

183847



183847

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

a favor de

NORANDA MINES, LIMITED - de nacionalidad canadiense - domiciliada en TORONTO, Provincia de Ontario, Dominio del Canadá,

por:

" procedimiento para recuperar el azufre de las piritas "

====:000:=====

M e m o r i a D e s c r i p t i v a

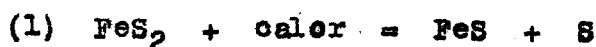
Este invento se refiere a un procedimiento para recuperar el azufre de las piritas, y en particular de las piritas en forma de polvo fino. Más particularmente se refiere el invento a un procedimiento del tipo en que se quema una parte de la pirita para que genere calor y destile el

20 MAR



5 azufre, al paso que se mantiene en un minimum el coste del procedimiento. El procedimiento de este invento se adapta en particular al tratamiento del polvo de pirita que se obtiene cuando se benefician otros minerales que contienen piritas.

Desde hace tiempo se sabe que se puede destilar un átomo del azufre de la pirita por descomposición térmica según la siguiente reacción:



10

También es sabido que el calor requerido para efectuar esta reacción puede obtenerse quemando el residuo de monosulfuro de hierro según esta reacción:



15

Además, también se ha reconocido la posibilidad de que reaccione el monosulfuro de hierro (FeS) con dióxido de azufre (SO_2) para producir azufre y óxido de hierro. Probablemente progresa esta reacción como sigue:



20

Ya se han hecho varias tentativas para efectuar algunas de estas reacciones o todas, pero no se sabe que hayan sido aplicados industrialmente tales procedimientos.

25

Entre las dificultades halladas en la práctica, cuando se trata de aplicar el procedimiento general, se encuentra la de que el oxígeno no combinado, que excede a la cantidad requerida, o que no toma parte en dicha reacción

30

(2), tiende a combinarse y oxidar el azufre libertado según la reacción (1), de suerte que se reduce el rendimiento de azufre elemental. Se ha tratado de vencer esta dificultad usando otros combustibles, como por ejemplo, mezclando carbón o cok con la pirita para absorber el exceso de oxígeno y suministrar el calor requerido. Otras tentativas para lo-



del equipo.

Otro fin más concreto es el de proveer un procedimiento para recuperar azufre y también cualquiera de los otros productos sólidos y volátiles asociados a las pirritas, como selenio, mediante la destilación ya mencionada. Durante el tratamiento se podrá mantener la masa de pirrita inmóvil o en movimiento como un todo, pero sin que tenga lugar movimiento relativo alguno entre las partículas de la pirrita. podrá conducirse el procedimiento por el método de cargas separadas, o por el de operación continua, empleando los aparatos que se describen más adelante.

Otro fin concreto del invento es el de regular la intensidad de la reacción de una masa de pirrita como la mencionada, con el objeto de evitar la fusión indebida y molesta de la masa, y evitar también la excesiva oxidación de los productos finales, al mismo tiempo que se utiliza la misma pirrita como único combustible para suministrar el calor de tratamiento. Se logrará todo esto diluyendo el aire destinado a sostener la combustión, con un gas inerte no oxidante o un refrigerante gaseoso, que podrán ser los gases circulantes del mismo procedimiento, o un gas no oxidante de fuente exterior, o ambas cosas.

En el curso de esta descripción y en las reivindicaciones se hallarán otros fines más detallados del invento, con referencia a los planos anexos, en los cuales:

La figura 1, es una vista, parte en sección, de un aparato para la ejecución del procedimiento de este invento por el método de cargas separadas; y

La figura 2, es una vista, de una máquina calcinadora y su equipo asociado, para la conducción del presente procedimiento en gran escala.



