



" Método "

Eb.-

191216

191216

MEMORIA DESCRIPTIVA

para una patente de Introducción, por diez años, por:  
" METODO PARA PURIFICAR Y PULVERIZAR PRODUCTOS MINERALES "  
a favor de Don Adrian NAGELVOORT, de nacionalidad norteamericana;  
residente en Huntington, Utah, (Estados Unidos de América).



5 La presente patente está relacionada con la purificación y pulverización de productos minerales, tales como el azufre por ejemplo. Comprende el método para la lixiviación continua, económica y segura de un producto impuro, tal como el azufre por ejemplo, con un disolvente líquido o mezcla de disolventes que disuelven selectivamente sólo el producto, así como un método para la evaporación de la solución del producto, en que el producto puro es recuperado en condición finamente molida y en que el disolvente es recuperado para ser usado nuevamente, de manera continuada,  
10 para la lixiviación posterior. A fin de una mejor claridad de la presente descripción, el producto será llamado de aquí en adelante, en sentido general, "azufre". En su aspecto más general, la

191216 2. -



presente patente comprende un método para la separación de la solución de azufre de las impurezas asociadas, así como un método de recuperación continua del disolvente de entre las impurezas y la separación de las impurezas. Para la ejecución del método se emplean medios evaporadores, provistos de medios para el suministro continuado de solución de azufre y agua calentada, así como medios para la remoción continua de los productos de evaporación del interior del evaporador. Provee igualmente medios para el calentamiento y circulación del agua a través del evaporador a una temperatura lo suficientemente elevada como para provocar la evaporación de la solución de azufre del interior del evaporador. Por otra parte, este evaporador mejorado constituye el medio para producir azufre puro finamente pulverizado. Estas diversas mejoras específicas en los medios y aparatos, se describirán más completamente a continuación.

El azufre elemental se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, no obstante lo cual rara vez se le encuentra en estado suficientemente puro para su uso comercial. Por lo general, existen dos tipos de yacimientos naturales. En uno de ellos se encuentra el azufre en las entrañas profundas de la tierra, mientras que en otros se encuentra el azufre a flor de tierra, mezclado con cenizas volcánicas, piedra caliza, yeso, alumbre y otra ganga.

Han estado en uso durante largos años diversos métodos para la producción comercial del azufre a partir de estos dos tipos de yacimientos; cuando el azufre se encuentra a cierta profundidad en la tierra, se suele utilizar el proceso Frasch. De acuerdo con este proceso, se bombea agua recalentada hacia abajo, dentro del mineral de azufre, a fin de derretir el azufre;

1912163. -



luego el azufre derretido es bombeado hacia la superficie. Este proceso produce azufre de una pureza aproximada de 99,5 %. Cuando el azufre se encuentra a flor de tierra suele utilizarse en casi todos los casos el método Siciliano. De acuerdo con este método, una cierta cantidad de azufre es quemado en pilas de mineral, a fin de derretir o vaporizar el azufre restante del mineral. El azufre derretido se desliza y es recogido, mientras que el azufre vaporizado es llevado a cámaras frías donde es condensado y recogido bajo la forma de "flor de azufre". Esta "flor de azufre" posee por lo general un 99,9 % de pureza. Este método es sin embargo tosco y primitivo, recobrándose sólo un por ciento pequeño del azufre total contenido en el mineral. También ha sido usado el método por flotación, en que el mineral es pulverizado y tratado con aceite de pino, u otro reactivo de flotación, haciéndosele luego flotar en agua. Este método, que permite la recuperación aproximada de un 75 % del azufre del mineral, y que produce un producto de una pureza aproximada de 85 %, resulta costoso y el producto relativamente impuro encuentra pocas aplicaciones.

Han sido realizadas numerosas tentativas para utilizar disolventes tales como xileno, tolueno, aceites livianos de petróleo, hidrocarburos clorados, glicol y glicerina, para extraer el azufre del mineral; no obstante, ninguna de ellas han logrado éxito. Por curioso que parezca, el mejor disolvente del azufre, o sea el bisulfuro de carbono, no ha permitido hasta el presente lograr ningún proceso comercial conveniente, debido a que los problemas asociados a su uso han pertenecido a la esfera de la ingeniería química, más bien que a problemas simples de química únicamente.

