

FUNDICION

Es la introducción de un material fundido en una cavidad previamente preparada o molde, en donde solidifica. Pueden producirse formas intrincadas de casi cualquier tamaño a partir de una material que pueda fundirse.

[Estos metales son : Hierro, acero, aluminio, bronce, cobre, latón, magnesio, zinc, etc.

Para la fundición debe fabricarse un molde con cavidad con la forma y tolerancias de la pieza ya que esta contrae cuando enfría. El material del molde debe ser refractarios y los equipos con temperatura adecuada, mas un ventero adecuado para evacuar aire y gases de fundición.

De mas esta decir que el molde debe permitir el retiro de la colada y para luego hacer operaciones de eliminación de sobrantes.

Hay seis tipos de procesos de colado :

- fundición en arena
- fundición en molde permanente
- fundición en matriz
- fundición por centrifugado
- fundición por revestimiento(cera perdida)
- fundición por casquete(o vaina)

Fundición en arena

Para producir un molde la fundición de arena se comprime esta sobre un modelo de la pieza.

Luego se quita el modelo. Una abertura llamada bebedero esta conectada con la cavidad por canales de conducto.

El metal fundido se vierte por el bebedero y entra en la cavidad controlado por la amplitud de la boca de ingreso.

Los modelos se hacen en maderas o metal ; el primero es para series limitadas al igual que para modelos muy grandes, en tanto que le segundo (metal) se hace en aluminio (mas usado) o magnesio, pero estos son difíciles de lograr con exactitud y detalle.

Otro tipo es el modelo de plástico, que es fácil de extraer y al cual no se le adhiere la arena.

Para la colada el modelo se realiza con previsión de tolerancias por solidificación y enfriamiento resultando el modelo un poco mas grande.

Para el desmolde se realiza el modelo con un ángulo de desmolde de un grado aprox.

Tipos de modelos

Hay seis tipos :

Los modelos de una pieza o sólidos : son los mas simples y mas baratos de fabricar

Los modelos divididos son de amplio uso cuando deben producirse cantidades moderadas de fundiciones

Donde se han de producir grandes cantidades de fundiciones se usan modelos de placa adaptadora

Preparación y control de la arena

Debe ser altamente refractaria

Debe ser lo suficientemente cohesiva de modo de retener la forma

Debe ser permeable para permitir el escape de gases

Debe aplastarse para permitir la contracción del metal

La arena provee las cualidades refractarias. La adherencia esta provista por la arcilla húmeda y la permeabilidad depende las partículas de arena y de contenido de arcillo. El aplastamiento es el resultado de la presencia de cereales y otros materiales orgánicos que se queman al ser expuestos al metal caliente reduciéndose la resistencia de la arena.

La arena moldeo contiene :

8 a 14% de arcilla

4 a 8 % de humedad

Las fundiciones modernas usan las arenas llamadas sintéticas. Se fabrican a partir de sílice limpia(dióxido de silicio), zirconio o arena de olivida y arcillas controladas como bentonita, kaolinita o ilita.

Estas son mas uniformes que las naturales y mas permeables y refractarias, pero si no son estrechamente controladas el moldeo manual es mas difícil.

Para fundiciones pequeñas es conveniente el uso de arena de grano fino. Para fundiciones mas grandes es casi imprescindible usar una arena de grano mas grueso para mayor permeabilidad.

Para lograr una buena terminación superficial se usa un material especial para superficie aplicado al modelo antes de agregar arena común de moldeo, este puede ser grafito o una lechada de arcilla. A menudo se tamiza sobre le modelo una arena de superficie especial, antes de colocar la arena común.

Para permitir la separación de las distintas secciones del molde y para poder quitar el modelo sin que se adhiera la arena de moldeo, se usa un material separador. Se rocía con el modelo antes de colocar cualquier tipo de arena en el recipiente. Un adecuado material separador son las cascara de nuez molida, espolvoreada sobre la superficie.

Acondicionamiento y control de la arena

Se colocan todos los ingredientes en una moleta donde se mezclan bien. Cada grano de arena debe estar recubierto de arcilla para proveer la máxima adhesividad ; y se agrega para agua para obtener la humedad necesaria.

Para una mezcla satisfactoria se necesitan de 2 a 5 minutos.

Los factores principales a controlar son :

- Tamaño de grano
- Humedad
- contenido de arcilla
- dureza del molde
- permeabilidad
- resistencia

El contenido de arcilla se determina lavando la arcilla de una muestra de 50 g de arena de moldeo con agua que contiene suficiente hidróxido de sodio. La arena se seca y se pesa.

