



Manual de buenas prácticas.

1- Materia prima

1.1- Lingote aleado – aspecto externo. Homogeneidad.

Es de suma importancia la elección de un buen proveedor de lingote. Debemos conocer la planta de refinado, la selección de chatarras, los hornos de que dispone, los tratamientos de caldo, el sistema de lingoteo y la homogeneidad de la colada final.

La superficie externa del lingote debe ser limpia, exenta de natas y picaduras por gas atrapado, aún así, debemos chequear partiendo algún lingote, que su interior, no existen películas de óxido provenientes de la limpieza del lingote anterior.

En la visita a la planta Refinadora es muy importante controlar que en el horno final del que se realiza el lingoteado exista algún sistema de “batido” del caldo.

Esto nos garantiza no sólo un análisis igual en toda la colada sino la seguridad de que todos los compuestos intermetálicos están perfectamente repartidos.

1.1.1- Aleaciones para inyección:

Aunque es cierto que cualquier aleación de aluminio se puede inyectar incluido el aluminio puro (rotores), en la práctica son pocas las aleaciones que se trabajan en la fundición inyectada (ver tabla 1).

1.1.2- Efecto de los componentes.

- El mayor contenido de silicio nos proporciona la colabilidad requerida para el buen llenado del molde. Es el caso del Silumin 13
- El cobre, sin perjudicar la colabilidad nos proporciona dureza a la aleación para un fácil mecanizado. Recomendamos para este uso el Alcoa 380

En la aleación ALSI 132, prima un más alto contenido de silicio con la mejor colabilidad y un porcentaje bajo en cobre para reducir al mínimo el índice de corrosión.

En la aleación AS10G. Un contenido de silicio medio alto permite bastante buena colabilidad que junto con la ausencia de cobre hace que las piezas obtenidas con esta aleación, tengan más alta resistencia a la corrosión.

Finalmente, cuando se pretendan piezas con alto valor decorativo y óptima resistencia a la corrosión, inclusive para uso alimentario, la aleación (AIMg7) es la indicada.

1.1.3- Efecto de las impurezas.

a) Hierro:

Un porcentaje entre 0.6 % y 0.95 % es el ideal para mantener una antiadherencia al molde sin provocar la formación de compuestos intermetálicos.



b) **Manganeso:**

Compensa el efecto perjudicial del alto contenido en Fe rompiendo las plaquetas de $f_3\text{-AlFeSi}$, según la fórmula: $\text{Mn}=2(\text{Fe}-0.5)$. Un exceso de Mn nos conduce a la formación de cristales FeMnAl_6 con forma de esqueletos y muy perjudiciales.

c) **Magnesio:** La formación de SiMg (siliciuro de magnesio) proporciona un endurecimiento de la aleación con mejora de la resistencia; con contenidos superiores al 0.3-0.5% dependiendo del Fe, desciende el alargamiento.

d) **Zinc:**

Si bien las aleaciones de aluminio tienen un contenido máximo de zinc, entre el 1.2 y el 3% hay que decir que un porcentaje del 2% no determina fragilidad en caliente y sí una mejora de la colabilidad.

1.1.3.2- Componentes a tener en cuenta en el aluminio

a) **Magnesio:**

El límite superior (8%) proporciona las mejores características.

b) **Hierro:**

Un contenido creciente reduce la soldabilidad al molde y no perjudica las propiedades mecánicas.

c) **Silicio:**

Por encima del 0.3% modifica el aspecto de la pieza proporcionando coloraciones grisáceas.

d) **Cobre:**

Sin afectar las características mecánicas hasta un 0.2% por encima del 0.05% reduce la resistencia a la corrosión.

e) **Manganeso:**

Entre 0.2 y 0.7% favorece un aumento de la resistencia sin modificar el alargamiento.

f) **Zinc:**

Decidimos lo mismo que en el caso del Cu.

g) **Sodio:**

Contaminante principal, en cantidades tan ínfimas como el 0.002% ya reduce las características mecánicas sobre todo el alargamiento.