El empleo del bisulfuro de carbono como disolvente permi -

191216

4. -



5 te lograr la recuperación de prácticamente la totalidad del azufre elemental del mineral, siendo factible la obtención de un producto de azufre que es químicamente puro. No obstante, la realización comercial de un tal procedimiento en evaporadores normalizados, tales como los usados en la industria azucarera por ejemplo o en otras industrias en que la evaporación constituye una práctica común, resulta imposible de llevar a cabo con éxito, debido a que en tales evaporadores el azufre retiene demasiada cantidad de solvente y el azufre sólido obstruye los evaporadores, de modo que un proceso de esta naturaleza resulta dificultoso y poco económico.

10

Ha sido inventado ahora un nuevo tipo de evaporador, en que el azufre completamente libre de su disolvente, y el disolvente completamente libre del azufre, son recuperados de modo continuo. El proyecto de este evaporador está basado en el nuevo descubrimiento que consiste en disponer una solución de azufre en un disolvente de punto bajo de ebullición, tal como el bisulfuro de carbono, y su liberación del fondo de un charco de agua calentada a una temperatura que se halla algunos grados por encima del punto de ebullición del disolvente. Son producidas así burbujas de vapor del disolvente, encerradas en una envoltura de azufre sólido cuyo espesor es comparable al de la película de una pompa de jabón. Esta envoltura de azufre sólido es llevada a la superficie del charco de agua por la burbuja de vapor y al llegar a la superficie se rompe en partículas de dimensión microscópica que permanecen luego flotando sobre la superficie del líquido del charco mientras que el vapor escapa hacia la atmósfera que se encuentra sobre el charco. Estas partículas de azufre, debido a sus dimensiones diminutas, no retienen disolvente alguno, como

15

20

25

191216 5. -



es el caso con masas mayores de azufre producidas en los tipos comunes de evaporador. Es preciso derretir masas considerables de azufre para remover las últimas trazas de disolvente. El azufre pulverizado hasta dimensiones microscópicas posee considerables ventajas sobre las partículas de dimensiones comunes, tales como las que se encuentran en la "flor de azufre" o en el "azufre de tierra", especialmente cuando se trata del uso de esta sustancia como insecticida o fungicida, en cuyo caso las partículas microscópicas resultan considerablemente más activas desde el punto de vista químico.

Este nuevo tipo de evaporador, que hace factible el uso de disolventes durante la extracción comercial del azufre de minerales de azufre, consiste de un recinto provisto de una salida en su parte superior, la cual va a un condensador para los vapores del disolvente, y un tubo de drenaje en su parte inferior que se extiende hacia arriba hacia el interior del recinto para retener en el interior de este último un charco de agua caliente que rebasa a través de este tubo de drenaje hacia un tanque de agua caliente que se encuentra debajo. Este tubo inferior de drenaje está dispuesto de tal modo que el charco de agua caliente en el interior del recinto es lo suficientemente profundo como para permitir que las gotitas de solución de azufre sean evaporadas completamente dentro de la distancia de su trayecto ascendente. El extremo inferior de este tubo de drenaje se sumerge, debajo de la superficie del agua caliente, en el tanque que se encuentra abajo, a fin de ofrecer un cierre eficaz con respecto a los vapores del recinto superior. El charco de agua caliente en el recinto es alimentado continuamente con agua caliente cuya temperatura es lo suficientemente alta como para hacer hervir el disol-

