

2.2.6 FUNDICIÓN EN MOLDE PERMANENTE

La desventaja económica de cualquiera de los procesos con molde desechable es la necesidad de un nuevo molde para cada fundición. En la fundición con molde permanente, el molde se reutiliza muchas veces. En esta sección analizaremos la fundición en molde permanente, tratándola como un proceso básico del grupo de procesos que utilizan moldes reutilizables.

La fundición en molde permanente usa un molde metálico construido en dos secciones que están diseñadas para cerrar y abrir con precisión y facilidad. Los moldes se hacen comúnmente de acero o hierro fundido. La cavidad junto con el sistema de vaciado se forma por maquinado en las dos mitades del molde a fin de lograr una alta precisión dimensional y un buen acabado superficial. Los metales que se funden comúnmente en molde permanente son: aluminio, magnesio, aleaciones de cobre y hierro fundido. Sin embargo, el hierro fundido requiere una alta temperatura de vaciado, 1250 °C a 1500 °C, lo cual acorta significativamente la vida del molde. Las temperaturas más altas de vaciado para el acero, hacen inapropiado el uso de moldes permanentes para este metal, a menos que se hagan en moldes de material refractario.

En este proceso es posible usar corazones para formar las superficies interiores del producto de fundición. Los corazones pueden ser metálicos, pero su forma debe permitir la remoción de la fundición, o deben ser mecánicamente desmontables para permitir esta operación. Si la remoción del corazón metálico es difícil o imposible se pueden usar corazones de arena, en este caso el proceso de fundición es frecuentemente llamado *fundición en molde semipermanente*.

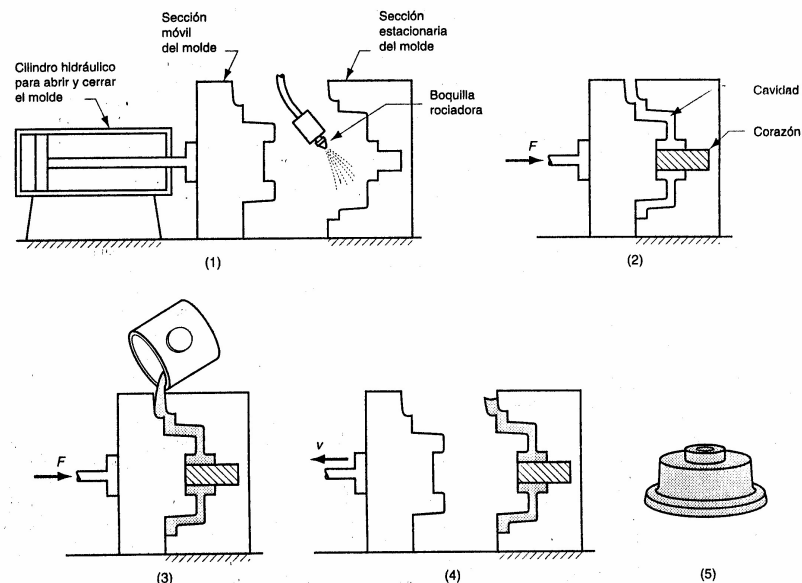


FIGURA 2.18 Pasos en la fundición en molde permanente: (1) el molde se precalienta y se recubre; (2) se insertan los corazones (en su caso) y se cierra el molde; (3) el metal fundido se vacía en el molde y (4) el molde se abre. La parte terminada se muestra en (5).

Los pasos en el proceso de fundición con molde permanente se describen en la figura 2.18. Los moldes se precalientan primero para prepararlos, y se rocía la cavidad con uno o más recubrimientos. El precalentamiento facilita el flujo del metal a través del sistema de vaciado y de la cavidad. Los recubrimientos ayudan a disipar el calor y a lubricar la superficie del molde para separar fácilmente la fundición. Tan pronto como solidifica el metal, el molde se abre y se remueve la fundición. A diferencia de, los moldes desechables, los moldes permanentes no se retraen, así que deben abrirse antes de que ocurra la contracción por enfriamiento a fin de prevenir el desarrollo de grietas en la fundición.

