



EXACTHERM®. LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LAS PIEZAS A TRAVÉS DE FORMAS AISLANTES ESPECÍFICAS Y AVANZADAS TÉCNICAS DE SIMULACIÓN (PATENTADO)

Por Jaime PRAT, Antton MELÉNDEZ*** & Alberto SEOANE**, Eva ANGLADA***, Andrew BEESON*, Mitxel ARRIETA*, Jon GALAZ *, Asier JORGE** & Teresa VICARIO****

IBERIA ASHLAND, Spain, **BETSAIDE S.A.L., Spain, *INASMET-TECNALIA, Spain.*

SUMARIO

IBERIA ASHLAND e INASMET TECNALIA, implementan con BETSAIDE S.A.L. una solución innovadora para la sanidad de piezas de altos requerimientos de calidad y de geometría difícil, utilizando su último desarrollo en material para manguitos aislantes de óptimo rendimiento (EXACTHERM®). Este estudio nos muestra cómo se pueden conseguir mejoras de características en las piezas fundidas eliminando defectos causados por deformaciones de grafito o rechupes, mediante el uso de manguitos adaptados (Machos-manguito), fabricados con materiales aislantes avanzados. Previamente, utilizando las últimas técnicas de simulación (cálculo inverso), se testearon diversas variantes de estos productos aislantes, lo que permitió obtener y comparar resultados ahorrando el costo en piezas de las iteraciones que habrían sido necesarias en la planta.

INTRODUCCION

Ya anteriormente, el Grupo ASHLAND, a través de Casting Solutions puso en el mercado de la fundición una solución para el ahorro y optimización en los sistemas de alimentación de las piezas fundidas, a través de sus mazarotas precisas EXACTCAST®. Una solución que promovía una doble función (macho y manguito) en los machos tradicionales y que se puede aplicar cuando la pieza es adecuada. Esta solución, buena en sí misma, es ventajosa en aquellas zonas a las que el caldo llega con problemas de temperatura y cuyo acceso es difícil desde una mazarota o manguito convencionales, es decir, normalmente desde el exterior.

La nueva solución que se aquí se presenta viene a cubrir los casos en los que siendo beneficioso el uso del ma-

cho-manguito, lo que se busque también sea eliminar por completo, por muy baja que sea, la acumulación en el circuito de arena de productos procedentes de los materiales exotérmicos convencionales, evitando así cualquier reacción molde metal con los citados productos que pudiera alterar la microestructura en las zonas de las piezas en contacto con ellos. Se trata de la expresión más eficaz de los manguitos aislantes de alto rendimiento, denominados comercialmente EXACTHERM®.

Ambas soluciones son sencillas de aplicar en la práctica y pueden ser simuladas previamente mediante el uso del catálogo electrónico que ASHLAND dispuso en el mercado como culminación de anteriores proyectos de desarrollo e investigación en los que en compañía de INASMET-TECNALIA y en las instalaciones de este Centro (Planta Piloto de Irún), caracterizó termofísicamente estos productos desde el punto de vista virtual, para asegurar un uso posterior más preciso en simulación.

A través de IBERIA ASHLAND, el grupo ASHLAND ha establecido una alianza con INASMET-TECNALIA, Centro de Desarrollo especializado en Materiales, con una actividad específica de Fundición desde su creación, hace más de 40 años, lo que le permite apoyarse en acciones de carácter multidisciplinar y aprovecharse de las sinergias de una Corporación Tecnológica, TECNALIA, con un potencial de más de 1.100 investigadores en su seno.

EXPERIMENTAL

Como decíamos en el epígrafe anterior, la alternativa EXACTHERM® cobra relevancia y es el método definitivo para resolver el diseño de numerosas piezas en las oficinas técnicas de las fundiciones. Este producto viene

a cubrir la necesidad de alimentar zonas exteriormente inaccesibles de las piezas y, por tanto, de la mayoría de las mazarotas convencionales, o la de asegurar una microestructura sin alteraciones localizadas en las zonas próximas a estos materiales, debidas a productos contaminantes, como pueden ser todos los derivados de los procesos de exotermia o encendido de los manguitos exotérmicos convencionales (flúor, etc).

