

PROCESOS DE FUNDICION

GUIA DE ESTUDIO DE LA UNIDAD IV

TECNOLOGÍA DE FUNDICIÓN

Competencia específica a desarrollar: Conocer e identificar las tecnologías para los procesos de fundición de metales ferrosos y no ferrosos y sus aleaciones, así como los procesos de acondicionamiento de las piezas y sus tratamientos térmicos requeridos.

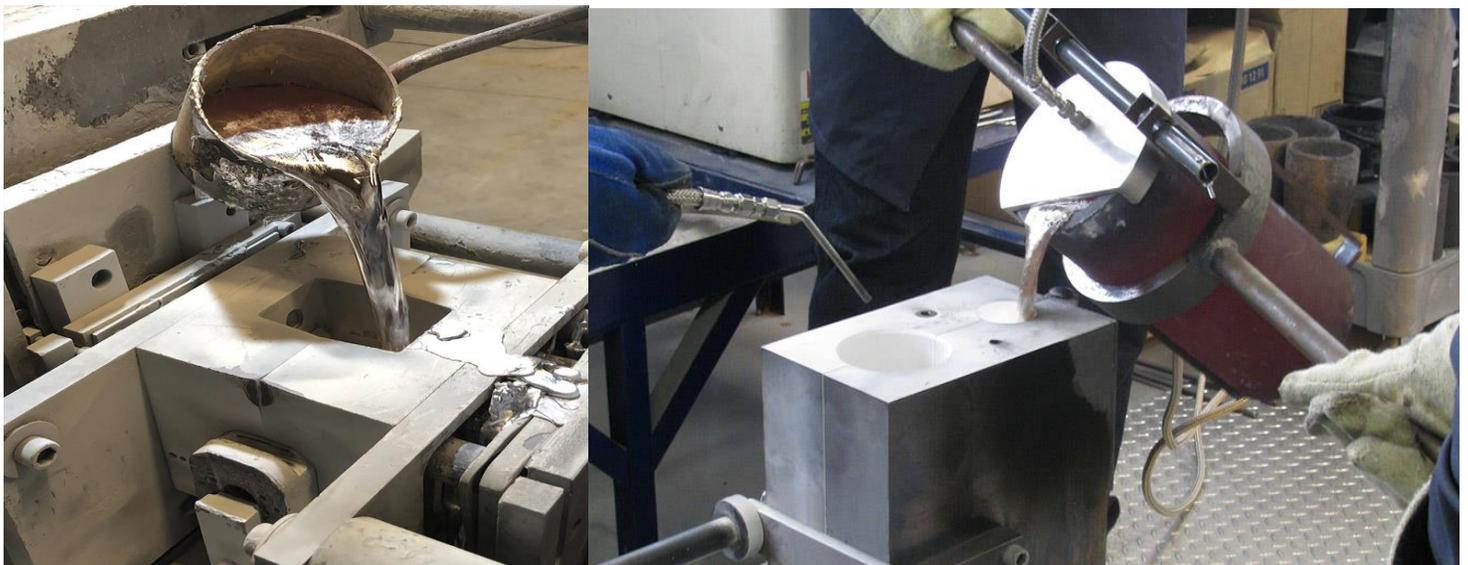
4.1. Fundición por gravedad.

Dentro de los procesos para producir piezas en metal, aluminio, latón o zamak, posiblemente la más generalizada es la fundición por gravedad. El colado del metal fundido dentro de un molde y su solidificación por su propio peso, de ahí su nombre «por gravedad», es una de las técnicas de moldeo más comunes.

La fundición por gravedad, también llamada a coquilla, permite producir series cortas o largas de piezas, distintas aleaciones, con una calidad óptima y unos tiempos de puesta en marcha reducidos.

Este método nos aporta varias ventajas: Rapidez en la elaboración del molde, la posibilidad de utilizar distintas aleaciones y poder realizar series cortas de piezas a un coste menor. Iluminación, herrajes, motocicleta, mobiliario y decoración, componentes industriales etc. la versatilidad de esta técnica ofrece soluciones a distintos sectores.

Una de las características importantes, que en muchos casos decantan la producción de las piezas hacia la gravedad, son las posibilidades que ofrece a la hora de modelar piezas con formas que en otras técnicas de fundición serían imposibles de conseguir. La utilización de machos metálicos para desmoldear negativos y sobre todo la combinación de noyos de arena, que una vez insertados en el molde, nos permite obtener piezas huecas o con formas en su interior, hacen en muchos casos de la fundición por gravedad la mejor opción.



También tenemos que resaltar que la mejora continua en desmoldeantes, pinturas y la calidad de los acabados de los moldes, permiten obtener piezas con un acabado superficial muy bueno. La fundición por gravedad ha experimentado una mejora importante en los últimos años.

Los moldes que se fabrican hoy para esta técnica se construyen con aceros aleados, incluso templados para producciones largas, permitiendo tolerancias dimensionales de las piezas muy ajustadas. Son moldes que se montan en máquinas coquilladoras para realizar la producción, con procesos automatizados de cierre y apertura de molde y expulsión de las piezas; evitando de este modo golpes y deformaciones en las piezas y asegurando la vida útil de molde o coquilla.

Existe una gran cantidad de aleaciones, sobre todo en aluminio, a utilizar. Desde aleaciones más comunes Al-2520 o Al-2521 hasta aleaciones más ricas en magnesio Al-2560 o Al-2653 que permiten un posterior tratamiento térmico de las piezas mejorando sus propiedades mecánicas .

Otras aleaciones de aluminio interesantes son las inoxidables, AG3, utilizadas para la industria alimentaria o para piezas que requieran un anodizado posterior. Otras aleaciones muy utilizadas son las aleaciones de zamak y latón. El zamak es una aleación de aluminio y zinc, con un punto de fusión inferior y que permite un llenado más fácil de molde. Se utiliza sobre todo para herrajes y lámparas. Por el contrario el latón al ser una aleación de cobre y zinc, tiene un punto de fusión mayor lo que perjudica a la vida útil del molde.

El latón se utiliza preferentemente en grifería y para cierto tipo de herrajes, pero pierde terreno frente al aluminio y al zamak por su elevado coste de compra y transformación. Volviendo a las características técnicas de las aleaciones de aluminio podemos generalizar diciendo que todas ellas aportan unas buenas condiciones mecánicas, que permiten un buen mecanizado posterior de las piezas y que a nivel de acabados, con la particularidad del anodizado, prácticamente todas las aleaciones permiten el posterior pintado de las piezas o cualquier recubrimiento como cromado o niquelado.



Como hemos comentado anteriormente la automatización del proceso de fundición y la calidad de los materiales empleados permiten alargar la vida útil de los moldes. Esta es difícil de calcular y está directamente relacionada con el tamaño y peso de la pieza a fundir, número de unidades en el molde etc. De todos modos podemos estimar que se pueden conseguir producciones de más de 50.000 unidades con un mínimo mantenimiento del molde.

Otra de las ventajas que presenta la fundición por gravedad es la rapidez en la fabricación del molde, acortando la puesta en marcha de los proyectos y permitiendo la entrega de muestras a los clientes dentro de unos plazos ajustados.

A la hora de decidir la producción de nuestras piezas podemos tomar como una alternativa sería la fundición a coquilla; si la empresa valora series cortas con un coste de lanzamiento de producto inferior, cuando la geometría de la pieza lo condicione, cuando se requieran piezas que precisen soportar elevados esfuerzos, cuando se precisen piezas con un tratamiento térmico posterior y por supuesto inoxidable.

La gran cantidad de aleaciones existentes, sobre todo en aluminio, hace que no se pueda generalizar en exceso y que siempre se deba de tener en cuenta la utilidad de la pieza a fundir antes de realizar el molde, adaptando el sistema de coladas a la aleación elegida.



La fundición por gravedad fue uno de los primeros procesos que se inventaron para la fundición de metal y aleaciones ligeras. En este proceso, que se puede automatizar completamente, el metal fundido se vierte directamente de la cuchara a un dado permanente o semipermanente.

El objetivo es llenar el dado con la mínima turbulencia a través de uno o más canales para reducir la oxidación y la formación de espuma. Esto minimiza la porosidad y las inclusiones, ofreciendo unas características óptimas del metal en la pieza fundida final.

El equipo de fundición por gravedad puede tener una abertura de molde vertical u horizontal, o la alternativa de la tecnología de vuelco, con vuelco a $0/90^\circ$ o $0/120^\circ$. En la fundición con vuelco, el flujo del metal en la entrada del dado se controla mediante el ángulo de inclinación y la velocidad del mismo.

Ventajas de la fundición por gravedad

Una de las ventajas de la fundición por gravedad con vuelco es que puede producir piezas fundidas densas de alta calidad con atributos mecánicos excelentes, como su resistencia y rigidez. Esto la convierte en la solución ideal para las exigentes aplicaciones de la industria automotriz, como los componentes del sistema de freno y la suspensión.

Las principales ventajas de la tecnología de fundición por gravedad son:

- Es adecuada para la producción automatizada a gran escala.
- Se requiere una inversión mínima para la producción a pequeña o media escala.
- Genera piezas de propiedades mecánicas excelentes que también son adecuadas para el tratamiento térmico.
- Dado que los núcleos de arena se pueden colocar dentro del molde, la fundición por gravedad también puede producir piezas con formas complejas.

La tecnología de fundición por gravedad es ideal para la producción de piezas fundidas de aluminio complejas para el automóvil, como: turbos, pinzas de freno, ganchos de tracción, culatas del motor, bloques de motor y pistones. También es adecuada para otros sectores, desde componentes de iluminación hasta utensilios de cocina.



Este proceso es comúnmente utilizado para trabajar con metales y aleaciones no ferrosas como puede ser el aluminio, cobre, magnesio o zinc, ya que el molde suele ser de acero o fundiciones ferrosas. Aun así también podemos producir piezas en aceros o fundiciones utilizando moldes de grafito.

El moldeo por gravedad puede producir una gran cantidad de piezas de alta calidad a bajo coste, por esta razón este proceso es muy utilizado para fabricar piezas de automoción, pero también es utilizado para equipos industriales, piezas de transmisión de energía, cualquier tipo de carcasa, distribuidores... Algunas piezas fabricadas por este proceso son: los soportes de motores, tubos de admisión, cuerpos de válvulas y actuadores, piezas de compresores, culatas, conexiones, impulsores, piezas de frenado, barras de torsión, bridas, fundas, piezas de accesorios eléctricos.

A diferencia de los moldes de arena, los moldes de metal no son porosos, por lo que son necesarios conductos de ventilación para que los gases se dispersen durante el llenado. Además una capa de grafito se aplica al molde para reducir el choque térmico y reducir la velocidad de solidificación.

La primera colada se vierte con el molde a temperatura ambiente, pero la temperatura del molde se eleva gradualmente después de cada ciclo y se estabiliza al cabo de unos pocos. Por tanto, los parámetros de diseño y del proceso deben ser diseñados teniendo en cuenta la dilatación debida a esta mayor temperatura.

La fundición por gravedad puede producir piezas complejas, incluso con cavidades y pequeños agujeros gracias a machos metálicos o de arena. Además, el moldeo por gravedad es adecuado para pequeñas y medianas piezas de fundición con un espesor uniforme y pocos o ningún socavado. El molde de metal permite una mejor estabilidad dimensional y gran acabado superficial en comparación con el moldeo en arena pero el volumen de producción deber ser suficiente para justificar el coste de los utillajes.



