



Ingeniería en Zinc, la respuesta de hoy

Realce su marca e identidad de producto:
ingeniería de fundición a presión de zinc para una óptima libertad de diseño y precisión.



Las ventajas de las aleaciones de fundición de zinc

Las aleaciones de fundición de zinc son materiales de ingeniería fuertes, duraderos y rentables. Ningún otro sistema de la aleación proporciona la combinación de fuerza, dureza, rigidez, rendimiento de desgaste y capacidad económica de fundido. Las propiedades mecánicas del zinc compiten con (y a menudo exceden) las de aluminio fundido, magnesio, bronce, plásticos y la mayoría de los hierros fundidos. Estas características, junto con sus capacidades superiores de acabado y la elección de los procesos de colada, hacen de las aleaciones de zinc una elección de material sin igual para ahorrar tiempo y dinero.

Se reducen las operaciones de ensamblado. Los ensamblajes completos se pueden fundir como una sola unidad, eliminando la necesidad de costosas operaciones de ensamblaje manual.

Se requiere menos material. La superior fluidez, resistencia y rigidez del fundido del zinc permiten el diseño de secciones de paredes finas para reducir el peso y costes de material.

Se reducen las operaciones de mecanizado. Debido a la superior capacidad de colada con acabado casi final (near-net shape casting) de las aleaciones de zinc, el mecanizado puede eliminarse o reducirse drásticamente.

Acabado de superficies. Cuando se selecciona correctamente un acabado y se aplica al zinc fundido, se puede conseguir casi cualquier característica estética deseada y durabilidad del revestimiento.

Elimina cojinetes y bujes. Las excelentes propiedades de roce y desgaste del Zinc permiten una mayor flexibilidad de diseño y reducen costes de fabricación secundarios eliminando los pequeños cojinetes y los insertos de desgaste.

Elección de baja, media y alta producción. Se dispone de una variedad de procesos de colada para fabricar de manera económica piezas fundidas de cualquier tamaño y cantidad requerida.

Producción más rápida. Las tasas de producción de fundición a presión para el zinc son mucho más rápidas que para el aluminio o el magnesio.

Se amplía la vida de la herramienta. Con una vida de herramienta que a menudo excede de 1 millón de piezas, se reducen drásticamente las herramientas y los cargos por uso de la máquina.

Armonía ambiental. Con aleaciones de zinc se minimizan la contaminación y los gases de efecto invernadero.



ZINC DIE CASTINGS CAN BE SIMPLE, SLEEK AND ELEGANT, AND THEY CAN BE BREATHTAKINGLY SOPHISTICATED IN THEIR GEOMETRIC COMPLEXITY AND FUNCTION.

Aleaciones a la medida de sus necesidades

Aleaciones de uso general y aleaciones especiales

Hay dos familias básicas de aleación de fundición de zinc. Las aleaciones convencionales o "ZAMAK" se denominan comúnmente basadas en su desarrollo secuencial, precedidas por la palabra aleación. Éstas incluyen la aleación 2, la aleación 3, la aleación 5, y la aleación 7. La incorporación más reciente a la familia de ZAMAK es la nueva alta-fluidez o aleación del "HF". Las aleaciones de zinc con mayores cantidades de aluminio que las aleaciones convencionales utilizan el prefijo ZA seguido de su contenido de aluminio aproximado. Estos incluyen ZA-8, ZA-12 y ZA-27. Las aleaciones ZA ofrecen una resistencia más alta y útiles propiedades de desgaste.

Además, han evolucionado diferentes sistemas para nombrar las dos clases de aleaciones de zinc, tal y como se indica a continuación entre paréntesis junto a los nombres de la aleación principal.

Características principales de la aleación

Aleación 3: (ZAMAK 3, ZP3, ZL3, ZP0400, ZnAl4, ZDC2)

La aleación 3 es la aleación de zinc más ampliamente utilizada en América del Norte. Su popularidad se debe a un excelente equilibrio de propiedades físicas y mecánicas deseables, excelente moldeabilidad y estabilidad dimensional a largo plazo. También ofrece excelentes características de acabado para los tratamientos de chapado, pintura y cromado. Es el "estándar" por el que otras aleaciones de zinc se clasifican en términos de fundición a presión.

Aleación 5: (ZAMAK 5, ZP5, ZL5, ZP0410, ZnAl4Cu1, ZDC1)

La aleación 5 es la aleación de zinc más utilizada en Europa. La número 5 tiene excelentes características de moldeabilidad y rendimiento de fluencia mejorado respecto a la N° 3. Las piezas fundidas de N° 5 son también marginalmente más fuertes y más duras que la N° 3, sin embargo, estas mejoras están acompañadas por una reducción de la ductilidad que puede afectar a la conformabilidad durante la curvatura secundaria de remachado, estampado o engastado. La N° 5 contiene un 1% adicional de cobre, lo que explica estos cambios en la propiedad. Cuando se necesita una medida extra de rendimiento de tracción, se recomienda el uso de piezas de fundición N° 5. La aleación es fácilmente chapada, acabada y mecanizada, comparable a la aleación N° 3.

Aleación 7: (ZAMAK 7, ZL7)

La aleación 7 es una modificación de la n° 3 con un contenido de magnesio más bajo y una especificación de impurezas más estricta. Esto da como resultado una fluidez de moldeo mejorada, ductilidad y acabado superficial, haciendo que la aleación sea popular cuando el fundidor está fabricando componentes de paredes finas que requieren un

buen acabado superficial. Sin embargo, recientemente se han desarrollado varias nuevas aleaciones de alta fluidez con características superiores de pared delgada (ver aleación de alta fluidez).