La dureza del molde se prueba por medio de instrumental, el método consiste en determinar el tiempo necesario para forzar el paso de 200 cm³ de aire a través de la muestra de arena. La prueba de resistencia se hace sobre una muestra de arena apisonada que se ha sacado del tubo de metal en el que se la comprime.

La prueba continua hasta que la muestra se rompe.

Moldeo de arena

Cuatro modos diferentes :

- de banco
- de piso
- con máquina
- de foso

En el moldeo de banco de piso y de foso y en menor medida el de máquina el moldeador usa equipos y herramientas como ser : caja de moldear rectangular o redonda.

Estas se construyen de madera o metal, la mayoría de las cajas se hacen en mitades, superior e inferior.

Las mitades están provistas, una con un tetón o espigas y la otra con agujeros.

Si se vierte el metal fundido mientras el molde esta en la caja esta puede dañarse, para prolongar la duración se las fabrica de modo que puedan sacarse del modelo ya terminado.

Salvo los moldes muy pequeños, es necesario después de sacar la caja poner un manguito alrededor del molde antes de verter el metal, para resistir la presión de este. Los manguitos son bandas de metal baratas que se encajan alrededor del molde. Se colocan pesas de metal arriba del molde para evitar que las secciones se separen por la presión hidrostática del metal fundido.

Al hacer un molde de banco, el moldeador coloca la semicaja inferior cabeza abajo sobre la tabla maestra que esta sobre el banco. La tabla maestra es una tabla lisa, un poco mas grande que la superficie de las caja, provista con dos travesaños que la mantiene levanta del banco.

Se rocía el modelo con una fina película de polvo separador. Se coloca luego la arena de moldeo o la de superficie en el molde, tamizándola a través de una zaranda. El aire de la arena mejora su permeabilidad. La arena se prensa hasta el grado adecuado por medio de un pisón de mano. Para los moldes de piso o de foso, se usan pisones neumáticos. Una vez apisonada se corta la arena al ras de la caja de moldeo por medio de un rasero, que es una barra chata de acero apoyada en los costados de la caja, se pasa sobre el molde.

Para obtener un orificio a través del cual se pueda verter el metal se usa un perno de bebedero, el moldeador aumenta la permeabilidad de la arena haciendo pequeños agujeros de ventilación en la arena con una aguja de

ventilación larga. Si la arena esta adecuadamente apisonada y el arenado se controla bien como con máquina no son necesarios los agujeros.

El modelo se extrae por medio de una barra de baloteo o una escarpia. Los modelos de metal y algunos de madera tienen un agujero roscado en el cual atornillar la barra de baloteo. Se afloja el modelo golpeando la barra de baloteo horizontalmente en varias direcciones.

Los modelos que no tiene el roscado se balotean y extraen colocando la punta de la escarpia dentro del modelo.

El canal y la boca se hacen por medio de una pala acanaladora que es una pequeña hoja de bronce en forma de U. El tamaño de la boca es muy importante, ya que determina el flujo de velocidad del metal.

Luego la arena suelta se sopla con un fuelle. Para conformar, fijar o reparar, se usan llanas o espátulas, alisadores y cucharas.

El moldeado de piso es esencialmente igual al de banco, solo que se trabajan con coladas, modelos y cajas mas grandes.

El apisonado de la arena se hace con pisones neumáticos o con una lanzadora de arena.

Para moldes muy grandes se hacen pozones, y se llaman moldes de foso. Como estas grandes coladas son generalmente muy complejas la mayor parte del molde se hace fuera del pozo, en cajas de núcleos, y luego se las colocan en el mismo. Los fosos son permanentes y están forrados de concreto.

Para prensar la arena, la mas simple es el de golpe o recalcado. Se pone la arena en la caja y luego se la eleva unas pulgadas con aire comprimido para luego dejarla caer unas veces y así tornándose compacta. El recalcado prensa la arena pero cerca del extremo de la caja queda poco comprimida.

Las máquinas compresoras prensan neumáticamente o por un diafragma flexible, logrando mucha firmeza pero poca permeabilidad.

La máquina combinada auna los dos métodos, obteniendo una uniformidad de compactaron y permeabilidad.

Para la extracción del modelo, una máquina vibradora neumática facilita esto.

Las máquinas mas modernas son una combinación de estas tres ultimas (recalcadora, compresora y extractora). También están las moldeadoras semiautomáticas que son muy productivas.

Para algunas aplicaciones los moldes se secan completamente. Esto es para aumentar la resistencia del molde o producir la cantidad de gases. Los moldes para colar aceros se secan antes de verterlo, y se lavan con sílice antes de secarlo (mayor refracción).

El secado se logra mediante una llama de soplete de gas.

