

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

NUMERO	471072
FECHA DE PRESENTACION	23 JUN 1978

10 A 1

Ref.: V. 345.429
DB. 32.374

PATENTE DE INVENCION

<p>30 PRIORIDADES:</p> <table border="1"> <tr> <td>31 NUMERO</td> <td>32 FECHA</td> <td>33 PAIS</td> </tr> <tr> <td>78.457</td> <td>4 de Noviembre 1977</td> <td>Luxemburgo</td> </tr> </table>			31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS	78.457	4 de Noviembre 1977	Luxemburgo
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS						
78.457	4 de Noviembre 1977	Luxemburgo						
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C01B	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISORIA						
<p>64 TITULO DE LA INVENCION</p> <p>"PROCEDIMIENTO CON SU INSTALACION DE REALIZACION PARA FABRICAR ACIDO FOSFORICO POR VIA HUMEDA"</p>								
<p>71 SOLICITANTE (S)</p> <p>SOCIETE DE PRAYON</p>								
<p>DOMICILIO DEL SOLICITANTE</p> <p>Prayon, Forêt (BELGICA)</p>								
<p>72 INVENTOR (ES)</p> <p>DAVISTER, Armand, Laurent</p>								
<p>73 TITULAR (ES)</p> <p>SOCIETE DE PRAYON</p>								
<p>74 REPRESENTANTE</p> <p>D. JAIME ISERN CUYAS, Agente Oficial de la Propiedad Industrial.</p>								

UTILICÉSE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente invento se refiere a un procedimiento para fabricar ácido fosfórico por vía húmeda, según el cual se ataca un mineral de fosfato con ácido sulfúrico, de lo cual resulta una solución de ácido fosfórico mezclado con sulfato de calcio precipitado, y luego se separa este último por filtración seguida de lavado.

Son conocidas las reacciones que intervienen en dicho procedimiento. En la práctica actual se introduce el fosfato, previamente triturado por vía seca o húmeda, en una pasta formada por ácido fosfórico y cristales de sulfato de calcio resultantes de anteriores reacciones de ataque, y se disuelve la mayor parte de este fosfato por una parte del ácido fosfórico que contiene.

El ácido sulfúrico, de preferencia concentrado, se mezcla luego a la pasta, a fin de transformar el fosfato disuelto en ácido fosfórico, por reacción con los iones SO_4^{--} en mayor concentración, y luego se cristaliza gradualmente el sulfato de calcio que también resulta de esta reacción, después de lo cual éste se separa de la solución de ácido fosfórico por filtración con lavado. En la mayor parte de las instalaciones industriales, las condiciones de temperatura y de concentraciones en ácidos fosfórico y sulfúrico hacen que el sulfato de calcio cristalice en forma de yeso, $[\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})]$.

- En la mayoría de los procedimientos por vía húmeda empleados en la industria, el dispositivo de reacción contiene esencialmente una pasta acuosa que contiene ácido fosfórico en circulación continua, en un circuito cerrado, que comprende una sucesión de zonas de reacción, cada una de las cuales corresponde a un volumen de pasta asociado a un agitador único o a un grupo de agitadores dispuestos a lo largo de todo el circuito, siendo las zonas físicamente distintas entre sí (por ejemplo en forma de reactores separados dispuestos en serie o de compartimientos realizados en un solo bloque-reactor), o estando formadas simplemente por una división en compartimientos hidráulicos mediante la creación de una red de circulación es o corrientes de pasta en la que cada agitador o grupo de agitadores está asociado a una circulación de pasta local, que se superpone a la circulación general que atraviesa las zonas sucesivas. Cada porción de pasta pasa pues, sucesivamente, en un determinado orden, por todas las zonas, tanto si están divididas en compartimientos sólo físicamente como sólo hidráulicamente.

- Los reactivos se introducen en determinados puntos del circuito, mientras que se extrae de este último, por un punto determinado, una parte de la pasta que contiene los productos de reacción de los reactivos introducidos, manteniéndose el resto de la pasta en circulación

en el circuito cerrado.

Además de esta circulación de pasta a través del dispositivo de reacción, se organiza una segunda circulación, constituida por un caudal determinado de ácido fosfórico a través, al mismo tiempo, del dispositivo de filtración y de una parte o la totalidad del dispositivo de reacción, la cual segunda circulación tiene la finalidad de mantener un determinado contenido de materias sólidas de la pasta. En consecuencia, una parte del licor madre, separado del sulfato de calcio durante la filtración, se mezcla con los filtrados de lavado de la torta de sulfato de calcio y el todo se recicla en el dispositivo de reacción, ajustándose el caudal de agua de lavado reciclada de modo que se mantenga la concentración deseada de ácido fosfórico en la fase líquida de la pasta.

La finalidad de la circulación es, en primer lugar, permitir la introducción de los reactivos, es decir, el fosfato, el ácido sulfúrico y el ácido fosfórico diluido reciclado, en el dispositivo de reacción, en unas condiciones en que se dispersen y diluyan en la pasta en circulación, evitando en ésta la aparición de concentraciones locales excesivas de reactivos o de fosfato disuelto, o bien excesivas elevaciones locales de temperatura, provocadas por reacciones locales superactivas, y, en segundo lugar, mantener en toda la pasta del circuito, una gran cantidad de

gérmenes sobre los que cristalizará de preferencia el sulfato de calcio, a fin de obtener cristales de buena calidad para la filtración y el lavado.

5. En la práctica, la circulación de conjunto o circulación general de la pasta se obtiene mediante una o varias bombas de circulación que la reciclan de una zona corriente abajo del circuito a una zona corriente arriba, generalmente desde la última zona corriente abajo hacia la primera zona corriente arriba en la que se introduce el fosfato.
- 10.

15. Por otra parte, los agitadores producen una corriente o circulación local en su zona respectiva, de modo que la pasta que entra en una zona, procedente de una zona precedente, o bien los reactivos introducidos en esta zona son dispersados rápidamente en la pasta de ésta.

20. Una característica importante de las reacciones de la preparación del ácido fosfórico es la gran cantidad de calor liberado, el cual debe eliminarse de modo preciso a fin de mantener la temperatura de la pasta, dentro de límites relativamente estrechos, a un valor elegido que permite una cristalización óptima del sulfato de calcio.

25. Ordinariamente se emplean dos métodos para eliminar el calor de la reacción, algunas veces se usa una combinación de los dos. En el primero, se insufla aire en la pasta del dispositivo de reacción, evacuándose el calor

- esencialmente por evaporación de agua en el aire insuflado. Este método está cayendo actualmente en desuso, sobre todo en las grandes instalaciones, sobre todo debido a las elevadas inversiones que son necesarias y a los cuantiosos gastos de explotación y mantenimiento que conlleva la necesidad de depurar las enormes cantidades de aire utilizado, que se contamina por efecto de los compuestos fluorados, así como debido a la gran dificultad de obtener gases de salida que satisfagan las actuales normas sobre contaminación atmosférica.
5. El segundo método elimina este calor por el enfriamiento obtenido mediante la ebullición adiabática en vacío de una parte del agua de la pasta de reacción. En este caso, es usual que toda ésta o parte de ésta sea bombeada hacia una cámara de vacío situada a un nivel elevado, y en la que la ebullición necesaria de una parte del agua contenida en la pasta es provocada por la presión reducida reinante, que realiza el "enfriamiento en vacío" de la pasta, en un "evaporador enfriado". Este se mantiene a una presión absoluta que corresponde al enfriamiento deseado, y, después del enfriamiento, la pasta entra en las zonas de reacción situadas en el nivel inferior por una descarga o enlace "barométrico" cuyo extremo inferior está inmerso en el líquido en la zona de reacción receptora.
- 10.
- 15.
- 20.

- Desde hace por lo menos veinte años el evaporador enfriador se coloca ordinariamente a un nivel en el
- 25.

- que el líquido de circulación se distribuya por caída libre en el interior, y que esencialmente la totalidad del caudal de circulación general de la pasta pase por el evaporador enfriador, desde un punto más adelante del circuito hasta la cabeza de éste, por donde se introduce el fosfato. La porción de pasta que se hace pasar a la filtración y al lavado se toma normalmente de la pasta enfriada, después de que salga del evaporador enfriador, luego es frecuente que se la deje madurar, antes de la filtración, durante algún tiempo, en uno o varios depósitos llamados "de maduración", separados de la circulación general de la pasta.

- A este propósito cabe citar la patente de los Estados Unidos de América nº 2.699.985 de Delruelle, que también se refiere a la fabricación de ácido fosfórico por vía húmeda. Esta patente muestra un circuito de circulación general de pasta, acoplado a un depósito de maduración, en el que hay dos evaporadores enfriadores, uno de los cuales está destinado a enfriar la pasta que circula de modo que ésta sea mantenida a una temperatura elegida comprendida entre 60 y 80°C, y el segundo a hacer que la temperatura de la pasta colocada sobre el filtro baje hasta 40 a 50°C, a fin de reducir o suprimir las incrustaciones en los aparatos y tubos de la filtración.

- De hecho, en las instalaciones industriales

sólo se ha empleado el primero de estos dos evaporadores enfriadores, y se ha aceptado la pasta en la filtración a una temperatura del orden de 60 a 80°C.

- Aunque la patente de Delruelle no contiene
5. ninguna cifra relativa al caudal de circulación de pasta a través del dispositivo de reacción y del evaporador enfriador, es conocido que el caudal empleado era del orden de 10/1 a 15/1, representando el 1 el "caudal de base" de pasta, como resulta de los reactivos (incluido el ácido fosfórico diluido reciclado) y como se alimenta al dispositivo de filtración. Si se conoce cual es en la pasta el contenido de materias sólidas, ordinariamente del orden del 30 al 40 %, y el contenido en P_2O_5 del líquido, es fácil determinar, para la relación de circulación elegida, los
 10. caudales de pastas correspondientes, tanto el "caudal de base" como el caudal de circulación.
 - 15.

- La patente Delruelle ha servido de base para la realización de numerosas instalaciones de producción de ácido fosfórico en el mundo por el procedimiento llamado "Prayon", entre las que cabe mencionar las grandes instalaciones norteamericanas construidas a partir de 1962 sobre la base de la descripción sucinta publicada en la
20. revista "Engineering and Mining Journal" de agosto de 1963, páginas 98 a 100, y que se puede considerar como la trama
 25. que sustenta las particularidades características del pro-

cedimiento según el presente invento.

