

ocimiento mejorado para el tratamiento de la leucita y de otros silicatos complejos que contengan potasio, los cuales son descomponibles por los ácidos minerales, silicatos ácidos que en adelante llamaremos "silicatos de la clase descrita".

Entre sus objetos se encuentran los de proporcionar un método de recuperar los valores de potasa contenidos en las materias primas, y producir de esas substancias unos abonos ó fertilizadores compuestos. Asimismo otros objetos del expresado invento irán apareciendo en la descripción detallada que de este pasamos á hacer.

Hasta ahora, la extracción de las sales de potasio contenidas en la leucita y en otros silicatos de potasio complejo por el estilo, mediante ácidos ó sales ácidas, ha ofrecido la dificultad de no haber sido posible disolver esas sales de potasio sin que al propio tiempo se disolviesen considerables cantidades de las sales de aluminio y hierro. El proceso requería el empleo de tres ó cuatro veces la cantidad de ácido que hubiese necesitado el potasio solo, y el producto resultante consistía en una mezcla de sales de la que la separación de las sales de potasio viene á ser una operación muy difícil.

Hemos observado que si un silicato de la clase descrita, la leucita por ejemplo, se deja reaccionar juntamente con una ó más sales alcalinoterráneas de ácido fosfórico, carbonato cálcico y ácido sulfúrico diluido, ó algunas otras substancias por el estilo que indicaremos, prácticamente todo el potasio existente se puede recuperar en forma de sales de



reacción neutral y esencialmente exentas de hierro y de aluminio, ofreciendo además ese modo de proceder la ventaja material de que la mayor parte del fosfato insoluble se convierte en una forma soluble en agua ó en ácido cítrico y citrato amónico.

Asimismo se ha observado que variando adecuadamente las cantidades y la clase ó naturaleza de los cuerpos reaccionadores, y regulando convenientemente las condiciones en las que se lleva á cabo la reacción, las propiedades y la composición del producto resultante se pueden regular, á voluntad, en una proporción considerable. Más particularmente se ha descubierto que la composición del producto resultante, por lo que respecta á la solubilidad, en agua ó en ácido cítrico, de los valores de potasa y de los valores de fosfato, es capaz de un control ó regulación independiente.

Elvidente es que para determinados fines resulta ventajoso el poder producir un abono que contenga tanto potasa como fosfatos en una forma relativamente insoluble en agua y soluble en una solución débil de ácido cítrico. Un ejemplo de la utilidad de ese producto se encontrará en el caso de su empleo en los climas cálidos, en los que la lluvia es intermitente y generalmente violenta. En esas regiones suele ser frecuente el cultivo de terrenos en declive, y si todos los valores fertilizantes de la materia son fácilmente solubles en agua, pueden ir á parar á los valles, y perderse, mientras que en otros casos en los que no existan esas condiciones puede ser ventajoso su máximo de solubilidad en el agua.



Con arreglo al invento se hace que los silicatos de la clase descrita reaccionen con uno ó más fosfatos de uno ó mas metales alcalinotérreos, carbonato cálcico y ácido sulfúrico. Las solubidades, en agua y en una solución débil de ácido cítrico, de los valores de potasa y de fosfato del producto final, se regulan merced á la regulación de las proporciones relativas de las sustancias reaccionadoras y de la temperatura de la reacción.

Se ha observado, hablando en términos generales, que un producto final de potasa soluble en agua se mejora aumentando la cantidad de greda en la masa de reacción, y que, una potasa soluble en ácido cítrico pero insoluble en agua, se mejora disminuyendo la cantidad de esa greda, en tanto que se favorece la formación de fosfatos solubles en agua mediante unas temperaturas de reacción relativamente bajas, y la formación de fosfatos insolubles en agua pero solubles en ácido cítrico se favorece á su vez aumentando la temperatura. En cuanto á la cantidad de ácido sulfúrico, ó su equivalente, que se requiere para los fines de la reacción, deberá tenerse en cuenta que no excede de dos veces la cantidad que teóricamente sería necesaria para el potasio existente, constituyendo esta característica una nueva ventaja del invento.

Igualmente comprende el invento diversas modificaciones del modo de proceder citado, y diversos detalles incidentales ó en cooperación con él.

