

Costa Rica, puente para el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de la metalurgia

Tecnologías modernas para la elaboración de aleaciones metálicas de calidad superior

Rolando E. Pereira Molina ¹

La industria constructora de máquinas, la industria aeronáutica, la industria electrónica, la industria de bienes de consumo doméstico, pide día a día metales y aleaciones de calidad superior; es decir, “curadas”, para la obtención de piezas terminadas que posean propiedades, físicas, mecánicas y químicas superiores. Bien se conoce que por la elaboración de estos materiales por métodos convencionales, poseerán una gran cantidad de impurezas metálicas, no-metálicas, intermetálicas y “gaseosas”, que afectan directamente el producto final.

Al mismo tiempo, es bien conocido que defectos estructurales o distorsiones en la estructura de un cierto tipo de material metálico va a producir cambios notables en sus propiedades.

Macro y microporosidades producidas por los gases van a afectar directamente la calidad de los materiales que se elaboran.

Por lo tanto, una de las más importantes preocupaciones actuales de la industria metalúrgica y de procesamiento de estos materiales para la obtención de piezas terminadas de calidad superior, es aplicar, de manera urgente, tecnologías modernas de elaboración y de fundición a través de la elección de los más eficientes procesos de tratamiento en estado líquido para la eliminación de las inclusiones dañinas.

Fuera de los procesos tradicionales bastante conocidos de tratamientos en la fase líquida, tales como dextrificación, desgasificación, microaleación, separación por métodos de sedimentación, flotación, utilización de fundentes, decantado, etc., a mediados de los años 70 se empezó a desarrollar un nuevo procedimiento de tratamiento en estado líquido y se trata del filtrado de los materiales metálicos con filtros cerámicos.

¹ Departamento de Metalurgia. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Los primeros filtros cerámicos para uso industrial fueron realizados en el año 1976 por la firma estadounidense ALCON, específicamente para el filtrado de aleaciones a base de aluminio, tipo de aleaciones de las que conocemos bien las ventajas que ofrecen. Por lo tanto, debido a las ventajas evidentes de esta nueva tecnología de filtrado para la eliminación de las impurezas antes mencionadas y para la obtención de materiales metálicos de calidad superior, este proceso se extendió rápidamente a escala mundial y para dar un ejemplo de su uso se estima que para el año 1992 más de 8 millones de toneladas de aluminio fueron elaboradas mediante este proceso.

La utilización de este proceso para aleaciones a base de aluminio suscitó mucha controversia entre los investigadores en este campo, pero después del año 1980 empezó a ser aplicado cada día más. De esta forma, las investigaciones llevadas a cabo los últimos años condujeron a la elaboración de un nuevo procedimiento muy eficiente de filtrado-desgasificación continuo (en línea) para aleaciones metálicas.

La utilización de estos procesos de filtrado-desgasificación continuo hace posible utilizar en la carga para la elaboración de las aleaciones de cantidades importantes de desechos.

Generalmente, estas instalaciones se colocan en el flujo tecnológico entre el horno de elaboración y el horno de mantenimiento de la aleación en estado líquido ya purificada antes del colado, indiferente del método de fundición utilizado; así es como se representa esquemáticamente en la Figura 1.

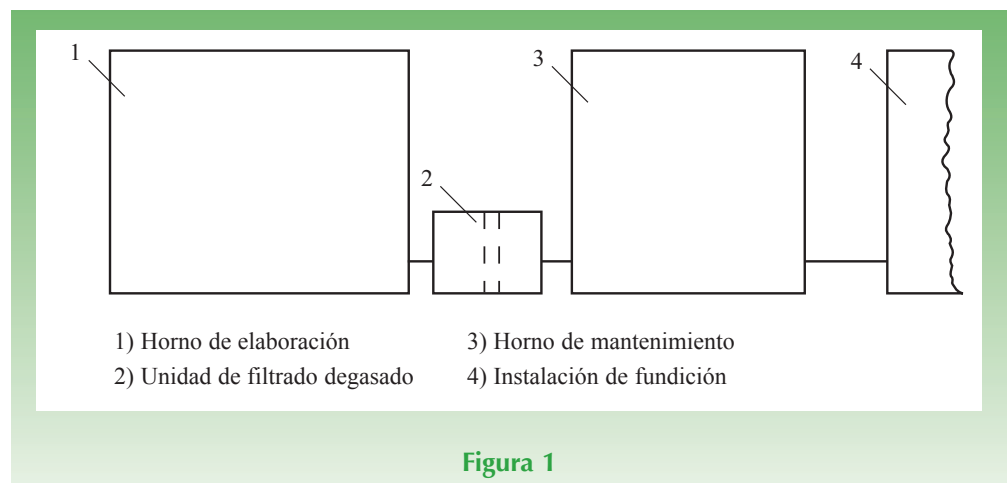
Separación de las inclusiones no metálicas de las aleaciones metálicas

Se sabe que la obtención de aleaciones de calidad es determinada principalmente de:

- La tecnología de elaboración y fundición.
- Del procedimiento utilizado en la fase líquida de las aleaciones para la eliminación de las inclusiones sólidas y para el desgasificación del material.
- De la modificación de la estructura de colado de la aleación.

