

“Aluminium High Pressure Die Casting Seminar”

Instituto de Fundición TABIRA

La jornada técnica “Claves de competitividad para la industria del aluminio inyectado” ha reunido a un total de 89 profesionales provenientes de 42 empresas en las instalaciones del Centro de Investigación Metalúrgica Azterlan-IK4, durante la sesión de trabajo celebrada el pasado 13 de noviembre de 2012.



El seminario ha contado con una destacada participación de técnicos de empresas

A lo largo del seminario se han presentado algunas de las claves más destacadas de la tecnología de inyección de aluminio, dando a conocer las características metalúrgicas de las aleaciones de Al empleadas en alta presión, analizando los principales defectos en pieza, detallando los principales mecanismos de fallo de los moldes de inyección, compartiendo criterios para la selección y optimización de los aceros, presentando nuevos avances en materiales lubricantes, así como en la gestión térmica del molde mediante herramientas de control termográfico, e introduciendo nuevos desarrollos de aleaciones con aplicaciones para la industria automotriz.

El seminario se ha enmarcado en los actos de la XVIII Semana Europea de la Calidad y la Excelencia y ha contado con la destacada colaboración de reconocidos especialistas nacionales e internacionales de las empresas UDDEHOLMS AB, MOTULTECH-BARALDI, ATM2000 y GFC, que junto con técnicos del Centro Tecnológico AZTERLAN-IK4, han compartido sus conocimientos, experiencias e investigaciones con técnicos y profesionales de fundiciones de aluminio, empresas diseñadoras y constructoras de moldes, suministradores de materias primas y equipos, empresas de tratamiento térmico, compañías de recubrimientos y constructores de automóviles, ... entre otros.

Tras una breve introducción a la jornada a cargo del secretario general del Instituto de Fundición Tabira, Sr. Xabier González, quien ha agradecido la presencia y participación de tan extraordinario plantel de conferenciantes y ha reseñado la relevancia e interés de los temas a tratar, el Sr. Emili Barbarias, director comercial de UDDEHOLM en España, ha destacado el planteamiento técnico de la jornada y ha compartido una reflexión inicial sobre la importancia de un análisis global de costes en el complejo proceso de inyección (el iceberg de los costes, que muestra una parte importante de costes ocultos, a veces no considerados adecuadamente), en el que los moldes juegan un papel determinante.

Principales defectos en componentes de Al

La primera conferencia ha corrido a cargo de los técnicos Sr. Asier Bakedano y Sra. Ana Fernández, responsables de Aluminio del Dpto. de Ingeniería, I+D y Procesos Metalúrgicos de AZTERLAN-IK4, que han pormenorizado su intervención en la caracterización y análisis de los principales defectos en inyección de Aluminio, desgranando su origen y aportando soluciones innovadoras de proceso para cada uno de ellos.

Tras una breve introducción a las principales características de la inyección de aluminio, que *“cuenta con una alta productividad a bajo coste, frente a otros procesos de fabricación de piezas de aluminio, permite fabricar componentes de geometrías complejas con espesores finos, dispone de una menor criticidad del defecto, una porosidad intrínseca, propiedades mecánicas limitadas frente a otros materiales y requerimientos de estanqueidad en muchas de sus aplicaciones”*, el Sr. Asier Bakedano dedicó el resto de su presentación a detallar los principales defectos asociados al proceso de inyección.

Partiendo de una clasificación inicial en tres grandes bloques: defectos internos, superficiales y dimensionales, el Sr. Bakedano ha hecho un extenso análisis de cada una de las posibles incidencias, explicando en detalle el defecto, su origen y las posibles vías de trabajo para su resolución (acciones preventivas y correctivas).

Dentro de los defectos internos se ha mencionado la porosidad por atrapes de aire o gas (contenido de hidrógeno o contracción), la presencia de óxidos e inclusiones no metálicas, inclusiones metálicas y segregaciones, juntas y gotas frías, cold flakes y la inadecuada unión de insertos con el aluminio en materiales combinados.



Sr. Asier Bakedano
AZTERLAN-IK4

En referencia a los defectos superficiales tratados, figuran entre otros la porosidad – gas, contracción y hundimientos-, las juntas y gotas frías, las grietas en caliente y en frío (originadas durante y después de la solidificación), adherencias, arrastres y agarres, fatiga térmica del molde, erosión y cavitación, marcas de expulsos y ampollas (porosidad de gas cercana a la superficie).

Por último, los defectos dimensionales tratados incluyen las deformaciones o distorsiones en pieza y la rebaba (fruto de altas temperaturas del metal, de un ajuste y presión de cierre de molde incorrecto, de un desgaste del molde o de que el retardo de la tercera fase o la contrapresión programada no es correcta).