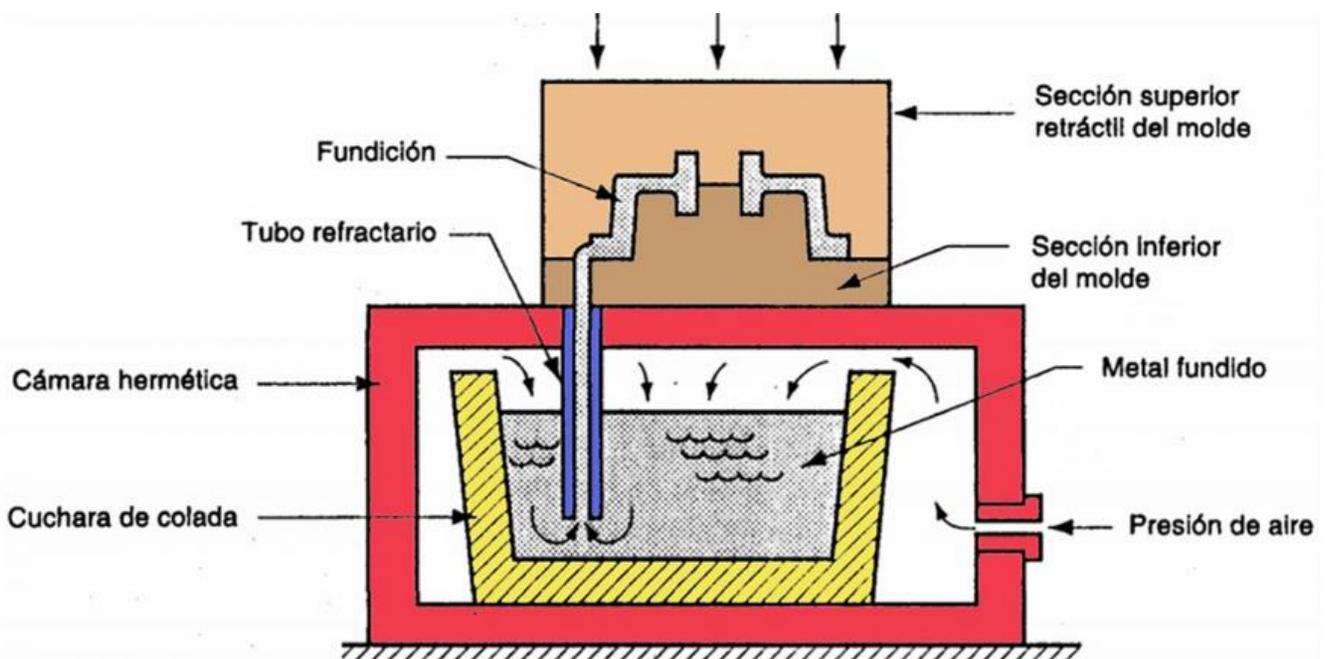
4.2. Fundición a baja presión.

La fundición a baja presión (LPDC) es un proceso común utilizado en las fundiciones actuales en donde el metal fundido llena lentamente el molde, reduciendo la turbulencia. Las aplicaciones automotrices incluyen ruedas, así como la suspensión, componentes de la dirección y el motor.

Las piezas no automotrices comúnmente fabricadas mediante el proceso de LPDC incluyen el curvado de tubos y cajas campana. La LPDC permite lograr piezas fundidas con calidad metalúrgica muy buena. Las ventajas de la LPDC incluyen:

- Alta producción alcanzable (típicamente alrededor de 90%)
- Reducción de costos de maquinado gracias a la ausencia de alimentadores
- Excelente control de los parámetros de proceso que pueden obtenerse con alto grado de automatización
- Buena calidad metalúrgica, gracias a un llenado lento sin turbulencia y dinámica de solidificación controlada, resultando en buenas propiedades mecánicas y metalúrgicas de las piezas fundidas, incluyendo una baja porosidad

Los problemas críticos para las fundiciones a baja presión incluyen la limpieza del metal fundido el contenido de hidrógeno, la presión del horno, la temperatura de fundición, el tiempo del ciclo de fundición y el recubrimiento y mantenimiento del molde.



El diagrama muestra cómo se usa la presión del aire para forzar el metal fundido, dentro de la cuchara de colada, hacia la cavidad molde. La presión se mantiene hasta que solidifica la fundición.

El equipo de fundición se centra en mejorar la calidad del metal y el rendimiento de la fundición a presión con sistemas integrados para la fusión, retención de metal, transferencia y tratamiento de metales.

Estas incluyen cucharas de trasvase, crisoles, empaques y sellos, resistencias, termopares, tubos de alimentación/inserto, revestimientos refractarios y más.

- Mejorar la calidad del metal
- Reducción de chatarra y viruta
- Aumentar la eficiencia del proceso



En la Baja Presión el ataque de colada se realiza por el lado inferior del molde. Este proceso supone un ahorro muy importante en términos energéticos y productivos frente a la colada por gravedad, ya que no son necesarios los bebederos y canales, lo cual se traduce en un ahorro económico significativo.

Las máquinas de fundición Kurtz se distinguen siempre por sus soluciones innovadoras detalladas. Las 4 columnas guía le garantizan un cierre preciso del molde. Para el ciclo automático de fundición, la máquina contiene expulsores mecánicos y una bandeja integrada. El horno de crisol se posiciona a través de una plataforma de elevación debajo de la coquilla.

El diseño de este sistema de cierre permite un uso flexible para distintas configuraciones de colada, ya sea con riser tubes o con feeder boxes. El enfriamiento optimizado de la coquilla en el proceso, no sólo le garantiza una solidificación controlada, sino también un aumento de la productividad mediante la reducción de los tiempos ciclo. Los ajustes reproducibles de las condiciones de enfriamiento le aseguran una elección optimizada.

El personal de operación está informado continuamente en el monitor sobre todos los parámetros del proceso en tiempo real. Al mismo tiempo se guardan todos los datos relativos al ciclo y permanecen disponibles para una evaluación posterior de la calidad.



La fundición a baja presión es un sistema de fundición que consiste en la colocación de un crisol de metal fundido en un recipiente a presión. Un tubo de alimentación conecta el metal de crisol con la entrada del molde.

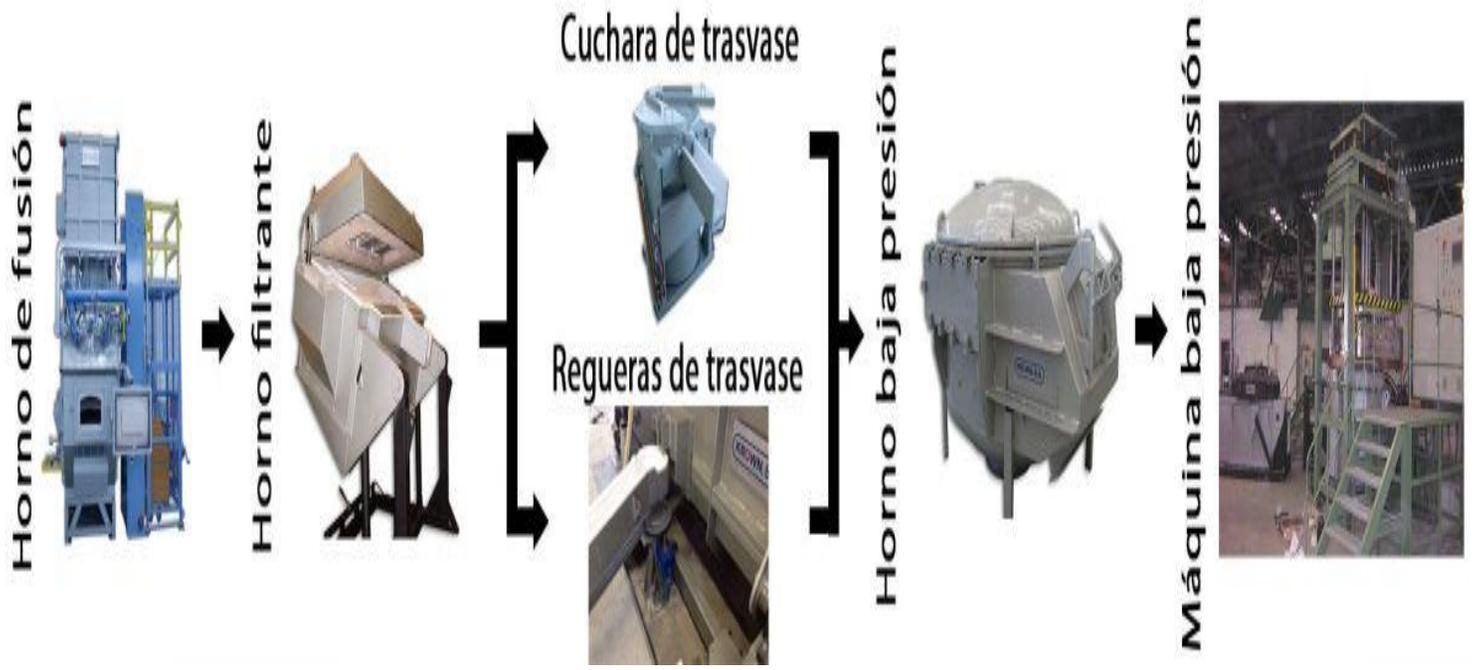
Se inyecta aire comprimido o un gas inerte en el recipiente a una presión de 20-105 kN / m². Al inyectarlo la única salida del metal será el tubo por lo que se genera el flujo de metal, que llena la matriz y forma la pieza. La presión se mantiene durante la solidificación para compensar la contracción volumétrica. No son necesarias ni mazarotas ni alimentación de colada.

El proceso de fundición a presión a baja presión es la solución más económica para la producción de piezas de aluminio de alta calidad. Nuestro Fundición a presión a baja presión (LPDC) El taller fue construido 5 años, tenemos equipos de 2 juegos para proceso de casting.

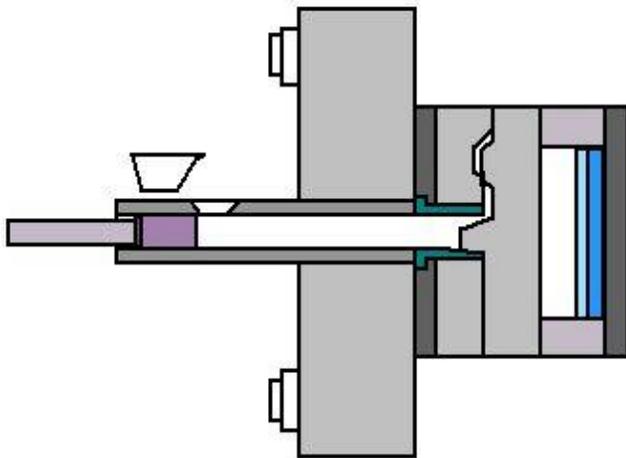
Se utiliza baja presión para forzar el metal fundido dentro del molde en el caso de fundición de molde permanente asistida por presión. Para la fundición de molde permanente asistida por vacío, el aire se extrae del molde, creando un vacío de baja presión que atrae el metal hacia el molde. En ambos casos, la presurización hace que el metal fundido llene los espacios pequeños y los detalles finos que de otro modo podrían arruinar una pieza fundida.

Fundición a presión a baja presión son procesos de fundición repetibles que utilizan piezas de aleaciones no ferrosas. Estas piezas fundidas se pueden utilizar para cantidades de producción relativamente pequeñas o cuando se requiere un tratamiento térmico para mejorar las propiedades mecánicas de diferentes materiales. Las piezas de fundición a presión a baja presión ofrecen mejores tolerancias y acabados superficiales, así como resultados de fundición de alta calidad.

