



C 22 B

PATENTE DE INVENCION  
=====

*Memoria Descriptiva*

*sobre:*

Procedimiento para la extracción y tratamiento de car  
nalita y mineral de taquidrita.

=====

*Solicitante:* ALFRED F. NYLANDER, de nacionalidad norteamericana, residente en 1736 Alameda Avenue, Redwood City, California, EE.UU. de A.

=====

Esta invención se refiere a un procedimiento para la extracción y tratamiento de minerales y, más particularmente, a la extracción y tratamiento de car  
nalita en unión con la extracción de mineral de taqui  
drita.

5

92-22-45



5 En la extracción de minerales tales como los que contienen partes aprovechables de potasa, a veces no es económicamente viable extraer en seco el mineral escavando un pozo hasta el depósito. Es posible que deba prescindirse de la extracción por pozo debido a profundidad del depósito, la falta de estabilidad de la formación geológica que rodea el yacimiento, la falta de estabilidad del mismo yacimiento, o una serie de factores distintos. La extracción por solución es una alternativa posible en algunos casos, pero exige una altura mínima del yacimiento e igualmente que se recupere el mineral disuelto de la solución. La carga económica que supone dicha recuperación puede ser importante y la extracción por solución no siempre constituye una alternativa económicamente atractiva. Esto es particularmente cierto cuando el mineral de potasa se encuentra en un extracto mezclado con otros minerales solubles pero económicamente poco atractivos. El mineral de carnalita, por ejemplo, se considera generalmente como fuente poco atractiva de potasio.

10  
15  
20 Los depósitos de potasa de Sergipe, en el Brasil, y un depósito similar en el Congo Africano son ejemplos de potasa y carnalita que no han sido utilizados. El yacimiento es una combinación compleja de tres constituyentes principales en zonas de minerales semi-distintas pero íntimamente relacionadas. Una zona contiene silvinita, una mezcla de silvita (KCl) y halita (NaCl), otra zona contiene fundamentalmente carnalita ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), y la tercera zona consiste en gran parte en taquidrita ( $CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 \cdot 12H_2O$ ). La formación del yacimiento, su profundidad, y el flujo plástico potencial de la carnalita y la taquidrita hace poco probable que puede realizarse con éxito la extracción por pozos y gale



rías de la zona de la silvinita. Debido a la naturaleza del yacimiento y el costo de los combustibles fósiles o similares necesarios para la recuperación convencional del mineral, tampoco se ha intentado la extracción por solución. Aunque se conoce desde hace tiempo la existencia del depósito Sergipe, y aunque representa una importante reserva de potasa, el yacimiento permanece sin explotar.

5

El objeto de la presente invención es el de emplear una solución de mineral de taquidrita en el tratamiento de una solución de carnalita para la recuperación de las partes aprovechables de potasio de la misma.

10

Según una realización de esta invención se proporciona un procedimiento que incluye las etapas de:

15

(1) formar una solución acuosa saturada de mineral de taquidrita;

(2) formar una solución acuosa que contenga carnalita sustancialmente saturada con relación al cloruro potásico;

(3) mezclar dichas soluciones con lo que se precipitan los sólidos de potasio conteniendo cloro; y

20

(4) beneficiar dichos sólidos de potasio conteniendo cloro para proporcionar cloruro potásico.

Cuando se trata la carnalita según la presente invención, los sólidos precipitados contienen cloruro potásico y cloruro magnésico. Como se indica más adelante, esta mezcla puede beneficiarse entonces por las técnicas conocidas para proporcionar partes aprovechables de cloruro potásico.

25

Esta invención combina una solución de un mineral no atractivo con una solución de otro mineral que se considera generalmente poco atractivo, con el fin de obtener un producto económicamente atractivo. Las soluciones pueden formarse

30



5 extrayendo por solución los minerales combinándose posterior-  
mente las soluciones de minerales para producir el producto  
deseado. Aunque los yacimientos de calcio conteniendo cloro  
tales como la taquidrita no son económicamente atractivos, el  
uso de la taquidrita, permite, por ejemplo, la extracción por  
solución de carnalita para obtener cloruro potásico, un mine-  
ral valioso que se utiliza, entre otras cosas, como nutriente  
agrícola. Utilizando la solución de taquidrita se puede pre-  
cipitar rápidamente la carnalita de sus soluciones sin utili-  
zar calor. La carnalita puede tratarse entonces para la re-  
cuperación de las partes aprovechables de potasio por las  
técnicas convencionales.