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se eligieron una serie previa de piezas atendiendo a los siguientes objetivos:

- Geometría compleja.
- Existencia de un macho más o menos central desde el que se pudiera alimentar a diversas zonas de la pieza simultáneamente.
- Necesidad de varias mazarotas.
- Posibilidad de utilizar un manguito no exotérmico.
- Selección de la pieza piloto (Fig. 1).



Figura 1.

SINGULARIDAD DE LA PIEZA SELECCIONADA

En este caso es importante decir que además de la geometría compleja de esta pieza, tiene la dificultad adicional de haber sido traspasada desde el sistema de moldeo horizontal, adecuado para ese tipo de pieza, al moldeo vertical de una DISAMATIC. Esta cuestión supone problemas añadidos para llegar a alimentar las zonas críticas.

METODOLOGIA UTILIZADA EN EL PROYECTO

Los pasos dados han sido los siguientes:

1. Simulación y análisis de las zonas problemáticas de la pieza en su estado inicial. Inicialmente la pieza lleva 5 mazarotas convencionales, tal como se puede ver en Fig.2. En esta etapa la utilización conjunta de ProCAST (ESI Group) por parte de INASMET-TECNALIA, Centro de R&D, y MAGMA (MAGMA GmbH) por parte de FUNDICIONES BETSAIDE S.A.L. permitió demostrar una vez más la ventaja del uso del catálogo electrónico de ASHLAND y su validez en cualquier sistema de cálculo numérico utilizado. El uso de estas dos herramientas de forma simultánea ha supuesto, por una parte para el centro de R&D, seguridad en los datos disponibles y para el caso de la fundición, confianza por el uso de su herramienta habitual. Asimismo, la simulación de partida ayudó a la calibración, de forma conservadora, de las herramientas antes citadas a través de una pieza bien conocida, para su posterior y necesario uso en la simulación previa de las propuestas de mejora y cumplió la función de actualización de la información técnica entre los distintos miembros del equipo del proyecto, de manera que todos pudimos actualizar al mismo nivel dicha información.
2. Cálculos y estudio de las posibles soluciones EXACT-HERM® atendiendo a los objetivos antes citados. En esta 2ª etapa se utilizaron todos los datos obtenidos por INASMET-TECNALIA en la caracterización de los

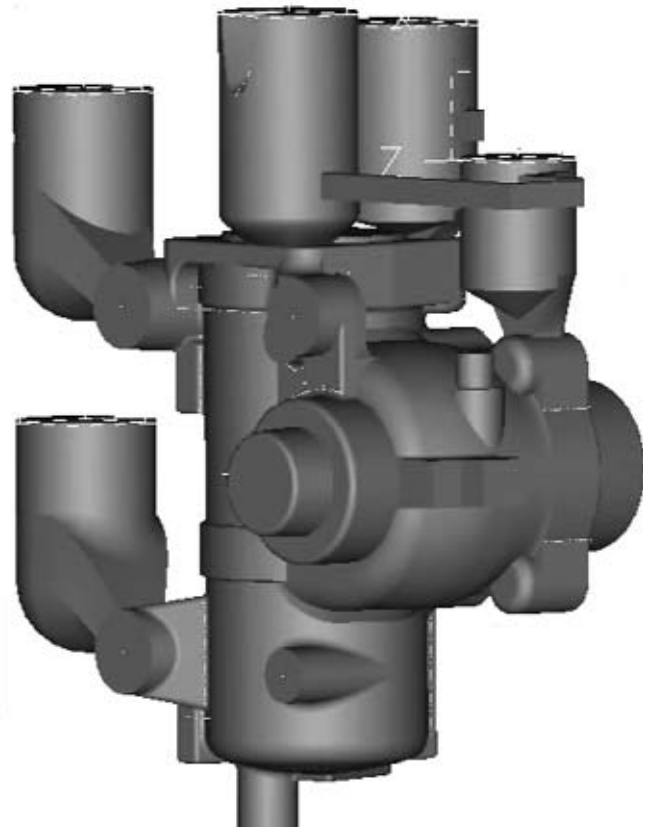


Figura 2.

