

## Capítulo I.

### MATERIALES METÁLICOS.

**GENERALIDADES.**- Los materiales metálicos están formados como su nombre lo indica por metales, que algunas veces pueden ser puros, - pero que comúnmente se utilizan en la práctica en forma de aleaciones.

Los materiales más importantes empleados en la construcción son: Hierro, Cobre, Plomo, Zinc y Aluminio, que forman los metales base, y cuyas propiedades pueden modificarse aleándolos con otros metales secundarios, como son: Estaño, Magnesio, Manganeso, Níquel y Cromo, y algunos no metales como: Silicio, Carbón, Arsénico, Antimonio, -- etc.- Otros pocos metales se emplean para la metalurgia en polvo, - como son: Tungsteno, Vanadio, Titanio, etc.

Los metales tienen en general varias características físicas - que los diferencian de los no metales; a saber: lustre brillante, - generalmente argentino en forma compacta (excepto el Oro y el Cobre), pero de color oscuro cuando están finamente divididos (Aluminio y Magnesio, plateado), y de color variable al estado coloidal. Son buenos conductores del calor y la electricidad, sobre todo la Plata y el Oro. Poseen maleabilidad y ductilidad, principalmente: Oro, Plata, Platino, Aluminio y Hierro; su tenacidad es en general mayor que la de los no metales; sus otras propiedades como dureza, densidad y punto de fusión, son sumamente variables. Respecto a su comportamiento químico, se caracterizan por su tendencia a formar óxidos básicos (por hidratación forman hidróxidos que generalmente funcionan como bases, aunque los de algunos metales pueden actuar - como ácidos).

**ESTADO NATURAL.**- No se encuentran tan ampliamente distribuidos en la naturaleza como los no metales. La mayor parte de los metales de importancia en la construcción se encuentran en la naturaleza al estado de combinación (excepto el Cobre), principalmente en forma de óxidos anhidros o hidratados, entre ellos; Hierro (Fe), Estaño (Sn), Manganeso (Mn) y Aluminio (Al), aunque otros pueden encontrarse en forma de sulfuros: Plomo (Pb), Zinc (Zn), Hierro y Cobre (Cu), o de Carbonatos: Hierro, Zinc y Plomo.

El valor del mineral depende principalmente de la clase de compuesto que lo forma, del contenido de éste y de la clase de metal, - pero también de otros factores, entre los cuales se hallan la localización exterior e interior y la extensión del "Yacimiento", así - como también su distancia a los centros de aprovechamiento, también muchos minerales tienen dos o más metales asociados, lo cual los hace particularmente aprovechables, por ej.: los minerales de Plomo - pueden tener algo de Plata, el Níquel se halla asociado con el Cobre, el Hierro con el Níquel o Manganeso, etc.

**METALURGIA.**- Se llama así a la ciencia y al arte de extraer los metales de sus minerales, para lo cual es necesario someter éstos a un tratamiento o tratamientos previos, conocidos en conjunto como - Operaciones Metalúrgicas y que pueden ser: Físicas o Químicas.

#### A.- OPERACIONES FÍSICAS.-

**Concentración.**- Tiene por objeto, como su nombre lo indica, concentrar los minerales, es decir, eliminar por métodos mecánicos la mayor parte de los materiales terrosos que los acompañan y que - constituyen la "Ganga", con el fin de disminuir el costo de obtención, y además el de transporte cuando se hace en la misma mina, --

EXPOSICIÓN NACIONAL  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Méx. 1625 MONTREY, MEXICO

(caso más general). De los métodos seguidos para la separación de las partículas el más común es el de "Flotación", que consiste en la formación de una espuma permanente en la superficie de un tanque de agua, agitando con aire una mezcla del mineral finamente dividido, agua y aceite mineral, de tal manera que el mineral se moja con el aceite y es llevado a la superficie, en la cual queda con la espuma, mientras que las partículas restantes (mojadas por el agua solamente) quedan en suspensión por debajo de la espuma (finas) o se precipitan (gruesas) y pueden separarse fácilmente.

El proceso de flotación se emplea sobre todo para los sulfuros de bajo grado, principalmente de cobre, pudiendo concentrarse minerales tan bajos como de 10%, hasta alcanzar 90% de sulfuro.

