

antimonio, se usan para cojinetes para cargas moderadas (metales Magnalia, Sb-16, Sn, 6).

Las de plomo-estaño se usan para soldadura, peltre y juguetes, son del mismo tipo, el estaño aumenta la resistencia y dureza. La de relación 1:1 (pb-Sn) se usa para soldadura en aparatos eléctricos. Las de relación (2:1) (soldadura para plomeros) se emplea como plomo para soldadura tiene la propiedad de conservarse plástico antes de la soldificación, dando tiempo para extenderla.

E.- ALEACIONES DE ESTAÑO.-

La principal es el metal Babbitt, con 7% de Antimonio (u 8 a 12% y 4% de cobre (ó 3 a 10%). Está formado por cristales duros de solución de Estaño-Cobre y Estaño-Antimonio, en una masa suave rica en Estaño. Se emplea principalmente para cojinetes y metales anti-fricción.

F.-ALEACIONES DE MAGNESIO.-

Pertencen al tipo de aleaciones ligeras, presentan buena resistencia y resisten a la corrosión. Varían en densidad las de alto Magnesio de 1.76 a 1.86, menor que las de Aluminio (2.55 a 2.85), - por lo que para un mismo peso presentan mayor resistencia. Sin embargo tienen ciertas desventajas sobre las de aluminio. No deben ser moldeadas en frío, sino calentarse a 225°C. Están formadas por cristales de paquete hexagonal, que no permiten un cambio rápido de forma, tal como el producido por martinetes o prensas, pero pueden trabajarse en prensas hidráulicas, aplicando lentamente la presión. El laminado debe desarrollarse a temperaturas mayores de 300°C.

Las aleaciones de Magnesio no contienen más de 10% de otros elementos, de los cuales el más usado es el Aluminio, variando de 4 a 8%. Algunas contienen hasta 3% de Zinc y todos contienen de 0.2 a 0.3% de Manganeso, el cual mejora la resistencia contra la corrosión.

La adición de Aluminio disminuye la conductividad térmica, formando aleaciones conocidas como metales Dow, con 8.5%, se emplean para vaciados en arena, con 0.4% de Zinc y para trabajos de prensa. Con un 9% da una solución sólida (?), de mayor resistencia y ductilidad que el Magnesio. Con 9 a 11% de aleaciones para vaciados que requieren gran fluidez (vaciado en dados). Mas de 12% de Al. produce fragilidad para ciertos usos, aunque aumenta la resistencia.

Capítulo IV.

MATERIALES FERROSOS.

HIERRO BRUTO DE FUNDICION.

GENERALIDADES.- Se conoce como Hierro bruto de Fundición, o Hierro de primera fusión, al estado líquido o bien Arrabio o lingote - de primera fusión al estado Sólido. El producto resultante de la reducción directa de los óxidos de Fierro y eliminación de la ganga. Constituye la materia prima para la obtención del Hierro de segunda fusión, Hierro colado de Hierro vaciado (empleado para formas moldeadas), o bien para la obtención de Hierros Maleables. Se caracteriza por su elevado contenido de impurezas 2.5 a 4.5% de Carbón, 1 a 5 de Silicio, (a veces hasta 4.0%), 0.1 a 1. ó más de Fósforo, 0.04 a 0.1% de Azufre y 0.2 a 1.5% de Manganeso, variable de acuerdo con las materias primas empleadas y el tratamiento seguido en su obtención, pudiendo obtenerse distintos grados, según la aplicación que se le vaya a dar. En este sentido, adquiere nombres especiales como: Hierro de Grado Bessemer (Acido o Básico) de Grado Siemens (Acido o Básico). Para Hierro de Pudelado, para Hierro colado, etc. Cuando predomina un determinado elemento en su composición adquiere nombres especiales, tales como: Ferrofósforo, Ferromanganeso, Ferrocromo, Spiegeleisen, etc.

MINERALES.- Los minerales de Hierro de mayor importancia son -- los óxidos, pues aún cuando también se encuentran en forma de carbonatos (Siderita) o de sulfuros (Pirita) no tienen aplicación por su bajo contenido en Fierro (deben tener de 40 a 60% de Fe) y las operaciones de preparación necesarias, que aumentan el costo. De los óxidos tienen importancia:

Magnetita.- Es un óxido ferroso férrico (Fe₃O₄, 72.4% Fe), y el mineral de mayor contenido en fierro. Tiene color gris o negro, muy duro y fuertemente magnético, se le llama también piedra imán. Presenta un elevado punto de fusión, sobre todo por la presencia de óxido de titanio, por lo cual está restringido su empleo. Se usa mucho en España.