manguitos aislantes, para los que se utilizó el Módulo de Cálculo Inverso de ProCAST (ESI Group). De entre ellos destacaremos la equivalencia ‘módulo térmico vs. módulo geométrico’ calculada y aplicada para optimizar el peso de la nueva mazarota insertada en el macho y el tamaño de los cuellos de alimentación de cada una de las zonas a alimentar. La solución finalmente adoptada sustituye a 4 de las 5 mazarotas por una única central, reduciendo drásticamente el peso dedicado a alimentación. La 5ª mazarota está fuera del área de influencia del macho-manguito por lo que no puede ser sustituida y queda como estaba. Ver Fig. 3 con el prototipo del Proyecto y la solución elegida.

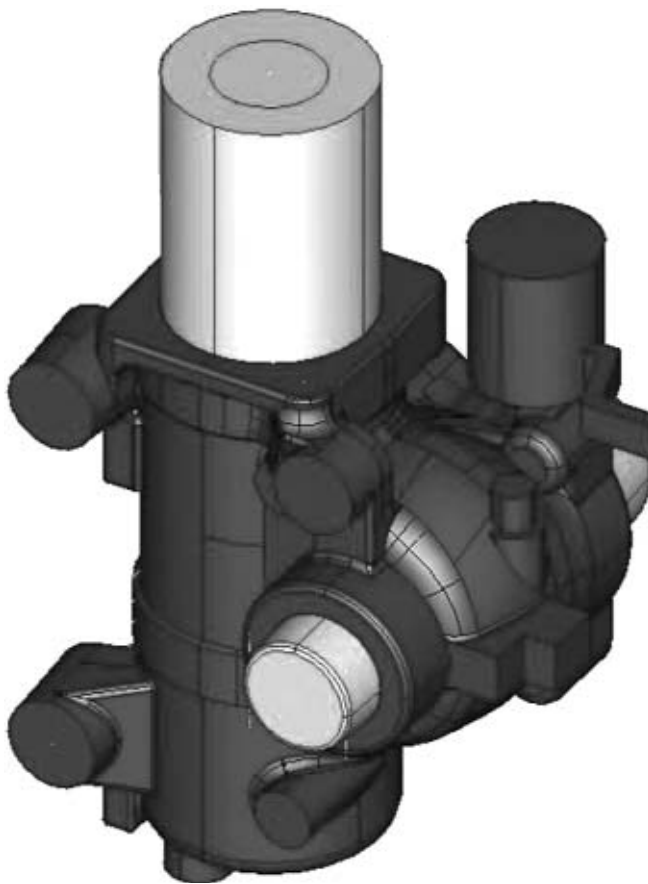


Figura 3.

3. Nueva simulación de las propuestas y ajustes para obtener un prototipo provisional industrializable. Ver en Fig. 4 la solución y los resultados de la simulación.
4. Construcción de los utillajes del prototipo (Fig. 5). Se generaron unos utillajes provisionales que permitieran fabricar y modificar el macho-manguito de una forma rápida y con un coste ajustado, pero geométricamente idéntico al existente.
5. Fabricación de los machos-manguito (Fig. 6 y 7) con el sistema EXACTHERM®. Se fabricaron 15 unidades con las que fue posible resolver todos los problemas que surgieron en la puesta a punto, tanto del utillaje utilizado como del material. De todas ellas se eligieron 8 para las pruebas en planta.