Mecanismos de fallo en los moldes de inyección

Tras una breve pausa café, el Sr. Jerker Andersson, Business Development of Hot Work Die Steels de UDDEHOMS AB (Suecia), apoyado por el Sr. Emili Barbarias (director comercial de UDDEHOM España), ha realizado una brillante exposición orientada al análisis de los principales mecanismos de fallo en los moldes de fundición inyectada.

Del conjunto de parámetros que influyen en la vida del molde (diseño, características de fabricación, materiales empleados, tratamiento térmico, tratamiento superficial, equipo inyector y características del proceso de fundición, mantenimiento), el Sr. Andersson ha centrado los contenidos de su presentación en el apartado de los materiales (aceros empleados en la construcción de moldes).

“Los materiales desempeñan una función determinante en el comportamiento del molde en servicio. Las propiedades más destacadas de los aceros para el trabajo en caliente son, entre otras, la ductilidad, la tenacidad, la resistencia al revenido, el alto límite elástico a temperaturas elevadas, la resistencia a la fluencia, la conductividad térmica, la templeabilidad y que posean bajos coeficientes de expansión térmica. Las dos primeras dependen directamente de la propia calidad del acero (método de producción, grado de limpieza del metal y calidad del tratamiento térmico empleado), mientras que el resto de propiedades se asocia a una determinada composición química o norma del acero”.

La fatiga térmica es el principal mecanismo de fallo en los moldes de fundición inyectada. Este fenómeno está originado por una combinación de sollicitaciones térmicas cíclicas, de tensiones y de deformaciones plásticas durante el proceso productivo (ciclos de calentamiento y enfriamiento en la superficie del molde en contacto con el Al). Las propiedades más relevantes del acero para retrasar el inicio y la propagación de las grietas por fatiga térmica son una alta ductilidad y una buena tenacidad del material. Tal y como apunta el Sr. Andersson *“la distribución de la temperatura y las sollicitaciones en la superficie del molde juega un papel fundamental en la vida del utillaje, siendo fundamental mantener los picos de temperatura tan bajos como sea posible”.*



Mr. Jerker Andersson
UDDEHOLMS AB (Sweden)



Sr. Emili Barbarias
UDDEHOLM

El Sr. Andersson ha completado su presentación con una descripción detallada de otros mecanismos de fallo, como son las roturas (fruto de una sobrecarga temporal de carácter térmico o mecánico sobre el molde), la erosión o cavitación (relacionada con una baja resistencia en caliente del acero, una lubricación insuficiente, una velocidad en ataque demasiado alta, una alta temperatura de colada o temperatura del molde y con el tipo de aleación a inyectar), los pegados (debidos a un contacto directo entre la colada y el acero, a la ausencia de capa protectora, a unas malas condiciones de pulverización, a una temperatura demasiado alta del molde o de la colada) y las macro-indentaciones o hundimientos, relacionadas directamente con la resistencia al revenido, la dureza y el tipo del acero empleado.

Claves para la gestión térmica del molde

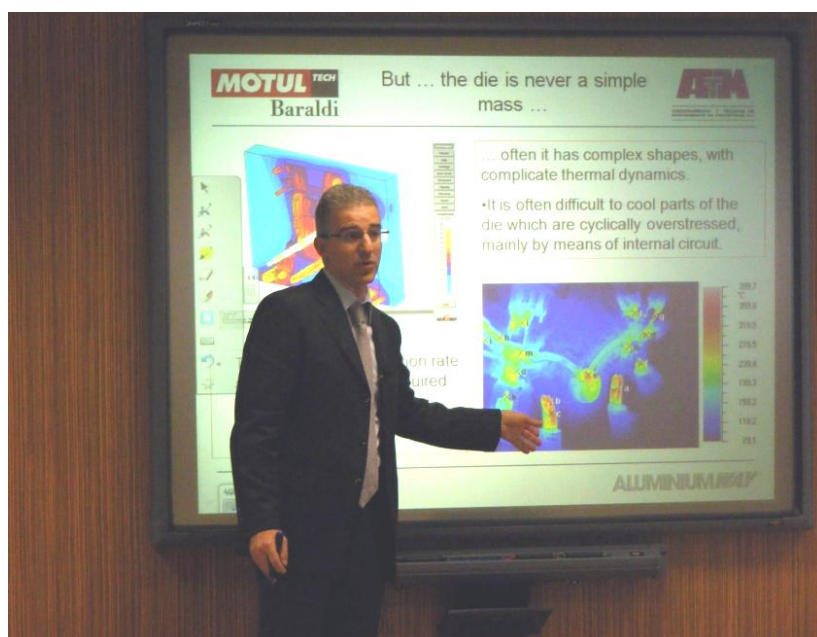
La siguiente conferencia ha corrido a cargo del Dr. Cosimo Raone, Research and Development Manager de la empresa MOTULTECH-BARALDI, que junto con el Sr. Jon Sagasti de la firma ATM 2000, han compartido con la audiencia algunas de las claves para la correcta gestión térmica del molde mediante la utilización de lubricantes avanzados y sistemas de control termográfico.