191216 6. -



5      vente de modo que se evapore separándose del azufre. Dicha agua  
caliente rebasa hacia abajo a través del tubo de drenaje, hacia  
el interior del tanque de abajo, arrastrando consigo cualquier  
azufre que estuviera flotando. El efecto de cascada del agua que  
10      circula hacia la parte de abajo del tubo de drenaje, arrastra ha-  
cia afuera al azufre, a través del cierre, hacia el interior del  
tanque inferior, donde es recogido, filtrado y secado, quedando  
listo para su uso comercial. La solución de azufre es alimentada  
continuamente hacia el interior del recinto, en la parte inferior  
15      del charco de agua, a un régimen que se regulado por el régimen  
de alimentación del agua caliente hacia el interior del recinto;  
este régimen es tal que hay siempre suficiente calor disponible  
como para producir la evaporación total del disolvente. Tanto el  
agua caliente como la solución son alimentados simultáneamente  
20      hacia el interior del charco de agua en el recinto en una plurali-  
dad de puntos, según las dimensiones del recinto. El agua calien-  
te y la solución son alimentados hacia el interior del evaporador  
a través de bocas de salida dispuestas de tal modo que comunican  
un movimiento arremolinado al charco de agua caliente. Este movi-  
25      miento arremolinado asegura la uniformidad del calentamiento.  
Igualmente tiene por efecto llevar el azufre flotante hacia el  
centro del charco arremolinado, mientras que el drenaje conduce  
el azufre hacia el exterior del evaporador.

25      La dimensión del tubo de drenaje es tal que lleva hacia  
afuera el agua y el azufre con toda facilidad, sin que se produz-  
can obstrucciones. Este tubo de drenaje no debe tener un diámetro  
tan grande que la circulación de agua desde el evaporador deje de  
arrastrar el azufre flotante por debajo del cierre de agua en el  
tanque inferior; es decir, que el azufre quede confinado en el

191216

7. -



1950

interior del tubo de drenaje y del evaporador. En la práctica, ha sido comprobado que para un evaporador que tenga 2 metros de diámetro y una altura de 4 metros, el tubo de drenaje podrá tener 25 centímetros de diámetro. Igualmente ha sido comprobado que la profundidad del charco de agua en un evaporador de estas dimensiones deberá tener aproximadamente 75 centímetros, mientras que las bocas de salida que alimentan la solución de azufre hacia el charco deben extenderse hacia arriba en el interior del charco de agua hasta aproximadamente 40 centímetros de la superficie de dicho charco de agua.

Ha sido comprobado además en la práctica, que dentro del evaporador, mientras que la mayor parte del azufre liberado flote en el charco de agua, hay sin embargo una pequeña parte que se sumerge en el agua. Para aprovechar esta porción pequeña del azufre que se sumerge, se provee un tubo secundario de drenaje desde el punto más bajo del evaporador hacia el tanque de agua que se encuentra debajo; para obtener este punto bien definido se conforma el fondo del evaporador de modo de ofrecer una pendiente hacia un tal punto.

El bisulfuro de carbono mismo, como así también una solución de azufre en bisulfuro de carbono, poseen un peso específico mayor que el agua, y bajo condiciones normales, se sumergirían en el agua. No obstante, cuando una gota de bisulfuro de carbono, o bien una gota de una solución de azufre en bisulfuro de carbono, cae dentro de un cuerpo de agua caliente cuya temperatura es mayor que el punto de ebullición del bisulfuro de carbono, dicha gota de líquido, en vez de hundirse en el agua se eleva rápidamente, lo cual se debe a que la superficie exterior de la gota es convertida en vapor cuyo volumen es prácticamente 200 veces mayor

191216

8. -



que el volumen de la gota original. Cuando una gota de esta clase queda en libertad en agua caliente, la presión del vapor que se dilata rápidamente presiona el líquido restante hacia afuera en todas direcciones, en oposición a la pared de agua que la rodea, formando así una burbuja esférica de vapor encerrada en una envoltura de líquido, debajo del agua, por lo menos momentáneamente hasta que el líquido quede vaporizado. Cuando la gota de líquido es una gota de una solución de azufre en bisulfuro de carbono, la envoltura se convierte en una película rápidamente dilatada de azufre sólido, cuando se evapora suficiente cantidad de disolvente. Este fenómeno es aprovechado en el evaporador; ya que el azufre sólido de estas dimensiones microscópicas libera instantáneamente por completo el disolvente, de modo que queda flotando en el agua el azufre sólido de dimensiones microscópicas.

El azufre producido de minerales de azufre mediante bisulfuro de carbono posee una pureza mayor que el azufre producido por cualquier otro método comercialmente usado. Es clasificado como químicamente puro.