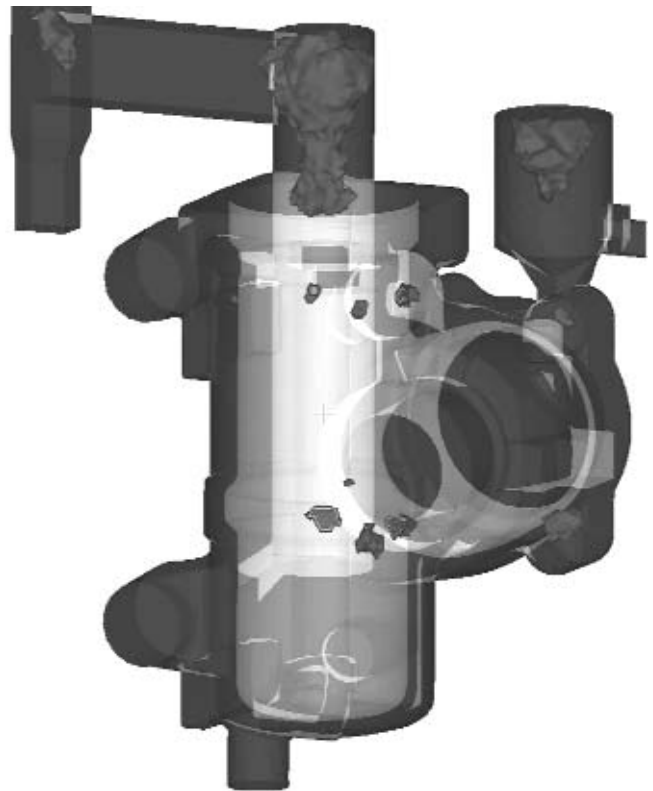


Figura 4.



Figura 5.

6. Pruebas en planta (en la propia fundición). Se llevaron a cabo en FUNDICIONES BETSAIDE S.A.L. con los mismos medios y materiales que las piezas habituales de serie y se colaron 6 piezas con los nuevos machos-manguito EXACTHERM®. Ver Fig. 8 (detalle del macho-manguito en el coloca-machos de la DISAMATIC), Fig. 9 (el macho-manguito en uno de los moldes fundidos) y Fig. 10 (el conjunto fundido).

7. Comprobación de los resultados. Una parte de las piezas (4) y la pieza de partida (1) fueron cortadas con tronzadora metalográfica ver, Fig. 11, por todas aquellas



Figura 6.

