



Tom Schade
Executive Vice President
International Mold Steel, Inc.
www.imsteel.com



Article Takeaways:

1. How to reduce die surface temperature to reduce porosity, shrinkage and scrap
2. How thermal conductivity affects heat checking resistance

Using High Thermal Conductivity Steel to Reduce Cycle time, Reduce Scrap, and Improve Part Quality

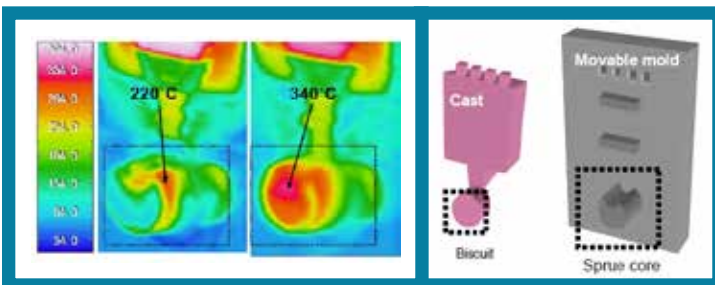
There are many benefits to increasing the cooling rate for an aluminum part in a die cast die. Reducing cycle time is an important cost savings. Improved part quality due to better cast structure of the aluminum, as well as reduced porosity is another. However, there is a limit to how many waterlines, and how close these water lines can be to the molding surface, before gross cracking of the die causes premature die failure in an H13 die. Tungsten alloy components have high thermal conductivity, but their high cost and low mechanical strength limit their practical applications.

Recently, two newly developed high thermal conductivity steels, Toolox44, SSAB Sweden, and DHA Thermo, Daido Steel, Japan have been solving more and more problems for die casters.

By modifying chemistries, in particular lowering Silicon and Chrome, these two producers have come up with high thermal conductivity steels with sufficient mechanical properties to withstand the rigors of a die casting environment.

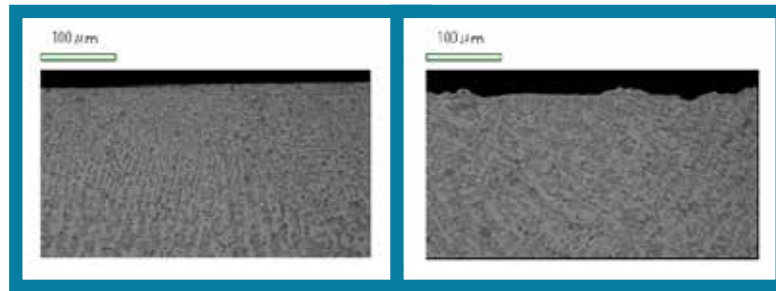
One of the first applications first time users (not yet believers) gravitate to, are shot blocks or sprue bushings. Exploding biscuits are no fun, therefore, decreasing their solidification time can eliminate blow-outs and reduce cycle time.

FIGURE 1



As shown in **Figure 1**, with both biscuits being measured by radiant thermograph after unclamping and just before lubricating, the biscuit off the Thermo sprue core was 120 C cooler in the same time frame. **Figure 2** shows the improved cast structure of the aluminum in the biscuit off the Thermo as a result of the more rapid cooling.

FIGURE 2



A die or insert made from one of the high thermal conductive steels will typically have an in-service surface temperature 50 C-to 90 C cooler than an H13 component with the same cooling. One benefit of the lower die temperature and improved heat transfer is reduced porosity. **Figure 3** shows a typical comparison of the improved part quality due to reduced porosity.