- Cabe señalar que el bloque-reactor está subdividido en zonas de reacción contiguas, cada una de ellas provista de un agitador y recorridas en serie por la circulación de pasta, así como que el evaporador enfriador en vacío está alimentado por bombas a partir de la última zona de reacción y asegura el reciclado de la pasta enfriada a través del compartimiento nº 10 hacia la primera zona en que se introduce el fosfato.
- 5.
10. Se había abandonado sin embargo la mezcla previa del fosfato con el ácido sulfúrico antes de la introducción en el circuito de la pasta, como figuraba en la patente, y se substituyó por la dispersión inmediata del fosfato solo en la cabeza del circuito de pasta, seguida de la introducción graduada de los ácidos sulfúrico y fosfórico en una o varias de las tres o cuatro primeras zonas, a fin de dejar al operador la posibilidad de efectuar esta introducción a medida que se realizaban el ataque del fosfato y el consumo de los iones SO_4 .
- 15.
20. También es de señalar la dilución previa del ácido sulfúrico, que será abandonada en el presente procedimiento.
- Por otra parte, no se revela ninguna cifra relativa al caudal de circulación.
25. El procedimiento consistente en bombear grandes

cantidades de pasta en un evaporador de caída libre, acarrea elevados costos de producción debido al gran consumo de energía, la compra y el mantenimiento de bombas importantes e incluso en el caso de algunos fosfatos han aparecido algunos problemas de bombeo.

5.

Por otra parte, como la eliminación del calor de reacción produce el enfriamiento de la pasta, la solución de ácido fosfórico se satura, lo que provoca alguna precipitación de cristales. Se ha comprobado que un descenso de la temperatura de la pasta que exceda de 4 a 5°C puede producir una precipitación excesiva que origina incrustaciones en el cuerpo del evaporador enfriador y en su tubería barométrica de descarga, así como la aparición de cristales muy finos de sulfato de calcio, como consecuencia de un aumento de la nucleación, lo que causa una deterioración apreciable de la filtrabilidad y de la capacidad de lavado del sulfato de calcio que hay que separar.

10.

15.

Los elevados costos de bombeo y las grandes bombas necesarias en las grandes instalaciones construidas recientemente, han conducido a hacer pasar por el evaporador enfriador solamente una fracción de la circulación general de pasta, mientras que el resto se recicla directamente hacia la cabeza del circuito mediante bombas de circulación helicoidales, con un consumo reducido de energía, lo que proporciona una economía importante respecto de los

20.

25.

elevados costos de bombeo a través de evaporador enfriador de caída libre.

- Con un reciclado sin evaporador enfriador en vacío se ha podido aumentar la recirculación a 20/l/h.
5. la instalación que se describe en la revista "Chemical Processing" de febrero de 1968, página 10, en la que sin embargo no se revela el enfriamiento de la pasta.

- Es posible encontrar otros esquemas clásicos en los que pueden injertarse las características particulares del presente invento, por ejemplo, en la descripción de la patente belga SIAPE nº 738. 747 (1968-1969), en la de la patente WEBER U.S. 3.181.931 (1962) o en la de la patente MACQ U.S. 2.950.171 (1955), siendo completados cada vez los dispositivos de reacción previstos en dichas patentes por la zona de enfriamiento en vacío necesaria para la aplicación del presente procedimiento.
- 10.
- 15.

- Además de la temperatura, el contenido en materias sólidas, la concentración en ácidos y la relación de circulación de la pasta, los otros parámetros más importantes para obtener una reacción suficientemente completa y una buena cristalización del sulfato de calcio, son el tiempo de retención, que en general es de 4 a 8 horas pero que puede ser de hasta 10 o incluso 12 horas, y el tiempo de recorrido que no se había tomado en consideración hasta el presente. El tiempo de retención corresponde al cociente
- 20.
- 25.

del volumen de reacción por el "caudal de base" de la pasta, mientras que el tiempo de recorrido es el cociente del mismo volumen por el caudal total de circulación de la pasta a través del conjunto del dispositivo de reacción.

5. El ácido fosfórico ha llegado a ser actualmente uno de los productos químicos destacados, que se produce y utiliza en grandes cantidades en el mundo, por lo que se han tenido que realizar ya y continúan realizándose importantes mejoras en su costo de producción, y numerosas instalaciones deberán utilizar nuevos tipos de minerales, muchos de los cuales serán de menor calidad que los que se han empleado hasta ahora.

10. Se están construyendo o están en estudio construcciones cada vez mayores, pero tropiezan con problemas tecnológicos que a menudo parecen insuperables en el contexto de las posibilidades económicas.

15. Esas grandes instalaciones, construidas generalmente para tratar un o dos fosfatos determinados, según parámetros fijos, no permiten tratar ventajosamente algunos fosfatos corrientes, y no podrían tampoco utilizar de modo satisfactorio los nuevos fosfatos de mala calidad, que contienen bastantes más impurezas que dificultan su transformación.

20. Además, el continuo aumento del costo de la energía obliga a contentarse con fosfatos poco triturados,

25.

si posible sin que haya que aumentar el tiempo de retención o las dimensiones de los aparatos, para compensar la reactividad asociada a una trituración menor. En efecto, es conocido que la energía de trituración de los fosfatos es un factor muy importante del costo del ácido fosfórico producido.

Dado el precio cada vez más elevado de los fosfatos, es cada vez más necesario obtener una extracción, filtración y lavado sensiblemente más eficaces.

10. La patente de los Estados Unidos de América nº 1.836.672 de Larsson proponía ya en 1931 un reciclado de pasta, con una relación de 2/1 a 4/1, desde más adelante del circuito de reacción hasta su cabeza en la que se introduce el fosfato. Dicha patente precisa asimismo que
15. el ácido fosfórico reciclado de la filtración se introduce también por la cabeza del circuito, mientras que el ácido sulfúrico y el filtrado de lavado se introducen más hacia adelante.

La patente de los Estados Unidos de América número 2.049.032, de Weber (1932) mencionada una relación de reciclado de pasta de 14,5/1, siendo pulverizado y mezclado el fosfato, para reacción previa, con el ácido fosfórico débil reciclado de la filtración, en un dispositivo de "trituración húmeda". El ácido sulfúrico se mezcla previamente con la pasta reciclada antes de que ésta alcan-

ce el primer reactor, en el que se introduce la mezcla fosfato-ácido fosfórico que sale de la trituración húmeda.

- A partir de una publicación de Weber en "Chemical and Metallurgical Engineering" de diciembre de 1932, páginas 659-662, se puede deducir, sobre la base de la relación de reciclado de pasta de 14,5/1, el tiempo de retención y de recorrido de pasta respectivos de 16 horas y 63 minutos, pero hay que señalar que la filtrabilidad del sulfato de cal es muy baja en comparación con la que se obtiene hoy día.
- 5.
- 10.

- Todas las fábricas que emplean los procedimientos a los que se ha pasado revista, cuyas relaciones de reciclado de pasta son relativamente pequeñas, con tiempos de retención bastante largos, poseen equipos de tamaño relativamente grande, que requieren, por lo tanto, inversiones considerables y, por otra parte, ninguna de dichas fábricas no ha podido probar que puede tratar con la necesaria eficacia toda clase de fosfatos existentes en el mercado o cuyo empleo se prevé.
- 15.

- Ha habido intentos de modificar la red de circulación y de enfriamiento de la pasta de reacción con la esperanza de reducir las dimensiones de las instalaciones y los costos operatorios.
- 20.

- La patente de los Estados Unidos de América nº 3.522.003 de Lopker (1966) propone un conjunto de dos
- 25.

- reactores de dimensiones muy reducidas, que comprende esencialmente un primer recipiente, a presión atmosférica, en el que se introduce el fosfato, y un segundo recipiente, a presión reducida en el que se pulveriza el ácido sulfúrico sobre la superficie libre del líquido, obteniéndose el enfriamiento necesario de la masa en reacción por la evaporación en vacío. Los parámetros característicos son:
5. - un volumen de reacción muy pequeño que corresponde a tiempo de retención de 82 minutos según el ejemplo;
 10. - una elevada relación de reciclado de pasta, 57/1 en el ejemplo, lo que corresponde a un tiempo de recorrido de solamente 80 segundos;
 - en relación con la circulación elevada, pequeños aumentos de los contenidos de la pasta en reactivos añadidos, en el lugar, en que éstos son introducidos : 1,75 y 1%, pero de preferencia 0,875 y 0,5 % respectivamente para el H_2SO_4 y el CaO del fosfato.
 - 15.

- Es de señalar que la fábrica "Prayon" descrita en la revista "Engineering and Mining Journal", citada antes, funcionaba ya con aumentos semejantes del contenido en reactivos semejante.
- 20.

- La patente de los Estados Unidos de América nº 3.416.889 de Cadwell (1964) propone un sistema de reacción que consta esencialmente de una zona única, con una relación de circulación solamente muy elevada, del
- 25.

orden de 300/l a 700/l, combinándose las circulaciones general, local y transversal del enfriador en una sola y única circulación, lo que permite mantener en la pasta una composición y una temperatura prácticamente uniformes;

5. pese a la adición de los reactivos y a la refrigeración en vacío, con tiempos de retención del orden de 4 a 6 horas, y un tiempo de recorrido de 30 a 60 segundos.

10. Pese a un largo e intensivo trabajo experimental en escala industrial, el éxito obtenido por estos dos últimos procedimientos en las realizaciones industriales de los diez últimos años no ha sido como cabía esperar. habida cuenta los bajos costos de inversión y de funcionamiento que proponían.

15. Uno de sus principales inconvenientes es el no haber podido demostrar que podían tratar eficazmente, con seguridad y sin problemas, las grandes gamas de fosfatos disponibles en los últimos años.

20. La necesidad de emplear nuevos minerales con comportamientos muy diferentes al reaccionar y, además, la de utilizar fosfatos bastante triturados exigían una modificación o adaptación de los circuitos de reacción tradicionales.

25. Investigaciones exhaustivas y numerosos ensayos realizados sobre una amplia gama de fosfatos han mostrado que los procedimientos y las instalaciones de producción

- de ácido fosfórico por vía húmeda que existen actualmente, sobre todo a las que hemos pasado revista en lo que precede, no utilizan circulaciones óptimas y son muy poco adaptables por lo que, incluso con los fosfatos clásicos, no se obtienen en general los mejores resultados. Tampoco permiten tratar de una manera satisfactoria las diferentes clases de fosfatos actuales, tanto si éstos han sido triturados finamente como si han sido triturados bastante.
- 5.
10. Las investigaciones han mostrado de manera sorprendente que en el caso de ciertos fosfatos, tratados con relaciones de circulación muy elevadas, no solo incide desfavorablemente sobre la eficacia del ataque, saliendo algunas partículas de fosfato incompletamente atacadas del circuito, sino que también pueden reducirse fuertemente la filtrabilidad y la capacidad de lavado del yeso. Esto contradice la teoría generalmente admitida de que se obtienen los mejores cristales con las relaciones de circulación más altas.
- 15.
20. La conclusión de estas investigaciones y experimentaciones ha sido que si se quiere utilizar eficazmente una gran variedad de fosfatos hay que prever la posibilidad de ajustar la relación de circulación general a cualquier valor comprendido entre 40/1 y 3/1, en función de la naturaleza del fosfato tratado.
- 25.

A título de ejemplo se ha comprobado por experimentación que un fosfato que daba muy buenos resultados con una relación de recirculación general de 5/1, producía, contrariamente a lo que se esperaba, al aumentar dicha relación a 10/1, una fuerte deterioración de la cristalización, lo que impedía pasar toda la producción sobre el filtro y ocasionaba una baja muy sensible del rendimiento global.

