comercial o Spelter. Calentado a $100-150^{\circ}\text{C}$ se hace maleable y puede laminarse o estirarse, y por encima de 200°C se vuelve quebradizo, pudiendo pulverizarse. Es un metal plástico, de aquí que la resistencia a la tensión, que es solamente de 380 Kgs/cm^2 para el Zinc vaciado, aumenta a $1,100 \text{ Kgs/cm}^2$ en carga paralela al laminado aplicada lentamente, cuando se lamina y recoce a 200°C . Perpendicular al laminado alcanza $1,400 \text{ Kgs/cm}^2$, reduciéndose la ductilidad. Cuando la carga es rápidamente aplicada, aumenta hasta $2,000 \text{ Kgs/cm}^2$. En su forma comercial o "spelter" contiene hasta 1.5% de impurezas, principalmente plomo, hierro y cadmio, el primero lo suaviza, pero debilita la cubierta formada en el galvanizado, los últimos lo endurecen y vuelven frágil, por lo cual son indeseables para el galvanizado. El Cadmio también tiende a causar rotura en los vaciados. A 500°C se enciende con llama amarilla verdosa, formándose una nube de Oxido de Zinc, de color blanco. Se altera con el agua que tiene CO_2 y amoníaco. En forma de polvo descompone el agua, formando hidrógeno, por lo que al aire húmedo puede encenderse espontáneamente.

El Zinc puro no es atacado por los ácidos, pero en cambio el comercial es fácilmente atacado, tanto por los ácidos, como por los álcalis. Una propiedad muy importante del Zinc es su gran fluidez.

USOS.- Se emplea para el galvanizado o sea para proteger el hierro contra la corrosión. Por su gran fluidez se emplea para piezas vaciadas, sobre todo en matriz y para aleaciones (latones). Un 15% se dedica a la obtención de lámina para techos, para pilas secas, partes de lavadoras, cubiertas para mesas, etc. En forma de óxido se usa para pigmentos. En forma de cloruro para el galvanizado y para preservar la madera.

ALEACIONES DE ZINC.- Sus aleaciones con Cobre (latones) y Aluminio ya han sido mencionadas. Con 25% de estaño se usa para patrones en fundición, aunque éstas aleaciones son muy débiles. Modernamente se han desarrollado una serie de aleaciones para vaciado en matriz a presión conocidas como "Zamak" con 3.5 á 4.5 % de Aluminio, menos de 0.1 % de Mg y Fe y cobre hasta 3.5 %, se emplean mucho para formas intrincadas, como zippers y partes para auto. También se han usado mucho para piezas vaciadas en matriz, aleaciones de Zinc con cantidades variables de Cobre y Estaño.

N I Q U E L

MINERALES.- Es un metal muy escaso en la costa terrestre, se cree que abunda en el centro de la tierra, formando junto con el hierro la metalosfera o piroesfera. Se halla en forma de sulfuro de Níquel-Fierro, (3% de Níquel) en el distrito de Sudbury, en Ontario - Canadá, y en forma de silicato (7% Ni) en Nueva Caledonia en Australia. Se encuentra mezclado con el cobre.

OBTENCION.- Para extraer el Níquel de los silicatos se funde con sulfato de calcio (yeso) o pirita de hierro, para formar sulfuros. Los sulfuros se tratan como en el caso del Cobre, concentrando y tostando el mineral, la mata obtenida se somete a un convertidor para oxidar el hierro, el cual se separa en la escoria. La mata resultante, con gran contenido de cobre, se pasa a un horno de Cuba y se funde con Coke y sulfato de sodio; la masa obtenida se separa en dos capas al solidificarse, la capa superior contiene sulfuros de cobre y sodio y la inferior el sulfuro de Níquel en su totalidad. La capa superior se funde en un convertidor para obtener el Cobre ampollado y la inferior, después de un tratamiento apropiado se tuesta para formar el Oxido Negro, el cual se reduce a Níquel en un horno de Reverbero con carbón. A menudo la mata del convertidor es tostada a muerte para eliminar el azufre, los óxidos resultantes se funden con carbón en un horno de Reverbero, obteniéndose aleaciones de Cobre-Níquel con algo de hierro (Metal Monel). Se purifica por oxidación en un convertidor, para eliminar el hierro por fusiones sucesivas, por electrólisis o por volatilización en forma de un compuesto orgánico, para separarlo de las otras impurezas.

