



19 ES	11	NUMERO	455 145	10 A 1
	21	FECHA DE PRESENTACION	18-1-77	
	22			

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
663,790	4-3-76	Estados Unidos
663,792	4-3-76	Estados Unidos

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C02B	

64 TITULO DE LA INVENCION

METODO CONTINUO Y APARATO CORRESPONDIENTE PARA PURIFICAR AGUA CON EL OBJETO DE AGLOMERAR SOLIDOS DE TAMAÑO COLOIDAL O SUPERIOR, EN SUSPENSION EN UN LIQUIDO

71 SOLICITANTE (S)

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Gateway Center, Pittsburgh, Pennsylvania 15222, Estados Unidos.

72 INVENTOR (ES)

Karl Moeglich

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Se describe un método mejorado así como el aparato correspondiente, para aglomerar de manera continua sólidos de tamaño coloidal o superior en suspensión en un líquido. El proceso consiste en hacer pasar el líquido entre unas placas de electrodos separadas en presencia de una capa fluidizada de partículas conductoras, y en someter dicha suspensión en un líquido a un campo eléctrico producido por una corriente alterna aplicada a dichos electrodos a través de las partículas conductoras de dicha capa. Se ha demostrado que la turbulencia de las partículas situadas en dicha capa mejoran la conductividad y la transmisión de la corriente, reduce la erosión de los electrodos, y en razón de una acción mecánica de limpieza de las partículas de la capa, reduce el ensuciamiento o la formación de óxidos en los electrodos de tal manera que las fuerzas de suspensión de dichos sólidos se anulan rápida y eficazmente. A continuación los sólidos aglomerados pueden ser separados del líquido por medios convencionales tales como despumación, sedimentación, flotación, etc. Esta solicitud de Patente es una continuación parcial de la solicitud de Patente copendiente a nombre del mismo solicitante, No. de serie 613.289 del 15 de septiembre de 1.975, la cual era a su vez una continuación de la solicitud de Patente No. de serie 487.730 del 11 de julio de 1.974. Por consiguiente, se incorporan aquí a título de referencia las descripciones de las solicitudes de Patente a nombre del mismo solicitante Nos. de serie 613.289 y 487.730 del 15 de septiembre de 1.975 y del 11 de julio de 1.974, respectivamente.

En la técnica anterior se han presentado varios procesos diferentes en los cuales se utiliza una corriente

continua o una corriente continua a la cual se superponen corrientes alternas, para aglomerar sólidos en suspensión en un líquido acuoso. La patente de los Estados Unidos No. 3.767.046 a nombre de Hartkorn, es un ejemplo de estos procesos.

5

Estos procesos de la técnica anterior presentan numerosos inconvenientes que tienden a que sean económicamente irrealizables o de explotación muy costosa. Por ejemplo, los procesos de aglomeración por corriente continua se caracterizan por una rápida deterioración del ánodo y/o la oxidación o el ensuciamiento del ánodo con los materiales orgánicos procedentes de la solución, las impurezas procedentes del mismo metal, o las impurezas resultantes de las reacciones granulares en la superficie del ánodo. Por tanto, es preciso realizar operaciones sucesivas debido a la necesidad de interrumpir frecuentemente el funcionamiento de la instalación para limpiar o cambiar el ánodo, y es imposible obtener un funcionamiento continuo o un funcionamiento durante períodos de tiempo prolongados.

10

15

20

En la técnica se conocen varios materiales aditivos que permiten reducir la tendencia de los electrodos a oxidarse, mejorar la transmisión de la corriente, y prolongar la vida de los electrodos. Estos aditivos son eficaces en grados variables. Sin embargo, el gasto producido por la utilización de aditivos es importante y constituye un inconveniente particular del funcionamiento con corriente continua. Además, como los peritos en la materia lo entenderán fácilmente, el funcionamiento continuo o el funcionamiento por lo menos semi-continuo durante un período de tiempo prolongado sin que sea necesario interrumpir el funcionamiento de una

25

30

instalación para cambiar o limpiar el ánodo es preferible desde el punto de vista económico al funcionamiento por tandas sucesivas incluso utilizando aditivos.

5 Las solicitudes de patente mencionadas más arriba describen un método para aglomerar sólidos en suspensión en una solución acuosa y este método está caracterizado por la utilización eficaz de corriente alterna, solamente, para asegurar un funcionamiento continuo sin que sea necesario cambiar o desoxidar frecuentemente el ánodo. Se ha comprobado
10 que la corriente alterna ejerce un efecto electrostrictivo sobre los materiales en suspensión. Además, la corriente alterna produce continuamente peróxido de hidrógeno en ambos electrodos, lo cual tiende a mantener estos electrodos limpios durante el funcionamiento. Finalmente, el hidrógeno producido en el electrodo tiene la capacidad de reaccionar con
15 el mismo electrodo para producir, finalmente, mínimas cantidades de hidróxidos metálicos que actúan como gérmenes de floculación para facilitar la floculación o la aglomeración de las impurezas sólidas. El efecto electrostrictivo y la producción de peróxido de hidrógeno en cada electrodo no son posibles en una célula de corriente continua sin la presencia de radicales sulfato u otros aditivos. Por consiguiente dicho proceso se caracteriza por un funcionamiento más eficaz de manera continua sin la necesidad de utilizar aditivos
20 costosos.
25

Se ha descubierto ahora que si la solución acuosa que contiene los sólidos que han de ser aglomerados se hace pasar entre los electrodos de manera continua en presencia de una capa fluidizada de partículas conductoras, se obtiene una aglomeración o una floculación de dichos sólidos mu-
30

cho más favorable en razón de la multiplicidad de las células electrolíticas que se forman en el campo variable de corriente alterna. Además, utilizando partículas conductoras sustancialmente resistentes al desgaste, se ejerce un efecto de limpieza mecánica sobre los electrodos, tendiendo a mantener dichos electrodos limpios durante el funcionamiento continuo y evitando así la necesidad de interrumpir frecuentemente el funcionamiento de la instalación para su desoxidación. Además, se ha descubierto que utilizando el proceso según el invento se reduce la erosión de los electrodos hasta aproximadamente 0,2% del valor que se produce en los procedimientos de corriente continua.

Por consiguiente, el proceso según el invento, en el cual se utiliza una capa fluidizada turbulenta de partículas conductoras consigue la ventaja de permitir un funcionamiento continuo con un rendimiento de corriente elevado.

Se observará que la capa fluidizada puede establecerse en la célula según el invento con el agua del proceso solamente, o con el agua del proceso a la cual se añade un gas tal como aire inyectado en el recipiente. Cuando se ha establecido el estado fluidizado, se elimina la posibilidad de que se formen puentes, cortocircuitos, etc., entre los electrodos. Cuando se aumenta la turbulencia, el rendimiento del proceso según el invento aumenta y su límite superior depende solamente de la economía del proceso.

En un modo de realización del invento, se facilita la turbulencia auxiliada por un gas situando la pared lateral del recipiente de la célula de manera que forme un ángulo respecto al eje vertical de dicho recipiente. Las paredes laterales inclinadas aumentan la facilidad con la cual

puede establecerse una verdadera capa fluidizada en el interior del recipiente y aumentan la acción de limpieza que se ejerce contra las superficies de los electrodos por la partículas de la capa.