Las ventajas de la fundición en molde permanente incluyen buen acabado de la superficie y control dimensional estrecho, como ya se mencionó. Además, la solidificación más rápida causada por el molde metálico genera una estructura de grano más fino, de esta forma pueden producirse fundiciones más resistentes. El proceso está limitado generalmente a metales de bajo punto de fusión. La manufactura de formas geométricas más simples que las fundidas en molde de arena (debido a la necesidad de abrir el molde) constituye otra limitación, además del costo. Debido al costo sustancial del molde, el proceso se adapta mejor a producciones de alto volumen que pueden automatizarse. Las partes típicas que se producen con proceso de molde permanente incluyen pistones automotrices, cuerpos de bombas y ciertas fundiciones para aviones y proyectiles.

Fundición hueca La fundición hueca es un proceso de molde permanente en el cual se forma un hueco al invertir el molde, después que el metal ha solidificado Parcialmente en la superficie del molde, drenando así el metal líquido del centro. La solidificación empieza en las paredes relativamente frías del molde y progresa con el tiempo hacia la parte media de la fundición (sección 2.1.3). El espesor del casco se controla por el tiempo que transcurre antes de drenar. La fundición hueca se usa para hacer estatuas, pedestales de lámparas y juguetes a partir de metales de bajo punto de fusión como plomo, zinc y estaño. En estos artículos lo importante es la apariencia exterior, pero la resistencia y la geometría interior de la fundición no son relevantes.

2.2.7 FUNDICIÓN A PRESIÓN

La fundición a presión es un proceso que necesariamente utiliza moldes permanentes y se puede clasificar en: fundición a baja presión, fundición con molde permanente al vacío y fundición en dados.

Fundición a baja presión En el proceso de fundición con molde permanente básico y en la fundición hueca, el flujo de metal en la cavidad del molde es causado por la gravedad. En la fundición a baja presión, el metal líquido se introduce dentro de la cavidad a una presión aproximada de 0.1 MPa, aplicada desde abajo, de manera que el metal fluye hacia arriba como sé, ilustra en la figura 2.19. La ventaja de este método sobre el vaciado tradicional es que se introduce en el molde un metal limpio desde el centro del crisol, en lugar de un metal que ha sido expuesto al aire. Lo anterior reduce la porosidad producida por el gas y los defectos generados por la oxidación, y se mejoran las propiedades mecánicas.

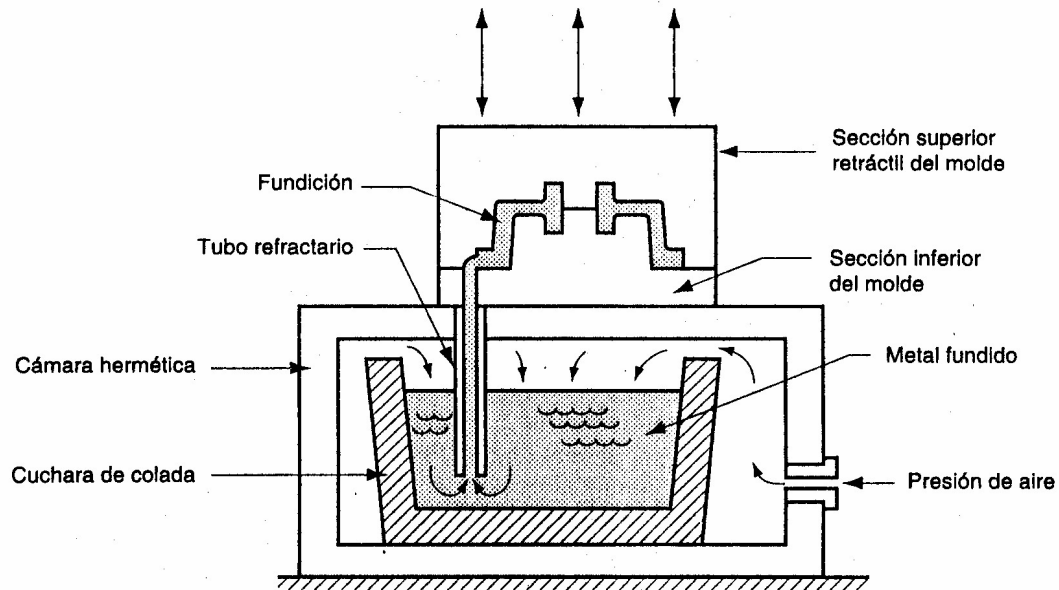


FIGURA 2.19 Fundición a baja presión. El diagrama muestra cómo se usa la presión del aire para forzar el metal fundido, dentro de la cuchara de colada, hacia la cavidad molde. La presión se mantiene hasta que solidifica la fundición.

