



1

356052

5

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

10

Solicitante: WHITING CORPORATION.

Domicilio: Harvey, Illinois, ESTADOS UNIDOS.

Emunciado: "UN PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR ACIDO FOSFORICO ACUOSO".

15

- - - -

20

Compendio de la Exposición

Un método y un aparato para fabricar ácido fosfórico mediante el proceso húmedo en donde los reactivos se introducen en una combinación de reactor y unidad de en

25



1 friamiento de pasta acuosa que se equipa para hacer circular
continamente la pasta acuosa de reacción contenida en la
misma en un diagrama de flujo adaptado para exponer prácti-
camente todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción hacia
5 un espacio de margen libre en la unidad. Se mantienen pre-
siones inferiores a la atmosférica en el espacio de margen
libre para proporcionar un enfriamiento evaporatorio del
cuerpo de la pasta acuosa de reacción a un régimen que está
prácticamente en equilibrio con el régimen al cual se genera
10 calor en la pasta acuosa de reacción, desde las reacciones
exotérmicas que ocurren en la misma. El régimen de circula-
ción de la pasta acuosa de reacción, es por lo menos igual,
al 20 por ciento de la masa total de la pasta acuosa de reac-
ción por minuto y de preferencia dentro de la escala de 100
15 por ciento a 200 por ciento de la masa total de la pasta acu-
sa de reacción por minuto. El efecto combinado de la circu-
lación de la pasta acuosa y el enfriamiento evaporatorio pro-
porciona un nivel prácticamente uniforme de supersaturación
de sulfato de calcio a través del cuerpo de la pasta acuosa
20 de reacción, permitiendo la producción de cristales de sul-
fato de calcio que exhiben características de filtración y
lavado considerablemente mejoradas.

Antecedentes y Descripción de la Invención

25 La presente invención se relaciona generalmente
tanto con mejoras como innovaciones en el proceso y el apa-



1 rato para la fabricación de ácido fosfórico mediante el pro-
 ceso húmedo. Más específicamente, esta invención se relacio-
 na con una combinación novedosa de un reactor para ácido
5 fosfórico de proceso húmedo en combinación con una unidad
 de enfriamiento de pasta acuosa, y método que utiliza enfria-
 miento al vacío en combinación con regímenes de circulación
 altos, de todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción para
 proporcionar condiciones en la unidad que permita el manteni-
10 miento de niveles prácticamente uniformes de supersaturación
 de sulfato de calcio a través del cuerpo de la pasta acuosa
 de reacción. Por lo tanto, el proceso y aparato de la presen-
 te invención, permiten el desarrollo de cristales grandes de
 sulfato de calcio que exhiben capacidades de filtración y
15 de lavado mejoradas, proporcionando de esta manera recupera-
 ciones aumentadas de ácido fosfórico a costos de funciona-
 miento reducidos.

 El llamado proceso húmedo para la fabricación de
 ácido fosfórico es bien conocido y se ha descrito completa-
20 mente tanto en la literatura técnica como de patente. Este
 proceso se define usualmente como la reacción de fosfato de
 tricalcio con un exceso de ácido fosfórico para producir
 fosfato de monocalcio que a su vez reacciona con el ácido
 sulfúrico para producir una solución de ácido fosfórico
25 (H_3PO_4), y un cristal de sulfato de calcio. Una descrip-
 ción comprensiva de este proceso se encuentra en "Acido



1 Fosfórico, Fosfatos y Fertilizantes Fosfáticos" de Weber,
páginas 174 y siguientes (1952, Reinhold Publishing Corp.).
En particular, el Capítulo 12 de este texto, que comienza en
la página 174, se denomina "La Fabricación de Acido Fosfórico
5 mediante el Proceso Húmedo" y describe en detalle la fabri-
cación del ácido fosfórico de proceso húmedo mediante méto-
dos convencionales. La bibliografía al final de este capítu-
lo, incluye también referencias en cuanto a un número de
patentes y de literatura adicional sobre esta materia.

10 En una planta convencional para la fabricación de
ácido fosfórico mediante el proceso húmedo, hay uno o más
tanques de reactor, todos los cuales se equipan con agitado-
res. Una hoja de flujo para dicha planta se ha mostrado en
la página 181 del texto de Weber anteriormente mencionado,
15 e ilustra varios tanques colocados en un sistema de cascada,
con el primer tanque premezclador estando a un nivel superior
y el último tanque del reactor estando al nivel más bajo.

Las pérdidas de producto en la operación del pro-
ceso húmedo para la fabricación de ácido fosfórico se rela-
cionan con la capacidad de filtración y de lavado de los
20 cristales de sulfato de calcio producidos. A este respecto
se sabe que las recuperaciones del producto de ácido fosfó-
rico son inversamente proporcionales al número de cristales
que se producen y directamente proporcionales al tamaño de
25 dichos cristales. Consecuentemente, es deseable producir



1 cristales de yeso que son menores en número y mayores en
tamaño.

5 El proceso y aparato de la presente invención pro-
porcionan medios para dicho resultado empleando cooperativa-
mente un alto régimen de circulación de cuerpo de pasta acuo-
sa de reacción en combinación con un régimen controlado de
enfriamiento evaporatorio. En particular, esta invención in-
volucra un método y un aparato para hacer circular la pasta
acuosa de reacción en una combinación de reactor y unidad *
10 de enfriamiento, alrededor de un medio que dirige el flujo
a fin de exponer prácticamente todo el cuerpo de pasta acuo-
sa de reacción a presiones inferiores a la atmosférica para
efectuar el enfriamiento evaporatorio que se mantiene prácti-
camente en equilibrio con el calor generado a través de las
15 reacciones emotérmicas que ocurren en el cuerpo de la pasta
acuosa de reacción. Los diferenciales localizados en tempe-
ratura y concentración de esta manera se reducen al mínimo
eficazmente para proporcionar un nivel prácticamente unifor-
me de supersaturación de sulfato de calcio a través de la
20 masa de reacción que reduce el número de núcleos que se están
formando. Este factor se hace particularmente importante,
cuando se observa que el régimen de nucleación aumenta ex-
ponencialmente en vez de manera directa, con un aumento en
la supersaturación.

25 El uso combinado de enfriamiento al vacío y el alto



1 régimen de circulación de la pasta acuosa de reacción en un
diagrama de flujo predeterminado, logra un resultado nuevo
e inesperado que, para los fines de explicación puede carac-
5 terizarse como una "superficie ampliada". Por ejemplo, un
reactor de sección transversal cilíndrico, usado para produ-
cir aproximadamente 300 toneladas al día de P_2O_5 tendría un
diámetro de aproximadamente 7.925 metros y un área superficial
equivalente de aproximadamente 4933 centímetros cuadrados.
El efecto combinado del alto régimen de circulación y enfria-
10 miento al vacío de la pasta acuosa de reacción, de conformi-
dad con la presente invención, sin embargo, cooperan para
crear una "superficie ampliada", altamente turbulente y gran-
demente aumentada, equivalente a un área superficial que es
muchas veces mayor de 4933 centímetros cuadrados y que se
15 proporciona mediante la geometría del reactor. Una ventaja
importante de esta "superficie ampliada" es la de que acentúa
significativamente la uniformidad de la temperatura a tra-
vés del cuerpo de la pasta acuosa de reacción.

Una modalidad preferida de la presente invención
20 que se describe más completamente a continuación, involucra
la atomización del ácido sulfúrico que se alimenta al reac-
tor a través de las boquillas de presión que rocían hacia
abajo hacia la "superficie ampliada" de la pasta acuosa de
reacción para distribuir el ácido uniformemente hacia esta
25 superficie de pasta acuosa ampliada y que proporcionan la uni-



1 formidad de distribución anteriormente no obtenible del ácido sulfúrico en la pasta acuosa de reacción para de esta manera, reducir considerablemente e impedir la nucleación excesiva en las áreas localizadas.

5 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un proceso y aparato mejorados para llevar a cabo la fabricación de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso y un aparato que permite la producción de cristales de sulfato de calcio grandes y uniformes mientras que se lleva a cabo el proceso húmedo para la producción de ácido sulfúrico mediante lo cual las pérdidas del producto se reducen inherentemente al mínimo durante la filtración y el lavado de la torta de cristal de sulfato de calcio dando por resultado tanto costos de funcionamiento más bajos como recuperaciones mejoradas. A este respecto, se aprovecha la ventaja del principio altamente importante del desarrollo del cristal que es el control y mantenimiento del nivel de supersaturación apropiado uniformemente a través de toda la zona de reacción. Este valor queda dentro de la zona metaestable para el medio ambiente específico y se ha establecido de manera tal que dicho valor dará por resultado el depósito del soluto sobre los cristales existentes en vez de la formación de nuevos núcleos.

25



1

Otro objeto de la presente invención es la provisión de una combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa que utiliza varío en donde la energía usada para la agitación también se usa para la circulación de la pasta acuosa de reacción dentro de un solo recipiente mediante lo cual los requisitos de energía se reducen tanto así como en dos terceras partes de la demanda de energía en una instalación convencional de proceso húmedo.

5

10

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una combinación mejorada de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa para la fabricación de ácido fosfórico de proceso húmedo que emplea un medio de dirección de flujo y un medio para impartir flujo que cooperan para proporcionar una circulación de alta velocidad suficiente de la pasta acuosa de reacción a través de la unidad a un régimen de masa de por lo menos igual al 20 por ciento del volumen de la pasta acuosa de reacción por minuto mediante lo cual ocurrirá una recirculación completa de la pasta acuosa de reacción por lo menos una vez cada cinco minutos.

15

20

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una combinación de reactor y unidad enfriadora y evaporadora de pasta acuosa para llevar a cabo la fabricación de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo cuya unidad emplea un tubo de aspiración equipado con una hélice que proporciona una dirección positiva y una trayectoria para la alta circulación

25



1 interna crea y mantiene un flujo controlado de todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción a través de la unidad, mediante lo cual se logra una dispersión rápida y uniforme con un control estrecho de la supersaturación.

5 Otro objeto de la presente invención es la provisión de una combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa para llevar a cabo la fabricación de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo que permite la eliminación de bombas y tuberías de recirculación para conducir la pasta acuosa de reacción hasta un enfriador de vacío separado.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un reactor de un solo recipiente y un enfriador de pasta acuosa del tipo que se describe en donde los reactivos, es decir, la roca de fosfato, el ácido de "regreso" (ácido fosfórico débil) y ácido sulfúrico se introducen dentro del recipiente de una manera que permite la eliminación de los tanques premezcladores usuales que se encuentran en las instalaciones convencionales.

15 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso y un aparato para llevar a cabo las reacciones en la fabricación de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo con condiciones de temperatura prácticamente isotérmicas en el sistema que se aproximan estrechamente a la temperatura a granel promedio de la pasta acuosa de reacción (es decir, 20 en donde la temperatura en las áreas localizadas pocas veces 25



1 excede la temperatura a granel promedio en más de $1/2^{\circ}\text{C}.$) y
con la pasta acuosa de reacción experimentando una alta circu-
lación en un diagrama de flujo predeterminado. De esta manera
se crea un medio ambiente favorable para la dispersión, reac-
5 ción y desarrollo del cristal con el resultado neto de que
apreciablemente hay menos nucleación en el reactor y por lo
tanto una formación y desarrollo mayores y más apropiados que
cristal de sulfato de calcio proporcionando una pasta acuosa
con filtración considerablemente mejorada y características de
10 trabajo mejoradas y dando por resultado una capacidad de fil-
tro aumentada y pérdidas correspondientemente reducidas de
ácido fosfórico con los cristales de sulfato de calcio o de
desperdicio.

15 Otro objeto de la presente invención es proporcionar
un proceso y aparato nuevos y mejorados para la producción de
ácido fosfórico mediante el proceso húmedo que involucra el
uso combinado de enfriamiento al vacío a regímenes altos de
circulación para proporcionar un nivel prácticamente uniforme
de supersaturación de sulfato de calcio y de temperatura a
20 través de todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción, pro-
porcionando el proceso y el aparato enfriamiento evaporatorio
a un régimen que es prácticamente igual al calor despedido en
las reacciones exotérmicas que ocurren en el cuerpo de pasta
acuosa de reacción.