5 Cuando están sometidas a la acción del campo eléctrico de corriente alterna, las partículas conductoras se transforman, como se ha indicado más arriba, en electrodos bipolares y por consiguiente la célula contiene una multiplicidad de dichos electrodos, proporcionando cada electrodo su propia capa límite. El movimiento de las partículas inherente a la capa fluidizada no solamente asegura una limpieza o un lavado continuo de las superficies de los electrodos, sino también de las partículas individuales y de sus capas límites. Por consiguiente, la máxima turbulencia compatible con un aparato dado permitirá obtener el rendimiento máximo que puede ser conseguido de acuerdo con el proceso según el invento.

20 Como en las solicitudes de patentes mencionadas más arriba es preferible utilizar corrientes alternas que tienen una frecuencia incluida entre 0,2 y 800 Hz entre los electrodos para generar una corriente eléctrica que tiene una magnitud de 0,012 a 0,93 amperios/cm² (0,08 a 6,0 amperios/pulgada²), a través de dicha capa. Además, sin embargo, es igualmente preferible mantener un tiempo de residencia en dicha capa incluido entre 9 y 25 segundos, y una separación de dichos electrodos incluida entre aproximadamente 6,35 mm y 50,8 mm (1/4 y 2 pulgadas) y preferentemente de 12,7 mm (1/2 pulgada), aproximadamente. Sin embargo, si se desea, la separación entre las superficies de los electrodos puede ser superior a 50,8 mm (2 pulgadas). Sin embargo, es preferible

utilizar una separación de aproximadamente 12,7 mm (1/2 pulgadas) y células múltiples montadas en paralelo para obtener el volumen de agua de tratamiento deseado.

5 Por consiguiente, un objeto del invento consiste en proporcionar un proceso mejorado para aglomerar sólidos en suspensión en un líquido acuoso haciendo pasar el líquido que ha de ser tratado a través de un campo eléctrico de corriente alterna y manteniendo el líquido en estado turbulento para la generación de peróxido de hidrógeno en cada electrodo.

10 Otro objeto del invento consiste en proporcionar un procedimiento por medio del cual los sólidos en suspensión en una solución acuosa se aglomeran poniendo dichos sólidos en contacto con una capa fluidizada que contiene partículas conductoras sometidas a un campo de corriente alterna.

15 Otro objeto del invento consiste en proporcionar un procedimiento por medio del cual dichos sólidos en suspensión se aglomeran mediante la acción de una multiplicidad de electrodos en un campo de corriente alterna variable dentro de una capa fluidizada turbulenta constituida por partículas conductoras, lo que permite interrumpir las fuerzas de suspensión haciendo que dichos sólidos formen grumos, se aglo-

20 meren o floculen. Otro objeto del invento consiste en proporcionar un aparato para aglomerar sólidos en suspensión en un líquido, constituido por electrodos separados con una fuente de corriente alterna conectada a ellos en un recipiente que contiene una capa fluidizada turbulenta de partículas conductoras dispuestas entre los electrodos.

30 Otro objeto del invento consiste en proporcionar

un aparato para aglomerar sólidos en suspensión en un líquido, que incluye una capa fluidizada de partículas conductoras sometidas a una corriente alterna producida por unos electrodos separados situados en cada lado de la capa, con lo cual se mantiene un estado de turbulencia en dicha capa y se forma una multiplicidad de electrodos por medio de las partículas contenidas en ella de modo que tengan el efecto de una multiplicidad de electrodos sobre dichos sólidos, anulando así las fuerzas de suspensión y haciendo que dichos sólidos se aglomeren conjuntamente de tal manera que puedan ser separados del líquido con técnicas convencionales.

Otro objeto más del invento consiste en proporcionar un recipiente con capa fluidizada que tiene unas superficies de electrodo opuestas y separadas y unas paredes laterales dispuestas angularmente respecto al eje vertical del recipiente, con lo cual la capa puede mantenerse en estado de turbulencia para ejercer así un efecto de limpieza sobre las superficies de los electrodos con el objeto de reducir al mínimo la oxidación y la acumulación de impurezas en dichos electrodos.

Estos objetos así como otros objetos podrán entenderse fácilmente leyendo la siguiente descripción tomada con los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es una vista en planta de un aparato preferido para la utilización del proceso según el invento;

La figura 2 es una vista en sección vertical de la porción de recipiente del aparato de la figura 1, cuya porción central ha sido retirada;

La figura 3 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 3-3 de la figura 1;

La figura 4 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 4-4 de la figura 2;

La figura 5 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 5-5 de la figura 2;

5 La figura 6 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 6-6 de la figura 2;

La figura 7 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 7-7 de la figura 2;

10 La figura 8 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 8-8 de la figura 2;

La figura 9 es un gráfico que representa el rendimiento del proceso según el invento, medido bajo la forma del porcentaje de transmitancia en función del tiempo de residencia en un recipiente según el invento;

15 La figura 10 es un gráfico que representa la densidad de la corriente en función del tiempo de residencia, de la corriente gastada, y del caudal;

La figura 11 es una representación gráfica de la relación que existe entre la cantidad de agua del proceso tratada y la densidad de la corriente en función de la velocidad y del caudal;

20

La figura 12 es una representación gráfica de la resistencia de la célula cuando se añaden partículas de gráfito al agua tanto con funcionamiento con corriente alterna como con funcionamiento con corriente continua;

25

La figura 13 es un gráfico que representa la temperatura en la célula con relación a la resistencia de la célula cuando no se utiliza capa fluidizada, y cuando se utiliza una capa fluidizada en el interior de dicha célula;

30 La figura 14 es una representación gráfica del cau

dal lineal en función de la altura de la capa para establecer la fluidización con diferentes elementos constitutivos de la capa de partículas.

Haciendo referencia a los dibujos, se ve en la figura 1 una versión preferida de un aparato según el invento para el tratamiento de líquidos acuosos que contienen una suspensión de materiales sólidos. El aparato incluye un recipiente 10 que puede contener cualquier número deseado de células por ejemplo dos células según se ilustra aquí (véase figura 3) y de acuerdo con la descripción que sigue. Cada célula 12 del recipiente 10 está controlada por medio de una consola 14. La consola 14 se utiliza para supervisar y regular la turbulencia en la célula y para aplicar la corriente y la tensión deseada a los electrodos. La consola 14 puede conectarse a una fuente de energía eléctrica utilizando por ejemplo un cable 16, y suministrar la tensión y la corriente deseada a los electrodos de la célula a través de los cables 18. Los peritos en la materia se darán cuenta que la consola 14 no constituye una característica esencial de este invento y que puede utilizarse un control individual.