Describiremos ahora dicho invento de una manera más detallada y con arreglo á diversos métodos preferidos para llevarlo á cabo, tras lo cual



citaremos algunos ejemplos ilustrativos de las diferentes clases de productos finales que se pueden obtener de acuerdo con el procedimiento mejorado.

Se ha observado que ese procedimiento es aplicable á los silicatos que contengan potasa y que sean descomponibles por los ácidos minerales, y aun cuando en esta Memoria citamos la leucita como un buen ejemplo de esas substancias, no nos limitamos á esa determinada materia. La leucita, la groda y las sales alcalinoterreas de ácido fosfórico, como por ejemplo, la sal cálcica de ácido fosfórico, se deberán moler menudamente y mezclarse íntimamente, y á una mezcla de dichos tres ingredientes sólidos se le puede agregar ácido sulfúrico diluido, ú otra substancia equivalente, ó bien esos ingredientes se pueden mezclar entre sí de cualquier otra manera adecuada.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que si el ácido sulfúrico se le agrega directamente á la leucita sin la adición de las otras materias, se produce una temperatura más alta que si los tres ingredientes sólidos se mezclan primero entre sí. En todo caso, hace falta una mezcla cuidadosa y completa para lograr buenos resultados. Se deja continuar la reacción, regulándose convenientemente la temperatura, y la operación termina generalmente sin la aplicación de ningún calor externo, siendo generalmente preciso de 24 á 36 horas para la terminación.

Si se quiere, el ácido sulfúrico se puede substituir parcialmente por sulfatos que se hidrolizan en una solución de agua, como por ejemplo, el sulfato de aluminio, mientras que si el procedimiento



se ha de aplicar á la fabricación de abonos, el ácido sulfúrico se podrá substituir, en su totalidad ó parcialmente, por sulfatos ácidos, como la nitrogalleta y sus análogos.

Por lo que respecta á las sales de calcio de ácido fosfórico, se puede utilizar para ese fin cualquier sal conveniente, pudiéndose emplear, por ejemplo, cualquiera de los fosfatos minerales, particularmente aquellos que contienen de por sí carbonato cálcico, ó se pueden emplear superfosfatos, harina de huesos, ceniza de huesos, fosfatos precipitados, y unas mezclas de cualesquiera de ellos, ó sus análogos.

Si se utilizan fosfatos monobásicos, ó dibásicos, solos ó mezclados con la sal tribásica, es posible reducir la cantidad de ácido sulfúrico, pero éste deberá hallarse siempre en exceso con relación al equivalente del óxido de potasio presente.

En cuanto á la cantidad de carbonato cálcico, puede variar de la manera que veremos, pero la cantidad de carbonato cálcico que se emplee deberá ser siempre suficiente para descomponer cualquier sulfato de aluminio que se forme en la reacción, y se ha observado que una cantidad de carbonato cálcico igual á una cuarta parte de la de fosfato de calcio tribásico que se emplee, es más que suficiente para conseguir un producto final neutral. Si la cantidad de ácido ó de sustancias ácidas que se empleen en la mezcla, aumentase, podrá también aumentar la cantidad de carbonato cálcico, si fuese necesario, pero como ya antes hemos dicho, las cantidades relati-



vas de los ingredientes deberán variar con arreglo á las pretendidas propiedades del producto final.

Por ejemplo, si se quieren obtener las sales de potasa en una forma parcialmente solubles en agua y parcialmente insoluble en ella, pero soluble en una solución al 2 % de ácido cítrico, se puede emplear un fosfato natural pobre en cuanto á carbonato cálcico, y entonces se puede reducir algo la cantidad de ácido sulfúrico. De ese modo se puede conseguir, por ejemplo, un producto final en el que la potasa insoluble en agua pero soluble en ácido cítrico, puede representar de un 30 á un 40 % del total existente en la materia prima ó bruta. Ese producto terminado se puede lixiviar con agua obteniéndose de esa suerte una solución de sales de potasa solubles en agua, y el residuo insoluble contendrá el resto de la potasa y una parte considerable del fosfato en una forma insoluble en agua pero soluble en ácido cítrico.



