



283

PATENTE DE INVENCION  
=====

281152

M E M O R I A   D E S C R I P T I V A

S o b r e :

" PROCEDIMIENTO PARA LA REGENERACION DE LAS RESINAS CATIONI-  
CAS "

-----

Solicitante: Don Nunzio MASTRORILLI, de nacionalidad italia-  
na, domiciliado en Piazza Risorgimento n° 10,  
MILANO, Italia.

-----

Inventor: El solicitante.

-----

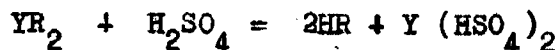
El presente invento se refiere a un procedimiento  
para la regeneración de las resinas catiónicas en ciclo hi-  
drogeno.

De acuerdo con los métodos tradicionales, las re-  
5. sinas cambiadoras de iones del tipo catiónico se regeneran

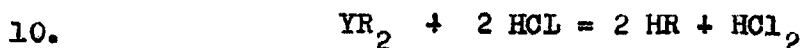


281152 28

en ciclo ácido, por ejemplo, por la acción del ácido sulfúrico, de conformidad con la ecuación:



o bien del ácido clorhídrico de conformidad con la ecuación:



en ambas reacciones: R = Radical de la resina, e Y = catión bivalente. De lo susodicho se saca la consecuencia que el ácido polibásico se comporta como un ácido monobásico, siendo por ese imposible de utilizar enteramente su mayor basicidad.

15.

Junto con este último inconveniente, que es característico de los ácidos polibásicos solamente, nos encontramos con otro inconveniente, común a los ácidos polibásicos y monobásicos, y que consiste en el hecho de que la cantidad (en peso) del ácido regenerador, que puede ser utilizado por unidad de volumen de la resina es un compromiso entre dos posibilidades antitéticas, es decir que un aumento de dicha cantidad (llamada también "nivel regenerador"), si bien proporciona un mayor poder de combinación de la resina tratada, ocasiona un fuerte y antieconómico aumento de los costes, teniendo en cuenta que el ácido no puede recuperarse.

20.

25.

El objetivo principal de este invento consiste en la realización de un procedimiento fundado en el empleo combinado de dos ácidos que tienen fuerzas y basicidades diferentes, como por ejemplo el ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico. Dicho procedimiento proporciona la recuperación, y por consiguiente la reutilización de aquél de los dos ácidos que tiene en efecto la función de regeneración de la resina, es decir el ácido con menor basicidad, y de reducir la pérdida del ácido con mayor basicidad, que en el presente procedi-

30.

35.

281152



285

miento actúa como un ácido polibásico.

Otro objetivo del presente invento consiste en la realización de un procedimiento en que el ácido volátil monobásico se utiliza para la regeneración directa de la resina mientras que el ácido polibásico se utiliza para la regeneración del ácido monobásico que queda totalmente, o parcialmente salificado.

Los objetivos anteriormente indicados, y otros objetivos que resultarán de la descripción que se detalla a continuación, se realizan, de acuerdo con el invento, regenerando la resina mediante el ácido monobásico más volátil, y destilando, después de la regeneración de la resina, dicho ácido monobásico juntamente con el ácido polibásico que tiene una menor volatilidad, y que por lo tanto puede desplazar el otro ácido, o bien anhídrido del mismo.

Entre los ácidos volátiles monovalentes que pueden ser utilizados, se pueden mencionar los ácidos: clorhídrico, hidrobromico, nitroso, nítrico, el hidrógeno sulfurado, y los ácidos fórmico, acético y propiónico, mientras que entre los ácidos polibásicos con menor volatilidad pueden ser mencionados los ácidos, sulfúrico, piro-sulfúrico, crómico, fosfórico, y todas estos ácidos y sales ácidas oxigenadas del fósforo, como por ejemplo:

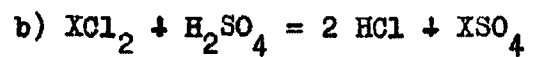
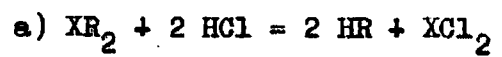
$H_3PO_3$  ácido fosforoso;  $H_4P_2O_6$  ácido hipofosfórico y sus sales del tipo  $X_2H_2P_2O_6$ ;  $H_3PO_4$  ácido pirofosfórico y sus sales del tipo  $X_2H_2P_2O_7$ ; ácido monoperfosfórico, y  $H_4P_2O_8$  ácido di-perfosfórico y sus sales ácidas, en que X indica un catión monovalente. Los ácidos indicados anteriormente, más o menos volátiles, tendrán que ser apareados oportunamente, como en los ejemplos que se indican a continuación.



281152

De acuerdo con las anteriores alegaciones, el procedimiento conforme al invento puede ser esquematizado como se especifica a continuación en el caso por ejemplo, del empleo del ácido clorhídrico y ácido sulfúrico, y de cationes

70. bivalentes:



en que: X = catión bivalente, y R = Radical monovalente de la resina.

75. La cantidad del ácido volátil utilizado para la regeneración puede variar dentro de un ancho campo; por ejemplo, siendo Q (gr. eq.) la cantidad estequiométrica de dicho ácido, necesaria para la regeneración, el campo podría estar comprendido entre 0,5 Q, y 1500 Q.

80. Sea como fuere, los indicados valores limites no tienen que ser considerados como críticos, y pueden ser excedidos cuando fuese necesario, debido a exigencias particulares de ejercicio o bien de instalación.

85. La concentración del ácido volátil empleado para la regeneración (Peso de HCl/unidad de volumen de solución regenerante) puede ser aumentada hasta alcanzar el valor de la solubilidad máxima del ácido en el agua, bajo las condiciones de empleo de dicha solución regeneradora un objeto de aumentar la eficiencia de la regeneración y el nivel regenerativo de la resina, y de reducir al mismo tiempo la cantidad del efluente que tendrá que ser sometido a la destilación sucesiva. En la Práctica, la concentración del ácido volátil podrá variar entre dicho valor máximo, y el de una solución acuosa (NCl/H<sub>2</sub>O) al 1 % de HCl.

90. El ácido polibásico no volátil puede ser dosifica-

95. El ácido polibásico no volátil puede ser dosifica-



281152

285

do en cantidades variable entre un valor mínimo, más bajo del valor estequiométrico indicado por la reacción b), y un valor máximo, mayor del valor estequiométrico correspondiente a todo el ácido volátil monobásico empleado, y que queda salificado parcialmente o totalmente durante la regeneración.

100.

De otro modo, refiriéndonos a valores numéricos, y llamando  $P_1$  (gr.eq) la cantidad estequiométrica del ácido no volátil que corresponde a la fracción del ácido volátil salificado durante la regeneración;  $P_2$  (gr.eq) la cantidad estequiométrica del ácido no volátil correspondiente a la fracción del ácido volátil no salificada durante la regeneración;  $P$  (gr. eq.) la cantidad del ácido no volátil empleada para la regeneración; entonces los límites de utilización por el ácido no volátil quedan incluidos entre  $0,1 P_1$  y  $25 (P_1 + P_2) = 25 P$ . Sin embargo, los límites indicados no tienen que ser considerados como críticos; normalmente se emplearan cantidades más próximas al máximo cuando la energía térmica necesaria para la destilación tenga un precio elevado, y se quisiese por eso utilizar para la destilación la energía exotérmica de la reacción de disolución del  $H_2SO_4$  en el agua.

105.

110.

115.

El ácido no volátil puede ser empleado en cualquier concentración, entre la de la mezcla de ácido sulfúrico concentrado y anhídrido sulfúrico ( $SO_3/H_2SO_4$ ), y la de una solución acuosa ( $H_2SO_4/H_2O$ ) al 1 % de  $H_2SO_4$ .

120.