15 La extracción por solución de minerales emplea técni-  
cas perfectamente conocidas que no se describirán aquí con  
mayor detalle. En una técnica de extracción por solución,  
se introducen dos o más tubos hasta el yacimiento deseado.  
A continuación se bombea al yacimiento agua o una salmuera,  
insaturada con relación al mineral que debe disolverse, a  
través de uno o más tubos, saliendo del yacimiento por medio  
de uno o más tubos distintos, para proporcionar un flujo con-  
tínuo de líquido a través del mineral. En otra técnica de  
extracción por solución, se emplean tubos concéntricos, bom-  
beándose el fluido hasta el yacimiento a través de un tubo  
y retirándose del yacimiento a través del otro. Aunque la  
extracción por solución se realiza casi siempre como opera-  
ción continua, puede llevarse a cabo como una operación dis-  
continua en la que se bombea fluido al yacimiento y se le  
permite permanecer allí durante un periodo de tiempo antes  
de ser retirado.

30 En depósitos tales como el de Sergipe, es de esperar



que la carnalita y la taquidrita sufran deformación plástica debido a la tensión cuando se retiran algunas partes aprovechables del mineral. Durante la extracción por solución de un yacimiento como el de Sergipe, la deformación plástica tenderá a desplazar el mineral hacia la entrada de líquido haciendo de este modo que el mineral esté más fácilmente disponible. La deformación plástica potencial puede proporcionar también un efecto artesiano. El líquido puede bombearse al yacimiento el cual, por la deformación plástica, ejercerá presión suficiente para hacer que el líquido vuelva a fluir hacia la superficie cuando se abra la válvula del conducto de salida. Esta invención contempla la formación de soluciones subterráneas a las presiones que se encuentran normalmente, así como a presiones superiores inducidas.

Las soluciones empleadas en la práctica de esta invención son soluciones sustancialmente saturadas con relación al mineral que debe recuperarse. Aunque es conveniente la saturación sustancialmente completa, el término solución saturada, tal como aquí se utiliza, incluye soluciones que tienen al menos un 80 % de saturación, siendo más convenientes las que tienen un mínimo del 90 % de saturación. El término saturada se refiere a la cantidad máxima del mineral deseado que puede disolver una solución dada a la temperatura de la reacción entre la solución del mineral y la solución de taquidrita. A título de ejemplo, a 50°C, una solución saturada de mineral de carnalita puede contener alrededor de 7,6 moles de KCl, 3,8 moles de NaCl y 77 moles de MgCl<sub>2</sub>. Una solución de 35°C de taquidrita puede contener alrededor de 26,5 % de CaCl<sub>2</sub>, alrededor del 18,5 % de MgCl<sub>2</sub> y alrededor del 0,3 % de NaCl.



Aunque la solución de carnalita puede formarse por extracción por solución de un depósito de mineral de carnalita, existe también la posibilidad de formar la solución de carnalita a partir de una solución de taquidrita y silvinita. En este caso, las soluciones de taquidrita y silvinita se mezclan en un recipiente de reacción, y se retira el cloruro sódico que se precipita. La retirada del cloruro sódico puede realizarse tratando la citada solución a través de un tanque de sedimentación o filtro para proporcionar un rebose de carnalita adecuado para el tratamiento que se describirá más adelante. En general, la solución de silvinita y la solución de taquidrita se mezclarán en una relación de 0,5:1 a 1,5:1 aproximadamente y a una temperatura entre 20 y 60°C aproximadamente.