Núcleos (noyos)

muchas piezas tienen secciones huecas o secciones re entrantes, para producir estas coladas es necesario usar núcleos.

Según su forma, estos núcleos podrán estar constituidos por arena verde o por arena seca, esta ultima para formas complicadas.

El proceso de silicato de sosa CO₂ es nuevo y reemplaza a los otros por la rapidez y por no precisar horneado.

Moldeado en casquete

Llamado proceso Croning, posee mejor exactitud y control dimensional.

Consta de seis etapas :

Mezcla de arena y ligante plástico en modelo de metal calentado a 450°F

Inversión del modelo y extracción de arena, excepto material parcialmente curado adherido al modelo

Colocar en horno el modelo y el casquete parcialmente curado

Extracción del casquete endurecido

Se aseguran o pegan entre si dos casquetes para formar un molde completo

Los casquetes unidos se colocan en un tubo de vertido y se refuerzan con arena común

El molde está así listo, resultando las fundiciones mucho más tersas.

Combinando diversos casquetes y núcleos relativamente simples se pueden producir fundiciones complejas. Debe incluirse en el modelo el sistema de bocas y canales.

Dada la alta productividad y el ahorro en costo de maquinado es un proceso económico.

Este proceso es adecuado para producir núcleos. Tales núcleos que tienen paredes delgadas y son huecos, cuentan con una excelente permeabilidad y aplastamiento con mucha exactitud dimensional.

Fundición en molde permanente

Fundición sin presión en molde permanente

La mayoría de las piezas por este proceso se hacen con aleaciones a base de aluminio magnesio o cobre ; así como también de fundición de hierro o acero.

Es necesario mantener a estos moldes a una temperatura alta y uniforme para evitar un enfriamiento rápido del metal.

En general es necesario recubrir las superficies de la cavidad con una fina lechada de refractario para evitar la adherencia y así prolongar la vida útil del molde. Cuando se hacen fundiciones de hierro, se agrega una película adicional de negro de humo por llama de acetileno.

Un molde de metal ofrece gran resistencia a la contracción de la fundición y solo se pueden colar formas simples. Los núcleos para fundición de hierro en molde permanente se hacen de arena seca.

Debe preverse la ventilación de los moldes ya que estos no son permeables.

Hay diversas variantes del colado en molde permanente. Una es la de baño de metal que consiste en dejar el metal en el molde solidificando un casquete del espesor deseado, adyacente a la cavidad del molde. Luego se voltea el molde y se vuelca el metal sobrante obteniendo una pieza hueca.

Otra variedad utiliza un embolo que se empuja dentro de la cavidad del molde, cerrando el bebedero y desplazando el metal fundido hacia los extremos de esta.

Con este se obtiene una fina terminación y secciones delgadas.

Fundición en Matriz

La fundición en matriz difiere de la de molde permanente común en dos aspectos :

solo materiales no ferrosos

el metal es forzado dentro del molde a presión

Se obtienen secciones delgadas, buen acabado y larga vida útil de los moldes.

Se utilizan aleaciones a base de zinc, cobre y aluminio.

Las matrices son de aleación de acero y costosas (entre los U\$S 3000 a 10000),

pero la velocidad de producción, las excelentes propiedades superficiales y la casi eliminación de maquinados y acabados la hacen muy económica para grandes cantidades.

Las máquinas de cuello de cisne son para bajos puntos de fusión como aleaciones de zinc, plomo y estaño, y se caracterizan por un tubo en forma de cuello de cisne que se sumerge en parte en el metal fundido, entrando este por una lumbrera abierta cuando el pistón se levanta para llenar el cuello de cisne.

El metal es expulsado del cuello de cisne por un embolo neumático.

Estas máquinas operan velozmente, pero solo pueden utilizarse para fundiciones de materiales de bajo punto de fusión (aleaciones a base de zinc y estaño)

Las máquinas de fundición en matriz de cámara fría, el metal para cada cola se vierte en la cámara fría poniéndose en movimiento el embolo que fuerza al metal a pasar de la cámara a la matriz, produciendo esto estructuras mas densas.

Cada carga de metal se hace manualmente, siendo considerablemente baja su productividad.

En las fundiciones en matriz las superficies tienden a ser mas duras por el enfriamiento provocado por la matriz metálica tendiendo el interior del metal a ser poroso.

Una de las características sobresalientes es la exactitud dimensional.

Fundición por centrifugado

Utiliza la fuerza centrífuga para forzar el material fundido dentro de la matriz, el cual gira axialmente a entre 300 y 3000 RPM, mientras se introduce el metal fundido.