En lo que respecta a la circulación a través del evaporador enfriador se ha comprobado que, en el caso de muchos fosfatos corrientes, una relación de 30/1 a 40/1 da resultados sensiblemente mejores que las relaciones más reducidas practicadas anteriormente, mientras que relaciones superiores no parecen aportar ninguna ventaja suplementaria. Con algunos otros fosfatos basta una relación moderada de 20/1 a 30/1, ya que las relaciones superiores no provocan ninguna mejora notable.

La experimentación ha mostrado también que una baja recirculación general con relaciones de 3/1 a 10/1 no es, en los fosfatos de que se trata, desfavorable para una buena cristalización, en la medida en que la circulación local, al menos en algunos de los agitadores, es suficiente. Esto necesita en algunos casos un aumento de hasta 15/1 a 20/1, o más, de las circulaciones locales de los agitadores frecuentemente bajas que se utilizan corrientemente.

- Así, según el invento, se ha descubierto que existe una correlación entre las relaciones de circulación óptimas que permiten la mejor recuperación del P_2O_5 en el ácido fosfórico producido y los mejores resultados de filtración y de lavado del yeso. Con dicho fin, según el invento, se realiza una combinación óptima de los caudales de las tres mencionadas circulaciones de pasta en función de la naturaleza del mineral de fosfato utilizado dentro de los siguientes límites:
5. A) el caudal de la circulación general o principal a través de las zonas de reacción es del orden de 300 a 4000 % del caudal de base,
 - B) el caudal a través de la zona de enfriamiento en vacío es del orden de 2000 a 4000 % del caudal de base,
 15. C) el caudal de las circulaciones locales en cada una de las zonas de reacción atravesadas por la circulación general es del orden de 500 a 2200 % del caudal de base.
 - D) la suma de los caudales de la circulación general y de la circulación local es, en cada una de las zonas de reacción en que se añaden los reactivos así como en la zona que sigue a cada una de ellas atravesada por la circulación general, por lo menos del orden de 2500 % del caudal de base. Con ventaja, como reactivo se emplea mineral de fosfato que contiene del 60 al 70 % en peso de granos que
 20. pasan por el tamiz "100 mesh Tyler", lo que corresponde
 - 25.

a una dimensión del orden de 0,15 mm, separando y reciclando en el triturador los granos con un diámetro superior a 0,5 mm. Los fosfatos se han podido clasificar en relación con las gamas de circulación más apropiadas para ellos.

5. Esta clasificación muestra que un factor muy importante son las características físicas, las cuales pueden estar vinculadas eventualmente con algunas características químicas.

10. Una primera clase es la de las apatitas de origen ígneo que, aunque difieran en diversos aspectos, tienen la característica común de ser conocidas por los profesionales como las que son menos reactivas y más duras. Para esta clase, la circulación general debe ser baja, 3/1 a 10/1. La circulación sobre el evaporador da mejores resultados a 25/1 que a 15/1, mientras que por encima de 30/1 no se obtiene ninguna mejora sensible : se elegirán por lo tanto preferentemente relaciones de circulación sobre evaporación para fosfatos entre 20/1 y 30/1. Desde el punto de vista del análisis se puede resumir como sigue :

15. 37 al 40 % P_2O_5 ; 50 al 53 % CaP; 2 al 6 % SiO_2 ; 0,4 al 0,6 % MgO; y menos del 2 % CO_2 .

20. Una segunda clase, opuesta a las apatitas, está constituida por los fosfatos sedimentarios del Africa del Norte, que son los más reactivos y los menos duros. Para esta clase lo más apropiado es una fuerte circulación ge-

25.

neral de 30/l a 40/l. En la circulación sobre evaporador es ventajoso rebasar 30/l, pero sería injustificado exceder de 40/l. Los análisis de estos fosfatos se sitúan en los límites siguientes : 29 al 34 % P_2O_5 ; 48 al 51 % CaO; 2 al 4 % SiO_2 ; 0,2 al 0,6 % MgO y 4 al 6 % CO_2 .

En una tercera clase se pueden clasificar de manera general los fosfatos sedimentarios de Florida central, situados a medio camino entre las dos clases precedentes tanto por su reactividad como por su dureza. Las circulaciones elegidas con esta clase de fosfatos estarán comprendidas entre 15/l y 30/l, mientras que las circulaciones sobre el evaporador estarán comprendidas entre 30/l y 40/l. Estos fosfatos se caracterizan por un contenido en silicio frecuentemente muy grande y por una contaminación bastante alta en óxidos de hierro y de aluminio, sin que sin embargo esta última particularidad parezca influir de manera sensible en el problema que nos ocupa. Sus análisis: 30 al 33% de P_2O_5 ; 45 al 47 % CaO; 7 al 11 % SiO_2 ; 0 al 0,5 % MgO y 1,5 al 3,5 % CO_2 .

En tanto no se puedan clasificar de modo más preciso los fosfatos sedimentarios muy diversos de los nuevos yacimientos, cuya explotación está en estudio o se ha iniciado recientemente, se los incluirá en una cuarta clase, con relaciones de circulación general de 10/l a 25/l, y circulaciones sobre evaporador de 20/l a 40/l.

De manera general estos fosfatos han mostrado reactividades relativamente pequeñas, y muchos se caracterizan por la presencia de partículas elementales bastante duras, aunque menos duras que los fosfatos de la primera clase.

5. Su análisis está comprendido generalmente entre los límites siguientes: 28 al 31 % P_2O_5 ; 44 al 48 % CaO ; 4 al 12 % SiO_2 ; 0,5 al 1,2 % MgO y 3 al 6 % CO_2 .

- En los casos de reducidas circulaciones generales se ha visto que es necesario emplear circulaciones locales mediante agitadores en las zonas en que se introducen los reactivos y en las zonas que siguen inmediatamente a éstas en el circuito de pasta, con unos caudales por los que la suma de las relaciones de circulación general y local sea en dichas zonas de por lo menos 25/1.
- 10.

15. De todos modos, uno de los principios de aplicación de esta nueva doctrina de las circulaciones diferenciadas es que se dispone de medios para modificar las circulaciones en función de las calidades de fosfato que se ha elegido emplear.

20. Uno de los fines esenciales del presente invento es realizar un procedimiento de fabricación de ácido fosfórico por vía húmeda, que comprende una serie de zonas de reacción sucesivas, que permite tratar económicamente la mayor parte de los fosfatos actualmente conocidos,
25. sometiénolos solamente a una trituración basta, con velo-

idades de filtración y con rendimientos en ácido fosfórico semejantes o superiores a los que daban hasta el presente los fosfatos tradicionales empleados en el pasado.

5. El presente invento propone además una instalación para la realización del procedimiento.

10. Esta instalación que comprende por lo menos un compartimiento de reacción y un evaporador enfriador conectado a una fuente de vacío y que comunica con este compartimiento de reacción, preveyéndose medios para crear una circulación de una pasta en este compartimiento y en este evaporador enfriador, se caracteriza porque posee al menos cuatro compartimientos de reacción montados en serie, comunicando el evaporador enfriador con uno de estos compartimientos por al menos un tubo barométrico de traida

15. de pasta y con otro de estos compartimientos por al menos un tubo barométrico de descarga de pasta, estando abiertos los extremos inferiores de cada uno de estos tubos y situándose los mismos a una cierta distancia del fondo de los compartimientos respectivos de modo que estén sumergidos

20. en una pasta que circula a través de estos compartimientos, desembocando el extremo superior de los tubos de traida y de descarga en el evaporador enfriador a un nivel situado por debajo del nivel normal de una pasta destinada a atravesar el evaporador enfriador, preveyéndose medios para

25. mantener un gradiente de presión entre las columnas baro-

métricas definidas por los mencionados tubos que corres-
ponda a la obtenida por una diferencia de nivel de pasta
de 30 a 150 cm.

El procedimiento según el invento comprende

5. sustancialmente, muy en particular, un sistema de reacción que comprende, además de las circulaciones locales creadas en las zonas por agitador, dos corrientes de circulación de la pasta: la primera realiza una circulación general en circuito cerrado a través de zonas de reacción sucesivas,

10. desde la zona en que se introduce el fosfato hasta la zona en que se toma la porción de pasta alimentada en la filtración, efectuándose esta filtración, si se desea, a través de una serie de maduraciones, dispuestas fuera del circuito, la segunda realiza una circulación de pasta, so-

15. lamente a través de una parte de las zonas de reacción y de una zona de enfriamiento en vacío o presión reducida, siendo estos dos caudales de circulación independientes entre sí y regulables en función de la calidad del fosfato tratado y de la finura de trituración de éste, siendo las

20. relaciones ologidas respectivamente del orden de 3/1 a 40/1 para la corriente general de circulación, de 20/1 a 40/1 para la circulación en la zona de enfriamiento en vacío, y de 5/1 a 22/1 para las corrientes de agitación local.

25. Con ventaja, la instalación propuesta según el

- invento persigue la obtención de una fuerte circulación de pasta en la zona de enfriamiento en vacío (o "evaporador enfriador"), sin bombeo a un nivel elevado, conectando simplemente la zona de enfriamiento en vacío, mediante dos
5. tubos barométricos separados, a dos zonas de reacción a presión atmosférica y manteniendo entre estas últimas una diferencia de nivel de pasta de 30 cm a 150 cm, siendo suficiente esta diferencia, unida al vacío que reina en el evaporador refrigerador, para mantener el necesario flujo
10. desde la zona de nivel superior hasta la zona de nivel inferior, pasando por el evaporador enfriador y por los tubos barométricos.

- Según esta modalidad de realización particular, la instalación de acuerdo con el invento comprende un conjunto de reacción que comprende al menos una zona de enfriamiento en vacío y varias zonas a presión atmosférica, dos de las cuales tienen niveles diferentes de pasta, que permiten mantener sin bombeo una elevada relación de circulación de pasta de la zona situada a alto nivel hacia
15. la zona situada a bajo nivel, a través de la zona de enfriamiento en vacío y de los tubos barométricos de enlace.
- 20.

- El evaporador enfriador comprende un fondo inclinado hacia el orificio de salida de la pasta y que desemboca en el tubo barométrico de descarga, cuyo extremo
25. inferior está inmerso en el líquido de la zona al nivel

5. más bajo, mientras que el tubo barométrico de traida de la pasta tiene su entrada sumergida en el líquido de la zona al nivel más alto y está unido lateralmente al cuerpo del evaporador enfriador, en la parte inferior de éste, por debajo o sensiblemente a la altura del nivel de la pasta.

10. Habida cuenta del grado de vacío que es necesario en el evaporador enfriador, el cual está vinculado con la temperatura y la concentración del ácido fosfórico de la pasta, el nivel de líquido en el evaporador enfriador se mantiene a un valor intermedio apropiado entre los niveles superiores respectivos de las dos columnas barométricas de pasta que corresponden al grado de vacío realizado, y tomadas respectivamente por encima de los dos niveles de las zonas de reacción atmosféricas que están conectadas con el evaporador enfriador.