5 En general este invento consiste en calentar una masa de pirita por combustión directa de una parte de la masa; el paso del calor y los productos calientes de la combustión, desde la porción de masa en combustión y a través del resto de la masa, y la resultante destilación de las materias volátiles del resto de la masa, en particular del azufre. De esa manera, el procedimiento no requiere combustible de otras procedencias, y esto representa gran economía de combustible. Para regular la reacción de tal modo que se evite que una proporción excesiva de materia combustible quede sin quemarse en forma de óxido y que se consuma así una cantidad indebida del azufre de la pirita original, y de tal modo que se evite también la indebida fusión del residuo, habrá que regular con cuidado la intensidad de la reacción, regulando la proporción de oxígeno en el gas que se suministra a la masa. Se podrá hacer esto en el tratamiento, por el método de cargas separadas, fig. 1, o por el método de operación continua representado en la fig. 2.

15
20 Volviendo a la forma del invento representada en la fig. 1, la instalación de laboratorio ilustrada en esta figura ha sido probada con todo éxito en la práctica del invento, y comprende un cilindro de carga -1-, que podrá ser de acero, y en el ejemplo mide unos 12.5 cm. de diámetro y unos 30 cm. de altura. En el extremo inferior lleva el cilindro una rejilla -2- asegurada entre los rebordes del cilindro -1- y de la caja de soporte -3-. Se puede usar la conexión de manómetro -4- para ver la presión de los gases en la caja -3-. También puede tener esta caja un agujero de inspección -5- con tapa apropiada. Bajo la caja -3- vá un condensador -6-, que puede ser una parte

183847 20 MAY.



de la caja o un elemento separado. Este condensador tiene dos juegos de tubos condensadores -7- y -8- conectados en serie a un colector -9- por los extremos inferiores. Los extremos superiores de los tubos -7- comunican con el interior de la caja -3-, y los extremos superiores de los tubos -8- comunican con una cámara -10-. En esta cámara y en el espacio cilíndrico -11- con el cual comunica por arriba se disponen medios para precipitar las partículas sólidas o gotas de líquido arrastradas mecánicamente por los gases en ese punto. Puede disponerse un desagüe -12- en comunicación con el colector -9- para retirar el condensado. Los grupos de tubos -7- y -8- y el colector -9- están encerrados en un baño regulador de temperatura, v.gr., el baño de aceite -13-, dentro de la caja -3-, y el aceite de este baño rodea también el conducto -11-, que sube verticalmente desde la cámara -10-. El aparato comprende además un serpentín enfriador -14-, o su equivalente, provisto de conductos de entrada y de salida -15- y -16-, para regular la temperatura del aceite del baño -13-. Para conocer la temperatura del baño de aceite puede usarse un termómetro (no representado) en el receptáculo -17-.

De preferencia se usa un precipitador eléctrico, constituido por un electrodo de alambre recto -18- que lleva una pesa -19- y está suspendido de un conductor de corriente eléctrica que atraviesa la cubierta -20- por el extremo superior, y por un conductor a tierra -21- conectado a una parte del aparato, en combinación con elementos que suministran la energía (no representados).

Los gases que salen del conducto -11- podrán pasar por un conducto de conexión -22- hacia el aspirador -23-, accionado por el motor -24-. Si se desea, dicho conducto



5 -22- puede llevar un filtro, como una masa de lana de ace-
ro, para evitar que las partículas de azufre flotantes en
los gases pasen al ventilador. Una parte de los gases del
ventilador -23- sale fuera del sistema por un conducto -25-
provisto de válvula reguladora -26-, y se llevan al sitio
en que han de ser utilizados, o tratados, o empleados de o-
tro modo. Este uso o tratamiento no forma parte del inven-
to, pero podrá consistir, por ejemplo, en la separación
10 del dióxido de azufre contenido en esos gases para su em-
pleo, por ejemplo, en la producción de ácido sulfúrico.

La otra parte de los gases pasa por el conducto
-27- y por el orificio de aforo -28- para mezclarla con el
aire que entra por el conducto -29- en la cámara -30-, y
alimentarla después en la carga del cilindro -1-. Se dis-
ponen las uniones de manómetro -31- y -32-, en comunica-
15 ción con el conducto -27- a ambos lados del orificio -28-,
para determinar la cantidad o gasto del flujo de los ga-
ses en circulación. Dicha cantidad podrá regularse también
mediante la válvula -33- del mismo conducto. Podrá usarse
otra conexión de manómetro -34- acoplada a la cámara -30-
20 para indicar la presión de los gases mezclados en dicha cá-
mara.