La turbulencia, según se ha indicado más arriba, puede crearse por el agua del proceso introducida en la célula, o puede ser aumentada con un gas tal como aire. En el caso de una multiplicidad de células, es preferible disponer de un orificio de entrada de agua y de un orificio de entrada de aire separados por cada célula. Por consiguiente, tal y como se representa en la figura 1, el agua del proceso se bombea a través de un conducto 20 hacia las entradas de célula 22 y 22' situadas en la porción inferior del recipiente 10. La circulación del agua del proceso puede ser supervisa

da, por ejemplo por medio de unos medidores de caudal 24. El gas que permite aumentar el estado de fluidización de la capa en cada célula, el cual en este modo de realización preferido es aire, se bombea hacia la porción inferior de cada célula a través del conducto 26 y se introduce por los orificios de entrada 28 y 28'. La consola 14 puede contener varios medidores, manómetros, etc, para regular la circulación y para supervisar esta circulación en las células 12. El recipiente 10 incluye también un orificio de salida 28 en su parte superior para el agua con sólidos aglomerados que ha sido tratada de acuerdo con el proceso según el invento. El agua conteniendo sólidos que sale por el orificio de salida 28 puede ser conducida por unos medios convencionales a cualquier dispositivo de separación deseado tal como un tanque de sedimentación, una máquina centrifugadora, un despumador, una célula de flotación, o cualquier aparato parecido.

En la figura 3 se ve que el recipiente 10 incluye en este modo de realización células dobles 12 que contienen electrodos opuestos 30. Los electrodos 30 están separados por un separador aislante 32 y están soportados por las paredes laterales 34 y las paredes frontales 36. Los electrodos internos están también separados por un separador aislante 38.

Los electrodos de cada célula 12 pueden preferentemente estar constituidos por un metal no rectificador tal como aluminio, magnesio o acero. Sin embargo en la mayoría de las aplicaciones es preferible utilizar aluminio. Los electrodos opuestos están separados, como se ha indicado más arriba, por una distancia incluida aproximadamente entre 6,35 y 50,8 mm por lo menos (1/4 y 2 pulgadas) pero preferentemente igual a 12,7 mm aproximadamente (1/2 pulgada). Según se pre-

fiera puede utilizarse cualquier número de células 12 en el recipiente 10 desde una o dos células, según se representa en la figura 3, hasta diez o más. En cada caso los electrodos se dispondrán preferentemente en paralelo.

5 Aunque las paredes laterales 34 orientadas hacia arriba del recipiente 10 pueden ser verticales, es preferible que formen un ángulo respecto al plano vertical. Preferente
10 mente el ángulo estará incluido entre 5 y 30° respecto al plano vertical y de manera todavía más preferida será igual a 10°. El ángulo de las paredes laterales 34 en cuestión está destinado a facilitar la formación de una capa fluidizada turbulenta dentro de cada célula 12. Los electrodos 30 se
15 extienden sustancialmente sobre toda la parte central del recipiente 12 hasta llegar casi a las paredes laterales inclinadas 34.

En las figuras 2, 4, 5 y 7 se ve una cámara de entrada 37 situada en la base 39 del recipiente 10 para mezclar el agua del proceso que penetra por los orificios de entrada 22 y 22' mientras que el aire puede penetrar por los orifi-
20 cios de entrada 28 y 28' en la cámara de mezclado 42 para establecer la turbulencia deseada. Una pantalla 40 está dispuesta encima de la cámara 37 y debajo de la cámara de mezclado 42. Una pantalla 44 está igualmente situada encima de la cámara de mezclado 42 para, según se describirá a continua-
25 ción, soportar la capa fluidizada y mantenerla en la porción central del recipiente 10 entre las paredes laterales inclinadas 34. Las paredes laterales 46 de la porción inferior 39 del recipiente 10 pueden ser verticales de la manera ilustrada. El recipiente 10 puede estar soportado por una base
30 48 según las necesidades.

En las figuras 2, 5 y 8 se ve que la parte superior 50 del recipiente 10 contiene una cámara de separación superior 52 dispuesta encima de los electrodos 30. Una pantalla 54 está dispuesta encima de la cámara 52 para mantener la capa fluidizada en el interior del recipiente 10. Unos terminales de electrodos 56 se extienden a partir de los electrodos 30, y están adaptados para conectarse con unos cables 18 que unen los electrodos 30 con la consola 14 y la fuente de energía eléctrica transmitida a través de esta.

Ya que el agua del proceso pasa hacia arriba a través de la pantalla 54, se ha previsto una barrera 58 que se para el interior del recipiente 10 de la cámara de recogida de salida 60 en la cual se acumula el agua tratada 62 para ser extraída a través del orificio de salida 28. El agua tratada procedente del orificio de salida 28, según se indica más arriba, es transportada a continuación por cualquier medio convencional hasta un dispositivo de separación de sólidos, tal como un despumador, un tanque de sedimentación, una centrifugadora, o cualquier aparato parecido (no representado). En variante, el agua tratada puede ser reciclada a través del orificio de entrada 20 en el recipiente 10, sirviendo los sólidos aglomerados como gérmenes de floculación para obtener una mayor pureza.

Las paredes laterales 64 y las paredes frontal y posterior 36 pueden formar parte integrante de las paredes laterales frontal y posterior correspondientes de la parte central de recipiente 10, o pueden estar soldadas en ellas. Dichas paredes pueden tener cualquier configuración deseada adecuada para formar la cámara 52, y la cámara de salida 60, como lo entenderán fácilmente los peritos en la materia.

El tamaño exacto de las partículas de los elementos constitutivos de la capa fluidizada no es crítico y puede variar entre 3 mm y 6,35 mm aproximadamente (1/4 pulgada). Basándose en los experimentos realizados, para conseguir la estabilidad de la capa en el tiempo de residencia deseado, la partícula ideal es una esfera de aproximadamente 3,175 mm de diámetro (1/8 pulgada) y que tiene una densidad específica igual aproximadamente a 2. Sin embargo, el material utilizado puede ser cualquier material conductor dotado de una excelente estabilidad química y mecánica. Sin embargo, es preferible que la capa de partículas sea capaz de proporcionar una verdadera fluidización. En caso de ausencia de capa fluidizada, según se ha indicado más arriba, pueden producirse puentes o cortocircuitos capaces de reducir el rendimiento de la corriente. En una versión preferida del invento, se utilizan gránulos de grafito de forma cilíndrica con un diámetro nominal de 3,175 mm (0,125 pulgada) y una longitud de 4,82 mm (0,19 pulgada), con una densidad específica de 2,1. Los gránulos cilíndricos han demostrado mejorar la turbulencia de la capa fluidizada y aumentar el efecto eléctrico de la misma.

La figura 14 ilustra los resultados de experimentos destinados a establecer una capa fluidizada en un tubo que tiene un diámetro interior de 15,87 mm (5/8 pulgada) lleno con los posibles elementos constitutivos de la capa. Cada capa se fluidizó con agua a las varias velocidades indicadas, y en la figura 14 se indica la altura de la capa en función de la velocidad.