En la práctica, el procedimiento de acuerdo con el invento consiste, por ejemplo, en utilizar el ácido sulfúrico como ácido bibásico, y de realizar por consiguiente, con igualdad de toda otra condición, la regeneración ácida de una resina que haya cambiado iones bivalentes, mediante una cantidad de ácido sulfúrico igual al 50% de aquella hasta ahora

125.



281152285

130. necesaria. En suma, el procedimiento mismo autoriza el empleo de cantidades del ácido volátil monovalente mucho mayores que aquéllas de los métodos tradicionales de regeneración, en que, como ya hemos dicho arriba, el consumo de tal ácido tiene que ser limitado, debido a factores económicos. El empleo de éstas mayores cantidades aumenta obviamente el poder de cambio de la resina, creando así, con igualdad de toda otra condición, la posibilidad de realizar instalaciones más pequeñas, y de reducir por eso los costes.

135. Otra ventaja del procedimiento conforme al invento, consiste en la posibilidad de emplear también ácidos con impurezas, en particular pueden utilizarse ácidos alorhidrico y sulfúrico con un contenido de cloro, arsénico, sustancias orgánicas, hierro y sales de otros metales, siendo en efecto claro que el ácido que llega en contacto directo con la resina, queda purificado por la operación de destilación.

140. El procedimiento de acuerdo con el invento consigue una reducción sensible en los costos de producción, que dependen de la salinidad del líquido que debe ser demineralizado, de la potencialidad de la instalación y, obviamente, de los precios de los ácidos y de la energía. A título de ejemplo prudencial, para una instalación con capacidad de  $500 \text{ m}^3/\text{h}$ , y a los precios corrientes en el mercado (1962), si la salinidad es acerca de  $500 \text{ ppm. CaCO}_3$ , el ahorro de dinero será

145. acerca de 50.000.000 de liras por año.

150. De acuerdo con un otro aspecto de la invención, una fracción y en general la primera fracción del destilado, formada por agua con residuos inapreciables de HCl, puede ser convenientemente empleada (en las instalaciones en que se usan tanto resinas catiónicas, como resinas aniónicas) pa-

155.



281152

160. ra el lavado de las resinas aniónicas, en lugar del agua de-catió-nizada, que en caso contrario tendría que ser producida mediante flujo del agua bruta sobre las resinas catiónicas, lo cual consigue reducir las dimensiones de las etapas ca-tiónicas, y de realizar con un menor coste instalaciones de igual capacidad.

165. Las ventajas del procedimiento de acuerdo con el invento destacan particularmente en el caso en que el agua bruta tenga un contenido muy alto de cloruros. En efecto, ya que la regeneración se efectúa con HCl diluido en agua bruta una mayor cantidad de cloruros en el agua de dilución ocasiona una mayor concentración de sales del tipo  $X^nCl_n$  ( $n =$  valencia del catión y número de átomos de Cl) en el regenerante agotado, y por consiguiente, una mayor concentración de HCl en el regenerante reutilizado, y todo eso siempre a los gastos de un ácido sulfúrico que tiene una reactividad doble de aquélla que el mismo ácido tendría en el caso de su empleo directo como regenerante de la resina.

175. El procedimiento de acuerdo con el invento puede ser aplicado tanto si la regeneración se efectúa en equico-rriente o bien en contracorriente en los mismos cambiadores que constituyen la instalación de demineralización, como si la regeneración se efectúa sacando la resina agotada de los filtros y regenerando la resina misma con el ácido en otro contenedor cuando sea posible recobrar, después de la rege-neración, la resina regenerada y el regenerador se presenta con medios que no causan prácticamente una dilución del re-generante mismo (filtración, centrifugación, flotación, etc.)

185. Gracias a la posibilidad de emplear soluciones áci-das de regeneración con elevada concentración de ácido, el



281152

2859

procedimiento de acuerdo con el invento consigue, en suma, sacar de la resina también los iones que de otro modo serían difícilmente exportables, como en el caso de los iones férricos  $Fe^{+++}$ .

