



Sistemas Tradicionales de Tratamiento en Minería Metálica

A.M. Castañón1, P.J. Acebes2, E. Martínez1, J. Calvo2
1E.S.T. Ingenieros de Minas, Universidad de León, Campus de Vegazana s/n, 24071 León, España
amcag@unileon.es, emarti@unileon.es

2CARTIF, Parque Tecnológico de Boecillo Parcela 205, 47151 Boecillo (Valladolid)
pedace@cartif.es, jorcal@cartif.es

Continuando con el desarrollo del Proyecto POCTEP ESMI-MET, se ha planteado el progreso de actividades regionales conjuntas, y de iniciativas de alto valor añadido en materia de tecnologías de explotación y procesado de minerales. Estas actuaciones se enmarcan dentro de la Actividad que lleva por título “Desarrollo de

actividades de I+D+i relacionadas con las técnicas de explotación y procesado”. En este aspecto la Universidad de León ha analizado los sistemas tradicionales de tratamiento en minería metálica, centrándose en el wolframio. (Figura 1)

Se describe el proceso de tratamiento de este mineral tecnológico, el más destacable tanto por su valor

estratégico como económico, en la zona de España y Portugal. Se separan los distintos minerales, en función del interés minero que presenten en el momento de la explotación. Por una parte, se obtiene la mena, metal que se quiere obtener y aprovechar, y por otra la ganga, que es el mineral que acompaña a la mena y no presenta interés económico.



Figura 1. Corta inundada de la mina de Barruecopardo

1. El tratamiento del mineral metálico

El todo-uno que llega de la mina, se concentra en la planta de tratamiento, mediante distintas técnicas de cominución, clasificación y concentración. (Figura 2).

El proceso de tratamiento del mineral tiene dos etapas principales:

- Reducción y clasificación por tamaños. El objetivo es disminuir el tamaño y poder liberar la mena de la ganga.
- Separación física de las partículas metálicas. La finalidad es obtener un concentrado, lo más elevado posible.

2. Sistema de procesado del wolframio

El proceso de tratamiento del wolframio varía en función de los minerales que se tratan. Se extrae de varios minerales wolfrámicos, siendo los más comunes la wolframita ((Fe, Mn)WO₄) y la scheelita (CaWO₄). En función de cómo se presente en la explotación, las técnicas utilizadas para su concentración serán diferentes.

Las plantas de tratamiento de wolframio (Figura 3), están distribuidas en tres etapas bien diferenciadas, como se puede observar en la Figura 4:

- Trituración y clasificación
- Preconcentración
- Concentración del mineral.

Trituración y cribado: en esta primera zona es donde llega el todo-uno de la mina, con granulometrías menores de 800mm. Primero se realiza un cribado, antes de pasar a trituración primaria. Se introduce en una machacadora de mandíbulas, que reduce el mineral a tamaños inferiores a 100mm. A la salida pasará a trituración secundaria, utilizando trituradores de cono, con sus respectivos equipos de clasificación y con valores que pueden variar desde 1mm a 5 mm, en función del yacimiento.



Figura 2. Vista aérea de las instalaciones de la Mina de Los Santos (Salamanca)



Figura 5. Vista general de la planta de tratamiento de Panasqueira

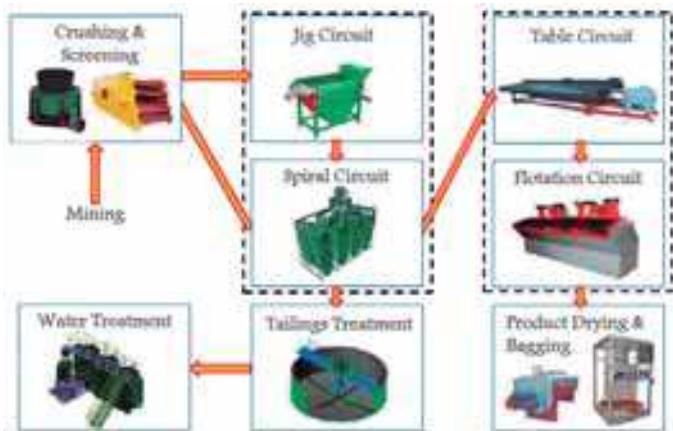


Figura 4. Proceso general de una planta de wolframio

Zona de preconcentración: el mineral con el tamaño obtenido en las etapas anteriores, pasa a una batería de ciclones donde se separa la fracción más fina, entrando a la zona de preconcentrado cuyo primer elemento es un equipo de concentración gravimétrica (Jigs, espirales, medios densos). Mediante estos equipos se aumenta la ley de concentrado. Este material se envía a la zona de concentración, mientras que el estéril obtenido, se envía a una zona de tratamiento de estériles.

Zona de concentración: el mineral procedente de preconcentración se separa por tamaños, antes de ser mandado al siguiente proceso, las Mesas de Sacudidas. Después de pasar por estos equipos, una parte del concentrado irá a flotación, donde el wolframio se concentra, separándose de otros metales, en especial de los sulfuros. La pulpa rica en wolframio (con una ley media del 65% WO₃), se envía a un tanque espesador, que pasará por un secadero para obtener un producto final seco. Si el material tuviera en su composición estaño o hierro, tendría que pasar por un proceso de separación magnética para obtener el concentrado final, WO₃.

3. Procesos metalúrgicos del wolframio

Una vez concentrado el mineral de wolframio, el mineral se puede someter a dos tipos de procesos diferentes en función de su uso final. Estos procesos son:



Figura 5. Evolución del precio del wolframio, 2005-2018

- Procesos Hidrometalúrgicos si están destinados a ser usados en la industria del acero.
- Procesos Pirometalúrgicos si se quiere obtener wolframio puro o usarlo para aleaciones.

Las principales aplicaciones del WO₃ se encuentran en la industria del acero, para aleaciones. También se utilizan en lámparas incandescentes, para fabricar los filamentos de wolframio dopados con 0,05% de alúmina, sílice y óxido de potasio. Existen otras aplicaciones para la electrónica, la obtención de electrodos para soldadura por arco, y para fabricar carburo de tungsteno.

4. Consideración económica

La unidad de venta del wolframio es la tonelada métrica o MTU, es el equivalente a 10 kilogramos de wolframio y es la medida estándar de peso para este mineral. Los precios del wolframio, se suelen estimar en Dólares Americanos por MTU de trióxido de wolframio (WO₃).

El precio de venta del kilogramo de wolframio varía mensualmente y depende del precio de venta del Ammonium Paratungstate o APT, sal cristalina que se utiliza para producir aleaciones en la industria siderúrgica.

Teóricamente el concentrado de wolframio puro contiene 79,3% de wolframio metal, pero en la práctica el porcentaje de concentrado aceptable para la venta varía entre un 62% y un 72% WO₃.

El precio de venta del Wolframio será el precio de un MTU de APT. Un MTU de APT contiene aproximadamente 7,93 kg de wolframio y el precio del APT se puede consultar en la bolsa de metales de Londres.

En la Figura 5, se puede ver la evolución del precio en dólares americanos de una MTU de wolframio puro, dedicada a la obtención de APT. En la gráfica, se aprecia la fluctuación del mercado, a lo largo de los años. Después del fuerte descenso que sufrió durante 2016 y 2017, se observa como este año, el precio se ha recuperado y ha crecido de nuevo.

Agradecimientos
Los autores quieren agradecer la financiación de este trabajo al programa de Cooperación INTERREG V-A España-Portugal (2014-2020 (proyecto "ESMIMET", con expediente 0284_ESMIMET_3_E)). ●