Se realizó igualmente una serie de experimentos utilizando una célula dotada de paredes laterales paralelas y de una separación entre placas de electrodo de 10,23 mm

(0,403 pulgada) para valorar la conductividad de las partículas de grafito elegidas, en función de la temperatura en una capa fluidizada, y en variante en un estado en el cual no se establece la fluidización. Se ha comprobado que, por ejemplo, con un caudal de agua de 5,67 l/min. (1,5 galones/minuto) y un caudal de aire de 5,67 l/min. (0,2 pie³/minuto) la capa se dilató desde una altura de 40 cm (15-3/4 pulgadas) que corresponde a la ausencia de circulación, hasta una altura de 81,28 cm que corresponde a la fluidización completa. Se produjo una floculación extraordinaria con una densidad de corriente de 0,029 amperios/cm² (0,19 amperio/pulgada²) y un consumo de energía equivalente a 3,11 Kw/h por 3.780 litros (3,11 Kw/h/1.000 galones). Se experimentó un consumo de energía sustancialmente inferior con dicha capa fluidizada en comparación con el consumo de energía experimentado en ausencia de capa según se ilustra en la figura 13.

La figura 12 ilustra también la resistencia de la célula cuando se añaden partículas de grafito a 225 c.c. de agua para ilustrar el importante incremento de la conductividad que se produce con la corriente alterna en comparación con la corriente continua en una capa fluidizada.

Las figuras 9-11 ilustran los resultados que se consiguen en pruebas realizadas en el aparato de las figuras 1-8 en el cual la separación de las placas era de 12,7 mm (1/2 pulgada) entre electrodos, y el volumen de la capa era igual aproximadamente a las dos terceras partes del volumen real entre los electrodos. Además, las paredes laterales estaban dispuestas de manera que formen un ángulo de 10° respecto al plano vertical.

En la figura 9 se representa un gráfico que

ilustrado el rendimiento del aparato según el invento en función del tiempo de permanencia del líquido tratado. El rendimiento se mide bajo la forma del porcentaje de transmitancia de luz determinado con un espectrofotómetro a $\lambda = 5.500 \text{ \AA}$, utilizando agua destilada como referencia igual a 100%. En estas condiciones, el rendimiento, o el porcentaje de transmitancia, mide la claridad del agua tratada en comparación con agua destilada. Aunque el agua tratada en este ejemplo, cuyos resultados se representan en la figura 9 era efluente blanco de fábrica de papel, estos resultados son representativos de otros líquidos tratados. Como se ilustra aquí, el tiempo de permanencia óptimo está incluido en la parte lineal del gráfico entre aproximadamente 9 y 25 segundos. Un mayor tiempo de permanencia permitió obtener solamente un ligero aumento de transmitancia en comparación con la corriente necesaria. Por consiguiente, el tiempo de permanencia en el dispositivo del invento está incluido entre aproximadamente 9 y 25 segundos en total.

En lo que sigue se dan ejemplos de resultados con seguidos utilizando el aparato según el invento.

El aparato según el invento ha sido utilizado para tratar una variedad de aguas de descarga que incluyen licor de lavado de horno de coque, agua de pozo que contiene hierro coloidal, y agua de tratamiento que contiene grafito coloidal, aguas residuales sulfatadas y sódicas de fábrica de papel, aceite de máquinas herramientas en emulsión de agua, suero de queso, efluente de jabón de extracción de cobre, aguas residuales domésticas, lodos de charcas de fábricas de papel, así como varias otras aguas residuales comerciales y domésticas. En todos los casos se redujo notable-

mente la cantidad de sólidos en suspensión dentro del tiempo de permanencia preferido mencionado más arriba.

5 En lo que sigue se dan unos ejemplos particulares de utilización del proceso según el invento. En cada uno de ellos se formó la capa fluidizada con partículas de grafito dotadas de una densidad específica de 2,1, aproximadamente.

EJEMPLO I

10 Se utilizó un caudal total de 3,5 a 5 g/minuto de agua contaminada con grafito coloidal y un caudal de aire de 3,78 a 5,67 l/min. (1 a 1,5 pies³/minuto) en el recipiente de dos células de las figuras 1-8, para establecer una buena fluidización con partículas cilíndricas de grafito según se ha descrito más arriba, dotadas de una densidad específica de 2,1 aproximadamente. Se aplicó una corriente total de 30 amperios con una tensión de 50 voltios de corriente alterna y una frecuencia de 60 Hz a los electrodos y se "rompió" la suspensión coloidal. Los sólidos en suspensión se redujeron desde 1.285 hasta 38 por millón después de pasar una vez a través de la unidad, después de lo cual permanecieron durante dos horas para su sedimentación en un depósito, no representado. El agua entrante tenía una temperatura de 1,11 a 3,33°C (34 a 38°F). Evidentemente, una temperatura más elevada del agua entrante hubiese permitido obtener una conductividad más elevada, por ejemplo puede decirse que 25 en general el agua a 21,1°C (70°F) tiene una conductividad igual a 2-3,75 veces la del agua a 0°C (32°F) de acuerdo con la cantidad y el tipo de las impurezas contenidas.

EJEMPLO II

30 Se trató lodo de charca de fábrica de papel en un aparato según el invento del tipo descrito en las figuras 1-8.

El lodo había sido tratado inicialmente con sulfato de aluminio pero contenía sólidos en suspensión, los cuales en las condiciones normales permanecen en suspensión durante años: El lodo tenía una viscosidad muy elevada y una transmitancia de 0%. Los sólidos en suspensión representaban 5,4% del peso, y el hidróxido de aluminio representaba 1,3% de los sólidos.

Se diluyó el lodo con agua de la red de distribución a razón de 3 partes de agua por cada parte de lodo. En el aparato según el invento el caudal era de 11,34 l/min. (3 galones/minuto) y se aplicó una corriente de 60 amperios y 60 voltios de corriente alterna entre los electrodos.

El lodo tratado contenía sólidos que se precipitaron en 10 minutos y se anularon completamente las fuerzas de suspensión. Después de una hora se midió una transmitancia de 80,5% a 475 mμ de líquido flotante en el lodo tratado. Los sólidos en suspensión restantes representaban 11 partes por millón.

En resumen, se ha descubierto que la corriente alterna aplicada a través de una capa turbulenta fluidizada de partículas conductoras reduce eficaz y económicamente la cantidad de sólidos en suspensión en el agua de manera continua. La turbulencia establecida aumenta el rendimiento de la corriente y contribuye a producir un efecto electrostrictivo que da lugar a la formación de una multiplicidad de electrodos bipolares dentro de la célula con el objeto de anular las fuerzas de suspensión de los sólidos. A continuación los sólidos se aglomeran conjuntamente lo que permite extraerlo fácilmente mediante sedimentación, desespumado, o procedimiento parecido.

Contrariamente a los procedimientos de la técnica anterior, utilizando corriente alterna la superficie de los electrodos permanece relativamente limpia, lo que permite obtener un funcionamiento continuo eficaz debido principalmente a la generación de peróxido de hidrógeno y a una acción de limpieza mecánica producida por las partículas de la capa. El peróxido de hidrógeno, como lo entenderán fácilmente los peritos en la materia, contribuye también a decolorar y desodorizar el agua tratada. Sin embargo, lo que es más importante, la corriente alterna permite un funcionamiento continuo sin que sea necesario interrumpir el funcionamiento de la instalación y cambiar un ánodo desgastado o desoxidar el ánodo, y no necesita aditivos costosos para un funcionamiento eficaz.