190. Otras ventajas, características de la presente invención resultarán más claras en los ejemplos dados a continuación, siendo el primero de los dichos ejemplos, dado a título de comparación, referido al método de regeneración tradicional, mientras que el segundo ejemplo se refiere al procedimiento de acuerdo con el invento.
- 195.

Ejemplo 1

- Un agua bruta, con elevado contenido de sal se desmineraliza en una instalación del tipo tradicional, con una capacidad media continua de producción que asciende a  $100\text{ m}^3/\text{h}$  de agua desmineralizada, La instalación está compuesta por dos líneas de desmineralización con un caudal de  $100\text{ m}^3/\text{h}$  cada una; cada línea se tiene en funcionamiento durante cuatro horas, proporcionando así  $400\text{ m}^3$  antes que sea necesaria una regeneración. Por lo tanto, las dos líneas trabajan alternadamente, con objeto de consentir la regeneración de la una, y el trabajo contemporáneo de la otra.
- 200.
- 205.

- Las características del agua bruta eran tales que proporcionasen por la carga catiónica, el valor de  $950\text{ kg. CaCO}_3/\text{ciclo}$ . Por medio de las tablas que proporcionan los datos indicados al comportamiento de las resinas catiónicas, se han obtenido, con la introducción de oportunos márgenes de seguridad, los valores especificados a continuación, y que corresponden al caso en cuestión.
- 210.

a) Regeneración con HCl:

215. Nivel regenerativo:  $50\text{ g}$  de HCl por litro de resina.

281152

28



Concentración: 6 - 8 %.

Capacidad de cambio: 38 kg.  $\text{CaCO}_3$  por  $\text{m}^3$  de resina.

b) Regeneración con  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Nivel regenerativo: 160 g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por litro de resina.

220. Concentración: 4 % (desde 0,8 %, hasta 4 %).

Capacidad de cambio: 40 kg  $\text{CaCO}_3$  por  $\text{m}^3$  de resina.

La cantidad de resina catiónica fué entonces establecida igual a  $25 \text{ m}^3$  por cada línea de la instalación (más precisamente:  $23,8 \text{ m}^3$  regenerando con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , y  $25,0 \text{ m}^3$  regenerando con HCl).

225.

La regeneración con el procedimiento tradicional de toda la resina presenta en la instalación de desmineralización necesita de esta forma, para la producción de  $800 \text{ m}^3$  de agua.

230.

A) Empleando HCl:

$51 \text{ kg. HCl/m}^3$  de resina x  $50 \text{ m}^3$  de resina = 2500 kg HCl/100%.

B) Con el empleo de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :

$160 \text{ kg. H}_2\text{SO}_4/\text{m}^3$  de resina x  $50 \text{ m}^3$  de resina = 8000 kg.

235.

$\text{H}_2\text{SO}_4$  100 %, es decir, que para la regeneración de cada línea se necesitan 1260 kg de HCl 100 %, o bien 4000 kg. de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  100%.

La instalación incluye, además de las etapas catiónicas, también etapas aniónicas (débiles y fuertes) y etapas con lecho mixto.

240.

Los niveles de regeneración de las etapas catiónicas fueren establecidos de manera tal que, más abajo de los filtros catiónicos, se tuviese una así llamada "pérdida"

(leakage) igual a 6 ppm. de  $\text{CaCO}$  (lo que puede corresponder, por ejemplo, a un nivel de regeneración de 50 g HCl por litro de resina, y a un valor de la relación cationes monovalentes: cationes total, igual al 40%).

245.

Los niveles de regeneración de las etapas catiónicas fueren establecidos de manera tal que, más abajo de los filtros catiónicos, se tuviese una así llamada "pérdida" (leakage) igual a 6 ppm. de  $\text{CaCO}$  (lo que puede corresponder, por ejemplo, a un nivel de regeneración de 50 g HCl por litro de resina, y a un valor de la relación cationes monovalentes: cationes total, igual al 40%).