Generalmente la forma exterior es redonda pero pueden ser hexagonales o de formas simétricas. En este tipo de fundición no se necesita molde ni núcleo para generar el interior de la colada. Cuando se usa un eje horizontal la superficie interior es siempre cilíndrica, en tanto si es vertical la superficie interior es una sección de parábola.

Cuando el metal es forzado contra las paredes solidificando primero el exterior las impurezas se agrupan en el interior por ser mas livianas eliminándose las con un maquinado posterior. Es un proceso de producción masiva, fabricándose tubería, cañones de armas, camisas de cilindros, etc.

La fundición semicentrífuga usa esta fuerza para que el metal fundido fluya desde un deposito alimentador hacia uno o mas moldes de arena que giran alrededor del eje central, obteniéndose formas simples.

Procesos que utilizan molde de yeso y escayola

Fundición por revestimiento

Los pasos básicos son :

Modelo patrón en metal madera o plástico

Producción de una matriz patrón a partir del modelo (aleación o acero)

Producir modelos de cera por inyección o presión de cera en la matriz

Unir los modelos de cera a un bebedero común de cera obteniendo un racimo

Recubrir el racimo con una fina capa de material de revestimiento esto se logra sumergiendo este en una lechada de refractario finamente molido.

Verter el revestimiento final alrededor del conjunto recubierto

Agitar la caja para eliminar el aire aprisionado y hacer depositar el material de revestimiento alrededor del conjunto.

Dejar endurecer el revestimiento

Fundir la cera y permitir que salga del molde (cera perdida)

Precalentar el molde para preparar el vertido

Verter el metal fundido

Quitar la pieza del molde rompiéndolo

Acabado y tolerancias dimensionales excelentes.

Una de las variante propone tallar el modelo directamente en un bloque de espuma de poliuretano.

Por el proceso de fundición por revestimiento puede producirse cualquier configuración y espesor de sección.

Fundición en molde de escayola

El molde es de yeso con el agregado de talco para evitar que se quiebre, mas un agregado de un 25% de fibra para aumentar la resistencia.

Solo se utiliza este proceso para materiales de bajo punto de fusión como magnesio aluminio latón y bronce.

Bocas y canales de coladas

Rebosaderos

Son orificios verticales que emergen a la superficie superior del molde, por los cuales asciende el metal fundido ; tienen el tamaño adecuado para que el metal contenido en ellos pueda permanecer fundido, hasta que haya solidificado y superado el periodo de máxima contracción el metal contenido en la fundición.

Se utilizan a menudo rebosaderos ciegos, que no se comunican con el exterior.

Aparte de los rebosaderos se pueden usar otros medios para realizar una solidificación adecuada aumentando el tamaño de ciertas secciones que de otra manera se enfriarían rápidamente. Otro método para acelerar el enfriamiento de secciones gruesas es el uso de coquillas metálicas, siendo de dos tipos externo o interno. Estas absorben rápidamente el calor.

Las internas están suspendidas por un alambre en la cavidad produciendo el enfriamiento pero luego quedan dentro de la fundición.

Canalización de la colada

Afecta directamente a la calidad de la fundición. Se usa mas de una boca conectándose estas con el bebedero por medio de canales pudiendo introducir el metal por varias a la vez, facilitando una solidificación direccional adecuada.

Fundido y Vertido

Requisitos

Temperatura adecuada

Economía

Prevención de contaminación

Mantenimiento de la temperatura

La mayoría de los metales se funden en un cuibilote, horno de aire, eléctrico de arco, o de inducción.

Técnica de vertido

Para la transferencia del material del horno de fusión a los moldes se usan dispositivo vertedor o caldero. Teniéndose del tipo de mango (manual)

,de caldera o tetera (mecánico), y el otro de caldero vierte directamente desde el fondo (para coladas grandes)

Vertido por presión : se fuerza el metal hacia arriba dentro del molde por medio de aire a presión.

Fusión y vertido en vacío : para obtener alta calidad las coladas son vertidas en una cámara de vacío. Otra variante usa un horno de arco que incluye un electrodo del mismo metal que se consume al fundir. Este método se utiliza para fabricar lingotes de titanio.

Fundición continua : es para producir un gran numero de piezas con un solo molde.

Limpieza acabado y tratamiento térmico de piezas de fundición

La limpieza y el acabado de la pieza de fundición involucran todos o varios de estos procesos :

Quitar los núcleos

Eliminación de agujeros y alimentadores

Eliminar las escamas y rugosidades de la superficie

Limpiar la superficie

Reparar los defectos

•

En las fundiciones de no ferrosos y fundición de hierro, se sacan por medio de una piedra de abrasivos o por sierras de arco o continuas. En piezas de acero, especialmente las grandes se eliminan los agujeros y rebosaderos por medio de una llama de oxiacetileno.