Por lo general, las temperaturas a las que se mezclan las soluciones serán las que se derivan naturalmente en el proceso, es decir, las de la formación mineral modificada por el distinto calor producido por la solución. Hay que reconocer que dado que el calor de solución de la taquidrita es exotérmico mientras que el calor de solución de otros minerales puede ser endotérmico, pueden variar algo las temperaturas de las soluciones que lleguen al terreno. En general, la temperatura de mezcla se encontrará dentro de la gama de 20 a 60°C aproximadamente. La relación de peso solución mineral: solución taquidrita será a menudo de 1:1 pero puede variar más ampliamente, utilizándose generalmente relaciones de 1 : 0,5 a 1 : 1,5, aproximadamente. La temperatura de la mezcla, el grado de saturación de las soluciones y la proporción de los ingredientes, así como otros aspectos de la mezcla son perfectamente conocidos para los entendidos en la técnica.



La práctica de esta invención podrá entenderse más fácilmente con referencia a la Fig. 1 adjunta, que representa una realización típica de la presente invención.

5 La Fig. 1 muestra un diagrama esquemático de circulación del tratamiento de mineral de carnalita. Se bombea agua o una salmuera a una zona de mineral de carnalita a través del conducto 1, saliendo de la zona del mineral a través del conducto 2, como una solución sustancialmente saturada de mineral de carnalita. En una zona de mineral de taquidrita se introduce una salmuera que contiene cloruro cálcico y cloruro magnésico, o agua, a través del conducto 3, saliendo a través del conducto 4 como solución sustancialmente saturada de mineral de taquidrita. Si se desea, cada corriente puede dirigirse a los pozos de mantenimiento donde puede permitirse la sedimentación de la arcilla o ganga. Los chorros se mezclan en depósitos de reacción 5 para formar un lodo de carnalita en salmuera. El lodo se lleva a través del conducto 6 hasta el depósito de sedimentación 7 y el rebose del depósito de sedimentación, una salmuera que contiene cloruro cálcico y cloruro magnésico, se retira del proceso por el conducto 8. Esta corriente, si se desea, puede utilizarse como fuente de bromo u otros constituyentes en trazas que pueden recuperarse por las técnicas convencionales.

15 Si se desea, una parte de la corriente de salmuera que sale por el conducto 8, puede emplearse como salmuera para ser dirigida al yacimiento de taquidrita a través del conducto 3. Dado que la carnalita se precipitó en los depósitos de reacción 5, la corriente de salmuera que abandona el proceso a través del conducto 8 no está ya saturada y, por consiguiente, es capaz de disolver más mineral de taquidrita. Dado que

20

25

30



5 el calor de la solución de cloruro cálcico es exotérmico, la salmuera tenderá a calentarse en la zona de mineral de taquidrita, mejorando con ello la rapidez de la solución del mineral de taquidrita. Si se vuelve a introducir en el yacimiento, la salmuera puede diluirse con agua, por ejemplo, añadiendo un 25 % de agua.

10 El lodo sedimentado que procede del depósito de sedimentación 7 sale a través del conducto 9 y, si se desea, puede llevarse al filtro 10 donde se lava con agua u otra solución que entra a través del conducto 11. Si se desea, el filtrado que procede del filtro 10 puede ser enviado de nuevo al depósito de sedimentación 7 a través del conducto 12.

15 La torta lavada que procede del filtro 10 puede someterse a beneficio por medios convencionales para producir cloruro potásico y una corriente de cloruro magnésico. En un beneficio convencional, los sólidos se conducen a través del conducto 13 hasta el tanque de descomposición 14, donde se combinan con agua añadida a través del conducto 15. Se añaden cantidades limitadas de agua a la temperatura ambiente para descomponer la carnalita y proporcionar sólidos de cloruro potásico y una solución de cloruro magnésico. La descomposición de la carnalita con agua es una técnica conocida y proporciona un lodo que contiene predominantemente silvita, pero que puede también contener cantidades menores de halita. El lodo se hace pasar a través del conducto 16 al depósito de sedimentación 17, para proporcionar una corriente de rebose 18 que contiene cantidades importantes de cloruro magnésico y cloruro sódico. Esta corriente, si así se desea, puede tratarse con los medios convencionales para proporcionar cloruro magnésico.

