

### **1) Título:**

**Evaluación de filtros cerámicos, en el reciclado de latas de aluminio en horno de reverbero.**

### **1a) Nombre del profesor responsable:**

Adrián Manuel Amaro Villeda.

### **2) Introducción:**

Para el reciclado de chatarras de aluminio en gran volumen, se utilizan hornos de reverbero de gran capacidad que pueden ser de 1,000 kg, 15,000kg o más. Una de las principales problemáticas de las aleaciones de aluminio fundidas en los hornos de reverbero es la acumulación de inclusiones en el seno del metal líquido. Las inclusiones son partículas extrañas que pueden quedar atrapadas en piezas metálicas que se fabrican por fundición, estas inclusiones son duras y quebradizas. La presencia de estas inclusiones en piezas fundidas disminuye la maquinabilidad y la ductilidad de la aleación, pero la forma, tamaño y distribución de estas tienen una influencia significativa sobre las propiedades mecánicas de la aleación. Las inclusiones se pueden clasificar en: 1. Óxidos ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ), 2. Sales (Cloruros, Fluoruros), 3. Carburos ( $\text{Al}_4\text{C}_3$ ,  $\text{SiC}$ ), 4. Nitruros ( $\text{AlN}$ ), 5. Boruros ( $\text{TiB}_3$ ,  $\text{AlB}_2$ ).

Las fuentes de las inclusiones son diversas, las chatarras pueden contener piezas oxidadas, el raspado excesivo de las paredes del horno puede dar como resultado inclusiones de óxido sólido, los flujos de sales inadecuados que se pueden ir en el llenado de las piezas, la transferencia de aluminio genera turbulencia dando como consecuencia la formación de películas de óxidos quedando atrapadas en el aluminio, el ajuste de los quemadores de gas puede causar una oxidación excesiva de la superficie de la fusión, todas estas inclusiones repercuten en las propiedades mecánicas de las aleaciones.

A pesar de tener las mejores prácticas durante la fusión de las aleaciones, las inclusiones aparecen durante este proceso, entonces es necesario eliminar las inclusiones del metal líquido que proviene de los hornos como el de reverbero. Uno de los métodos para eliminar las inclusiones es el uso de filtros de espuma cerámica, los cuales se fabrican a partir de una formación de estructura de polímero de célula abierta y se recubren con diferentes tipos de cerámico que pueden ser de base alúmina, carburo de silicio y óxido de zircón, posteriormente se elimina el polímero mediante temperatura, estos filtros se clasifican a partir del tamaño de la célula según los poros por pulgada (ppi) y pueden ser de 10 ppi, 20 ppi y 30 ppi. La porosidad de estos filtros es continua, como la de una esponja, la efectividad de este medio de filtración en las inclusiones de captura es considerablemente mayor que por otros métodos como fibra de vidrio, o uso de fundentes. Se han reconocido tres mecanismos generales para la filtración de partículas sólidas del líquido: partículas gruesas que son físicamente incapaces de pasar a través de las celdas filtrantes, filtración de partículas finas atrapadas físicamente por una capa en la cara de la entrada de los filtros y la filtración en el lecho del filtro, de las inclusiones finas, que son atraídas fisicoquímicamente a la pared del medio filtrante por las fuerzas de energía de la superficie y luego sinterizadas al material del filtro.

### **3) Hipótesis:**

El uso de filtros cerámicos con 10 ppi, 20 ppi y 30 ppi, durante el vaciado del horno de reverbero, disminuirán la cantidad, el tamaño de las inclusiones conforme aumentan los

poros por pulgada en los filtros cerámicos, y también se verá reflejado en las propiedades mecánicas.

#### **4) Objetivos:**

- Determinar la cantidad y el tamaño de las inclusiones presentes en el aluminio reciclado a partir de latas de bebida de aluminio sin y con el uso de diferentes filtros cerámicos (10 ppi, 20 ppi y 30 ppi) en un horno de reverbero.
- Determinar la resistencia a la tensión en el aluminio reciclado a partir de latas de bebidas de aluminio sin y con el uso de diferentes filtros cerámicos (ppi) en un horno de reverbero.

#### **5) Metas (productos entregables):**

Reciclar latas de bebida de aluminio en un horno de reverbero, sin filtros y usando filtros cerámicos con diferentes ppi, para obtener probetas de tensión y evaluar su resistencia, realizar metalografía óptica, microscopía electrónica de barrido para medir y cuantificar las inclusiones presentes.

#### **6) Metodología:**

Realizar revisión bibliográfica sobre el reciclado de latas de bebida de aluminio y uso de filtros cerámicos en horno de reverbero.

Fabricar pacas con latas de bebida aluminio de aproximadamente 0.5 kg en una prensa hidráulica.

Fusión de pacas de aluminio en un horno de reverbero con capacidad de 20 Kg. El horno de reverbero cuenta con dos cámaras, que son: cámara de fusión y cámara de contención del metal líquido. El horno está instrumentado con termopares para monitorear las condiciones de trabajo del horno para que las fusiones sean reproducibles. Las pacas de aluminio se introducen a la cámara de fusión hasta que esta llegue a la temperatura de trabajo. El aluminio fundido en la cámara de fusión pasa a la cámara de contención hasta tener 15 kg fundidos.

Se tomarán muestras de aluminio con una cuchara, para obtener probetas para análisis químico a intervalos de tiempo establecidos para determinar la composición del metal durante todo el tiempo de fusión y hasta su vaciado.

El aluminio fundido será vaciado en moldes fabricados por el proceso de Silicato-CO<sub>2</sub> para obtener probetas de tensión, sin el uso de filtros cerámicos.

El aluminio fundido será vaciado en moldes fabricados por el proceso de Silicato-CO<sub>2</sub> para obtener probetas de tensión, mediante el uso de filtros cerámicos con 10 ppi, 20 ppi y 30 ppi.

#### **7) Infraestructura:**

Horno de reverbero con capacidad de 20 kg de aluminio.

Espectrómetro de emisión óptica para realizar los análisis químicos.

Adquisidor de datos para registrar la temperatura en el horno de reverbero.

Quemadores de gas L.P.

Prensa hidráulica.

Laboratorio metalográfico.

Filtros cerámicos con 10 ppi, 20 ppi y 30 ppi.

Consumibles: Chatarra de latas de bebida de aluminio, pintura de zircón, termopares tipo K, cuchara para toma de muestra.

**8) Calendarización o cronograma:**

| Actividades              | Semanas |       |       |       |        |         |         |         |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
|                          | 1 - 2   | 3 - 4 | 5 - 6 | 7 - 8 | 9 - 10 | 11 - 12 | 13 - 14 | 15 - 16 |
| Revisión bibliográfica.  | X       | X     | X     |       |        |         |         |         |
| Desarrollo experimental. | X       | X     | X     | X     | X      | X       |         |         |
| Análisis de resultados.  |         |       |       | X     | X      | X       | X       | X       |
| Escritura de reporte.    |         |       |       |       | X      | X       | X       | X       |

**9) Comentarios adicionales:**

El alumno contará con el apoyo de los equipos, materiales para las fusiones en el horno de reverbero, así como de los consumibles.