Hematita Roja.- Se llama también Oligisto, es un óxido férrico anhidro (Fe₂O₃, 70% Fe). de color café o rojo según su pureza. Es el mineral más importante, impurificado con arcilla forma el -- Ocre rojo, empleado para pinturas.- Hematitas Pardas o Limonitas. Oxidos hidratados de color amarillo, presentan varios tipos según el grado de hidratación, adquiriendo distintos nombres. Turgita (2:1), Goetita (1:1), Limonita (2:3), Xantosiderita (1:2) y Limonita (1:3). Impurificados con arcilla forman el Ocre amarillo, empleado en pinturas. Se hallan impurificados con fósforo, por lo cual se benefician por el proceso Thomas, sobre todo en Europa.

OBTENCION.- Se lleva a cabo en un Alto Horno (Pag. 18) y consiste esencialmente en una reducción de los Oxidos de Fierro por medio de cok, en presencia de fundentes, generalmente calizas, para la eliminación de la ganga.

CARACTERISTICAS DEL ALTO HORNO.- Varían en capacidad de 100 a 1,000 toneladas de Hierro, con 700 como promedio, consumiendo aproximadamente por tonelada de Hierro bruto, 3,500 toneladas de carga, constituidas por unas 2,000 de mineral, 1,000 de cok y 500 de caliza. Desde luego que las cantidades de estos dos últimos dependen -- del tipo de mineral y de su concentración, así como de las características del fierro deseado.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

"ALFONSO REYES"

1925 MEXICO

El tamaño del horno varía de 25 a 30 metros, con diámetro interior de 5 a 9 metros. Se construye de lámina de palastro revestida interiormente de ladrillo refractario. El crisol lo constituye un cilindro, también de palastro, de unos 3 metros de altura y 7 a 8 metros de diámetro, el cual lleva dos orificios situados a .60 -1 mt. y a 5 - 6 mts. del fondo y que son respectivamente para la salida del hierro y de la escoria. En la parte superior del crisol van introducidas de 8 a 16 toberas de Bronce o Cobre, enfriadas por agua y conectadas a un gran tubo común que rodea al horno a manera de anillo y que conduce el aire necesario para la operación. La zona de fusión es enteramente de ladrillo refractario, de casi un metro de grueso y de 3 a 4 metros de altura, con un diámetro de 8 metros en la parte más ancha y recubierta exteriormente por una serie de placas de dobles paredes por las que circula agua de enfriamiento. La parte superior del Horno por encima de la zona de fusión, se halla sostenida por 8 a 12 columnas a su alrededor y forrada con ladrillo refractario. Disminuye de diámetro hasta 5 o 6 metros y tiene una altura de 20 a 22 metros, lleva dos orificios cerca de la parte superior para la salida de los gases de combustión, los cuales son llevados a un sistema de tratamiento para su aprovechamiento. La parte superior del horno, tragadero, boca o cargadero, lleva dos campanas cónicas que funcionan alternadamente y que permiten el paso del material al interior del horno, sin que los gases se escapen al exterior.

Accesorios. Están en primer lugar las estufas o recalentadores, que tienen por objeto el calentamiento del aire necesario (3,000 toneladas diarias). Son cilindros más o menos elevados (25 a 30 metros de lámina de acero forrada con ladrillo refractario y provistos de un relleno interior de ladrillo, los gases se queman en una cámara de combustión, cediendo su calor a los ladrillos, que se precalientan (2 a 3 horas) cediendo a su vez el calor al aire comprimido (15 a 18 lbs./pulg.2), funcionando más tarde en sentido contrario. Pueden ser de dos o tres pasos, con chimenea común o individual respectivamente y en número de 3 o 4 por cada horno, funcionando alternadamente; mientras dos se están calentando, la 3a. está calentando el aire y una cuarta puede servir de reserva para cuando se requieran reparaciones.

Sistema de Tratamiento de Gases. Los gases del alto horno contienen una gran cantidad de monóxido de carbono (20% o más), el cual puede aprovecharse como combustible en las calderas o estufas, después de purificados. La purificación consiste en eliminar las materias en suspensión (carbón, mineral, etc.) que arrastran y el Anhidrido Carbónico. Para lo primero se pasan los gases a través de una serie de colectores de polvo y lavadores; para eliminar el CO2 se pasan a través de una serie de lavadores en contracorriente con una lechada de cal, generalmente mediante un soplador, para darle la presión que se había perdido en la operación anterior.

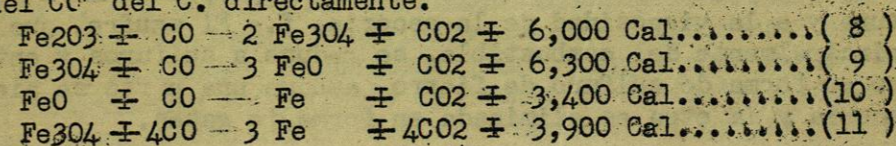
Compresores. La presión del aire es producida por medio de compresores, generalmente del tipo centrífugo o turbo compresores, aunque pueden emplearse también compresores rotatorios o de pistón de aire. Se requieren alrededor de 60,000 pies de aire por minuto y de 4,500 a 5,000 H.P. para un horno de 700 toneladas.