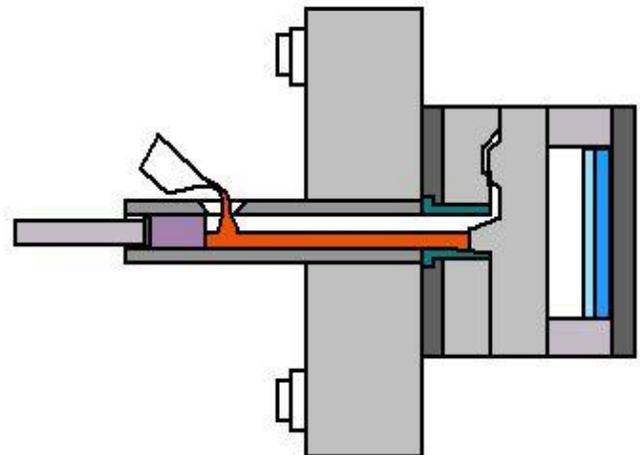




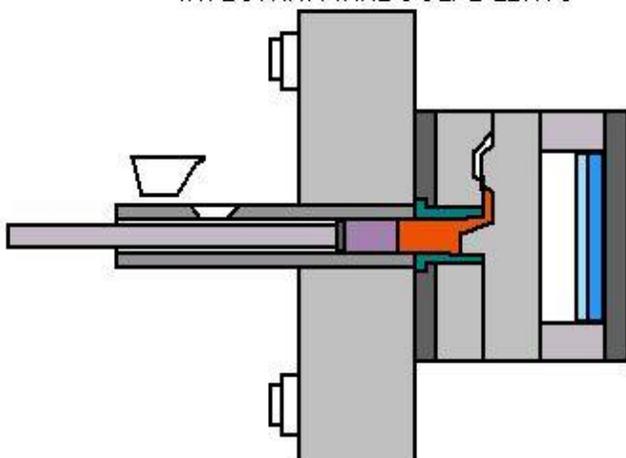
CONTENEDOR PREPARADO PARA RECIBIR METAL



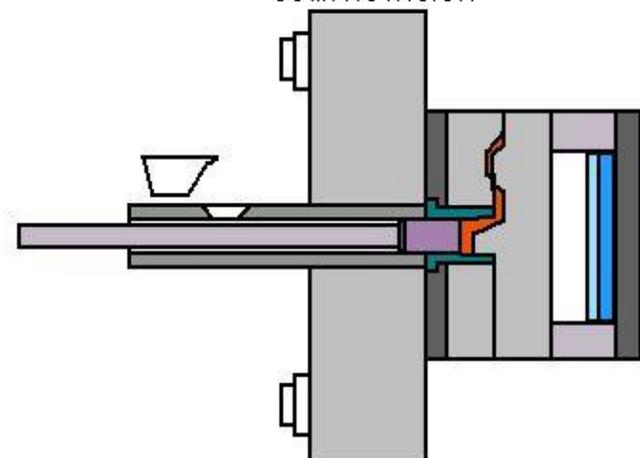
LLENADO DEL CONTENEDOR 2/3 DE SU CAPACIDAD



PISTÓN PREPARADO PARA INYECTAR. FINAL GOLPE LENTO



CAVIDAD LLENA. COMPACTACIÓN





Fundición por gravedad

Fundición a baja presión

Ahorro

La comparación del proceso: "Fundición por gravedad y Fundición a baja presión", en el ejemplo de una carcasa de un compresor mostrando las claras ventajas de la tecnología Kurtz en fundición a baja presión.



Peso de la pieza (peso bruto)	21,3 kg	12,2 kg	9,1 kg
Relación de rechazos	12 %	4 %	8 %
Ciclo de fundición	7 St./h	8 St./h	17 %
Trabajado de esmerilado	120 s/Pieza	20 s/Pieza	83 %
Costos de fusión (peso bruto)	10,65 €/Pieza	6,10 €/Pieza	27 %

En el proceso de fundición a baja presión, el aire a baja presión se usa para forzar el metal fundido desde un horno de mantenimiento sellado hacia la cavidad del molde, la presión se aplica constantemente, a veces en incrementos crecientes, para llenar el molde y mantener el metal en su lugar dentro el dado hasta que se solidifique.

Una vez que el yeso se ha solidificado, se libera la presión y cualquier líquido residual en el tubo o la cavidad regresa al horno de mantenimiento para su reciclaje. Cuando se enfría, el yeso simplemente se retira. se considera un proceso de colada en molde permanente ya que los moldes que hacen las coladas son permanentes y pueden ser reutilizados por muchos ciclos.

La fundición a presión a baja presión utiliza principalmente aleaciones con puntos de fusión bajos y permite la producción de componentes de hasta alrededor de 150 kg. Las ventajas son una resistencia muy alta y la capacidad de formar geometrías complejas, mientras se maximiza el uso del material.

4.3. Fundición a alta presión.

En el proceso de fundición a alta presión, el metal o la aleación de metal fundidos se inyectan en el molde a alta velocidad y alta presión. Las máquinas de fundición a alta presión horizontales garantizan que el dado se cierre completamente. Se clasifican en función de la cantidad de fuerza de cierre que pueden aplicar y, en el caso de las máquinas pueden ir de las 550 a las 5700 toneladas.

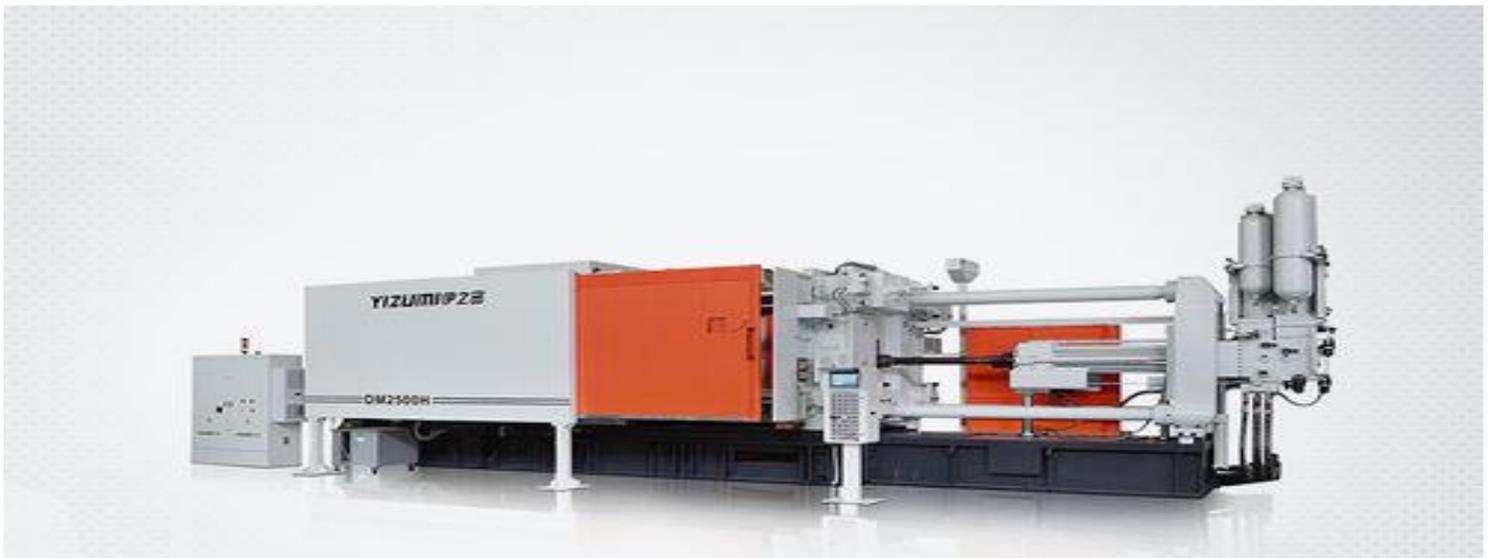
En función del metal que se utilice, la unidad de inyección que llena el molde puede ser de cámara caliente o de cámara fría. En la fundición a presión en cámara caliente, el metal se mantiene dentro de la propia máquina de fundición a presión, a continuación se extrae hacia la cámara y la acción del pistón de inyección lo introduce en el molde. Estas partes de la máquina están siempre en contacto con el metal fundido.

En el proceso en cámara fría, primero se funde el metal en un horno independiente y se transfiere a un horno mantenedor; después, se vierte a una cámara de llenado y se inyecta en el molde.

La fundición a presión a alta presión es un proceso en el que una matriz de metal con una cavidad (en la forma negativa de la pieza que se va a crear) se llena con un líquido fundido y se sella. Luego continúa exponiendo el líquido a alta presión (superior a 1000 bar) hasta que se solidifica.

¿En qué se diferencia de la fundición a presión a baja presión?

En la fundición a presión a baja presión, el operador de la máquina es responsable de no aplicar ninguna presión adicional a la aleación fundida. Por el contrario, en HPDC, la aleación se somete a alta presión, lo que da como resultado una mayor precisión dimensional y paredes más delgadas. HPDC también es más rápido y puede lograr un mejor espesor que su contraparte.

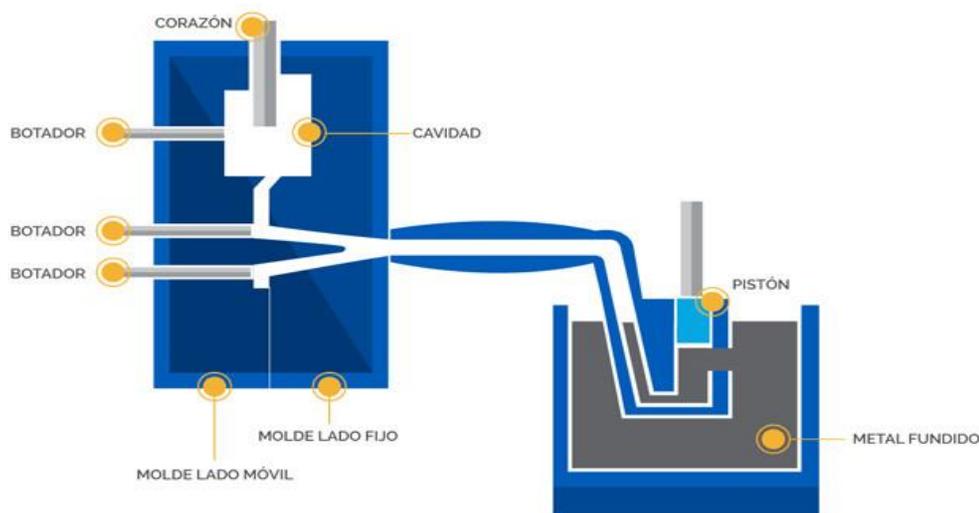


Ventajas del proceso de fundición a alta presión

- La tecnología de fundición a alta presión puede producir piezas de aleación muy grandes en volúmenes elevados y a alta velocidad.
- Estas máquinas producen piezas en aleación ligera con gran precisión, un acabado de superficie superior, una uniformidad excelente y propiedades mecánicas óptimas.
- El proceso de fundición a alta presión también puede producir componentes con paredes finas y fundir piezas de manera conjunta con distintos tipos de piezas, como tornillos y revestimientos, que después son parte integral del propio producto.

La tecnología de fundición a alta presión en cámara fría es ideal para la producción de una diversa gama de piezas de aluminio y magnesio para la automoción, como bloques de motor, cárteres de cajas de cambio, cárteres de aceite, bancadas de motor y piezas estructurales como las vigas transversales.