La capacidad disolvente del bisulfuro de carbono para el azufre es considerable; es apreciablemente mayor que cualquier otro disolvente comercialmente utilizable. A temperaturas comunes, es fácil producir soluciones que contengan de 30 a 40 % de azufre. Durante el uso del proceso de acuerdo con la presente patente, es preferible utilizar soluciones que no se encuentran totalmente saturadas a temperaturas comunes, debido a que las soluciones saturadas precipitarían azufre sólido en las tuberías y bombas; las soluciones no saturadas pueden en cambio ser bombeadas y conducidas a través de tuberías sin presentar este inconveniente.

En el dibujo acompañado, ha sido ilustrado esquemáticamente

191216

9. -

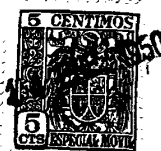


te a título de ejemplo, un aparato para llevar a la práctica el método de acuerdo con la presente patente.

5 El azufre es acumulado en una tolva 1 y cae a través de un dispositivo alimentador 2 al fondo de un transportador helicoidal inclinado 3 que lleva el mineral hacia arriba en oposición a una corriente descendente de disolvente que viene de un tanque almacenador 4 a través de una válvula de gobierno 5. El disolvente que circula hacia abajo disuelve el azufre del mineral, de modo que a medida que el mineral va circulando hacia arriba, va  
10 conteniendo cada vez menos azufre. La longitud del transportador helicoidal 3 es tal que, en la distancia comprendida entre el punto inferior del transportador y el punto en que el disolvente penetra en el transportador, el mineral queda completamente liberado de su azufre. Dicho punto en que el disolvente penetra en  
16 la cámara 6 del transportador, se encuentra a la mitad de la longitud total del transportador. La longitud del transportador es tal que el mineral estéril tiene oportunidad de drenar cualquier disolvente que se adhiera inicialmente a él, de modo que el mineral estéril que es descargado por el extremo superior 7 del transportador hacia el agua caliente esta relativamente seco. El material estéril es descargado en el alambique 8, donde es evaporado cualquier disolvente que aun estuviera adherido al mineral, y el vapor se conducido a través de un tubo 9 hacia un condensador 10 donde es condensado y recogido en un receptor 11, desde  
20 el cual es bombeado mediante una bomba 12 de modo de ser retornado al tanque de almacenamiento 4, quedando así dispuesto para ser usado nuevamente en la disolución de tandas subsiguientes de mineral que ascienden por el transportador helicoidal 3. El mineral estéril es descargado continuamente del alambique 8 median-

191216

10. -



5 te un elevador de aire 13 o cualquier otro dispositivo elevador, hacia un vaciadero de descarga 14. El condensador 10 es alimentado con agua fría a través de una entrada 15, la cual llega a calentarse durante su trayecto ascendente a través del condensador y es descargada a través de una salida 16 para ser bombeada mediante una bomba circuladora 17 hacia un calefactor 18 donde es calentada a una temperatura que se halla aproximadamente 15° C por sobre el punto de ebullición del disolvente, para ser alimentada finalmente al charco de agua caliente del alambique del mineral estéril 8. El agua de rebasamiento de dicho alambique 8  
10 retorna al calefactor 18 mediante el tubo 19, a través de la bomba de circulación 17, para completar el circuito.

15 El disolvente que circula del tanque de almacenamiento hacia abajo, a través del transportador 3, disuelve al azufre del mineral. La cantidad de disolvente admitido al transportador 3 es gobernada por la válvula 5, de modo que la solución formada hasta el momento en que el disolvente alcanza la parte inferior del transportador 3 se encuentra casi saturado de azufre. Esta solución circula hacia un receptor 20 cuyo conducto de rebasamiento 21 se encuentra a un nivel que es inferior al nivel de la entrada del disolvente al transportador helicoidal 6. Desde este punto 21, la solución es pasada a través de un filtro 22 y es bombeada mediante una bomba 23 a un tanque de almacenamiento 24 desde el cual es alimentada por gravedad, ya sea  
20 a través de una válvula 45 o de una bomba (no ilustrada) a un evaporador 25 al interior de un charco de agua caliente 26 que se encuentra en el fondo del evaporador. En el evaporador, el azufre, que se encuentra bajo la forma de cristales sólidos diminutos, es separado del disolvente que se convierte aquí en

191216 11. -



vapor 27 que es conducido mediante un tubo 28 a un condensador 29 donde es condensado y recogido bajo la forma de líquido en un receptor 30, desde el cual es bombeado mediante la bomba 12 al tanque de acumulación 4, a partir del cual el disolvente recomien-  
5 za el mismo circuito. Un cierre de agua 31 impide que los vapores del disolvente puedan circular hacia afuera del evaporador.