El invento puede realizarse en otras formas específicas sin alejarse de su espíritu o de sus características esenciales. Por consiguiente el presente modo de realización debe considerarse en todos los aspectos como un modo de realización ilustrativo y sin carácter limitativo, ya que el alcance del invento está indicado por las reivindicaciones adjuntas y no por la descripción que antecede, y todos los cambios que entran en el significado y el alcance de las equivalencias de las reivindicaciones están por tanto incluidas en este invento.

En resumen, la presente Patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

1.) Método continuo y aparato correspondiente para purificar agua con el objeto de aglomerar sólidos de tamaño coloidal o superior, en suspensión en un líquido, estan

~~S~~

do dicho método caracterizado porque consiste en:

5 utilizar por lo menos un par de electrodos metálicos que tienen sus zonas superficiales enfrentadas separadas por una distancia sustancialmente reducida la una respecto a la otra;

hacer que dicho líquido circule continuamente entre las superficies enfrentadas de dichos electrodos separados;

10 aplicar una tensión de corriente alterna a una frecuencia incluida aproximadamente entre 0,2 Hz y 800 Hz entre dichos electrodos;

15 controlar dicha tensión de corriente alterna con relación a la separación entre dichas zonas superficiales de los electrodos y la conductividad de dicho líquido para obtener una circulación de corriente eléctrica alterna entre dichas superficies de los electrodos, estando el valor de dicha corriente alterna incluido entre aproximadamente 0,012 y 0,93 amperios/cm² (0,08 y 6,0 amperios/pulgada²) de superficie de electrodo;

20 asegurar la agitación de dicho líquido obtenida mediante la circulación del fluido con el objeto de crear una turbulencia que tiene un número de Reynolds de por lo menos 10,000 aproximadamente en dicho líquido mientras este circula entre las superficies enfrentadas separadas de dichos electrodos.

25 2.) Método continuo según la reivindicación 1, caracterizado además porque incluye las fases que consisten en:

30 mantener las condiciones indicadas aquí de tal manera que cuando dicho líquido pasa entre dichos electrodos metálicos se produzca la formación de hidróxidos metálicos

en dichas superficies de los electrodos durante el paso de la corriente entre ellas;

controlar el caudal de dicho líquido de tal manera que este pase entre dichas superficies de los electrodos durante un tiempo suficientemente prolongado para que las partículas en suspensión coloidal se aglomeren en partículas sólidas de un tamaño superior por lo menos a 5.000 unidades Angstrom, y de tal manera que dichas partículas sólidas dejen de estar en suspensión coloidal en dicho líquido.

3.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque el metal de dichos electrodos es un elemento elegido en el grupo que consiste en aluminio, aleaciones de aluminio, hierro, magnesio, o acero.

4.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dichos hidróxidos metálicos se forman en dichas superficies de los electrodos sin la presencia de aditivos constituidos por sales haliuro-alcalinas en dicho líquido.

5.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dichas sales haliuro-alcalinas están presentes en el líquido mientras este circula entre las superficies de dichos electrodos separados.

6.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dichos hidróxidos metálicos se forman en dichos electrodos sin que se añadan hidróxidos de procedencia externa a dicho líquido que pasa entre dichos electrodos.

7.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque las condiciones indicadas se mantienen de tal manera que dicha corriente alterna que pasa entre dichos electrodos produzca peróxido de hidrógeno en dichos electrodos, haciendo que dichos hidróxidos metálicos se formen en dichos

electrodos.

5 8.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque las superficies enfrentadas de dichos electrodos se separan la una de la otra aproximadamente 12,7 mm (1/2 pulgada) en el comienzo de la utilización de dicho método.

9.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque se mantiene una gama de pH incluida entre 2 y 9 durante la circulación de dicho líquido entre dichos electrodos.

10 10.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque se añade a dicho líquido que circula entre dichos electrodos un material conductor que facilita el establecimiento y el mantenimiento de la circulación de una corriente alterna entre dichas superficies de los electrodos con una densidad de corriente incluida en la gama indicada más arriba.

11.) Método según la reivindicación 10, caracterizado porque dicho material añadido a dicho líquido es por lo menos una sal adecuada soluble en dicho líquido.

20 12.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque la densidad de la corriente alterna que pasa entre dichas superficies de los electrodos se mantiene entre 0,012 y 0,465 amperios/cm² (0,08 y 3,0 amperios/pulgada²), aproximadamente.

25 13.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene entre aproximadamente 0,012 y 0,775 amperios/cm² (0,08 y 0,5 amperios/pulgada²).

30 14.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en 0,029 amperio/cm² (0,19 amperio/pulgada²).

15.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque la densidad de dicha corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,155 \text{ amperio/cm}^2$ ($1,0 \text{ amperio/pulgada}^2$).

5 16.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,232 \text{ amperio/cm}^2$ ($1,5 \text{ amperios/pulgada}^2$).

17.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,310 \text{ amperio/cm}^2$ ($2,0 \text{ amperios/pulgada}^2$).

10 18.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,387 \text{ amperio/cm}^2$ ($2,5 \text{ amperios/pulgada}^2$).

15 19.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,465 \text{ amperio/cm}^2$ ($3,0 \text{ amperios/pulgada}^2$).

20.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,542 \text{ amperio/cm}^2$ ($3,5 \text{ amperios/pulgada}^2$).

20 21.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,620 \text{ amperio/cm}^2$ ($4,0 \text{ amperios/pulgada}^2$).

22.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,775 \text{ amperio/cm}^2$ ($5,0 \text{ amperios/pulgada}^2$).

25 23.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha densidad de la corriente alterna se mantiene aproximadamente en $0,93 \text{ amperio/cm}^2$ ($6,0 \text{ amperios/pulgada}^2$).

30 24.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha tensión de corriente alterna tiene una frecuencia incluida entre 10 Hz y 400 Hz, aproximadamente.

25.) Método según las reivindicaciones anteriores,
que consiste en:

5 utilizar por lo menos un par de electrodos metáli-
cos separados que contienen aluminio dotadas de zonas super-
ficiales enfrentadas sustancialmente paralelas, separadas la
una de la otra aproximadamente 12,7 mm (1/2 pulgada) en el co-
mienzo de dicho sistema, estando por lo menos las zonas su-
perficiales enfrentadas de dichos electrodos hechas de alumi-
10 nio;

producir la agitación de dicho líquido que ha de
ser tratado con el objeto de crear una turbulencia en dicho
líquido mientras circula entre las superficies enfrentadas se-
paradas de dichos electrodos;

15 mantener las condiciones indicadas aquí de tal mane-
ra que cuando dicho líquido que ha de ser tratado pasa entre
dichos electrodos, dicha corriente alterna produzca peróxido
de hidrógeno en dichos electrodos dando lugar a la formación
de hidróxidos metálicos en dichas superficies de los electro-
20 dos durante el paso de la corriente entre ellos;

mantener una gama de pH incluída entre 2 y 9 duran-
te la circulación de dicho líquido entre dichos electrodos.