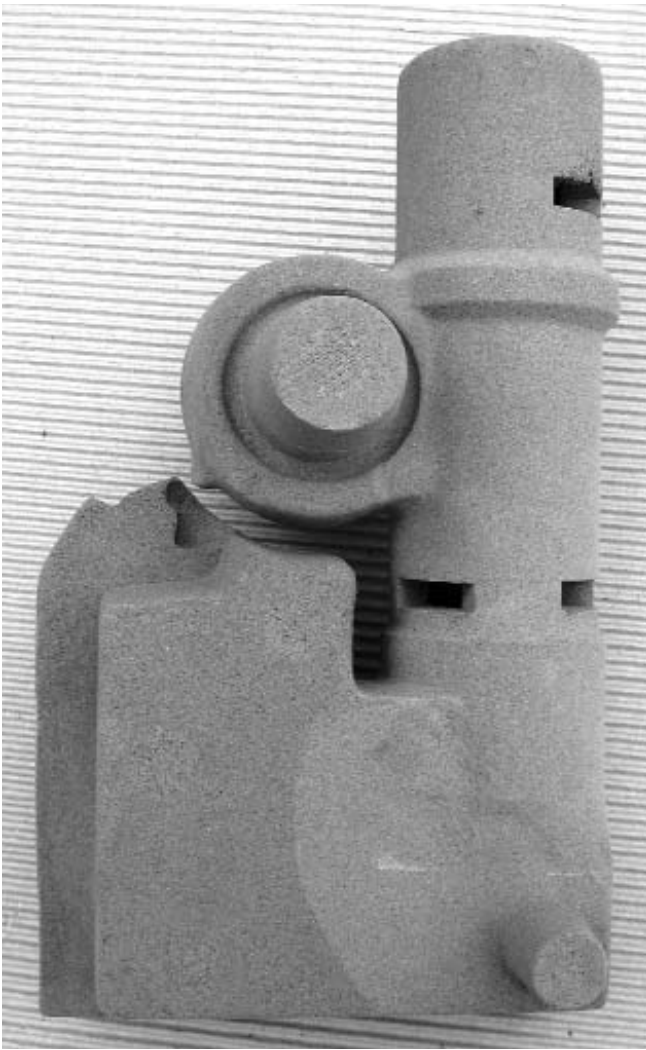


Figura 7.



Figura 8.

zonas determinadas como problemáticas en las simulaciones realizadas y examinadas por personal técnico del equipo ejecutor del proyecto. Se compararon con una pieza de serie fabricada con el método y utillajes previos al proyecto. Posteriormente se han llevado a cabo radiografías del resto (2) de piezas fabricadas en la preserie del proyecto.



Figura 9.

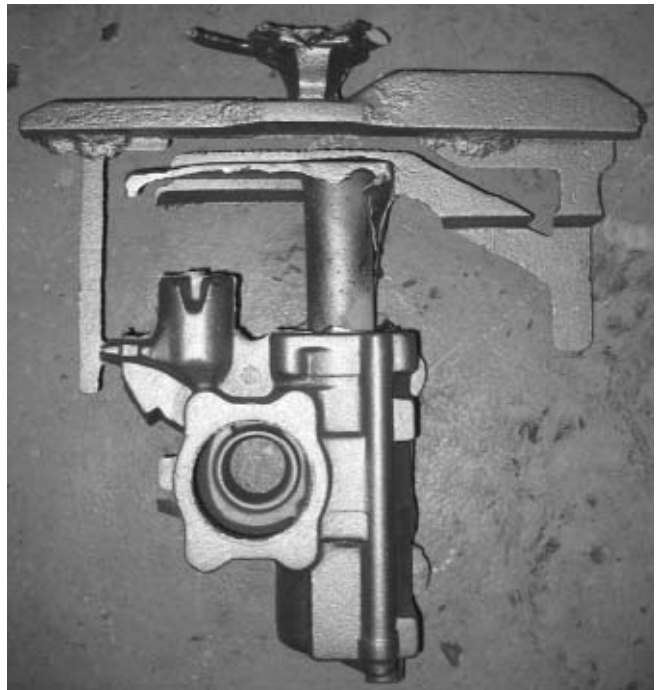


Figura 10.

RESULTADOS

Los resultados del proyecto han sido un completo éxito y como se indica en el epígrafe anterior, mediante cortes precisos en las zonas identificadas por los programas de simulación como zonas de riesgo, fueron analizadas tanto la pieza de partida fabricada con el sistema que hasta ahora se venía utilizando, como las piezas prototipo fabricadas con los nuevos machos-manguito. En figuras posteriores se pueden observar imágenes de los



Figura 11.

cortes efectuados y de los resultados comparativos entre ambos casos. Ver Fig.12 (predicción por el simulador de BETSAIDE S.A.L. de uno de los posibles defectos), 13 (cortes en la pieza de partida y prototipo, izquierda y derecha respectivamente) y 14 (eliminación del rechupe en el prototipo).