281152 28

250. El lecho mixto, más abajo de los filtros aniónicos, dimensionado con arreglo a la "pérdida" susodicha, necesita para la producción de  $800 \text{ m}^3$  de agua, el empleo de las cantidades de regenerantes especificadas a continuación:  
120 kg HCl 100%, o bien 320 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  100 %, y 360 kg NaOH 100 %.

Ejemplo 2

255. En este ejemplo, el procedimiento de acuerdo con el invento se ha aplicado en una instalación para la producción continua, media de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  de agua desmineralizada, con dos líneas de desmineralización que tienen una capacidad de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ , y que tratan agua bruta con características iguales a la que se ha especificado en el ejemplo 1.

260. La regeneración de las etapas catiónicas de cada línea de la instalación de desmineralización se efectúa al nivel regenerativo de 100 g HCl por litro de resina, es decir a un valor doble del correspondiente al ejemplo 1. Es decir, para la regeneración de cada línea se emplean 2500 kg  
265. HCl 100 %, con una concentración del 15-21 %. La "pérdida", más abajo de los filtros catiónicos así regenerados, se reduce, por lo tanto, desde 6 ppm  $\text{CaCO}_3$ , hasta 1,5 ppm  $\text{CaCO}_3$ , y por consiguiente el intervalo entre dos regeneraciones de los filtros con leche mixto resulta cuadruplicado. El consumo de los regenerantes para dichos filtros, con referencia  
270. a los valores arriba especificados, y para la producción de  $800 \text{ m}^3$ , vuelve por lo tanto a ser  $\frac{120}{4}$  kg de HCl 100 %, o bien  $\frac{320}{4}$  kg de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  100%, y  $360/4$  kg NaOH 100 %.

275. El nuevo valor (100 g HCl por litro de resina) tomado por el nivel regenerativo, resulta en un incremento del poder de cambio de la resina. De las tablas, y con la intro-



281152

285

ducción de idóneos márgenes de seguridad, se deduce que la capacidad de cambio aumenta por más del 33 %, sobrepasando el valor de 50 kg  $\text{CaCO}_3$  por  $\text{m}^3$  de resina. Por consiguiente  
280. el dimensionamiento de los filtros catiónicos puede ser reducido en 1/3, aún quedando invariable su potencialidad. También la necesidad de agua de lavado para los dichos filtros catiónicos, se reduce de 1/3.

El efluente de los filtros catiónicos se destila después de la adición de 1200-1800 kg de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 66 Bé - cantidad  
285. más que suficiente para desplazar el ácido clorhídrico de las sales contenidas en la solución parcialmente agotada del regenerante. Hay que notar que la eficiencia de regeneración de la resina sulfónica regenerada con HCl sobrepasa, en el caso  
290. en cuestión, el 180 %, y que por lo tanto solo poco más de la mitad de los 1250 kgs de HCl quedan salificados (más precisamente, los 5/9 de 1250 kgs); ya que fué empleada el doble de dicha cantidad de HCl, el ácido salificado, resulta en menos de 1/3, más precisamente los 5/18 del ácido introducido inicialmente. La destilación se inicia bajo una presión reducida, se continua (mientras que se efectúa la adición del  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  
295. bajo la presión atmosférica, y se acaba (en concomitancia con un aumento de la temperatura en la cámara de destilación) con el desarrollo de HCl gaseoso, que se recoge y se disuelve en el líquido destilado en precedencia, y condensado. El rendimiento de la destilación supera mucho el 80%.  
300.

Al destilado se añade 50 - 100 kgs (de acuerdo con el rendimiento de la destilación) de HCl 100 % en solución del comercio. Resulta así un consumo efectivo de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en la  
305. cantidad máxima de 1800 kg de ácido concentrado (igual acerca de 1780 kgs de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  100 %), y un reintegro máximo de 100 kgs HCl 100 %.



31 15 28 SEP.

310. Con dependencia del coste de la energía térmica, comparado con el precio del ácido clorhídrico, se puede variar la cantidad de calor proporcionada durante la destilación, de forma de reducir, o bien de aumentar la integración de HCl. Podríase también dirigir la destilación de manera de desplazar todo el HCl, por ejemplo introduciendo en el destilador una corriente de aire o de un otro gas, que actúa solamente como medio de desplazamiento.