20

25

30



5 El lodo sedimentado que procede del depósito de sedimentación 17, se hace pasar al filtro 20 a través del conducto 19. La torta del filtro se lava con agua introducida a través del conducto 21 y el filtrado puede recircularse a través del conducto 22 hasta el depósito de sedimentación 17. Después del lavado, el producto se retira a través del conducto 23 hasta el secador 24 donde se seca para proporcionar un producto de cloruro potásico que sale por 25 y que puede tener una calidad del 62 % de  $K_2O$ .

10 Aunque este proceso se ha descrito con relación al uso de los filtros 10 y 20, debe entenderse que pueden utilizarse en lugar de ellos, extractores, perfectamente conocidos en la técnica, u otros equipos similares conocidos. Por otra parte, el rebose del tanque de sedimentación 17 y la salmuer  
15 ra que procede del filtro (o extractor) 20 puede devolverse, si así se desea, a los depósitos de reacción 5.

20 Se ha determinado que la práctica de un proceso continuo en el depósito de sedimentación 7 proporciona cristales grandes de carnalita que pueden someterse más fácilmente a separación mecánica del agua de cristalización. Puede emplearse también la sedimentación discontinua, aunque tiende a proporcionar cristales más finos.

25 Los ejemplos siguientes se incluyen con el fin de ilustrar más completamente la práctica de la presente invención. Estos ejemplos se incluyen únicamente a efectos ilustrativos y no se pretende que limiten en absoluto el ámbito de la presente invención.

#### EJEMPLO 1

30 Un mineral de taquidrita en solución, como el obtenido por extracción con solución, contenía 0,34 % de  $KCl$ , 24,85 %

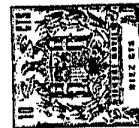


de  $MgCl_2$ , 15,90 % de  $CaCl_2$ , 0,36 % de NaCl y 58,8 % de agua.

Las dos soluciones se combinaron a  $35^{\circ}C$  en depósitos de reacción en una proporción de 1:1 para proporcionar un tiempo de permanencia de unos 20 minutos en los depósitos de reacción. La mezcla procedente de los depósitos de reacción se trató a través de un depósito de sedimentación para retirar un rebose de solución estéril. Los gruesos del depósito de sedimentación se procesaron entonces a través de un filtro-extractor en el que se lavaron los sólidos con agua para proporcionar una corriente de sólidos. El líquido procedente del extractor-filtro se combinó con el rebose del depósito de sedimentación.

Los flúidos del depósito de sedimentación y del extractor, al ser mezclados, contenían 1,01 % de KCl, 23,13 %  $MgCl_2$ , 10,9 % de  $CaCl_2$  y 1,07 % de NaCl en agua. Esta solución es apropiada para ser recirculada a un yacimiento de taquidrita para extraer por solución dicho mineral.

El producto intermedio (sólidos húmedos) del extractor-filtro contenía 22,94 % de KCl, 32,03 % de  $MgCl_2$ , 0,72 % de  $CaCl_2$ , 5,33 % de NaCl y 38,74 % de agua. Este producto intermedio fué llevado a un tanque de descomposición donde se descompuso añadiéndosele agua (alrededor de 0,7 partes de agua por parte de sólidos húmedos). La mezcla procedente del depósito de descomposición se llevó a un depósito de sedimentación y los gruesos del depósito de sedimentación se llevaron a un extractor-filtro donde los sólidos se sometieron a un lavado de 3 fases con más agua. Alrededor del rebose la corriente de lavado del extractor-filtro se retiró del proceso, mientras que el rebose del depósito de sedimentación y la sal muera drenada de los sólidos en el extractor-filtro se combi-



naron y se introdujeron de nuevo en circulación a los depósitos iniciales de reacción de taquidrita-carnalita. El sistema perdía alrededor de un 10 % de la corriente de recirculación.