En algunos casos se puede agregar, antes de la reacción, durante ella, ó después de la misma, otros cuerpos adecuados valiosos como abonos, como por ejemplo, la turba u otra materia orgánica absorbente, aun cuando eso no es esencial. Para conseguir un producto final que no requiera someterse á un secado, la cantidad de agua que se utilice con el ácido sulfúrico deberá ser la menor posible, habiéndose observado, en términos generales, que no debe exceder mucho de la cantidad requerida para hidratar al sulfato de cal y á cualquier fosfato de hidrógeno dipotásico que se forme en la reacción.

El producto terminado se puede utili-

zar directamente como abono neutral, solo ó en combinación con cualesquiera otros cuerpos adecuados de valor fertilizante, ó se puede tratar por cualquier método conocido ó adecuado para recuperar de él las sales de potasa que existan y separar éstas del resto del producto de la reacción. Si se quiere conseguir un abono en el que esencialmente todo él, por lo que respecta tanto á los valores de potasa y de fosfatos, sea substancialmente insoluble en agua pero soluble en una solución débil de ácido cítrico, se puede extraer ó lixiviar con agua el producto de la reacción, á fin de conseguir la eliminación de los constituyentes solubles en agua y dejar un producto insoluble en agua. Con arreglo á esa reacción, incluidos en los productos obtenidos del silicato de potasio y aluminio, se encuentran uno ó más fosfatos neutrales de potasio y aluminio, en una forma insoluble en el agua pero soluble en una solución débil de ácido cítrico, debiéndose considerar como substancias nuevas.



Citaremos ahora algunos ejemplos típicos que ilustran la manera en que las cantidades relativas de materias y los estados ó condiciones de temperatura pueden variar con arreglo al pretendido producto final.

EJEMPLO 1. - Producto final muy soluble en agua por lo que respecta al contenido tanto de potasa como de fosfato.

125 gramos de fosfato africano que contenía 59.9 % de fosfato cálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ y 14.3 % de CaCO_3 , se mezclaron con 120 gramos de leucita pulverizada y 50 gramos de turba. Estas materias se mez-

clararon íntimamente y luego se agregó una solución diluida de ácido sulfúrico que se formó diluyendo 45 cc. de H_2SO_4 concentrado en un volumen de 200 cc. de agua, dejándose enfriar la mezcla. La temperatura se mantuvo todo lo más baja posible, sin exceder de 15 a 20° lo que se consiguió por enfriamiento externo, después de lo cual se agitó perfectamente la mezcla durante unos 15, minutos, dejándose después reposar durante un periodo de 24 a 36 horas. El producto final contenía 94.4 % de la potasa total existente en la leucita, en una forma soluble en agua, en tanto que un 64.2 % del fosfato total contenido en las materias primas, calculado en cuanto a P_2O_5 se halló que era soluble en agua, y un 11.5 % insoluble en ella pero soluble en una solución de ácido cítrico al 2 %. La parte del producto soluble en agua se halló que era de reacción neutral y esencialmente exenta de hierro y de aluminio.

EJEMPLO 2. - Igual al ejemplo 1, pero llevado a cabo con una temperatura más alta.

230 gramos de leucita pulverizada se mezclaron con 130 gramos de fosfatos de África de igual composición al empleado en el ejemplo 1, y 55 cc. de ácido sulfúrico concentrado, diluido en 100 cc. de agua y enfriado, se le agregó luego a las materias mezcladas secas, tras lo cual se procedió a una buena agitación de la carga. En ese caso no se aplicó ningún enfriamiento externo y la temperatura se dejó subir hasta alcanzar de 30 a 40° C. El producto final contenía 79.4 % de la potasa total existente, en una forma soluble en agua, parcialmente como fosfato de potasio y en parte como sulfato potásico. Un 39.4 % del fosfato total calculado como P_2O_5 se



observó que era soluble en agua, y un 37 % soluble en ácido cítrico. Hay que tener en cuenta que el efecto de la mayor temperatura era el de reducir la proporción de potasa y fosfatos solubles en agua.

EJEMPLO 3. - Potasa soluble en agua y fosfatos en parte solubles en agua y en parte también en ácido cítrico.