Fundición con molde permanente al vacío La fundición con molde permanente al vacío es una variante de la fundición a baja presión en la cual se usa vacío para introducir el metal fundido en la cavidad del molde. La configuración general del proceso es similar a la operación de fundición a baja presión. La diferencia es que se usa la presión reducida del vacío en el molde para atraer el metal líquido a la cavidad, en lugar de forzarlo por una presión positiva de aire desde abajo. Los beneficios de la técnica al vacío, en relación con la fundición a baja presión, son que se reduce la porosidad del aire y los efectos relacionados, obteniendo una mayor resistencia del producto de fundición.

La fundición en dados es un proceso de fundición en molde permanente en el cual se inyecta el metal fundido en la cavidad del molde a alta presión. Las presiones típicas son de 7 a 350 MPa. La presión se mantiene durante la solidificación; posteriormente, el molde se abre para remover la pieza. Los moldes en la operación de fundición se llaman dados, de aquí el nombre de fundición en dados. El uso de alta presión para forzar al metal dentro de la cavidad del dado es la característica más notable que distingue a este proceso de otros en la categoría de molde permanente.

Las operaciones de fundición en dados se llevan a cabo en máquinas especiales. Las máquinas modernas de fundición en dados están diseñadas para mantener un cierre preciso de las dos mitades del molde y mantenerlas cerradas, mientras el metal fundido permanece a presión dentro de la cavidad. La configuración general se muestra en la figura 2.20

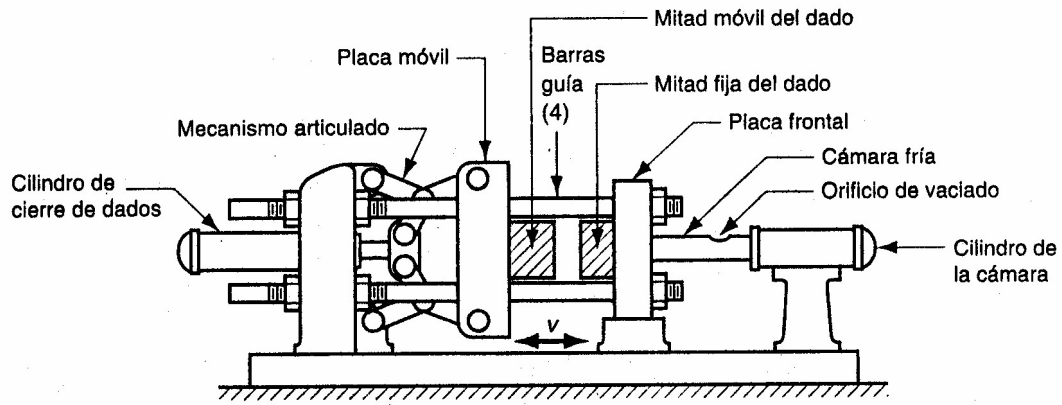


FIGURA 2.20 Configuración general de una máquina de fundición en dados (cámara fría).

Existen dos tipos principales de máquinas de fundición en dados: 1) de cámara caliente y 2) de cámara fría; sus diferencias radican en la forma en que se inyecta el metal a la cavidad.