25 Otro objeto de la presente invención es proporcionar



1 un proceso y aparato nuevos y mejorados para la fabricación de
ácido fosfórico mediante el proceso húmedo que involucra la
reacción de roca de fosfato y ácido sulfúrico en donde el áci-
do sulfúrico se descarga hacia una unidad de reactor y enfria-
5 dor a través de una o más boquillas de descarga de presión
para proporcionar la distribución atomizada del ácido sulfú-
rico hacia la superficie del cuerpo de la pasta acuosa de
reacción que está circulando a un alto régimen de flujo para
efectuar una distribución pr-ácticamente uniforme del ácido
10 sulfúrico a través del cuerpo de la pasta acuosa de reacción
para de esta manera impedir la nucleación excesiva en la pas-
ta acuosa de reacción que ocasiona mediante las concentracio-
nes desiguales del ácido sulfúrico en la misma.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar
15 un proceso y aparato mejorados para llevar a cabo la fabrica-
ción de ácido fosfórico mediante el proceso húmedo que es más
sencillo de hacer funcionar y controlar que las instalaciones
convencionales en donde los gases de flúor nocivos que se
producen en las reacciones del proceso húmedo se condensan
20 mediante o se separan con el agua del condensador a fin de
hacer innecesario el sistema depurador de flúor usual con su
sistema de ducto, amortiguadores y ventiladores normalmente
requeridos para impedir la contaminación atmosférica.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar
25



1 una unidad de enfriamiento y reactor para pasta acuosa mejorada
para llevar a cabo la fabricación de ácido fosfórico mediante
el proceso húmedo que ocupa menos espacio, requiere menos pie-
zas movibles y es considerablemente menos costoso de construir,
5 hacer funcionar, limpiar y mantener que las instalaciones con-
vencionales para de esta manera reducir considerablemente el
capital y los costos de funcionamiento.

Otros objetos adicionales de la presente invención
se harán evidentes de la siguiente descripción detallada que
10 se toma en relación con los dibujos que se acompañan, en los
cuales:

La Figura 1 es una vista diagramática de una insta-
lación para producir ácido fosfórico mediante el proceso húme-
do que utiliza los principios de la presente invención y en
15 donde se muestra una combinación de reactor y unidad de enfria-
miento que constituye una modalidad de la invención;

La Figura 2 es una vista diagramática de una forma
modificada del reactor y la unidad de enfriamiento que consti-
tuye una segunda modalidad del aparato de la presente invención;

20 La Figura 3 es una vista diagramática de una forma
modificada adicional del reactor y unidad de enfriamiento com-
binados que constituyen una modalidad preferida de la presen-
te invención;

25 La Figura 4 es una vista seccional de planta que se
toma por la línea 4--4 de la modalidad preferida de la presen-



1 te invención que se muestra en la Figura 3;

5 La Figura 5 es una vista diagramática de una forma modificada de la modalidad preferida de la presente invención que se muestra en las Figuras 3 y 4 en donde una pluralidad de tubos de aspiración, cada uno de los cuales se equipa con una hélice separada, se proporcionan en la sola combinación de reactor y unidad de enfriamiento;

10 La Figura 6 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 6--6 de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento que se muestra en la Figura 5;

La Figura 7 es una vista diagramática de una forma modificada del aparato que representa una modalidad adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención;

15 La Figura 8 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 8--8 del aparato mostrado en la Figura 7;

20 La Figura 9 es una vista diagramática de una forma modificada adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención en donde la hélice y el tubo de aspiración giran juntos como una unidad;

La Figura 10 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 10--10 del aparato mostrado en la Figura 9;

25 La Figura 11 es una vista diagramática de una forma modificada adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención;



11 JUL 1968

1

La Figura 12 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 12--12 del aparato mostrado en la figura 11;

5

La Figura 13 es una vista diagramática de una forma modificada adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención en donde los miembros deflectores planos se substituyen por el medio de dirección de flujo de tubo de aspiración de la modalidad preferida de esta invención que se muestra en las figuras 3 y 4;

10

La figura 14 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 14--14 del aparato mostrado en la Figura 13;

15

La Figura 15 es una vista diagramática de una forma modificada adicional de la modalidad preferida del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención que se muestra en las Figuras 3 y 4;

20

La Figura 16 es una vista seccional de planta que se toma por la línea 16--16 del reactor y unidad de enfriamiento combinados mostrados en la Figura 15;

La Figura 17 es una vista diagramática de una modalidad adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados que abarcan los principios de la presente invención en donde se emplea el tubo de aspiración horizontalmente alineados;

25

La Figura 18 es una vista seccional vertical del reactor y unidad de enfriamiento combinados mostrados en la



1 Figura 17;

La Figura 19 es una vista diagramática de una combinación modificada adicional del reactor y desde la unidad de enfriamiento que abarca los principios de la presente invención;

5 La Figura 20 es una vista seccional vertical del reactor y de la unidad de enfriamiento mostrados en la Figura 19;

La figura 21 es una vista diagramática de una modalidad adicional del reactor y unidad de enfriamiento combinados de la presente invención; y

10 La Figura 22 es una vista seccional vertical del aparato mostrado en la Figura 21.

Haciendo referencia a los dibujos y con referencia específica a la Figura 1, una combinación de reactor y unidad de enfriamiento se indica por lo general en 5 y comprende un tanque 6 que está abierto hacia la atmósfera y que tiene una columna 7 que se proyecta por encima del centro del mismo. El extremo superior de la columna 7 está cerrado mientras que el extremo inferior se sumerge debajo del nivel del líquido de funcionamiento normal dentro del tanque 6 tal y como se ha indicado. La columna 7 se proporciona adyacente a la parte superior con una conexión 8 que se comunica con una fuente de vacío tal como por ejemplo un condensador de contacto directo 10 que tiene una entrada 11 en el lado para la entrada de líquido de enfriamiento tal como agua, una salida de descarga 12

15

20

25



1 en el fondo, una salida de vapor 13 adyacente a la parte superior para la separación de los materiales no condensables.

5 Un tubo de aspiración 14 se sostiene coaxialmente dentro de la columna 7 con el extremo superior del tubo de aspiración terminando adyacente o ligeramente debajo del nivel de líquido de funcionamiento normal dentro de la columna 7. El extremo inferior del tubo de aspiración se proyecta hacia abajo más allá del extremo inferior de la columna 7 hasta un sitio adyacente al fondo del tanque 6 pero no se extiende completamente a través hasta el fondo. Un agitador 15 montado sobre un árbol 16 se coloca ligeramente debajo del extremo del fondo del tubo de aspiración 14. El árbol 16 se proyecta a través del fondo del tanque 6 hasta una combinación de cojinete y sello de tipo conocido que se indica generalmente mediante el número de referencia 17. La hélice o agitador 15 durante el funcionamiento sirve para establecer y mantener un diagrama de flujo generalmente toroidal que se ha indicado diagramáticamente mediante las flechas. A este respecto, se prefiere que el extremo de fondo del tubo de aspiración 14 se extienda hasta un sitio lo suficientemente cerca del fondo del tanque 6 a fin de impedir el corte circuito del flujo o de la pasta acuosa de reacción. Al mismo tiempo, el extremo de fondo del tubo de aspiración 14 debe también estar lo suficientemente distante del fondo del tanque a fin de proporcionar medios para el uso eficiente de energía para hacer circular la

10

15

20

25



1 la pasta acuosa de reacción a un régimen determinado. En la
modalidad ilustrada, generalmente se prefiere que en los sis-
temas de ácido fosfórico de proceso húmedo de la presente in-
vención la distancia entre el extremo de fondo del tubo de as-
5 piración y el fondo del tanque 6 sea aproximadamente igual a
la mitad del diámetro del agitador 15.

Como se muestra generalmente mediante las flechas,
el líquido fluye hacia abajo a través del tubo de aspiración
14 y luego se extiende radialmente hacia afuera a través del
10 área central del fondo del tanque y luego hacia arriba dentro
del espacio anular entre el tubo de aspiración 14 y el exte-
rior de la columna 7. Se usa una pluralidad de miembros de
aspas 6a para impedir la circulación de la pasta acuosa de
reacción como una sola masa o cuerpo en una trayectoria cir-
15 cular dentro del cuerpo del tanque 6.

La roca de fosfato se introduce dentro del tanque
6 a través de una cavidad que se define mediante un manguito
18 el extremo inferior abierto del cual se sumerge debajo
del nivel de funcionamiento normal del líquido dentro del tan-
20 que 6. El extremo superior del manguito 18 se proyecta por
encima de la cubierta del tanque 20. La cavidad o manguito
18 se proporciona con un agitador que comprende una hélice
21 montada en el extremo inferior del árbol 22 que está apo-
yado en un cojinete 23 montado sobre una pluralidad de rayos
249 Los árboles 16 y 22 de la hélice se sostienen y son im-



1 pulsados de manera conocida.

El tanque 6 se proporciona en el fondo con una conexión de entrada 25 para el ácido sulfúrico y otra conexión de entrada 26 a través de la cual se introduce el ácido fosfórico débil en el cuerpo de circulación de la pasta acuosa de reacción. Adyacente a la parte superior, el tanque 6 se proporciona con una conexión de salida lateral 27 en el lado opuesto de la cavidad del manguito 18 y a una altura justamente debajo de donde se desee establecer el nivel de líquido de funcionamiento dentro del tanque 6. Una conexión de salida auxiliar se proporciona en 28 adyacente al fondo del tanque.

La rosa de fosfato se almacena en un depósito 30 desde donde puede alimentarse por gravedad de manera conocida hacia el transportador de banda horizontal 31 para descargarse hacia el manguito 18.

La estructura de cubierta 20 puede usarse como el soporte para la columna 7 y el manguito 18 mientras que el tubo de aspiración 14 se sostiene dentro de la columna 7 mediante una pluralidad de rayos 29. Otros medios de soporte se harán evidentes para aquellas personas expertas en el arte.

Los gases que pueden emitirse desde el espacio de margen libre en la parte superior del tanque 6 se descargan hacia un conducto de ventilación 32 que se conecta mediante una línea 33 con la entrada del depurador 34 que, en la modalidad ilustrada, se proporciona en la parte superior con una



1 regadera de agua fría u otra solución de depuración apropiada
a través de la línea 35. El flúor y otros gases solubles son
absorbidos en la solución depuradora y se eliminan completa-
mente del fondo del depurador 30 a través de una línea 36
5 para la descarga subsecuente hacia desperdicio o para la recu-
peración de flúor. Los gases inofensivos no condensables se
desventan a través de la parte superior del depurador a través
de una línea de salida de vapor 37.

Una bomba 40 sirve para retirar la pasta acuosa de
10 reacción desde el tanque 6 en la conexión de salida 27 a tra-
vés de un tubo 41 que se conecta con un tubo 42 un extremo del
cual se conecta con la entrada de succión de una bomba 40
y el extremo opuesto del cual se conecta con una salida del
tanque 28. La conexión de descarga de la bomba 40 se comuni-
15 ca con una línea 43 que descarga la pasta acuosa del reacción
hacia una tanque de alimentación de filtro 44. Se proporcio-
na un agitador 45 en el tanque de alimentación de filtro 44.
El agitador 45 se monta en el extremo superior del un árbol
46 que pasa a través de un sello 48 y es impulsado de manera
20 conocida. Por lo tanto, el agitador 45 sirve para mantener
el contenido del tanque de alimentación de filtro 44 dispersado
uniformemente.

La pasta acuosa de reacción se quita a un régimen
uniforme desde el tanque de alimentación de filtri 44 mediante
25 una bomba 47 la conexión de entrada de la cual se comunica por



1 medio de una línea 49 con la salida 50 adyacente al fondo de
la pared lateral del tanque 44. La bomba 47 descarga la pasta
acuosa de reacción a través de una línea 51 hacia la primera
5 etapa de una serie de filtros - habiéndose mostrado tres e
indicado generalmente mediante el número de referencia 52.
En el primer filtro 53, el ácido fosfórico concentrado se ex-
trae a través del fondo de la línea 54 hacia una cámara 55
mantenida al vacío. El ácido fosfórico concentrado se re-
coge en un tanque 56 desde donde puede quitarse tal y como se
10 desea a través de la línea 57. La pasta acuosa de reacción
desde donde una porción considerable del ácido fosfórico con-
centrado se ha quitado, pasa desde la unidad de filtro 53 y
a la segunda unidad de filtro 58 que también recibe agua de
lavado desde el último filtro a través de la línea 60. El áci-
15 do fosfórico débil se extrae desde el filtro 58 hacia un reci-
piente de succión o de vacío 61 y fluye a través de una línea
62 hacia un recipiente 63 desde donde se hace recircular como
ácido de "regreso" a través de la línea 64 hacia la conexión
de entrada 26 en el tanque 6.