PROPIEDADES Y USOS.- Es un metal plateado, brillante, capaz de alcanzar un alto lustre, es casi tan duro como el acero suave y con algo de carbón es sumamente maleable. Es menos dúctil que el acero suave, mejorando su ductilidad con la presencia de Magnesio. Es ferromagnético abajo de 360°C, funde a 1,452°C., y tiene una densidad de 8.85. Su resistencia a la tensión es de 700 Kgs/cm² cuando

está laminado y templado, y de 1,000 Kgs/cm² en forma de alambre endurecido. Es muy resistente a la corrosión, comunicándole esta propiedad a los metales con los cuales forma aleaciones, se emplea por lo tanto para el niquelado de objetos de hierro y acero y de otros metales y para la obtención de aleaciones de hierro, acero y cobre principalmente.

ALEACIONES DE NIQUEL.- Metal Monel, Monel B o aleación Níquel cobre natural, se obtiene directamente en el Canadá de la "Mata" Níquel-Cobre, contiene 67% de níquel, 28% de cobre y algo de hierro, tiene gran resistencia a los líquidos corrosivos, se usa para equipo de piclado, calentadores, equipo para alimentos y otros aparatos donde la corrosión es intensa, con el aluminio (3 - 4%) forma el Monel K. Otro tipo es el Monel R, con algo de Azufre para facilitar el maquinado, el Monel S contiene hasta 4% de Si.

Aleaciones con Fierro y Cromo.- 65-80% Cr, se usan como aleaciones para resistencias eléctricas, resisten 1,000°C sin oxidarse (Níquel y Cromo). El metal Inconel contiene 13% de Cr, 8% de Ni y 5% Fe, se usa para temperaturas elevadas.

Aleaciones de fierro.- Con 30 á 40% de níquel (invar), se emplean para instrumentos, relojes, termostatos, etc. por su baja expansión térmica.

M A G N E S I O

MINERALES.- Es el sexto metal más abundante en la costra terrestre (2,1%). Los principales minerales son: Dolomita o carbonato doble de calcio y magnesio (Ca CO₃. Mg CO₃), Magnesita o carbonato de magnesio (Mg CO₃) y Carnalita o cloruro doble de potasio y Magnesio (KCl. MgCl₂. 6H₂O).

OBTENCION.- Se obtiene por la electrólisis del cloruro de Magnesio fundido, procedente de la purificación de la sal, (de Aguas Saladas de pozo o del mar) mezclado con cloruros de sodio y potasio para evitar su descomposición y calentado a 700°C. El proceso se desarrolla en un recipiente hermético de hierro, con ánodos de grafito, dentro de un tubo de porcelana porosa, por el cual escapa el cloro. El Magnesio se deposita en el cátodo, elevándose a la superficie por su ligereza, de donde se extrae para fundirlo al vacío y vaciarlo en moldes.

PROPIEDADES.- Es el metal más ligero usado en Ingeniería, su densidad es 1.74, que es 7/10 de la del Aluminio. Es más duro que éste (D_B = 30 vaciado, y D_B = 40, laminado). Se oxida rápidamente y en forma de polvo o cinta se enciende fácilmente al aire, dando gran cantidad de rayos ultravioleta, por lo que se usa en fotografía. En caliente es fuertemente reductor, usándose en este sentido en metalurgia. Es soluble en agua, ácidos y sales, pero no en álcalis. Al aire húmedo se cubre de una capa protectora de hidróxido. Resiste menos a la corrosión que el aluminio, sobre todo cuando es impuro. Tiene un alto coeficiente de dilatación térmica y alta conductividad, enfriándose rápidamente. Funde a 651°C. Puede ser soldado con técnicas especiales, es fácil de trabajar y alcanzar un alto brillo. Tiene una resistencia semejante a la del aluminio (920 Kgs/cm²), por lo cual lo sustituye en construcciones ligeras, tiene más baja ductilidad que el Aluminio.

USOS.- Se emplea mucho en aleaciones con otros metales, para cons-