FIGURE 3

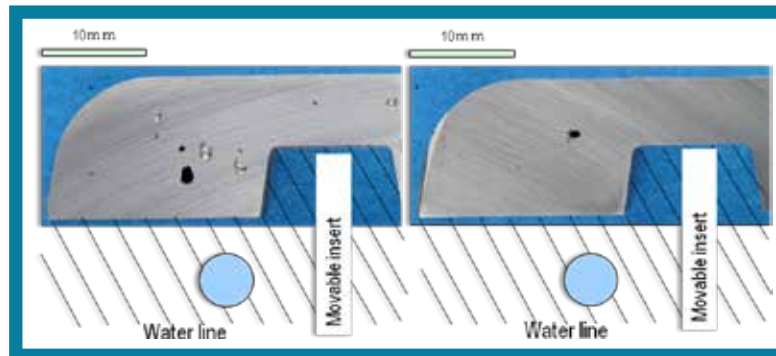


Figure 4 is a piston for an Italian made motor scooter. The dies for these pistons were formerly made of Din 1.2343 ESR (H11). Switching to a high thermal conductivity steel yielded several benefits. First, they were able to shorten the die build time from 4 weeks to 3 weeks due to the elimination of the need to heat treat. Toolox 44 is supplied pre hardened to HRC45. Second, scrap rate due to porosity was substantially reduced. Third, the cast structure and mechanical properties of the piston were improved due to the more rapid solidification. An unanticipated benefit was that heat checking was slower to develop. It was quickly ascertained that this was due to the lower operating temperature of die surface, 50 C to 90 C cooler – there was a reduction of thermal stress.

FIGURE 4



How Thermal Conductivity Affects Heat Checking Resistance

Thermal stress applied on die surface

$$\sigma = C \times E \times a \times \Delta T$$

C : Constant including Poisson ratio

E : Young's modulus

a : Thermal expansion coefficient

ΔT : Temperature difference between surface and inside

HIGHER THERMAL CONDUCTIVITY = reduced ΔT
= reduced σ

Heat checking on moving die components as of 10,000 shots

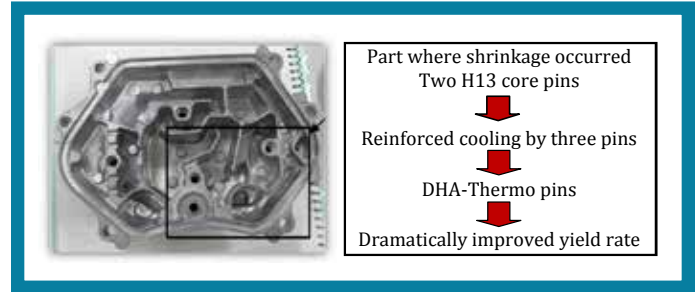
FIGURE 5



Resolving Shrinkage Issues to Improve Yield Rates

Figure 6 is a motorcycle cylinder head cover. The original design called for two cooled core pins in the high lighted area. Insufficient cooling resulted in serious porosity due to shrinkage problem and a high scrap rate. A third H13 cooled core pin was added, but the high scrap rate due to shrinkage persisted. The H13 cooled pins were changed out for Thermo cooled core pins. The scrap rate due to shrinkage went to zero.

FIGURE 6



Soldering is another issue that can be improved by using a high thermal conductivity die material. Soldering is a chemical combination of the aluminum alloy and the iron in the die steel.

Lowering the surface temperature of the die, core pin, or insert that is soldering is one of the ways to improve the situation. Tungsten alloys have proven effective in lowering the surface temperature, but their high cost and low mechanical properties make them a last resort. The new, higher thermal conductive steels offer a new opportunity to reduce soldering issues. Using the same cooling as an H13 core pin or insert in a Toolox 44 or Thermo component will reduce the operating temperature of the surface of the component by 50 C minimum and help reduce instances of soldering.

FIGURE 7



By taking advantage of the high thermal conductivity steels, die casters are reducing scrap loss, improving the quality of the castings, and reducing cycle times.

* Have a question? Go to the [Moderated Die Casting Forum](#). All questions are answered quickly!



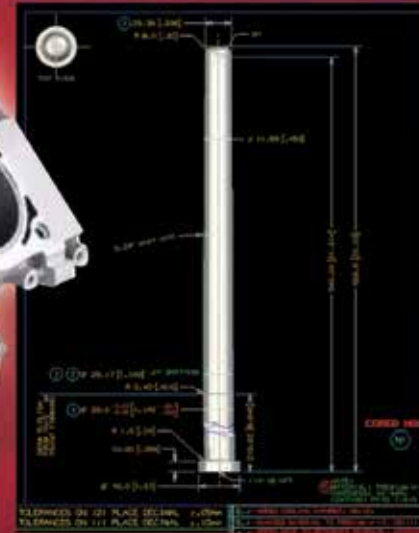
Contact: Tom Schade
tos@imsteel.com

H13 (46-48 HRC) Toolox 44 (45 HRC)

High Thermal Conductivity Tool Steel

Description

Automotive engine block casting



Experience

Original casting was failing to meet required tensile properties in the journal bearing area. Core in the area was changed from H13 to Toolox 44 tool steel.