Aún cuando este invento, y en particular la ins-
talación representada en la fig. 1, cuya construcción se
25 acaba de describir, se emplean para beneficiar pirita en
forma de terrones, también podrá aplicarse el procedimien-
to a la separación de ciertos productos, en particular el
azufre, asociados al polvo de pirita, que es un residuo
de ciertas operaciones de beneficio de minerales de mayor
30 valor. Por ejemplo, el polvo de piritas finas de variadas
clases puede obtenerse como un concentrado de flotación.



5 Cuando se usa material de esta clase, se requiere nodulizarlo primero para que las partículas finas queden razonablemente permeables al paso de los gases, de conformidad con este invento; y para que no se aglomere indebidamente la masa. Si se usa piritita ordinaria en forma de terrones, será preferible triturarla al tamaño de partículas de 1 cm., aproximadamente. Si se beneficia polvo de piritita, se la podrá convertir en nódulos de cualesquier forma y tamaño deseados, y que sean razonablemente permeables a los gases y bastante fuertes para que formen un lecho o masa que no se aglomere hasta un estado impenetrable para los gases. Los detalles de esta nodulización no forman parte de este invento. Para formar los nódulos podrán usarse cualesquier aparatos y procedimientos que se prefieran. Se prefiere que los nódulos tengan aproximadamente de 3 a 6 mm. de diámetro. De esta manera no sólo se evita que la piritita forme una masa impenetrable a los gases, sino que también se evita que las partículas finas de piritita sean arrastradas por los gases en circulación. Usualmente se prefiere que los nódulos de piritita estén bastante secos antes de la destilación aquí descrita. Se hace esta operación normalmente secando la piritita después de la nodulización. Una razón de la operación de secado es que, si se usan nódulos mojados, el azufre vaporizado de la capa superior durante la parte inicial del tratamiento de cualquier carga, tendería a condensarse sobre la capa húmeda de la superficie, lo cual sería un inconveniente para el tratamiento.

30 Cuando se trabajó con la instalación de la figura 1, se encendió primero la superficie de la carga aplicándole una llama de gas, al mismo tiempo que se inyectaba un pequeño volumen de aire a través del lecho o masa. Des-



pués del encendido se dispusieron las partes en la posición representada, y se regularon el aire y el gas de retorno en la relación deseada, que en el presente caso representaba unos 99.11 decímetros cúbicos de aire por minuto y unos 113.27 decímetros cúbicos de gas retornado por minuto. Se empleó esta cantidad de gases para el tratamiento de unos 7 kilogramos de la carga original, durante unos 40 minutos. Se mantuvo la temperatura del baño de aceite 12 a unos 130° C., y se produjo la condensación de casi todo el azufre destilado de la carga. El azufre así recuperado representaba de 35 a 40% del contenido original de azufre en la pirita, y de 70 a 80% del azufre variable. El residuo sólido que quedó cuando se completó la operación contenía un 18% de azufre y pesaba un 70% del peso original de la carga.

El funcionamiento de este aparato de prueba demostró que la mejor guía para regular las proporciones de la mezcla para que la operación se efectuase en las condiciones óptimas era la aparición de otras características físicas del residuo sólido que queda cuando se completa el tratamiento de una carga. Es conveniente que el residuo forme muchos poros menudos, pero muy pocos huecos o empollas grandes. Es conveniente también que el residuo sea desmenzable y fácil de sacarlo del recipiente. En una prueba que dejó un residuo de este tipo, las temperaturas máximas que se obtuvieron en una pila termoeléctrica introducida entre la carga eran de 1070°C.

El procedimiento puede conducirse, bajo el punto de vista comercial, usando aparatos como los representados, como ejemplo, en la figura 2. En esta figura puede verse una pluralidad de recipientes -35- que se mueven en

183847



20M

5 circuito cerrado formando una cadena sin fin. De preferencia se hacen estos recipientes -35- con un fondo a través del cual puedan pasar los gases, como parrillas o rejillas. El aparato comprende además elementos de soporte -36- y -37-; unos rieles de guía -38- y -39-, y unos miembros curvados y de guía -40- y -41-, para sujetar y retener los recipientes -35- mientras se mueven en circuito cerrado.