Los simuladores, como se decía en los epígrafes iniciales fueron conservadores en sus predicciones, ya que en ambos casos, tanto en la pieza de partida como en las piezas del proyecto, los defectos de rechupe aparecidos fueron en número muy inferiores a los predichos. No obstante, uno de ellos, aparecido en una de las zonas de mayor riesgo sí fue lo suficientemente visible (ver Fig. 13

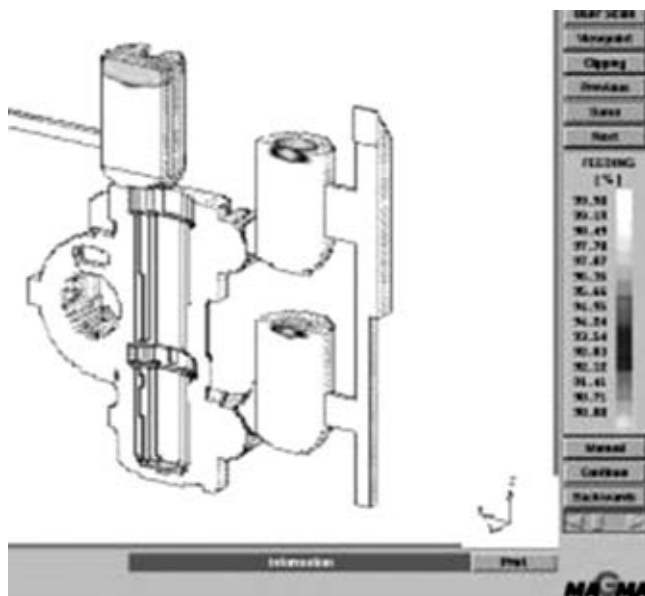


Figura 12.

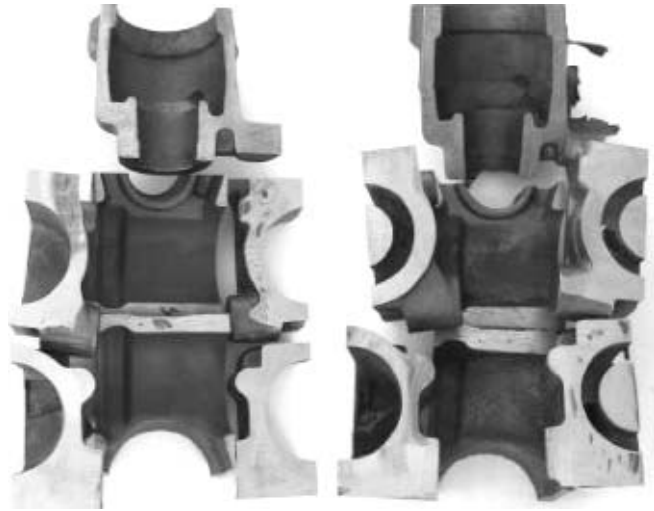


Figura 13.

a la izquierda marcado con un círculo rojo) y ha sido utilizado como elemento de comparación de los óptimos resultados obtenidos (ver Fig. 14).



Figura 14.

Además de lo anterior, hemos de decir que el peso de las mazarotas en la alternativa analizada es aproximadamente la mitad que el peso de las mazarotas de la pieza de partida, con el consiguiente ahorro en peso y la mejora de rendimiento industrial de la pieza con esta solución.

DISCUSION

El resultado del proyecto no puede ser más prometedor, ya que el defecto más llamativo o más perceptible en las fotografías que se presentan ha quedado eliminado por completo, como puede observarse en la Fig. 14.

Además de ello es muy importante añadir que se pueden valorar otros no menos interesantes beneficios adicionales como los siguientes:

- Disminución a menos de la mitad en el peso del macho (la densidad aparente de la arena es 1,45 Kg/dm³)

frente a 0,6 Kg/dm³ del EXACTHERM® del macho-manguito). Esto supone una nueva compensación en costo industrial de la solución adoptada.