La lubricación juega un papel determinante en el proceso de inyección de aluminio y tiene como principal objetivo enfriar y equilibrar las temperaturas del molde, facilitar el flujo y la compactación de la aleación fundida, lubricar los expulsores y los machos, proteger el molde de la soldadura (acción química) y de la erosión (acción física), facilitar el desmoldeo de la pieza de la cavidad del molde y facilitar un correcto acabado a las piezas de fundición.

El Dr. Raone ha destacado la importancia de enfriar y equilibrar adecuadamente las temperaturas de la superficie del molde. *“Es necesario avanzar en el control y la gestión térmica del molde. Aunque existen sistemas cada vez más eficaces para el enfriamiento interno, la lubricación sigue siendo todavía la última herramienta para depurar el equilibrio térmico de la superficie del utillaje”.*

Tras un breve análisis del tiempo de ciclo en la producción de componentes inyectados de aluminio, el Sr. Raone incide en la oportunidad existente para la optimización de la fase de lubricación, que consume entre un 20% y un 40% de dicho tiempo de ciclo. *“Es posible aumentar la capacidad de producción casi exclusivamente acortando la fase de lubricación del molde, fase que tiene a su vez una gran influencia sobre los defectos de las piezas fundidas”.*

La mayoría de los defectos y rechazos en pieza tienen una relación directa con la distribución de la temperatura del molde. La respuesta tecnológica aportada por esta importante empresa multinacional viene orientada en dos líneas de trabajo: Por un lado, en el desarrollo de un producto lubricante avanzado (TTV series), estudiado especialmente para reducir la fatiga térmica del molde, que permite trabajar a más alta temperatura y reducir el fenómeno de pegado/soldado (gran capacidad para crear película a altas temperaturas, gran poder de adhesión y buena limpieza del molde). El objetivo de esta nueva gama de productos es aplicar la menor cantidad de lubricante en el menor tiempo posible. Por otro lado, a través de la utilización de un nuevo sistema termográfico desarrollado no sólo para mejorar la fase de la lubricación, sino para asegurar la gestión térmica del molde durante las etapas de calentamiento y producción. El sistema Total Thermal Vision supera los límites de una termocámara manual, ya que permite comprobar el estado del molde y obtener datos fiables siempre en el mismo momento y posición, que permitirán mejoras futuras de diseño y proceso.



Dr. Cosimo Raone
 MOTULTECH-BARALDI (Italia)



Sr. Jon Sagasti
 ATM 2000

Criterios para la correcta selección de aceros

La sesión de tarde ha comenzado con la intervención de Mr. Bengt Klarenfjord, Product Manager of Hot Work Applications de la compañía UDDEHOLMS AB (Suecia), que centró su presentación en los criterios de selección de los aceros para la optimización de la vida de los moldes de inyección.

El Sr. Klarenfjord ha presentado las propiedades principales del acero de herramientas para trabajo en caliente, entre las que ha destacado el coeficiente de expansión térmica para las aplicaciones de inyección: *“un bajo coeficiente de expansión térmica conduce a una menor expansión y contracción entre la superficie y el núcleo del molde y, por lo tanto, a menores tensiones inducidas”*.

Tras una detallada descripción del proceso de producción de los aceros, que pasa por la fusión y refusión en atmósfera protectora (ESR/PESR), un tratamiento térmico de homogeneización – de gran importancia para disponer de una buena tenacidad del acero en el molde-, forjado y mecanizado, concluyendo en controles de calidad como inspección por ultrasonidos, controles de dureza, microestructura, microlimpieza y tamaño de grano, el Sr. Klarenfjord ha realizado una comparación cualitativa de las propiedades críticas del acero en la gama de productos comercializados por esta empresa multinacional para la aplicación en moldes de inyección, destacando la tenacidad como la característica clave frente a la fatiga térmica, para la cual se necesita un buen material de base y un buen tratamiento térmico.