Aleación 2: (ZAMAK 2, ZP2, ZL2, ZP0430, ZnAl4Cu3, Kirksite)

La aleación 2 ofrece la más alta resistencia y dureza de las aleaciones de zinc convencionales. El alto contenido de cobre (3%) en el N° 2 produce cambios en la propiedad tras el envejecimiento a largo plazo. Estos cambios incluyen un ligero crecimiento dimensional, un menor alargamiento y un rendimiento de impacto reducido (a niveles similares a las aleaciones de aluminio) para los productos fundidos a presión. La aleación N° 2 presenta una excelente capacidad de moldeo y mantiene unos niveles de resistencia y dureza mayores después del envejecimiento a largo plazo. La aleación N° 2 es un buen material de cojinetes y puede eliminar los casquillos y los insertos de desgaste en los diseños de fundición a presión.

Aleación de alta fluidez: (HF)

La aleación HF comparte las buenas propiedades mecánicas, eléctricas y de conductividad térmica de las aleaciones convencionales, pero posee hasta un 40% más de fluencia. Debido a su optimización de la composición para una alta fluidez, la aleación HF es la más adecuada para piezas de fundición con espesor de sección inferior a 0,45 mm. También se puede utilizar para piezas de fundición que son difíciles de llenar con aleaciones 3, 5 ó 7 o tienen altos requerimientos de acabado superficial.

ZA-8: (ZP8)

Una buena aleación de fundición por gravedad, la aleación ZA-8 también puede ser fundición a



presión de cámara caliente y es fácilmente chapada y acabada usando procedimientos estándar para aleaciones de zinc convencionales. Cuando el rendimiento de las aleaciones N° 3 o N° 5 está en cuestión, ZA-8 es a menudo la elección de fundición a presión debido a las propiedades de alta resistencia, fluidez y la capacidad de moldeo de cámara caliente eficiente.

ZA-12:

ZA-12 es la mejor aleación de fundición por gravedad para la arena, moldeo permanente y el proceso de fundición de molde de grafito. También es una buena aleación de fundición (cámara fría). ZA-12 a menudo compite con ZA-27 para aplicaciones de resistencia. Es una aleación de cojinete excelente. ZA-12 también es chapable, aunque la adhesión de chapado es reducida comparada a las aleaciones convencionales del zinc.

ZA-27: (ZP27)

Esta es una aleación excepcionalmente fuerte con un límite de elasticidad reportado de 380 MPa (55ksi). Es ligera y tiene excelente rendimiento de roce y desgaste. Al igual que ZA-12, se trata de una aleación de fundición a presión de cámara fría y se necesita un cuidado adicional para asegurar una fundición de sonido. ZA-27 no se recomienda para la galvanoplastia. ZA-27 ha demostrado un excelente rendimiento cuando se necesitan propiedades de resistencia bruta o resistencia al desgaste.

ACuZinc5:

Desarrollada por General Motors, esta aleación ha mejorado la resistencia a la tracción, la dureza y el rendimiento de fluencia en comparación con las aleaciones de zinc convencionales. Las propiedades de fuerza y dureza de ACuZinc5 son comparables a ZA-12. Las pruebas también han mostrado que ACuZinc5 tiene excelentes características de desgaste. Aunque esta aleación es una aleación de fundición a presión de cámara caliente, es más difícil fundirla con una mayor tasa de desgaste de los componentes finales de la inyección en la máquina de colada a presión.

EZAC™:

Esta aleación desarrollada recientemente es la más resistente a la fluencia de todas las aleaciones de fundición a presión de zinc con una mejora de orden de magnitud sobre las aleaciones 5 y ZA-8. Esta es también una aleación muy fuerte con una resistencia elástica de 393 MPa (57 ksi) y dureza (102-140 Brinell) comparable a la ZA-27. Debido a su baja temperatura de fusión, EZAC puede ser fundida a presión en cámara caliente y no exhibe el mismo desgaste de los equipos de fundición que muestra ACuZinc5.

GDSL: (Superloy)

Guss-Druck-Sonderlegierung "GDSL" es una aleación de fundición a presión de zinc ultrafino con características de fluencia similares a la aleación HF, pero con un mayor contenido de aluminio y cobre.

Propiedades del material que ayudan a resolver los problemas actuales de ingeniería.

Fuerza

La tensión de rotura (UTS, Ultimate Tensile Strengths) de aleaciones de zinc pueden superar al aluminio 380 y magnesio AZ91D. Los ingenieros plásticos luchan por lograr un funcionamiento equivalente al del UTS de la aleación del cinc. Ni siquiera el Nylon reforzado con vidrio consigue la UTS de aleación de zinc. El rendimiento de elasticidad en temperatura ambiente de las aleaciones de zinc son muy superiores a las de aluminio 380, magnesio AZ91D y los plásticos más fuertes. Las aleaciones de zinc también muestran un alto grado de ductilidad absorbente de energía cuando se someten a niveles de carga abusivos o destructivos.

Rigidez

Las aleaciones de zinc son materiales de ingeniería rígidos. Su resistencia – el corte, torsión, bajo flexión y en compresión - es muy superior al aluminio, el magnesio y los plásticos. Esto combinado con su alta resistencia permite que el volumen de las piezas individuales sea marcadamente reducido, ahorrando espacio y peso.