69 libras de leucita pulverizada se mezclaron con 35 libras de fosfato de Africa de buenisima clase, conteniendo 58.65 % de fosfato cálcico y 29.4 % de carbonato cálcico, y luego se agregó a una mezcla íntima de las materias secas, 41 1/2 libras de ácido sulfúrico de 53 ° Baumé, diluido en unas 10 a 15 libras de agua. Se cuidó de evitar que la temperatura subiese mucho, y se halló que el producto terminado contenía un 75.0 % de la potasa total, en una forma soluble en agua, en parte como fosfato potásico y en parte también como sulfato potásico, mientras que un 19.3 % de los fosfatos totales se vio que era soluble en agua, y un 78 % insoluble en agua, aunque soluble en ácido cítrico.

EJEMPLO 4. - Potasa soluble en agua y fosfato soluble en ácido cítrico.

28 libras de ácido sulfúrico de 53° Baume, se mezclaron con 30 libras de agua y se agregaron directamente a 50 libras de leucita pulverizada, llegando entonces a alcanzar la temperatura unos 76° C. Hecho es, 26,1 libras de fosfato africano pobre y 5 libras de turba se agregaron juntamente con otras 15 libras de agua y se procedió a la mezcla de la carga. Después de reposar, como antes, se halló que el producto final contenía un 78,9 % de la



potasa total en una forma soluble en agua, casi enteramente en forma de sulfato potásico, mientras que un 93.7 % de los fosfatos totales resultaron insolubles en agua pero solubles en ácido cítrico.

EJEMPLO 5. - Potasa soluble en agua y parte en ácido cítrico y fosfatos principalmente solubles en ácido cítrico.

160 libras de leucita pulverizada se mezclaron con 50 libras de fosfatos de Florida que contenían 72 % de fosfato de calcio y 2.5 % de carbonato cálcico, y con 50 libras de fosfatos de Africa que contenían 60 % de fosfato cálcico y un 18 % de carbonato de calcio, mezclados ambos íntimamente entre sí, Después se agregaron 80 libras de ácido sulfúrico de 56° Baumé, y finalmente 40 libras de agua. La carga se mezcló perfectamente y la temperatura subió a 68° C., hallándose que el producto final contenía un 55,5 % de potasa soluble en agua y un 36.1 % de potasa soluble en ácido cítrico, en tanto que un 19.8 % de los fosfatos eran solubles en agua y un 84.7 % en una solución de ácido cítrico. Ese producto se extrajo luego con agua para eliminar los ingredientes solubles en agua, y se vió que el residuo contenía 7.5 % de fosfatos y 3 % de potasa, calculado como K_2O , prácticamente soluble por completo en una solución de ácido cítrico é insoluble en agua, haciéndose los cálculos en cuanto al peso del residuo.

EJEMPLO 6. - 70 libras de un fosfato de Florida, igual al utilizado en el ejemplo 5, se mezclaron con 55 libras de leucita pulverizada y 5 libras de turba, después de lo cual se procedió á agregar 29



libras de ácido sulfúrico de 53° Baumé y 12 libras de agua, que era la cantidad mínima suficiente para lograr una pasta trabajable. La temperatura se mantuvo con unos 53° C y se vió que el producto final contenía un 32.6 % de los fosfatos y un 68 % de la potasa total, en una forma soluble en agua, y asimismo un 52.2 % de los fosfatos y un 28.8 % de la potasa en una forma soluble en una solución cítrica.

Esos ejemplos indican como regulando la temperatura de la reacción y las cantidades relativas de los ingredientes, á su vez se pueden regular á voluntad las propiedades del producto final.

Debe tenerse en cuenta que la adición de substancias como la turba no es esencial, puesto que no toman parte en la reacción. En todos los casos se ha observado que la reacción es exotérmica, pero el grado de calor desarrollado se puede regular hasta un cierto punto. Por ejemplo, si se quiere que la temperatura se mantenga todo lo más baja posible, el ácido sulfúrico diluido se deberá enfriar antes de agregarse á la carga, y se le deberá agregar á una mezcla de todos los ingredientes sólidos, enfriándose externamente también la carga si fuese necesario. Por otra parte, si el ácido sulfúrico se le agrega á la leucita antes de la adición de los fosfatos y de la turba, se desarrollará una mayor cantidad de calor.