10 Aún cuando será posible montar estos recipientes -35- formando una cadena sin fin, dentro de los principios del invento, asegurándolos unos con otros, se verá que en el ejemplo representado en la figura 2 no están conectados juntos los recipientes sino que se guían en sus movimientos por las guías -38- a -41-, y al pasar por el tramo superior descansan en los rieles de guía -38- y se empujan por contacto entre los mismos envases. Se guía el regreso de los
15 envases hacia el extremo izquierdo del aparato, fig. 2, disponiendo los rieles de guía inferiores -39- inclinados de derecha a izquierda. Podrán disponerse los recipientes de modo que pasen en torno a una o más ruedas con dientes locas en el extremo derecho del aparato; o de modo que al pasar del tramo superior al inferior se guíen por las guías curvadas -40- y -41-. Los recipientes están provistos de ruedas o rodillos que sirven no sólo para soportarlos, sino
20 también para encajarse entre las guías curvadas -40- y -41-, en el lado derecho, y para engranar en una o más poleas de púas motrices -42-, en el lado izquierdo de la figura. Estas poleas motrices mueven los recipientes mediante engrane positivo con ellos; y estos recipientes a su vez empujan a los recipientes del tramo superior por contacto entre cada recipiente y el que está delante. Las poleas -42-

25

30



se mueven mediante una transmisión adecuada. Con este fin las poleas -42- presentan unos dientes internos que engranan con el piñón motor -43- fijo en el eje de la rueda -44-. Puede moverse esta rueda mediante un engranaje reductor de velocidad conectado al piñón -45- rígidamente montado en el eje de la rueda -46-, que es accionada por la correa -47- conectada al motor -48-.

Se alimenta la carga de pirita, que podrá estar en forma de terrones de pirita triturada al tamaño deseado, o en forma de nódulos, como se ha descrito antes, en los recipientes -35-, por medio de un transportador de correa corta -49- conectado al suministro de pirita (no ilustrado). Sin embargo, podrá usarse cualquiera otro tipo de mecanismo alimentador, de preferencia de tipo continuo, para alimentar la pirita en terrones o en forma de nódulos hacia los recipientes -35-, hasta llenar cada recipiente con una capa de pirita bastante alta, por ejemplo, de una altura de unos 30 cm. dentro del recipiente.

El tramo superior de la cadena de recipientes -35- avanza de izquierda a derecha, fig. 2, de modo que al acercarse los recipientes a las poleas -42- pasan bajo el alimentador -49-; y en seguida pasan bajo un elemento de encendido, indicado por -50-, al que se alimenta un gas combustible, que se quema para encender cada lecho de pirita que vá pasando. Después pasan los envases -35- bajo una mufla -51-, que suministra a los recipientes -35- una mezcla gaseosa activadora de la combustión. Bajo la cadena de recipientes y en posición de recibir los gases que atraviesan los recipientes, se monta una caja de aire -52-, conectada por un tubo o conducto -53- a la cámara enfriadora o condensador -54-. Se conecta esta cámara, mediante el conducto -55-, al extremo



inferior de un precipitador electrostático -56-, v.gr., uno del tipo Cottrell, estando el conducto -55- inclinado desde el extremo conectado a la parte baja del condensador o cámara enfriadora -54-, para que fluyan los gases o líquidos por el conducto -55- hacia el extremo inferior del precipitador -56-. Este extremo inferior afecta la forma de un receptor de condensado -57- y tiene un tubo de salida -58- con válvula reguladora -59-. La parte de arriba del precipitador -56- vá conectada por un tubo -60- al aspirador -61-, que sirve para mantener el sistema, entre la caja de aire -52- y el aspirador, a determinada presión inferior a la atmosférica.

