

Tratamiento mediante Bioreactor de Membranas de los efluentes de tenería con eliminación del nitrógeno y un proceso de bajo coste de secado de fangos

W. Scholz

W2O Environment Ltd., Northampton UK
 Cecil Road, Queens Park, Northampton NN2 6PQ, United Kingdom e-mail:
 wolfram@w2oenvironment.net

1. Resumen

Las medidas para mejorar la calidad de los efluentes de tenería para cumplir con los requisitos de las nuevas normativas, tales como el límite de nitrógeno y la reducción de los costes de tratamiento y eliminación de lodos; se han vuelto cada vez más importantes en la mejora de la competitividad de las empresas de curtidos. El tratamiento biológico de los efluentes de curtidos es un paso esencial en la reducción de los compuestos orgánicos solubles además del nitrógeno. Una etapa combinada de desnitrificación y nitrificación oxida el amoníaco a nitrato, el cual se recircula hacia una etapa anóxica, donde el nitrato se desnitrifica liberando nitrógeno molecular. En la práctica los sistemas de desnitrificación / nitrificación han mostrado una mayor estabilidad y rendimiento de las plantas de tratamiento biológico con eliminación completa de amoníaco donde se consiguen concentraciones bajas de nitrato de 5 ppm en el efluente. El Biorreactor de Membranas (MBR) en combinación con un bucle de desnitrificación / nitrificación ha demostrado que aumenta significativamente el rendimiento de la planta biológica en comparación con el tratamiento convencional, con tasas promedio de eliminación del 92% de DQO, 98% de la DBO y 93% del nitrógeno total.

Un beneficio adicional de los tiempos de retención de lodos más largos y temperaturas más altas asociadas al tratamiento MBR es la reducción de la generación de lodo en exceso en comparación con el 50% de la DQO metabolizada en plantas convencionales de lodos activados hasta el 10%. Las empresas de curtidos se esfuerzan por reducir los volúmenes de lodos generados ya que su gestión en el vertedero es cada vez más cara. El lodo primario y biológico es comúnmente

mezclado y deshidratado mediante un decantador centrífugo para lograr un contenido en materia seca del 30 al 35%. La torta del filtro se puede secar adicionalmente en un secador de lodos de bajo coste, en donde el lodo se macera y se seca mediante tornillos calentados con vapor, dando un resultado del 90% de materia seca en la torta, lo que reduce el volumen total de lodo en un 60% para su eliminación.

Palabras clave: efluentes de curtiembres, desnitrificación, eliminación de nitrógeno, de biorreactores de membrana, secado de lodos

Introducción

Los efluentes de tenería contienen muchos tipos de contaminantes, los cuales están presentes en todas las formas, desde sólidos grandes, coloides hasta las sales disueltas. El flujo y la composición del efluente también varía considerablemente durante el día y varía entre las diversas etapas del proceso de curtido que se llevan a cabo (Buljian y Kral 2011). En el pre-tratamiento de las aguas residuales de tenería es especialmente importante realizar un proceso de filtración a 1 mm para eliminar los sólidos gruesos, con el fin de proteger y optimizar los procesos de tratamiento posteriores.

Los efluentes son transportados por gravedad hacia un depósito de homogeneización para igualar los flujos y las concentraciones. Se puede lograr un flujo de efluente uniforme y constante dimensionando el depósito de homogeneización hasta un volumen del 100% del flujo diario de la tenería. Además de equilibrar el flujo, el depósito de homogeneización proporciona un efecto de neutralización y precipitación. Es necesario

conseguir una mezcla y una aireación efectivas mediante el uso de un sistema de mezcla tipo Jetox Venturi en el proceso de homogeneización, y prevenir así las condiciones anaeróbicas y la sedimentación de los sólidos en suspensión.

El siguiente tratamiento Primario incluye el tratamiento de Flotación por Aire Disuelto (tratamiento DAF), donde se eliminan los sólidos suspendidos y las sustancias coloidales. La eliminación física de los sólidos en suspensión y las sustancias coloidales de las aguas residuales se ve reforzada por el acondicionamiento químico de las aguas residuales (IPPC 2009). El efluente es pre-tratado por la dosificación de un coagulante, como alumbre o sales férricas, seguido de la adición de floculantes de polielectrólito con ajuste de pH, que ayudan a la separación de fases. La Flotación por aire disuelto funciona sobre el principio inverso a la sedimentación, mediante el uso de burbujas finas de aire o de gas para levantar los sólidos en suspensión hacia la superficie, donde los flóculos forman una capa de lodo que se elimina mediante un raspador. Un sistema DAF logra niveles elevados de eliminación de la contaminación, disminuyendo el 98% de los SS y hasta el 75% de la DQO (Scholz et al. 2009). Una ventaja adicional es que el lodo flotante tiene un mayor contenido de sólidos, por encima del 10% de la materia seca, lo cual lo hace mucho más fácil y rentable de manejar.