La tecnología de fundición a alta presión en cámara fría es ideal para la producción de una diversa gama de piezas de aluminio y magnesio para la automoción, como bloques de motor, cárteres de cajas de cambio, cárteres de aceite, bancadas de motor y piezas estructurales como las vigas transversales. Se utiliza mucho en otros sectores para fabricar componentes de aplicaciones que van de lo más sencillo (un componente de iluminación) a lo más exigente (piezas de un motor aeroespacial).



La tendencia de fabricar vehículos más ligeros y más eficientes está aumentando la demanda y el potencial de piezas de aluminio estructural de alta calidad. Este aumento de demanda es una oportunidad excelente para las plantas dispuestas a invertir en el proceso de fundición a alta presión.

El proceso de fundición a alta presión (HPDC) puede producir piezas de alta integridad a costos competitivos en comparación con otras tecnologías de proceso. La mayoría de los defectos de las piezas se deben a un metal de baja calidad causado por óxidos, contenido de hidrógeno, sedimento y escoria seca.

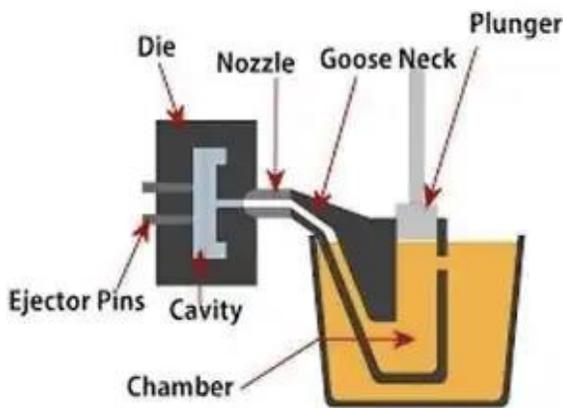
La fundición de alta integridad requiere una calidad de metal significativamente mejorada en comparación con las aplicaciones de aluminio fundido estándar. Por consiguiente, la calidad del metal es esencial. Estas demandas de calidad requieren que las plantas tengan un mejor manejo de cada etapa del proceso de HPDC.

El equipo de fundición se centra en mejorar la calidad del metal y el rendimiento de la fundición a presión con sistemas integrados para la fusión, retención de metal, transferencia y tratamiento de metales. Las soluciones de HPDC incluyen hornos, bombas, equipo desgasificador, cucharas, filtración y más.

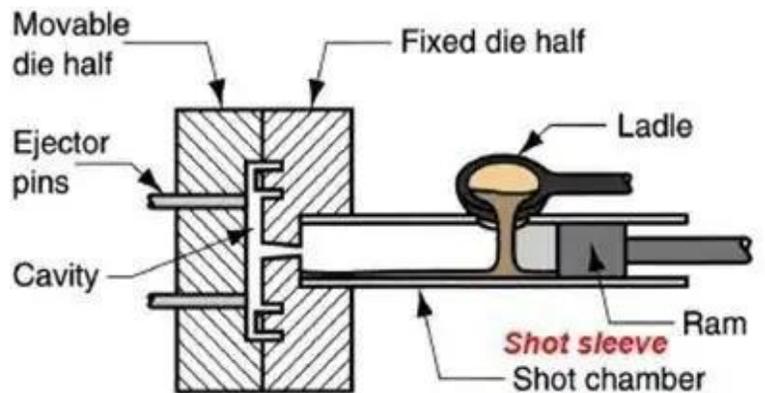
- Mejorar la calidad del metal
- Reducción de chatarra y viruta
- Aumentar la eficiencia del proceso

Métodos involucrados

Hay varios tipos de fundición a presión, cada uno de los cuales tiene ventajas únicas. Los dos tipos más comunes de fundición a presión son los de cámara fría y los de cámara caliente.



HOT CHAMBER



COLD CHAMBER

VS

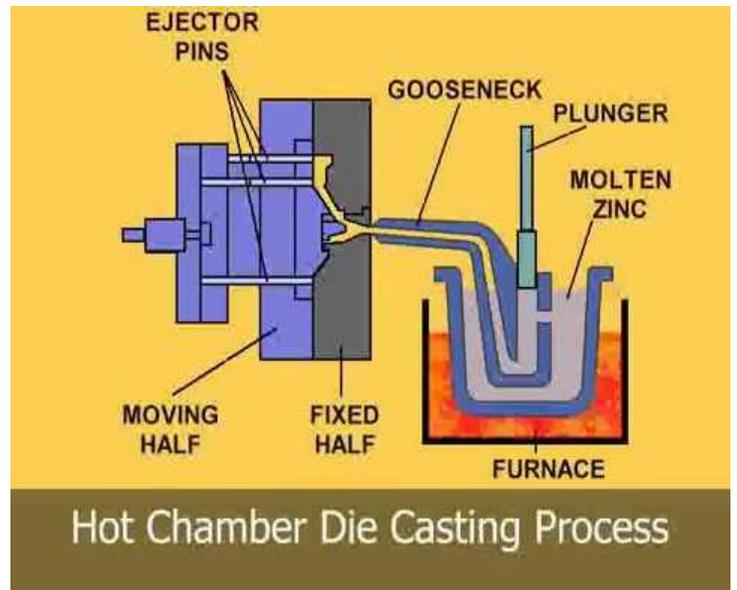
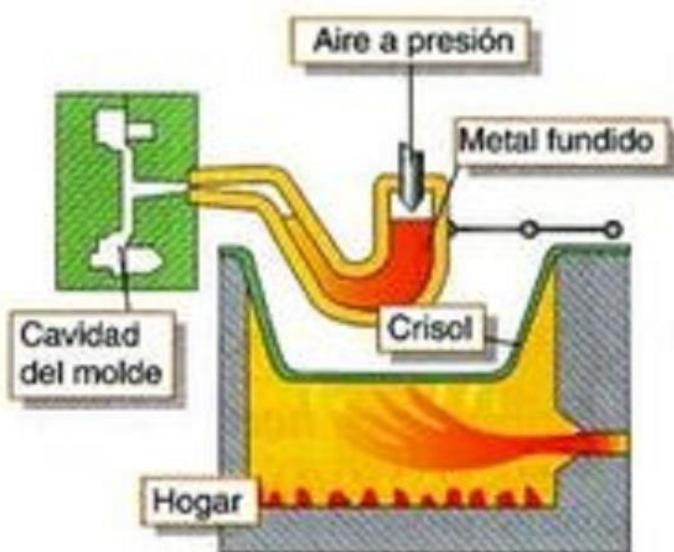
En HPDC, hay dos formas de inyectar la aleación fundida en el molde:

Cámara caliente

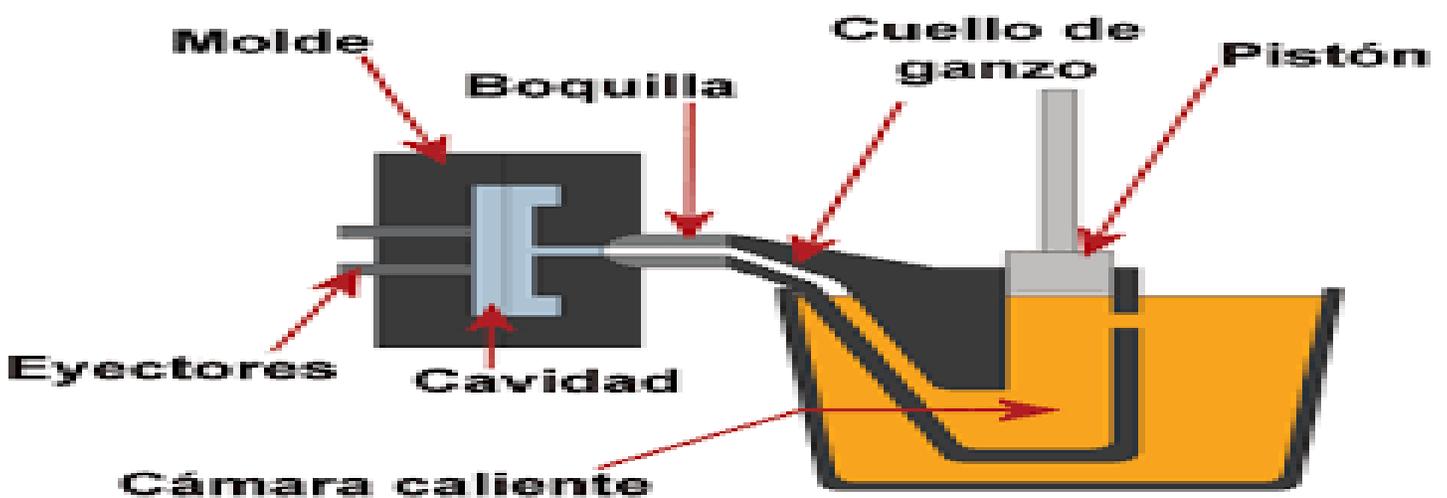
En este proceso, la cámara está en contacto constante con el metal caliente y la aleación líquida pasa a través de la válvula hacia la matriz. Obtenga más información sobre el proceso en nuestro artículo sobre fundición a presión en cámara caliente.

La fundición en cámara caliente es el método más popular y es relativamente más rápido que la fundición en cámara fría. En la fundición a presión de cámara caliente se utiliza una máquina de cámara caliente para realizar este proceso. Esta máquina suele utilizar metales con un punto de fusión más bajo, como el zinc.

Tanto la fundición en cámara caliente como la fundición en cámara fría ofrecen una gran exactitud y precisión. Además, ambos procesos son relativamente rápidos y rentables.



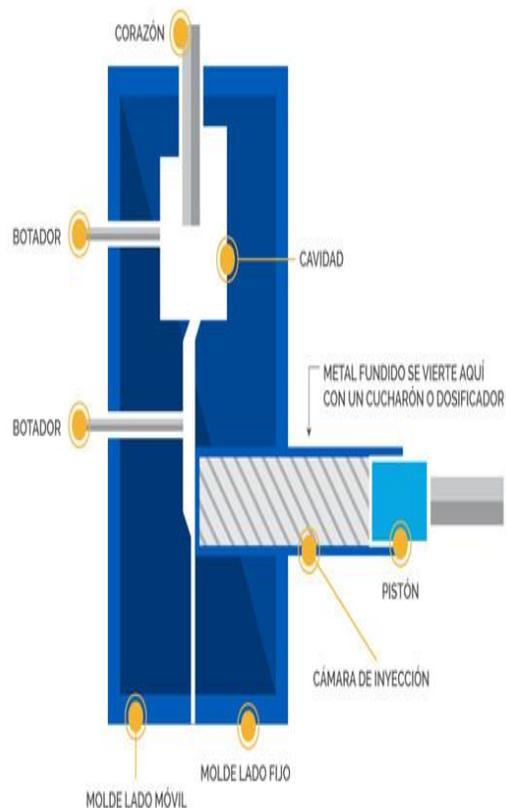
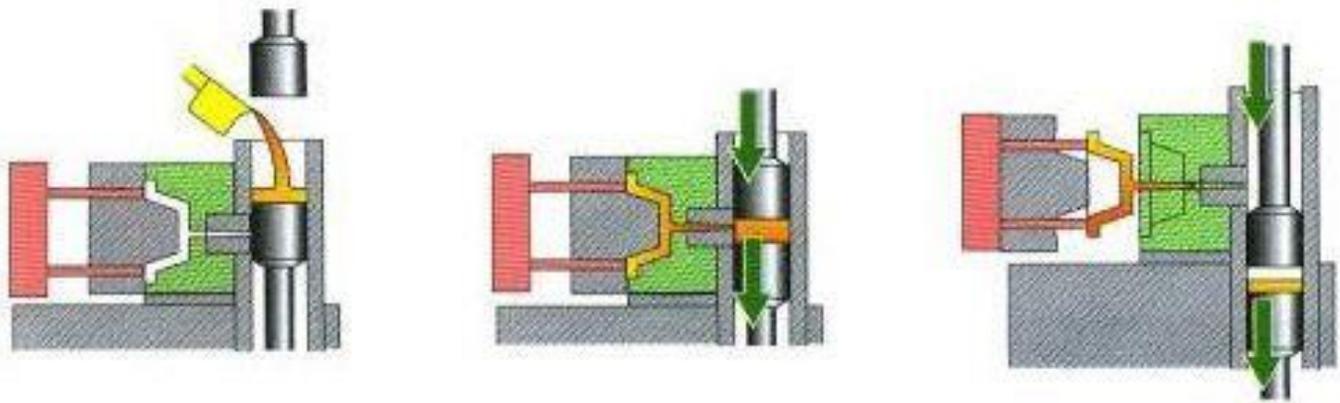
Inyección de metales en cámara caliente



Cámara Fría

En este proceso, la cámara se mantiene fuera del fundido para evitar el contacto constante con el líquido caliente. Utiliza canales para transferir lo mismo a los troqueles. Comprenda todo el proceso leyendo nuestro artículo sobre fundición a presión en cámara fría.