El conducto de salida -63- del aspirador -61- se dirige a un punto en que podrá utilizarse una parte de los gases, estando esa parte regulada por la válvula -64-. El uso de estos gases podrá ser el que se ha indicado para los gases que pasan por el tubo -25-, en la forma del invento representada en la fig. 1. Se dispone una derivación -65- provista de una válvula reguladora de flujo -66-, que regula la circulación de los gases, de conformidad con el invento.

En algunos casos convendrá descargar todos los gases del aspirador -61- fuera del sistema por el conducto -63-, teniendo abierta la válvula -64- y cerrando la válvula -66-. Bajo estas condiciones, y con la mira de regular la intensidad de la reacción en los recipientes -35-, podrá preferirse diluir el aire que vá a esos recipientes con un gas inerte no comburente. Con este objeto se dispone un tubo -67-, por el cual se alimenta cualquier gas apropiado desde una fuente adecuada, estando regulado el flujo de este gas por la válvula -68- del tubo -67-.



5 También se disponen medios, de preferencia asociados a la mufla -51-, para regular la entrada del aire, de modo que esta regulación y la que se aplica al flujo de gas inerte hacia la misma mufla, regularán en conjunto la proporción de oxígeno en los gases que activan la combustión en los recipientes -35-. Con este objeto podrán emplearse diferentes medios, v.gr., la puerta -69- montada en la abertura de la mufla -51-, y regulable en cuanto a su posición. Para sujetar la puerta en la posición regulada se usa un sector -70- montado en la misma puerta -69- y provisto de un tornillo de presión -71- para fijar la posición de la puerta.

10 El funcionamiento del aparato de la fig. 2 es en principio el mismo del aparato de la fig. 1 ya descrito, excepto que los recipientes son en este caso movidos como un todo durante la reacción. El aparato se representa en esquema debido a que podrá ser de cualquier longitud deseada, pues esta longitud del aparato, en combinación con la velocidad regulada del movimiento de los recipientes -35-, 15 determinarán el período de tiempo requerido para la reacción de cada carga. Debe notarse también que, no obstante ser movidos los recipientes -35- como un todo, no se verifica ningún movimiento relativo entre las partículas o terrones de la pirita debido a las operaciones de tratamiento. 20 Cualquier fusión que tenga lugar será favorable. Toda la reacción y la rapidez de la combustión están bajo regulación exacta por medio del gobierno de las proporciones del gas circulante o de los gases inertes agregados, o de uno y otros, que contienen muy poco o ningún oxígeno y se mezclan con el aire que entra. Según el invento resulta conveniente que se produzca alguna concreción o fusión inci-

183847

20M



piente regulada. De este modo podrá regularse efectivamente la proporción de oxígeno para cada masa en combustión, con la mira de gobernar la intensidad de la reacción hasta el punto deseado y que se logren resultados óptimos.

5

Se comprenderá que el residuo sólido podrá vaciarse de los recipientes y dejarlos limpios durante su carrera inferior de regreso; y que al pasar los envases vacíos bajo el alimentador -49- podrán volver a llenarse con las nuevas cargas.

10

Mediante el procedimiento nuevo de este invento podrán obtenerse, además del azufre elemental, otros productos de valor usando métodos comunes. Uno de estos productos es el gas que contiene bióxido de azufre de primera calidad, y que podrá ser beneficiado para separarle el bióxido de azufre, o para obtener azufre o ácido sulfúrico.

15

Otro producto es la concreción parcialmente desulfurada, que se adapta muy bien a nuevos tratamientos, que no forman parte de este invento, para separar hierro y otros metales que contenga la materia prima en tratamiento. Otro producto que se encuentra en la pirita es el arsénico, que debido a su volatilidad podrá vaporizarse con el azufre, y enfriarse y condensarse con el mismo azufre. Podrá separarse del azufre ese arsénico por cualquier método deseado, lo cual queda fuera de los límites de este invento.

20

25

Debe notarse que se podrá usar cualquier elemento regulador de temperatura, no ilustrado en detalle, en combinación con el elemento enfriador -54-, para regular la temperatura de los gases en circulación y reducir la temperatura de salida de los mismos gases hasta el punto deseado, por ejemplo, a unos 130° C.