Después del tratamiento Primario, los efluentes se transportan por gravedad hacia el proceso de tratamiento biológico, con la aplicación de las etapas de tratamiento anóxico y aerobio con oxidación del amoníaco y eliminación de los nitratos. El tratamiento biológico aeróbico se lleva a cabo como un sistema MBR con membranas sumergidas, para tratar el efluente mediante su posterior filtración por membranas RO. La planta de MBR y RO está diseñada para proporcionar un reciclaje de agua de hasta el 67%.

El lodo Primario después del proceso de Flotación por Aire Disuelto tiene un contenido en materia seca del 8 - 10% y el lodo del proceso MBR secundario del 1-1,5%. El lodo primario y el secundario se mezclan para la eliminación del agua a través de una centrífuga de decantación o filtro prensa y luego se seca en un secador de lodos, reduciendo el volumen de lodos desechables en 2/3.

Tratamiento Biológico

Después del tratamiento primario, los valores de DQO, DBO solubles y el amoníaco permanecerán en el efluente, los cuales pueden eliminarse de manera eficiente a través del tratamiento biológico de lodos activados. Los procesos biológicos se basan en el hecho que los microorganismos pueden utilizar los compuestos orgánicos (DBO) y los nutrientes (N y P) para aumentar su masa celular, así como proporcionar sus necesidades energéticas. Los compuestos orgánicos solubles se convierten en CO₂, desperdiciando los lodos procedentes de la biomasa.

El amoníaco puede ser eliminado del efluente durante el tratamiento biológico de las aguas residuales por el proceso de nitrificación - la conversión de amoníaco a nitrato por microorganismos especializados. Este proceso es relativamente sensible y requiere condiciones adecuadas y un buen control del proceso biológico. En los sistemas biológicos, los sólidos y las cargas hidráulicas, la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la edad de los lodos son factores importantes para que tenga lugar la nitrificación puede necesitar ajustes para inducir la nitrificación. Además, la inoculación con bacterias nitrificantes puede acelerar la inducción de la nitrificación.



Fotografía 1: Tratamiento de pre-desnitrificación y tratamiento biológico aeróbico

De forma similar a los tratamientos de los efluentes municipales, en el tratamiento de los efluentes de curtidors los sistemas biológicos se están diseñando para lograr una nitrificación completa. Todo el amoníaco disponible se convierte en nitrato, que en la siguiente operación puede ser reducido por desnitrificación biológica. Si un efluente

nitrificado se mezcla con un lodo no aireado, el oxígeno disuelto se agota rápidamente, obteniéndose más suministro de oxígeno por la reducción de nitrato, liberando nitrógeno gaseoso. Para mantener la respiración de los lodos a una velocidad adecuada se requiere generalmente un sustrato carbonoso adicional. La DBO necesaria se suministra mediante la mezcla de efluentes frescos en la zona anóxica con los efluentes enriquecidos con nitrato después del tratamiento aeróbico. Esta forma de utilizar la fase anóxica como tratamiento inicial se denomina pre-desnitrificación y tiene la ventaja adicional de reducir las cargas de DBO sin requisitos de aireación. Los sistemas de desnitrificación / nitrificación se realizan en serie con los efluentes recirculados entre la zona aireada y la zona anóxica.

Biorreactor de membrana

Los Biorreactores de membrana (MBR) combinan un proceso de lodos activados con un proceso de ultrafiltración por membrana para facilitar la retención completa de la biomasa. Esta combinación da como resultado altas concentraciones de biomasa que conducen a un aumento de la eliminación de los contaminantes orgánicos y los sólidos suspendidos del efluente de tenería (Scholz 2005).

Las MBR proporcionan una alternativa relativamente compacta respecto a las opciones de tratamientos biológicos convencionales, produciendo un efluente de alta calidad, incluso a altas y variadas velocidades de carga orgánica. El proceso se basa en la filtración por membrana para retener de forma efectiva toda la biomasa en el biorreactor a diferencia del tratamiento convencional, donde la biomasa se pierde continuamente durante la clarificación. Como consecuencia, el proceso de MBR funciona a concentraciones mixtas de licor de 3 veces superiores de hasta 10 g/l de MLSS, respecto al tratamiento biológico convencional. Una ventaja importante de las MBR es la reducción de la generación de lodos sobrantes como resultado de un mayor tiempo de retención de los lodos y las temperaturas de proceso. El proceso MBR es muy adecuado para los efluentes de curtidos, que generalmente requieren largos tiempos de retención para conseguir un tratamiento biológico eficaz de los contaminantes orgánicos menos degradables, para lograr una calidad del efluente que es, en muchos casos,

mucho mejor que el estándar de descarga requerida (Scholz 2011).



Fotografía 2: Bioreactor de membranas con membranas sumergidas de 60m³/hr de capacidad instalada en China.

La tecnología de Biorreactores de Membrana es un excelente pre-tratamiento para la nanofiltración y la ósmosis inversa, debido a la completa eliminación de la DBO y de los sólidos en suspensión. Pequeñas concentraciones de DBO después del tratamiento convencional podrían causar la contaminación biológica de las membranas de NF/RO y los sólidos en suspensión bloquearían físicamente el espaciador de un módulo RO en espiral.