El condensador 29 es alimentado con agua fría mediante la entrada 32. Esta agua, al circular hacia arriba en el condensador, se calienta por causa del calor de los vapores que son condensados, del disolvente descendente. El agua calentada es descargada a través de una salida 33 hacia una bomba 34, desde la cual es bombeada a través de un calefactor 35 donde es calentada hasta una temperatura que se encuentra aproximadamente 15° C por sobre el punto de ebullición del disolvente, siendo luego  
10 alimentada al charco de agua 26 en el interior del evaporador a través de bocas de descarga 36. Esta agua, al rebasar del evaporador, a través de los drenajes 37 y 38, hacia un tanque 39, lleva consigo el azufre sólido, libre de disolvente, a través del cierre de agua 31 hacia el charco abierto de agua en el tanque 39, donde la mayor parte permanece flotando bajo la forma de espuma y es quitado por un despumador 40. El azufre que se sumerge hacia el fondo del tanque 39 es elevado mediante un elevador de aire 41, o cualquier otro dispositivo elevador, hacia el filtro 42, donde es agregado al azufre del despumador 40, filtrado y secado por medios convencionales. El agua caliente que rebasa del tanque 39 y del filtro 42 es retornada al calefactor 35 mediante la bomba 34, a fin de recomenzar su ciclo, que consiste en ser calentada y enviada a través del evaporador y tanque colector 39, retornando luego al calefactor 35.  
15  
20  
25

191216

12. -



En una modificación de este proceso, el alambique 8 y el condensador 10, así como el calefactor 18, para la recuperación de la pequeña cantidad de disolvente que queda adherido al mineral estéril que es descargado por el transportador helicoidal 3, son eliminados y el extremo superior del transportador es calentado mediante una camisa de agua caliente o de vapor de manera suficiente para evaporar el disolvente adherido al mineral estéril. Los vapores se condensan luego en la parte inferior del transportador helicoidal y son agregados al disolvente que circula hacia el exterior del transportador helicoidal 3 y hacia el interior del receptor 20. El mineral estéril, así secado de cualquier disolvente adherido, es descargado de un tubo en el extremo superior del transportador helicoidal hacia el interior de un elevador, mientras que una cantidad suficiente del mineral secado queda en este tubo como para constituir un cierre que impida la pérdida del vapor de disolvente. Esto es logrado haciendo marchar el elevador a una velocidad tal que quede siempre suficiente cantidad de mineral estéril seco en el tubo de descarga como para constituir un cierre.

20

N O T A

La presente patente, consta de las siguientes reivindicaciones:

1. - Método para purificar y pulverizar productos minerales del mineral en bruto, mediante la disolución del mineral en un disolvente para obtener una solución, caracterizado por la formación, en un cuerpo de líquido calentado a una temperatura supe-

25

191216

13. -



rior al punto de ebullición del disolvente, de partículas de dichos minerales mediante el paso de la solución hacia arriba a través del líquido, a fin de liberar los minerales del disolvente por evaporación, y la recolección de los minerales del líquido.

2. - Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el mineral en bruto circula en un cierto sentido y el disolvente circula en el sentido opuesto.

3. - Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el disolvente libre del mineral es recuperado y pasa a un tanque desde el cual es utilizado para el tratamiento de nuevo mineral en bruto.

4. - Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el mineral en bruto es mineral que contiene azufre, y luego de haber sido disuelto del mismo el azufre, es pasado a través de una zona en que el disolvente que aún queda en el mineral usado puede ser recuperado.

5. - Método de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 4, caracterizado porque las partículas de azufre son despumadas de la superficie del agua calentada.

6. - Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el disolvente es bisulfuro de carbono.