20 La pasta acuosa pasa desde la unidad de filtro 58
hacia la unidad de filtro 65 mostrada en último término den-
tro de la cual se añade agua de lavado a través de una línea
de alimentación 66. Los cristales de sulfato de calcio lava-
dos se descargan desde el último filtro 65 ya sea para descar-
25 tarse o para cualquier otra utilización deseada. El agua de



1 lavado desde la unidad de filtro 65 es atraída dentro del
recipiente de vacío 67 y pasa desde el fondo del mismo ha-
cia un recipiente 70 a través de una línea 68. La línea
de regreso 60 se comunica el recipiente 70 con la unidad de
5 filtro intermedia 58 de la manera anteriormente descrita.
Todos los recipientes de vacío 55, 61 y 67 pueden conectar-
se con un conector común 71 y una fuente de vacío tal como se
ha mostrado.

10 Durante el funcionamiento, la roca de fosfato se
alimenta continuamente dentro del reactor a través de la ca-
vidad 18, el ácido sulfúrico se introduce a través de la
conexión de entrada 25 y el ácido fosfórico débil se intro-
duce dentro de la conexión de entrada 26. La cantidad de
ácido sulfúrico que se añade es de manera tal como para mante-
15 ner normalmente más o menos el 2 por ciento del ácido sulfú-
rico libre en la pasta acuosa de reacción tal y como se reti-
ra a través de la conexión de salida 27. Se crea un vacío
en el espacio superior del extremo superior de la columna 7 *
por medio del condensador 10 y la hélice 15 se hace funcio-
20 nar a fin de mantener la trayectoria de circulación por lo
general indicada mediante las flechas y descrito en lo que
antecede.

25 Cuando la combinación de reacción de unidad de en-
friamiento se hace funcionar apropiadamente, el efecto de
enfriamiento creado por el condensador 10 a medida que retira



1 un vacío en el extremo superior de la columna 7, y produce
una vaporización desde la superficie de líquido que es sufi-
ciente para contrarrestar el calor generado mediante las
reacciones exotérmicas que ocurren dentro de la unidad de
5 enfriador y reactor. Estas reacciones exotérmicas incluyen
tanto el calor despedido en las reacciones químicas de proce-
so húmedo que se efectúan así como los calores de solución.
La circulación establecida mediante la hélice 15 debe ser
suficiente de manera que el contenido de la unidad se mantenga
10 a temperaturas prácticamente uniformes para evitar las zo-
nas de alta temperatura localizadas dentro del reactor y uni-
dad de enfriamiento 5. A este respecto, se ha encontrado ge-
neralmente que dichos regímenes de circulación a través del
sistema deben ser por lo menos suficientes para permitir la
15 recirculación de toda la masa de la pasta acuosa de reacción
a través de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento
5, por lo menos una vez durante cada cinco minutos. De prefe-
rencia los regímenes de circulación de aproximadamente 100%
a aproximadamente 200% de la masa total de la pasta acuosa de
20 reacción por minuto, permitirán el uso ventajoso del princi-
pio anteriormente mencionado de "superficie ampliada" de la
presente invención.

25 El siguiente ejemplo de trabajo servirá para ilus-
trar adicionalmente la naturaleza de la invención en la ma-
nera en la cual se hace funcionar la combinación de reactor
y unidad de enfriamiento.



EJEMPLO 1

1 El tanque 6 y el tanque de alimentación de filtro
44, cada uno de aproximadamente 5.486 metros de diámetro,
6.096 metros de alto y el nivel de líquido en el tanque 6 se
5 mantiene a una altura de 4.527 metros. La columna 7 se pro-
yecta a 9.144 metros por encima de la cubierta superior 20, *
y tiene un diámetro de 3.048 metros en el extremo superior y
un diámetro reducido de 2.743 metros en la porción inferior.
El tubo de aspiración 14, es de 1.981 metros de diámetro y
10 se proyecta hacia abajo hasta dentro de 60.96 centímetros,
desde el fondo del tanque 6. El nivel de líquido normal den-
tro de la columna 7 durante el funcionamiento es de 10.973
metros por encima del fondo del tanque 6. El condensador
10 produce de 558.80 a 609.60 milímetros de vacío dentro del
15 espacio superior de la columna 7. .

La roca de fosfato triturada se introduce mediante
el transportador 21, a razón de 14 toneladas por hora. Una
alimentación de ácido sulfúrico concentrado (al 98 por cien-
to) se introduce dentro del tanque 6 a razón de 984 litros
20 por minuto, mientras que el ácido fosfórico débil que tiene
una concentración de aproximadamente 18 por ciento a 20 por
ciento, se hace regresar a través de la conexión 26 a razón
de aproximadamente 367 litros por minuto. La temperatura
prácticamente uniforme del contenido líquido dentro del reac-
25 tor y unidad de enfriamiento 5, se mantiene de esta manera



1 en la escala de aproximadamente 71° a 77° C., y el cambio en la temperatura del líquido en la interfaz de la columna 7 será de menos de 1/2° C.

5 La pasta acuosa de reacción que contiene los cristales de sulfato de calcio que se han dispersado en el ácido fosfórico concentrado se retiran a través de la salida 27 a razón de 473 litros por minuto. La bomba 47 retira el líquido de reacción o pasta acuosa desde el tanque de alimentación de filtro 44, a razón igual a 473 litros por minuto y descarga el mismo dentro del filtro 52. El agua de lavado a razón 10 de 295 litros por minuto se introduce a través de la línea 66 y se producen 9084 litros de ácido fosfórico que tiene una concentración de aproximadamente 43 por ciento a 44 por ciento de H_3PO_4 durante cada hora, junto con 18,614 kilogramos de cristal de sulfato de calcio (sobre base) en seco, por hora. 15

Desde luego se comprenderá que las condiciones de reacción en la combinación de reactor y unidad de enfriamiento 5, pueden variarse dentro de las escalas apropiadas. Por ejemplo, la temperatura de la pasta acuosa de reacción 20 puede variar fácilmente de 60° C., a 107° C., y el vacío mantenido en el espacio de margen libre de la columna del evaporador 7 puede variar de aproximadamente 673 a 254 milímetros.

En la Figura 2, se muestra e indica generalmente 25 mediante el número 75 una forma modificada de la combinación



1 de reactor y unidad de enfriamiento. Como se ha ilustrado,
se proporciona un tanque 76 con una columna 77 colocada ver-
tically, que se sitúa adyacente a un lado del mismo. Mon-
tado dentro de la columna 77 hay un tubo de oxidación 78,
5 el extremo proyectante inferior 80 del cual se curva tal y
como se muestra, de manera que el extremo inferior del mis-
mo queda aproximadamente concéntrico con el tanque 76. En
esta modalidad, una hélice 81 se sostiene en el extremo de
fondo del árbol impulsor 82 que se extiende a través del tan-
que y se comunica con un medio impulsor de energía apropiado.
10 El diagrama de flujo generalmente es igual que en la combina-
ción de reactor y unidad de enfriamiento 5 que se muestra en
la Figura 1, ya que la pasta acuosa de reacción marcha hacia
abajo a través del tubo de aspiración 78, y luego fluye ha-
15 cia arriba a través del espacio anular entre el tubo 78 y la
columna 77, tal y como se ha indicado generalmente mediante
las flechas. Los miembros de aspa 76a se proporcionan para
impedir que la pasta acuosa de reacción gire alrededor del
eje del árbol 82. Se introduce roca de fosfato a través del
20 manguito 83 que, en la modalidad ilustrada, se proporciona
con un agitador 84. El ácido sulfúrico se introduce a tra-
vés de la línea de alimentación 85, que se proyecta hacia
abajo a través de la pasta acuosa de reacción en el tanque
76, y descarga el ácido sulfúrico en un sitio adyacente al
25 extremo inferior del tubo de aspiración 76. El ácido fosfó-



1 rico débil de regreso, se introduce a través de la línea 86
que también se descarga en una ubicación adyacente al extre-
mo inferior del tubo de aspiración 78. En la modalidad
5 ilustrada, el extremo inferior de la línea de ácido fosfóri-
co de regreso 86, se muestra como quedando ligeramente por
encima del extremo de fondo de la línea de alimentación de
ácido sulfúrico 85.

Se proporciona un condensador 87 para mantener un
vacío en el espacio superior de la columna 77.

10 Por lo general, la combinación de reactor y unidad
de enfriamiento 75 funciona de la misma manera que la que
se ha descrito anteriormente en relación con el reactor y
unidad de enfriamiento 5. Es decir, la roca de fosfato, el
ácido sulfúrico y el ácido fosfórico débil se introducen con-
15 tinuamente a los regímenes deseados. El condensador 87 fun-
ciona para proporcionar un enfriamiento evaporatorio a un
régimen que es prácticamente igual al régimen de calor desa-
rrollado a través de las reacciones exotérmicas que ocurren
dentro del tanque 76. Este efecto de enfriamiento de vacío
20 en combinación con la agitación de alta velocidad desarro-
llada mediante la hélice 81 actúa para proporcionar tempe-
raturas prácticamente uniformes a través de la masa de la
pasta acuosa de reacción y de esta manera proporciona la ca-
racterística de principio de funcionamiento de "superficie
25 ampliada", anteriormente discutida de la presente invención.



1 La pasta acuosa de reacción continuamente es atraída hacia
la conexión de salida 88 y descargada hacia un tanque de ali-
mentación de filtro 89 para tratamiento adicional, de con-
formidad con una manera conocida tal como por ejemplo, de
5 conformidad con la manera que se describe en relación con la
Figura 1.

Las Figuras 3 y 4, por lo general ilustran una modificación
adicional y una modalidad preferida de la combinación
del reactor y de la unidad de enfriamiento de la presen-
te invención, que se designa generalmente mediante el número
10 de referencia 100. A este respecto se observará que la mo-
dalidad que se muestra en las Figuras 3 y 4, se forma de un
solo recipiente o casco exterior 101 que tiene porciones de
extremo superior e inferior en forma de cono truncado 102
y 103 respectivamente. Por otra parte, las unidades 5 y 75,
15 se proporcionaron con tanques de reactor separados (6 y 76
respectivamente) cada uno de los cuales incluía una columna
que se extendía verticalmente y que se proyectaba por encima
de los mismos (columnas 7 y 77, respectivamente).

20 Como se muestra mejor en la Figura 3, la combina-
ción de reactor y unidad de enfriamiento 100 se proporciona
con un tubo de aspiración ahusado 104 sostenido coaxialmente
en el interior del recipiente 101 por medio de una pluralidad
de miembros de rayos cada uno de los cuales se designa me-
25 diante el número de referencia 105. Una hélice 106 fijada en

11 JUL 1960



1 el extremo inferior de un árbol impulsor 107 se coloca en
el extremo inferior y más angosto del tubo de aspiración
104, mientras que el árbol 107 se proyecta a través de la
5 parte superior de la sección superior en forma de cono trun-
cado 102. En la modalidad ilustrada, las paletas de la hélice
106 funcionarán para atraer la pasta acuosa de reacción
hacia arriba y a través del tubo de aspiración 104 y luego
a lo largo de la periferia externa del tubo de aspiración en-
tre el espacio anular definido mediante la superficie exter-
10 na del tubo de aspiración 104 y la superficie interna del re-
cipientes 101. La distancia entre el extremo de fondo del tubo
de aspiración 104 y el fondo de la sección en forma de cono
truncado 103 de preferencia es aproximadamente igual a la mi-
tad del diámetro de la hélice. Este espaciamento entre es-
15 tos componentes del sistema proporciona un equilibrio desea-
ble entre la energía requerida para hacer circular la pasta
acuosa de reacción y la cantidad de corto circuito o desviación
desde el diagrama de flujo generalmente toroidal de la pasta
acuosa de reacción de circulación. Colocando el fondo del
20 tubo de aspiración ahusado 104 más cerca del extremo de fon-
do de la sección en forma de cono truncado 103, se reduce al
mínimo la posibilidad de un corto circuito del flujo de la
pasta acuosa de reacción en el reactor. Por otra parte, co-
locando el fondo del tubo de aspiración ahusado 104 más le-
25 jos del fondo de la sección en forma de cono truncado 103,



1 se reducen los requisitos de energía para hacer circular
la pasta acuosa de reacción a un régimen determinado. A es-
te respecto debe observarse que la ubicación precisa del tu-
bo de aspiración, frecuentemente dependerá de la configura-
5 ción del medio de dirección de flujo y del recipiente mismo,
y que la relación preferida sugerida de una mitad del diáme-
tro de la hélice simplemente representa la distancia preferi-
da para el tubo de aspiración circular colocado dentro de un
recipiente de reacción de la configuración general que se
10 muestra en las Figuras 3 y 4.