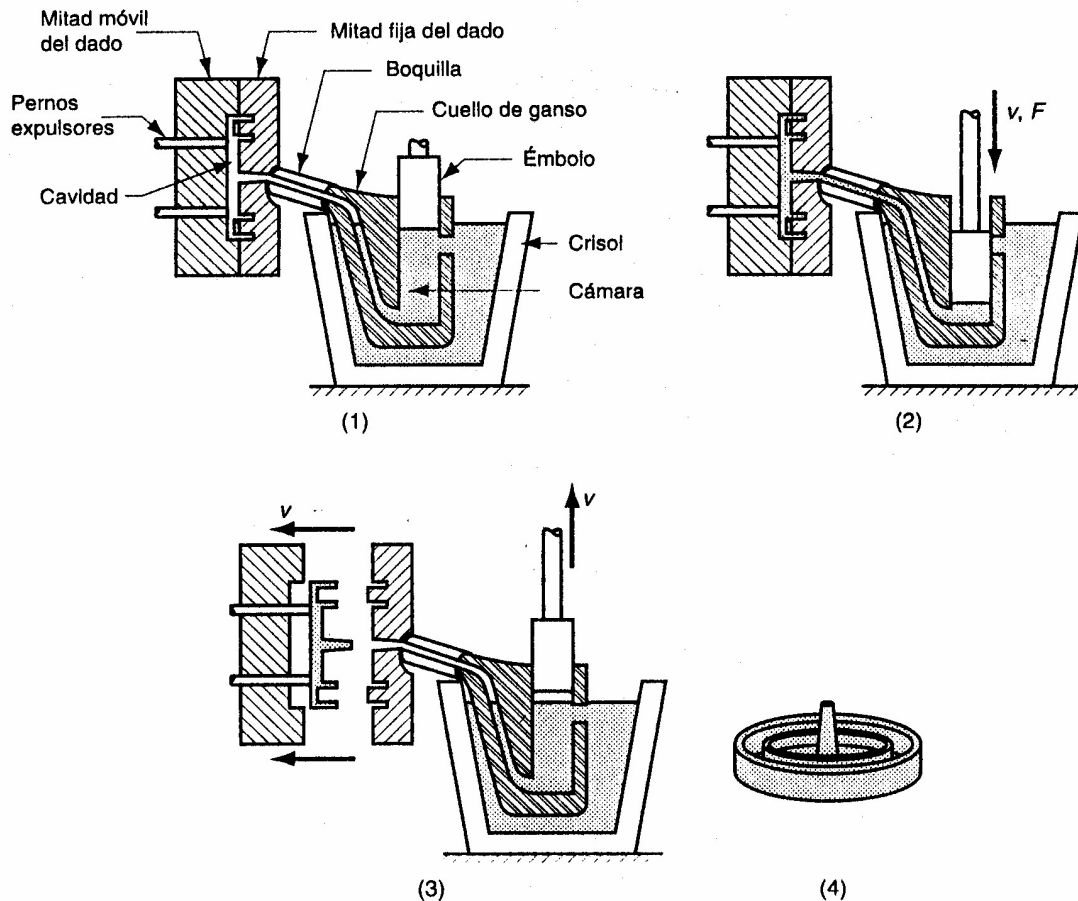


FIGURA 2.21 Ciclo de la fundición en cámara caliente: (1) el metal fluye en la cámara con el dado cerrado y el émbolo levantado; (2) el émbolo fuerza al metal de la cámara a fluir hacia el dado, manteniendo la presión durante el enfriamiento y la solidificación, y (3) se levanta el émbolo, se abre el dado y se expulsa la parte solidificada. La parte terminada se muestra en (4).

En las máquinas de cámara caliente, el metal se funde en un recipiente adherido a la máquina y se inyecta en el dado usando un pistón de alta presión. Las presiones típicas de inyección son de (7 a 35 MPa). La fundición se resume en la figura 2.21. Son velocidades características de producción de hasta 500 partes por hora. La fundición en dados con cámara caliente impone una dificultad especial en el sistema de inyección, porque gran parte de dicho sistema queda sumergido en el metal fundido. Por esa causa, las aplicaciones del proceso quedan limitadas a metales de bajo punto de fusión que no atacan químicamente al pistón y a otros componentes mecánicos. Estos metales incluyen al zinc, al estaño, al plomo y algunas veces al magnesio.

En las máquinas de fundición en dados con cámara fría, el metal fundido procedente de un contenedor externo para colar, se vacía en una cámara sin calentar y se usa un pistón para inyectar el metal a alta presión en la cavidad del dado. Las presiones de inyección usadas en estas máquinas van típicamente (14 a 140 MPa). El ciclo de producción se explica en la figura 2.22. La velocidad de ciclo no es tan rápida con respecto a las máquinas de cámara caliente, debido a que es necesaria una cuchara de colada para vaciar el metal líquido desde una fuente externa en la cámara. Sin embargo, este proceso de fundición es una operación de alta producción. Las máquinas de cámara fría se usan típicamente para fundiciones de aluminio, latón y aleaciones de magnesio. Las aleaciones de bajo punto de fusión (zinc, estaño, plomo) pueden también fundirse en máquinas de cámara fría, pero las ventajas del proceso de cámara caliente favorecen más el uso de estos metales.