Tenacidad y Ductilidad

La alta resistencia al impacto y la buena ductilidad son cualidades de las aleaciones de zinc que rara vez se encuentran en otras aleaciones. La ductilidad es importante para el doblado y prensado en operaciones de ensamblaje después de la fundición, mientras que la resistencia al impacto proporciona un rendimiento en entornos difíciles. A temperaturas ambientales normales, las piezas de zinc tienen una resistencia al impacto mucho mayor que la del aluminio 380 y el magnesio AZ91D, y los plásticos ABS. A menos 30°C, las aleaciones de zinc siguen siendo mucho mejores. Incluso a menos 40 °C el zinc por lo menos coincide con la resistencia al impacto del aluminio fundido a presión. La resistencia a la fractura de aleaciones de zinc también es superior a la mayoría de las aleaciones de aluminio y plásticos de ingeniería.

Dureza

Las aleaciones de zinc son significativamente más duras que el aluminio y el magnesio. Las adiciones de aleación, tales como el cobre, contribuyen a la buena resistencia al desgaste presentada por las aleaciones de zinc. Por lo tanto, estas aleaciones se utilizan en aplicaciones moderadamente exigentes donde se pueden explotar sus propiedades naturales de cojinete.

Conductividad

Como las aleaciones de zinc conducen calor y electricidad, pueden utilizarse como disipadores de calor. La excelente fluidez de colada del zinc permite una aleta más delgada y un diseño de pasador de enfriamiento para disipar mejor el calor. La excelente conductividad eléctrica del zinc también proporciona una buena protección EMI, RFI y ESD.

Anti-chispas y no magnético

Todas las aleaciones de zinc excepto ZA-27 se clasifican como "Sin chispas" y son la alternativa perfecta a bajo costo al bronce en entornos potencialmente explosivos. A diferencia de los plásticos y algunos otros materiales, normalmente el zinc no soportará el fuego durante su procesamiento o uso. Es un material relativamente seguro contra incendios. Las propiedades no magnéticas del zinc son ideales para su uso en electrónica y otras aplicaciones donde las partes móviles delicadas están sujetas a perturbaciones magnéticas.

Resistencia a la fatiga

Esta medida de la capacidad de un material para soportar cargas cíclicas es un criterio de diseño importante. La fatiga es uno de los mecanismos de falla más frecuentes en los componentes. El zinc, al igual que otros metales de fundición a presión, es entre 7 y 10 veces más resistente a la fatiga que el ABS.

Diseño (Arrastre) Estrés

Para aplicaciones que requieren carga continua a temperaturas elevadas, como cerraduras, el zinc tiene una resistencia superior a la de los plásticos reforzados con inyección. La presión de diseño a temperatura ambiente de la fundición ZA-27, según se define en el Código de Calderas ASME, es 69 MPa o 10.000 psi (estrés requerido para fluencia de 1% en 100.000 horas). Esta propiedad permite que las aleaciones de zinc se utilicen en aplicaciones sujetas a cargas estáticas significativas. Sin embargo, la tensión de diseño admisible disminuye con el aumento de la temperatura y se requiere una revisión cuidadosa de todas las aplicaciones de carga constante a temperatura para determinar la idoneidad de las aleaciones de zinc.

Presión

La solidez de las piezas está relacionada en gran medida con el diseño del producto, el diseño de las herramientas y el control del proceso. Los estrechos niveles de tolerancia de las aleaciones de

zinc proporcionan confiabilidad y consistencia requeridas para aplicaciones a presión.

Capacidad de Amortiguación

La capacidad de amortiguación de las aleaciones de zinc - su capacidad de absorber energía y sonido causado por vibraciones mecánicas inducidas externamente - es comparable al magnesio y es de 5 a 10 veces mayor que el aluminio. Esta propiedad hace que las aleaciones de zinc sean la elección perfecta para carcasas donde se requiere absorción de vibraciones.

Resistencia a la corrosión

El zinc tiene una excelente resistencia a la corrosión en condiciones atmosféricas normales y en muchos ambientes acuosos, industriales y petrolíferos. La resistencia a la corrosión se puede mejorar mediante tratamientos tales como chapado, cromado, pintura y anodizado de zinc.

Las propiedades superiores de los cojinetes aseguran la confiabilidad Incorporada



Todas las aleaciones de zinc, particularmente ZA-12 y ZA-27, demuestran excelentes cualidades de resistencia al roce y al desgaste gracias a su alta dureza y características de lubricación natural. Los cojinetes de aleaciones ZA deben considerarse allá donde los cojinetes de bronce estén actualmente siendo especificados (usados). Por lo general, funcionan mejor lubricados, en aplicaciones de alta carga y baja velocidad y bajo condiciones de temperatura moderada, sin embargo, también se han utilizado con éxito en aplicaciones de alta velocidad y baja carga.

Las aleaciones ZA son sustitutos directos de las grandes industrias de bronce de casquillos y cojinetes ya que cuestan menos y son hasta un 43% más ligeras. Para componentes más pequeños, la lubricación natural del zinc puede contribuir a disminuir los costos de fabricación secundaria al eliminar pequeños bujes e insertos de desgaste, lo que permite una mayor flexibilidad en el diseño.