Hay que tener en cuenta, además, que en todos los casos, con arreglo al invento, la parte del producto resultante soluble en agua se encontrará esencialmente exenta de hierro y de aluminio.

Por último, igualmente hay que tener en cuenta que el invento no se limita á los deter-



minados ejemplos ni á las variedades particulares de los cuerpos de reacción mencionados, como tampoco á otros detalles, puesto que pueden variar todos ellos sin apartarse del espíritu y alcance del invento.

-o- N O T A -o-

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTE años, son los siguientes:

1º - El método de tratar los silicatos de la clase descrita, que consiste en dejar que esos silicatos reaccionen con uno ó más fosfatos de uno ó más metales alcalinotérreos, carbonato de calcio, y ácido sulfúrico.



2º - Un método para la fabricación de abonos de los silicatos de la clase descrita, por un procedimiento como el reivindicado en el punto anterior, caracterizado por el hecho de que las solubilidades, en agua y en una solución débil de ácido cítrico, de los valpres de potasa y de fosfato del producto final, se regulan merced á la regulación de las proporciones relativas de las sustancias de reacción y de la temperatura de esa reacción.

3º - Un método para la fabricación de abonos que contengan potasa y fosfatos, en el que esencialmente todos los valores de potasa y de fosfatos son substancialmente insolubles en agua y solubles en una solución débil de ácido cítrico, que consiste en tratar los silicatos de la clase descrita, por un procedimiento como el reivindicado en los puntos 1º ó 2º, regulándose adecuadamente la temperatura y las proporciones de las sustancias de reac-

ción, y lixiviándose con agua la masa resultante.

4º - Un método para la fabricación de materia que contengan potasa, como el reivindicado en cualquiera de los puntos precedentes, en el que el ácido sulfúrico se substituye por uno ó mas sulfatos ácidos y por unos sulfatos que se hidrolizan en una solución en agua.

5º - Un método para la fabricación de materias que contengan potasa, como el reivindicado en cualquiera de los puntos anteriores, en el que los fosfatos que se emplean consisten en sales de calcio.

6º - Un método para la fabricación de materias que contengan potasa, como el reivindicado en cualquiera de los puntos que preceden, en el que se hace uso de uno ó mas de los fosfatos naturales.

7º - En un método para la fabricación de abonos, como el reivindicado en cualquiera de los puntos precedentes, la etapa de incorporar turba, ó otra materia orgánica absorbente, ó bien otras substancias adecuadas y de valor fertilizante, con la expresión la masa, antes de la reacción, durante ella, ó después de la misma.

8º - Un método mejorado para el tratamiento de los silicatos que contengan potasa, descomponibles por unos ácidos minerales, esencialmente como el descrito.

9º - Como nuevo producto industrial, un fosfato potásico aluminico, ó una mezcla de fosfatos potásicos aluminicos, con ó sin otras substancias, que se produce por un procedimiento como el reivindicado en cualquiera de los puntos que preceden.

10º - Como nuevo producto industrial,



un abono que contenga potasa, de reacción neutral, en el que esencialmente toda la proporción de potasa es insoluble en agua y soluble en una solución débil de ácido cítrico, que se produce por un procedimiento como el reivindicado en cualquiera de los puntos 1º a 8º.

11º - Como nuevo producto industrial, un abono de reacción neutral, que contenga potasa y fosfato, en el que esencialmente todos los valores de potasa y de fosfato son substancialmente insolubles en agua y solubles en una solución débil de ácido cítrico, producto que se obtiene por un procedimiento como el reivindicado en cualquiera de los puntos 1º a 8º.

12º - Unas materias que contengan fosfatos y potasa, obtenidas por un procedimiento como el reivindicado en cualquiera de los puntos 1º a 8º.

13º - Un procedimiento mejorado para el tratamiento de la leucita y otros silicatos complejos similares que contenga potasio.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

Esta memoria consta de quince hojas escritas por una sola cara.

Madrid 27 de julio de 1925
P. A.

H. Sánchez