Otras.- En otros procesos se emplean otras propiedades, como por ej.: en el de separación por diferencia de densidades, el material pulverizado es arrastrado por una corriente de agua o de aire a depósitos en donde las partículas más pesadas o sean del mineral puro, se depositan primero, mientras que las más ligeras (ganga) continúan en la corriente.

Ciertos minerales de hierro (Magnetita), pueden concentrarse pasando el mineral por electroimanes que atraen las partículas de Magnetita y dejan pasar las de ganga; dichos electroimanes también se emplean para separar el hierro magnético.

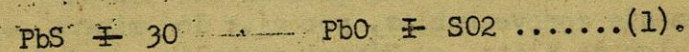
#### B.- OPERACIONES QUIMICAS.-

Tienen por objeto transformar el compuesto natural del metal, en otro que tenga un mayor porcentaje (óxidos) o que sea más fácilmente manejable (cloruros), entre ellas se encuentran principalmente la calcinación y la tostación.

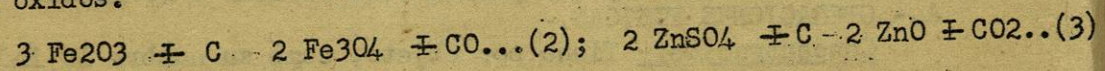
a.- Calcinación.- Consiste en calentar (calcinar) el mineral en forma de carbonato, a una temperatura de 700 a 1,000° C., con el objeto de transformarlos en óxido por pérdida de anhídrido carbónico. Se puede emplear para minerales de Hierro, Zinc o Plomo, y también para obtención de la cal y materiales cementantes no metálicos.

b.- Tostación.- Consiste en calentar el material hasta una temperatura cercana a su punto de fusión y ponerlo en contacto con una corriente de aire u Oxígeno (oxidación), a veces con cloro o ácido clorhídrico (cloruración) y aún con vapor de agua, carbón, azufre, (reducción), etc., con el objeto de modificar su composición química y eliminar determinados componentes por volatilización.

1.- La tostación oxidante se emplea para el beneficio de los sulfuros, arseniuros y antimonuros, formándose un óxido metálico y anhídridos sulfuroso, arsenioso o antimonioso, que se elimina, p. ej.:



2.- La tostación reductora se aplica en ciertos casos en que se requiere reducción, por ej.: para transformar el óxido ferroso férrico o magnetita que se separa magnéticamente y también para ciertos sulfatos, por ej.: de Fierro y de Zinc, que se transforman en óxidos.



3.- La tostación clorurante se aplica para solubilizar minerales transformándolos en cloruros, para los procesos hidrometalúrgicos y sobre todo para los electrolíticos.

DIVISION DE LA METALURGIA.-Se pueden considerar dos tipos de

procesos principales, a saber: la Pirometalurgia y la Hidrometalurgia, pudiendo incluirse además: la Electrometalurgia y la Metalurgia en polvo.

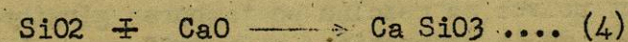
A.- HIDROMETALURGIA.- Consiste en la obtención de metales de una solución previamente preparada, tratando con líquidos apropiados el mineral u otros productos metalúrgicos, no tiene gran importancia para los metales de construcción se emplea para el oro y la plata), excepto cuando se aplica la corriente eléctrica (electrólisis), en cuyo caso se llama Electrohidrometalurgia.

B.- ELECTROMETALURGIA.- Consiste en la obtención de Metales por medio de la electrólisis de sus sales fundidas o de sus soluciones acuosas (Electro-hidrometalurgia). El único metal de importancia en construcción obtenido por el primer método es el Aluminio; por el segundo método se obtienen el Cobre y el Zinc.

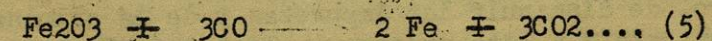
La ventaja primordial de la Electrometalurgia se basa en que los metales obtenidos son de una gran pureza (metales electrolíticos) y en que pueden aprovecharse minerales de bajo grado y recobrase un gran número de metales que se perderían en el proceso de fusión. La desventaja principal es que es más costosa que la Pirometalurgia.

C.- PIROMETALURGIA.- Consiste en fundir los materiales con sustancias adecuadas, primero para quitar la "ganga" y después para dejar el metal en libertad.