La última etapa de la presentación ha contado con una serie de casos prácticos, donde se han mostrado las ventajas competitivas y de reducción de costes asociada a la utilización de algunos de estos materiales en aplicaciones concretas (Orvar supreme: recomendado para moldes con grandes requerimientos de resistencia y ductilidad, Vidar Superior: recomendado en moldes medianos a grandes donde la resistencia y la tenacidad/ductilidad son relevantes, Dievar: recomendado para moldes medianos y grandes con grandes necesidades en resistencia y muy grandes requerimientos en ductilidad/tenacidad, QRO 90 Supreme: Recomendado para pequeños moldes, postizos y machos y especialmente adecuado para la fundición de latón).



*Mr. Bengt Klarenfjord
UDDEHOLMS AB (Sweden)*

En sus conclusiones finales, Mr. Bengt Klarenfjord, ha desglosado las tendencias de trabajo en caliente y las demandas sobre los aceros de los utillajes: *“los componentes son cada vez más grandes y complejos (espesores más finos, tolerancias más estrechas y geometrías más complejas), por consiguiente, se incrementa el tamaño de los moldes, con mayores requerimientos de calidad en larga serie, se demandan mayores resistencias a desgaste y a temperaturas elevadas, así como una ductilidad y tenacidad mejorada”*.

El cierre de la jornada técnica ha corrido a cargo de Mr. Michel Garat, antiguo Director de I+D de la empresa PECHINEY con toda una carrera profesional alrededor de la metalurgia del aluminio, que en colaboración con la investigadora del área de Ingeniería, I+D y Procesos de Fundición de AZTERLAN-IK4, Sra. Ana Fernández, han introducido los nuevos desarrollos y calidades avanzadas de aluminio inyectado de alta ductilidad.

Se trata de materiales con los que se pueden llegar a obtener alargamientos de entre un 7 y un 20% (más comúnmente entre un 10% y un 18%). Su límite elástico y carga de rotura dependen en buena medida del tratamiento térmico y del tipo de aleación empleados, siendo las más comunes: AlSi10MnMg(T7), AlSi10MnMg(T6), AlSi8MnMg(F) y AlMg5Si2Mn(F).

Las aleaciones dúctiles en aluminio son el resultado de la combinación de una buena aleación, tratamiento térmico del metal (aplicados de manera habitual en las piezas críticas) y de la tecnología de proceso empleada, orientados a asegurar la ausencia de porosidad en la pieza, objetivo final para evitar la pérdida de propiedades técnicas.

Respecto a las características metalúrgicas, no es necesario un contenido de Fe muy bajo, pero sí un razonable bajo contenido de Cu, así como una buena modificación del silicio eutéctico en el tipo de aleación Al-Si.

La calidad de colada (ausencia de óxidos y un correcto desgasificado) debe ser tenida en consideración. La ausencia de porosidad es por supuesto crítica, evitándose las inclusiones de gas por medio de la aplicación de vacío y de un adecuado proceso de lubricación con lubricantes de bajo desarrollo gaseoso, en las que el diseño del molde y las fases de inyección juegan a su vez un papel muy importante.

Se abre por tanto un campo de aplicación de gran interés para la industria del automóvil, con el avance de aleaciones y procesos que permiten obtener componentes de aluminio de mayores prestaciones (en particular, mayores alargamientos), cuyas aplicaciones van más allá de piezas estructurales - piezas de suspensión, cárteres de aceite, marcos de las puertas, ..etc-.

En el futuro, la necesidad de reducir el peso de los vehículos puede implicar el uso de algunas de estas piezas (incluso de menor tamaño) en series más numerosas, una vez desarrollada la tecnología e introducida su utilización en vehículos de gama alta.

AZTERLAN-IK4 seguirá desarrollando este campo en un importante proyecto de investigación llevado a cabo con agentes y empresas de Alemania, Francia y España.



Mr. Michel Garat
GFC (Francia)



Sra. Ana Fernández
IK4-AZTERLAN

El intercambio de experiencias y conocimientos técnicos, las múltiples reflexiones planteadas, así como la visión práctica a través de casos concretos de aplicación, junto con la destacada participación de las empresas, han sido algunas de las claves del éxito de la jornada.

Debido a la alta demanda e interés generado en las empresas del sector, se coordinará una segunda edición de este marco de trabajo a comienzos del año 2013.

Desde el Instituto de Fundición TABIRA deseamos agradecer el esfuerzo y la colaboración de los técnicos de UDDEHOLMS, MOTULTECH-BARALDI, ATM2000, GFC, del Centro Tecnológico IK4-AZTERLAN y de EUSKALIT, que han hecho posible la coordinación y materialización de este interesantísimo marco de trabajo.



Ponentes "Aluminium High Pressure Die Casting Seminar"