30

Aún cuando ambas formas del invento, descritas



5 con referencia a las figs. 1 y 2, comprenden un flujo descen-
dente de los gases a través de la piritita, se comprenderá que
este flujo podrá tener cualquier dirección, pues el punto bá-
sicamente importante es el hecho de que los gases atraviesen
la masa en una dirección determinada. Esta dirección podrá
ser ascendente o lateral, o formando ángulo con la horizontal
o la vertical. Con todo, será necesario que la masa de pi-
10 rita se encienda en una dirección que podemos llamar aguas
arriba, con respecto al flujo de los gases, esto es, en la
superficie de la masa enfrentada con la dirección que llevan
los gases a través de la masa. Cuando se conduce el proce-
dimiento de esta manera, ya esté la masa fija o en movimien-
to como un todo, se lograrán los buenos resultados ya descri-
tos.

15 Se notará que los planos anexos muestran sólo dos
tipos de aparatos, uno para cargas separadas, apropiado para
ensayos de laboratorio, y otro de operación virtualmente con-
tínua; pero debe entenderse que el procedimiento es aplica-
ble a otros tipos diferentes de instalaciones. Por consi-
20 guiente, se comprenderá que el invento no tiene otras limi-
taciones que las definidas por las reivindicaciones.

-----: N O T A :-----

25 Se reivindica como objeto de la patente solicitada
lo siguiente:

1.- Procedimiento para recuperar el azufre de las
piritas, que comprende las operaciones de mantener una masa
de piritita en un lecho de bastante espesor, considerado bajo
30 el punto de vista de la dirección del flujo de los gases que
lo atraviesan, y sin movimiento relativo entre las partes de



5
10
la masa; de encender la pirita en una superficie de la masa y propagar el encendido en la misma dirección en que llegan los gases a la masa y la atraviesan; de admitir en la masa, en dicha dirección, una mezcla gaseosa que comprende algo de oxígeno para que mantenga la combustión; de pasar gases a través de la masa en combustión; de enfriar los gases que salen de la masa para que se condense el azufre; y de regular la intensidad de la reacción regulando la proporción del oxígeno en la mezcla gaseosa, añadiendo a un gas que contenga oxígeno, un agente enfriador gaseoso no oxidante, en una proporción determinada.

15
2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual los gases pasan hacia abajo, a través de la masa de pirita.

3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en el cual se regula la proporción de oxígeno en la mezcla gaseosa, añadiendo una parte de los gases que quedan después de condensarse el azufre.

20
25
30
4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual se mantiene una pluralidad de masas de pirita sobre soportes penetrables para los gases, y que consiste en mover de un modo virtualmente continuo dichos soportes y las masas de pirita que contienen como un todo y recorriendo un camino determinado; en encender las superficies superiores de dichas masas en una parte de dicho camino; en admitir aire en las superficies superiores de las masas en una parte sucesiva de dicho camino para mantener la combustión mientras bajan los gases y salen de las masas entendidas; en recoger y enfriar los gases para condensar el azufre que contienen; y en desviar una parte de los gases restantes para mezclarla con el aire que entra.

20 MAY.

183847



5
5.- Procedimiento según las reivindicaciones 3 o 4, en el que se regula manualmente la proporción de gases en circulación de acuerdo con las características físicas del residuo sólido y de la masa o las masas después de su combustión.

10
6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la masa o las masas por que se han de quemar, comprenden polvo de pirita en forma de nódulos de tamaño y características físicas predeterminados.

15
7.- Procedimiento según las reivindicaciones 4 y 6, que consiste en darle al polvo fino de pirita la forma de nódulos de un tamaño entre unos 3 y 6 milímetros; y en alimentar continuamente los nódulos así formados hacia una pluralidad de recipientes de una máquina calcinadora de operación continua.

20
8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en que se mantiene la profundidad media de la masa o de las masas en unos 30 centímetros.

9.- Procedimiento para recuperar el azufre de las piritas.

Esta memoria consta de diecisiete páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 20 MAY. 1948

P.A.