Las inclusiones no metálicas sólidas están constituidas por óxidos, carburos, fluoruros, sulfuros, oxcarburos, silicatos, aluminatos, etc., que como tienen densidad casi igual a la del metal se mantienen en el baño metálico distribuidas uniformemente en todo el volumen.

Las inclusiones no metálicas se encuentran en el baño líquido bajo forma de fases sólidas macroscópicas dispersas y que pueden ser de dos tipos:



macroinclusiones que son mayores que 30 μm y microinclusiones que son menores que 30 μm .

Estas macro o microinclusiones pueden ser separadas por soplado de gases inertes o activos en la fase líquida; tratamiento con fundentes donde son disueltas o pueden formar compuestos químicos que se pueden separar por el principio de la diferencia de densidad, o se pueden volatilizar.

EL FILTRADO de las aleaciones se puede realizar con filtros inertes o filtros activos. Para los filtros inertes se utilizan materiales filtrantes refractarios con dimensiones medias comprendidas entre 5...30 mm con forma de placas filtrantes o tubos filtrantes.

Los filtros activos son confecciones de sobros de fundentes compuestos de fluoruros y cloruros y que tienen temperaturas de fusión más alta que la de la aleación líquida. Por ejemplo, el fundente compuesto de 50% MgF_2 + 50% CaF_2 se utiliza para el filtrado de aleaciones a base de aluminio.

El filtrado de aleaciones por filtros activos tiene muchas ventajas en comparación con el filtrado con filtros inertes. Entre las ventajas es que los filtros activos eliminan a la vez las impurezas no metálicas (óxidos, carburos, boruros) y los gases (el hidrógeno especialmente), por su absorción por el material filtrante o la volatilización de unos componentes de los fundentes. Por lo tanto, este nuevo método tiene claras ventajas en comparación con los otros métodos conocidos.

El filtrado por medios porosos para las aleaciones metálicas es un proceso muy complejo que incluye una gran diversidad de mecanismos.

La razón de estas operaciones es la eli-

minación avanzada de las macro y microinclusiones no metálicas e intermetálicas para la obtención de unas aleaciones de calidad superior destinadas a las necesidades industriales actuales.

El proceso de filtrado de los metales en estado líquido no es una separación física, sino, al contrario, es un proceso de transporte que se realiza en dos etapas en serie. En la primera etapa las inclusiones son transportadas del fluido a la superficie de filtrado. En la segunda etapa se lleva a cabo la captación de las inclusiones debido a las fuerzas superficiales o interfásicas.

El transporte de las partículas de inclusiones se puede realizar por golpe, intersección, sedimentación, difusión, etc.

La retención de las partículas de inclusiones puede ser el resultado de las fuerzas de presión, de las interacciones químicas o de las fuerzas Van der Waals.

El filtrado de las aleaciones a nivel industrial se puede realizar con filtros del tipo llamado “cama profunda” o con filtros cerámicos porosos. El filtro tipo “cama profunda” consta en una capa de partículas refractaria, fundentes, etc., por donde pasa el metal líquido; atrapándose las impurezas sólidas y una parte de los gases dañinos.

Degasado de las aleaciones no ferrosas

Como métodos para la eliminación de los gases se utilizan el soplado de gases en el metal líquido (gases inertes o activos), el tratamiento con cloruros o fundentes, el mantenimiento en gases inertes o en vid, la introducción en la fase líquida de unos elementos que forman hidróxidos (por ejemplo, litio), métodos

físicos (vibraciones, ultrasonido, etc.).

El método de degasado por soplado de gases en la fase líquida se basa por la difusión de los gases disueltos en el baño metálico (en especial el hidrógeno) en las partículas de gas soplado (nitrógeno, argón, helio o cloro).

En los últimos años como “desgasificadores” también se utilizan el hexaclorotano, el cloruro de boro, el tetracloruro de titanio, el cloruro de fósforo, cloruro de aluminio, cloruro de zinc, etc.

La desgasificación en vacío se realiza creando una disminución de la presión sobre la aleación en estado líquido creándose así las condiciones necesarias para la evacuación hacia la superficie de las partículas de gas disueltas en el metal líquido. La desgasificación al vacío es recomendada para la elaboración de aleaciones a base de aluminio, cobre, magnesio, etc.

Algunas instalaciones de desgasificación-filtrado continuo

Entre las tecnologías modernas de desgasificación-filtrado continuo más utilizadas en los últimos años se pueden mencionar: los procesos FILD, ALCOA-469, BASFAG, INTALCO, SNIF, ALPUR, etc.