En este tipo de fundición a presión, el metal fundido se inyecta en la cavidad del molde mediante una máquina de cámara fría. Esta máquina suele utilizarse para fundir metales con puntos de fusión elevados, como el aluminio. La principal ventaja de la fundición a presión en cámara fría es que puede utilizarse con varios metales y reduce la corrosión de la máquina.



Aplicación de HPDC

En la actualidad, HPDC es útil para crear componentes estructurales de automóviles de magnesio. También es ideal para producir una amplia gama de productos, como soportes de motor, vigas transversales para automóviles y más. Debido a su enfoque flexible, encuentra uso desde las áreas más fáciles hasta las más complejas.

El proceso real de HPDC depende de la salida que intenta crear. Sin embargo, consta de los siguientes elementos:

1. Preparación del molde

En el primer paso, el operador de la máquina aplica un lubricante a las paredes internas del molde. Crea una película sobre las paredes, lo que ayuda a retirar más fácilmente el yeso y a controlar mejor el calor. Luego, el molde se sella completamente por tres lados usando abrazaderas y compuertas.

2. Inyección de metal líquido

La aleación fundida se inyecta en el molde a alta velocidad, según el tipo de cámara utilizada. La presión puede oscilar entre 1500 y 25 000 PSI (libras por pulgada cuadrada). Los niveles de presión se mantienen intactos hasta que se completa la solidificación.

3. Expulsión de la cavidad

El molde utiliza pasadores eyectores para expulsar el modelo de la solidificación posterior del molde. El operador debe tener cuidado de no retirar antes de que el metal se solidifique por completo.

4. Sacudido y pulido

Después de la expulsión, el operador separa el yeso y el molde de cualquier desecho. No todo lo que usa es parte del producto final. Por lo tanto, debe tener cuidado al eliminarlos todos antes de volver a utilizar el molde. El yeso también se revisa para el acabado. En la mayoría de los casos, es fluido y no requiere procesos adicionales. Pero si el operador no está satisfecho con su acabado, se envía a pulir para lograr el resultado deseado.

Ventajas

- Aquí están todas las ventajas de seguir HPDC para sus esfuerzos de fundición:
- La salida suele tener una alta precisión dimensional con una superficie lisa. Puede requerir perforación en algunos casos.
- HPDC es un proceso rentable si busca fabricar una gran cantidad de productos homogéneos
- Es ideal para componentes que requieren paredes delgadas.
- Es un proceso rápido y puede lograr tasas de producción más altas en comparación con otros procesos de fundición a presión.

Aunque los costos iniciales relacionados con la fundición a presión a alta presión son altos, se vuelve rentable a largo plazo. Pero sería útil si recordara que estas máquinas tienen un ciclo de producción fijo y debe reemplazarlas una vez que se logre. Además, factores menores como la cantidad de lubricante, la composición y otros pueden afectar el resultado final.

HPDC es un proceso de uso común útil en muchas industrias. Lo han estado utilizando para producir una plétora de productos de metal sólido con buena precisión dimensional y composición precisa.

Aplicaciones de la fundición a presión (Baja y Alta)

La fundición a presión se utiliza en una gran variedad de industrias y aplicaciones. Algunos de los usos más comunes de la fundición a presión son:

- **Industria del automóvil:** La fundición a presión se utiliza mucho en la industria del automóvil. Suele utilizarse para crear bloques de motor, culatas y cajas de transmisión
- **Industria eléctrica:** La industria eléctrica también recurre a la fundición a presión para diversas aplicaciones. Las piezas fundidas a presión se utilizan en la fabricación de componentes eléctricos, como interruptores, paneles y disyuntores.
- **Industria aeroespacial:** La industria aeroespacial es uno de los principales usuarios de la fundición a presión. Las piezas fabricadas se utilizan en la fabricación de componentes de aviones y vehículos espaciales.
- **Industria de los electrodomésticos:** El electrodoméstico también utiliza este proceso para fabricar piezas fundidas a presión para muchos electrodomésticos
- **Industria del mueble:** También se utiliza en la industria del mueble. Suele utilizarse para crear herrajes para muebles, como tiradores de cajones y pomos

Muchas otras industrias utilizan procesos de fundición a presión: industria médica, de la construcción y del juguete. Es un proceso versátil que puede utilizarse para crear diversas piezas y productos.

La fundición a presión es un proceso de fabricación que existe desde hace siglos y sigue siendo popular por su versatilidad y capacidad para crear formas complejas. El proceso puede utilizarse para crear piezas metálicas para una gran variedad de industrias, como la automotriz, la aeroespacial, la de muebles y la de electrodomésticos.

A través de la amplia red de fabricantes, ofrece servicios de fundición a presión para varias docenas de materiales, incluyendo aleaciones de aluminio, magnesio y zinc. Simplemente diríjase a nuestro generador de presupuestos instantáneos para subir su modelo y recibir un presupuesto para poder encargar sus piezas.



4.4. Vaciado, solidificación y enfriamiento de las piezas.

El **vaciado** del metal es el proceso mediante el cual un artesano puede realizar varios objetos metálicos idénticos vertiendo metal fundido en un molde. El ejemplo más antiguo de ello es una fundición de cobre de Mesopotamia de alrededor del 3200 a. C. La primera producción de hierro fundido se realizó en China entre el 800 y el 700 a. C.; usando moldes de arena, los chinos ya hacían arados de hierro en el 233 a. C.

El hierro fundido también era útil para hacer gran cantidad de puntas de flecha y de lanza y balas de cañón, como los chinos descubrieron pronto. Pero los antiguos usaron sobre todo el vaciado del metal para hacer joyas.

Uno de los métodos más antiguos de hacer moldes es el procedimiento "a la cera perdida", que data del tercer milenio a. C. En él, el artesano hace una copia en cera del objeto y alrededor de ella crea el molde, normalmente de arcillas (se necesita algo que no se queme en el proceso).

Cuando el metal fundido se vierte en el molde, funde la cera y la sustituye. Históricamente, la arena y la arcilla han sido materiales muy usados para hacer moldes. En la actualidad, los moldes se hacen de plástico o de sustancias similares al látex.

En Occidente, el hierro fundido no arraigó hasta alrededor del siglo XV d. C.; al parecer, la técnica recorrió la Ruta de la Seda desde Asia hasta llegar a Europa. En 1455, los alemanes ya usaban tuberías de hierro fundido para llevar agua al castillo de Dillenburg; y, alrededor de 1500, el italiano Vannoccio Biringuccio construyó la primera fundición de hierro.

En 1799, el vaciado del metal inglés –especialmente del hierro y después del acero– se volvió muy común. En 1709, Abraham Darby creó una fundición con moldes de arena y limo para producir arrabio de gran calidad. Cincuenta años más tarde, otro inglés, Benjamin Huntsman, reinventó el proceso de verter acero al crisol. Cincuenta años después, A. G. Eckhardt desarrolló la fundición centrífuga para hacer cilindros metálicos de paredes delgadas. Los ingenieros siguieron dando con nuevos métodos de vaciado del metal, hasta ahora, que todo está hecho de metal (excepto lo que está hecho de plástico, claro).



El vaciado de metales es un conjunto de procedimientos mediante los cuales el metal fundido fluye por gravedad u otra fuerza dentro de un molde donde se solidifica y toma la forma de la cavidad del molde, con el objetivo de realizar el duplicado metálico con la mayor precisión posible.

Para poder efectuar la colada del metal, previamente hay que fundir y ajustar la composición del mismo. Estas operaciones se llevan a cabo en hornos de muy variados tipos, que se adaptan a las necesidades de cada fundición, teniendo en cuenta distintos factores:

- Tipo de material a fundir.
- Temperatura de fusión.
- Velocidad de fusión.
- Cantidad de material a fundir.
- Capacidad de control de parámetros de fundición.
- Consumo energético y gastos de instalación.
- Mantenimiento y reparación.

En los últimos años ha crecido la utilización de hornos eléctricos, debido principalmente a la rapidez de fusión y al buen control de parámetros de fusión que ofrecen.

Colada de hierro en moldes de arena

Una vez fundido el metal en el horno, se traslada al molde en unos recipientes denominados cucharas de colada, manuales o para manejo con grúa (cuando se manejan grandes volúmenes), y que se utilizan también para realizar otras tareas en el caldo, como pueden ser:

- Ajuste la composición.
- Desulfuración del caldo base.
- Tratamiento de esferoidización del grafito. En el caso de fundiciones de grafito nodular, consiste en añadir al caldo un producto esferoidizante del grafito (normalmente magnesio).
- Tratamiento de inoculación. Consiste en someter la fundición esferoidizada a un tratamiento especial con el fin de evitar que pase parcial o totalmente a fundición blanca e impedir que los nódulos se disuelvan en el baño metálico. (normalmente ferrosilicio, FeSiCr, silicato de calcio, etc.).



La colada puede realizarse según varios procedimientos:

✓ **Tipos de colada en moldeo en arena.**

- Colada directa (en caída o por arriba). Se denomina así cuando el llenado es por la parte superior de la pieza. Cuando son piezas grandes y la entrada se hace por varios orificios se llama colada directa en lluvia. Normalmente se utilizan filtros para disminuir la turbulencia del metal al caer, provocando erosiones en el molde, atrape de aire y proyecciones de metal (gotas frías).
- Colada en fuente (por la base). Cuando se introduce el líquido por el fondo del hueco del molde. Reducen la turbulencia al mínimo pero crean grandes gradientes de temperatura, enfriándose al subir, y podría no llegar a llenar el molde; para reducir este efecto se colocan mazarotas laterales.
- Colada por el costado. Cuando el llenado es lateral, mediante bebederos verticales y canales de entrada. Se utiliza mucho por la facilidad de moldeo, produce poca turbulencia aunque origina mayores gradientes de temperatura desde el lado del bebedero al lado opuesto; para evitar esto se colocan varios bebederos, simétricos. Cuando el fundido se introduce a la altura de la junta de las dos cajas, se conoce como colada horizontal; es la de uso más frecuente.