315. Como ya hemos especificado arriba, el método de acuerdo con el invento consigue reducir en 1/3 la cantidad de resina catiónica, gracias a un aumento del nivel de regeneración de la misma, de manera similar puede ser aumentado el poder de cambio de la resina catiónica o bien del lecho mixto empleando para la regeneración y también una porción del ácido destinado para la destilación.

325. El ahorro de  $H_2SO_4$  para la regeneración de los filtros catiónicos con una capacidad de producción de  $400 m^3$  de agua demineralizada, bajo las condiciones arriba especificadas, resulta por lo tanto igual a:

$$4000 - 1730 = 2270 \text{ kg } H_2SO_4 \text{ 100 \%}$$

ahorro de ácido sulfurico = 56,75 %.

330. El ahorro de regenerantes para la regeneración de los lechos mixtos, siempre para una producción de  $400 m^3$  de agua demineralizada, resulta igual a:

$$160 - 40 = 120 \text{ kg } H_2SO_4 \text{ 100 \%}, \text{ y:}$$
$$180 - 45 = 135 \text{ kg NaOH 100 \%}.$$

335. Los ahorros totales, referidos a la unidad de producto ( $m^3$  de agua demineralizada, resultan por la tanto

$$\frac{2270 + 120}{400} = 5,975 \text{ kg } H_2SO_4 \text{ 100 \%}, \text{ y } \frac{135}{400} = 0,337 \text{ kg NaOH 100 \%}.$$

281152



340. En el ejemplo fueron adoptados, intencionadamente, bajos valores del nivel regenerativo, sobre todo para la regeneración con HCl, y bajo valores del poder de cambio, al intento de demostrar la eficacia del nuevo procedimiento aún bajo condiciones límites muy difíciles y menos ventajosas.

345. En efecto, en la mayoría de los casos, la regeneración de las resinas catiónicas, cuando se hace recurso al procedimiento tradicional con el empleo del ácido clorhídrico, se efectúa por lo menos al nivel de regeneración de 80-100 g. HCl por litro de resina, lo que representa muchas veces el anteriormente indicado compromiso entre la necesidad de trabajar con resinas que poseen un elevado poder de cambio, y la necesidad de contener los costes de producción dentro de límites no anti-económicos. Con el método propuesto, el nivel de regeneración puede ser normalmente elevado hasta valores mayores de 500-800 g. por litro de resina, lo cual consigue en general alcanzar una pérdida casi nula, y de reducir el volumen de la resina catiónica a menos del 50 %. Hay que notar que, obrando de dicha manera, 355. la cantidad de ácido sulfúrico queda siempre igual, dado que la porción del ácido clorhídrico que se salifica durante la regeneración no cambia, y por lo tanto queda invariada aún la masa de sales del tipo  $Xn Cl_n$  presente en el regenerante efluente. Se ahorra así siempre a lo menos el 50% del ácido sulfúrico necesario cuando la regeneración directa de la resina fuese efectuada con dicho ácido. El más elevado valor del poder de cambio de 360. la resina resulta, a igualdad de producción cíclica, en una reducción del volumen de la resina misma. Se puede por lo tanto disminuir el espesor de los lechos de resina, con consiguiente 365. reducción de la pérdida de carga en los filtros cambiadores, o bien desde luego prescindir de una, o más capas catiónicas,



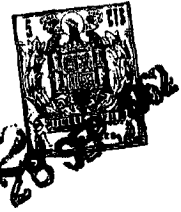
2811528

en el caso de instalaciones que de otro modo tendrían que ser compuestas por una multiplicidad de filtros catiónicos acoplados en serie.