La combinación de una planta de nanofiltración aplicada como una etapa de depuración después del tratamiento de MBR permite el reciclaje de agua de alta calidad hacia el proceso de curtición. La ventaja de este proceso es una reducción del consumo de agua de red y de los costes de gestión de los efluentes. El uso de agua de proceso de alta calidad también tendrá una influencia positiva con respecto al ahorro de productos químicos de proceso y la mejora de la calidad del cuero. El sistema de biorreactor de membrana alcanza reducciones del 92% de la DQO, obteniéndose un permeado transparente con el 99% de la DBO eliminada y libre de sólidos suspendidos.

Tratamiento	DQO	DBO	Amoníaco	SS
Homogeneizador	3150	750	49	1325
DAF	2020	200	49	38
MBR	180	20	0.6	1.6



- ▲ Especialmente diseñado para cueros hidrofugados con altos requerimientos en el test Maeser.
- ▲ Se fija con curtientes minerales.
- ▲ Tinturas igualadas.
- ▲ Tacto agradable y excelente plenitud.



CROMOGENIA-UNITS, S.A.

Farell, 9 - 08014 Barcelona (Spain)
Tel. (34) 93 432 94 00
Fax (34) 93 422 60 14
E-mail: cromogenia@cromogenia.com
www.cromogenia.com

Gestión y secado de los Lodos

El lodo primario y secundario mixto tiene un contenido en materia seca del 6% y se deshidrata mediante una centrífuga decantadora o un filtro prensa. La torta de filtración con un 30-40% de sequedad se somete a un proceso de deshidratación con un secador de lodos hasta conseguir una sequedad del 85 - 90%. El lodo cae a través de una tolva y se transporta a la cámara de acero del secadero, donde el lodo se macera y se seca con tornillos calentados por vapor, que transportan los lodos a la salida del secador. Para la recuperación del calor utilizado, se utiliza un intercambiador de calor desde el transportador de salida hasta la entrada, donde el lodo se somete a un proceso de pre-secado. El condensado se recoge en las trampas de vapor y se recicla de nuevo al secadero. El vapor y el polvo generados se tratan en una torre de lavado.



Fotografía 3: Secador de fangos de bajo coste fabricado en China

Resultados

Las Plantas de tratamiento de efluentes implementadas en China, República Dominicana y Noruega muestran los siguientes resultados.

Tabla 1: Rendimiento de la planta de tratamiento de efluentes de una empresa de curtidos china que procesa desde la recurtición hasta el acabado de la piel, con concentraciones promedio de DQO, DBO, amoníaco y sólidos suspendidos de las aguas residuales (junio de 2012).

La moderna aplicación del tratamiento de efluentes y gestión de los lodos mediante la tecnología BAT mejora significativamente la calidad de los efluentes, reduce los costes de energía y reduce significativamente los volúmenes y los costes de eliminación de lodos. La planta es totalmente automática y requiere una mínima supervisión.

Conclusiones

La combinación de un sistema aireado de mezcla tipo Jetox Venturi y la Flotación por Aire Disuelto ha mostrado altas tasas de eliminación de los sólidos suspendidos con un promedio del 98% y una eliminación de la DQO de hasta el 75%.

Seguidamente, el Efluente DAF que contiene la DQO soluble se trata mediante un proceso de pre-desnitrificación anóxica seguido de un tratamiento aeróbico que elimina por completo el amoníaco y reduce el nitrógeno total a concentraciones <5 mg/l.

A continuación, se filtra el lodo activado con membranas sumergidas en un biorreactor de membranas, obteniéndose un permeado de baja DQO de media 180 mg/l y de DBO <20 mg/l.

Los lodos Primario y Biológico se mezclan en un tanque de retención de lodos, donde son deshidratados y secados en un secador de lodos, logrando una reducción del volumen de lodos desechables de 2/3 con un 90% sequedad.

Referencias

- Buljan J. and Kral I. UNIDO (2011): Introduction to treatment of tannery effluents, p.9-11,
- Scholz W.G, Mena M., Bermudez A., Lopera J. Robinson R. (2009) “Best available technology for tannery effluent treatment” *Leather International*, p. 12-14, July edition
- IPPC (2009) - Integrated Pollution Prevention and Control, Draft Reference document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins, chapter 4 p. 172, February
- Scholz W. G., Rougé P., Bodalo A. and Leitz U. (2005) Desalination of mixed tannery effluent with Membrane Bioreactor and Reverse Osmosis Treatment, *Journal of Environmental Science & Technology*, 39 / 21, p. 8505 – 8511
- Scholz W.G, Tylor N., Hill K., (2009) “Wastewater treatment at Simona in China- Submerged membrane bioreactor and reverse osmosis technology for tannery effluent treatment and water recycling”, *Leather International*, p. 14-18, March edition
- Scholz W.G, Huang T. and Hill K. (2012) “Lower carbon footprint using Best Available Technologies” *Leather International*, p. 46-48, Nov./Dec. edition.