El extremo superior del tubo de aspiración 104 de
preferencia se coloca ligeramente debajo del nivel del líqui-
do en la combinación de reactor y unidad de enfriamiento. Es
posible, sin embargo, hacer funcionar esta unidad con el ex-
15 tremo superior del tubo de aspiración 104 extendiéndose li-
geramente por encima del nivel del líquido puesto que el flu-
jo a través del tubo de aspiración en dicho caso simplemen-
te fluiría alrededor del extremo superior del tubo de aspira-
ción 104 y hacia abajo dentro de la pasta acuosa de reacción,
20 sin embargo en dichas disposiciones se aumentan los requisi-
tos de caballos de fuerza. Una pluralidad de miembros de
aspa 101a se proporcionan para impedir que el cuerpo de pas-
ta acuosa de reacción gire como una masa unificada alrededor
del interior de la combinación de reactor y unidad de enfria-
25 miento 100.



1968

1 Se mantiene un vacío en el extremo superior de la
combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta
acuosa 100 por medio de un condensador apropiado 108 que se
5 comunica con el espacio marginal libre, por encima de la pas-
ta acuosa de reacción en el recipiente a través de una cone-
xión apropiada 110. La entrada 108a del condensador 108 re-
cibe un líquido de enfriamiento apropiado, tal como por ejem-
plo agua fría, que de conformidad con las técnicas conocidas
funciona para condensar los materiales condensables en el con-
10 densador 108 para descargarse a través de una salida apropia-
da 108,b, mientras que los materiales no condensables se des-
cargan a través de la salida 108c.

El ácido sulfúrico concentrado se suministra hacia
la unidad 100 a través de un conducto 111 que se proyecta ha-
15 cia la sección superior 102 y lleva una cabeza de rociadura
anular 112 que tiene aberturas de descarga colocadas en el
fondo de la misma, de manera que el ácido de entrada se rocía
eficientemente y se distribuye a través del interior del es-
pacio marginal libre del recipiente 101, para distribución
20 uniforme hacia el cuerpo de pasta acuosa de reacción que está
circulando simultáneamente de acuerdo con los principios de
la presente invención para proporcionar el principio venta jo-
so de "superficie ampliada".

La roca de fosfato y el ácido de regreso se ali-
25 mentan continuamente hacia la tolva de mezclado exterior 113.



1 JUL 1968

1 Tal y como se muestra, la roca se introduce por medio de un
transportador de tornillo 114, mientras que el ácido se in-
troduce debajo de la parte superior de la tolva 113, a través
de una conexión lateral 115. Esta disposición sirve como un
5 medio para mezclar eficientemente la roca con el ácido de re-
greso para formar una pasta acuosa que se retira desde el fon-
do de la tolva 113, a través de la línea 116, y se introduce
a través de una conexión 117 hacia la sección inferior ó de
fondo 103 de la unidad 100.

10 La pasta acuosa de reacción se descarga continua-
mente desde la combinación de reactor y unidad de enfriamien-
to de pasta acuosa 100 a través de un tubo lateral vertical
118 que se proporciona en el recipiente 101. Tal y como se
muestra, el extremo del fondo del tubo lateral 118 se comuni-
ca con el recipiente 101 debajo del nivel de funcionamiento
15 de líquido normal del mismo y el extremo superior de 118 se
comunica con el espacio marginal libre por encima de dicho
nivel de líquido de funcionamiento normal. Un conducto 120
desemboca desde una conexión 121, a aproximadamente el nivel
de funcionamiento normal y la pasta acuosa de reacción se
20 descarga continuamente hacia un tanque de alimentación de fil-
tro 122, para tratamiento adicional, tal como, por ejemplo,
de la manera que se describe en relación con la Figura 1.

25 La combinación de reactor y unidad de enfriamiento
100 funciona de la misma manera general que las unidades 5



1968

1 y 75 de las Figuras 1 y 2, respectivamente. En particular,
los reactivos se suministran continuamente hacia y se ali-
mentan dentro del recipiente 101 mientras que la pasta acuo-
sa de reacción se descarga continuamente a través de una lí-
5 nea de salida 120 a fin de mantener el nivel de funcionamiento
establecido. El ácido sulfúrico concentrado nuevo se dis-
tribuye eficiente y uniformemente a través de la pasta acuo-
sa de reacción de circulación, a fin de proporcionar unifor-
10 midad de concentración considerable a través del cuerpo de
la pasta acuosa de reacción, para reducir al mínimo la nuclea-
ción excesiva de conformidad con los principios de esta in-
vención. Además, la superficie de la pasta acuosa de reac-
ción normalmente será turbulenta, debido a la vaporización
instantánea del vapor con el resultado de que la superficie
15 real en la pasta acuosa de reacción de hecho será muchas ve-
ces mayor que el área de sección transversal del recipiente
101. Una fase de espuma tenderá a existir por encima de esta
pasta acuosa y la rociadura de ácido sulfúrico puede destruir
parcialmente la espuma. Si se desea, el agua para la difusión
20 puede añadirse al ácido sulfúrico concentrado antes de que
se rocíe hacia el extremo superior del recipiente de reacción,
permitiéndose esto fácilmente mediante la disposición mostrada.

25 La pasta acuosa de roca de fosfato y ácido de re-
greso se introduce hacia el fondo del recipiente de reac-
ción 103, en donde la turbulencia está al máximo, de manera



1968

1 que esta pasta acuosa se combina rápida y uniformemente con el contenido del recipiente del reactor para acentuar adicionalmente la uniformidad de la concentración a través de la masa de la pasta acuosa de reacción.

5 Las condiciones dentro de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento 100 son óptimas para permitir que la reacción del proceso húmedo se lleve a cabo de manera mediante la cual pueden mantenerse una uniformidad considerable de temperatura y de concentración a través de todo el
10 cuerpo de pasta acuosa de reacción, a fin de impedir la nucleación excesiva y de esta manera proporcionar medios para la formación de los cristales de sulfato de calcio de un tamaño favorable que puede filtrarse fácilmente y lavarse para proporcionar recuperaciones de producto aumentadas, a costos
15 de funcionamiento reducidos. Además, la combinación de reactor y unidad de enfriamiento 100 se construye ventajosamente, de manera que las zonas inactivas o cavidades se eliminan para impedir la formación de áreas de reacción localizadas. A este respecto, se ha encontrado que la formación
20 de escamas en las paredes interiores del reactor se mantiene a un mínimo y se permiten períodos de funcionamiento prolongados sin necesitar paralización del equipo para la separación de dicha escama.

25

EJEMPLO 2



1968

1

Este ejemplo servirá para ilustrar la construcción y funcionamiento de un reactor isotérmico, de conformidad con la modalidad preferida de esta invención, tal y como se muestra y describe en relación con las Figuras 3 y 4.

5

La combinación de reactor y unidad de enfriamiento tienen una altura de aproximadamente 10.668 metros con una sección cilíndrica que tiene un diámetro de aproximadamente 4.87 metros. Las condiciones de funcionamiento pueden resumirse de la siguiente manera para una instalación que tiene una capacidad de aproximadamente 100 toneladas por día (TPD), de

10

P_2O_5 :

La roca de fosfato se introduce a través del transportador 114 dentro de la tolva 115, a razón de aproximadamente 325 toneladas por día, mientras que se introducen 690 toneladas por día de ácidos de regreso a razón de 369 litros por minuto (lpm). La pasta acuosa resultante se alimenta a razón de 447 litros por minuto a través de la línea 116 hacia el fondo del recipiente 101.

15

20

284 toneladas por día de ácido sulfúrico al 98 por ciento, se introduce dentro de la línea 111 a razón de 95 litros por minuto. La hélice 106 es impulsada a razón de 100 revoluciones por minuto (rpm) mediante un motor de 50 a 75 caballos de fuerza para proporcionar un régimen de flujo aproximado de pasta acuosa de reacción de aproximadamente 189.250 litros por minuto. La pasta acuosa de reacción te-

25



1968

1 niendo una concentración de sólidos suspendidos de aproxima-
damente 40 por ciento en peso se retira a través de la línea
120 a razón de 473 litros por minuto, que es igual a apro-
ximadamente 1200 toneladas por día. El condensador 108 se
5 hace funcionar a fin de mantener un vacío dentro de la escala
superior. Bajo las condiciones anteriormente citadas, el
tiempo de retención desde la unidad del reactor es aproxima-
damente de 4 horas. Se comprenderá que la pasta acuosa de
reacción se filtra y se trata de otra forma de una manera
10 apropiada tal y como se describe en relación con la Figura
1.

Las Figuras 5 y 6 por lo general ilustran una for-
ma modificada de la modalidad preferida de la presente in-
vención, descrita anteriormente en relación con las Figuras
15 3 y 4. Tal y como se muestra, esta modalidad de la combina-
ción de reactor y unidad de enfriamiento 140 incluye un solo
recipiente o casco 141, cerrado exterior que se equipa con
una pluralidad de tubos de aspiración 142, 143 y 144. El
uso de una pluralidad de dichos tubos de aspiración permite
20 la reducción en la altura total del recipiente, así como
aquella de los tubos de aspiración individuales y se prefiere
cuando el tamaño del equipo se hace tan grande que es im-
práctico usar una sola hélice. Por lo tanto, la combinación
de reactor y unidad de enfriamiento que se construye de con-
25 formidad con esta modalidad de la presente invención propor-



1968

1 ciona medios para la producción de grandes cantidades de
ácido fosfórico a costos de instalación que son significa-
tivamente inferiores al costo de construir unidades múlti-
ples del tipo mostrado y descrito en relación con las Figu-
5 ras 3 y 4.

En la modalidad ilustrada, el recipiente o casco
cerrado 141 se proporciona con una sección de diámetro fijo
145 que tiene un extremo superior que se extiende hacia la
parte superior 146 en forma de cono truncado, que a su vez
10 se cierra mediante una sección abovedada 147. La porción
inferior de la sección intermedia de diámetro fijo 145 se ex-
tiende hacia una porción de fondo 148 en forma de cono trun-
cado y se cierra por su extremo inferior mediante un miembro
de placa plano 149. Cada uno de los tubos de aspiración
15 142, 144 y 143, es de una construcción generalmente ahusada
y tiene una porción de fondo 142a, 143a y 144a, respectiva-
mente, que termina en un sitio adyacente a la placa de fondo
144, a una distancia desde la misma que reduce al mínimo la
formación de cortocircuito de la pasta acuosa de reacción,
20 sin incurrir en requisitos de energía excesivos. A este res-
pecto, con los tubos de aspiración de una sección transver-
sal circular, se prefiere que las porciones de fondo de los
mismos, se separen a distancia aproximadamente de la mitad
del diámetro equivalente de la hélice desde la placa de
25 fondo 149. Este valor se obtiene asegurando el diámetro de



1 una sola hélice que proporcionaría un flujo igual con respec-
to al flujo combinado de cada una de las hélices individua-
les 151 y 150, y dividiendo este ^fvalor entre 2. Desde lue-
go, se apreciará que pueden emplearse variaciones de este
5 valor sin apartarse del alcance de la presente invención,
representando únicamente el espaciamiento preferido, un equi-
librio deseable entre los requisitos de energía y la forma-
ción mínima de corto circuito del flujo del fluido para la
geometría específica de estos tubos de aspiración.

10 Las hélices separadas 150, 151 y 152, se colocan en
cada uno de los tubos de aspiración 142, 143 y 144. Estas
hélices se montan respectivamente en árboles impulsores 153,
154 y 155, y se hacen funcionar de manera que atraigan el
líquido desde el fondo del recipiente y lo muevan hacia
15 arriba a través de los tubos de aspiración respectivos, para
proporcionar un diagrama de flujo generalmente toroidal, de
las pastas acuosas de reacción, tal y como se ilustra gene-
ralmente mediante las flechas.

20 Los tubos de aspiración 142, 143 y 144, se montan
en una red de miembros de aspa 156 a 161 que sostienen rí-
gidamente los tubos de aspiración respectivos y actúan para
impedir que el cuerpo de pasta acuosa de reacción se mueva
circunferencialmente alrededor del interior de la unidad
141. Los extremos superiores de los tubos de aspiración
25 respectivos, de preferencia se colocan ligeramente debajo.



1968

1 del nivel de funcionamiento de la pasta acuosa de reacción
debido a razones económicas. Si se desea, estos tubos pue-
den extenderse ligeramente por encima del nivel de funciona-
miento de la pasta acuosa, con la única desventaja resultan-
5 te de que los requisitos de energía o potencia se aumentarán
hasta cierto grado, mediante los mismos.