Due to faster cooling with the Toolox 44 core, tensile properties of casting were enhanced to the extent that minimum specified property levels were met.



NADCA Booth #413



International Mold Steel, Inc.
Toll Free: 1.800.625.6653
Web: www.imsteel.com

TOOLOX[®]
ENGINEERING & TOOL STEEL

**Have a question? Go to the Moderated Die Casting Forum.
All questions are answered quickly!**



Tom Schade
Vicepresidente Ejecutivo
International Mold Steel, Inc.
www.imsteel.com



Puntos sobresalientes del Artículo:

1. Cómo bajar la temperatura superficial para reducir la porosidad, rechupes y el scrap
2. Cómo afecta la conductividad térmica la resistencia a la fatiga térmica

Utilización de la Alta Conductividad Térmica del Acero para Reducir el tiempo de Ciclo, Minimizar Scrap y Mejorar la Calidad de las Piezas

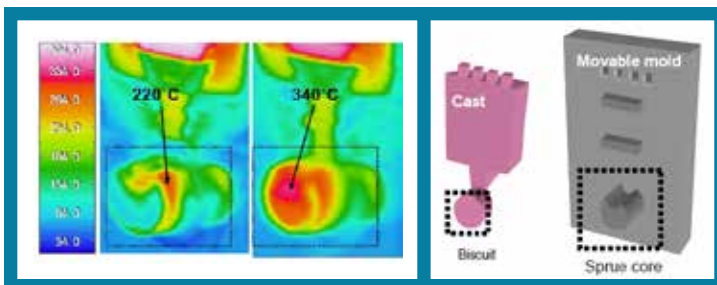
El aumento de la velocidad de enfriamiento tiene muchos beneficios para una pieza de aluminio inyectada. La reducción del tiempo de ciclo ahorra importantes costos. La mejor calidad de pieza debido a la mejor estructura del aluminio solidificado es otra ventaja, así como también la reducción de la porosidad. Sin embargo, hay un límite de circuitos enfriadores y de qué tan cerca de la superficie del molde pueden colocarse, antes de que las grietas causen la falla prematura de una matriz H13. Las aleaciones con Tungsteno en su composición tienen alta conductividad térmica, pero su alto costo y baja resistencia mecánica limitan sus aplicaciones prácticas.

Recientemente, dos recientemente desarrollados aceros de alta conductividad térmica, Toolox44, SSAB Suecia y DHA Thermo, Daido Steel, Japón, han resuelto cada vez más problemas para los inyectores.

Al modificar la composición química, en particular al disminuir Silicio y Cromo, estos dos productores han logrado aceros de alta conductividad térmica con las propiedades mecánicas suficientes para soportar los rigores del ambiente de fundición.

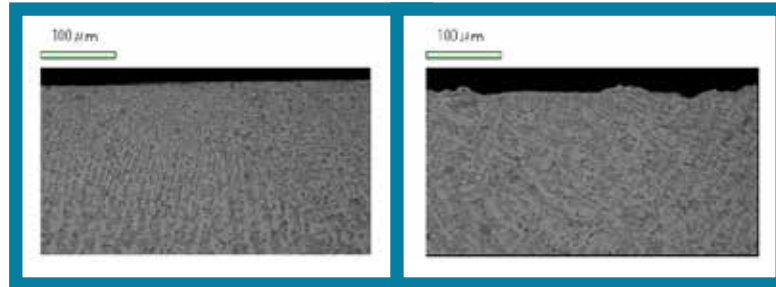
Una de las primeras aplicaciones de quienes lo utilizan por primera vez (aun no creyentes) son los bloques de inyección o en los bebederos de colada. Bizcochos estallando no son ninguna diversión, por lo que disminuir su tiempo de solidificación puede eliminar un reventón y reducir la duración del ciclo.

