

Rev. Téc. Ing., Univ. Zulia
Vol. 14, No. 2, 1991

LUCILA P. DE PORTILLO
HELI LUGO F.
División de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad del Zulia

SISTEMA DE TRATAMIENTO IONICO PARA EL CONDENSADO DE PROCESO DE LAS INSTALACIONES PRODUCTORAS DE FERTILIZANTES DE EL TABLAZO

RESUMEN

La reutilización eficiente del condensado de proceso de plantas de amoníaco, requiere que el mismo sea sometido, posterior a su despojamiento con vapor, a un proceso de intercambio iónico, para disminuir el contenido de amoníaco a un nivel tal que su uso como agua de alimentación de calderas sea factible.

En este trabajo se hace un estudio, a nivel de microcolumna, con el objeto de determinar la posibilidad de instalar un sistema de intercambio catiónico para el condensado de proceso de las plantas de amoníaco del Complejo Petroquímico El Tablazo.

Se determina que el tratamiento es efectivo para concentraciones de amoníaco en el condensado alimentado iguales o menores de 50 ppm, siendo el rendimiento de las resinas mayor a 70°C que a la temperatura ambiente.

Con base en el estudio de la problemática existente relacionada con el condensado y en los resultados obtenidos en las pruebas con las resinas, se propone la instalación de un sistema de intercambio iónico. Este sistema generaría un ahorro en el consumo de agua desmineralizada y disminuiría el volumen de purgas de calderas, el consumo de productos químicos y en general, todos los problemas ocasionados por la presencia del amoníaco en el vapor producido.

ABSTRACT

The process condensate from ammonia plants can be efficiently reutilized if it is subjected to an ion exchange treatment after being steam stripped, in order to lower its ammonia content to such level to allow the condensate to be used as steam boiler feedstock.

The objective of this work is to make a study, at a laboratory scale, to determine the feasibility of installing an ion exchange system to treat the process condensate from the ammonia plants in the petrochemical complex at El Tablazo, Estado Zulia.

It was also found that the treating is effective for ammonia concentrations in the condensate not higher than 50 ppm, being the resin efficiency at 70°C higher than at room temperature.

The above mentioned findings can be used as a basis to design an ion exchange system to remove the ammonia from the condensate presently generated in the fertilizers plants of the El Tablazo complex. Such installation would represent savings in demineralized water consumption. On the other hand, it would contribute to lower the boiler purges and consequently decrease the additives and chemicals consumption.

INTRODUCCION

Las instalaciones para la producción de fertilizantes del Complejo Petroquímico El Tablazo incluyen dos plantas de amoníaco y dos plantas de urea. La fabricación de amoníaco contempla la utilización de vapor de agua; ello da lugar a la producción de un "condensado de proceso" el cual contiene amoníaco en proporción tal que no permite su reutilización total. El propósito de este trabajo es estudiar la posibilidad de recuperar el condensado de proceso no usado.

El trabajo desarrollado contempla en primer lugar el planteamiento de la problemática existente en el Complejo Zulia, mostrándose el impacto económico-operacional que ello representa. Una vez identificado y cuantificado el problema, se establece como opción a seguir el tratamiento del condensado mediante intercambio iónico. Se procede luego a realizar la metodología experimental establecida. Finalmente se indican los resultados obtenidos, cuya discusión conduce a la opción propuesta para resolver el problema y los beneficios que la misma representa.

Problemática del condensado de proceso

Las instalaciones productoras de fertilizantes están constituidas por dos plantas de amoníaco de 900 TMD cada una y dos plantas de urea con una capacidad de 1200 TMD cada una.

La materia prima utilizada en las plantas de amoníaco es gas rico en metano. El amoníaco producido, conjuntamente con el dióxido de carbono generado en las mismas plantas constituyen la materia prima para la producción de urea.

Tanto las plantas de amoníaco como las de urea requieren vapor para la operación de turbinas de bombas

y compresores, así como para las reacciones de reformación y conversión en el proceso de obtención de amoníaco.