De conformidad con la presente invención, cada una
de las hélices se hace funcionar a una velocidad que propor-
cione medios para la circulación rápida de la pasta acuosa
10 de reacción a través del cuerpo de la unidad 141. A este
respecto, la velocidad de las hélices debe proporcionar un
flujo de masa de por lo menos aproximadamente 20 por ciento
de todo el volumen de la pasta acuosa de reacción por minu-
to y de preferencia proporcionaría un flujo de masa de 100
15 por ciento a 200 por ciento de toda la masa de pasta acuosa
de reacción por minuto. Además, tal y como se ilustra me-
jor en la Figura 5, el ácido sulfúrico concentrado se des-
carga hacia la masa que circula rápidamente de la pasta acuo-
sa de reacción a través de una pluralidad de boquillas de
20 presión 162, 163 y 164, que en la modalidad ilustrada se
separan concéntricamente por encima de cada uno de los tubos
de aspiración 142, 143 y 144, y que se conectan mediante un
colector común 165 que a su vez se alimenta desde una fuente
apropiada de ácido sulfúrico concentrado. De esta manera,
25 la dispersión uniforme del ácido sulfúrico en la pasta acuosa



1968

1 de reacción se proporciona a fin de reducir al mínimo las
áreas localizadas de concentración de dicho ácido para de
esta manera actuar para reducir la nucleación excesiva.

5 De conformidad con un aspecto importante de la
presente invención, el espacio marginal libre 166, por enci-
ma del cuerpo de la pasta acuosa de reacción se comunica con
una fuente de vacío apropiada, tal como por ejemplo un con-
densador manométrico 167 a través de una línea superior 168
10 para proporcionar medios para el enfriamiento evaporatorio
controlado de la reacción que se mantiene en equilibrio con
el calor generado en la pasta acuosa de reacción. El con-
densador 167, puede ser de construcción convencional y por
lo tanto podría proporcionarse con una entrada de agua fría
169, una salida de condensado 170 y una salida superior
15 171 para los materiales no condensables.

Durante el funcionamiento, la combinación del reac-
tor y unidad de enfriamiento 141, funciona prácticamente de
la misma manera que la modalidad preferida anteriormente des-
crita de las Figuras 3 y 4. La roca de fosfato molida se
20 alimenta continuamente hacia la tolva mezcladora exterior
172 por medio de un transportador de tornillo 173 mientras
que el ácido fosfórico débil, se introduce a través de una
conexión lateral 174 para mezclar eficientemente la roca
con el ácido de regreso para formar una pasta acuosa que se
25 descarga desde el fondo de la tolva 172 hacia una entrada



1968

1 175 colocada en la porción inferior de la unidad 141. La
entrada 175 de preferencia se coloca en las áreas turbulen-
tas adyacentes a las hélices 150, 151 y 152 a fin de propor-
cionar un mezclado íntimo de la alimentación de entrada al
5 ser recibida inmediatamente en el interior de la unidad 141.
El ácido sulfúrico concentrado se descarga simultáneamente
hacia la pasta acuosa de reacción de circulación a través de
las boquillas de rociadura superiores 162, 163 y 164.

10 La pasta acuosa de reacción se descarga continua-
mente a través de la unidad 141, a través de un tubo lateral
vertical 176 que tiene una conexión de fondo 177 que se co-
munica con la pasta acuosa de reacción, debajo del nivel de
líquido de funcionamiento normal, y una conexión superior
178 que se comunica con el espacio marginal libre 166. Un
15 conducto de descarga 179 se comunica con un medio de trata-
miento adicional apropiado tal como aquel que se describe con
la modalidad de la Figura 1.

20 Se apreciará, desde luego, que aún cuando se emplean
tres tubos de aspiración en la combinación de reactor y uni-
dad de enfriamiento 141, puede usarse cualquier número de di-
chos tubos de aspiración y que esta modalidad no queda limi-
tada a ningún número específico de tubos de aspiración ni a
ninguna disposición específica de los mismos.

25 Las Figuras 7 y 8 por lo general ilustran una com-
binación de reactor y unidad de enfriamiento 200 que abarca



JUL 1968

1 los principios de la presente invención. Esta modalidad
es semejante a la modalidad anteriormente descrita de las
Figuras 5 y 6 con la excepción de que se substituye una
5 porción integral por lo general en forma de "U" por la dis-
posición de tubo de aspiración ahusado de la modalidad an-
teriormente descrita.

Como se muestra generalmente, la combinación de
reactor y unidad de enfriamiento 200 incluye una porción de
cuerpo en sección transversal, generalmente rectangular
10 201 que se extiende por su extremo superior hacia una sec-
ción ahusada hacia adentro 202 que tiene un miembro de cu-
bierta superior 203, formado íntegramente con la misma. El
extremo inferior de la sección intermedia 201, se extiende
hacia un par de porciones ahusadas 204 y 205 que se comuni-
15 can una con la otra, a través de la porción íntegramente
formada 206 generalmente en forma de "U". Como se muestra,
una hélice 207 se sostiene y es impulsada mediante un árbol
horizontal 208 que se monta por sus extremos opuestos en la
combinación de miembros de apoyo y de sellado 209 y 210.

20 La pasta acuosa de reacción en la combinación de
reactor y enfriador 200 se hace circular en un flujo conti-
nuo, tal y como se ilustra generalmente mediante las flechas.
De conformidad con esta invención, el régimen de circula-
ción de la pasta acuosa de reacción en la unidad 200 es su-
25 ficiente para proporcionar medios para la recirculación com-



1 pleta de toda la masa de pasta acuosa de reacción, por lo
 menos una vez durante cada cinco minutos. Dicho de otra ma-
 nera, la velocidad de masa de la pasta acuosa de reacción,
5 debe ser por lo menos igual al 20 por ciento de la masa to-
 tal de pasta acuosa de reacción por minuto. De preferencia
 se emplea una velocidad de masa de 100 por ciento a 200
 por ciento de la masa de pasta acuosa de reacción por minu-
 to.

10 El ácido sulfúrico concentrado se descarga hacia
 la pasta acuosa de reacción de circulación, mediante una
 pluralidad de boquillas de presión 211 que pueden suminis-
 trarse desde un colector común 212, que a su vez se alimenta
 desde una fuente apropiada de dicho ácido. De esta manera,
15 el ácido concentrado se dispersa uniformemente en la pasta
 acuosa de circulación de manera mediante la cual las áreas
 localizadas de la concentración aumentada de sulfato de
 calcio se evita para de esta manera impedir una nucleación
 excesiva. El enfriamiento al vacío que prácticamente está
20 en equilibrio con el calor generado en la pasta acuosa de
 reacción, se proporciona manteniendo el espacio marginal li-
 bre 213, por encima de la masa de la pasta acuosa de reac-
 ción a presiones superiores a la atmosférica, por ejemplo,
 comunicando el espacio marginal libre a través de un conduc-
 to 214, con una fuente de vacío apropiada.

25 La roca de fosfato y la pasta acuosa de roca de

11 JUL



1 fosfato que se compone de ácido fosfórico débil y roca de
fosfato molida, se descarga bajo presión hacia el sistema a
través de una entrada de alimentación 215, que está colocada
de preferencia adyacente a y sobre el lado de corriente as-
5 cendente de la hélice 207 a fin de proporcionar medios para la
dispersión uniforme de estos reactivos hacia la masa de pasta
acuosa de reacción. El nivel de la pasta acuosa, se mantiene
mediante un miembro de tubo lateral 216 que puede construirse
y hacerse funcionar prácticamente de la misma manera que el
10 miembro de tubo lateral vertical 176 en la modalidad anterior-
mente descrita. Un reactor y unidad de enfriamiento de pasta
acuosa 225, modificado adicional, que emplea los principios de
la presente invención, se ha ilustrado en las Figuras 9 y 10,
Esta unidad se construye generalmente a lo largo de las líneas
15 de la modalidad preferida de la invención, anteriormente des-
critas en relación con las Figuras 3 y 4. Las distinciones
principales entre estas modalidades sin embargo, se relacionan
con la disposición de los tubos de aspiración 226 que, en lu-
gar de quedar fijos en el interior de la combinación de reac-
20 tor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa 227, se suelda o
se fija de otra manera en la hélice 228 para rotación conjun-
ta con la misma. Tal y como se muestra, la combinación de
reactor y unidad de enfriamiento 227, por lo general incluye
una sección intermedia de diámetro fijo 229 que se cierra por
25 su extremo superior mediante una parte superior en forma de
cono truncado 230 equipada con una combinación de miembro de
sello y de apoyo 231, que actúa para apoyar la hélice de corro-



1 tación 228 y el tubo de aspiración 226. El extremo inferior de
diámetro fijo 229 de la combinación de reactor y unidad de
enfriamiento asimismo se cierra mediante el miembro de fondo
232 en forma de cono truncado equipado con una entrada de ali-
5 mentación 233, a través del cual se introduce la pasta acuosa
de roca de fosfato y ácido fosfórico a un régimen que permite
que aquellos reactivos de entrada se dispersen uniformemente
a través de la masa de reacción de la pasta acuosa de reacción
contenida en la unidad 227. Se fija una pluralidad de miembros
10 de aspa 234 y 237 y se separan alrededor de la pared inter-
na de la sección intermedia de diámetro fijo 229 para impedir
el movimiento circunferencial de la masa de la pasta acuosa
de reacción. Como se muestra mejor en la Figura 9, el tubo
aspirador 226 puede proporcionarse con miembros de soporte
15 apropiados en la forma de rayos radiales, cada uno de los cua-
les habiéndose indicado mediante el número de referencia
238 que actúan para proporcionar soporte adicional para el
miembro de tubo de aspiración relativamente pesado. El ex-
tremo superior del tubo de aspiración 226 de preferencia ter-
20 mina ligeramente debajo del nivel del líquido de funcionamien-
to normal en la unidad 227, sin embargo, tal y como se ha ma-
nifestado anteriormente, una ligera extensión o ampliación de
este miembro por encima del nivel del líquido permite el fun-
cionamiento de acuerdo con los principios de la presente in-
25 vención, con la única desventaja siendo requisitos de ener-
gía algo aumentados.



1 Se mantiene un vacío en el espacio de margen libre
239 por encima del cuerpo de la pasta acuosa de reacción
proporcionando una línea superior 204 que se comunica con
una fuente de vacío apropiada.

5 De conformidad con un aspecto importante de la pre-
sente invención, el ácido sulfúrico concentrado se descarga
hacia la masa de pasta acuosa de reacción que circula rá-
pidamente a través de una pluralidad de cabezas de rociadu-
ra montadas en la parte superior cada una de las cuales se
10 indica mediante el número de referencia 241. Las gotitas
de ácido sulfúrico desde las cabezas de rociadura 241 de
esta manera se surten uniformemente a través de la masa de
pasta acuosa de reacción de circulación. Al mismo tiempo
esta rociadura de ácido actúa para dispersar y destruir cual-
15 quier fase de espuma que tendería a existir por encima del
nivel de la pasta acuosa. Un miembro de tubo lateral verti-
cal 242 construido y que se hace funcionar prácticamente de
acuerdo con el miembro de tubo lateral vertical anteriormente
descrito 176 de la Figura 5, se proporciona para mantener
20 el control del nivel del líquido.

 El funcionamiento de la combinación de reactor y
unidad de enfriamiento 225 es prácticamente de acuerdo con
el funcionamiento de las modalidades anteriormente descritas
tal como se han dado a conocer en relación con la descrip-
25 ción de las modalidades preferidas de la presente invención



1 que se muestran en las Figuras 3 y 4. A este respecto, las
velocidades de rotación preferidas de las hélices y del
tubo de aspiración de esta modalidad deben ser suficientes
5 para proporcionar medios para recirculación completa de to-
do el cuerpo de la pasta acuosa de reacción por lo menos
una vez durante cada cinco minutos. De preferencia un re-
gimen de flujo de circulación de 100 por ciento a 200 por
ciento de la masa total de la pasta acuosa de reacción por
minuto en el diagrama de flujo designado mediante las fle-
chas en la Figura 9 proporcionará uniformidad considerable
10 de temperatura y de concentración a través del cuerpo
de la pasta acuosa de reacción.

Las Figuras 11 y 12 por lo general ilustran una
modalidad adicional de un reactor y unidad de enfriamiento
15 combinados 250 que se forma a partir de dos o más recipientes
parecidos a una columna colocados verticalmente 251 y 252,
Cada uno de estos recipientes puede embarcarse al sitio de
la planta e interconectarse en dicha área a través de conduc-
tos de comunicación superior e inferior del tipo que se in-
20 dica generalmente mediante los números de referencia 253 y
254, respectivamente, facilitando de esta manera la fabrica-
ción de campo. Esta modalidad específica también ofrece
la ventaja adicional de permitir un aumento en la capacidad
de la instalación durante una fecha subsecuente fijando re-
25 cipientes adicionales en forma de columnas a la unidad ya



11 JUN 1969

1

existente. Además, la forma de estos componentes en la unidad 250 facilita la vulcanización del forro de caucho al interior de la misma para reducir el costo total de la instalación inicial.