FIGURA 1



Como se muestra en la **Figura 1**, se miden ambos bizcochos con termógrafo radiante luego de destrabar y justo antes de la lubricación, el bizcocho retirado del corazón del orificio de colada Thermo estaba 120 C más frío en el mismo periodo de tiempo. La **Figura 2** muestra la Estructura mejorada de la pieza colada en aluminio en el bizcocho retirado del Thermo como resultado de un enfriamiento más rápido.

FIGURA 2



Un molde o inserto fabricado de uno de los aceros de alta conductividad térmica tendrá una temperatura en la interfaz típicamente de 50 C a 90 C más frío que un componente de H13 con el mismo enfriamiento. Un beneficio de la menor temperatura y mejorada transferencia de calor es la reducción de la porosidad. La **Figura 3** muestra una comparación típica de la calidad mejorada de la pieza debido a la reducción de la porosidad.

FIGURA 3

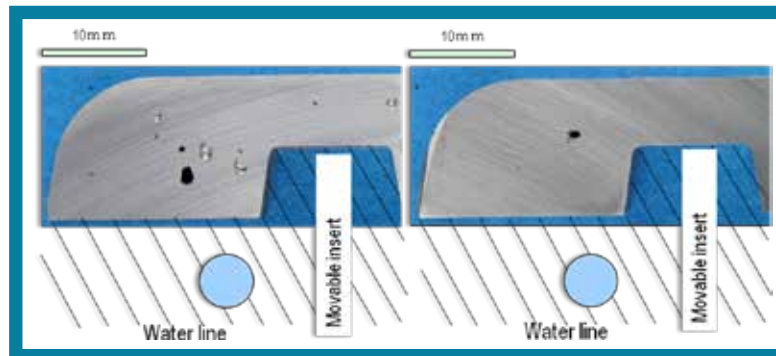


Figura 4 es un pistón para el motor de un scooter italiano. Los moldes para estos pistones se fabricaban anteriormente de Din 1.2343 ESR (H11) su intercambio por un acero de alta conductividad entregó varios beneficios. Primero, acortaron el tiempo de fabricación del molde de 4 a 3 semanas debido a la eliminación del tratamiento térmico para endurecimiento. Toolox 44 se suministra pre endurecido a HRC45. Segundo, se redujo sustancialmente la tasa de scrap por porosidad. Tercero, se mejoraron las propiedades mecánicas y estructurales del pistón debido a la más rápida solidificación. Un beneficio no anticipado fue que las grietas debido a fatiga térmica en el molde tardaron mucho más en aparecer. Rápidamente se comprendió que esto fue debido a la menor temperatura de la superficie del molde, de 50 C a 90 C menos – hubo una reducción del estrés térmico.

FIGURA 4



Cómo Afecta la Conductividad Térmica a las Grietas Superficiales por Fatiga Térmica

Estrés térmico aplicado en la superficie del molde

$$\sigma = C \times E \times a \times \Delta T$$

C : Constante que incluye coeficiente de Poisson

E : módulo de Young

a : Coeficiente de expansión térmica

ΔT : Diferencia de Temperatura entre la superficie y el interior

MAYOR CONDUCTIVIDAD TERMICA = menor ΔT
= menor σ

FIGURA 5

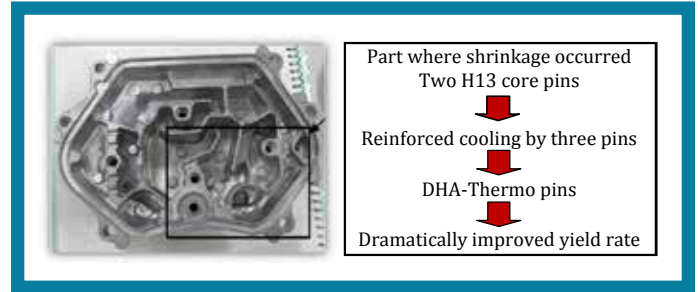


Grietas por Fatiga Térmica en componentes móviles del Molde luego de 10,000 Inyecciones Solucionar la Contracción para Mejorar el Rendimiento