El sistema de vapor de una planta de amoníaco es generalmente un sistema cerrado e integrado con el proceso. El calor generado en el proceso es recobrado y utilizado para generación de vapor. Sin embargo, dado que el volumen de vapor generado en estas plantas no satisface las necesidades de las mismas, el déficit se cubre con el vapor proveniente del área de servicios de las plantas de fertilizantes y de las instalaciones centrales de servicios industriales del Complejo. La interrelación entre las plantas y el área de servicios de fertilizantes se muestra en forma simplificada en la figura No. 1.

El gas de alimentación a las plantas de amoníaco reacciona con un exceso de vapor de agua en un reformador primario para producir hidrógeno y monóxido de carbono; este gas es mezclado con aire, fuente de nitrógeno, y reacciona en el reformador secundario. El monóxido de carbono existente en el gas de proceso reacciona con un exceso de vapor de agua en un convertidor de dos etapas para producir dióxido de carbono e hidrógeno adicional. Esta corriente es enfriada y el vapor que no reacciona se condensa y se separa como condensado de proceso.

El dióxido de carbono producido es removido del gas mediante absorción en monoetanolamina obteniéndose así una mezcla gaseosa, gas de síntesis, con las proporciones adecuadas de hidrógeno y nitrógeno para la síntesis de amoníaco.

El condensado de proceso proveniente de las plantas de amoníaco es despojado con vapor para extraer los gases disueltos y finalmente se mezcla con agua desmineralizada fresca y constituye el agua de alimentación de las calderas tanto del área de servicios de fertilizantes como de las plantas de amoníaco.

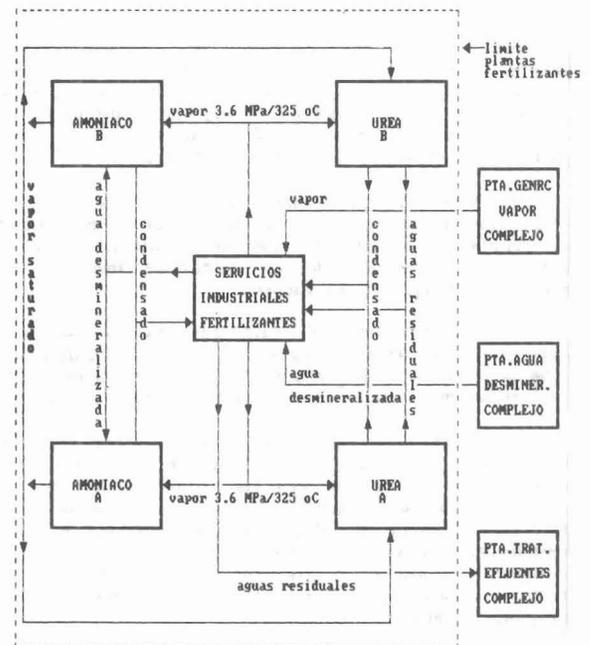
El condensado de proceso que va al despojador lo constituyen en la actualidad unas 140 TMH. El amoníaco presente en este condensado proviene básicamente de la primera etapa del convertidor de alta temperatura donde se origina a partir de reacciones secundarias; al producirse se disuelve en el condensado saturado con dióxido de carbono. El condensado también contiene pequeñas cantidades de metales provenientes de su contacto con catalizadores, paredes de recipientes y tuberías y metanol y materia orgánica, que se originan a partir de reacciones secundarias en el convertidor de baja temperatura.

La configuración descrita genera varios problemas:

- 1) Producción de vapor contaminado con amoníaco, el cual es transportado hacia los catalizadores del proceso causando pérdidas de actividad de los mismos y daños a las turbinas y calderas.
- 2) Drenaje frecuente del condensado de las plantas de urea hacia la planta de tratamiento de efluentes, causando sobrecarga en el sistema de tratamiento.
- 3) Consumo excesivo de agua desmineralizada en la preparación de agua de alimentación de las calderas, con el consecuente incremento de los costos de producción del vapor.
- 4) Purga excesiva en las calderas para mantener el balance

de sólidos disueltos, lo cual conlleva un gasto excesivo de agua de reposición. 5) Incremento de los niveles de nitrógeno en las aguas efluentes del Complejo.