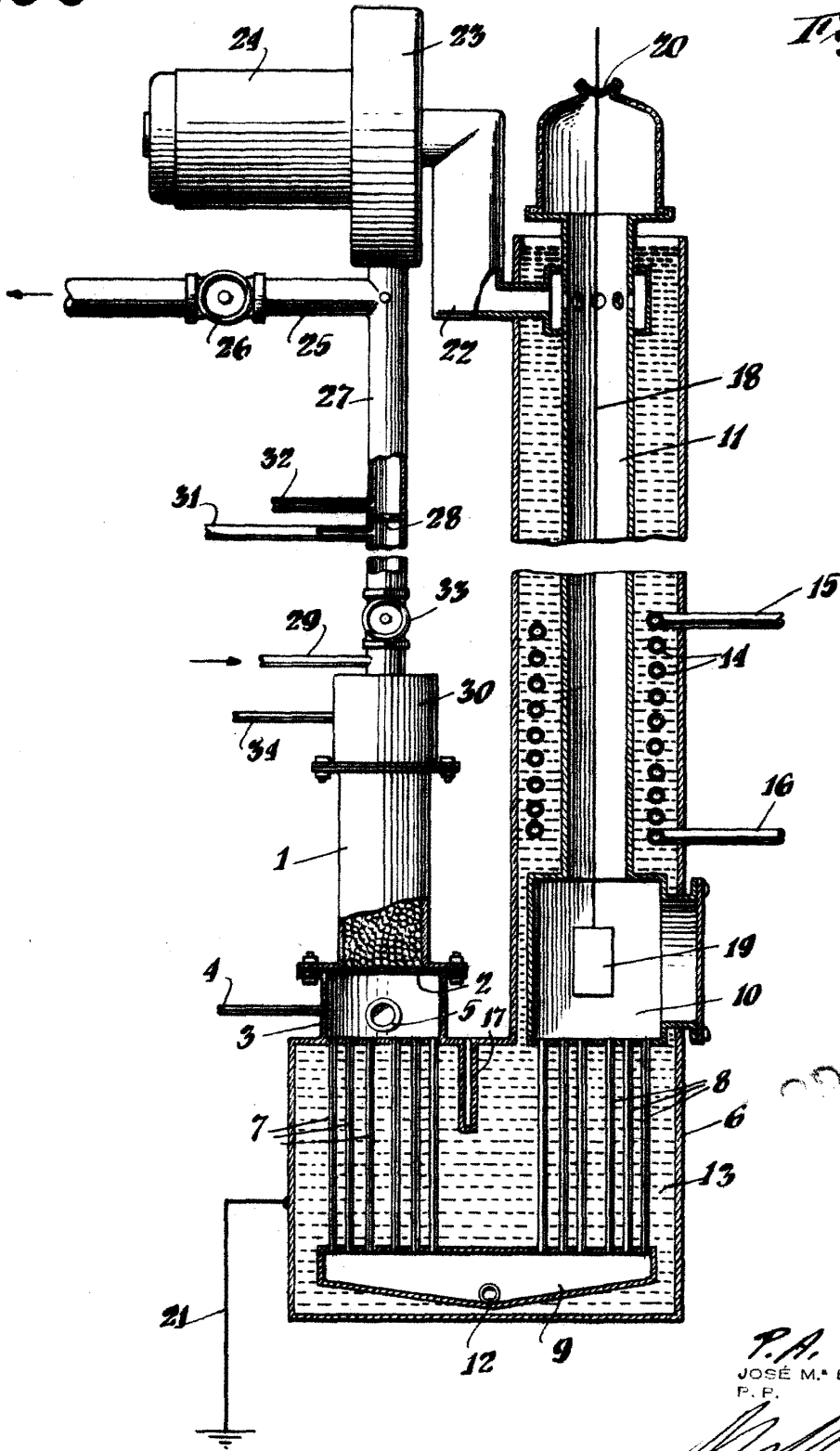
JOSÉ M.ª BOLIBAR
F. P.