5

La modalidad mostrada en las Figuras 11 y 12 por lo general se construye y se hace funcionar bajo los mismos principios que en las modalidades anteriormente descritas. En particular, se monta una hélice 255 y es impulsada mediante un árbol 256 en el conducto de intercomunicación inferior 254 para hacer circular la masa de la pasta acuosa de reacción a través de la combinación de reactor y unidad de enfriamiento 250 en el diagrama de flujo que se ilustra generalmente mediante las flechas. Una alimentación de roca de fosfato molida y ácido fosfórico débil se introduce de preferencia en el lado de corriente ascendente de la hélice 255 a través de una entrada de alimentación 257 a fin de facilitar la distribución uniforme de estos reactivos en la pasta acuosa de reacción. De manera semejante el ácido sulfúrico concentrado de preferencia se descarga bajo presión hacia la superficie de la masa de circulación de la pasta acuosa de reacción a través de una pluralidad de boquillas de presión 258 y 259, cada una de las cuales se monta adyacente a la porción superior de las columnas 255 y 252, respectivamente. Se proporciona un enfriamiento al vacío en los recipientes mediante las salidas de vapor

10

15

20

25



1 superiores 260 y 261 cada una de las cuales se comunica
con una fuente de vacío común o separada apropiada. Como
se observó en relación con las modalidades anteriormente des-
critas, el enfriamiento evaporatorio de la masa de la pasta
5 acuosa de reacción se mantiene casi en equilibrio con los
calores de la reacción desarrollados en la pasta acuosa de
reacción a fin de permitir el mantenimiento de condiciones
prácticamente isotérmicas a través de la masa de la pasta
acuosa de reacción. De conformidad con la presente invención,
10 este enfriamiento evaporatorio coopera con el alto régimen
de circulación de la masa de pasta acuosa de reacción para
impedir la formación de áreas localizadas de supersaturación
de sulfato de calcio relativamente alta en donde se formará
un número excesivo de núcleos. El nivel de líquido se man-
15 tiene en la unidad 250 mediante la provisión de un miembro
de brazo lateral vertical 262 que se construye y se hace
funcionar prácticamente de acuerdo con el miembro de brazo
lateral vertical 176 de la Figura 5.

Las Figuras 13 y 14 por lo general ilustran una
20 combinación de reactor y unidad de enfriamiento 275 que
abarca los principios de la presente invención. Esta moda-
lidad específica por lo general corresponde en construcción
a la modalidad preferida anteriormente descrita de las Fi-
guras 3 y 4 con la excepción de que un par de miembros de-
25 flectores paralelos que se extienden verticalmente 276 y 277



1 se substituyen por el tubo de aspiración 104 de la modalidad
de la Figura 3. Además, un agitador 278 de construcción de
tipo de paleta se substituye por el impulsor 106 de tipo
de hélice y funciona para proporcionar un empuje hacia afue-
5 ra a la pasta acuosa de reacción para de esta manera pro-
porcionar una trayectoria de flujo que generalmente se
ilustra mediante las flechas. El propulsor o impulsor de
tipo de paletas 278 se monta en un árbol impulsor 279
que se apoya mediante una combinación de sello y miembro
10 de apoyo o de cojinete 280. Una pluralidad de miembros de
aspas 281 y 282 se proporciona para impedir que la masa de
pasta acuosa de reacción gire como un solo cuerpo alrededor
del interior del recipiente 275. Se proporciona enfria-
miento evaporatorio de conformidad con un aspecto de la pre-
15 sente invención comunicando el espacio de margen libre 283
por encima de la masa de pasta acuosa de reacción con una
fuente de vacío apropiada 284 tal como por ejemplo un con-
densador barométrico por medio de una conexión superior 285.

La alimentación de pasta acuosa de roca de fosfato
20 molida y ácido sulfosfórico débil se descarga bajo presión
hacia una entrada 286 colocada adyacente a la porción ha-
cia abajo de la combinación de reactor y unidad de enfria-
miento 275 adyacente al área altamente turbulenta del pro-
pulsor rotatorio de tipo de paletas 278 para dispersar
25 uniformemente este componente reactivo a través de la masa



1 de la pasta acuosa de reacción que circula rápidamente. De
manera semejante, el ácido sulfúrico concentrado de prefe-
5 rencia se descarga hacia la superficie de la pasta acuosa
de reacción que circula rápidamente en forma de gotitas
desde una cabeza de rociadura superior 287 para facilitar
la dispersión uniforme de este reactivo a través del cuer-
po de la pasta acuosa de reacción. Un control de brazo
lateral vertical 288 puede usarse para mantener el nivel del
líquido en la unidad 275 en una ubicación predeterminada.
10 Como fué el caso en cada una de las modalidades anterior-
mente descritas, la pasta acuosa de reacción que se quitó
a través de la salida de pasta acuosa 289 puede tratarse
de acuerdo con la manera que se describe en relación con
la modalidad de la Figural .

15 La combinación de reactor y unidad de enfriamiento
275 funciona de la misma manera general que la descrita an-
teriormente en relación con la modalidad de la Figura 3
y de esta manera emplea ventajosamente el principio de la
"superficie ampliada" para mantener una uniformidad consi-
derable de las condiciones de temperatura y de presión a
20 través de la masa de la pasta acuosa de reacción a fin de
producir cristales de sulfato de calcio de capacidad de
filtración y de lavado mejoradas.

25 Las Figuras 15 y 16 ilustran una combinación de
reactor y unidad de enfriamiento 300 que es una modificación



1 de la modalidad que se describe en las Figuras 13 y 14.
En particular, la unidad 300 incluye un casco o cuerpo ce-
rrado 301 formado íntegramente por su extremo superior con
una porción superior en forma de cono truncado 302 y por
5 su extremo inferior con una porción de fondo en forma de
cono truncado 303. Un sólo deflector 304 se extiende a
través del interior del recipiente 301 y se fija en las pa-
redes interiores del mismo mediante soldadura o por otro
medio apropiado. La altura del miembro deflector 304 de
10 preferencia termina algo debajo del nivel del líquido de
funcionamiento normal en la combinación de reactor y unidad
de enfriamiento 300 cuyo nivel puede mantenerse eficazmente
mediante un miembro de brazo lateral vertical apropiado 305.
El extremo inferior del miembro deflector 304 termina adya-
15 cente al fondo del miembro de casco 301 en un sitio que pro-
porciona requisitos de energía reducidos al mínimo sin que
se presenten cortos circuitos en el flujo de la pasta acuosa
de reacción. En esta modalidad específica, un propulsor
306 se monta en el árbol impulsor horizontalmente alineado
20 307 apoyado en un par de miembro de combinación de sello y
de apoyo 308 y 309. El propulsor 306 imparte un empuje
horizontal a la masa de pasta acuosa de reacción y de esta
manera elimina la necesidad de aspas del tipo que se de-
signan mediante los miembros de referencia 281 y 282 en la
25 modalidad anteriormente descrita. La pasta acuosa de reac-



1 ción se hace circular a través del recipiente a un régimen
suficiente para proporcionar medios para uniformidad de con-
centración y de temperatura a través de la masa de la pasta
acuosa de reacción. El espacio de margen libre 310 por encima
5 de la masa de la pasta acuosa de reacción se comunica con
una fuente de vacío apropiada para proporcionar medios para
el enfriamiento evaporatorio que se mantiene casi en equi-
librio con los calores de la reacción desarrollados en la
masa de pasta acuosa. Se descarga el ácido sulfúrico con-
10 centrado hacia la masa de la pasta acuosa de reacción a
través de una pluralidad de cabezas de rociadura 311, 312
para facilitar el mezclado íntimo y uniforme de la misma
con la pasta acuosa de reacción. Simultáneamente, descar-
ga una pasta acuosa de roca de fosfato molida y ácido fos-
15 fórico débil hacia la porción inferior de la combinación
de reactor y unidad de enfriamiento 300 de preferencia en
un sitio adyacente al lado de corriente ascendente del
propulsor 306 a fin de proporcionar un surtido uniforme de
estos reactivos.

20 Los regímenes de circulación para la pasta acuosa
de reacción y otras condiciones de funcionamiento son prác-
ticamente de acuerdo con aquellas que se discuten en las
modalidades anteriormente mencionadas.

Las Figuras 17 y 18 ilustran un reactor y unidad
25 de enfriamiento 325 modificados adicionalmente que abarcan



1 los principios de la presente invención. En particular, el
reactor y la unidad de enfriamiento 325 incluye una porción
de cuerpo 326 y una porción abovedada formada íntegramente
que se extiende hacia arriba y colocada centralmente 327
5 que tiene una salida 328 que se comunica con una fuente de
vacío apropiada para mantener las condiciones de vacío en el
espacio de margen libre 329 por encima de la masa de pasta
de reacción contenida en la porción de cuerpo inferior 326.
Se proporciona un medio de control de flujo en esta modalidad
10 mediante un tubo de aspiración colocado horizontalmente 330
que se monta en un miembro de soporte de tipo de caballete
331. Un propulsor 332 montado en el árbol impulsor 333
apoyado en un miembro de combinación de apoyo y sello 334
funciona para hacer circular rápidamente la pasta acuosa
15 de reacción a través del medio de control de flujo o tubo
de aspiración 330. A este respecto, las velocidades de
masa de la pasta acuosa de reacción dadas a conocer en re-
lación con la modalidad preferida de la presente invención
se aplican también a la modalidad actualmente descrita.
20 Una pasta acuosa de roca de fosfato molida y ácido
fosfórico diluido se alimenta hacia la combinación de reac-
tor y unidad de enfriamiento 325 en una ubicación adyacente
al lado de corriente ascendente del propulsor 332 tal y
como se ilustra generalmente mediante el número de referencia
25 335. Simultáneamente, se descarga ácido sulfúrico concentrado



1 hacia la masa que circula rápidamente de la pasta acuosa de
reacción a través de una pluralidad de cabezas de rociadura
336 que se suministran a través de un colector común 337 que
se comunica con una fuente de suministro apropiada de ácido
5 sulfúrico concentrado. La pasta acuosa de reacción es ex-
traída tal y como se ilustra generalmente mediante el número
de referencia 338 para tratamiento adicional de la manera
que se describe en relación con la modalidad de la Figura 1.

10 De conformidad con un aspecto importante de la
presente invención, el enfriamiento evaporatorio de la masa
de la pasta acuosa de reacción se mantiene casi en equilibrio
con los calores de la reacción desarrollados en la combina-
ción de reactor y unidad de enfriamiento 325 para mantener
la masa de pasta acuosa de reacción a una temperatura prác-
15 ticamente uniforme a fin de evitar áreas localizadas en donde
se forman un número excesivo de núcleos. A este respecto,
el surtido del ácido sulfúrico concentrado hacia la pasta
acuosa de reacción que circula rápidamente funciona también
para evitar la nucleación localizada excesiva dispersando
20 uniformemente el ácido sulfúrico concentrado a través de
la pasta acuosa de reacción.

25 El tubo de aspiración 330 debe dimensionarse para
proporcionar un equilibrio ventajoso entre los requisitos
de dirección de flujo del sistema y los requisitos de caba-
llo de fuerza para hacer circular la masa de la pasta acuosa



1 de reacción. A este respecto, se prefiere que el extremo
de corriente descendente de 330a del tubo de aspiración 330
se separe de la pared de extremo interna 326a del a porción
inferior del recipiente de reacción 326 a una distancia de
5 aproximadamente la mitad del diámetro del propulsor. Exten-
diendo el tubo de aspiración más cerca de dicha pared de
extremo dará por resultado un aumento en los requisitos de
caballo de fuerza mientras que acortando el tubo de aspira-
ción producirá un aumento en el corto circuito de la masa
10 de la pasta acuosa de reacción.

La combinación de reactor y unidad de enfriamiento
325 funciona prácticamente de la misma manera que se descri-
be en relación con las modalidades a que se ha hecho refe-
rencia anteriormente para proporcionar el principio de "su-
15 perficie ampliada" para mantener la uniformidad de concen-
tración y de temperaturas a través de la masa de la pasta
acuosa de reacción. A este respecto se apreciará que aún
cuando en esta modalidad específica se proporciona un solo
tubo de aspiración horizontalmente alineado 330, pueden em-
20 plearse un múltiple de dichos tubos de aspiración en donde
el volumen de la pasta acuosa de reacción necesita la pro-
visión de medios de control de flujo adicionales.