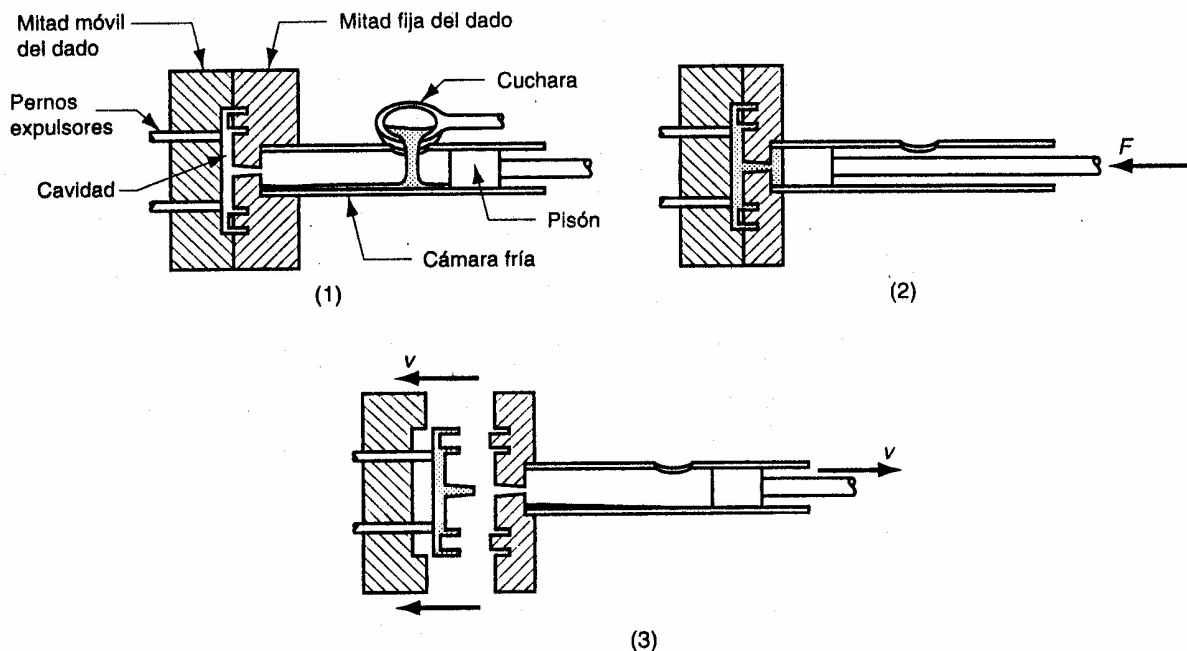


FIGURA 2.22 Ciclo de la fundición en cámara fría: (1) se vacía el metal en la cámara con el dado cerrado y el pistón retraído; (2) el pistón fuerza al metal a fluir en el dado, manteniendo la presión durante el enfriamiento y la solidificación; y (3) se retrae el pistón, se abre el dado y se expulsa la fundición. El sistema de vaciado está simplificado.

Los moldes que se usan en operaciones de fundición en dados se hacen generalmente con acero de herramienta y acero para moldes refractarios. El tungsteno y el molibdeno con buenas cualidades refractarias también se utilizan, especialmente en los intentos para fundir el acero y el hierro en dados. Los dados pueden tener una cavidad única o múltiple. Los dados de cavidad única se muestran en las figuras 2.21 y 2.22. Se requieren pernos expulsores para remover la parte del dado cuando éste se abre, como se muestra en los diagramas. Estos pernos empujan la parte de manera que puedan removerse de la superficie del dado. También es necesario rociar lubricantes en las cavidades para prevenir el pegado. Como los materiales del dado no tienen porosidad natural y el metal fundido fluye rápidamente en el dado durante la inyección, se deben construir barrenos o vías de paso en el plano de separación de los dados para evacuar el aire y los gases de la cavidad. Aun cuando los orificios son bastante pequeños, se llenan con el metal durante la inyección, pero éste debe quitarse después. También es común la formación de rebabas en lugares donde el metal líquido a alta presión penetra entre los pequeños espacios del plano de separación o en los claros alrededor de los corazones y de los pernos expulsores. La rebaba debe recortarse de la fundición junto con el bebedero y el sistema de vaciado.

Las ventajas de la fundición en dados incluyen: 1) altas velocidades de producción; 2) son económicas para volúmenes grandes de producción; 3) son posibles tolerancias estrechas, del orden de ± 0.076 mm en partes pequeñas; 4) buen acabado de la superficie; 5) son posibles secciones delgadas hasta cerca de 0.05 mm y 6) el enfriamiento rápido proporciona a la fundición granos de tamaño pequeño y buena resistencia. Las limitaciones de este proceso, además de los metales que maneja, son la restricción en la forma de las piezas. La geometría de la parte debe ser tal que pueda removerse de la cavidad del dado.