CAPILLA ALFONSINA

SECCION III

INTERCAMBIO DE CATIONES DE HIDROGENO

Intercambio de cationes de hidrógeno es el nombre dado al proceso por medio del cual los iones de calcio, magnesio y sodio, presentes en el agua, se intercambian por iones de hidrógeno, y por lo tanto los bicarbonatos, cloruros, sulfatos y nitratos se convierten a sus respectivos ácidos. Los ácidos formados son el ácido carbónico (H_2CO_3), el ácido clorhídrico (HCl), el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y el ácido nítrico (HNO_3). Usando el símbolo H_2Z para el material intercambiador de cationes de hidrógeno, las reacciones que forman estos ácidos son las siguientes:

$$(1)\quad \begin{matrix}(Ca)\\(Mg)\\(Na_2)\end{matrix}\ (HCO_3)_2 + H_2Z = \begin{matrix}(Ca)\\(Mg)\\(Na_2)\end{matrix}\ Z + 2H_2CO_3$$

$$(2)\quad \begin{matrix}(Ca)\\(Mg)\\(Na_2)\end{matrix}\ Cl_2 + H_2Z = \begin{matrix}(Ca)\\(Mg)\\(Na_2)\end{matrix}\ Z + 2HCl$$

$$(3)\quad \begin{matrix}(Ca)\\(Mg)\\(Na_2)\end{matrix}\ SO_4 + H_2Z = \begin{matrix}(Ca)\\(Mg)\\(Na_2)\end{matrix}\ Z + H_2SO_4$$

$$(4)\quad \begin{matrix}(Ca)\\(Mg)\\(Na_2)\end{matrix}\ (NO_3)_2 + H_2Z = \begin{matrix}(Ca)\\(Mg)\\(Na_2)\end{matrix}\ Z + 2HNO_3$$

U.A.N.L.

El ácido carbónico formado en la reacción N 1, inmediatamente se rompe en agua y bióxido de carbono, dejando únicamente los ácidos clorhídrico, sulfúrico y nítrico teóricamente en el efluente de una unidad intercambiadora de cationes de hidrógeno.

Este rompimiento del ácido carbónico se muestra en la siguiente reacción:

$$(5)\quad H_2CO_3 = H_2O + CO_2$$

La unidad intercambiadora de cationes de Hidrógeno, también conocida con el nombre de unidad de Zeolita de Hidrógeno, contiene una Resina Poliestirénica Sulfonada. En lo sucesivo nos referiremos a la resina Permutit Q en intercambio de cationes de Hidrógeno como "Q-H".

REACCIONES DE REGENERACION

Cuando la capacidad de los intercambiadores catiónicos se agota, se hace necesaria la regeneración con ácido para eliminar el Calcio Magnesio y Sodio y restaurar su condición de intercambiador catiónico ciclo Hidrógeno. ta regeneración puede realizarse con (1) Acido Sulfúrico (2) Acido Clorhídrico.

(1) El acido Sulfúrico es generalmente el más ampliamente usado y el más barato, las reacciones que se suceden, en forma condensada, son las siguientes:

$$\begin{matrix} (Ca) \\ (Mg) \\ (Na_2) \end{matrix} Z + H_2SO_4 = H_2Z + \begin{matrix} (Ca) \\ (Mg) \\ (Na_2) \end{matrix} SO_4$$

Como se indica en las reacciones anteriores, los productos resultantes son Sulfato de Calcio, Magnesio y Sodio. De estas sales el Sulfato de Magnesio y Sodio son muy solubles y no presentan dificultades para eliminarse del lecho al momento de enjuagarse éste. El sulfato de Calcio tiene una Solubilidad limitada, de aquí que la solución de Acido Sulfúrico usada como regenerante debe ser lo suficientemente diluída para que el Sulfato de Calcio no precipite sobre los gránulos del intercambiador. Se recomienda una Solución al 2% de Acido Sulfúrico. Con algunas resinas poliestirenas se requieren soluciones ácidas mucho más fuertes para operarlas a su máxima capacidad. En estos casos primero se usa una solución al 2% de ácido sulfúrico, que se desplaza a la mayoría del calcio, reduciendo los peligros de la precipitación del sulfato de calcio. El resto

del ácido se añade a concentraciones crecientes hasta un máximo de 6%.

