

PREDISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO DE PRODUCCION DE ACIDO BORICO POR VIA SOLAR

Graciela Lesino* y Luis Saravia*

INENCO#

Universidad Nacional de Salta

Buenos Aires 177

4400 Salta

RESUMEN

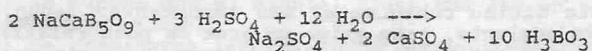
Las pozas solares pueden ser utilizadas como reactores químicos. La producción de ácido bórico por ataque de ulexita con ácido sulfúrico es un ejemplo de esta aplicación, de importancia en el Noroeste Argentino. Dado el interés empresario a nivel local se ha preparado un prediseño de una planta piloto para la producción de 500 toneladas mensuales de ácido bórico, el cual es el objeto de este trabajo.

A partir de las condiciones climáticas se determina la localización, se dimensiona el área de poza necesaria y el área complementaria de colectores planos de plástico recalentadores de la solución. Finalmente se propone un esquema de funcionamiento del conjunto para un mineral típico de la zona.

INTRODUCCION

El ácido bórico o sus derivados, de uso en varias industrias locales y con un buen mercado de exportación, se producen por dos vías en el país. Por un lado se obtiene a partir del tincal, mineral de borato de sodio soluble en agua. Su solubilidad lo hace muy ventajoso desde el punto de vista económico, pero los yacimientos existentes tienen reservas limitadas. Por otro lado se puede recurrir a la ulexita, borato de calcio y sodio insoluble en agua. La producción del ácido bórico se realiza mediante ataque químico con ácido sulfúrico. Este método es económico si el mineral de ulexita tiene una concentración suficiente. El método de producción que se estudia en este trabajo permitiría mejorar las condiciones económicas del proceso haciendo posible la explotación de yacimientos de baja ley, que son muy abundantes en la zona de Puna.

El ataque de la ulexita con el ácido sulfúrico se produce según la siguiente reacción :



El proceso consume ácido sulfúrico y agua. Junto con el ácido bórico se produce sulfato de calcio (yeso) que precipita y sulfato de sodio que se mantiene en la solución

* Investigador del CONICET.

Instituto UNSa-CONICET.

PREDISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO DE PRODUCCION DE ACIDO BORICO POR VIA SOLAR

Graciela Lesino* y Luis Saravia*

INENCO#

Universidad Nacional de Salta

Buenos Aires 177

4400 Salta

RESUMEN

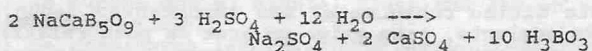
Las pozas solares pueden ser utilizadas como reactores químicos. La producción de ácido bórico por ataque de ulexita con ácido sulfúrico es un ejemplo de esta aplicación, de importancia en el Noroeste Argentino. Dado el interés empresario a nivel local se ha preparado un prediseño de una planta piloto para la producción de 500 toneladas mensuales de ácido bórico, el cual es el objeto de este trabajo.

A partir de las condiciones climáticas se determina la localización, se dimensiona el área de poza necesaria y el área complementaria de colectores planos de plástico recalentadores de la solución. Finalmente se propone un esquema de funcionamiento del conjunto para un mineral típico de la zona.

INTRODUCCION

El ácido bórico o sus derivados, de uso en varias industrias locales y con un buen mercado de exportación, se producen por dos vías en el país. Por un lado se obtiene a partir del tincal, mineral de borato de sodio soluble en agua. Su solubilidad lo hace muy ventajoso desde el punto de vista económico, pero los yacimientos existentes tienen reservas limitadas. Por otro lado se puede recurrir a la ulexita, borato de calcio y sodio insoluble en agua. La producción del ácido bórico se realiza mediante ataque químico con ácido sulfúrico. Este método es económico si el mineral de ulexita tiene una concentración suficiente. El método de producción que se estudia en este trabajo permitiría mejorar las condiciones económicas del proceso haciendo posible la explotación de yacimientos de baja ley, que son muy abundantes en la zona de Puna.

El ataque de la ulexita con el ácido sulfúrico se produce según la siguiente reacción :



El proceso consume ácido sulfúrico y agua. Junto con el ácido bórico se produce sulfato de calcio (yeso) que precipita y sulfato de sodio que se mantiene en la solución

* Investigador del CONICET.

Instituto UNSa-CONICET.

con el ácido bórico. Para separar el bórico se enfría la solución hasta unos 40 C, con lo que la solubilidad del bórico baja desde alrededor de 18.5 g por 100 g de agua hasta 8.8 g por 100 g de agua mientras que la solubilidad del sulfato permanece prácticamente constante. Si la solución está bien concentrada precipitará el bórico sin alterar el contenido de sulfato. En la producción industrial convencional y en el proceso descrito aquí se trabajará con un exceso de sulfúrico por encima del que se necesita estequiométricamente. Por tal razón queda sulfúrico en la solución madre después de la cristalización. Esta no se tira sino que se recircula para aprovecharlo, aunque habrá que realizar una purga periódica para eliminar el sulfato de sodio, cuya concentración va aumentando en cada cristalización.