- Se puede disminuir el tamaño del macho lo que permitiría colocar 2 piezas por molde en vez de la única que hay actualmente. Véase la Fig. 15, comparativa del macho en ambas situaciones y donde se aprecia la eliminación de las mazarotas así como la gran cantidad de material aislante que se puede ahorrar con el consiguiente espacio que se obtendría en el molde para la citada 2ª pieza. En este caso la compensación económica que conllevaría el ahorro de caldo y el destino de éste a una nueva pieza, de llevarse a cabo, justificaría por completo la inversión en el nuevo utillaje para el nuevo proceso de fabricación. Ver también Fig. 9.

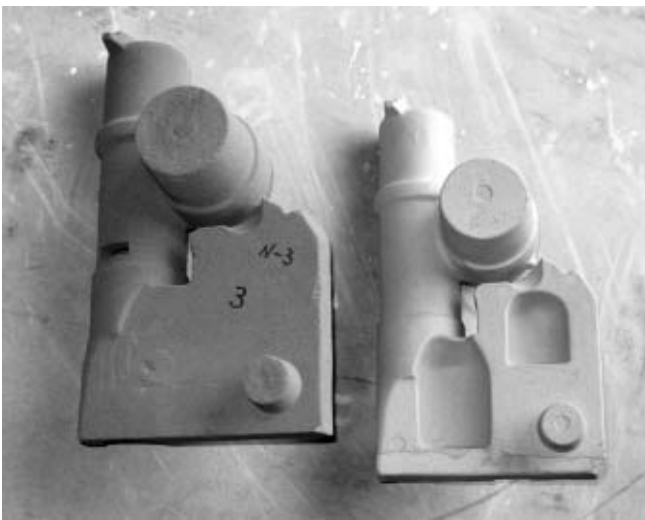


Figura 15.

- No hay reacción molde-metal alguna al tratarse de un material que es mezcla de arena de sílice de fundición con silicato de alúmina, lo cual resulta absolutamente inerte.
- El sistema de aglomeración es común y está contrastado (sistema de 'caja fría' Isocure de ASHLAND).
- Soporta tolerancias estrictas en cuanto a geometría como cualquier macho fabricado en caja fría, exactamente igual que EXACTCAST®.
- Y de la misma manera también, los restos de silicato de alúmina que quedan en el circuito de arenas, no solo no perjudican a éste, sino que desde el punto de vista de evitar el defecto del 'veining' son beneficiosos.
- Teniendo en cuenta el carácter altamente refractario del EXACTHERM® los machos del prototipo no fueron pintados (ver Fig. 15 izquierda) obteniéndose una calidad de piel en el interior comparable con uno convencional y pintado (ver Fig.16).

CONCLUSIONES

Se han obtenido unos muy buenos resultados, incluso mejores de los esperados en los simuladores, ya que aun-

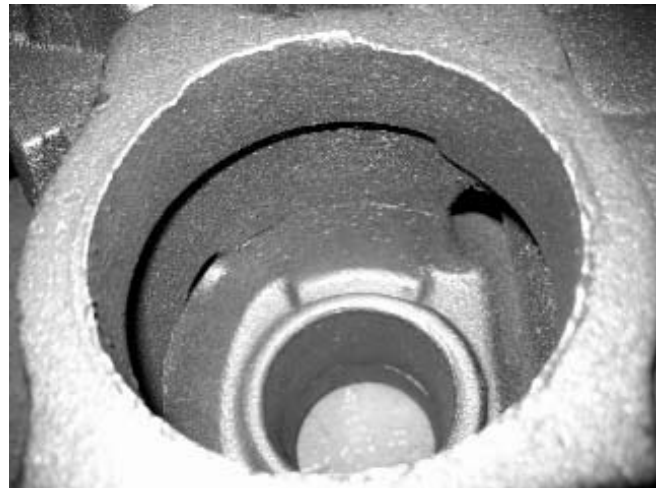


Figura 16.

que solo el material aislante estaba caracterizado, es lo suficientemente preciso como para predecir con seguridad suficiente resultados comparables en términos relativos. Esto ahonda en la necesidad de seguir con esta estrategia de caracterización para uso virtual y preciso de tantos materiales como sea posible, de la misma manera que se ha hecho y se sigue haciendo en la realidad física. Esto nos anima a seguir en ello y en esta línea hemos apostado y seguiremos apostando en el futuro.