FIGURA No 1
INTERRELACION SERVICIOS INDUSTRIALES



Recuperación y reutilización del condensado

Se pueden considerar diferentes alternativas para tratar el condensado de proceso: a) Usarlo como agua de reposición en torres de enfriamiento. En algunas plantas este esquema se ha puesto en práctica, encontrándose que el pH del agua de recirculación está en el rango de 8.0 - 8.4 tendiendo a ser corrosiva para aquellos materiales constituyentes del sistema de enfriamiento que contengan cobre. b) Despojar todo el condensado y descargarlo en una corriente de agua o usarlo como agua de alimentación de las calderas de la planta de amoníaco. Con este

tratamiento, se despoja el condensado de proceso con vapor [1] ó aire-vapor [2] y se produce un venteo atmosférico, lográndose reducir el contenido de amoníaco hasta 20 - 50 ppm [1]. Con un despojamiento simple solamente, no se puede lograr el reuso completo del condensado, se requiere usar cantidades sustanciales de vapor y no se elimina el problema de la contaminación del aire. c) Despojar el condensado con vapor para remover parcialmente el amoníaco y las impurezas orgánicas, usando una torre empacada y una cantidad razonable de vapor, hasta unos niveles tales que permita, mediante un proceso posterior por intercambio iónico [3], lograr un contenido de amoníaco adecuado para la reutilización eficiente del condensado de proceso. En algunas plantas de fertilizantes en Yugoslavia, Italia, Irán, U.S.A. y Brasil, se usa el proceso de intercambio iónico para tratar el condensado de proceso y reusarlo como agua de alimentación de calderas.

En el caso del Complejo Zulia, para poder reutilizar eficientemente el condensado de proceso es necesario lograr niveles de amoníaco no mayores de 10 ppm en el mismo [4].

Ensayos en microcolumna

Para estimar el tiempo de funcionamiento de la columna de intercambio para una aplicación particular, es importante predecir con cierta aproximación la forma de la curva de ruptura y con ella la aparición de los puntos de ruptura, operación y agotamiento. Este objetivo puede ser llevado a cabo mediante el estudio a microescala en una columna de laboratorio.

La solución a tratar es pasada a través de la columna, manteniendo el caudal constante, hasta que el lecho prácticamente se agote. El efluente es recolectado cada cierto intervalo de tiempo para su posterior análisis. Una vez finalizada la operación de la columna, el lecho se lava con agua destilada y se procede a su regeneración. La solución ácida regenerante se alimenta, a caudal constante, hasta que la concentración de amoníaco en el efluente sea prácticamente despreciable. Finalizada la regeneración, el lecho es lavado nuevamente con agua destilada a caudal constante, midiéndose el tiempo requerido para que el efluente presente un pH neutro.

Para los ensayos en la microcolumna se utilizaron las resinas AMBERLITE 200 STYRENE-DVB, catiónica fuerte y AMBERLITE IRC50 METHACRYLIC ACID-DVB, catiónica débil, ambas de ROHM and HAAS [5]. Los resultados derivados para algunas pruebas se muestran en las figuras Nos. 2 y 3.

Solución propuesta

En el Complejo Zulia se reutiliza solamente una parte del condensado de proceso como agua de alimentación de las calderas, para lo cual se despoja con vapor no lográndose alcanzar un nivel adecuado en el contenido de amoníaco. En consecuencia, se ha propuesto

instalar, en serie con el existente un nuevo despojador, el cual entrará en funcionamiento próximamente. Sin embargo, la instalación de este nuevo despojador solo logrará bajar el contenido de amoníaco a niveles de 20 - 50 ppm.

Con el objetivo de lograr re-utilizar al máximo el condensado de proceso y minimizar los problemas ya indicados, es necesario mejorar la calidad de agua de alimentación de las calderas. Para esto se propone un sistema de tratamiento del condensado de proceso para purificarlo y usarlo efectivamente como agua de alimentación de calderas. El diagrama de flujo del sistema propuesto se muestra en la Fig. 4.

El sistema consiste básicamente en incorporar después de los desgasificadores existente y futuro una unidad de intercambio iónico. El condensado de proceso sería alimentado a los despojadores para remover los gases volátiles. La corriente de tope se condensa y se recobra el amoníaco despojado en una solución acuosa.

El agua de salida del segundo despojador es enviada a un sistema de intercambio iónico donde se produciría agua de alimentación de calderas de calidad comparable a la del agua desmineralizada proveniente del Complejo.