✓ **Filtros para fundición.**

Durante la colada pueden introducirse óxidos e impurezas en el molde perjudicando la calidad de la pieza, por lo que a veces se utilizan filtros, que se colocan en los canales de alimentación del molde.

Tras la colada el metal se deja enfriar dentro del molde y el metal fundido pasa de estado líquido a sólido. Esta etapa de enfriamiento y solidificación es crítica, ya que un enfriamiento excesivamente rápido puede provocar tensiones mecánicas en la pieza e incluso la aparición de grietas, mientras que si es demasiado lento disminuye la productividad. En esta etapa se produce también una disminución de volumen por efecto de la contracción.



La solidificación es un proceso mediante el cual un material metálico, en estado líquido, pasa al estado sólido mediante enfriamiento en un molde, que una vez solidificado, este material tiene forma de lingote. Este proceso industrial es muy importante, ya que casi toda la metalurgia, se basa en este fenómeno.

El proceso de solidificación se sigue mediante la curva de enfriamiento, que representa la variación del tiempo frente a la temperatura. Un material en estado sólido, al enfriarse, va desprendiendo energía hasta que llega a la temperatura alrededor del punto de fusión y comienza a solidificar, ordenándose su microestructura.

Después de vaciar el metal fundido en el molde, éste se enfría y solidifica. En esta sección examinaremos los mecanismos físicos de solidificación que ocurren durante la fundición. Los aspectos asociados con la solidificación incluyen el tiempo de enfriamiento del metal, la contracción, la solidificación direccional y el diseño de las mazarotas



En metalurgia en general, los productos metálicos se originan en una primera etapa en estado líquido, luego del cual se pasa al estado sólido mediante moldes o por colada continua. El proceso de solidificación es determinante para la calidad del producto final, porque si el material queda defectuoso en esta etapa, será muy difícil efectuar las correcciones en el procesamiento posterior.

Solidificación de Metales

La solidificación de metales y aleaciones es un importante proceso industrial ya que la mayoría de los metales se funden para moldearlos hasta una forma acabada o semiacabada. En general, la solidificación de un metal o aleación puede dividirse en las siguientes etapas:

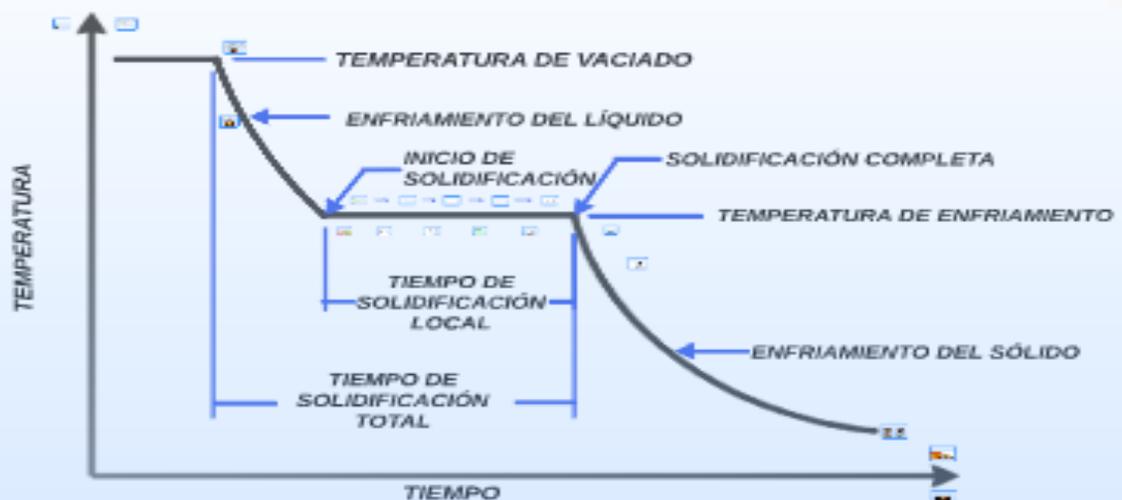
1. Formación de núcleos estables en el fundido (nucleación).
2. Crecimiento del núcleo hasta dar origen a cristales.
3. La formación de granos y estructura granular.

El aspecto que cada grano adquiere después de la solidificación del metal depende de varios factores, de entre los que son importantes los gradientes térmicos. Los granos denominados equiaxiales, son aquellos en que su crecimiento ha sido igual en todas las direcciones.

Los dos mecanismos principales por los que acontece la nucleación de partículas sólidas en un metal líquido son: nucleación homogénea y nucleación heterogénea.

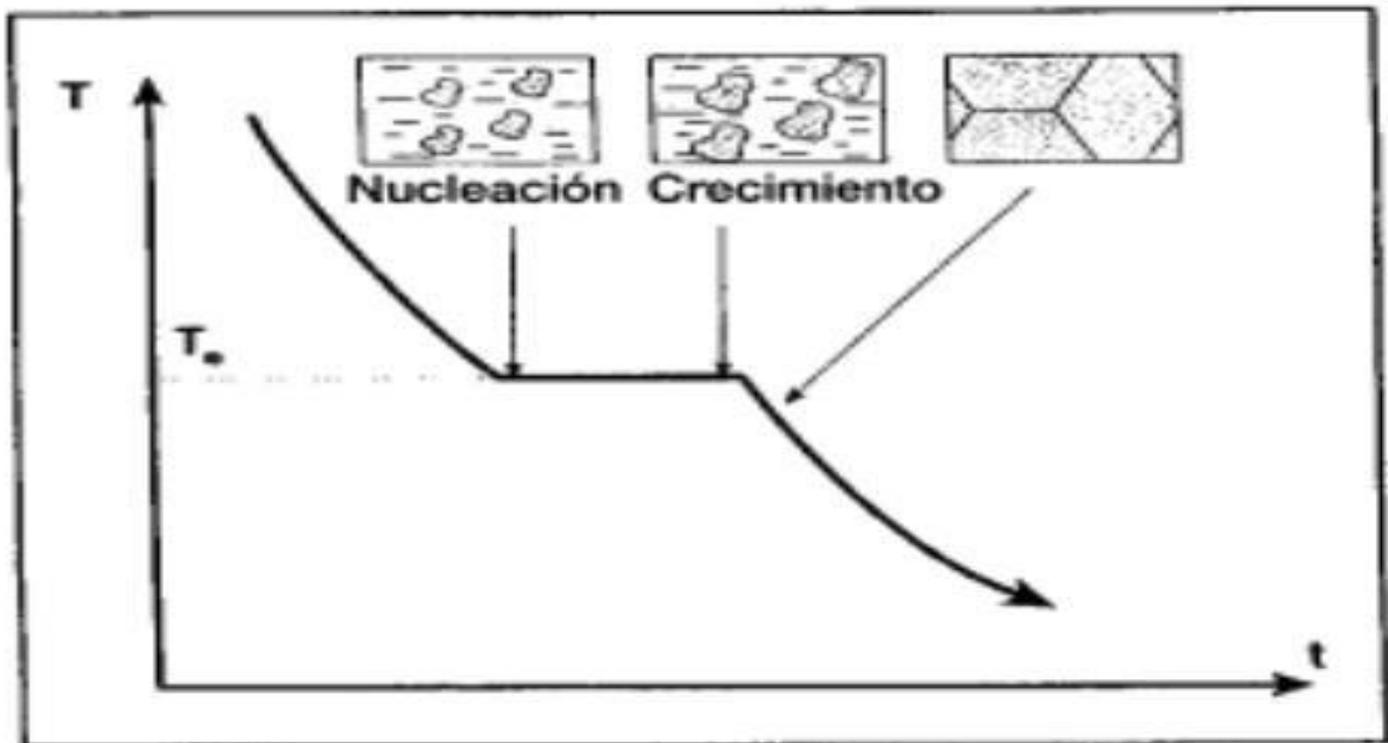
- Nucleación Homogénea: No hay algo que propicie la solidificación
- Nucleación Heterogénea: Hay algo que propicie la solidificación.

SOLIDIFICACIÓN DE METALES PUROS



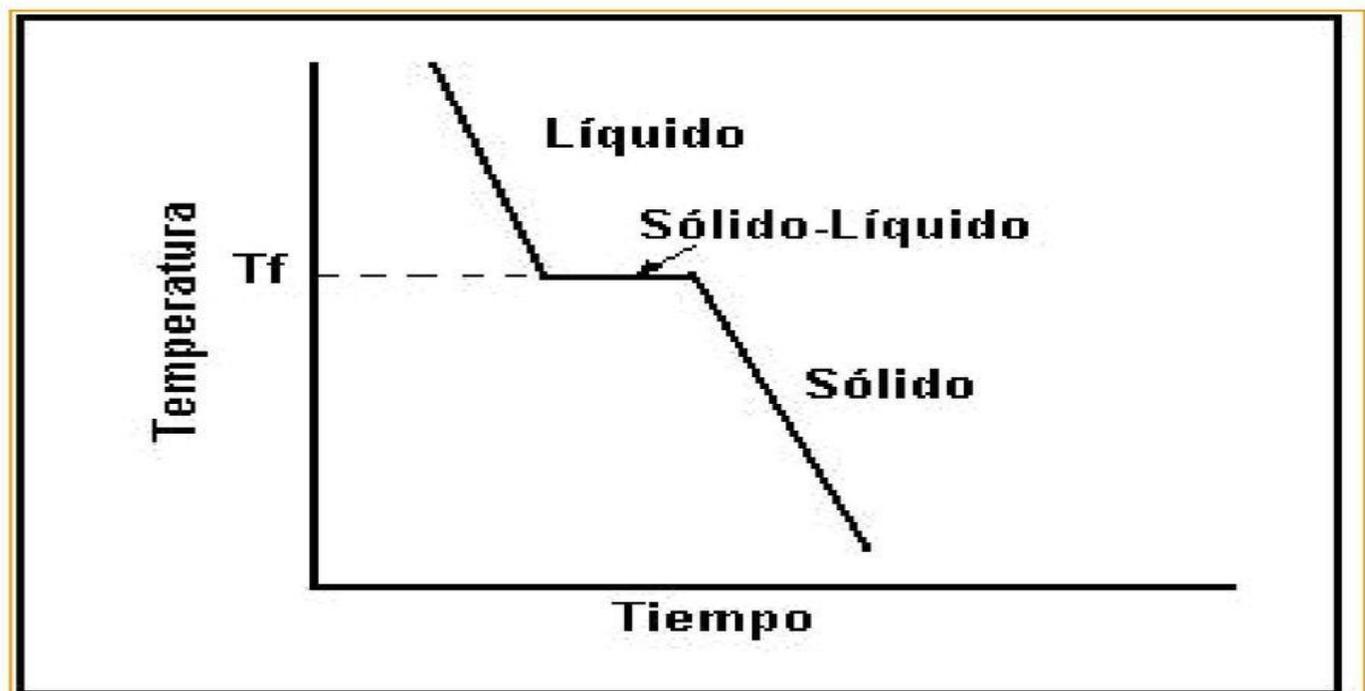
CURVA DE ENFRIAMIENTO DE UN METAL PURO DURANTE LA SOLIDIFICACIÓN





Curva de enfriamiento de un metal puro.