Como resumen final, los ahorros reales y posibles derivados de la solución experimentada en el Proyecto son los que se muestran a continuación:

- Mayor calidad de las piezas.
- Menor peso del macho.
- Menor espacio ocupado por el macho.
- Posibilidad de moldear 2 piezas en vez de una.
- Eliminación del proceso de pintura y secado de la misma en los nuevos machos.
- Eliminación del 'veining' sin otros aditivos.
- Nula reacción molde-metal desapareciendo alteraciones de la microestructura de la piel en contacto con el macho-manguito.

Como muestra el resultado de este proyecto, INASMET-TECNALIA dispone en sus instalaciones (planta piloto propia) de un método sencillo, ajustado en precio, contrastado y fiable, para la 'caracterización a medida' de parámetros para posterior uso virtual de cualquier material de fundición, bien sea metal, molde o materiales y productos auxiliares, como manguitos, pinturas, enfriadores (actualmente inmersos en un proyecto de caracterización de estos últimos), etc.

El trabajo conjunto en proyectos como el que se presenta, entre ASHLAND ('Casting solutions') con la Unidad de Fundición de INASMET-TECNALIA y las fundiciones del sector, como BETSAIDE S.A.L., es a día de hoy el siguiente paso en la técnica de la simulación numérica en Fundición.

REFERENTES

1. Patent: EXACTCAST nº 9601607 (ASHLAND).
2. Patent: EXACTHERM nº (ASHLAND).
3. Prat J, Molding sand for making casting molds and cores, Patent RU2202437. 2003-04-20.
4. Patent: ES 2167204 A1 (FAGOR-EDERLAN) Fagor S. Coop. (ES), Mould for foundry work has thermal characteristics allowing the omission of an insulating and/or exothermic sleeve, Patent ES 216204, 2002-05-01.
5. Aufderheide R, Showman R, Close J, Zins J, Eliminating Fish-Eye Defects In Ductile Castings, AFS Transactions, Paper 02-047, 11 pages.
6. Aufderheide R, Showman R, & Twardowska, New Developments in Riser Sleeve Technology, AFS Transactions, 1998, pp 395-400.
7. Showman R., Lute C, Aufderheide R, Exothermic Riser Sleeves Can Cause Flake Graphite In Ductile Iron, AFS Transactions, Paper 01-086, 6 pages.
8. Aufderheide R, Showman R, A Process for Thin-Wall Sand Castings, AFS Transactions, Paper 03-145, 12 pages.
9. INASMET Foundation, article on Inverse Calculation methodology (PAM-TALK N° 24, ESI Group, 2003, http://www.esi-group.com/Corporate/pam-talk/Pamtalk_24.pdf).
10. Prat J, Meléndez A, New Casting Solutions: Numerically simulated EXACTCAST® core-sleeves eliminate critical problems with automobile high-security components (Patented), 66th World Foundry Congress, Istanbul, Turkey, 6-9 Sept, 2004, pp 45-57, pub Toksad: The Foundrymen's Association of Turkey, 2004.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos desde aquí mostrar nuestro profundo agradecimiento por las facilidades recibidas para la culminación de este Proyecto al personal y a las empresas AUX-MAK por la fabricación de los machos-manguito prototipo y a MODELOS LEBAITI, por la fabricación del utillaje para la obtención de los mismos. Asimismo, a Iker SAGARDUY y a Pedro GACETABEITIA (FUNDICIONES BETSAIDE S.A.L.) y a Ion HIDALGO (INASMET-TECNALIA) por su importante colaboración en diversas fases del proyecto.

Servicio Lector 00 ■