183847

183847

Fig 1



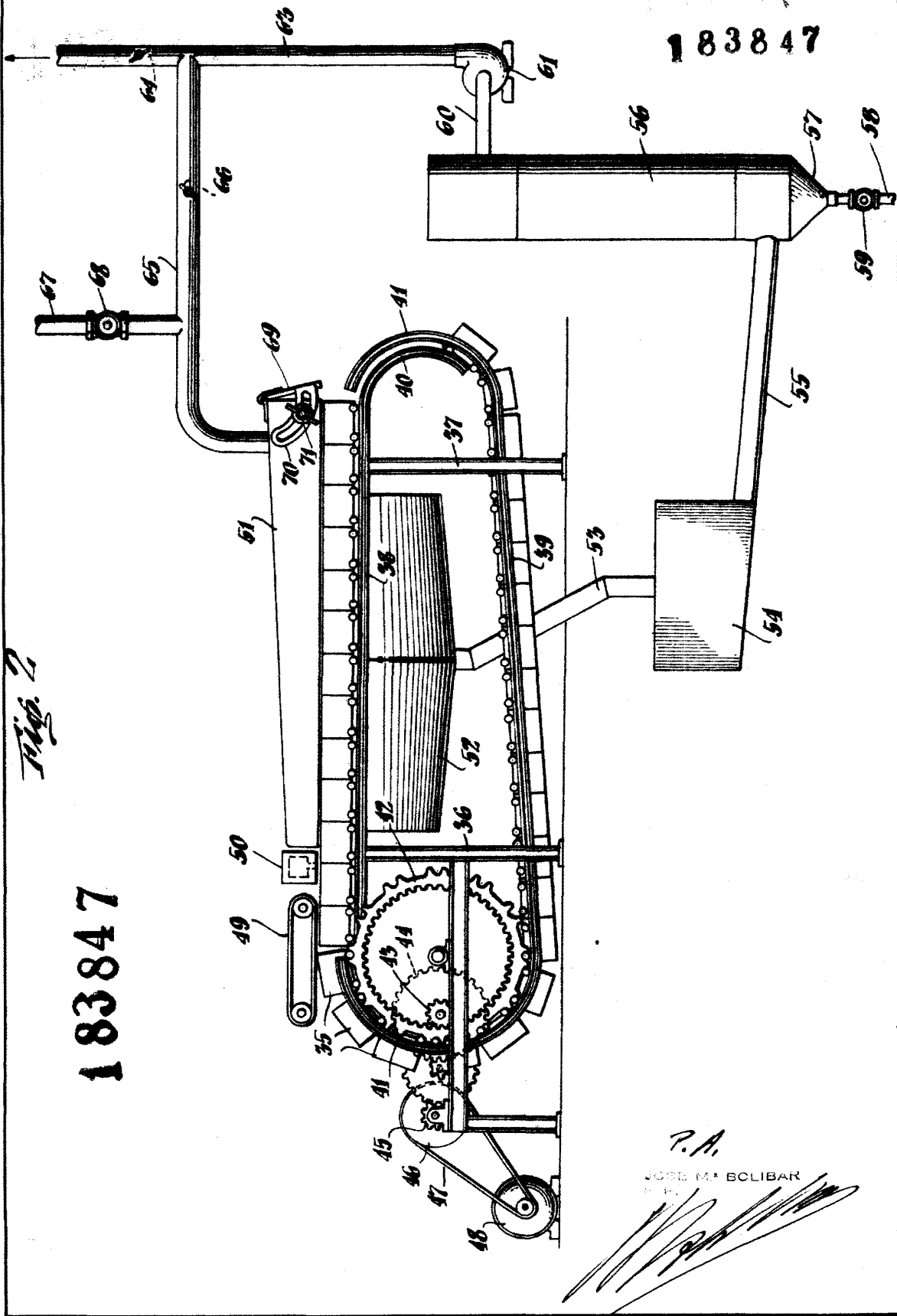
P.A.
JOSÉ M. BOLIBAR
P. R.



183847

Fig. 2

183847



P.A.
JOSE M. BOLIBAR