Características de ingeniería que responden a sus necesidades más críticas

Precisión

Las aleaciones de zinc son moldeables a tolerancias más cercanas que cualquier otro metal o plástico moldeado. La fundición a presión de zinc puede producir con repetibilidad de menos de $\pm 0,001$ para componentes pequeños, compitiendo a menudo con las tolerancias de mecanizado. Otros procesos pueden alcanzar un acabado casi final presentándose así la oportunidad de reducir o eliminar el mecanizado. La fabricación "Net Shape" o "Zero Machining" es una ventaja importante de la fundición de zinc.

Maquinabilidad

Las características de mecanizado rápidas y sin problemas de los materiales de zinc minimizan el desgaste de las herramientas y los costos de mecanizado, lo cual es una ventaja importante de las aleaciones de zinc sobre los materiales competitivos.

Capacidad de pared delgada

La excepcional fluidez de la colada que muestran todas las aleaciones convencionales de zinc, proporcionan una capacidad superior de moldeo de paredes delgadas, independientemente del proceso de colada empleado. Se producen espesores de pared de 0,15 mm para fundición a presión y 2,3 mm para moldeo permanente. Esta capacidad de pared delgada resulta en componentes más pequeños, más ligeros y de bajo costo en comparación con otros metales.

Capacidad de ángulo de proyección cero

El ángulo de proyección es el ahusamiento en la superficie de una matriz requerida para facilitar la retirada de la pieza fundida de la cavidad de la matriz. Las aleaciones de zinc pueden moldearse con menos ángulo de proyección que los materiales competitivos. De hecho, los componentes de zinc a veces pueden ser fundidos con ángulos de proyección cero, lo que es una ventaja importante cuando se producen piezas en contactos mecánicos móviles tales como engranajes. El ángulo de proyección cero permite coladas con acabados casi finales (near-net shape casting) dando como resultado una producción de menor costo.



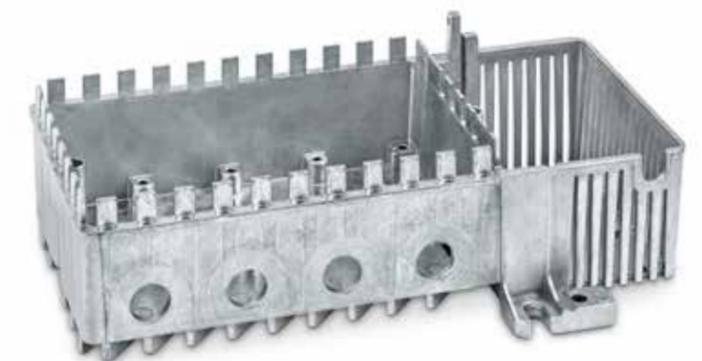
Estabilidad dimensional

Las aleaciones de zinc convencionales, junto con ZA-8 y ZA-12, tienen excelentes características de estabilidad dimensional en su condición de "fundido". ZA-27, sin embargo, puede requerir tratamiento de envejecimiento artificial para minimizar los efectos de envejecimiento cuando se requieren tolerancias excepcionales. Esto se logra calentando la pieza a 95 ° C durante 24 horas.



Unión

Si se requiere, la alta ductilidad del zinc permitirá que las piezas se distorsionen de una manera controlada para lograr una forma final deseada, o se unan de forma económica a un componente adyacente mediante curvado, conformado, hilado o encabezamiento. Los sujetadores roscados, junto con las técnicas de abocardado, remachado y engarzado son métodos comunes de unión de bajo costo. Las aleaciones de zinc también se pueden unir mediante pegado o soldadura MIG y TIG, aunque la soldadura no es normalmente un método de unión económico para las piezas fundidas de zinc debido a los altos volúmenes de producción involucrados.



Otra de las grandes ventajas es la variedad de acabados superficiales de alta calidad.

Se maximiza el atractivo estético de los productos cuando el diseño inteligente se combina con la versatilidad del proceso de fundición a presión de zinc.

La fundición a presión de zinc es una excelente elección para innumerables aplicaciones decorativas y funcionales. Debido a sus propiedades físicas y mecánicas únicas, el zinc se puede moldear en formas y tamaños virtualmente ilimitados que van desde coches de juguete simples hasta carcasas de conector complejas.

La mayoría de las aplicaciones de fundición a presión de zinc no están expuestas a ambientes corrosivos y las exigencias estéticas de la pieza definen el acabado que debe utilizarse, lo que en muchos casos significa que no hay acabado.

Para aplicaciones en las que el entorno es agresivo o donde la estética lo requiere, se puede aplicar de forma fácil y fiable una gama y calidad de revestimientos de conversión, pintura orgánica y acabados de metales galvanizados sin rival (por ejemplo níquel, satén y cromo brillante) a cualquier superficie seleccionada de su componente.

Excelentes sustratos ayudan a obtener excelentes acabados. Se puede utilizar el acabado vibratorio a granel (de precio asequible) para mejorar la superficie de "fundido". Mediante un pulido ligero o un pulido químico se pueden obtener acabados muy lisos antes del acabado.

Debido a la alta fluencia de las aleaciones de zinc, se puede añadir una textura precisa de superficie definida a parte o a todo el producto "fundido". Como resultado, las piezas fundidas de zinc se pueden hacer para que parezca oro sólido, latón desgastado, acero inoxidable e incluso cuero. Además se pueden fundir otras características externas, como letras y logotipos.