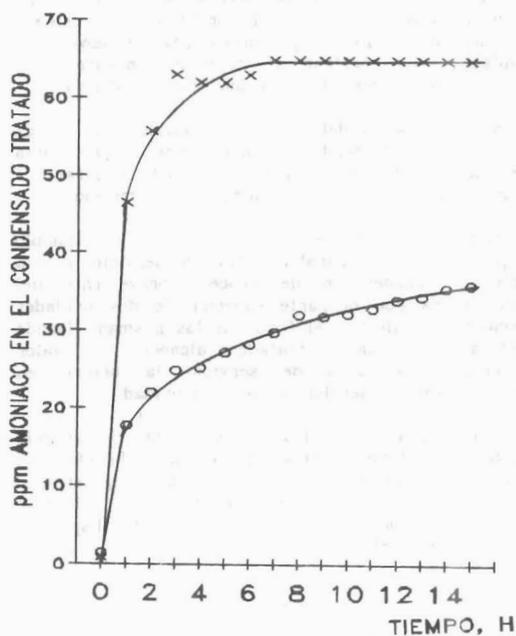
El sistema consiste de tres unidades de intercambio iónico que operan en paralelo: dos en servicio y una disponible. El condensado de proceso proveniente del despojador entra por la parte superior de dos unidades de intercambio y sale por el fondo de las mismas. Cuando la cantidad de agua tratada alcance el valor predeterminado, se saca de servicio la unidad en cuestión y se pone en servicio la tercera unidad.

Para regenerar la unidad que ha salido de servicio es necesario realizar varias operaciones: lavado con agua en contracorriente, reposo del lecho, regeneración con ácido clorhídrico y lavado con agua. Al finalizar esta etapa la unidad se encuentra nuevamente disponible para entrar en servicio.

Discusión de resultados

Del análisis de los resultados obtenidos se puede deducir: 1- Como puede observarse en la figura 3, el tratamiento con resina de intercambio iónico resulta exitoso para la remoción de amoníaco del condensado de proceso. 2- Cuando la temperatura de la alimentación a la columna es 70°C el rendimiento de las resinas es mayor en un 15% que el logrado a temperatura ambiente. 3- El tratamiento investigado es efectivo para contenidos de amoníaco de 50 ppm o menores en el condensado virgen. A niveles mayores el punto de ruptura se alcanza rápidamente como se observa en la figura No.2. 4- La observación de la figura No.3 indica que cuando la alimentación a la columna está a 70°C el comportamiento de la resina fuerte es el mejor, puesto que, aún después de regenerada, utiliza prácticamente toda su capacidad de intercambio antes de llegar al punto de operación. 5- Al experimentar con los dos tipos de resinas y sus mezclas se observó que tanto la resina catiónica fuerte como una mezcla de 2 volúmenes de débil

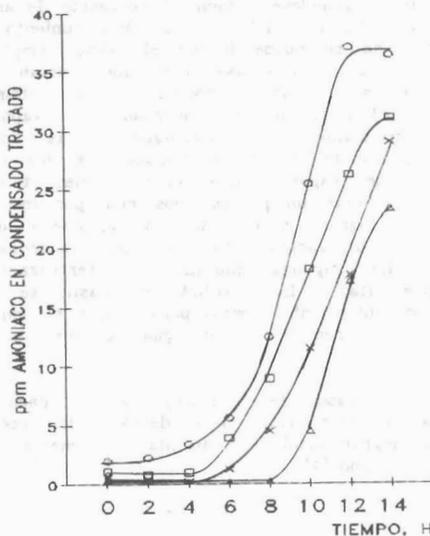
FIGURA No 2
RESINA CATIONICA DEBIL
CURVAS DE RUPTURA A 25 °C



ALIMENTACION:

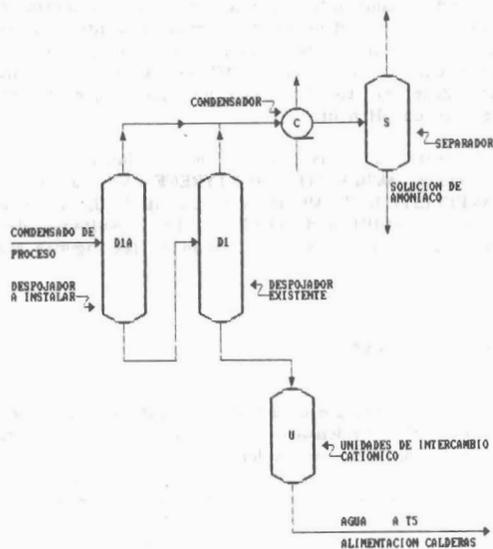
- x 88 ppm DE AMONIACO
- o 42 ppm DE AMONIACO