1.2- **Retornos**

En la producción de metal líquido para inyectar las piezas, nuestra materia prima no es sólo el lingote, sino que aprovechamos el desperdicio creado por el taco, los canales de alimentación (bebederos), piezas rechazadas, los rebozaderos e inclusive las "telas", las barreduras, etc.

A todo este conjunto lo denominamos "retorno". Partiendo de la base de que todo el retorno cargado al horno provenga de la misma aleación que el lingote, si debemos tener presente que mientras el taco, los canales y las piezas defectuosas son retorno macizo sin más problemas de oxidación que el que pueda tener el lingote, el resto del retorno normalmente muy sucio y con mucha área superficial, tiene un índice de oxidación alto y puede elevarnos el porcentaje de mermas al fuego a valores por encima del 3%. En pruebas realizadas se ha demostrado que piezas fundidas con un lingote al 100% han producido más rechazo que cuando se cargaba un porcentaje de retorno entre el 20 y el 40%.

Esta aleación: lingote (60-70%) - retorno (40-30%) ha proporcionado un caldo líquido óptimo para la colada por inyección.



2- Energías aplicadas.

Descartadas en la práctica el carbón y el Fuel-oil pesado por razones económicas y medioambientales, los combustibles usados son: Gas natural – Gas Propano – Electricidad.

Las tres energías son limpias, muy fáciles y cómodas de utilizar y regular.

Aparte debemos mencionar también el Gas – oil sobre todo en zonas donde aún no llega el Gas, adelanto ya que, el Gas – oil no es el combustible más económico como veremos más adelante.

La energía eléctrica en su manifestación resistiva se aplica sobre todo en los hornos a crisol y en hornos de solera, mientras que en la forma inductiva tiene su mejor aplicación en el horno fusor “coreless” (sin núcleo) a media frecuencia.

2.1- Hornos: Modelos – Tipos.

En este estudio, hablando de la fusión nos estamos refiriendo al planteamiento cada vez más extendido de realizar la fusión del metal independiente del mantenimiento y colada. Obviamente esto se justifica por varias razones entre las que destacamos:

- A- Economía: porque para la fusión podemos elegir el combustible y el equipo más económico.
- B- Calidad metalúrgica: la disponibilidad de caldo antes de pasar al horno a pie de máquina nos permite cualquier tratamiento previo de desoxidación, desgasificado, etc. En el mercado disponemos de una amplia disponibilidad de hornos fusores, sobre cuya elección debemos tener presente varias premisas:
 - A.1- Necesidad máxima de metal líquido en Kg. /h.
 - A.2- Disponibilidad de combustible y su precio.
 - A.3- Número y aleaciones a fundir.
 - A.4- Jornada de trabajo.
 - A.5- Exigencias de calidad.

Como idea general, diremos que hasta producciones del orden de 400 Kg. /h el horno de crisol basculante calentado por gas o gasoil es una herramienta práctica y económica.

Para producciones más altas debemos recurrir a hornos sin crisol de reverbero que en función de su construcción denominaremos: Una tercera opción como unidad fusor es el Horno eléctrico por inducción a media frecuencia que nos permite fundir medianas y grandes cantidades de aluminio con el más bajo índice de merma y alto grado de homogeneidad y calidad.

Denominamos eficiencia al porcentaje de energía que aprovecha el horno sobre el total que aportamos.

Varía desde el 15% en los hornos de crisol hasta el 75% en los hornos de inducción.

Hornos caldeados por gasoil o gas.

De crisol 15% - 20%.

De solera húmeda 30% - 50%.

Horno Torre 35% - 50%.

Hornos calentados por resistencias:

De crisol 40% - 50%.

De solera 60% - 70%.

Hornos eléctricos de inducción 60% - 75%.