La densidad de la aleación de zinc y su capacidad de rejuntado para ser moldeada muy finamente, permiten al diseñador influenciar la percepción del usuario sobre el peso, el equilibrio, la solidez y de la

inercia. Por ejemplo, la frescura en la mano, una sensación metálica de calidad y otras sensaciones percibidas, son factores valorados por muchos usuarios de fundición de zinc. Por otro lado, los recubrimientos de "sensación de calor" y el sobremoldeo de plástico son también opciones táctiles que el diseñador puede utilizar.

Para un impacto y éxito máximo, es aconsejable que el diseñador consulte al fundidor en una etapa temprana para acordar la mejor manera de diseñar un producto económico y estéticamente atractivo.



La versatilidad conduce a más ahorros

Flexibilidad del proceso: Prácticamente cualquier proceso de fundición se puede utilizar con aleaciones de zinc para satisfacer cualquier cantidad y requisito de calidad. La fundición a presión, de precisión de alto volumen es el proceso de fundición más popular. Las aleaciones de zinc también pueden ser fundidas por gravedad de forma económica para volúmenes más pequeños usando arena, molde permanente, molde de grafito y tecnologías de fundición de yeso.

Fundición a presión

Este es el proceso más eficiente para la fundición a precisión de gran volumen, produciendo las mejores tolerancias y con velocidades de producción rápidas, pero con altos costos iniciales de herramientas. La fundición a presión debe considerarse para componentes que requieren una producción de al menos 10.000 piezas. Todas las tolerancias dependen del tamaño y complejidad de las piezas; sin embargo, son comunes tolerancias de $\pm 0.025\text{mm}$ (0.001"). Las velocidades del ciclo de fundición a presión de cámara caliente varían desde aproximadamente 150 piezas por hora para componentes grandes hasta más de 2000 por hora para los pequeños.

La aleación ZA-8 de arena de zinc tradicional se puede utilizar en una máquina de colada a presión de "cámara caliente", mientras que ZA-12 y ZA-27 deben ser de "cámara fría" - al igual que las aleaciones de aluminio. El proceso de cámara caliente ofrece tiempos de ciclo más rápidos, lo que resulta en menores costos de producción.

Debido a las bajas temperaturas de fusión de las aleaciones de zinc, las matrices para las piezas de zinc duran más tiempo, a menudo 3-4 veces más que las mismas cuando se usan para fundir aleaciones de aluminio.

Moldeo permanente de moldes

ZA-8 y ZA-12 se consideran generalmente para aplicaciones de molde permanentes. La fundición en molde permanente se ha hecho tradicionalmente utilizando moldes de acero o de hierro fundido, pero ahora también se realiza en moldes de grafito. La colada de moldes permanentes compite a menudo con la colada de arena proporcionando tolerancias más estrictas y un acabado superficial más liso, lo que puede reducir las operaciones de mecanizado.

Los moldes permanentes ferreos diseñados para aleaciones de aluminio son generalmente adecuados para la fundición de aleaciones de zinc. Sin embargo, debido a la superior fluidez de fundición de zinc, se pueden fundir secciones más delgadas. Este proceso es adecuado para series de producción media de 500-10.000 piezas. La fundición de molde permanente ferreo tiene gran flexibilidad en términos de tamaño de pieza, con onzas de hasta 100 libras.

La fundición de moldes permanentes de grafito ofrece algunas ventajas distintas sobre las herramientas metálicas. Las tolerancias mejoradas, los inferiores costos de las herramientas y un acabado superficial superior son todos los beneficios del proceso del molde de grafito. Los inconvenientes son el limitado tamaño del componente, la complejidad y la machería.

Moldeo en arena

Todas las aleaciones ZA son adecuadas para colada en arena; sin embargo, ZA-12 es la más popular. La fundición de arena ofrece la mayor flexibilidad de diseño en términos de tamaño, complejidad y cantidad. Los costos de las herramientas son generalmente bajos, facilitando por lo tanto la producción de bajo volumen. Sin embargo, la suavidad de la superficie y las capacidades de tolerancia son limitadas, usualmente requiriendo mecanizado.



La fundición a presión de cinc en cámara caliente ofrece un coste de procesado mínimo.

Ahorro de tiempo de producción

Este proceso combinado con la relativamente baja temperatura de colada necesaria para las aleaciones de zinc permite tasas de producción excepcionalmente altas. Para componentes de zinc de tamaño medio, son comunes de 400 a 1000 inyecciones por hora. Se pueden producir piezas de fundición de zinc extremadamente pequeñas en máquinas especializadas con hasta 3500 inyecciones por hora. En comparación, la velocidad típica de disparo varía para componentes de aluminio, magnesio y plástico de tamaño medio: de 100 a 250, 200 a 300 y 100 a 300, respectivamente.

Ahorro de energía

Para un número igual de piezas de fundición a presión del mismo tamaño, el aluminio utilizará al menos un 50% más de energía que el zinc, mientras que el magnesio necesitará al menos un 15% más de energía que el zinc. Esto se suma a los altos requerimientos de energía necesarios para producir el aluminio y el magnesio.

Colada con acabado casi final (near-net shape casting)

El diseño inteligente del producto y la herramienta, combinados con la exactitud inherente de la aleación del cinc y la excelente superficie excelente, pueden dar lugar a una colada con acabado casi final, y si lo requiriese, apenas el mínimo de etapas de proceso adicionales.