370. Está por lo tanto claro que el método propuesto conságue mantener las instalaciones en su estructura tradicional, el aumento de capacidad de cambio conseguido por el método, determina entonces -quedando invariado el volumen de la resina catiónica- un aumento en la capacidad af-  
375. olicia, es decir, una mayor producción dentro del intervalo entre dos regeneraciones, con un coste del producto (que en el ejemplo consiste en el agua decatióñizada) siempre menor de la mitad del coste del producto mismo obtenido mediante el método de regeneración tradicional.
380. A pesar de que el invento ha sido descrito con arreglo a dos tipos específicos de ácidos (clorhídrico y sulfúrico), cualquier experto en estas cuestiones podrá concebir con facilidad la realización del mismo procedimiento con el empleo de otros ácidos (unos de los cuales  
385. ya se ha citado) siempre pero bajo las condiciones arriba indicadas. Por lo tanto, el invento no es limitado a los dos ácidos citados en los ejemplos, incluyendo al contrario todos los ácidos que pueden considerarse como equivalentes, con arreglo a las enseñanzas técnicas contenidas  
390. en esta Patente.

N O T A

- La Patente de Invención, que se solicita por veinte años, para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "PROCEDIMIENTO PARA LA RE-  
395. GENERACION DE LAS RESINAS CATIONICAS", con Prioridad de la demanda italiana nº 26.605, de fecha 25 de Agosto de 1962, según las características esenciales de las siguientes:



281152

REIVINDICACIONES

400. 1ª.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, caracterizado por el hecho de que dicha regeneración se efectúa mediante un ácido que, enseguida, se destila junto con otro ácido más básico y menos volátil que primero, pudiendo de dicha manera el primer ácido ser enteramente recobrado y reutilizado en el procedimiento.

405. 2ª.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque la regeneración directa de la resina se efectúa mediante un ácido monobásico que, después de la regeneración, se destila junto con un ácido polibásico con menor volatilidad, y después de la destilación se reutiliza para la regeneración directa.

415. 3ª.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, de acuerdo con las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque como ácido monobásico pueden ser empleados: el ácido clorhídrico, el ácido hidrobromico, el ácido nitroso, el ácido nítrico, el hidrógeno sulfurado, el ácido fórmico, el ácido acético y el ácido propiónico.

420. 4ª.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, de acuerdo con las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque como ácido más básico o bien polibásico con menor volatilidad, pueden ser empleados; el ácido sulfúrico, el ácido piro sulfurico, el ácido crómico, el ácido fosfórico y cada ácido o sal ácida oxigenada del fósforo.

425. 5ª.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, de acuerdo con las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque las cantidades del ácido monobásico volátil empleado pueden variar desde 0,5 g hasta



281152

1500  $Q$  (gr. eq.), siendo  $Q$  la cantidad estequiométrica del ácido necesario para la regeneración de la resina.

430. 6<sup>a</sup>.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, de acuerdo con las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque la concentración del ácido volátil empleado para la regeneración puede variar desde un valor mínimo correspondiente a una solución acuosa al 1 % de ácido hasta un valor máximo correspondiente a la saturación bajo las condiciones de empleo de la solución de regeneración.

435. 7<sup>a</sup>.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, de acuerdo con las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque las cantidades del ácido polibásico empleadas pueden variar desde  $0,1 P_1$  y  $25 P$ , siendo  $P_1$  (gr. eq.) la cantidad estequiométrica del ácido polibásico correspondiente a la fracción del ácido volátil salificado en la regeneración, mientras que  $P$  (gr. eq.) es la cantidad estequiométrica del ácido polibásico que corresponde a todo el ácido volátil empleado para la regeneración.

440. 8<sup>a</sup>.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, de acuerdo con las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque la concentración del ácido polibásico puede variar hasta un máximo representado por una solución del anhídrido del ácido mismo, hasta una solución acuosa al 1 % del dicho ácido.

445. 9<sup>a</sup>.- Procedimiento para la regeneración de las resinas catiónicas, de acuerdo con las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque, una, o más fracciones de la destilación se utilizan, en las instalaciones con resinas catiónicas y aniónicas, para el lavado de las resinas anió-