En las Figuras 19 y 20 ilustran una combinación
de reactor y unidad de enfriamiento 350 en forma de circuito
25 que funciona prácticamente de la manera que se describe en



1 relación con cualesquiera de las modalidades a las cuales
se ha hecho referencia anteriormente. La unidad 350 incluye
una porción de cuerpo en forma de circuito 351 que se pro-
porciona con una salida superior 352 que se comunica con
5 una fuente de vacío apropiada para mantener las condiciones
de vacío en el espacio de margen libre 353. Una pasta
acuosa de roca de fosfato molida y ácido fosfórico débil
de preferencia se introducen en un sitio inmediatamente ad-
yacente y en corriente ascendente desde un propulsor 354
10 y por lo general se ilustra mediante el número de referencia
355, El propulsor 354 impulsado por el árbol 356 funciona
para hacer circular la masa de la pasta acuosa de reac-
ción a través del cuerpo del recipiente 351. El árbol 356
se apoya mediante un par de miembros de combinación de
15 sello y de apoyo 357 y 358. El ácido sulfúrico concentrado
de preferencia se descarga hacia la masa que circula rápi-
damente de pasta acuosa de reacción desde una pluralidad
de cabezas de rociadura 359 que se comunican con un miembro
colector 360 suministrado desde una fuente apropiada de
20 ácido sulfúrico concentrado.

La velocidad de masa de la pasta acuosa de reac-
ción en la porción de cuerpo en forma de circuito 351 es
prácticamente tal y como se ha descrito en relación con la
modalidad preferida de la presente invención, por ejemplo
25 el regimen de circulación debe ser suficiente para permitir

11 JUN 1950



1 la recirculación completa de la masa de la pasta acuosa de
reacción por lo menos una vez durante cada cinco minutos.
A este respecto, sin embargo se prefieren regímenes de re-
circulación de masa más rápidos dentro del orden de 100 por
5 ciento a 200 por ciento de la masa de pasta acuosa de reac-
ción por minuto.

Pueden proporcionarse medios de control de nivel
apropiados tales como son bien conocidos en el arte en la
disposición de circuito cerrado para mantener el nivel de
10 la masa de circulación de la pasta acuosa de reacción a la
altura preferida. A este respecto, sin embargo será eviden-
te que a fin de permitir una recirculación completa de la
pasta acuosa de reacción en la trayectoria de flujo en forma
de circuito que se ilustra generalmente mediante las flechas
15 es esencial que la pasta acuosa de reacción tenga un nivel
por encima de la porción inferior 351a de la combinación del
reactor y cuerpo de enfriamiento 351.

El funcionamiento de la combinación de reactor y
unidad de enfriamiento 350 es prácticamente de conformidad
20 con aquella que se describe en la modalidad preferida de la
presente invención a la cual se ha hecho referencia anterior-
mente. A este respecto, debe apreciarse que la modalidad
presente ofrece la ventaja de una dirección de flujo inusi-
tadamente eficiente que está caracterizada por impedir de
25 manera considerable áreas estancadas en donde podría desarro-



1 llarse unanucleación excesiva.

5 Las Figuras 21 y 22 ilustran una combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa 375 modificada adicional que es algo comparable a la combinación de reactor y unidad de enfriamiento de pasta acuosa 300 que se describe en relación con las modalidades mostradas en las Figuras 15 y 16. La unidad 375 de la modalidad presente sin embargo difiere de la unidad 300 en que se emplea una placa deflectora colocada horizontalmente 376 en comparación con la placa deflectora colocada verticalmente 304 de la modalidad anteriormente descrita. La combinación de reactor y unidad de enfriamiento 375 incluye una sección intermedia de diámetro fijo generalmente alargada 377 que se termina por su extremo externo mediante un par de paredes de extremo de forma generalmente abovedada colocadas opuestamente 378 y 379 formadas íntegramente con la misma. Se proporciona un medio para impartir flujo apropiado mediante la hélice 380 montada en el árbol impulsor 381 que se apoya en un par de combinación de miembros de sello y de apoyo 382 y 383 de construcción conocida. El árbol 381 es impulsado mediante un medio impulsor apropiado y funciona para hacer girar la hélice a una velocidad suficiente para impartir al cuerpo de la pasta acuosa de reacción un regimen de flujo destruido suficiente para proporcionar medios para la recirculación completa de todo el cuerpo de pasta acuosa

10

15

20

25



11 JUL 1968

1 de reacción por lo menos una vez a cada cinco minutos. Una
pasta acuosa de roca de fosfato molida y ácido fosfórico dé-
bil se descarga de preferencia en el lado de corriente as-
cendente de la hélice 380 en un sitio lo suficientemente pró-
5 ximo a la hélice para permitir el surtido uniforme y completo
de estos reactivos. Simultáneamente el ácido sulfúrico con-
centrado de preferencia se introduce hacia la masa de reac-
ción desde una pluralidad de boquillas de rociadura supe-
riores 384 que pueden suministrarse mediante un colector
10 común 385 que se comunica con una fuente de suministro apro-
piada.

De conformidad con un aspecto importante de la
presente invención, el enfriamiento evaporatorio de la
masa de la pasta acuosa de reacción se mantiene casi en
15 equilibrio con los calores generados en la pasta acuosa de
reacción proporcionando un enfriamiento al vacío. Esto se
logra comunicando el espacio de margen libre 386 a través
de un conducto apropiado 387 con una fuente de vacío tal
como por ejemplo un condensador barométrico.

20 Como se muestra mejor en la Figura 22, el miembro
deflector horizontalmente alineado 376 en la forma preferida
de esta modalidad se extiende a través de toda la sección
transversal del cuerpo 375 a fin de reducir al mínimo la
formación de corto circuito del flujo del fluido y de esta
25 manera mantener eficazmente el flujo del fluido en el diagra-



1 ma de flujo generalmente ilustrado mediante las flechas
(Figura 20). La circulación rápida de la pasta acuosa de
reacción en combinación con el enfriamiento evaporatorio
que se mantiene en equilibrio con los calores de reacción
5 desarrollados en el cuerpo de la pasta acuosa de reacción
funcionan para mantener prácticamente temperaturas unifor-
mes a través de la pasta acuosa de reacción y una unifor-
midad de concentración de los reactivos para mantener efi-
cazmente la supersaturación prácticamente uniforme del sul-
10 fato de calcio a través de la masa de la pasta acuosa de
reacción y de esta manera reducir al mínimo la formación
de núcleos de yeso. Por lo tanto, los cristales de yeso
que se producen en la fabricación de ácido fosfórico de
proceso humedo, en esta unidad así como todos aquellos
15 anteriormente descritos se caracterizan por capacidades
considerablemente mejoradas de lavado y filtración hasta
un grado no capaz de obtenerse hasta ahora en los reactores
convencionales.

20 Las modificaciones y variaciones de las modalidades
descritas en lo que antecede se harán evidentes para aque-
llas personas expertas en el arte. Consecuentemente esta
invención debe quedar limitada únicamente mediante el al-
cance de las cláusulas anexas.



26

1

- REIVINDICACIONES -

5

10

10

15

20

25

1. Un procedimiento para fabricar ácido fosfórico acuoso a partir de reactivos que incluye roca de fosfato, ácido sulfúrico y agua, caracterizado porque dicho procedimiento comprende los pasos de: añadir continuamente los reactivos a un cuerpo de pasta acuosa de reacción contenido en una combinación de reactor y unidad de enfriamiento en cantidades que permiten la producción de la cantidad deseada de ácido fosfórico acuoso, los reactivos al combinarse en el cuerpo de la pasta acuosa de reacción generan calor de las reacciones exotérmicas que ocurren en el cuerpo de la pasta acuosa de reacción en el mismo; exponer continuamente la superficie del cuerpo de la pasta acuosa de reacción en la combinación de reactor y unidad de enfriamiento a una presión inferior a la atmosférica para inducir el enfriamiento evaporatorio a través del cuerpo de pasta acuosa de reacción a un régimen que se mantiene prácticamente igual al régimen al cual se generó el calor de las reacciones exotérmicas; continuar haciendo circular prácticamente todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción en la combinación de reactor y unidad de enfriamiento en un diagrama de flujo adaptado para exponer todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción a la presión inferior a la atmosférica, el régimen de circulación del cuerpo de pasta acuosa de reacción es por lo menos suficien-



1 te para mantener una uniformidad considerable a la tempera-
tura y a la concentración a través del cuerpo de la pasta
acuosa de reacción; y retirar continuamente una porción de
la pasta acuosa de reacción desde la combinación de reac-
5 tor y unidad de enfriamiento; mediante lo cual se mantiene
un nivel prácticamente uniforme de supersaturación de sul-
fato de calcio a través del cuerpo de la pasta acuosa de
reacción para producir cristales de sulfato de calcio que
exhiben propiedades de lavado y de filtración mejoradas.

10

2. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 1, caracterizado porque el régimen de circulación
del cuerpo de pasta acuosa de reacción es por lo menos
igual al 20 por ciento de la masa total de la pasta acuosa
de reacción por minuto mediante lo cual se efectúa una re-
circulación completa de prácticamente todo el cuerpo de la
15 pasta acuosa de reacción por lo menos una vez cada cinco mi-
nutos.

20

3. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 1, caracterizado porque el régimen de circulación
del cuerpo de la pasta acuosa de reacción varía de aproxi-
madamente 100 por ciento a 200 por ciento de la masa total
de la pasta acuosa de reacción por minuto.

25

4. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 1, caracterizado porque el cuerpo de pasta acuosa
de reacción se mantiene a una temperatura prácticamente uni-



1962

1 forme caracterizado por una variación de temperatura local-
lizada que prácticamente no excede de la temperatura a gra-
nel promedio de la misma en más de $1/2^{\circ}\text{C}$.

5 5. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 1, caracterizado porque los reactivos incluyen roca
de fosfato, ácido sulfúrico, y ácido fosfórico diluido.

6. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 1, caracterizado porque el ácido sulfúrico se rocía
hacia el cuerpo circulante de pasta acuosa de reacción pa-
...10 ra proporcionar una dispersión prácticamente inmediata y
uniforme del ácido a través del cuerpo de la pasta acuosa
de reacción.

15 7. Un procedimiento para fabricar ácido fosfórico acuoso
mediante el proceso húmedo a partir de reactivos que inclu-
ye roca de fosfato, ácido sulfúrico y agua, caracteriza---
do porque comprende : introducir los reactivos den-
tro de una combinación de reactor y unidad de enfriamiento
que contiene un cuerpo relativamente grande de pasta acuosa
de reacción y prque comprende un medio de cierre superior
20 para proporcionar un espacio de margen libre encerrados
por encima del cuerpo de la pasta acuosa de reacción, un
medio de dirección de flujo colocado dentro del cuerpo de
pasta acuosa de reacción y un medio de circulación forzado
asociado con el medio de dirección de flujo para hacer cir-
25 cular continuamente prácticamente todo el cuerpo de la pas-



1 ta acuosa de reacción en un diagrama de flujo adaptado para exponer prácticamente todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción hacia el espacio de margen libre por encima del cuerpo de pasta acuosa de reacción, los reactivos al

5 introducirse dentro de la pasta acuosa de reacción generan calor de las reacciones exotérmicas que ocurren en el cuerpo de la pasta acuosa de reacción; aquel circular continuamente prácticamente todo el cuerpo de pasta acuosa de reacción a un régimen de flujo por lo menos igual al 20 por ciento de la masa total del cuerpo de pasta acuosa de reacción por minuto, quitar continuamente calor de la pasta acuosa de reacción vaporizando una porción de la pasta acuosa de reacción en el espacio de margen libre por encima del cuerpo de la pasta acuosa de reacción a un régimen que mantiene prácticamente en equilibrio con el régimen al cual se genera el calor desde las reacciones exotérmicas, y retirar continuamente una porción de la pasta acuosa de reacción desde el cuerpo; mediante lo cual se mantiene una uniformidad considerable la temperatura y de la concentración a través del

10 cuerpo de pasta acuosa de reacción para proporcionar una uniformidad considerable de la supersaturación de sulfato de calcio a través del cuerpo de la pasta acuosa de reacción.

15

20

8. Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 7, caracterizado porque el régimen de circulación del cuerpo de la pasta acuosa de reacción varía de aproxi-

25



1 madamente 100 por ciento a 200 por ciento de la masa to-
tal del cuerpo de la pasta acuosa de reacción por minuto.

5 9. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 7, caracterizado porque se proporciona un medio de
circulación con una configuración que imparte un diagrama
de flujo generalmente toroidal al cuerpo de circulación de
la pasta acuosa de reacción.



...10



15

10. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 7, caracterizado porque el régimen de circulación y
la separación de calor cooperan para mantener un diferen-
cial máximo de temperatura a través del cuerpo de la pasta
acuosa de reacción dentro del reactor y la unidad de enfria-
miento que no excede de la temperatura a granel promedio del
mismo en más de $1/2^{\circ}\text{C}$.

11. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 7, caracterizado porque los reactivos incluyen roca
de fosfato, ácido sulfúrico y ácido fosfórico débil.