Bajo desgaste de las herramientas

Para grandes volúmenes, el zinc ofrece considerables ahorros de costos porque vida de herramientas suele durar entre 750.000 inyecciones y 2 millones de inyecciones. El aluminio y el magnesio lucharán para alcanzar 250.000 y 500.000 inyecciones respectivamente.

La técnica de cámara caliente de fundición a presión del zinc es la técnica de producción más rentable para componentes 3D debido a su velocidad de producción y el bajo volumen de chatarra producida.

Table I. Mechanical and Physical Properties of Zinc Die Casting Alloys

Alloy	Alloy 3	Alloy 5	Alloy 7	Alloy 2
Other names	Zamak3, ZP0400, ZnAl4	Zamak5, ZP0410, ZnAl4Cu1	Zamak7	Zamak2, ZP0430, ZnAl4Cu3
Mechanical Properties	Die Cast	Die Cast	Die Cast	Die Cast
Ultimate Tensile Strength: (MPa) (1) (5)	315	331	283	397
Yield Strength - 0.2% Offset: (MPa) (1) (5)	276	295	32 (221)	360
Elongation: % in 70mm (1) (2) (5)				
e at UTS	2	3		2
e at rupture	7	3	9	5
Modulus of Elasticity (Young): (GPa) (1)(4)(5)	84	84	84	84
Shear Strength: (MPa)	214	262	214	317
Poison coefficient	0	0	0	0
Hardness: Brinell (1)	97	114	80	130
Impact strength				
IZOD Unnotched 20°C: J/cm ² (A)				
IZOD Notched 20°C: J/cm ²	2	2		
Charpy Unnotched 20°C: J/cm ²	116	131	116	96
Charpy Notched 20°C: J/cm ²	4	5		9
Fatigue Strength Rotary Bend (MPa) (3)				
5x10 ⁸ cycles	48	57	47	59
1x10 ⁷ cycles	81	86		104
Compressive Yield Strength: MPa (6)(7)				
0.1% Offset: MPa				
0.2% Offset: MPa	274	199		257
2% Offset: MPa	373	266		379
Physical Properties				
Density: (g/dm ³) at RT	6660	6760	6600	6800
Melting Range: (°C)	381°-387°	380°-386°	381°-387°	379°-390°
Electrical Conductivity: % IACS	27	27	27	25
Thermal Conductivity: W/m.°C	113	108	113	104
Coefficient of Thermal Expansion (ppm/°C)	27	27	27	27
Specific Heat: (J/kg.°C)				
at 100°C	451	422	451	446
at 20°C	391	398	391	422
Coefficient of friction	0	0		0
Die Shrinkage: mm/mm	.007	.007	.007	.007

(A) Machined sample from bulk ingot

(1) Flat test specimen, thickness 1,5mm; Property measured 8 weeks after casting. Test speed 10mm/minute.

(2) Strain measured with extensometer. L0 =70 for alloy 2, 3, 5, ZA8 and GDSL. L0=50mm for other alloys.

(3) Fatigue test sample diameter = 5,55mm. Fatigue limit determined with staircase method (see REF 12)

(4) Young modulus of elasticity calculated from stress strain graph.

ZA-8			ZA-12			ZA-27			GDSL	Acuzinc5	EZAC	HF alloy	
ZP0810, ZnAl8Cu1			ZP1110, ZnAl11Cu1			ZP2720, ZnAl27Cu2				ZP0350, ZnAl3Cu5			
Sand Cast	Perm Mold	Die Cast	Sand Cast	Perm Mold	Die Cast	Sand Cast	Sand Cast HT1	Die Cast	Die Cast	Die Cast	Die Cast		
263	221-255	386	276-317	310-345	400	400-441	310-324	421	387	407	414	276	
200	206	318	214	269	317	372	255	379	315	337	393	234	
		2							1				
1-2	1-2	3	1-2	1-2	3-4	2-4	6-8	1-2	1	6	1	5	
85	85	82		82			77		84		84	84	
-	241	275	255	-	296	290	228	325	245	280			
		0			0			0				0	
110	85-90	95-110	89-105	89-105	95-115	110-120	90-110	105-125	119	115	140	93	
		42	25		29	47	58	5					
		1											
									162			95	
-	52	103	103	-	117	172	103	145					
		63								139			
199	214		227	234	269	331	255	385					
		233											
		321											
	6300			6000			5000		6560	6850	6600	6600	
	375°-404°			377°-432°			376°-484°			379°	402°-502°	379°-413°	381°-387°
	27			28			29			26	26		27
	144			116			125			112	106		113
	23	27		24			26		27	24		26	
	435			448			534			435			451
										395			391
	0												
		0	.0104	.013	.0075	.013	.013	.008	0	0		0	

(5) Tensile properties in function of temperature, thickness and aging are given in REF_1_2_3. Stress strain graphs are given in REF_1, REF_2 and REF_3

(6) The test specimen is a cylinder of 0.24" diameter and 0.48" height. The cylinders were machined from die cast impact test samples. Test speed: 1,1 MPa/sec. Strain is based on cross-head displacement.