Las etapas del proceso convencional de producción de ácido bórico a partir de ulexita son : molienda del cristal, adición de agua y ácido sulfúrico calentando hasta unos 70 C, agitación para promover la reacción y posterior decantación del sulfato de calcio y barros, cristalización del ácido bórico por enfriamiento hasta una temperatura superior a la de cristalización del sulfato de sodio, reciclo de la solución madre para recuperar el ácido sulfúrico.

En las secciones que siguen se describe la planta solar que se propone para la producción de ácido bórico, se realizan los balances de masa y calor y se discute su realización física.

DESCRIPCION CUALITATIVA DE LA PLANTA.

Se propone realizar el ataque en el fondo de una poza solar cuyo gradiente se forma con una solución de ácido sulfúrico. Cuando la poza se calienta el ácido ataca el material colocado en el fondo incorporándose el ácido bórico a la solución del fondo. Con esta disposición no se realiza mezclado y el decantado se produce en la misma poza. La solución se comienza a pasar a cristalizadores chatos al comenzar la noche. Se regula el espesor de solución en los mismos, así como la aislación usada, para lograr que la temperatura haya bajado a los 40 C en el correr de la noche, produciendo la precipitación selectiva del bórico.

En la próxima mañana, la solución a 40 C debe ser devuelta a la poza para aprovechar el sulfúrico, salvo una pequeña purga para eliminar sulfato de sodio a costa de perder algo de sulfúrico y bórico. La poza debe recoger energía solar suficiente para el calentamiento inicial, calentar los elementos de reemplazo y recalentar la solución enfriada en el cristalizador. Este último rubro es el más importante. Según se discutirá más adelante, esto exige un área de poza relativamente grande cuyo costo es mas elevado que el de las pozas de sal debido al uso del sulfúrico. Resulta mas económico colaborar en el calentamiento con colectores solares planos hechos en plastico en los cuales se coloca la solución de los cristalizadores al comenzar el día para ser calentada hasta el fin el día, momento en que se la traspasa a las

pozas. La Fig. 1 muestra un esquema del sistema. Es de observar que si los elementos se colocan a alturas adecuadas el movimiento de líquido se realiza aprovechando las diferencias de nivel y se necesita una sola bomba para toda la planta.



Fig. 1.- Esquema del sistema

BALANCES DE MASA

La Tabla 1 muestra las necesidades mensuales de los distintos materiales para producir un total de 500 toneladas de ácido bórico por mes.

Tabla 1 : materiales para producir 500 Ton/mes

Material	Requerimiento
Mineral con ley del 28 % y recuperación del 70 %.	1437 ton
Acido sulfúrico incluyendo ataque a carbonatos.	382 ton
Agua	175 ton.

Para realizar el cálculo se tuvieron en cuenta los siguientes puntos :

- 1) Se supone que el mineral tiene una ley en boro del 28%, expresada en B2O3.
- 2) Se consideran las relaciones estequiométricas establecidas por la fórmula de reacción pero se supone que del bórico teóricamente extraíble sólo se recupera el 70%. Este bórico se pierde en el agua de purga o queda sin transformarse en el mineral.

3) Se supone que existe una pérdida adicional de sulfúrico ocasionada por la existencia de carbonatos en el mineral que reaccionan produciendo anhídrido carbónico. Se estima esta pérdida en un 3%.

De acuerdo a la solubilidad del bórico a 40 C y 70 C, ya mencionada, prácticamente se necesitan 10 kg de solución para producir un kilo de bórico, lo que determina la cantidad de solución a reciclar por día.

BALANCES TERMICOS

En primer lugar debe decidirse donde ubicar la planta, teniendo en cuenta que las características climáticas importan en dos aspectos, la radiación solar y la temperatura ambiente. En cuanto a la radiación se debe buscar un lugar con altos valores y poca nubosidad. Para la temperatura ambiente debe considerarse que el proceso de cristalización se realiza a temperaturas altas, por encima de 40 C, por lo que en este caso no es necesario temperaturas bajas y por el contrario, valores mayores evitarían pérdidas térmicas en todo el circuito. Otro aspecto de importancia general es el viento, ya que puede molestar en todo el proceso de movimiento de material, que se hace al aire libre, y en la agitación de la poza. Estas consideraciones indican que la ubicación en la Puna no sería lo más conveniente, prefiriéndose un lugar con buena insolación a una altura cercana a los dos mil metros, bien protegido del viento, cerca de la línea de ferrocarril y con provisión de agua. Para los cálculos medios que se realizarán a continuación se supondrá que la radiación disponible sobre superficie horizontal es de 15 megajulios por día y m², y que la temperatura ambiente media es de 12 C.