15. Resulta que la circulación de pasta se mantiene, de la zona de alto nivel hacia el evaporador enfriador, y de este último hacia la zona de bajo nivel, al valor de caudal vinculado a la diferencia de nivel entre los dos niveles de las zonas de reacción a presión atmosférica.

20.

25. El evaporador enfriador se coloca directamente por encima y al lado de las zonas de reacción implicadas sin su circulación, pudiendo encontrarse su base a una altura máxima de alrededor de 3,5 m por encima del líquido bajo. Se pueden utilizar tubos cortos, prácticamente ver-

5. ticales o muy inclinados, de gran diámetro, y de costo moderado, con una pequeña velocidad de pasta, una ligera pérdida de carga y un pequeño desgaste por frotamiento, de modo que una diferencia de nivel de alrededor de 30 a 150 cm entre las dos zonas de reacción es suficiente para obtener la intensa circulación deseada en el evaporador enfriador. Esto permite eliminar por enfriamiento en vacío el gran calor de reacción, al tiempo que se mantiene la caída de temperatura en el evaporador a un valor bastante inferior a los valores que se practican comunmente.

10.

15. La diferencia de niveles entre las dos zonas de reacción se mantiene mediante uno o varios aparatos de circulación, llamados en la presente descripción "circuladores", que generalmente están equipados con una hélice que permite actuar sobre la velocidad y el caudal de la pasta. Estos circuladores reciclan la pasta enfriada desde la zona a nivel bajo hacia la zona a nivel alto. Los caudales de estos circuladores crean la diferencia de nivel y, por consiguiente, también la circulación en el evaporador enfriador.

20.

25. Las dos zonas a niveles respectivamente alto y bajo conectadas con el evaporador enfriador pueden estar situadas en principio en cualquier parte del circuito, pero aquí se considerará de preferencia el caso en que esas dos zonas son las dos últimas del circuito.

El reciclado de pasta enfriada de la zona de nivel bajo hacia la zona de nivel alto se puede hacer directamente, en cuyo caso el caudal de los circuladores correspondientes pasa por el evaporador enfriador, y por las dos únicas zonas atmosféricas que están conectadas.

10. El reciclado de la circulación general de la pasta se hace igualmente por medio de circuladores, en principio desde la última zona hasta la primera donde comienza la introducción del fosfato. Si la última zona está a un nivel bajo como en el caso de la figura 1, que se describirá con detalle más abajo, la pasta sometida a la circulación general pasa desde la zona situada corriente arriba a nivel alto, en el evaporador enfriador, luego en la zona situada corriente abajo a nivel bajo. Esta circulación general constituye una fracción del caudal de la circulación global de la pasta sobre el evaporador enfriador, correspondiendo el complemento de este caudal al caudal de los circuladores que reciclan directamente la pasta fría desde la zona baja a la zona alta.

20. Por el contrario, si como en el caso de la figura 4, la última zona está a nivel alto, la zona a nivel bajo se encuentra situada corriente arriba y la pasta reciclada, por los circuladores correspondientes, que aseguran la circulación general de la última zona a la primera, no pasa por el evaporador enfriador en el que la circulación

25.

es inversa, sino que se mezcla con la pasta enfriada de la zona a nivel bajo, llevando entonces el segundo grupo de circuladores el todo corriente abajo a la zona situada a nivel alto. En este caso, el caudal de la circulación sobre el evaporador enfriador es la diferencia del caudal de estos circuladores y del caudal de circulación general.

Se pueden prever por lo tanto diversas variantes de circuito para la aplicación del invento. Se examinarán aquí con detalle solamente dos casos concretos, en los ejemplos que se dan más abajo, quedando justificados en la patente los otros casos por analogía.

Los caudales de los circuladores se pueden regular según sea necesario y, paralelamente, la circulación en el evaporador enfriador, al igual que la circulación general, se pueden regular a su valor óptimo respectivo en función del tipo de fosfato utilizado.

Se considerará preferentemente el caso en que las zonas de reacción a presión atmosférica, que no están implicadas directamente en la circulación a través del evaporador enfriador, están sustancialmente en el nivel alto, prescindiendo de la pequeña disminución progresiva de nivel vinculada con el flujo. Sin embargo, en respuesta a condiciones particulares puede haber variantes de realización en esta esfera, sin que el invento sea afectado por ellas.

Las pequeñas diferencias de nivel motrices que se aplican en el presente invento no requieren el empleo de "circuladores" clásicos o de bombas de flujo axial o centrífugas normales (aunque evidentemente se pueden utilizar), pues las correspondientes alturas manométricas se pueden obtener por circuladores o "bombas" muy simplificados, o bien por la acción de agitadores convenientemente dispuestos en las zonas o en un lugar apropiado del circuito. Esto permite reducir de modo sensible el costo de los circuladores y el costo de su explotación.

Las ventajas esenciales del procedimiento y de la instalación del presente invento son las siguientes:

- 15. - todos los tipos de fosfatos pueden ser atacados eficazmente después de su trituración basta, con producción de excelentes cristales de yeso, permitiendo la mejor filtración y el mejor rendimiento económico realizables;
- 20. - una mayor economía de energía eléctrica, realizada gracias a la circulación sin bombeo a través del evaporador enfriador, el gran caudal obtenido y la pequeña caída de temperatura como consecuencia de ello, eliminan prácticamente las incrustaciones en el evaporador y en sus tubos, así como la formación, en la pasta enfriada, de pequeños cristales de yeso indeseables, susceptibles de deteriorar la filtración y el rendimiento;
- 25. - notables economías en los costos de edificación y en los

costos de equipo, así como en la explotación de la fábrica, como resultado del bajo nivel del evaporador enfriador y del empleo de circuladores simplificados.

5. Estas ventajas y algunas particularidades del invento se ponen más claramente de relieve en la descripción siguiente, efectuada a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos anexos.

10. Las figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas, parciales de una instalación de fabricación de ácido fosfórico por vía húmeda según el presente invento, respectivamente en alzado y en planta.

La figura 3 muestra en alzado una variante de un detalle de esta instalación.

15. La figura 4 muestra una variante de realización de la instalación de la figura 1 con circulación inversa sobre el evaporador enfriador.

20. Las figuras 5 y 6 muestran esquemáticamente variantes de medios para producir la altura motriz de la que resulta la fuerte circulación a través del evaporador enfriador.

La figura 7 muestra un ejemplo característico de disposición de los diferentes niveles, columnas barométricas y alturas motrices para una diferencia de nivel motriz de 60 cm en las zonas atmosféricas.

25. En las diferentes figuras, los elementos iden-

ticos o análogos se indican con los mismos signos.

- En las figuras 1 y 2 se representa un conjunto de reacción para la fabricación de ácido fosfórico, que corresponde a la descripción general que precede, y que
5. comprende esencialmente un circuito de pasta cerrado, constituido por una sucesión de zonas de reacción que, por motivos de comodidad, se denominarán en lo que sigue "compartimientos". El circuito posee un número n de compartimientos a presión atmosférica, el cual número es por lo
10. menos de cuatro pero que puede ser de hasta doce o incluso mayor. Además, cuando la calidad del fosfato lo exige, se pueden prever varios compartimientos ($n + 1, n + 2, \dots, n + m$), también a presión atmosférica, fuera de la recirculación de recorrido de los compartimientos 1 a n , disminuyendo progresivamente algunos grados la temperatura
15. de la pasta en los compartimientos suplementarios, mientras que el equilibrio de cristalización es virtualmente alcanzado, lo que reduce sensiblemente la formación de incrustaciones en la instalación de filtración cuando
20. se emplean fosfatos con los que éstas se producen.

- El fosfato se introduce en 10, principalmente o totalmente en el compartimiento 1, y, eventualmente, en el caso de algunos fosfatos particulares, en parte en los compartimientos 2 y/o 3. El ácido sulfúrico y el ácido
25. fosfórico diluido reciclado procedente de la filtración

- y del lavado del sulfato de calcio se introduce respectivamente en 11 y 12, algunas veces en uno solo, pero con más frecuencia en varios compartimientos 1, 2 y 3. En cada uno de los compartimientos sucesivos se mantiene una circulación local mediante uno o varios agitadores A13, y la circulación general de la pasta se mantiene según indican las flechas, a través de los compartimientos 1 a n, por medio de los circuladores 24 que reciclan la pasta de n a 1.
- 5.
10. La pasta que hay que enfriar se retira del compartimiento n - 1 por los tubos barométricos 14 que alimentan el evaporador enfriador 15 en el cual hay una presión reducida llamada "vacío", apta para provocar la ebullición parcial del agua de la pasta. Después del enfriamiento provocado por esta ebullición parcial, la pasta sale
15. por el orificio de salida 16 y el tubo barométrico de descarga 17, en el compartimiento n. Por "barométricos" se entiende que los extremos inferiores de los tubos 14 y 17 permanecen sumergidos en los líquidos de los compartimientos n - 1 y n respectivamente. El fondo del evaporador 18 está inclinado hacia el orificio de salida 16 a
20. fin de facilitar la circulación evitando que se depositen materias sólidas, por lo que dicho orificio 16 se encuentra en el punto más bajo del evaporador, mientras que el orificio de entrada 19 se encuentra sensiblemente más alto,
- 25.

pero por debajo de la cara terminal de la columna barométrica de pasta tomada por encima del nivel líquido 20 en $n-1$, como se explica con más detalle más adelante.

5. La circulación de $n-1$ a n a través del evaporador enfriador 15 y de los tubos barométricos 14 y 17 se obtiene por el mantenimiento entre los compartimientos $n-1$ y n de una diferencia de nivel $22 = 20 - 21$, diferencia producida por la acción de los circuladores 24, que reciclan, a través de los compartimientos 1, 2, ... $n - 1$, el caudal de circulación general de pasta que toman en n , procedente de 15 y $n - 1$, conjugada eventualmente con la acción de circuladores 25 que vuelven a transferir directamente de n a $n - 1$ un caudal de pasta que ha seguido el sentido general de circulación de $n - 1$ a n a través del evaporador enfriador.

15. La circulación a través de este último es, pues, la suma de los caudales de los circuladores 24 (= circulación general) y de los circuladores 25 (complemento de circulación en 15, n y $n - 1$ solamente) y la diferencia de nivel de $n - 1$, esto es $22 = 20 - 21$, se establece automáticamente en el valor que, con ayuda del vacío en 15, da un caudal igual a la suma de los caudales de todos los circuladores 24 y 25. En el caso de que únicamente la circulación general de los circuladores 24 basta para el evaporador enfriador, el paso directo de n a $n - 1$ por los

circuladores es 25 se puede poner fuera de servicio, lo que se ha indicado con trazos discontinuos.

5. Si se prescinde de la pequeña pérdida de nivel progresiva vinculada al flujo del líquido por gravedad y a los ligeros desbordamientos eventuales de un compartimiento al siguiente, el nivel de líquido en los compartimientos 1 a $n - 1$ se mantiene sustancialmente el mismo (20), encontrándose las superficies libres a la presión atmosférica.