(7) Compressive properties in function of temperature and stress strain graphs are given in REF_4

Table 2. Chemical Specifications and Industry Standards for Zinc Die Casting Alloys

Chemical Specifications ASTM	Alloy 3		Alloy 5		Alloy 7		Alloy 2	
	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting
% by weight (ASTM B240 and B86) ^A								
Al	3.9-4.3	3.7-4.3	3.9-4.3	3.7-4.3	3.9-4.3	3.7-4.3	3.9-4.3	3.7-4.3
Mg	.03-.06	.02-.06	.03-.06	.02-.06	.01-.02	.005-.020	.005-.020	.02-.06
Cu	.10max	.1max	.7-1.1	.7-1.2	.10max	.1max	2.6-2.9	2.6-3.3
Fe (max)	.035	.050	.035	.050	.035	.050	.035	.050
Pb (max)	.004	.005	.004	.005	.003	.003	.004	.005
Cd (max)	.003	.004	.003	.004	.0020	.002	.003	.004
Sn (max)	.0015	.002	.0015	.002	.0010	.001	.0015	.002
Ni (other) 10	-	-	-	-	.005-.020	.005-.020	-	-
Zn	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance

(A) For all notes pertaining chemical specification, please refer to ASTM B240 (ingots) and ASTM B86 (castings). Above listed specification are from version 2013.

Chemical Specifications EN	Alloy 3		Alloy 5		Alloy 7		Alloy 2	
	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting
% by weight (EN1774 and EN12844) ^B								
Al	3.8-4.2	3.7-4.3	3.8-4.2	3.7-4.3			3.8-4.2	3.7-4.3
Mg	.035-.06	.025-.06	.035-.06	.025-.06			.035-.06	.025-.06
Cu	.03max	.1max	.7-1.1	.7-1.2			2.7-3.3	2.7-3.3
Fe (max)	.02	.050	.02	.050			.02	.050
Pb (max)	.003	.005	.003	.005			.003	.005
Cd (max)	.003	.005	.003	.005			.003	.005
Sn (max)	.001	.002	.001	.002			.001	.002
Ni (max)	.001	.02	.001	.02			.001	.02
Si (max)	.02	.03	.02	.03			.02	.03
Zn	Balance	Balance	Balance	Balance			Balance	Balance

(B) For all notes pertaining chemical specification, please refer to EN 1774 (ingots) and EN 12844 (castings). Above listed specification are from version EN 1774 : 1998 and EN 12844 : 1999.

Industry Standards	Alloy 3		Alloy 5		Alloy 7		Alloy 2	
	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting
ASTM -standard	B240-13	B86-13	B240-13	B86-13	B240-13	B86-13	B240-13	B86-13
-designation	AG40A	AG40A	AC41A	AC41A	AG40B	AG40B	AC43A	AC43A
SAE	J468B	J468B	J468B	J468B			Former	
Specification No.	903	903	925	925			921	
EN (Europe)	EN1774	EN12844	EN1774	EN12844	EN1774	EN12844	EN1774	EN12844
Japan	JIS H2201	JIS H5301						
Australia AS 1881	SAA H63	SAA H64						
Canada	CSA HZ3	CSA HZ11						
ISO	ISO 301		ISO 301		ISO 301		ISO 301	
UNS designation	Z33524	Z33525	Z35532	Z35533	Z33526	Z33527	Z35544	Z35545

ZA-8		ZA-12		ZA-27		GDSL	Acuzinc5	EZAC	HF alloy
Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting		Casting	Casting	Casting
8.2-8.8	8.0-8.8	10.8-11.5	10.5-11.5	25.5-28.0	25.0-28.0	6,4-7,0	2.8-3.3	6	4,3-4,7
.020-.030	.01-.03	.020-.030	.01-.03	.012-.020	.010-.020	<.05	0.025-0.05	0	.005-.012
0.9-1.3	.8-1.3	0.5-1.2	0.5-1.2	2.0-2.5	2.0-2.5	3,0-3,5	5.0-6.0	5	.035
.035	.075	.050	.075	.070	.075	.050	0.075	0.075	.03
.005	.006	.005	.006	.005	.006	.005	0.005	0.005	.003
.005	.006	.005	.006	.005	.006	.004	0.004	0.004	.002
.002	.003	.002	.003	.002	.003	.002	0.003	0.003	.001
-	-	-	-	-	-		-	-	
Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance

ZA-8		ZA-12		ZA-27	
Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting
8.2-8.8	8.0-8.8	10.8-11.5	10.5-11.5	25.5-28.0	25.0-28.0
.020-.030	.015-.03	.020-.030	.015-.03	.012-.020	.010-.020
0.9-1.3	.8-1.3	0.5-1.2	0.5-1.2	2.0-2.5	2.0-2.5
.035	.06	.050	.07	.070	.1
.005	.006	.005	.006	.005	.006
.005	.006	.005	.006	.005	.006
.002	.003	.002	.003	.002	.003
-	.02	-	.02	-	.02
.035	.045	.050	.06	.070	.08
Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance

ZA-8		ZA-12		ZA-27		Acuzinc5	EZAC	HF alloy
Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Ingot	Ingot
B240-13	B86-13	B240-13	B86-13	B240-13	B86-13	B892-10		B989
EN1774	EN12844	EN1774	EN12844	EN1774	EN12844			
JIS H2201	JIS H5301	JIS H2201	JIS H5301	JIS H2201	JIS H5301			
SAA H63	SAA H64	SAA H63	SAA H64	SAA H63	SAA H64			
CSA HZ3	CSA HZ11	CSA HZ3	CSA HZ11	CSA HZ3	CSA HZ11			
ISO 301		ISO 301		ISO 301				
Z35637	Z35638	Z35632	Z35633	Z35842	Z35841	Z46541	Z46541	