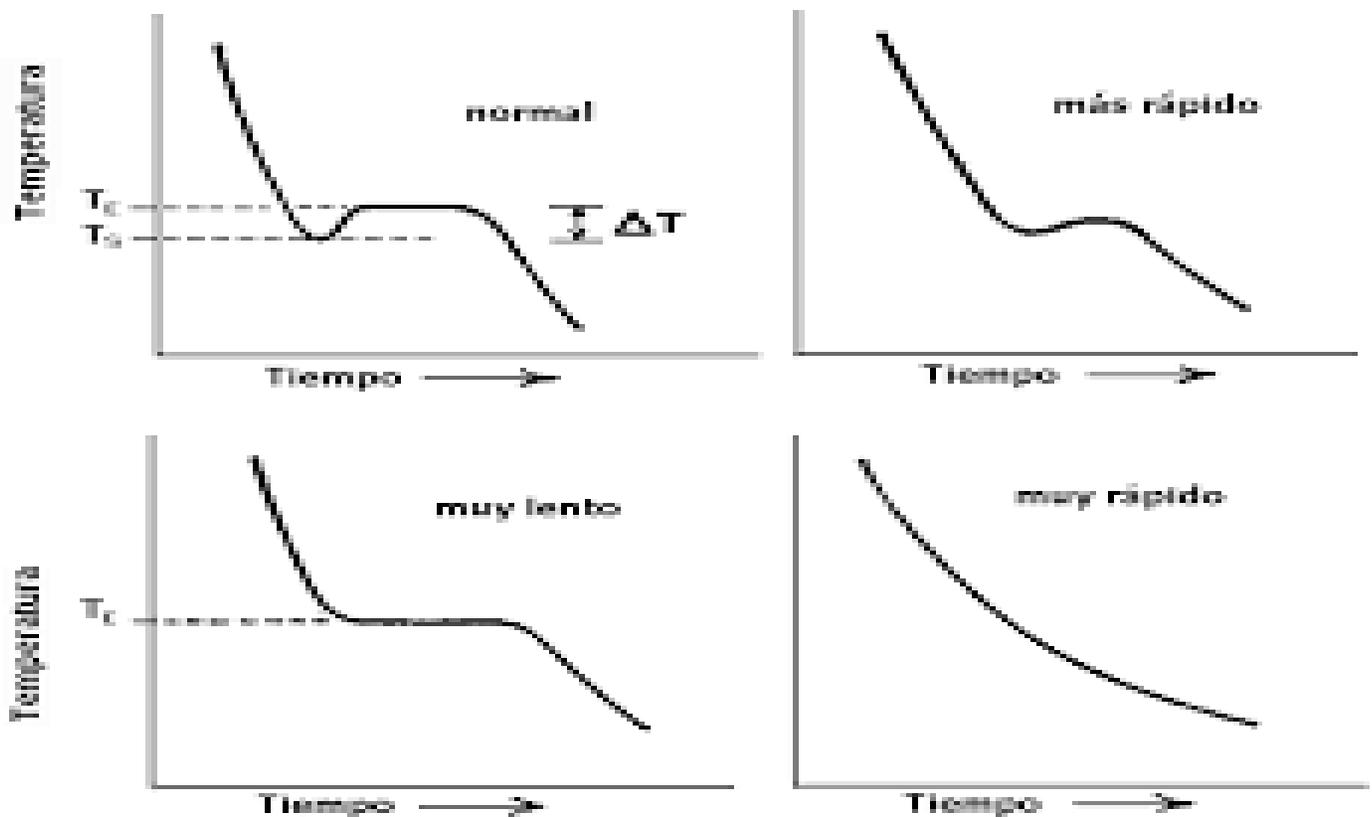
Solidificación de metales puros



Metal ↓ Unidades →	Temperatura de solidificación		Calor de fusión (L)	Energía superficial (σ)	Máx enfriamiento observado,
	°C	°K	J/cm ³	J/cm ²	ΔT (°C)
Pb	327	600	280	33.3×10^{-7}	80
Al	660	933	1066	93×10^{-7}	130
Ag	962	1235	1097	126×10^{-7}	227
Cu	1083	1356	1826	177×10^{-7}	236
Ni	1453	1726	2660	255×10^{-7}	319
Fe	1535	1808	2098	204×10^{-7}	295
Pt	1772	2045	2160	240×10^{-7}	332

Nucleación homogénea

Este tipo de solidificación se presenta sin ayuda de efectos externos y se presenta sólo cuando las condiciones energéticas y termodinámicas son dadas.



4.5. Limpieza y maquinado.

Una vez el metal ha solidificado y se ha enfriado lo suficiente como para poder manipular la pieza sin estropearla, se extrae del molde y se somete a unas operaciones de acabado para eliminar los restos de arena, rebabas, bebederos y mazarotas adosados.

✓ Desmoldeo.

Consiste en extraer la pieza solidificada del molde una vez ha enfriado lo suficiente. En los moldes de único uso, hay que romper el molde (de arena o cerámico) para poder extraer la pieza. El procedimiento puede ser manual o con ayuda de máquinas vibratoras o de sacudidas. En la fundición en moldes metálicos, se abre el molde para extraer la pieza.



✓ Limpieza de piezas fundidas.

Para eliminar los restos de arena y mejorar el acabado de la pieza, se usan normalmente los siguientes métodos:

- Cepillos metálicos.
- Tambores o cubas de frotación, con piezas de fundición que rozan con las piezas desmoldeadas limpiándolas.
- Chorreado de aire con arena o granalla.
- Chorreado de agua a presión y con mezcla de agua y arena.
- Desbarbado. La eliminación de las grandes rebabas, bebederos y mazarotas se efectúa con ayuda de aparatos diversos: para las rebabas se emplean cinceles neumáticos o muelas de disco, mientras que los bebederos y mazarotas se cortan con sierra de disco abrasivo y los restos se eliminan con amoladoras.

Pieza de fundición antes y después de mecanizar





✓ Acabado final.

En piezas fundidas, suele ser habitual dejar sobre espesores en la pieza, en aquellas zonas en las que resulta imposible conseguir algunas especificaciones finales por fundición. Estas zonas se mecanizan posteriormente para lograr dichas especificaciones, como pueden ser, necesidad de superficies con mayor exactitud dimensional, planitud, roscados, etc. Para mejorar el aspecto último, se pueden realizar operaciones de:

- Pulido, con bandas abrasivas.
- Cepillado, con ruedas de alambres o cepillos de fibra.
- Bruñido, mediante discos de paño abrasivo.





4.6. Tratamientos térmicos.

Este procedimiento consiste en la exposición de la fundición a materiales, aleaciones a diversas condiciones que conseguirán alterar sus propiedades de dureza y resistencia. Estas condiciones a las cuales son sometidas pueden ser constantes y bruscos cambios de temperatura, presión, velocidad, tiempo de exposición, entre otros durante su estado de fundición líquida o en proceso de solidificación.

A pesar de que diferentes piezas puedan estar creadas de la misma aleación y por consiguiente tener la misma composición química, estas pueden ser sometidas a diferentes tratamientos térmicos que conseguirán modificar su estructura de grano y con ello sus propiedades de resistencia y dureza sin dejar de ser acero por ejemplo.

Los tratamientos térmicos han ganado importancia en los últimos años debido a la precisión que se logra conseguir y al nivel de detalle que se obtiene en piezas mecánicas con diversas resistencias para usos varios.

Se necesitan cualidades mecánicas y físicas perfectas para formar metales en varias formas. Como resultado, un metal se somete a algunos procedimientos de producción planificados. El tratamiento térmico es uno de los procesos de fabricación más importantes de la tecnología de fundición de metales.

Los metales son increíblemente versátiles, como todos sabemos. Puede tomar una variedad de formas, desde partes importantes de automóviles hasta componentes agrícolas. Por el contrario, cuando un metal cambia de forma, entra en contacto con otras partículas y altera sus propiedades mecánicas. El método esencial para conservar sus características es el tratamiento térmico.

Al igual que otras fundiciones, la fundición de acero de también desarrolló diferentes tecnologías para el proceso de tratamiento térmico. También discutiremos es necesario para la fundición de metales y cómo cambia las propiedades mecánicas y físicas.

Un proceso controlado de calentamiento y enfriamiento de metales generalmente se denomina tratamiento térmico. Técnicamente, este calentamiento y enfriamiento controlado de los metales no cambia la forma original, pero altera las propiedades físicas y mecánicas. Como resultado, el término tratamiento térmico solo implica el proceso de calentamiento y enfriamiento con el propósito inicial de cambiar las propiedades del metal.

Como su nombre lo indica, el proceso de tratamiento térmico implica el uso de temperaturas extremas, que a menudo son populares para enfriar metales. El proceso de tratamiento térmico fortalece y suaviza los metales según los requisitos específicos. La técnica más común de tratamientos térmicos es el recocido, el normalizado, el templado y el revenido.



Por otro lado, el tratamiento térmico mejora la resistencia del metal y ayuda a mejorar el mecanizado y mejorar la formabilidad. Además, la fase de enfriamiento del proceso de tratamiento térmico restaura la ductilidad del metal.

Para mejorar sus propiedades, se pueden someter las piezas fundidas a diferentes tratamientos térmicos. Los más habituales para piezas de fundición son:

- **Aliviamento de tensiones**, tratamiento a baja temperatura, para reducir o aliviar tensiones internas remanentes después de la colada.
- **Recocido**, para mejorar la ductilidad y tenacidad, para reducir dureza y remover carburos.
- **Normalizado**, para mejorar la resistencia con algo de ductilidad.
- **Temple y revenido**, para aumentar la dureza o mejorar la resistencia y una más alta tensión de prueba.
- **Austemperizado**, para producir estructuras urbanísticas de alta resistencia con algo de ductilidad y buena resistencia al desgaste.
- **Endurecimiento superficial** por inducción, para mejorar resistencia al desgaste.



Tratamientos térmicos de las fundiciones.

Las propiedades y microestructura de las fundiciones pueden ser modificadas y mejoradas mediante ciertos tratamientos térmicos. Los más empleados son:

Recocido. En general, se aplican tres tipos de recocido a las fundiciones:

- **Recocido para eliminación de tensiones.** Se realizan a temperaturas relativamente bajas ($\approx 500^{\circ}\text{C}$), durante un periodo de tiempo que va de 30 minutos a varias horas dependiendo del espesor, con el propósito de eliminar las tensiones que aparecen en las piezas a consecuencia de los rápidos enfriamientos que sufren cuando su temperatura desciende desde la temperatura de solidificación a la temperatura ambiente. Las propiedades mecánicas no se ven alteradas.

Este tipo de recocido se recomienda en piezas de forma complicada o que deban presentar tolerancias dimensionales muy estrechas, ya que si no se eliminan las tensiones, las piezas pueden sufrir deformaciones luego, bien en su mecanizado bien en su funcionamiento.

Es importante que el calentamiento, y especialmente el enfriamiento, se realicen lentamente para evitar la aparición de nuevas tensiones.

- **Recocido de ablandamiento.** Suelen realizarse a unos 740°C y con enfriamiento al aire, si se trata de fundiciones grises, o a temperaturas más elevadas ($800-900^{\circ}\text{C}$) y con enfriamiento lento si se trata de fundiciones grises muy duras y fundiciones atruchadas.

En el caso de las fundiciones grises, este recocido es interesante, porque muchas veces, éstas quedan duras y difíciles de mecanizar después de la colada. Con el tratamiento, se modifica la microestructura de la fundición: en bruto de colada, la microestructura se compone de grafito, ferrita, y cantidades variables de perlita y sorbita, siendo estos dos últimos los que aportan gran dureza. Después del recocido, la microestructura se compone únicamente de grafito y ferrita.

Para las fundiciones de gran dureza y las atruchadas, la temperatura a la que se calienta es superior, y hay que cuidar que el enfriamiento sea muy lento.