FIGURA No 3
RESINA FUERTE Y MEZCLA FUERTE/DEBIL
CURVAS DE RUPTURA



- x RESINA FUERTE A 25 °C
- o MEZCLA 2V DEBIL/1 V FUERTE A 25 °C
- MEZCLA 2V DEBIL/1 V FUERTE A 70 °C
- △ RESINA FUERTE A 70 °C

FIGURA No 4
RECUPERACION DE CONDENSADO-SISTEMA PROPUESTO



con 1 volumen de fuerte trataron el mayor volumen de alimentación, manteniendo el nivel de amoníaco requerido en el condensado tratado.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y su posterior discusión pueden derivarse las siguientes conclusiones: 1) El tratamiento con resinas de intercambio iónico es recomendable para condensados de proceso con contenidos de amoníaco iguales o inferiores a 50 ppm, siendo mayor el rendimiento de las resinas a 70°C que a temperatura ambiente. 2) Tanto la resina catiónica fuerte como una mezcla de dos volúmenes de débil con un volumen de fuerte, producen el mayor rendimiento, en términos de volumen de condensado tratado. 3) Dentro del rango estudiado las velocidades volumétricas comprendidas entre 50 y 60 BV/H son las que presentan tiempos de operación más largos. 4) Con la alimentación a la columna a 70°C la resina catiónica fuerte es la que presenta el mayor tiempo de operación. 5) Los consumos de ácido y agua para el lavado son prácticamente los mismos en todas las pruebas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] SPANGLER, H.: Repurification of Process Condensate. Ammonia Plant Safety. Vol. 17, 1975.
- [2] POWERS, S.; COLLINS, A.; EDZWALD, J.; DIETRICH, J.: Modeling an Aerated Bubble Ammonia Stripping Process. Journal Water Pollution Control Federation. Feb. 1987.
- [3] LEFEVRE, L.: Ion Exchange, Problems and Trouble Shooting. Chemical Engineering, Vol. 93, No. 13, 73-75(1986).
- [4] SANCHEZ, A.: Evaluación del Sistema de Desaireación del Condensado de Proceso en Plantas de Amoníaco. Pequiven Complejo Zulia. 1978.
- [5] ROHM and HAAS: Ion Exchange Resins. Laboratory Guide. March 1988.

Recibido el 06 de Octubre de 1989
En forma revisada el 03 de Mayo de 1991

El presente trabajo tiene como objetivo principal el estudio de la influencia de la temperatura y la humedad en el comportamiento mecánico de los materiales de construcción, específicamente en el concreto armado. Se analizaron los efectos de la exposición a condiciones ambientales extremas en la resistencia y ductilidad de las probetas sometidas a ensayos de compresión y tracción. Los resultados indican que el aumento de la temperatura y la humedad reduce significativamente la resistencia y la ductilidad de los materiales, lo que puede comprometer la seguridad y durabilidad de las estructuras de concreto armado en zonas de clima cálido y húmedo. Se recomienda la implementación de medidas de protección y mantenimiento adecuadas para mitigar los efectos negativos de las condiciones ambientales en las estructuras de concreto armado.

El presente trabajo tiene como objetivo principal el estudio de la influencia de la temperatura y la humedad en el comportamiento mecánico de los materiales de construcción, específicamente en el concreto armado. Se analizaron los efectos de la exposición a condiciones ambientales extremas en la resistencia y ductilidad de las probetas sometidas a ensayos de compresión y tracción. Los resultados indican que el aumento de la temperatura y la humedad reduce significativamente la resistencia y la ductilidad de los materiales, lo que puede comprometer la seguridad y durabilidad de las estructuras de concreto armado en zonas de clima cálido y húmedo. Se recomienda la implementación de medidas de protección y mantenimiento adecuadas para mitigar los efectos negativos de las condiciones ambientales en las estructuras de concreto armado.