Figura 6 es una cabeza de cilindro de motocicleta. El diseño original precisaba dos pins refrigerados de sujeción del corazón (o noyo) en el área resaltada. Un enfriamiento insuficiente resultaba en una porosidad severa debido a la contracción y una alta tasa de scrap. Se agregó un tercer pin de H13 refrigerado, pero la alta tasa de scrap/rechazos debido a rechupes/contracción persistió. Los pins refrigerados de H13 se cambiaron por pins refrigerados de Thermo. La cantidad de piezas rechazadas/scrap por rechupes bajó a cero.

El pegado de la pieza sobre el molde (Soldering) es otro inconveniente que puede mejorarse utilizando un material de alta conductividad térmica. Soldering es la combinación química de la aleación de aluminio y el hierro en el acero del molde.

FIGURA 6



Aluminio fundido se combina con la superficie del molde que se descascara y erosiona.

Disminuir la temperatura superficial del molde, pin de sujeción o inserto que se pega (soldering) es una de las maneras de resolver la

FIGURA 7



situación. Las aleaciones de Tungsteno resultaron efectivas bajando la temperatura superficial, pero su alto costo y pobres propiedades mecánicas lo convierten en el último recurso. Los nuevos aceros de mayor conductividad térmica ofrecen una nueva oportunidad para reducir los inconvenientes de soldering. Utilizar el mismo enfriamiento que un pin o inserto de H13 en un componente Toolox 44 o Thermo reducirá la temperatura superficial operativa del componente en al menos 50°C y ayudará a minimizar la combinación química del aluminio con el molde.

Al aprovechar las ventajas de los aceros de alta conductividad térmica, los inyectores disminuyen los rechazos, mejoran la calidad de las piezas y reducen los tiempos de ciclo.

¿Tiene preguntas?

Viste el Foro con moderador de Inyección.

¡Se responden todas las preguntas con rapidez!



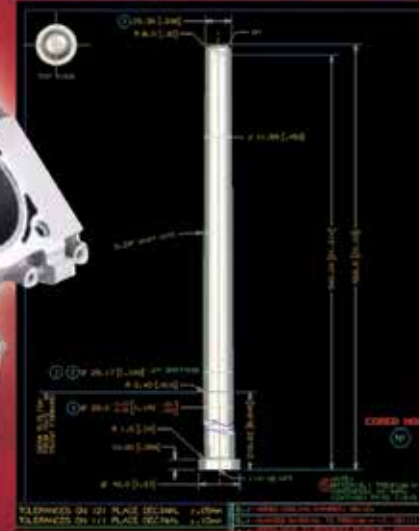
Contact: Tom Schade
tos@imsteel.com

H13 (46-48 HRC) Toolox 44 (45 HRC)

Acero de Herramientas de Alta Conductividad Térmica

Descripción

Autoparte Fundida Block de Motor

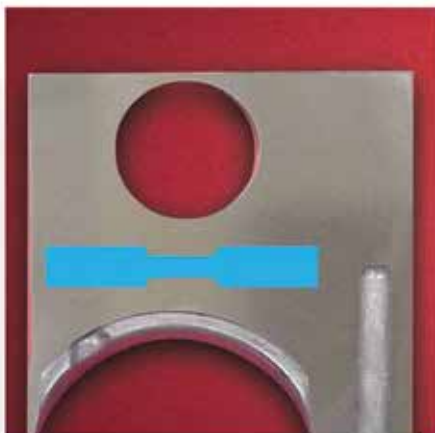


Experiencia

La pieza fundida original fallaba al no alcanzar los requerimientos de propiedades tensoras en la región de la chumacera.

Se cambió el corazón de acero H13 a acero de herramientas Toolox 44.

Debido al enfriamiento acelerado con el corazón de Toolox 44, se mejoraron las propiedades tensoras de la pieza de manera que cumplió con los niveles mínimos especificados.



NADCA Booth #413



International Mold Steel, Inc.
Toll Free: 1.800.625.6653
Web: www.imsteel.com

TOOLOX[®]
ENGINEERING & TOOL STEEL