En el primer paso se trata el mineral con sustancias llamadas "fundentes", que se combinan con la ganga formando compuestos fácilmente fusibles y de poca densidad que constituyen la "Escoria", la cual flota sobre el metal fundido y puede separarse fácilmente. Las sustancias empleadas deben de tener carácter químico contrario al de la ganga, así si la ganga es alcalina se emplean fundentes ácidos (arcilla, cuarzo, arena, sílice, etc.) y si es ácida se emplean fundentes alcalinos (cal, carbonato de calcio o magnesio, minerales alcalinos de bajo grado, etc.).



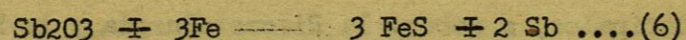
Una vez en forma de Óxidos y efectuada la eliminación de la ganga, el mineral se trata con un reductor, principalmente carbón en sus diferentes variedades, sobre todo el coque, fundiéndolo en hornos apropiados.



El proceso se emplea para el Fierro, Zinc y Cobre. Los minerales en forma de sulfuros se someten previamente a tostación oxidante. En ciertos casos (Fierro), se desarrollan las dos operaciones al mismo tiempo.

La reducción puede también efectuarse por medio del Aluminio, en un proceso llamado "Aluminio --termia", o proceso "Goldschmidt" y que consiste en mezclar el óxido del metal con Aluminio en polvo, formando una mezcla llamada "Termita", la cual se somete a ignición, por ej.: con magnesio y una vez iniciada, la reacción continúa por sí sola, desprendiendo gran cantidad de calor y separándose el metal fundido, el cual se va al fondo mientras la escoria flota en la superficie. Se puede emplear para casi todos los metales, pero principalmente se emplea para el Cromo y el Manganeso y para el Fierro, sobre todo en soldadura.

Pueden emplearse otros reductores, como por ej.: el Fierro para la obtención del Plomo y el Antimonio.



Todas estas operaciones se efectúan en hornos especiales, para cada metal, pero en general tienen características comunes ( véase -- más adelante).

D.- METALURGIA EN POLVO.- Es un proceso que consiste en producir objetos por prensado en caliente de polvos de metales o de compuestos metálicos. El proceso puede ser también aplicado a mezclas metálicas, o a mezclas de metales y no metales. La temperatura de -- prensado depende de la composición y propiedades deseadas en el producto. Este método ha adquirido modernamente gran importancia, por lo que se describirá a continuación.

Producción de Polvos Metálicos.- Se utilizan los métodos siguientes:

a).- Por depósito de un gas, por ej.: el Hierro y el Níquel, obtenidos por la descomposición de carburos metálicos gaseosos.

b).- Por proceso electrolítico, comprende tres métodos distintos: 1.- Formación de depósitos gruesos que luego se reducen a polvos. 2.- Formación de depósitos pulverulentos directos. 3.- Formación de depósitos esponjosos.

c).- Por reducción de Oxidos metálicos finamente divididos o de otros compuestos, mediante el hidrógeno o gases reductores, empleando la temperatura más baja posible.

d).- Por métodos mecánicos, como pulverización, molido. etc.

e).- Entre otros métodos de uso limitado, se pueden considerar los siguientes: Atomización del metal fundido. Precipitación del metal por la reducción de un compuesto del mismo en solución previa.- Condensación de vapores metálicos obtenidos por el arco eléctrico u otros tipos de descarga eléctrica, en atmósferas previamente controladas.

La mayor parte de los polvos metálicos son producidos por los tres primeros métodos.

Proceso.- Los polvos se mezclan en tambores giratorios o molinos de bolas, antes de la compresión, para uniformar el tamaño y obtener las mezclas de los diferentes componentes. El polvo así obtenido se somete en moldes a la acción de la presión, generalmente a las temperaturas ordinarias, pero algunas veces a elevadas temperaturas. Las piezas obtenidas se someten a un tratamiento término en hornos con atmósferas controladas o al vacío, con el objeto de difundir un componente en otro, de disminuir las impurezas y de la eliminación o absorción de gases, etc.; a este proceso se le llama "Sintetizar". Si se quieren hacer piezas porosas se incorporan en la Mezcla sales o metales volátiles que desaparecen en éste último paso.