Una vez que la masa de solución de la poza solar haya llegado a un estado térmico estacionario al comenzar su período de producción, el aporte solar debe compensar las siguientes pérdidas térmicas :

- 1) calentamiento de los nuevos materiales que se introducen para compensar los efectos de la producción, es decir, mineral, ácido sulfúrico y agua. Deberán pasar de 12 C a 70 C, lo que implica una cantidad de calor de 0.25 Mj por kilo de bórico, o 4200 Mj por día de producción.
- 2) Intercambio de calor relacionado con la mezcla de los productos y las reacciones correspondientes. El hecho de que la disolución del sulfúrico sea fuertemente exotérmica compensa las reacciones endotérmicas al punto que este rubro es neutro en cuanto a necesidades de calor.
- 3) Calentamiento de la solución que retorna a 40 C de los cristalizadores y debe llevarse a 70 C en la poza. Dado que el flujo de solución es de unos 10 kg por kg de bórico, este calor es del orden de 1.26 Mj por kilo de bórico, o 21000 Mj por día de producción.

Una primer opción es la de suministrar todo este calor por vía de la misma poza en que se realiza la reacción. La experiencia recogida al presente con pozas de tamaño pequeño en condiciones de producción industrial que no garantizan una transparencia muy buena de las soluciones, y con temperaturas de trabajo de 70 C, es de que el rendimiento global se encuentra alrededor del 10 %. Con los consumos energéticos mencionados esto implica una superficie de 16800 m² de poza. La evaluación económica indica que este tamaño resulta muy oneroso, teniendo en cuenta el alto costo del ácido sulfúrico que forma parte del gradiente de la poza. Se ha planteado la opción de que el consumo más importante, el recalentamiento de la solución que vuelve a la poza, sea atendido con un colector horizontal donde la solución se calienta durante un día en bolsas negras de polietileno bajo un plástico transparente. Su costo es bajo y la experiencia recogida con colectores para secado muestra que se obtienen rendimientos del orden de 25 % para las temperaturas de trabajo. Con esta hipótesis, los cálculos muestran que se deberán instalar 2800 m² de poza y 5600 m² de colectores de plástico.

En lo que se refiere al cristalizador, se debe dimensionar para que a lo largo de la noche la solución no baje de los 40 C. El parámetro que se dispone es la altura de líquido en el recipiente ya que la mayor fuente de pérdidas va a estar dada por la superficie libre del mismo y al aumentar la altura de solución se regula la cantidad de masa que debe perder a través de esa superficie. El cálculo con valores razonables de pérdida superficial indica que una altura el orden de los 30 cm es la conveniente. Teniendo en cuenta que se debe colocar 167000 lts. de solución cada día, ello implica una superficie cercana a los 600 m².

DISPOSICION GENERAL DE LA PLANTA

Existen varias razones para construir la planta con pozas de menor tamaño, repitiendo las unidades hasta lograr el tamaño necesario para la producción total. En primer lugar, las pozas deben vaciarse a intervalos regulares para proceder a la limpieza de los materiales precipitados o insolubles. La existencia de varias unidades asegura una producción más regular. En segundo lugar es más sencillo adaptar la planta a producciones menores en caso de que exista variabilidad en el mercado. En tercer lugar, es posible ir construyendo la planta por partes, evitando inversiones a mayor escala en forma . El inconveniente que se produce al achicar la poza reside en las mayores pérdidas térmicas de ésta, por lo que existe un límite mínimo para el tamaño a adoptar. En este caso se diseña la planta con unidades de poza de 700 m². Con el fin de disminuir las pérdidas en lo posible, las cuatro pozas se han colocado muy próximas entre sí.

La figura 2 muestra la disposición general de la planta. Se indican las playas de descarga de mineral sin tratar, los tanques de ácido y agua, y la playa para el producto de salida.

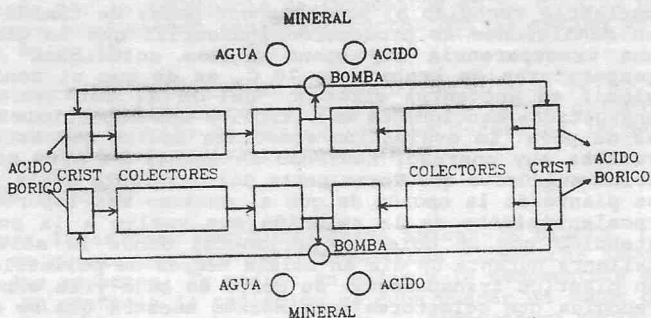


Fig. 2.- Esquema de la planta

CONCLUSIONES

Se ha logrado diseñar una planta de costo razonable mediante la elección de una combinación de colectores de distinto tipo y una disposición que permite un flujo de las soluciones con un mínimo de medios mecánicos y cañerías, aprovechando los desniveles del terreno.