5           La salmuera recirculada procedente del depósito de sedimentación contenía 4,12 % de KCl, 21,49 % de  $MgCl_2$ , 3,18 % de NaCl y 71,21 % de agua. Los sólidos del extractor-filtro contenía KCl y 20 % de agua. Estos sólidos se secaron para proporcionar un producto que contenía esencialmente 100 % de  
10       KCl.

#### EJEMPLO 2

Una parte de una solución sustancialmente concentrada de carnalita se mezcló con una parte de una solución sustancialmente concentrada de taquidrita a una temperatura de 50°C.  
15       Se formaron sólidos que contenían cloruro magnésico y cloruro potásico. El análisis de los sólidos dió un 11,48 % de potasio, 8,48 % de magnesio, 1,2 % de calcio y 35,58 % de cloro. Esta mezcla es adecuada para tratamiento según el proceso de la Fig. 1 o del Ejemplo 1, para producir un producto de cloruro potásico.  
20

#### EJEMPLO 3

Una solución de silvinita, tal como la obtenida por extracción con solución de silvinita, contenía 11,45 % de KCl, 0,12 % de  $MgCl_2$ , 0,33 % de  $CaCl_2$ , 20,35 % de NaCl y 67,75 %  
25       de  $H_2O$ .

La solución de silvinita se mezcló con la solución de taquidrita del Ejemplo 1 a una relación de 1,5 partes de solución de taquidrita por una parte de solución de silvinita a 35°C durante una hora aproximadamente. La mezcla de reacción se llevó a un depósito de sedimentación para proporcionar  
30



unos gruesos sólidos y una solución conteniendo carnalita.

Los gruesos sólidos, al ser centrifugados contenían 0,82 % de KCl, 0,94 % de MgCl<sub>2</sub>, 1,5 % de CaCl<sub>2</sub>, 91,9 % de NaCl y 4,84 % de H<sub>2</sub>O. La solución de carnalita contenía 4,54 % de KCl,  
5 15,84 % de MgCl<sub>2</sub>, 8,77 % de CaCl<sub>2</sub>, 3,59 % de NaCl y 67,26 % de H<sub>2</sub>O. Esta solución de carnalita puede tratarse según el procedimiento del Ejemplo 1.

Dado que cualquiera entendido en la técnica comprenderá fácilmente las posibles modificaciones de esta invención, se pretende que la presente invención quede limitada únicamente  
10 por el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

- N O T A -

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son  
15 susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO  
20 PARA LA EXTRACCION Y TRATAMIENTO DE CARNALITA Y MINERAL DE TAQUIDRITA; caracterizándose por lo siguiente:

1ª.- Procedimiento para la extracción y tratamiento de carnalita y mineral de taquidrita, caracterizado porque comprende las etapas de: (1) formar una solución acuosa saturada de taquidrita; (2) formar una solución acuosa conteniendo  
25 carnalita; (3) mezclar dichas soluciones, con lo que se precipitan los sólidos que contienen cloruro potásico; y (4) beneficiar dichos sólidos que contienen cloruro potásico para obtener cloruro potásico.

30 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracte-

rizado porque la solución acuosa de carnalita es una solución formada por carnalita extraída por solución.

5 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se forma la solución de carnalita mezclando una solución de taquidrita y una solución de silvinita, y retirando de las mismas el cloruro sódico.

10 5ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se mezclan la solución de carnalita y la solución de taquidrita en la etapa (3) en una relación de aproximadamente 0,5 : 1 a 1,5 : 1 y a una temperatura de aproximadamente 20 - 60°C, con lo que se forman sólidos que contienen carnalita, separándose dichos sólidos de la solución.

15 6ª.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque los sólidos de carnalita precipitados se benefician poniéndolos en contacto con agua para descomponer la carnalita y proporcionar sólidos de cloruro potásico que se separan de la solución.

20 7ª.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque se retiran los sólidos de carnalita utilizando un depósito continuo de sedimentación.

25 8ª.- Procedimiento para la extracción y tratamiento de carnalita y mineral de taquidrita, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria é ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de 13 hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid 13 JUL. 1974

ALFRED F. NYLANDER.