(2) El Acido Clorhídrico es comunmente usado con resinas poliestirénicas que deben operarse a altas capacidades, obteniéndose excelentes resultados, todos los productos de la regeneración son altamente solubles, por lo pueden emplearse soluciones hasta de 15% de concentración rante todo el ciclo de regeneración sin peligro. El costo ácido clorhídrico es mayor que el del sulfúrico. Las reacciones de regeneración con el ácido clorhídrico se pueden presentar en forma condensada como sigue:

$$\begin{pmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{pmatrix} Z + 2HCL = 2HZ + \begin{pmatrix} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{pmatrix} Cl$$

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO Y FUGA DE CATIONES CON

La capacidad de intercambio catiónico y fuga de cationes con la resina "Q-H" ó cualquier otra resina sintética poliestirénica sulfonada, dependen de lo siguiente: (1) cantidad de regenerante usado por unidad de volumen de resina, (2) por ciento de sodio en el total de cationes en el agua cruda y (3) por ciento de alcalinidad en el total de aniones en el agua cruda.

Con respecto a (1), en forma breve podemos decir que la "QH" se regenera con 3, 4 ó 6 lb. de H_2SO_4/pié^3 y la capacidad de la resina cuando se regenera con 4 lb/pié^3 es más ó menos 20% mayor que cuando se regenera con 3Lb./pié^3 y cuando se regenera con 6 lb/pié^3 la capacidad sería aproximadamente 45% mayor que cuando se regenera con 3 lb/pié^3. Asimismo, con cualquier agua, mientras más regenerante se use por unidad de volumen, la fuga de cationes será menor. Esta resina también puede ser regenerada con 9 y 12 lb. de H_2SO_4/pié^3.

Con respecto a (2), mientras más alto sea el porcentaje de cationes de sodio en relación con el total de cationes, será mayor la capacidad de la resina y mayor la fuga de cationes. Con respecto a (3), mientras más alto sea el porcentaje de alcalinidad en relación con el total de aniones, será más alta la capacidad de la resina y más baja la fuga de cationes. Estos resultados se muestran en la tabla adjunta, que dá las capacidades típicas de la "Q-H" cuando se regenera con 3, 4 y 6 lb. de H_2SO_4 66°B Beaumé

CAPILLA ALFONSINA
U.A.N.L.

por pié^3 de resina (66° Beaumé es igual a 93.2% de H_2SO_4).

El porcentaje de sodio se toma usando el sodio y el total de cationes todos expresados como $CaCO_3$, asimismo el porciento de alcalinidad se toma usando la alcalinidad y el total de aniones todos expresados como $CaCO_3$. Todo esto de acuerdo a lo que ya hemos indicado anteriormente en la página No. 3. La fuga de cationes se muestra en por ciento del total de cationes que tiene el agua cruda. Estando la capacidad expresada en Kilogramos de $CaCO_3$ por pié^3 de intercambiador.

Acido Sulfúrico	Sodio	90% Alcalinidad Kgr/pié^3	Fuga	50% Alcalinidad Kgr/pié^3	Fuga	5% Alcalinidad Kgr/pié^3	Fuga
3 lb. al 2%	10%	7.5	0.5%	7.0	2.7%	6.6	3.7%
	30%	8.1	1.4%	7.5	3.9%	7.0	5.5%
	50%	9.0	3.0%	8.3	6.0%	7.7	8.0%
	70%	10.6	4.8%	9.9	12.1%	9.3	16.8%
	90%	13.4	7.0%	12.5	29.0%	11.8	38.0%
4 lb. al 2%	10%	8.8	0.3%	8.5	2.0%	8.3	3.0%
	30%	9.5	0.5%	9.2	2.5%	8.8	3.3%
	50%	10.7	1.3%	10.2	3.5%	9.6	4.8%
	70%	12.4	3.1%	11.9	7.7%	11.2	11.4%
	90%	14.9	6.0%	14.5	20.0%	14.0	30.0%
6 lb. al 2%	10%	11.4	0.3%	11.1	0.9%	10.7	1.9%
	30%	11.8	0.4%	11.5	1.0%	10.9	2.5%
	50%	12.7	0.7%	12.1	1.5%	11.3	3.8%
	70%	14.2	1.3%	13.3	3.8%	12.5	8.3%
	90%	17.9	2.5%	17.0	12.0%	16.4	20.0%

CAPILLA ALFONSINA
U.A.N.L.