10. El "vacío" de intensidad deseada se crea en el evaporador enfriador mediante un conjunto 29, condensador - eyector a vapor o condensador - bomba de vacío, estando ligada esta intensidad a la cantidad de calor que hay que disipar y al caudal y a la composición de la pasta.

15. La pasta se conduce a la filtración por desbordamientos sucesivos de $n - 1$ a $n + 1$, $n + 2$, ..., $n + m$, de donde la bomba 40 la descarga en el filtro, situado generalmente a un nivel elevado y que no se representa en los dibujos.

20. En el procedimiento del presente invento, los fosfatos actualmente conocidos, clásicos y nuevos, triturados bastamente de modo que el 60-75 % pasa por el tamiz 100 mallas Tyler, habiendo sido eliminadas previamente las partículas de más de 0,5 mm y recicladas en la trituración,

25.

- necesitan una temperatura de pasta de 70 a 80°C a la entrada del evaporador enfriador, y el caudal necesario en éste, de 20/l a 40/l, provoca una caída de temperatura de alrededor de 4 a 2°C. Estos valores corresponden a presiones absolutas en el evaporador de 150 a 200 mm Hg. (0,20 a 0,27 kg/cm² o 2,9 a 3,9 psi); es decir, en el caso de una fábrica situada a nivel del mar, a una columna barométrica de 5,20 a 4,75 metros de pasta de densidad 1,6.
- 5.

- La variación de 20/l a 40/l en el caudal del evaporador enfriador será compensada por una diferencia de nivel que variará de 30 a 150 cm, y, paralelamente, la diferencia del nivel 23 del evaporador y del nivel alto "atmosférico" 20 variará alrededor de 16 a 80 cm con relación a la columna barométrica de pasta.
- 10.

- Para atender estas necesidades, se colocará el evaporador a una altura en que el nivel de pasta medio 23, que corresponda al punto alto de la entrada de pasta 19, está 4,35 metros por encima del valor medio fijado para el nivel alto 20 de las zonas de reacción atmosféricas, pudiendo descender este último nivel en el caso de un vacío de 150 mm Hg con un caudal de 20/l.
- 15.
- 20.

- Por lo tanto, se preverá el equipo para un nivel "alto" 20 en las zonas atmosféricas de reacción, pudiendo variar en 30 cm, siendo fácilmente mantenido ese nivel por el ajuste relativo de los caudales de los
- 25.

reactivos alimentados y del caudal de pasta enviado al filtro.

5. Los orificios de entrada y de salida de la pasta del evaporador deben encontrarse desplazados en nivel, a fin de evitar el riesgo de vertido directo de la entrada en la salida. Con dicho fin, el punto bajo de la entrada estará situado, con respecto al punto alto de la salida, a una distancia vertical por lo menos igual al cuarto del diámetro del evaporador. En la práctica, estas diferentes condiciones conducen a colocar el evaporador enfriador muy cerca del
10. techo de los compartimientos asociados con él.

15. Este bajo nivel de instalación es similar a la regla seguida para instalar evaporadores enfriadores de caída libre alimentados por bombeo, en que el punto bajo del fondo se encontraba a alrededor de 5 metros por encima de ese mismo fondo, y en que el bombeo debía proporcionar además una caída libre de varios metros en el interior.

20. En una instalación clásica, con evaporador con caída libre, que producía 1.200 toneladas de P_2O_5 en 24 horas, se utilizaba un caudal de reciclado de pasta a través del evaporador de relación 15/1 que necesitaba el empleo de 2 bombas centrífugas de 300 CV cada una, es decir 600 CV en total. Para la misma instalación con el dispositivo de circulación propuesto por el presente invento,
25. la potencia necesaria descendería a 50 CV. Si, además,

se produce un caudal de circulación con una relación 30/1, común para la circulación general y para la del evaporador, la potencia subirá a 125 CV. Las reducciones respectivas de $600 - 50 \text{ CV} = 550 \text{ CV}$ y $600 - 125 = 475 \text{ CV}$ corresponden a una economía del orden del 10 % sobre el costo total de la energía necesaria a la producción, lo que es un factor importante del precio de costo.

Hay que añadir la economía todavía más importante sobre la energía de trituración, que puede representar del 40 al 60% de ésta. En total una economía del orden del 25% sobre la energía acumulada de trituración y de fabricación.

Para la capacidad señalada de 1.200 T. de P_2O_5 al cabo de 24 horas, los caudales de 15/1, 20/1, 30/1, 40/1 corresponden para los fosfatos y las condiciones más corrientes, respectivamente a 6.000, 8.000, 12.000 y 16.000 m^3/hora . Para obtener estos caudales con pequeñas alturas barométricas, se pueden emplear hélices o circuladores simplificados montados, por ejemplo, como los circuladores 24 y 25 de la figura 1 en grandes tuberías que aseguran el enlace entre los compartimientos. Según una variante, el reciclado de n en l, por ejemplo, se puede hacer con un circulador 26 instalado en un sifón 27, cebado por un conducto de vacío 28 enchufado al evaporador 15, como se representa en la figura 3.

El empleo de circuladores 24, 25 o 26 de caudales variables, instalados como se muestra en las figuras 1, 2 y 3 permite realizar con ventaja en las grandes fábricas, actuales o previsibles, cualquier combinación de caudales en la que el caudal de circulación sobre el evaporador es mayor o igual al caudal general reciclado, dentro de los límites respectivos propuestos de 20/1 a 40/1 y de 3/1 a 40/1.

Podría no ser necesario disponer de una variación continua de caudales, por ejemplo por variadores continuos de velocidad, dado que los caudales próximos a los caudales óptimos darían ya resultados suficientes. En tal caso, puede conseguirse alguna selección de velocidad mediante un juego de correas en V con poleas de diversos diámetros, y utilizando grupos de varios circuladores en paralelo se podrá disponer de alguna gradación discontinua de caudales por la puesta en servicio de un número variable de estos circuladores.

En la variante de la figura 4, en que la circulación en el evaporador está invertida con respecto a la circulación general, el caudal de los circuladores 25 es la suma del caudal de los circuladores 24 de reciclado de la circulación general y del caudal que circula en el evaporador 15. Esta variante permite pues realizar en el evaporador cualquier caudal deseado independientemente del

caudal elegido para la circulación general.

- La figura 5 muestra una variante de realización en que los compartimientos n y $n - 1$ tienen dimensiones reducidas; la diferencia $22 = 20 - 21$ es creada por los agitadores de hélice A 13 - 30 y A 13 - 31, siendo los diámetros de las hélices aproximadamente iguales al 70 % de los diámetros respectivos de los compartimientos cilíndricos, empujando el agitador del compartimiento a nivel bajo la pasta hacia abajo, mientras que el del compartimiento a nivel alto la empuja hacia arriba. En la figura 6, es en una u otra o en las dos tuberías barométricas 14 ó 17 donde se crea una diferencia de presión motriz mediante los agitadores de hélice 32 y/o 33, de modo que se obtenga la circulación deseada. En este caso, las dos tuberías barométricas pueden sumergirse en un solo y mismo compartimiento.

- La figura 7 muestra un caso preciso de funcionamiento de la circulación sobre el evaporador 15, por ejemplo, por la presión motriz $22 = 20 - 21 = 60$ cm, en el caso de dos niveles de pasta. Las columnas barométricas 34 están trazadas sobre los niveles 20 y 21. El flujo de $n - 1$ a 15 se obtiene por la altura motriz $35 = 35$ cm, igual a la diferencia entre 34 y la distancia 37 entre los niveles 20 y 23. El flujo de 15 a n se hace por la altura motriz $36 = 25$ cm igual a la diferencia entre $(23 - 21 = 38)$

y 34-a condición de que $35 + 36 = 22 = 60$ cm.

Todas las variantes de disposición indicadas más arriba se aplican fácilmente a los sistemas de reacción de tinas o compartimientos múltiples.

5. La disposición representada en la figura 6 es también conveniente para aplicar el invento a sistemas de reacción que solamente poseen un nivel de pasta. Esta disposición será también preferida cuando se quiera trasegar el caudal hacia el evaporador enfriador de una determinada zona de reacción y reintroducir la pasta enfriada en el circuito de reacción por la misma zona.

15. Por consiguiente, esta disposición se utilizará de preferencia cuando el presente invento de tres circulaciones con relaciones respectivas elegidas deba injertarse en un sistema de reacción que posea solamente una tina, con un solo nivel de pasta. En este caso, las tres circulaciones -local, general y a través del evaporador enfriador- estarán materializadas por las redes específicas de circulación respectivas de los diversos agitadores, y circuladores (o bombas), localizadas de modo apropiado en la tina o lateralmente a ésta, con ayuda de deflectores de trazados apropiados, siendo incumbencia de los técnicos especializados en hidráulica la realización detallada del conjunto del dispositivo de reacción.

25. Ejemplos de aplicación:

- Se ha emprendido una experimentación en gran escala en una instalación industrial con las características correspondientes a las reivindicaciones 1 a 7 y 10 que se exponen más abajo, permitiendo tratar hasta 50 toneladas de fosfatos por hora y provista de un circulador para la circulación general con variador de velocidad que permite una gama de caudales de 250 a 4.000 m³/h y de un circulador para la circulación sobre el evaporador enfriador provisto de una transmisión por correas que permite caudales de 1500 a 6000 m³/h por cambios de poleas.
- 5.
- 10.

- Las zonas de reacción poseían cuatro compartimientos iguales con un volumen total de pasta que podía variar de 360 m³ a 380 m³ más un quinto de pequeño volumen en el que estaba instalado el circulador hacia el evaporador.
- 15.

Se disponía además de un cierto número de zonas de maduración cuya acción no se toma en cuenta aquí.

- En todos los ensayos, la introducción de los reactivos se efectuó en los dos primeros compartimientos.
20. El filtro rotativo plano en vacío y a células, de tres lavados a contracorriente, estaba provisto de un variador de velocidad con una relación de 1 a 6, por lo que en cada ensayo se podía estabilizar la marcha de la instalación con la velocidad del filtro ajustada al valor mínimo al que la superficie de la torta aparecía en cada célula muy
- 25.

- exactamente inmediatamente antes que el líquido de lavado siguiente fuese vertido en ella. Las velocidades del filtro, así como los espesores de las tortas que son inversamente proporcionales a éstas, dan por lo tanto series de números
5. que corresponden a una medición de filtrabilidad del sulfato de calcio obtenido (mayor espesor = mayor filtrabilidad).

- El caudal de agua de lavado se ajustaba en función de la calidad del fosfato y de la torta, variando ésta
10. con la filtrabilidad, de modo que la cantidad de agua que atraviesa la torta da en el ácido producto un porcentaje de P_2O_5 del 29-30 % (en peso), correspondiendo también el caudal así determinado a un lavado óptimo de la torta.