Table 3. Comparison with Other Materials

Material	UTS	Yield stress	Elongation at break	Young's modulus
	MPa	MPa	%	GPa
Zinc				
ZP3	315	276	7.73	84.3
ZP5	331	295	3.43	84.5
ZP2	397	360	5.99	84.4
ZP8	386.8	318.6	3.41	82.7
Aluminum				
380 (equivalent to EN1706 AC46500)	324	159	3.5	71
356 T6 permanent mold	228 min.	152 min.	3 min.	72.4
Brass				
Free Cutting Brass, UNS 36000	338 - 469	124 - 310	53 max	97
Steel				
AISI 1020, 0.2% Carbon Normalized	440	345	36	200
Magnesium				
AZ91D	230	150	3	44.8
Polymers				
ABS	30 - 65	29.5 - 65	2 - 110	1.8 - 3.2
Nylon PA66	40 - 85.5	40 - 86	4.8 - 300	0.7 - 3.3
PA66 30% glass fiber reinforced	70 - 210	128 - 210	1.9 - 150	3.2 - 11
Polycarbonate	54 - 72	59 - 70	8 - 135	1.6 - 2.4
Polycarbonate 30% glass fiber reinforced	76 - 138	114 - 128	2 - 4	6.9 - 9.7
Polypropylene	19.7 - 80	12 - 43	3 - 887	0.5 - 7.6
Polypropylene 30% glass fiber reinforced	42 - 100	55 - 79	1.5 - 16	4.8 - 8.3
Acetal Copolymer	37 - 66	37 - 69	3 - 250	1.4 - 3.2
Acetal Copolymer 30% glass fiber reinforced	66 - 140	140	1.5 - 7	6.2 - 10
Polyester (Thermoset)	33.5 - 70	70	0.5 - 5	3.1 - 10.6
Polysulfone	70 - 76	69 - 80	10 - 75	2.48 - 2.7
30% glass fiber reinforced	107 - 125	110	1.8 - 1.3	7.58 - 9.9

Creep modulus	Specific gravity	Thermal expansion	Thermal conductivity	Heat capacity	Electrical Conductivity
1000hrs @ 20°C, GPa	kg/dm³	m m/m/oC	W/m-°K	J/g- °C	% IACS
>50					
	6.66	27	113	0.391	27
	6.76	27.2	108.9	0.398	27
	6.8	27.2	104.7	0.422	25
	6.3	27.4	144.7	0.411	27.7
~70					
	2.76	21.1	109	0.963	26.9
	2.68	21.4	151	0.963	39
97					
	8.49	20.5	115	0.377	26
200					
	7.87	12.1	51.9	0.486	10.8
~44					
	1.81	26	72.7	1,047	12.1
<2					
	1.02 - 1.21	65 - 150	0.128 - 0.19	1.96 - 2.13	
<1					
	1.03 - 1.16	65 - 150	0.25 - 0.28	1.6 - 2.75	
<6					
	1.11 - 1.41	17 - 104	0.22 - 0.5	1.2 - 2.35	
<2					
	1.17 - 1.45	32 - 120	0.19 - 0.21	1 - 1.2	
	1.33 - 1.45	22 - 23.4	0.35		
<0.5					
	0.9 - 1.24	25 - 185	0.1 - 0.13	2	
	1.08 - 1.47	32 - 41	0.32 - 0.33		
<1.5					
	1.29 - 1.43	12 - 162			
5.7					
	1.52 - 1.71	25 - 43.2	0.32 - 0.33		
	1.3 - 2.0	135	0.17		
2.3 - 2.5					
	1.24 - 1.25	55 - 100	0.12 - 0.26	1.2	
8.3					
	1.46 - 1.49	21 - 29	0.3		



Recurso Eficiente

La contaminación y los gases de efecto invernadero se minimizan con la fundición a presión de zinc:

- Emisiones insignificantes al aire, tierra y agua.
- Consumo de energía mucho menor que los procesos alternativos de fabricación en masa.
- Cualquier producto 'desechado' del proceso puede ser reciclado.

Las aleaciones de zinc, tal como se definen en las normas internacionales de composición química, se ajustan cómodamente a los requisitos de la legislación sobre el fin del ciclo de vida (End of Life Vehicle, ELV), la restricción de sustancias peligrosas (Restriction of Hazardous Substances, RoHS) y los residuos de equipos eléctricos y electrónicos (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE).

La fundición a presión de zinc son productos de alta calidad y bajo costo que son altamente resilientes a muchas condiciones hostiles. Muestran una considerable corrosión y resistencia al desgaste, lo que resulta en un servicio largo y fiable, frecuentemente medido en décadas, y el ahorro de recursos al no necesitar ser reemplazado con frecuencia.

Existe una infraestructura de reciclaje activa para tratar los restos del proceso del zinc de hoy y el fin del ciclo de vida de los productos de aleación de zinc fundido del mañana. Las piezas moldeadas de zinc pueden marcarse con la marca de reciclado ISO tal como aparece en EN 12844 para un fácil reconocimiento de la aleación y reciclaje futuro.

The information in this publication is general in nature and is not intended for direct application to specific technical or scientific projects. The International Zinc Association suggests that, when planning specific projects, the most current data be obtained from members of the zinc die casting industry.

International Zinc Association: Avenue de Tervueren 168, Brussels, 1150, Belgium

Phone: +32 2 776 0070

Email: contact@zinc.org

Web: www.zinc.org