En la limpieza de las piezas se usan cinces neumáticos, amoladoras de mano o de pedestal. La limpieza superficial se logra por algún tipo de proceso de chorro

con una sustancia abrasiva como la arena transportada con aire o con algún fluido.

Para corrección de pequeños defectos en las de acero se usa soldadura de arco.

Las piezas de fundición de acero se la somete casi siempre a un tratamiento de recocido.

Diseño de Fundiciones

Deben evitarse interiores agudos ya que concentran tensiones.

Deben proveerse filetes generosos en todo los cambios de dirección y de sección, ya que estos reducen la concentración de esfuerzos y logran un enfriamiento y contracción uniformes.

Cambios bruscos de sección generan fallas durante el enfriamiento.

En la fundición en matriz es recomendable que la unión de estas sean en los bordes. Los espesores mínimos de sección de gran importancia en el diseño de cualquier tipo de fundición.

PULVIMETALURGIA

Se llama metalurgia de polvos a un proceso mediante el cual se obtiene los productos en su aspecto final presionando polvos finos de metal para darle la forma deseada, usualmente en un molde de metal, bajo presiones considerables y calentando luego el polvo comprimiendo durante un tiempo a una temperatura debajo del punto de fusión del constituyente mas abundante.

El proceso consta de cuatro pasos

Producción de polvo metálico fino

Mezcla y preparación del polvo

Compresión del polvo en la forma deseada

Calentamiento (sinterizado) de la forma a temperatura elevada

En los polvos metálicos las propiedades mas importantes son

tamaño de la partícula

distribución de tamaño

Forma de la partícula

Pureza

Los métodos mas comunes para producción de polvos son por reducción de óxido o minerales o por deposición electrolítica a partir de soluciones o sales fundidas

La atomización, molienda y descomposición térmica de carbonilos son también utilizados para producir polvos metálicos

Otros procesos menos utilizados son la condensación de vapores metálicos, la granulación, el bombardeo y la precipitación.

La resistencia final obtenida en un producto de polvo metálico es función de la densidad

Mezcla y combinación

Antes de que los polvos sean comprimidos son mezclados o combinados, esto se realiza con diversos propósitos :

Distribución uniforme del tamaño

mezcla de distintos materiales

revestido con lubricantes

La mezcla puede realizarse tanto en seco como húmeda, utilizándose agua o solvente, para obtener un mejor mezclado, reducir el desgaste y reducir los riesgos de explosión.

La compresión es una de las mas importantes en el proceso, dado que comprime el polvo en la forma deseada y se determina la densidad, particularmente la uniformidad de la densidad, del producto final.

Se requiere presiones desde 5 a 50 tn por pulgada cuadrada pero usualmente van desde 10 a 30 tn.

Esta operación se hace en prensas mecánicas de palanca o prensa hidráulica.

El límite dimensional habitual es de 3 pulgadas en la sección transversal siendo lo ideal que esta sección sea uniforme en toda la longitud.

Matrices, estas sufren un considerable desgaste de sus paredes, a pesar de que son habitualmente hechas en acero templado para herramientas, por lo tanto también costosas; aparte deben ser muy pesadas para soportar las altas presiones. Para polvos particularmente abrasivos se usan matrices de paredes de carburo cementado.

Todas las superficie de las matrices deben estar altamente pulidas.

El sinterizado se realiza debajo de la temperatura de fusión del componente principal siendo la sinterización al 70 a 80% de la temperatura de fusión llegando algunos al 90%. En polvos combinado la temperatura puede estar arriba del punto de fusión de alguno delos componentes.

El tiempo necesario de sinterizado varia de 30 minutos a algunas horas.

Durante le proceso algunos materiales volátiles se evaporan dejando al producto final poroso. La atmósfera debe controlarse para prevenir oxidación o combustión.

Cuando se requiere algún máquinado previo en las piezas se recurre a un presinterizado, adquiriendo suficiente resistencias para ser manipuladas y trabajadas para luego ser sinterizadas completamente.

Muchos productos cuando salen del horno de sinterizado están listos para usar. Sin embargo algunos requieren procesos de corte y acabado. Uno de los mas comunes es el de acuñado o corte. Con este ultimo la pieza adquiere uniformidad y fineza de detalles, con un aumento de un 20 a 50% en la resistencia.

Otro proceso es la introducción de aceite a presión en los poros de la pieza, obteniéndose una pieza autolubricada con considerable cantidad de lubricante que será liberado durante su vida útil.