Propiedades.- Se aplica actualmente cada vez en mayor proporción, por las ventajas siguientes: Las piezas obtenidas son mucho más duras que las obtenidas por cualquier otro procedimiento, presentando sin embargo mayor ligereza. Se pueden obtener materiales poco porosos, semiporosos o porosos, según el empleo requerido de las piezas. Las piezas pueden obtenerse con dimensiones muy precisas, con una exactitud de 0.05". A pesar de tener manipulación costosa (preparación de los polvos, dados, etc.), la duración de las operaciones y el número de éstas, es menor que para los procesos ordinarios. Requieren maquinaria menos complicada, dando piezas más baratas, sobre todo tratándose de piezas pequeñas (la economía aumenta conforme disminuye el tamaño de la pieza).

Usos.- Se emplea para la producción de formas de metales de al-

to punto de fusión (Tungsteno, Molibdeno, Tántalo) o de sus carburos, solos o en matriz de Cobalto o Níquel, para piezas de corte resistentes al desgaste, etc. Para cojinetes, sufrideras, piezas de cierre, etc. de metales porosos conteniendo o no grafito. Para piezas de lubricación de bronce, porosas o semi porosas; para artículos del hogar, automóviles, etc. Estas piezas pueden absorber aceite hasta un 33% de su volumen. Por su economía se emplean para piezas pequeñas, tales como magnetos, contactos, cojinetes, partes de radio, abanicos, cámaras, etc. En la obtención de formas compactas que compitan con las obtenidas por vaciado y sobre todo en la producción de piezas de repuesto para maquinaria. Modernamente se emplean para la obtención de Pseudo aleaciones o sea de mezclas de metales que conservan sus características propias.

HORNOS

GENERALIDADES.- En las distintas operaciones pirometalúrgicas, así como en las de concentración química (tostación y calcinación), se emplean diferentes tipos de hornos cuyas características generales son semejantes (aunque sufren modificaciones o adaptaciones para algún uso particular), por lo cual se describirán a continuación.

CONSTRUCCION.- Al construir un horno de cualquier tipo hay que tener en cuenta no solamente la refractabilidad temperatura que aguante del material que se va a usar, sino también su reacción química, pues como ya se vió al hablar de fundentes, el mineral tiende a reaccionar con sustancias de carácter opuesto. Si el material es de carácter ácido, se emplea ladrillo sílice y si es básico, ladrillo magnesita o se recubre el horno de una capa de dolomita o magnesita y alquitrán. Esto es solo necesario en el crisol, o sea donde se producen los cambios químicos. Además, dentro de un mismo tipo hay que considerar también los distintos papeles que van a desempeñar las diferentes partes del horno, por ej.: en la parte de carga debe usarse un material resistente, en el laboratorio (crisol) un material especial (ácido o básico) y en las partes más expuestas al fuego, materiales altamente refractarios (véase materiales refractarios). La parte exterior del horno puede ser metálica o de ladrillo común, o de metal recubierto exteriormente con ladrillo común refractario.

FUNCIONAMIENTO.- En todo horno se requiere fundamentalmente una fuente de calor, la cual comunmente es producida por la combustión de un combustible (véase abajo) en presencia de aire. Este combustible puede ser sólido, líquido o gaseoso y puede quemarse separado de la carga o mezclado con ella. Los productos de la combustión se descargan a una chimenea, para lo cual se requiere una diferencia de presión -- que se conoce con el nombre de "Tiro", el cual se expresa generalmente en pulgadas de agua y que puede ser "Natural y Mecánico" (Inducido o forzado). El aire necesario para la combustión se introduce por el "Tiro Natural" producido por una chimenea conectada al horno, sobre todo cuando se emplea combustible sólido o cuando se requieren temperaturas relativamente bajas, por ej.: en operaciones de tostación. -- Cuando se requiere una gran cantidad de aire, se puede "forzar" éste a través de la carga por medio de un abanico centrífugo u otro medio, pasando o no por una caja de aire ("Tiro forzado") o bien se puede colocar un extractor al final del horno o del economizador y antes de la chimenea, de tal modo que se produzca una succión de los gases, es decir, que se aumente la diferencia de presión y por lo tanto el tiro (Tiro inducido). En ocasiones pueden emplearse ambos métodos en combinación.

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
"ALFONSO REYES"  
MONTREUIL, MEXICO