La instalación SNIF (Spinning Nozzle Inert Flotation), realiza en una sola cámara la reducción del contenido de las inclusiones de las aleaciones a base de metales livianos y la reducción del contenido del hidrógeno y otros gases en cantidades que pueden alcanzar 0,1%/100 g metal.

La instalación BASFAG realiza el filtrado y el “degasado” de las aleaciones a base de metales livianos con la ayuda de un gas inerte que se sopla de abajo

hacia arriba por unos filtros porosos situados en la instalación. Una parte del hidrógeno y de las impurezas de la aleación es absorbido por el coque de petróleo que se introduce y otra parte del hidrógeno es entrenado hacia la superficie del metal en estado líquido por la introducción de un gas inerte (argón). El consumo de argón en esta instalación es de 0,25-3,3 m³ / tonelada de aleación y el coque de petróleo debe ser reemplazado cada 3 a 4 días.

La instalación de “desgasificación”-filtrado INTALCO ALUMINUM CORPORATION realiza la “desgasificación” en el metal líquido con un gas inerte (nitrógeno o argón) o gas activo (cloro), pero el peligro que se destruya el filtro es de 6 a 10 veces menor cuando se utiliza nitrógeno.

El proceso ALCOA-469, de la firma estadounidense ALCOA, utiliza para la “desgasificación” una combinación de cloro y un gas inerte que circula en contracorriente con el metal. Esta instalación utiliza dos filtros, uno primario y otro secundario para el refinado del metal líquido.

Un proceso moderno de “desgasificación” es el aplicado por la firma PECHINEY, llamado ALPUR-1000.

Este sistema se coloca entre el horno de mantenimiento y la máquina de fundición y asegura la eliminación del hidrógeno y las impurezas de las aleaciones de aluminio manteniendo a la vez la temperatura necesaria para el colado de piezas.

Una patente americana reciente propone una instalación compleja de “desgasificación” y filtrado de inclusiones no metálicas para aleaciones a base de aluminio por filtrados cerámicos. La instalación comprende un crisol dividido en varias cámaras por paredes refractarias. El metal líquido circula en contracorriente con el gas de refinado (nitrógeno o argón con un

5 a 15% de diclorodifluorometano-CCl₂F₂-).

El colectivo de profesores-investigadores de la Facultad de Ciencia e Ingeniería de los Materiales de la Universidad Politécnica de Bucarest, Rumania patentó una instalación de “desgasificación” filtrado para aleaciones a base de aluminio para la industria aeronáutica. Es una instalación de “desgasificación”-filtrado continuo constituida por dos cámaras donde se realiza primero la “desgasificación” en contracorriente y luego el filtrado del baño metálico.

Esta instalación asegura la “desgasificación” completa del hidrógeno antes del filtrado de las impurezas sólidas. Para la “desgasificación” se utiliza una combinación de nitrógeno y argón o argón combinado con cloro o freón CCl₂F₂. La capa filtrante del segundo compartimiento tiene una altitud de 300 mm compuesto de esferas refractarias revueltas con fundentes (sales fundidas de cloro y flúor), láminas de alumina, esponjas de titanio para la absorción del hidrógeno y coque de petróleo para la absorción del sodio de la aleación.

Para concluir se puede decir que, en general, las instalaciones de “desgasificación”-filtrado continuo poseen el mismo principio; se utilizan para la eliminación de los gases y de manera especial el hidrógeno, utilizando gases inertes y activos y combinaciones de estos, concomitantemente con la eliminación de las impurezas sólidas mediante el empleo de filtros cerámicos que se pueden combinar con otros elementos filtrantes, tales como fundentes, alumina, etc.

Por la eliminación de las impurezas sólidas (metálicas, no metálicas e intermetálicas) así como de los gases se van a eliminar los defectos que ellos producen, lo que va a permitir que al final se van a obtener piezas con la calidad que se impone.

Es evidente que se han mencionado generalidades de esta nueva tecnología y que día a día se descubren nuevos métodos para el “curado” de los materiales metálicos, utilizando filtros cerámicos porosos y gases que reaccionan con aquellos que se consideran dañinos y provocando su eliminación de la fase líquida.

A la vez se investiga para la creación de hornos de elaboración y de mantenimiento; sistemas de colado que permitan realizar los procesos con mayor rapidez con menores pérdidas de las materias primas (metales, modificadores, desgasificadores, microaleaciones, etc.), así como métodos para la optimización de los procesos.

Bibliografía

- Pereira Molina Rolando Enrique. Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Bucarest, Rumania, 1995.
- Pereira Molina Rolando Enrique. Tecnologías Modernas para la elaboración de Aleaciones a base de aluminio, Rumania, 1994.
- Elaboración y colado de Aleaciones no ferrosos Tomos I, II.
- M. Ienciu, P. Moldovan, N. Panait y otros. Edición Didáctica y Pedagógica, Bucarest, 1989.