- El caudal de los agitadores era de $1080 \text{ m}^3/\text{h}$
15. ($12/1$ para un caudal de base de $90 \text{ m}^3/\text{h}$), pero debió ser aumentado, entre otras para la apatita del siguiente ensayo nº 3, a $2000 \text{ m}^3/\text{h}$, ($22,2/1$) en los tres primeros compartimientos, debido a la mediocridad de los resultados obtenidos con el caudal más bajo. En los siguientes ensa-
20. yos, la gran velocidad de los tres primeros agitadores fue empleada en los casos en que la relación de circulación general era como máximo igual a $10/1$, y los resultados correspondientes se han marcado con el índice (GV).

Ensayo nº 1 :

25. - Se tratan por hora 37 toneladas de fosfato de Africa del

Norte con 33 % de P_2O_5 con 32,4 toneladas de H_2SO_4 que dan un caudal de base de pasta de $90\text{ m}^3/\text{h}$, lo que permite conseguir cuatro horas de retención en el volumen de reacción de 360 m^3 .

5. - Con una circulación general y una circulación sobre evaporador ajustadas ambas a $3.150\text{ m}^3/\text{h}$, (35/l), se estabiliza la marcha con una torta de 70 mm, y un contenido total de P_2O_5 en el yeso ($CaSO_4 - 2\text{ agua}$) del 0,61 %.
- Se reduce entonces la circulación general a $1800\text{ m}^3/\text{h}$
10. (20/l), la filtrabilidad se deteriora, y para restablecer el equilibrio en la filtración hay que reducir el espesor de la torta a 40 mm, subiendo el porcentaje de P_2O_5 al 0,82 %.
- Habiéndose restablecido la circulación general a la relación 35/l, se reduce esta vez la circulación sobre el evaporador a 20/l, la torta desciende a 45 mm, aumentando su P_2O_5 al 0,72 %.
15. - Una vez restablecida la circulación sobre evaporador a 35/l, se aumenta la circulación general a su máximo de
20. $4000\text{ m}^3/\text{h}$ (44,5/l), la torta desciende a 45 mm, y el P_2O_5 aumenta al 0,77 %.
- Después de restablecer la circulación general a 35/l, se eleva la circulación sobre evaporador de 35/l a 40/l, la torta permanece en 70 mm y el P_2O_5 permanece estable
25. al 0,62 %. Aumentando al máximo de $6000\text{ m}^3/\text{h}$ (66/l), no

se obtiene ninguna mejora.

Ensayo nº 2 :

En condiciones similares, 34,5 toneladas por hora de fosfato de Florida Central con 32 % P_2O_5 son tratadas con 27,2 toneladas de H_2SO_4 , obteniéndose el mismo caudal de base de 90 m^3/h .

- Con 2250 m^3/h de circulación general (25/1) y 3150 m^3/h (35/1) sobre el evaporador, la torta es de 80 mm, con 0,65 % de P_2O_5 .
- 10. - Con 10/1 y 35/1 respectivamente 55 mm y 0,58 % P_2O_5 (GV)
- Con 25/1 y 20/1 respectivamente 58 mm y 0,75 % P_2O_5
- Con 35/1 y 35/1 respectivamente 57 mm y 0,80 % P_2O_5
- Con 25/1 y 40/1 respectivamente 80 mm y 0,65 % P_2O_5
- Con 25/1 y 66/1 respectivamente 80 mm y 0,64 % P_2O_5

15. Ensayo nº 3 :

En condiciones similares, 28,9 toneladas por hora de apatita con 39 % P_2O_5 se tratan con 26,5 toneladas de H_2SO_4 , que dan el mismo caudal de base de 90 m^3/h .

- Con 450 m^3/h de circulación general (5/1) y 2250 m^3/h de circulación sobre el evaporador (25/1), la torta es de 55 mm con el 0,70 % de P_2O_5 (GV).
- 20. - Con 2,8/1 y 25/1 respectivamente 50 mm con 0,75 % P_2O_5 (GV)
- Con 5/1 y 10/1 respectivamente 40 mm con 0,85 % P_2O_5 (GV)
- 25. - Con 15/1 y 25/1 respectivamente 35 mm con 0,95 % P_2O_5

- Con 5 /1 y 40/1 respectivamente 55 mm con 0,69 % P_2O_5
- Con 0 y 25/1 respectivamente el filtro es demasiado pequeño (GV)
- Con 5/1 y 66/1 respectivamente 55 mm con 0,69 % P_2O_5 (GV)

5. Ensayo nº 4 :

En condiciones similares, 34,1 toneladas de fosfato de Florida del Norte con 30 % de P_2O_5 se tratan con 26,5 toneladas de H_2SO_4 que da el mismo caudal de base de 90 m³/h.

- 10. - Con 1080 m³/h (12/1) de circulación general y 2700 m³/h (30/1) de circulación sobre el evaporador, la torta es de 75 mm con el 0,76 % de P_2O_5 .
- Con 5/1 y 30/1 respectivamente 40 mm y 1,02 % P_2O_5 (GV)
- Con 12/1 y 10/1 respectivamente 45 mm y 0,95 % P_2O_5
- 15. - Con 35/1 y 30/1 respectivamente 45 mm y 0,98 % P_2O_5
- Con 12/1 y 40/1 respectivamente 75 mm y 0,76 % P_2O_5
- Con 12/1 y 66/1 respectivamente 75 mm y 0,75 % P_2O_5

Caso de fosfatos triturados más finamente

- Todos los ensayos que preceden se han realizado con fosfatos triturados bastamente, es decir con una fracción del 60 % que pasa por el tamiz "100 mesh Tyler" (pero habiéndose eliminado los granos que excedían de 0,5 mm) - que es la trituración exigida en las condiciones económicas actuales, en la medida en que se aplican las prescripciones del presente invento.
- 20.
 - 25.

Si se emplea una trituration más fina, como se venía haciendo en el pasado, es decir, por ejemplo, que pasa el 90 % por el tamiz 100 mesh, se obtiene con los fosfatos duros y poco reactivos, a costa de una energía de trituration elevada, una reactividad sensiblemente mayor que requiere la elección de una circulación general más grande.

Por ejemplo, empleando la misma apatita que en el ensayo nº 3, habrá que elegir entonces como relación de circulación : - circulación general 15/1 a 25/1,
- circulación en evaporador 20/1 a 30/1,
- circulación agitadores : no varía la regla

Las relaciones de circulación se han expresado en la descripción precedente en forma de proporción. Comúnmente se expresan también como porcentaje del caudal de base elegido. A título de ejemplo, una relación de circulación de 20/1 corresponde a una circulación de un caudal igual al 2000 % del caudal de base.

Las descripciones y los ejemplos han mostrado zonas de reacción que trabajan a presión atmosférica, mientras que en la zona de enfriamiento en vacío rige la presión reducida correspondiente a la intensidad de la ebullición al vacío que se quiere obtener. Es sin embargo evidente que el conjunto o una parte de las zonas de reacción pueden trabajar a una presión diferente de la atmos-

- férica, aunque superior a la presión reducida de la zona de enfriamiento bajo vacío, quedando entendido que se toman disposiciones para asegurar las circulaciones específicas, en relación con la o las presiones de trabajo elegidas. En este caso, se reservará el nombre de columna barométrica a la altura del líquido de un cilindro vertical abierto por su extremo inferior, sumergido en un recipiente a la presión de trabajo, estando cerrado dicho cilindro por su extremo superior, y estando el líquido que contiene en estado de equilibrio con el líquido de dicho recipiente, teniendo ese cilindro además una altura tal que quede, por encima de la superficie libre de la columna de líquido que contiene, una fase gaseosa a la misma presión reducida que la de la zona de enfriamiento bajo vacío, contándose dicha columna barométrica en su base a partir del nivel de la superficie libre del líquido en el recipiente inferior.

En conclusión, el ámbito del invento se puede resumir de la manera siguiente.

- Se conocía producir, en una circulación de pasta de ácido fosfórico, las reacciones que daban como producto ácido fosfórico y sulfato de calcio cristalizado, con el fin de dispersar y diluir los reactivos en ella y de dar al sulfato de calcio buenos gérmenes sobre los que pudiese cristalizar de preferencia. Pero se admitía gene-

ralmente y estaba bien establecido que circulaciones del orden de 15/1 o 20/1 eran muy apropiadas para toda clase de fosfatos.

5. Los intentos de establecer para las reacciones nuevas bases fundamentalmente diferentes de las antiguas, con una circulación unificada con una relación excesivamente grande, no han surtido efectos visibles.

10. Se desconocía que las condiciones de circulación debían ser así modificadas en función del fosfato utilizado y de la finura de la trituración.

15. El invento ha puesto de manifiesto que hace falta una finura determinada para cada fosfato, elegir una combinación óptima de las tres circulaciones definidas de manera precisa en la presente, para obtener los resultados más favorables, y que las horquillas de las relaciones de circulación, si bien superando ampliamente las relaciones empleadas hasta el presente, no debían alcanzar, ni mucho menos, las relaciones exageradas propuestas por los procedimientos de circulación única.

20. Cabe señalar que las unidades "toneladas" usadas en el presente texto se refieren a toneladas métricas.

= . =

REIVINDICACIONES

25. Descrito el objeto del presente invento se declaran nuevas y de propia invención las siguientes rei-

vindicaciones.

1. Procedimiento con su instalación de realización para fabricar ácido fosfórico por vía húmeda, que comprende la reacción de ataque de un mineral de fosfato con ácido sulfúrico, la cristalización del sulfato de calcio así obtenido, la separación de este último por filtración y lavado con agua, y el reciclado, hacia dicho ataque, a título de reactivo auxiliar de ataque, de una parte de los filtrados resultantes de esta separación y de este lavado, constituyendo la parte restante de estos filtrados el ácido fosfórico producido, según el cual procedimiento la reacción se efectúa en una pasta acuosa de reacción que contiene ácido fosfórico y sulfato de calcio resultante de las reacciones y cristalizaciones anteriores, hallándose incluso esta pasta de reacción en una sucesión de zonas de reacción en cada una de las cuales se mantiene una circulación local de la pasta, los reactivos, esto es el mineral de fosfato, el ácido sulfúrico y la parte reciclada de los mencionados filtrados, siendo introducidos en una o varias de estas zonas; mientras que se extrae, a partir de una de las zonas de reacción, más adelante de las zonas en que se introducen dichos reactivos, para ser sometida a la citada filtración, una porción de la pasta, a un caudal definido como "caudal de base de pasta", que corresponde al caudal de

- los productos obtenidos a partir de los caudales de dichos reactivos introducidos en las zonas de reacción, poniéndose en comunicación por lo menos una zona de reacción con por lo menos una zona llamada "zona de enfriamiento bajo vacío", en la que reina una presión reducida inferior a la que reina por encima de las zonas de reacción de la pasta, la cual presión reducida produce, en la pasta que atraviesa esta zona de enfriamiento bajo vacío, una evaporación parcialmente controlada del agua incluida y una caída correspondiente de temperatura, siendo mantenida la pasta en circulación, en circuito cerrado, a través de la zona de enfriamiento bajo vacío, así como a través de por lo menos una parte de las zonas de reacción, en las que esta circulación se superpone a cada una de las circulaciones locales, y, desde la introducción de los reactivos hasta la salida de dicha porción de pasta hacia la filtración, al flujo correspondiente al citado caudal de base, caracterizado porque se realiza una combinación óptima de los citados caudales de circulación de pasta en función de la naturaleza del mineral de fosfato utilizado, dentro de los límites que se definen a continuación:
5. A) el caudal de la circulación general o principal a través de las zonas de reacción es del orden de 300 a 4000 % del caudal de base de pasta,
 10. B) el caudal de la circulación a través de la zona de en-
 - 15.
 - 20.
 - 25.