26.) Método según la reivindicación 25, caracteri-
zado porque el caudal de dicho líquido se mantiene de tal ma-
25 nera que dicho líquido permanezca entre dichos electrodos du-
rante un tiempo incluído entre 9 y 25 segundos aproximadamen-
te.

27.) Método según la reivindicación 1, caracteri-
zado porque se produce por medio de un gas la agitación de di-
30 cho líquido que ha de ser tratado con el objeto de crear una

turbulencia de un número de Reynolds de por lo menos 10.000 aproximadamente en dicho líquido cuando este circula entre las superficies enfrentadas separadas de dichos electrodos.

5 28.) Método según la reivindicación 25, caracterizado porque se produce la formación de hidróxidos metálicos en dichas superficies de los electrodos durante el paso de la corriente entre ellos.

10 29.) Método según la reivindicación 25, caracterizado porque se mantiene en dicho líquido entre dichos electrodos un material conductor que mejora el establecimiento y el mantenimiento de la circulación de una corriente alterna entre dichas superficies de los electrodos con una densidad de corriente incluida en la gama indicada más arriba.

15 30.) Método según la reivindicación 29, caracterizado porque dicho material conductor es grafito.

31.) Método según la reivindicación 29, caracterizado porque dicho material conductor tiene una densidad específica incluida aproximadamente entre 2 y 2,1.

20 32.) Aparato según la reivindicación 1, que consiste en:

un recipiente dotado de paredes frontal, posterior y laterales, y que tiene en él un orificio de entrada para introducir el agua que ha de ser purificada y un orificio de salida del agua y de los sólidos aglomerados, estando las paredes laterales de dicho recipiente dispuestas en un plano situado de modo que forme un ángulo respecto al eje horizontal de dicho recipiente;

30 por lo menos un par de electrodos orientados hacia arriba dispuestos dentro de dicho recipiente entre el orifi-

5 cio de entrada y el orificio de salida, teniendo dichos elec
trodos unas superficies metálicas opuestas y separadas que
definen con las paredes laterales de dicho recipiente una cá
mara de tratamiento de agua, comunicando dicha cámara con el
orificio de entrada y el orificio de salida del recipiente;

10 un dispositivo conectado a dichos electrodos para
aplicarlos una corriente alterna que tiene una frecuencia in
cluída entre 0,2 y 800 Hz, con una densidad de corriente in
cluída entre 0,012 y 0,93 amperio/cm² (0,08 y 6 amperios/pul
gada²);

15 un dispositivo soportado por dicho aparato para con
ducir el agua que ha de ser purificada a través del orificio
de entrada en dicho recipiente, a través de la cámara de tra
tamiento y a continuación para conducir el agua tratada des-
de dicho recipiente a través del orificio de salida;

20 un dispositivo soportado por dicho aparato para a
gitar el agua que ha de ser purificada, dentro de la cámara
de tratamiento, con el objeto de mantener una turbulencia en
dicha agua mientras dicha agua circula entre dichos electro-
dos;

25 unos medios conductores situados en el interior de
dicha cámara entre dichos electrodos para aumentar el campo
eléctrico alterno a través de dichos electrodos cuando el a
gua que ha de ser purificada circula dentro de dicha cámara.

33.) Aparato según la reivindicación 32, caracteri
zado porque dichas paredes laterales están situadas en un
plano que forma un ángulo de hasta 30° respecto al eje verti
cal de dicho recipiente.

34.) Aparato según la reivindicación 33, caracteri
zado porque dicho ángulo está incluido entre 5 y 30°.

35.) Aparato según la reivindicación 34, caracterizado porque el ángulo es aproximadamente de 10° .

5 36.) Aparato según la reivindicación 32 caracterizado porque las superficies opuestas de dichos electrodos están situadas en planos paralelos al eje vertical de dicho recipiente.

10 37.) Aparato según la reivindicación 32, caracterizado porque dicho dispositivo de agitación incluye una fuente de gas bajo presión que comunica con dicha cámara y que está adaptada para inyectar gas en esta.

38.) Aparato según la reivindicación 37 caracterizado porque este gas está constituido por aire.

15 39.) Aparato según la reivindicación 32, caracterizado porque dichos medios conductores están constituidos por gránulos de grafito.

40.) Aparato según la reivindicación 32, caracterizado porque la superficie de dichos electrodos está constituida por un metal elegido en el grupo que consiste en aluminio, hierro, acero, y magnesio.

20 41.) Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: METODO CONTINUO Y APARATO CORRESPONDIENTE PARA PURIFICAR AGUA CON EL OBJETO DE AGLOMERAR SOLIDOS DE TAMAÑO COLOIDAL O SUPERIOR, EN SUSPENSION EN UN LIQUIDO.

25

30



31

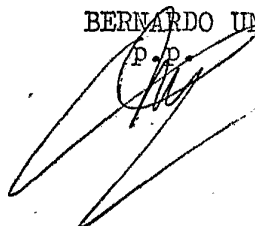


Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veintiocho páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 18 enero 1.977

BERNARDO UNGRIA

P. D.



5

10

15

20

25

30



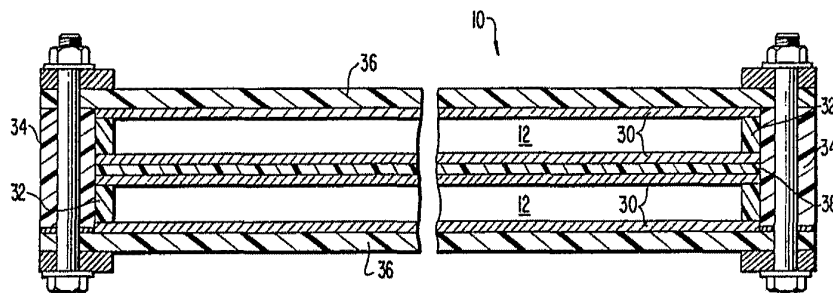
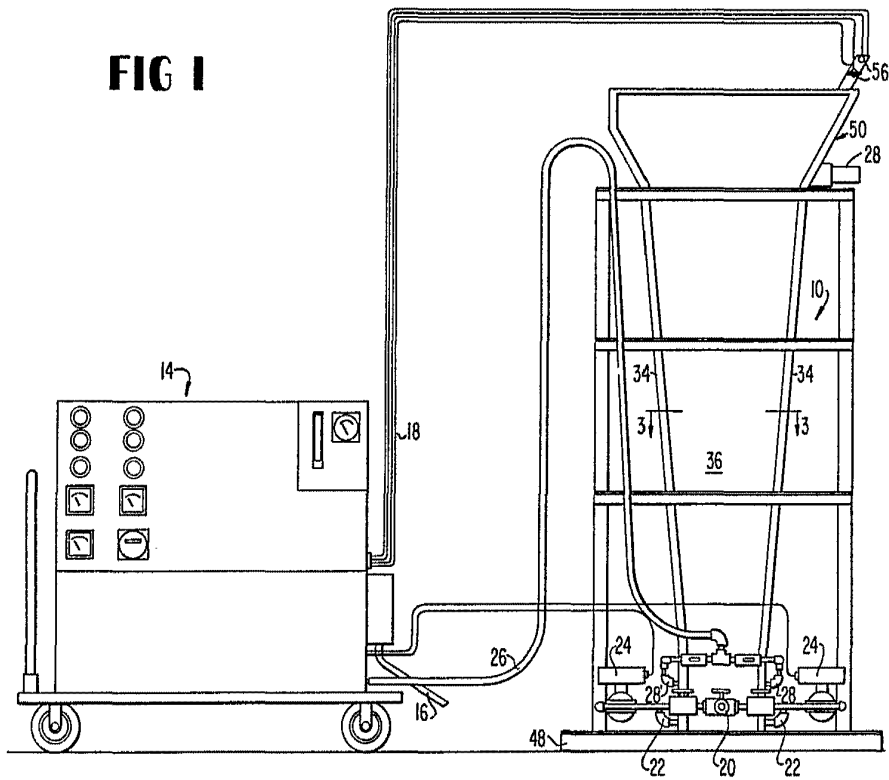


FIG 3

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 18 enero 1.977
 BERNARDO UNGRIA
 P. P.

