"Aluminium High Pressure Die Casting Seminar"

Por Instituto de Fundición TABIRA

La II edición de la jornada técnica "Claves de competitividad para la industria del aluminio inyectado" ha reunido a un total de 81 profesionales provenientes de más de una treintena de empresas en las instalaciones del Centro de Investigación Metalúrgica IK4-AZTERLAN en la sesión de trabajo celebrada el pasado 13 de marzo de 2013.

A lo largo del seminario se han presentado varias de las claves más destacadas de la tecnología de inyección de aluminio, en la que el molde y sus características juegan un papel determinante. Los objetivos de la jornada se han centrado en dar a conocer las características metalúrgicas de las aleaciones de Al empleadas en alta presión, en analizar los principales mecanismos de fallo de los moldes de inyección, en introducir los nuevos desarrollos en recubrimientos y en presentar criterios de selección de aceros para la optimización de la vida de los moldes de inyección, así como en la divulgación de nuevos desarrollos de aleaciones con aplicaciones para la industria automotriz.

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

El seminario ha contado con la destacada colaboración de reconocidos especialistas internacionales de las empresas UDDEHOLM, OERLIKON BALZERS y GFC, que junto con técnicos del Centro Tecnológico IK4-AZTERLAN, han compartido sus conocimientos, experiencias e investigaciones con expertos 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 por parte del secretario general del Instituto de Fundición Tabira agradeciendo la presencia y participación de tan extraordinario plantel de conferenciantes, el Sr. Emili Barbarias (UDDEHOLM España), ha destacado el planteamiento técnico del encuentro 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 sido presentada por los responsables del área de Aluminio del Dpto. de Ingeniería, I+D y Procesos Metalúrgicos de IK4-AZTER-

LAN, el Sr. Asier Bakedano y la Sra. Ana Fernández, quienes han pormenorizado en su intervención en la caracterización y los análisis de los principales defectos en inyección de aluminio, además de desgranar su origen y aportar soluciones innovadoras de proceso para cada uno de ellos.

Tras una breve introducción a las principales características de la inyección de aluminio, que "ofrece una alta productividad a un coste relativamente bajo, frente a otros procesos de fabricación de piezas de aluminio, permitiendo la fabricación de componentes de geometrías complejas con espesores finos, con una menor criticidad del defecto, una porosidad intrínseca, y requerimientos de estanqueidad en muchas de sus aplicaciones, si bien sus propiedades mecánicas son limitadas frente a otros materiales", 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 dos grandes bloques: defectos internos y defectos superficiales, el Sr. Bakedano ha hecho un extenso análisis de las incidencias comunes, donde ha descrito cada uno de los defectos, su origen y las posibles vías de trabajo para su resolución a través de acciones preventivas y correctoras. Del mismo modo, se han presentado casos prácticos de resolución para este tipo de problemáticas.

En el apartado de defectos internos se ha hecho hincapié en la porosidad por atrapes de aire o gas (contenido de hidrógeno o contracción), en la presencia de óxidos e inclusiones no metálicas, así como las inclusiones metálicas y segregaciones, para terminar con un análisis de la inadecuada unión inserto-aluminio en componentes que combinan materiales (una tendencia cada vez más acusada en la industria automotriz).

En referencia a los defectos superficiales tratados, el especialista del centro tecnológico ha centrado su exposición en las grietas en caliente y en frío (originadas durante y después de la solidificación), adherencias, arrastres y agarres, y fatiga térmica del molde.

Mecanismos de fallo en los moldes de inyección

El Sr. Jerker Andersson, Business Development of Hot Work Die Steels de UDDEHOLM AB (Suecia), apoyado por el director comercial de UDDEHOLM España (Sr. Emili Barbarias), 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 límite elástico a temperaturas elevadas, la resistencia a la fluencia, la conductividad térmica, la templabilidad y el coeficiente de expansión térmica. Las dos pri-

Sr. Asier Bakedano. IK4-AZTERLAN.

Mr. Jerker Andersson (UDDEHOLM AB) y Sr. Emili Barbarias (UDDEHOLM España).

meras 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 solicitaciones 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 solicitaciones en la superficie del molde juegan un papel determinante en la vida del utillaje, siendo fundamental mantener los picos de temperatura tan bajos como sea posible".

El Sr. Andersson ha completado su análisis 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.

Recubrimientos avanzados para moldes de inyección

El director de ventas de la empresa OERLIKON BALZERS COATING, el Sr. Juan Carlos Cengotitabengoa, ha compartido con los asistentes los últimos desarrollos y experiencias sobre recubrimientos aplicados a los moldes de inyección de aluminio.

El Sr. Cengotitabengoa ha iniciado su exposición con una enumeración de los mecanismos más frecuentes de desgaste en el moldeo a presión –la disolución y la adhesión, la erosión, la fatiga térmica y las grietas–, el motivo de su aparición y sus efectos.

De cara a la correcta selección y aplicación de un recubrimiento, es necesario tener en cuenta el sustrato; propiedades del material base, la dureza, la geometría, capacidad de carga para el recubrimiento, la interfaz; adhesión, compatibilidad de tensiones, resistencia a fatiga, así como el propio recubrimiento y la micro-topografía final obtenida; rugosidad y textura, que resulta ser a su vez una propiedad determinante en el comportamiento del utillaje.

Sr. Juan Carlos Cengotitabengoa.OERLIKON BALZERS COATING.

El Sr. Cengotitabengoa ha remarcado las ventajas de las nuevas "tecnologías advanced" y de los "tratamientos dúplex" (nitruración + recubrimiento PVD): reducción de la erosión del molde gracias a su alta dureza, disminución de las adhesiones de la aleación fundida a las paredes de los machos y del molde, menor disolución, que posibilitan la aplicación de los desmoldeantes de manera más económica sobre los moldes (una falta de lubricación no deriva en un desgaste acelerado).

A modo de resumen, es imprescindible realizar una correcta evaluación del tipo de degradación experimentada en el utillaje para dar con la correcta solución, que puede ir dirigida al material con el que se fabrica el troquel, a los tratamientos térmicos aplicados, o al propio tratamiento de superficie a aplicar.

Criterios para la correcta selección de aceros

La sesión de tarde ha comenzado con la intervención del Sr. Bengt Klarenfjord, Product Manager of

Hot Work Applications de la compañía UDDEHOLM AB (Suecia), que ha centrado 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 compartido las características principales del acero de herramientas para trabajo en caliente, entre los 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".

Después de 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, y concluye con 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 exposición ha contado con una serie de casos prácticos, donde se han mostrado las ventajas competitivas y de reducción de costes asociados a la utilización de algunos de estos materiales en aplicaciones concretas.

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".

Sr. Bengt Klarenfjord. UDDEHOLM AB (Sweden).

El cierre de la jornada técnica ha corrido a cargo del antiguo Director de I+D de la empresa PECHINEY, Mr. Michel Garat, destacado experto internacional, con una amplia experiencia en el campo de la metalurgia del aluminio, quien en colaboración con la investigadora de IK4-AZTERLAN, Sra. Ana Fernández, ha 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.–

Mr. Michel Garat. GFC (Francia).

Sra. Ana Fernández. IK4-AZTERLAN.

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.

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

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 este encuentro técnico. Desde el Instituto de Fundición TABIRA deseamos agradecer el esfuerzo y la colaboración de los técnicos de UDDEHOLM, OERLIKON BALZERS, GFC y del Centro Tecnológico IK4-AZTERLAN, que han hecho posible la coordinación y materialización de este interesantísimo marco de trabajo.

Plantel de ponentes. "Aluminium High Pressure Die Casting Seminar".