- friamiento bajo vacío es del orden de 2000 a 4000 % del caudal de base,
- C) el caudal de las circulaciones locales en cada una de las zonas de reacción es del orden de 500 a 2200 % del caudal de base,
5. D) la suma de los caudales de la circulación general y de la circulación local es por lo menos del orden de 2500 % del caudal de base, en cada una de las zonas de reacción donde se añaden los reactivos, así como en la zona que sigue a cada una de ellas en el orden de flujo de la circulación general.
- 10.

2. Procedimiento de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque como reactivo se emplea un mineral de fosfato que contiene una fracción del 60 al 75 % en peso de granos que pasan por el tamiz "100 mesh Tyler", es decir que poseen una dimensión inferior a aproximadamente 0,15mm.

15.

3. Procedimiento de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque como reactivo se emplean granos de mineral de fosfato con un diámetro máximo de 0,5 mm.

20.

4. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque para utilizar como reactivo minerales de fosfato "muy blandos y muy reactivos", de naturaleza correspondiente a

25.

la de los fosfatos sedimentarios de Africa del Norte, se mantiene el caudal de la circulación general de la pasta, así como el de la circulación en la zona de enfriamiento bajo vacío dentro de límites que corresponden al 3000 y 4000 % del caudal de base.

5. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque para utilizar como reactivo minerales de fosfato "muy duros y muy poco reactivos" de naturaleza correspondiente a la de las apatitas de origen ígneo, se mantiene el caudal de la circulación general de la pasta y el caudal de la circulación general en la zona de enfriamiento bajo vacío dentro de límites que corresponden respectivamente para el primero al 300 y 1000 % y para el segundo al 2000 y 3000 % del caudal de base.

6. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque para utilizar fosfatos "medianamente duros y medianamente reactivos" de naturaleza correspondiente a la de los fosfatos corrientes de Florida Central, se mantiene el caudal de la circulación general de la pasta y el caudal de la circulación en la zona de enfriamiento bajo vacío dentro de límites que corresponden respectivamente para el primero al 1500 y 3000 % y para el segundo a 3000 y 4000 % del caudal de base.

7. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque se someten los reactivos y los productos de la reacción a un tiempo de retención de por lo menos 4 horas en una pasta de reacción incluida en al menos cuatro zonas de reacción, introduciéndose los reactivos por porciones sucesivas en la primera mitad del volumen de pasta circulante a fin de mantener la concentración de los iones SO_4^{2-} en la pasta entre 15 y 30 g/l, según la naturaleza del mineral de fosfato empleado.

8. Procedimiento de conformidad con la reivindicación 7, caracterizado porque la pasta de reacción está incluida en seis a doce zonas de reacción, y porque los reactivos se introducen por porciones sucesivas, cada uno en por lo menos una de las cuatro primeras zonas de reacción.

9. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque en la zona de enfriamiento bajo vacío se mantiene una circulación con un caudal superior al de la circulación general.

10. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8, caracterizado porque el caudal de la circulación general y el de la circulación en la zona de enfriamiento bajo vacío se mantienen idénticos, confundándose estas dos circula-

cionos en una sola circulación a través de las zonas de reacción y de la zona de enfriamiento bajo vacío.

5. 11. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la porción de pasta extraída del circuito cerrado para ser sometida a la filtración pasa previamente por una serie de zonas de "maduración" que tiene cada una un caudal de circulación local individual comprendido entre el 200 y el 1000 % del caudal de base de pasta, pero sin circulación global particular a través de todas estas zonas de maduración, habiendo en estas zonas un volumen tal de pasta que asegura un tiempo de maduración de 1 a 3 horas.

15. 12. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque la circulación de pasta se realiza a través de la zona de enfriamiento bajo vacío manteniendo una diferencia de nivel de 30 a 50 cm entre dos zonas de reacción, y manteniendo, para cada una de esas zonas, una comunicación de la pasta con la zona de enfriamiento bajo vacío mediante por lo menos una columna barométrica continua de pasta cuyo extremo inferior está abierto en la pasta de la zona respectiva, mientras que el extremo superior se enchufa a la zona de enfriamiento bajo vacío.

25. 13. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado en que la

- instalación para su realización, del tipo que comprende un dispositivo de reacción que contiene una pasta de reacción incluida en por lo menos un recinto de reacción y por lo menos un evaporador enfriador bajo presión reducida conectado a una fuente de vacío, comunicando la pasta de este último con la del primero, prevoyéndose medios para crear una circulación de la pasta en este recinto y en este evaporador enfriador, esencialmente en el recinto de reacción posee por lo menos cuatro compartimientos de reacción dispuestos en serie, comunicando el evaporador enfriador en su fase pasta con uno de estos compartimientos por al menos un tubo barométrico de alimentación de pasta y con otro de estos compartimientos por al menos un tubo barométrico de descarga de pasta, los extremos inferiores de estos tubos estando abiertos e inmersos en la pasta a alguna distancia del fondo del compartimiento correspondiente, desembocando el extremo superior de los tubos de alimentación y de descarga en el evaporador enfriador a un nivel situado por debajo o sensiblemente a la altura del nivel normal de la pasta que circula, preveyéndose medios para mantener entre las columnas barométricas de dichos tubos un gradiente de presión correspondiente al que da una diferencia de nivel de pasta de 30 a 150 cm.
14. Procedimiento de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque en la citada instalación los
5. ...
 10. ...
 15. ...
 20. ...
 25. ...

- medios para mantener dicho gradiente de presión entre las columnas barométricas comprende al menos una hélice montada en un conducto de comunicación directa por medio de un sifón entre los dos compartimientos separados físicamente que se comunican respectivamente con tubos barométricos de alimentación del evaporador enfriador a fin de retirar pasta del compartimiento que comunica con el tubo barométrico de descarga y transversal al compartimiento que comunica con el tubo barométrico de alimentación, de modo que asegure una diferencia de nivel del orden de 30 a 150 cm entre las pastas de dichos dos compartimientos.

15. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 13 y 14, caracterizado porque en la citada instalación por lo menos una hélice de eje sensiblemente vertical funciona en la pasta de cada uno de los dos compartimientos separados físicamente y que se comunican respectivamente con el evaporador enfriador, las hélices de los compartimientos que corresponden respectivamente a los tubos barométricos de alimentación y de descarga estando dispuestas de modo que impulsen la pasta respectivamente hacia arriba y hacia abajo, y las pastas de los dos compartimientos comunicando entre sí por su parte baja, a fin de crear una diferencia de nivel del orden de 30 a 150 cm entre las pastas de los dos comparti-

mientos.

5. 16. Procedimiento de conformidad con la reivindicación 15, caracterizado porque dichos dos compartimientos tienen forma sensiblemente cilíndrica, siendo los diámetros de las hélices sensiblemente iguales al 70 % de los diámetros respectivos de los compartimientos en lo que están alojadas.

10. 17. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, caracterizado porque los medios para mantener el gradiente de presiones entre las dos columnas barométricas están constituidos, total o parcialmente, por al menos una hélice para hacer circular la pasta montada en por lo menos uno de los tubos barométricos, cada una de ellas según un eje de rotación que se confunde sensiblemente con el eje del tubo barométrico correspondiente.

20. 18. Procedimiento de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque en la citada instalación los tubos de alimentación y de descarga del evaporador enfriador están inmersos en un solo y mismo compartimento, estando constituidos los medios previstos para mantener el gradiente de presión entre las correspondientes columnas barométricas por al menos una hélice montada en por lo menos una de dichas tuberías barométricas, confundiendo sensiblemente el eje de rotación de la hélice con el eje del correspondiente

25.

tubo barométrico.

5. 19. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, caracterizado porque el evaporador enfriador está constituido por un recinto de fondo inclinado, el tubo barométrico de alimentación está enchufado lateralmente a este recinto, del lado más elevado de este fondo y en un lugar situado por debajo o sensiblemente a la altura del nivel de la pasta en este recinto, mientras que el tubo barométrico de descarga se enchufa en el lugar más bajo del fondo de este recinto, siendo la distancia vertical que separa las dos aberturas de enchufe por lo menos igual al cuarto del diámetro equivalente de la superficie de la pasta en el evaporador enfriador.

15. 20. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, caracterizado porque en cada uno de los compartimientos de la citada instalación funciona por lo menos un agitador, de manera que cree una circulación local individual en la pasta que lo atraviesa, pudiéndose ajustar o regular la velocidad de dicho agitador.

25. 21. Procedimiento de conformidad con la reivindicación 20, caracterizado porque por lo menos una parte de los compartimientos de reacción están separados unos de otros por una barrera física, efectuándose el trasvase de la pasta de un compartimiento al otro por desbordamiento

por los pasos inferiores o laterales o por medio de conductos de comunicación, directos o en sifón.

5. 22. Procedimiento de conformidad con la reivindicación 20, caracterizado porque por lo menos algunos compartimientos de reacción sucesivos están reunidos en una misma tina, sin estar separados unos de otros por medio de tabiques, efectuándose la división en compartimientos de modo hidráulico por la red de las circulaciones producidas por los agitadores.

10. 23. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 21 y 22, caracterizado porque los compartimientos de reacción situados antes del evaporador enfriador están agrupados en por lo menos otra tina.

15. 24. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 23, caracterizado porque el compartimento de reacción, en el que desemboca el tubo barométrico de descarga, está situado después del compartimento de reacción de donde parte el tubo barométrico de alimentación, con respecto al sentido general de circulación de la pasta en los compartimientos sucesivos a la salida del o de los compartimientos en que tiene lugar la introducción de los reactivos.

20. 25. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 23, caracterizado

porque el compartimiento de reacción en el que desemboca el tubo barométrico de descarga, está situado antes del compartimiento de reacción de donde sale el tubo barométrico de alimentación con respecto al sentido general de circulación de la pasta en los compartimientos sucesivos y como punto de partida del o de los compartimientos en que tiene lugar la introducción de los reactivos.

- 5.
26. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 25, caracterizado porque uno de los compartimientos de reacción que comunica con el evaporador enfriador está unido directamente por lo menos a un compartimiento de reacción en el que se introduce mineral de fosfato por medio de un conducto de enlace en el que está montada una hélice que impulsa la pasta hacia este último compartimiento.
- 10.
- 15.

27. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 26, caracterizado porque dichas hélices y agitadores son de velocidad regulable, de manera que permitan variar el caudal de la circulación general, de la circulación sobre el evaporador enfriador y de las circulaciones locales de los compartimientos en función de la clase de minerales de fosfato empleados.
- 20.