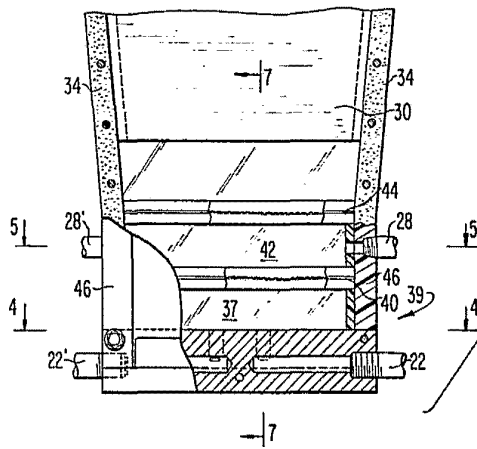
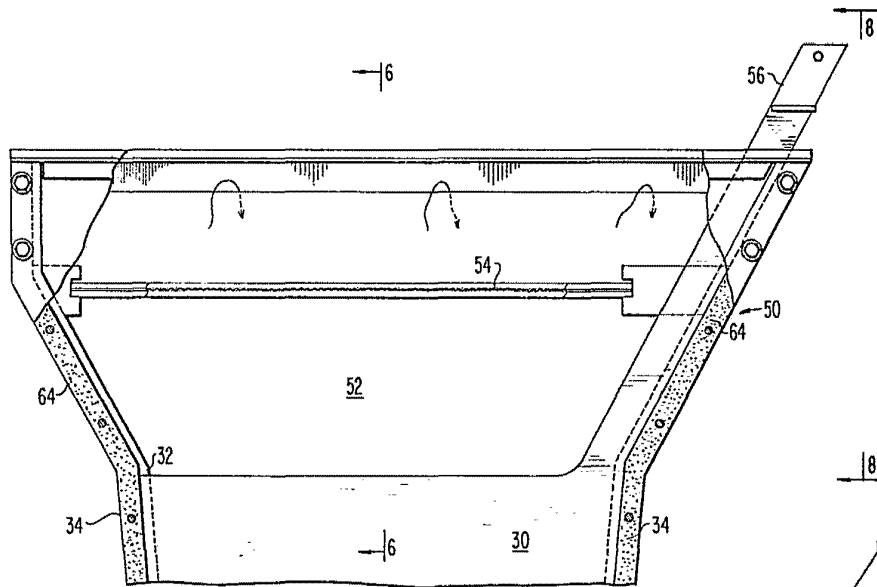


FIG 2

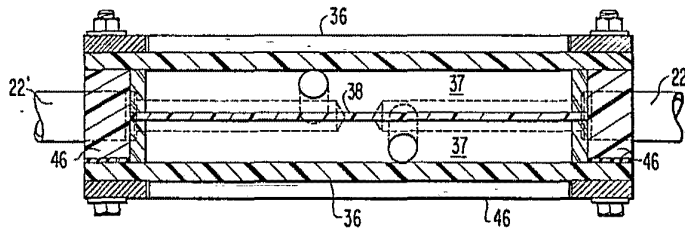


FIG 4

ESCALA VARIABLE
Madrid, 18 enero A. 977
BERNARDO UNGRIA
P.P.

FIG 5

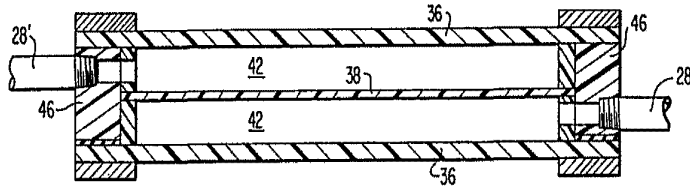


FIG 7

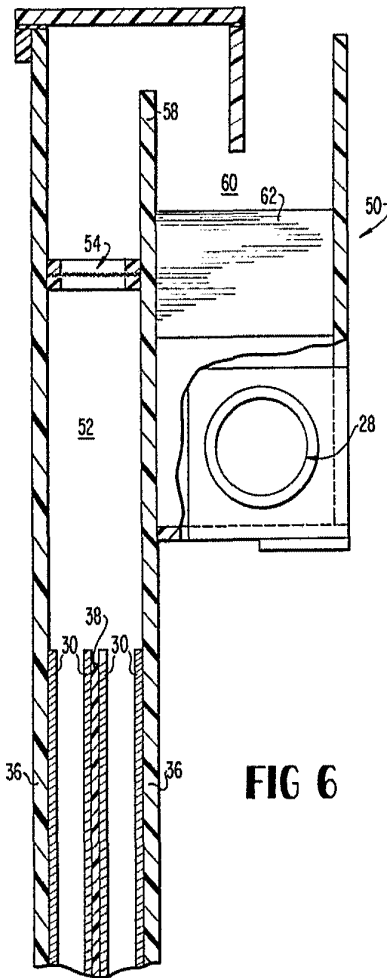
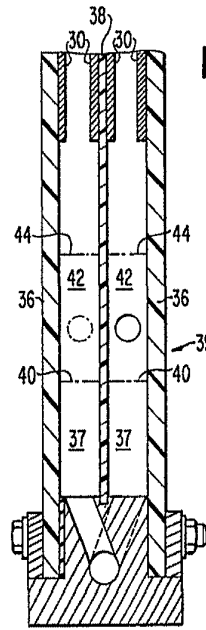
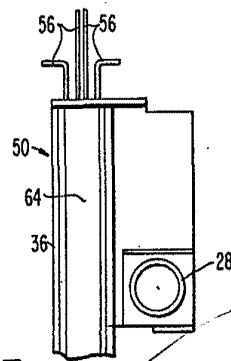