CAPILLA ALFONSINA

SECCION IV

DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES DE UN INTERCAMBIADRO DE CATIONES.

A continuación se dará una breve descripción de las operaciones que se requieren en el funcionamiento de una unidad intercambiadora de cationes:

1. CICLO DE INTERCAMBIO IONICO

En esta operación se procede a hacer circular el agua cruda por tratar a través de un lecho de Zeolita de Hidrógeno. El agua circula por el lecho, de arriba hacia abajo, y a su paso por la Zeolita va intercambiando los Cationes Metálicos, Calcio, Magnesio y Sodio que contiene por los iones Hidrógeno de ésta, según se explica en las reacciones de la página No. 6 . Lógicamente que a medida que va circulando el agua a través de la Zeolita, ésta se va empacando y a su vez va mermando su capacidad de intercambio de iones Hidrógeno; por consiguiente, cuando la Zeolita se agota completamente hay que restaurarla, para lo cual se procede a las siguientes dos operaciones:

U.A.N.L.

2. CICLO DE LAVADO

Esta operación de lavado tiene por objeto elevar, separar, limpiar y clasificar hidráulicamente el lecho de zeolita del intercambiador catiónico, para lo cual se procede a introducir agua cruda a través de la Zeolita pero en sentido inverso al de la primera operación, es decir, de abajo hacia arriba y por un tiempo previamente determinado de aproximadamente 10 minutos. Esta agua posteriormente es enviada al drenaje.

3. CICLO DE REGENERACION

Introduciendo una Solución de ácido Sulfúrico ó Clorhídrico a través del lecho de Zeolita en el sentido de arriba hacia abajo, se procede a restaurarle su capacidad de intercambio iónico, efectuándose las reacciones indicadas anteriormente y enviando los compuestos resultantes de estas reacciones al drenaje, una vez terminada ésta operación se procede a la siguiente:

4. CICLO DE ENJUAGUE

Nuevamente se vuelve a introducir agua cruda

en el mismo sentido que en el del ciclo de intercambio iónico, pero ésta agua, una vez que ha fluído a través del lecho de Zeolita es enviada al drenaje. El objeto de esta operación como su nombre lo indica es el de enjuagar la resina, eliminando así las últimas trazas que pudieran existir de los compuestos formados en la regeneración, Sulfatos o Cloruros de Calcio, Magnesio y Sodio según sea el regenerante utilizado. Finalmente, una vez que el volumen de agua de enjuague, previamente establecido, haya sido pasado a través de la Zeolita, se procede a iniciar la operación del ciclo de intercambio iónico para una nueva corrida de Servicio de esta unidad.

CAPILLA ALFONSINA
U.A.N.L.

CAPILLA ALFONSINA

SECCION V

EQUIPO PARA INTERCAMBIO DE CATIONES DE HIDROGENO

El equipo utilizado para llevar a cabo el proceso de intercambio de cationes de hidrógeno consiste de los siguientes elementos que se enuncian a continuación:

TANQUES PARA INTERCAMBIO

Básicamente son recipientes verticales a presión consistentes de un cilindro de acero al carbón con dos tapas abombadas a un radio esférico igual al del diámetro del cilindro y con un espesor de material adecuado para resistir la presión requerida. Los recipientes standard se diseñan para una presión de 75 lbs. por pulg. cuadrada y las dimensiones comerciales varían entre 16" y 120" de diámetro, siendo la altura recta entre 5' y 12'. Los recipientes están recubiertos en su interior con hule, plastisol u otros recubrimientos a prueba de ácido. Las conexiones internas son de PVC u otros materiales a prueba de ácido y las tuberías y conexiones son de PVC ó fierro recubiertas interiormente de hule.

U.A.N.L.