20 12. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 11, caracterizado porque los reactivos se introducen
en el cuerpo de la pasta acuosa de reacción en ubicaciones
distantes del sitio en donde se retira la pasta acuosa de
reacción.

25 13. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 7, caracterizado porque la roca de fosfato se mezcla
con ácido fosfórico débil y la pasta acuosa resultante se



SEP. 1969

1 introduce adyacente al fondo de la combinación de reactor
y unidad de enfriamiento.

5 14. Un procedimiento de conformidad con la reivin-
dicación 7, caracterizado porque el ácido sulfúrico se ro-
cía hacia el espacio de margen libre y hacia la superficie
del cuerpo de circulación de pasta acuosa de reacción a un
régimen que se disperse prácticamente de manera inmediata
y uniforme el ácido sulfúrico a través del cuerpo de la
masa de la pasta acuosa de reacción.

10
15

15. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 7, caracterizado porque se introduce un exceso su-
ficiente de ácido sulfúrico para mantener aproximadamente 2
por ciento de ácido sulfúrico libre en la pasta acuosa de
reacción retirada.

20

16. Un procedimiento para fabricar ácido fosfórico ~~acoso~~
mediante el proceso húmedo a partir de reactivos que inclu-
yen roca de fosfato, ácido sulfúrico y agua, caracteriza--
do porque comprende: introducir los reactivos den-
tro de una combinación de reactor y unidad de enfriamiento
que contiene un cuerpo relativamente grande de pasta acuo-
sa de reacción y ~~porque~~ comprende un medio de cierre superior
para proporcionar un espacio encerrado de margen libre por
encima del cuerpo de la pasta acuosa de reacción cuyo espa-
cio encerrado de margen libre se comunica con una fuente de
vacío apropiada, un tubo de aspiración vertical colocado

25



1969

1 dentro del cuerpo de pasta acuosa de reacción y un medio
de circulación forzado asociado con el tubo de aspiración
para crear y mantener un diagrama de flujo generalmente to
roidal en la combinación de reactor y unidad de enfriamien-
5 to mediante lo cual el tubo de aspiración vertical y el me
dio de circulación cooperan para hacer circular continua-
mente casi todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción
en un diagrama de flujo adaptado para exponer esencialmen-
te todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción a la pre-
10 sión inferior a la atmosférica que se mantiene en el espa-
cio de margen libre; retirar continuamente una porción de
la pasta acuosa de reacción desde el reactor y la unidad de
enfriamiento para equilibrar la entrada de los reactores ha-
cia la misma; hacer circular continuamente el cuerpo de pas-
15 ta acuosa de reacción en el diagrama de flujo generalmente
toroidal a un régimen que es por lo menos suficiente para
proporcionar una recirculación completa de prácticamente
todo el cuerpo de pasta acuosa de reacción durante cada cin-
co minutos; y remover el calor de la pasta acuosa de reac-
20 ción vaporizando una porción del mismo en el espacio de mar-
gen libre por encima del cuerpo de la pasta acuosa de reac-
ción a un régimen que se mantiene prácticamente igual al ré-
gimen al cual se genera el calor, desde las reacciones exo-
térmicas que ocurren en el cuerpo de la pasta acuosa de
25 reacción; mediante lo cual el régimen de circulación de la



1969

1 pasta acuosa de reacción en el diagrama de flujo general-
mente toroidal coopera con el régimen de enfriamiento eva-
poratorio para proporcionar una temperatura y concentración
prácticamente uniformes a través del cuerpo de la pasta
5 acuosa de reacción para proporcionar un nivel prácticamen-
te uniforme de supersaturación de sulfato de calcio en la
misma.

10
15

17. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 16, caracterizado porque el régimen de circulación
del cuerpo de la pasta acuosa de reacción varía de aproxi-
madamente 100 por ciento a 200 por ciento de la masa total
de la pasta acuosa de reacción por minuto.

18. Un procedimiento de conformidad con la reivin-
dicación 16, caracterizado porque el ácido sulfúrico con-
centrado se rocía hacia el espacio de margen libre y hacia
el cuerpo de pasta acuosa de reacción de circulación para
que se disperse prácticamente de manera inmediata y unifor-
mente el ácido sulfúrico a través del cuerpo de la pasta
acuosa de reacción.

20 19. Un procedimiento de conformidad con la reivindi-
cación 16, caracterizado porque la roca de fosfato molida
se premezcla con ácido fosfórico débil y se descarga bajo
presión hacia el cuerpo de la pasta acuosa de reacción en
un sitio adyacente al medio de circulación para proporcio-
25 nar un surtido rápido y uniforme de los reactivos a través



1 de todo el cuerpo de la pasta acuosa de reacción.

20. Se reivindica por último como objeto sobre
el que ha de recaer la Patente de Invención que se sol
5 cita: "UN PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR ACIDO FOSFORICO -
ACUOSO".

Todo conforme queda descrito y reivindicado en
la presente Memoria descriptiva, que consta de sesenta y
nueve páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 11 de julio de 1968

BERNARDO UNGRIA

p.p.

10
25
20

25

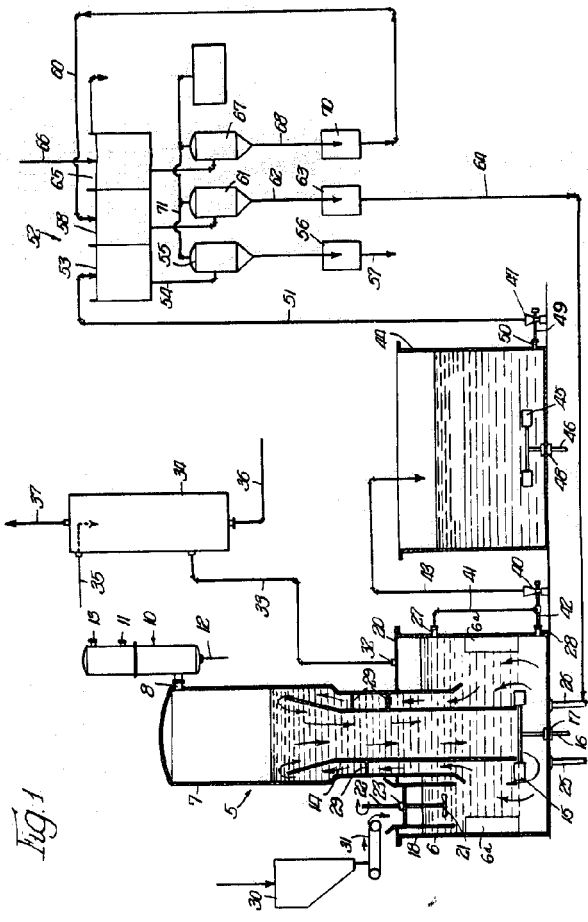


Fig. 1

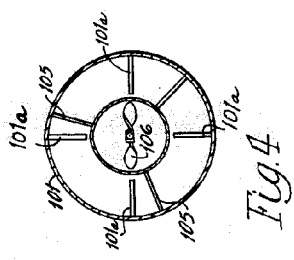


Fig. 4

Fig. 3

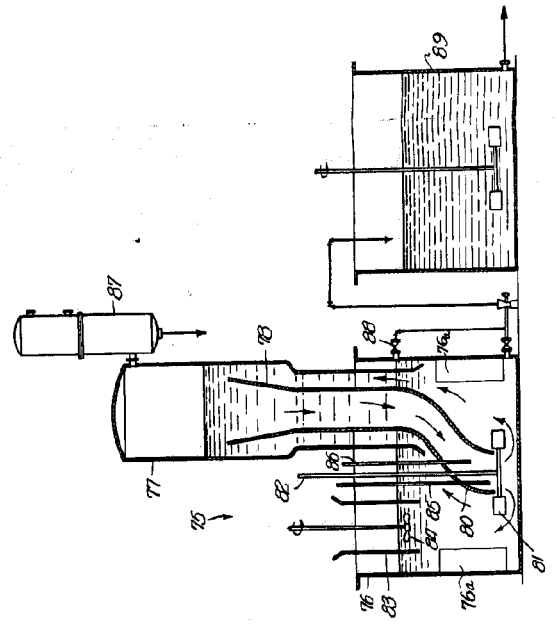
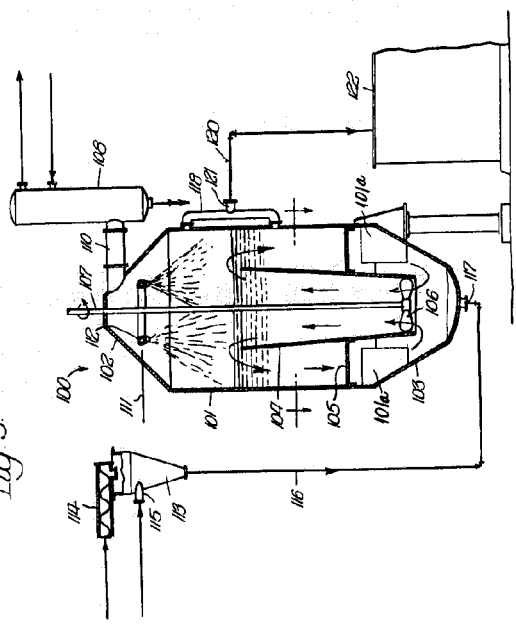


Fig. 2

ESCOMA S.A. SINGAPORE
 MAJORIA DE ACCIONES DE LA
 EMPRESA SINGAPURESA
 S. A.

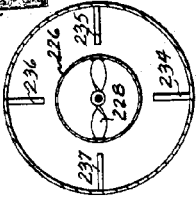


Fig. 10

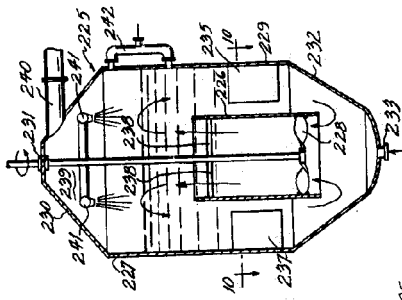


Fig. 9

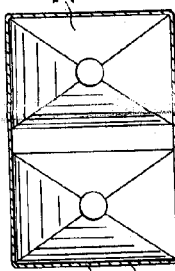


Fig. 8

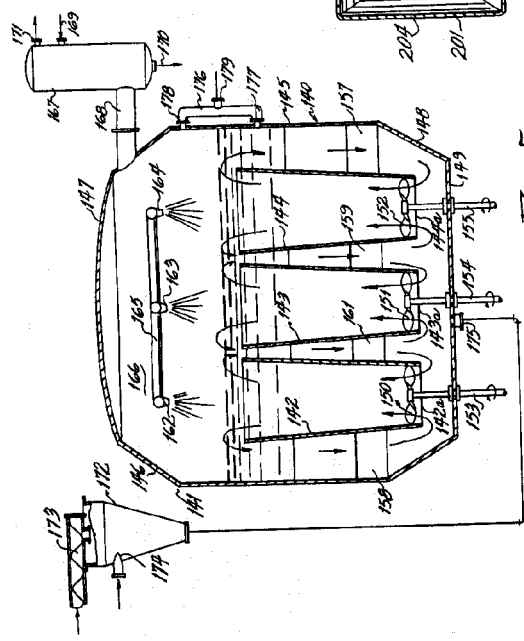


Fig. 5

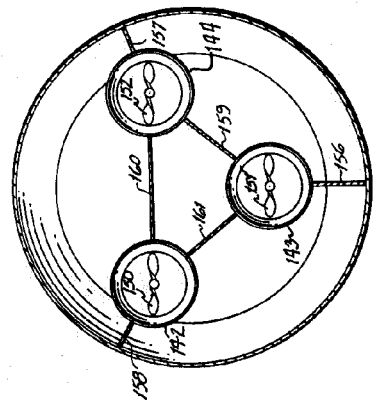


Fig. 6

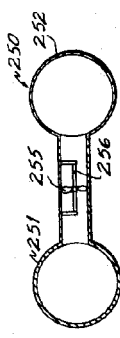


Fig. 12

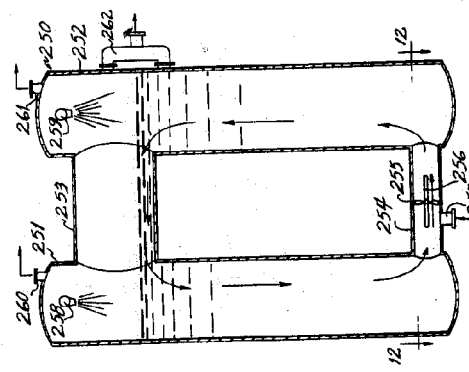


Fig. 7

ESCALA VARIABLE
MILIMETRI
DE 1:63

Fig. 11