- **Recocido de maleabilización.** Este tipo de recocido se da a ciertas fundiciones blancas para transformarlas en fundiciones maleables, con buena resistencia y tenacidad, y de más fácil maquinabilidad.
- **Normalizado.** Se calientan las fundiciones hasta $850-950^{\circ}\text{C}$ y a continuación, se enfrían al aire. Se emplea la normalización para aumentar la dureza, tenacidad, y resistencia al desgaste de la fundición.

✓ Influencia del temple y revenido

- **Temple y revenido.** A veces, es posible endurecer y aumentar la resistencia a la tracción de las fundiciones grises, sometiendo las fundiciones, primero a un temple, y luego a un revenido. Se consigue un aumento de la dureza, y también un aumento (aunque menor) de la resistencia a la tracción y de la resistencia al desgaste. Las fundiciones de matriz perlítica son las más recomendables para ser endurecidas por este tratamiento.



✓ **Tratamientos superficiales de las fundiciones.**

Además de los diferentes tipos de recocido, normalizado, y temple y revenido, las fundiciones se someten también a estos tratamientos:

- **Endurecimiento superficial.** Cuando se necesita aumentar la resistencia al desgaste o abrasión sin aumentar la resistencia total de la pieza, se realizan tratamientos térmicos superficiales con los que disminuyen las posibilidades de deformación o grietas que pueden producirse en las operaciones de temple total.

Los procedimientos de endurecimiento superficial más comunes son el temple a la llama y el temple por inducción. Se describe a continuación el primero de ellos, por ser el más empleado.

En el flameado, o calentamiento superficial por llama, se calienta la capa superior de la pieza por medio de una llama de gas y oxígeno hasta una temperatura superior a la de transformación, y luego se enfría rápidamente con agua (para conseguir la formación de martensita, una fase extraordinariamente dura).

Así, queda una pieza con una capa periférica dura y resistente al desgaste, y un corazón blando de fundición gris. La capa intermedia, que queda justo debajo de la capa dura, sufre un calentamiento sin llegar a alcanzar la temperatura de temple, lo cual puede considerarse como un recocido de ablandamiento.

Este tratamiento tiene la ventaja de que las tensiones que se generan son bastante más inferiores a las que se originan en un temple total.

- **Nitruración.** También se pueden endurecer superficialmente las piezas de fundición por nitruración. La pieza se introduce en un horno con atmósfera de amoníaco y luego se calienta a temperaturas de aproximadamente 510°C, a esa T^a el amoníaco se descompone en nitrógeno e hidrógeno, éstos se separan del nitrógeno por diferencia de densidad y el nitrógeno, al entrar en contacto con la superficie de la pieza, forma un recubrimiento de nitruro de hierro.

Así, se obtiene una capa nitrurada no frágil, de dureza y espesor constante. La penetración del nitrógeno es lenta; durante un periodo de alrededor de 90 horas (en presencia de amoníaco disociado), se obtienen capas de entre 0.7 mm y 1 mm de profundidad.

Para este tratamiento se emplean fundiciones aleadas con Cr y Al de bajo contenido en C, debido a que los elementos aleados favorecen la formación de nitruros en las capas periféricas.

Además, previamente, se aplica un tratamiento de temple y revenido que da lugar a una estructura sorbítica, que conviene particularmente para el logro de una capa nitrurada muy dura y tenaz.

La causa directa del aumento de dureza y resistencia a la fatiga de la capa nitrurada es que los nitruros que se forman originan una fuerte deformación de la red cristalina en su zona periférica.



Principio de tratamiento térmico de metales

El principio básico del tratamiento térmico del acero consta de tres etapas: calentamiento, aislamiento y enfriamiento. Dependiendo de los requisitos del cliente, los parámetros del proceso generalmente se cambian para mantener la calidad y el costo.

Calefacción —> Aislamiento —> Enfriamiento

En el proceso de tratamiento térmico, el calentamiento es el paso que más energía consume. Los más comunes son el calentamiento por radiación, el calentamiento por inducción y el calentamiento por baño de sal. El equipo de producción de fundición de acero selecciona el método de calentamiento específico en función de los requisitos para garantizar un calentamiento rápido y uniforme, controlar y ahorrar costos.

El método de aislamiento implica el método de temperaturas de mantenimiento para la austenización del acero fundido. Aquí, la austenización es un proceso de tratamiento térmico del acero que ayuda a fortalecer el material, y esta temperatura de aislamiento suele estar cerca de los 20 grados centígrados.

La preservación del calor o el aislamiento es uno de los métodos de tratamiento térmico más críticos. En esta etapa, el operador debe mantener la temperatura uniforme de la superficie de fundición y el núcleo. Además, también debe mantener una estructura consistente.

El enfriamiento a diferentes velocidades proporciona diferentes transformaciones metalográficas e indicadores específicos. Una mayor velocidad de enfriamiento a veces proporciona una estructura perfecta y restaura los granos. Como resultado, el metal obtiene una propiedad mecánica mejorada.

Importancia del tratamiento térmico en la fundición de acero

Todas las piezas de Steel Casting se someten a un tratamiento térmico y logran una excelente dureza y máxima durabilidad. Debido a su durabilidad, las piezas de fundición de acero dominan el mercado de piezas de acero. Mantener la calidad del producto es la clave del éxito. Y así, desde el proceso de tratamiento térmico hasta la fundición de inversión y la fundición en arena, mantenemos procesos de producción de alta calidad.

Sin embargo, la influencia del proceso de tratamiento térmico afecta drásticamente la calidad general de las piezas fundidas. El tratamiento térmico mejora la resistencia, la fragilidad y la tenacidad del acero de los metales. Además de estos, hay otros beneficios notables como los siguientes:

- El tratamiento térmico mitiga las tensiones y mejora el rendimiento del mecanizado.
- El proceso introduce propiedades resistentes al desgaste.
- El tratamiento térmico también mejora las propiedades eléctricas y magnéticas del metal.
- Este proceso hace que las piezas sean más duras y resistentes.
- En última instancia, aumenta la vida útil prolongada.

✓ **Procesos de tratamiento térmico de fundición de acero**

Ya hemos mencionado que el proceso básico de tratamiento térmico se encuentra entre las etapas de calentamiento, aislamiento y enfriamiento. Sin embargo, dependiendo de la temperatura de mantenimiento y del tiempo de enfriamiento, los tipos de tratamiento térmico varían.

De acuerdo con los diferentes procedimientos de tratamiento, los siete procesos de tratamiento térmico más comunes son recocido, normalizado, templado, revenido, tratamiento de solución y envejecimiento, tratamiento de precipitación para fortalecer y alivio de tensión.

• **Recocido**

En el proceso de tratamiento térmico, los metales se calientan por encima del punto crítico o de recristalización y se enfrían comparativamente a un ritmo lento en los hornos de tratamiento térmico, lo que se denomina recocido. El método suele remojar el acero dentro de los hornos de tratamiento térmico durante unas horas.

En general, existen cuatro tipos de métodos de recocido según la composición y los requisitos del acero. Son procesos de recocido completo, esferoidización, isoterma y alivio de tensiones. Por lo tanto, en resumen, un método de recocido mejora la resistencia, la flexibilidad y la capacidad de alivio de tensión del acero.

• **La normalización**

La normalización es casi similar al recocido por tratamiento térmico; la única diferencia es el método de enfriamiento. Donde el método de recocido se enfría dentro del horno de tratamiento térmico, el proceso de normalización se enfría fuera del horno.

El método de normalización en la fundición de fundición de acero calienta el acero a 30 – 50 grados centígrados por encima de AC3 y ACM. Aquí ACM y AC3 son los diferentes puntos críticos de temperatura para diferentes tipos de acero.

Como resultado, el producto del método de normalización adquiere diferentes propiedades a medida que se enfría en diferentes ambientes.

• **Temple**

Al igual que otros métodos de tratamiento térmico, el enfriamiento también implica calentar y enfriar los metales en los hornos de tratamiento térmico. Sin embargo, el enfriamiento es relativamente más sencillo que otros métodos de tratamiento térmico. En este caso, la temperatura se encuentra entre los puntos de recristalización y fusión.

Basado en diferentes ocasiones, el tratamiento de enfriamiento de acero utiliza variedades de medios de enfriamiento. El aire, el aceite, el agua y la salmuera son los medios más comunes en este método de tratamiento térmico.

Empresas se especializan en tecnología moderna para realizar procesos de tratamiento. Sin embargo, el templado hace que el acero sea más duro y quebradizo y ayuda a resistir las vibraciones y el desgaste. Los aceros son sensibles al método de enfriamiento, por lo que el operador debe manejar este método con cuidado. Por lo tanto, casi no hay posibilidades de cometer un error en este caso.

- **Temperamento**

Después del método de enfriamiento, el metal generalmente pasa por métodos de templado, y el templado generalmente calienta aún más el metal por debajo del punto de recristalización. Este método mantiene la temperatura durante unas horas. Como resultado, el metal o acero disminuye la tensión interna y mejora la flexibilidad. Por lo general, todas las herramientas de fundición de acero pasan por este método de tratamiento térmico.

Además, el templado también tiene tres tipos diferentes, templado bajo, templado medio y templado alto. Sobre todo, el método de tratamiento a altas temperaturas después del enfriamiento suele ser popular como tratamiento de enfriamiento y revenido.

- **Solución y tratamiento térmico de edad**

Los cuatro procesos de tratamiento térmico anteriores son famosos para todo tipo de metales. El tratamiento de solución y envejecimiento generalmente se refiere al tratamiento de disolución de carburos y otros precipitados en la solución sólida para obtener la estructura monofásica. El acero inoxidable y los aceros al manganeso son los más comunes de este método. Pero los siguientes tres métodos de tratamiento térmico están especializados para acero inoxidable.

Sin embargo, la temperatura requerida para el acero inoxidable y el acero al manganeso es de 1000 grados centígrados a 1250 grados centígrados. El rango de temperatura depende del contenido de carbono en la estructura del acero.

- **Precipitación Tratamiento térmico para fortalecer**

Los aceros inoxidables de endurecimiento por precipitación o PH son las opciones típicas para una alta resistencia a la tracción en las industrias del petróleo, el gas y aeroespacial. Por lo general, la aplicación requiere una resistencia a la tracción de 850 Mpa a 1700 Mpa y debe pasar por el tratamiento de precipitación.

El tratamiento de precipitación agrega una cantidad específica de cobre, molibdeno, aluminio y titanio para lograr el PH o el endurecimiento por precipitación. Los aceros inoxidables martensíticos y austeníticos son los ejemplos más comunes de este método de tratamiento térmico.

- **Alivio del estrés**

Como sugiere el nombre, las técnicas de tratamiento térmico para aliviar el estrés a menudo alivian el estrés asociado con la fundición, el templado y el mecanizado. Como resultado, ayuda a estabilizar la estructura de fundición. Este procedimiento se suele realizar entre 100 y 200 grados centígrados, por debajo del umbral crítico AC1. El proceso mantiene esta temperatura por un corto tiempo antes de enfriarse en los hornos de tratamiento térmico.

Los métodos de tratamiento térmico más aceptables para aliviar la tensión son las fundiciones hechas de acero al carbono y acero de baja y alta aleación.

El método de tratamiento térmico es uno de los pasos esenciales tanto de la inversión como de la fundición en arena. Según los diferentes requisitos, se realiza en los procesos de tratamiento térmico específicos. Un proceso de tratamiento térmico perfecto garantiza la resistencia, durabilidad y flexibilidad del acero. Para lograr el proceso de tratamiento con precisión, se mantiene la última tecnología para llenar todas las soluciones posibles para sus productos.