2.2- Problemas asociados con la fusión.

En el paso del estado sólido al líquido, la aleación de Aluminio sufre unas transformaciones físico-químicas y metalúrgicas entre las que destacaremos:

- A- Oxidación – formación de Al_2O_3 y $Al_2O_3 \cdot xH_2O$ (corindón).
- B- Aporte de hidrógeno u otros gases provenientes de la combustión.

2.3- Tratamientos.

Como el primer problema que aparece en la fusión es el de la formación de óxidos, lo primero que debemos hacer es eliminar estos óxidos antes de que por derivación en corindón dejen de ser solubles en los fundentes, esto nos ayuda también a mantener, bien sea en el crisol o en el refractario, en condiciones de limpieza para un correcto mantenimiento del horno.

La inclusión del gas en el metal líquido puede provenir por varias causas:

- 1) Cargas de lingote conteniendo gas y/o retornos con contaminación de agua o grasas.
- 2) Aporte de hidrógeno u otros gases provenientes de la combustión.

Aún reconociendo que la influencia del gas de la fundición inyectada no es tan perjudicial como el moldeo en arena o coquilla un chequeo previo y un tratamiento de desgasificado debemos hacerlo bien sea en el propio horno o en la cuchara de transporte.

Por último, una agitación por medios mecánicos o físicos (borboteo de gas inerte) es recomendable para asegurar una homogeneidad y evitar la segregación de compuestos pesados.

3- Transporte.

El metal líquido y a la temperatura adecuada necesitamos transportarlo a los hornos de mantenimiento a pie de máquina para lo que disponemos de:

- 1) Canal de trasvase: realizado en material aislante con o sin calentamiento, dependiendo de la longitud.
- 2) Cuchara de transporte: permite realizar en ella un tratamiento de desgasificado y normalmente está construida en material aislante y antiadherente al aluminio, incluso prevista de tapas y con posibilidad de basculamiento hidráulico con acoplamiento rápido a la carretilla de transporte.

4- Mantenimiento.

Como la misma palabra dice, este proceso consiste en conservar el metal recibido líquido para ser inyectado.

4.1- Energías.

Solamente necesitamos el aporte de calor suficiente para compensar las pérdidas del horno, por tanto, aunque siempre podamos utilizar gasoil o gas, el consumo de Kw/h es tan reducido que la energía eléctrica para este proceso es muy competitiva.



4.2- Hornos.

Tanto si el combustible es gas o gasoil, el horno a crisol con capacidades de hasta 800 Kg. de aluminio es un medio válido sobre todo cuando se automatizan con un buen control de temperatura. El valor de la potencia instalada deberá ser de por lo menos 2.5 veces mayor que la estrictamente necesaria con el fin de poder asimilar rápidamente variaciones de temperatura que se presenten.

El tradicional horno a crisol de resistencias muy generalizado es un buen equipo para el mantenimiento sobre todo los más recientes modelos con las resistencias embebidas en paneles y un buen control de temperatura. Por último, y sin duda alguna el mejor equipo para el mantenimiento del aluminio es el horno eléctrico sin crisol, con las resistencias instaladas en la tapa superior.

Su potencia instalada es muy baja, su consumo energético mínimo, y la posibilidad de una limpieza periódica muy fácil, hacen de este horno el ideal para un mantenimiento a pie de máquina.

4.3- Consumos.

Hornos a crisol combustible: 25 – 40 ter / h.

Hornos a crisol resistencias: 12 – 20 Kw. / h.

Hornos eléctricos sin crisol: 7 – 10 Kw. / h4.4.

5- Tratamientos – Segregaciones.

Teniendo en cuenta el hecho indiscutible de que una permanencia del aluminio en reposo es el mejor sistema e desgasificado, es lógico suponer que sin necesidad de tratamiento el problema del gas queda reducido al mínimo o eliminado.