J. RÓMEZ ACEDO Y MUDRY

p. Firmado: L. García Fernández



428243

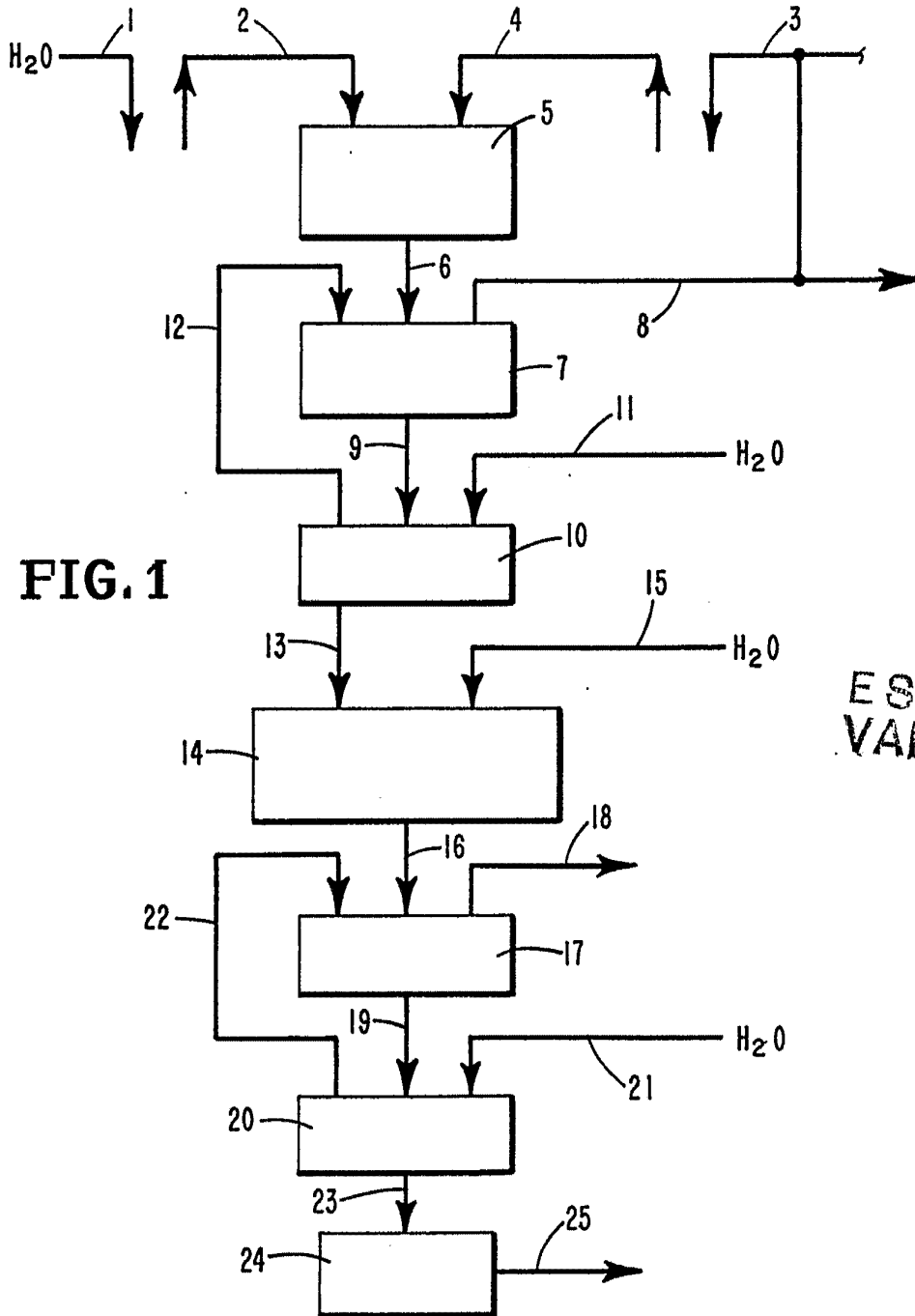


FIG. 1

ESCALA VARIABLE

Madrid 13 JUL 1974

*[Handwritten signature]*  
ALFRED F. NYLANDER