FIG 6

FIG 8



ESCALA VARIABLE
Madrid, 18 enero 1.977
BERNARDO UNGRIA
P.P

FIG. 9

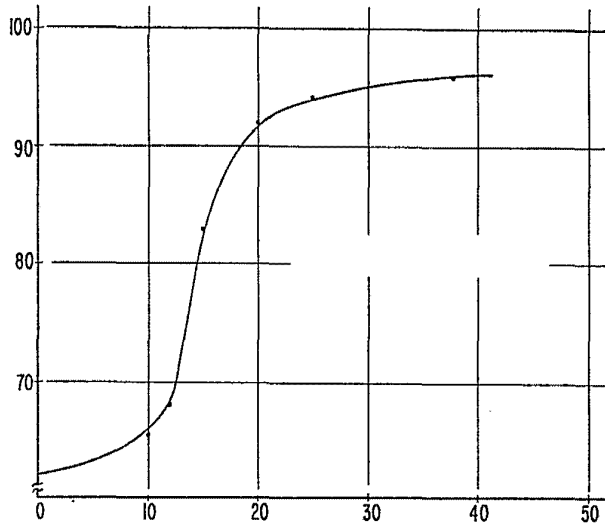
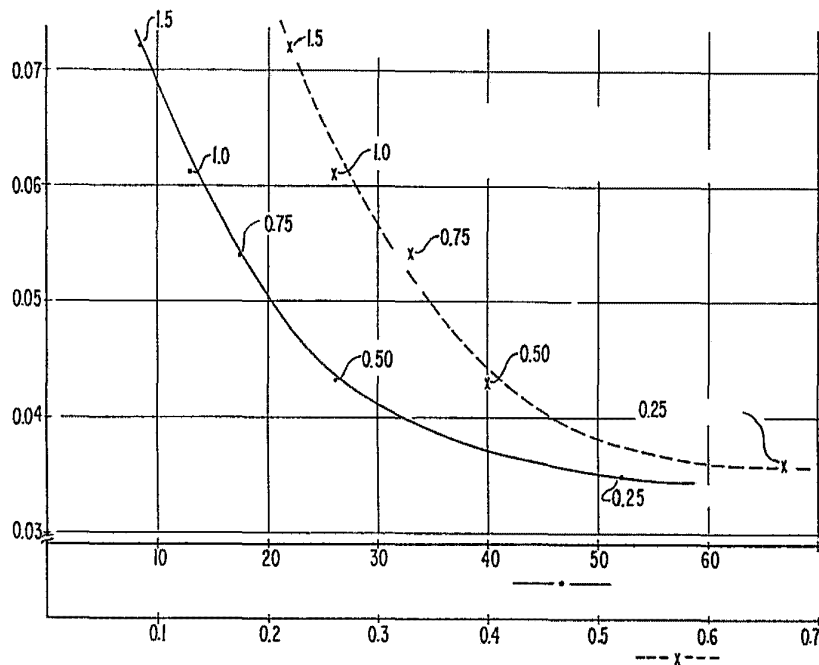


FIG. 10



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 18 enero 1.977
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.

FIG. 11

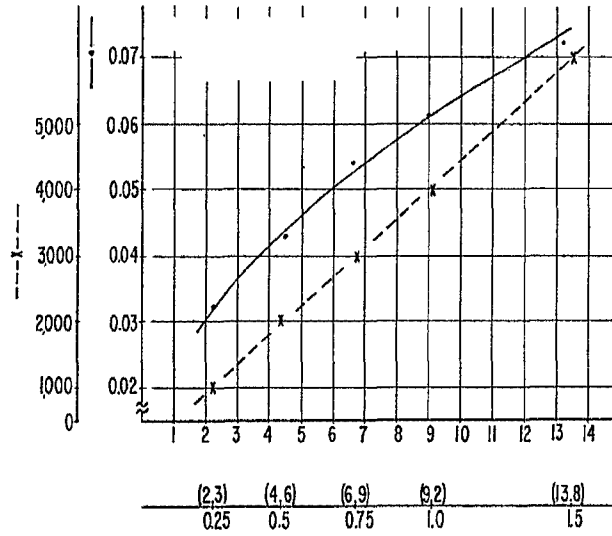
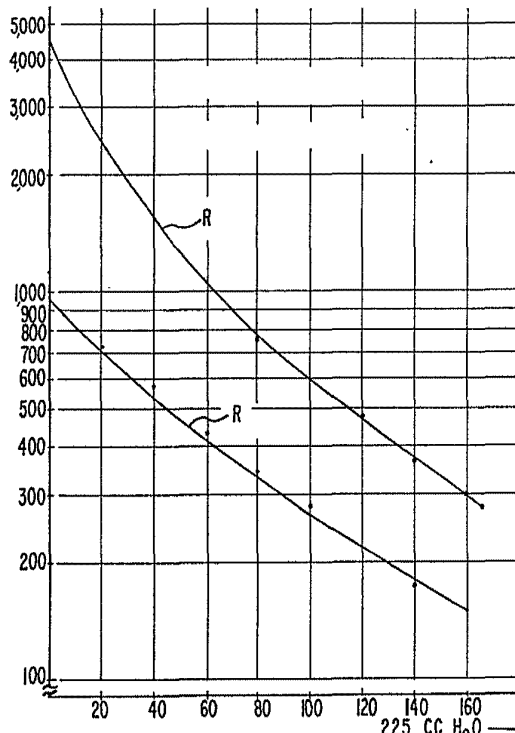


FIG. 12



ESCALA VARIABLE

Madrid, 18 enero 1977

BERNARDO UNGRIA

P. D.

FIG 13

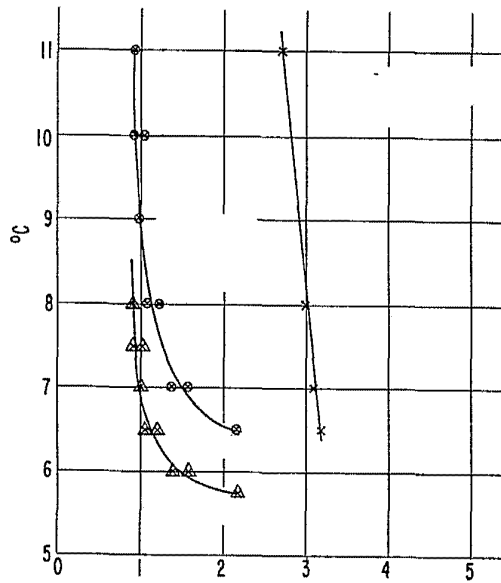
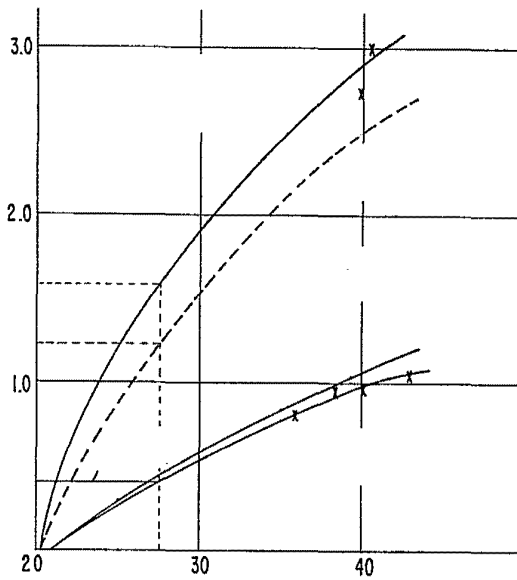


FIG 14



ESCALA VARIABLE
Madrid, 18 enero 1977
BERNARDO UNGRIA
P.P.