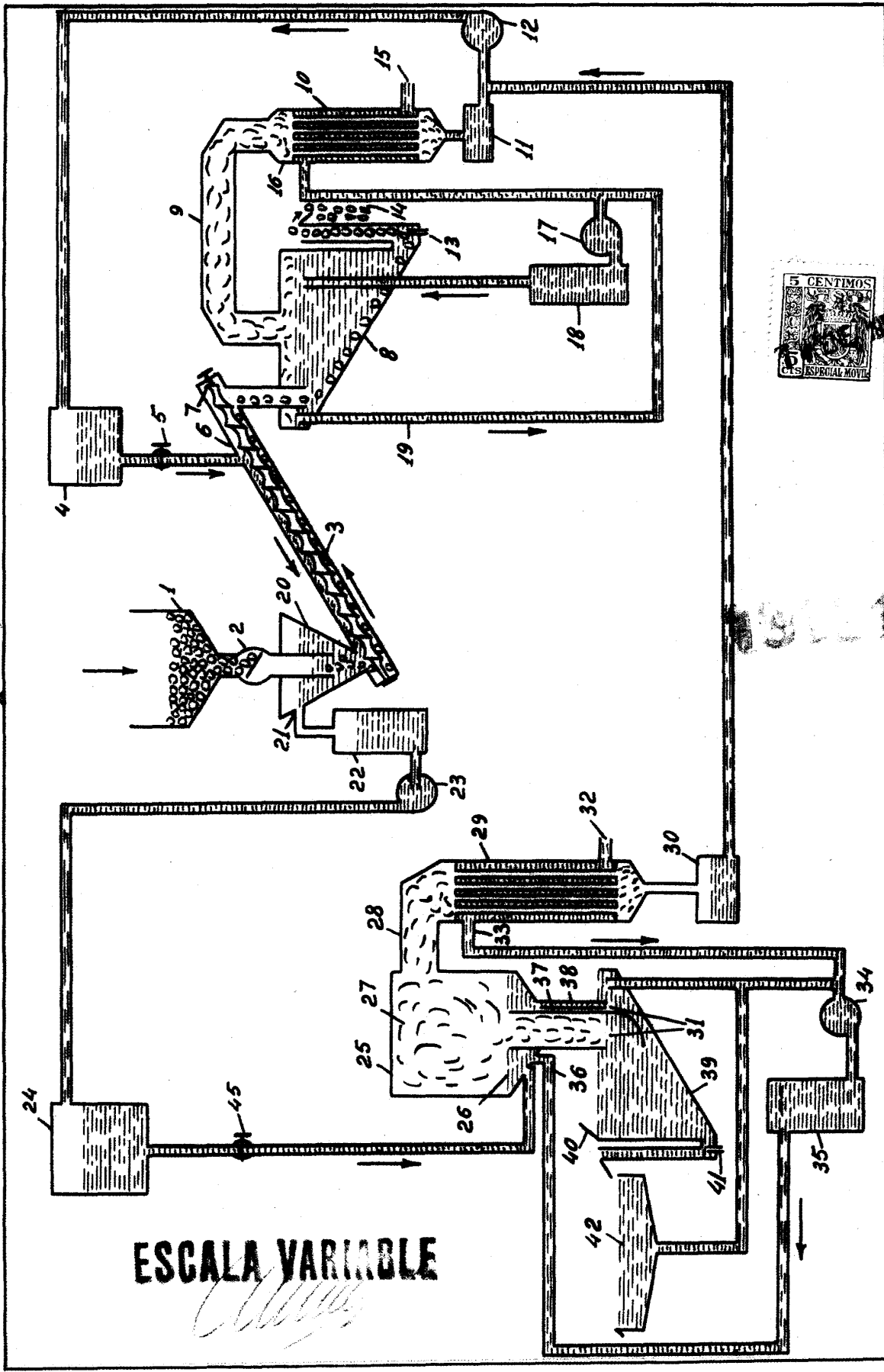
7. - Método para purificar y pulverizar productos minerales.

Según se describe y reivindica en esta memoria descriptiva y se detalla con los planos reglamentarios que a la misma se acompañan.

La cual consta de 13 hojas, foliadas y escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 4 ENE. 1950

191210



**ESCALA VARIABLE**

*Wagelvoort*