Otros. Se requiere una instalación que quebradores para la trituración de la piedra caliza a un tamaño adecuado, generalmente de 2 a 3" y potencia para el manejo del material y la carga del horno, y para el bombeo de las enormes cantidades de agua necesarias para el enfriamiento (24,000.000 litros por día).

OPERACION. El horno de carga con capas alternadas de mineral, cok y caliza, en las proporciones calculadas, se inicia el "Soplo" (introducción del aire) y la carga desciende lentamente, produciéndose primeramente un secado y un precalentamiento y más tarde una serie de reacciones que conducen a la formación de fierro libre, -- productos de la reducción del mineral y "escoria" de la combinación de la ganga con el fundente. Después de 10 a 15 horas de iniciado el soplo se hace una primera eliminación de Escoria y después cada dos horas, disminuyendo los intervalos a medida que el hierro fundido va aumentando en el crisol. La primera eliminación (picada) del hierro se hace 20 a 30 horas después de iniciado el soplo y las siguientes cada 4 a 5 horas. La temperatura en el interior del horno no es uniforme, sino que aumenta desde 300 a 400°C. en la parte superior hasta 1,400 a 1,500°C. en la zona de toberas.

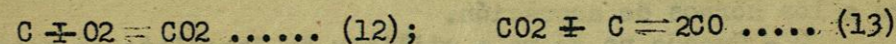
Reacciones Esenciales en la Cuba. Pueden considerarse los siguientes puntos:

1.- Los óxidos de fierro se reducen sucesivamente por la acción del CO del C. directamente.

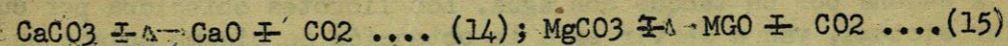


Las reacciones con carbón son semejantes, solo que formándose Co en lugar de CO2. La primera reacción (8) se verifica muy fácilmente desde la parte superior del horno, la reacción (9) probablemente se verifica a temperaturas bajas (menores de 700°C.) y la 7 y la 8 a temperaturas de 700 a 950°C. Las reacciones con el carbón empiezan, alrededor de los 850°C., predominando sobre las de CO, por tener el carbón mayor poder reductor. El hierro formado es esponjoso, pero al llegar a la zona de fusión (1,000 - 1,400°C.) empieza a licuarse, escurriendo hacia el fondo del horno.

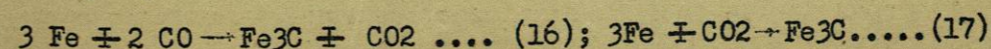
2.- El combustible no se quema hasta llegar a la zona de inyección de aire, formando anhídrido carbónico (12) que casi inmediatamente reacciona con el C dando óxido de carbono que pasa a la cuba. Las reacciones son reversibles.



3.- La caliza añadida como fundente, o sea el carbonato de calcio y otros carbonatos (de magnesio, de fierro etc.) sufren una disociación térmica al llegar a temperaturas de 700°C. o más, formando anhídrido carbónico y el óxido correspondiente.



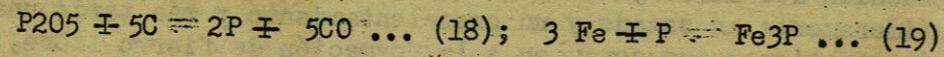
4.- Reacciones en la Zona de fusión y en el crisol. a.- Los óxidos de calcio y de magnesio formados, reaccionan con la sílice de la "ganga" formando silicatos que van a la escoria, la viscosidad de la cual depende de la relación de óxidos alcalinos (CaO \mp MgO) a óxidos ácidos (SiO2) y tiene un papel importante en la composición del hierro resultante. b.- El hierro esponjoso absorbe de 3 a 5% de carbón del combustible o del óxido de carbono, formando carburo de fierro que pasa al metal fundido.



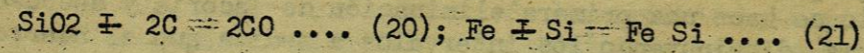
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
 "ALFONSO REYES"
 CARR. 1025 MONTECIT, MEXICO

c.- Los óxidos de otros elementos se reducen con el carbón, reaccionando con el hierro y pasando parcialmente al metal fundido.

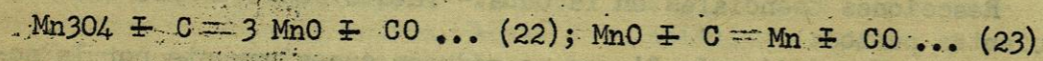
El fósforo da fosfuro de hierro y no es eliminado en la escoria, aunque ésta sea básica, la mayor parte proviene de los fosfatos que acompañan a los minerales.