Por el contrario, el óxido de aluminio debemos retirarlo periódicamente mejor con el uso de flujos desoxidantes en forma de escoria terrosa que retirando la “nata” superficial donde despreciamos porcentajes de metal de hasta el 80%.

Por último, un problema se puede presentar sobre todo cuando se usa la aleación con porcentajes altos en Si, Fe y Mn y es la formación de compuestos intermetálicos más pesados que la propia aleación, imposibles de fundir y que ocasionan graves problemas en las piezas.

Para evitar este problema se recomienda:

- 1) Seleccionar la materia prima. Análisis de contenido de Fe, Mn, y en Zn.
- 2) No tener el caldo por debajo de 660 C.
- 3) Agitar, de tanto en tanto el caldo.

6- Fusión y mantenimiento (en el mismo equipo).

Entendemos esta operación cuando en el mismo horno de pie de máquina realizamos la fusión y el mantenimiento. Aún se mantiene este procedimiento en muchas fundiciones, pero es cierto que la tendencia a la fusión central va logrando cada vez más adeptos.

6.1- Justificación.

Obviamente, si disponemos de una sola o incluso dos máquinas de inyectar no se justifica la inversión en una fusión independiente y recurriremos a un horno fijo con potencia suficiente para fundir y capacidad dependiendo del tamaño de la máquina. También se recurre a un horno autónomo aún con muchas máquinas cuando por razones de aleaciones o de tamaño de pieza, la fusión centralizada no nos resuelva la necesaria aportación de caldo.



ALBERTO MALITO & CÍA S.R.L

6.2- Problemas – tratamientos.

Independientemente de razones económicas, el principal problema cuando la carga del lingote “frío” se introduce en el metal ya líquido, se denomina “efecto chill” y consiste en enfriamientos locales que provocan la coagulación de compuestos intermetálicos, separándose de la matriz de aluminio y provocando segregaciones que dan origen a puntos duros en las piezas.

Otros problemas de esta práctica son:

- Absorción de gas directamente de la carga.
- Mayor formación de óxidos.
- Alteraciones de la temperatura de colada.
- Riesgo de metal frío y faltas de llenado.

6.3- Hornos – equipos.

En el planteamiento fusión – mantenimiento a pie de máquina debemos distinguir dos modelos de hornos.

- 1) Hornos de crisol calentados por combustible o por electricidad.
- 2) Hornos sin crisol de reverbero a combustible también, pero con zonas separadas para la fusión y el mantenimiento.

Este tipo de horno supera en gran parte los problemas de calidad de caldo, ya mencionados anteriormente, puesto que la propia fusión se realiza en una zona del horno independiente de la zona de mantenimiento y más aún de la cámara de extracción.

Aparte de los costos energéticos, existen otros valores determinantes de la rentabilidad de un horno, tales como la inversión de capital, gastos de reparación, el desgaste del crisol y las pérdidas al fuego.

7- Conclusiones.

Las crecientes demandas de las mejores calidades, la necesaria reducción de costos y la aplicación de nuevas tecnologías son requeridas para mejora continua, es por eso que nuestra firma posee laboratorio químico (espectrómetro por chispa, durómetro digital y equipo por absorción) dentro del establecimiento, donde se controla la composición y dureza de los materiales, certificando nuestros productos. Por lo tanto le da una trayectoria, que junto a la capacitación profesional adquirida le confiere un potencial eficiente, logrando calidad, la cual se evalúa en todos sus procesos productivos, ya que contamos con laboratorio propio, sumando así un respaldo de garantía mayor.

Fundimos Soluciones

Alberto Malito & Cia. s.r.l.

Av. Hipólito Irigoyen 1050 – 1870–Avellaneda – Pcia. De Bs. As. – Argentina

Tel.: (54-11) 4208-7280 // Fax 4228-5360

E-mail: ventas@albertomalito.com.ar

Web.: www.albertomalito.com.ar