28. Procedimiento, de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 20, 24 y 26, caracterizado porque las únicas hélices según la reivindicación 26 rea-
- 25.

lizan a la vez la diferencia de nivel de 30 a 150 cm en los compartimientos que comunican con las tuberías barométricas del evaporador enfriador, y una única circulación general a través del evaporador enfriador y de sus compartimientos de reacción, superponiéndose la circulación local en cada uno de estos últimos a la circulación general.

29. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 14, 20, 24 y 26, caracterizado porque los caudales de las hélices según las reivindicaciones 14 y 26 se conjugan para dar en el evaporador enfriador un caudal igual a la suma de estos dos caudales según el esquema de la figura 1.

30. Procedimiento de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 14, 20, 25 y 26, caracterizado porque el caudal de circulación en el evaporador enfriador corresponde a la diferencia de los caudales de las hélices según las reivindicaciones 14 y 26, según el esquema de la figura 4.

31. Procedimiento con su instalación de realización para fabricar ácido fosfórico por vía húmeda.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 63 páginas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 23 de Junio 1978

p. a.

J. M. IBERN

Firmado: JESUS PICAZO

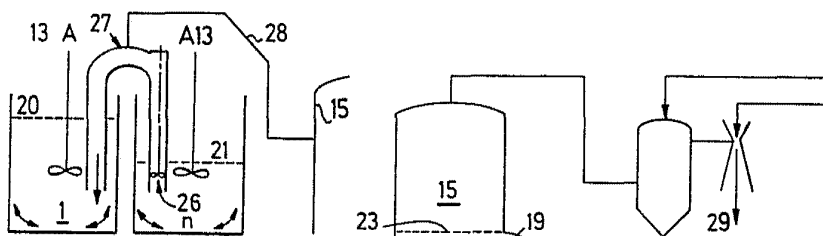


Fig. 3

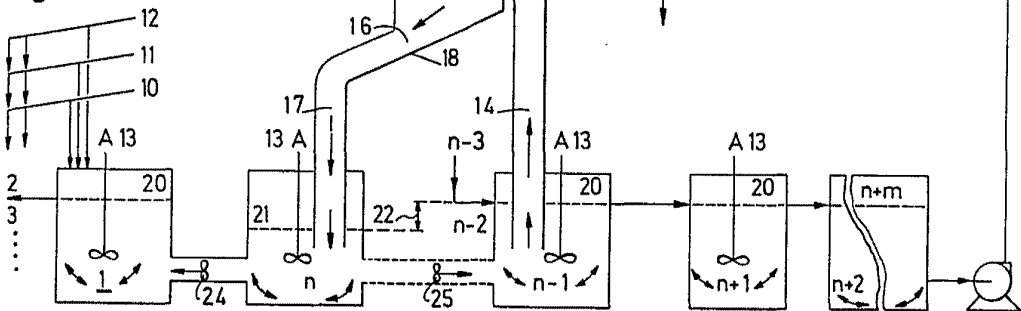


Fig. 1

Madrid, a 23 JUN. 1978
p.a. JAIME ISERN

p. p.

Firmado: JESUS PICAZO

Fig. 2

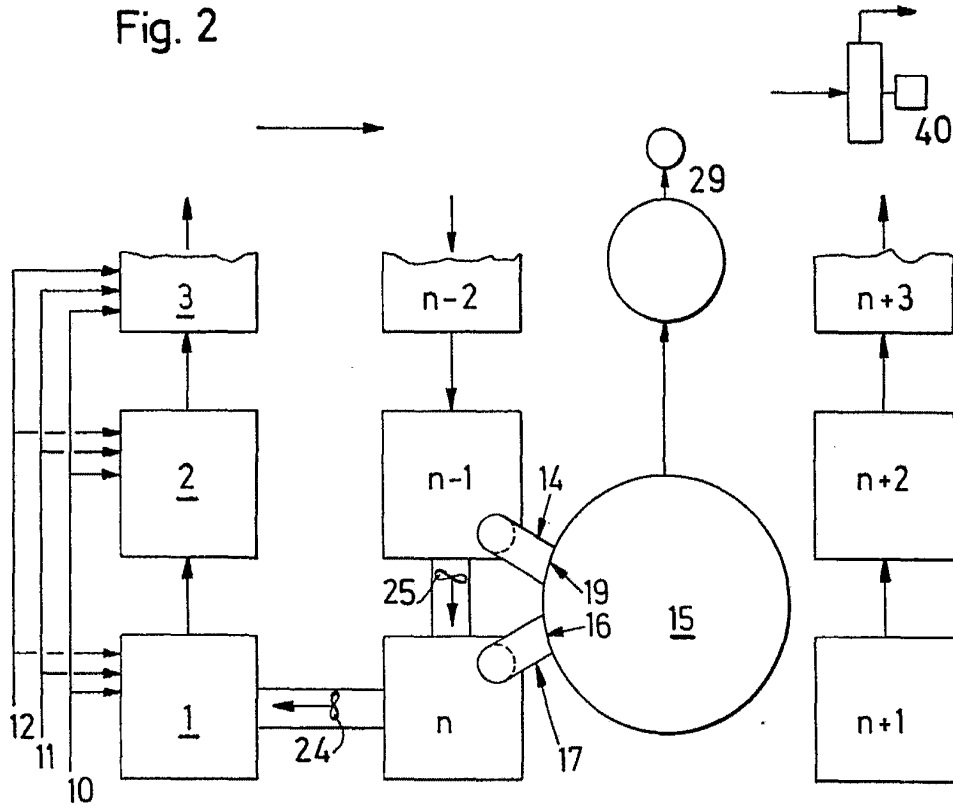
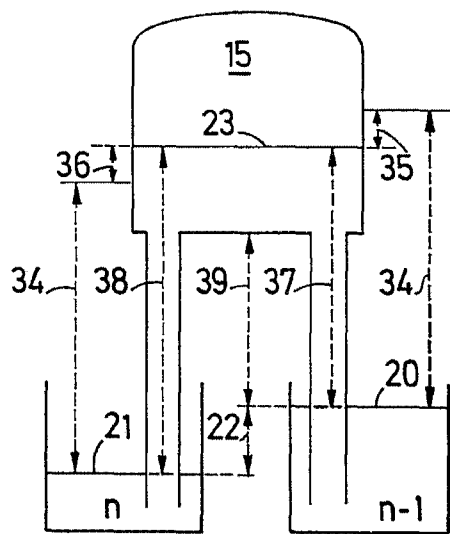


Fig. 7

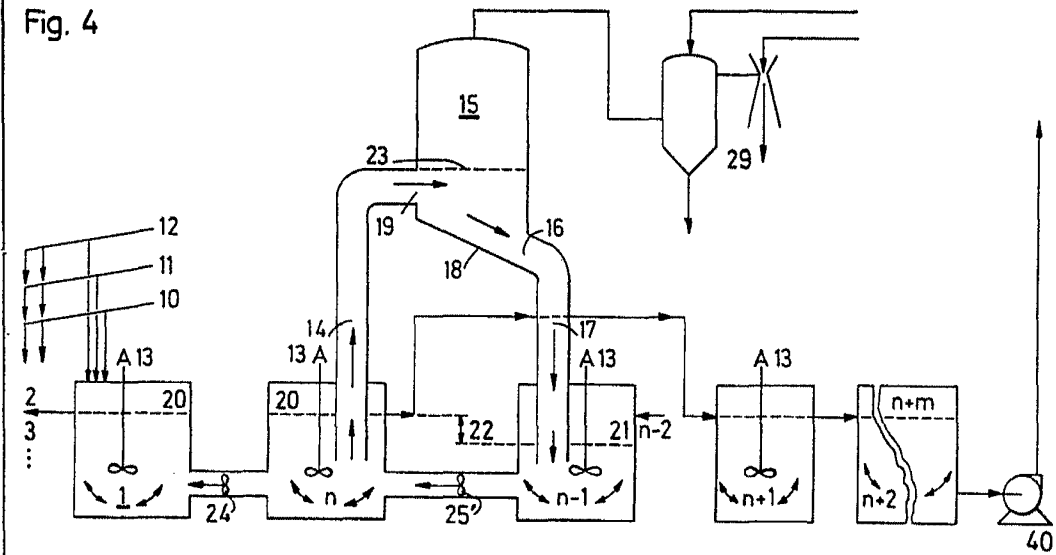


Madrid, a 23 JUN. 1978
p.a.

JAIM  ISERN

p. p.

Fig. 4



Madrid, a 23 JUN. 1970
p.a.

JAIME ISERN
p.p.

Firmado: JESUS PICAZO

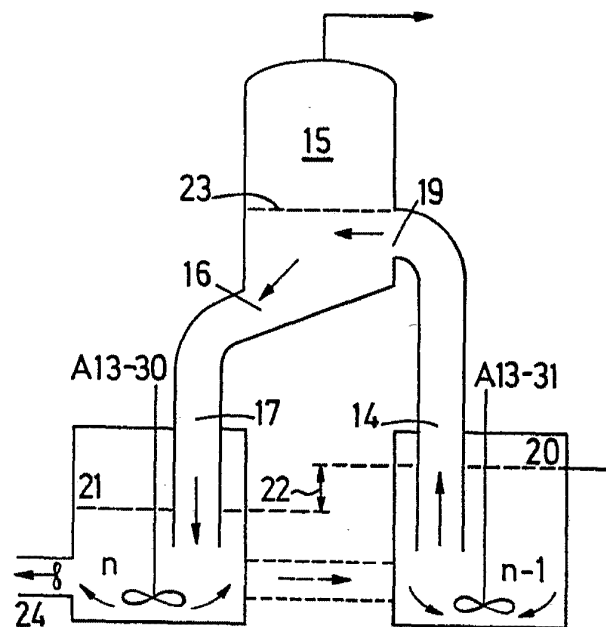


Fig. 5

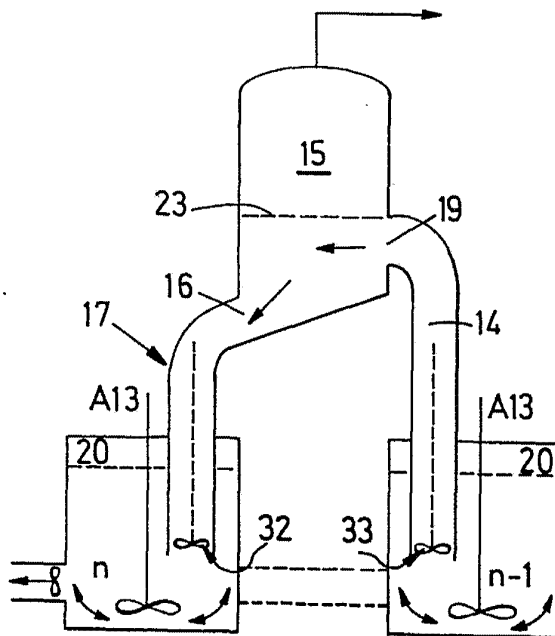


Fig. 6 Madrid, a 23 JUN. 1978
p.a.

JAIME ISERN
P-P

Firmador: JESUS PICAZO