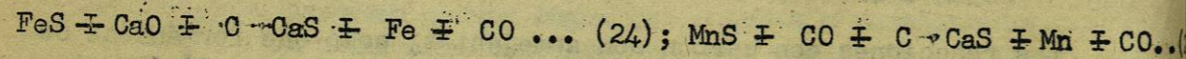
d.- El silicio puede dar Siliciuro de hierro parcialmente, pero la mayor parte pasa a la escoria en forma de silicatos.



Su proporción en el hierro disminuye con el aumento en la basicidad de la escoria y con la disminución de temperatura, y aumenta en caso contrario. e.- El manganeso, que entra al horno en el mineral o en escorias ricas en manganeso de la misma Planta, también -- puede pasar al Fe. (50 - 70% del total).



Su proporción en el hierro es directamente proporcional a la -- temperatura y a la viscosidad de la escoria. f.- El azufre, que proviene principalmente del combustible, se reduce a sulfuros y entra al hierro en forma de sulfuro de hierro, aunque una parte se pierde en la escoria y la otra es eliminada en forma de gases.



MANEJO DE LOS PRODUCTOS.-

A.- Hierro bruto de Fundición.-

1.- Cuando se va a utilizar dentro de la misma fábrica se lleva mediante canales de arena a tinajas de hierro recubiertas de ladrillo refractario, con capacidad de 20 a 30 toneladas, las cuales se colocan sobre una plataforma con ruedas para ser transportadas a un recipiente llamado "Mezclador". Consiste éste, en un cilindro de hierro forrado de ladrillo refractario, provisto de movimiento de vaivén mediante cremalleras, y calentando con gas. Tiene por objeto conservar la temperatura del hierro mientras no se usa y la obtención de un producto más uniforme por la mezcla de hierro procedente de diferentes picadas. Ocasionalmente se transporta directamente el Hierro a los hornos de aceración.

2.- Cuando no se va a utilizar de inmediato se pasa a moldes de arena sílice, formados por una serie de canales distribuidos adecuadamente en el piso del horno o bien a una serie de moldes de acero recubiertos con lechada de cal y transportados por una cadena sin fin, enfriándose el hierro rápidamente al aire y a veces pasando la cadena por un tanque con agua. Los lingotes obtenidos por cualquier sistema, van a servir para la obtención de hierro colado en la misma fábrica o en multitud de pequeñas fábricas que producen determinados artículos, o bien como materia prima para la obtención de aceros.

B.- Escoria.- Se pasa por medio de canales separados, a tinajas de fondo cónico o bien a torres o piletas en las que se pone en contacto con una fina lluvia de agua para su rápido enfriamiento. En el primer caso, la escoria resulta como una masa dura de color oscuro, que se aprovecha como material de relleno para pisos o

pavimentos. Las escorias ácidas se solidifican lentamente, pasando por un estado pastoso, mientras que las básicas experimentan una solidificación brusca. Las escorias normales son de color gris azulado o azul verdoso, las que contienen muchos óxidos de hierro son de color oscuro, casi negro y las que tienen mucho manganeso de color verde olivo. En el segundo caso resulta un producto húmedo, granuloso de color blanquecino, de gran poder de fraguado y cuya composición es semejante a la del cemento, por lo cual se emplea como materia prima para cementos (Cap. XII.) y a veces para obtención de ladrillos.

C.- Gases del Horno.- Véase sistema de tratamiento de gases.

PROPIEDADES COMPOSICION Y USOS.- Las propiedades del hierro obtenido varían con las impurezas que tiene. Presenta una gran dureza y una resistencia razonable. Su punto de fusión varía de 1,075°C. a 1,275°C. La presencia de fósforo en exceso aumenta su fluidez, lo cual tiene importancia en la manufactura de ciertos tipos de hierro colado. Su dureza depende también de la forma en que se encuentre el carbón, que puede estar combinado en forma de carburo de hierro (Fe₃C) dando la llamada "Fundición Blanca" o libre en forma de Grafito dando la llamada "Fundición Gris", aunque esta última se obtiene principalmente refundiendo en Hornos de Cubilote, formando lo que se llama Hierro Colado o Hierro Vaciado. El azufre provoca la formación de carbón combinado, aumentando la dureza y el silicio por el contrario la disminuye, por tender a dejar carbón libre.

El fósforo aumenta la formación de Grafito cuando el Silicio es alto, por el contrario cuando éste es bajo, la disminuye. El Manganeso aumenta la proporción de carbón combinado cuando hay un exceso sobre la cantidad que se combina con el azufre para dar MnS., cuando es menor, la disminuye. Otras impurezas presentes, como el Titanio (.07%), Cobre, Níquel y Cromo (.02 a 0.05%), no afectan mucho sus propiedades.