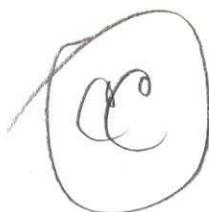


Desinfección de Aguas Residuales por Medio de Luz Ultravioleta*



En los países más desarrollados se ha dado especial importancia al tratamiento de las aguas y aguas servidas por distintos motivos, por conservación del medioambiente, por salud, por reutilización de aguas, etc.

Dentro de los tratamientos de aguas servidas podemos destacar la remoción de sólidos, remoción de contaminantes orgánicos y desinfección (remoción de elementos patógenos).

Nuestra empresa ha investigado los sistemas más avanzados y más económicamente atractivos para el tratamiento de las aguas, habiendo detectado el sistema de "Desinfección de Aguas Residuales por Medio de Luz Ultravioleta", desarrollado por la empresa Trojan Technologies Inc. Líder en el mercado de desinfección ultravioleta quienes nos muestran las ventajas de la desinfección UV en el artículo que reproducimos a continuación.

*Alejandro Bañados Lyon, Ingeniero Industrial Químico (UC)
Gerente General, BAPA Ltda.*

INTRODUCCION

La desinfección de agua y aguas residuales por medio de agentes químicos tales como cloro y sus compuestos ha sido un método universalmente aceptado debido primordialmente a su bajo costo y al supuesto beneficio de tener un efecto residual.

A raíz de haberse puesto un mayor énfasis en el cuidado del medio ambiente, se demostró que desinfectantes de base halógena reaccionaban con compuestos orgánicos disueltos para formar posibles agentes cancerígenos tales como trihalometanos (THM's). También fue demostrado que las substancias residuales de los desinfectantes halógenos tienen un efecto nocivo en la fauna marina de la masa receptora de agua. Estos dos problemas son las razones principales que propiciaron la búsqueda de formas alternativas de desinfección y que han derivado en el uso cada vez más difundido de la luz ultravioleta (UV) para la desinfección de agua y aguas residuales.

Los equipos UV para desinfectar agua son por lo general cilindros cerrados de acero inoxidable con una entrada y una salida y contienen las lámparas distribuidas en forma concéntrica. Estos equipos no son adecuados para desinfectar aguas residuales porque el efluente ensucia las lámparas y la labor de limpieza de las mismas resulta impráctica. Por ello en 1984 Trojan Technologies desarrolló el concepto de colocar las lámparas en un canal abierto para emplearlas en la desinfección de aguas residuales. A partir de entonces los reactores UV para aguas residuales usan generalmente el diseño de canal abierto y el efluente fluye por gravedad.

El uso de la luz ultravioleta deriva en los siguientes beneficios:

* Artículo de Bill Petrozzi M.S.E., Gerente Regional, Trojan Technologies Inc., London-Ontario, CANADA.

- * Con UV no hay peligro de sobredosis. UV es un método físico de desinfección.
- * UV es más efectiva contra una gama mayor de patógenos.
- * No se tiene que agregar productos químicos para cambiar el pH, conductividad, olor, sabor o crear compuestos potencialmente tóxicos.
- * No hay que preocuparse del almacenamiento y manipuleo de sustancias peligrosas.
- * Los equipos no tienen partes móviles que se gasten.
- * Las obras civiles son mínimas ya que los tiempos de retención se miden en segundos (7-15) en vez de minutos (15-60), lo que elimina la necesidad de tener grandes tanques de contacto. Además los equipos UV no requieren edificios o estar bajo techo.
- * Bajos costos de capital y operativos.

¿QUE COSA ES LUZ ULTRAVIOLETA (UV)?

Luz UV se define como la radiación electromagnética con una longitud de onda menor que la de la luz visible (400 nm) pero mayor que la de los Rayos-X (100 nm). La unidad de longitud de onda usada es el nanómetro (nm) igual a 10^{-9} metros. La longitud de onda óptima para efectos germicidas es 253.7 nm, la cual es encontrada en muy pequeñas cantidades en la radiación solar porque la energía a esas longitudes de onda es absorbida por la atmósfera.

La fuente primaria de energía UV con la tecnología presente, es la lámpara de baja presión de arco de mercurio. La lámpara UV de baja presión es aceptada universalmente como la fuente más eficiente y efectiva para aplicaciones de desinfección. La razón primordial de su uso tan difundido es que aproximadamente 89% de su energía producida ocurre en la longitud de onda de 253.7 nm. La radiación es generada mediante la formación de un arco eléctrico a través del vapor de mercurio, la descarga de energía generada por la excitación del mercurio resulta en la emisión de luz UV.

DESINFECCION vs. ESTERILIZACION

Esterilización implica la eliminación total de patógenos o microorganismos causantes de enfermedades. En contraste, desinfección es la reducción en la concentración de patógenos a niveles no infecciosos.

¿COMO DESINFECTA LA LUZ ULTRAVIOLETA?

Luz UV con una longitud de onda de 254 nm origina un reordenamiento del código genético de los microorganismos impidiendo su reproducción.

Los microorganismos son organismos de células simples y éstas a su vez están constituidas de moléculas. Los ácidos Deoxiribonucleico (DNA) y Ribonucleico (RNA) son macromoléculas tipo cadena que funcionan en el almacenamiento y transferencia de la información genética de la célula (tipo y cantidad de la enzima producida). La molécula DNA es considerada como el blanco principal de la energía de radiación UV y el componente principal donde acontece daño biológico de consideración.

SOLIDOS EN SUSPENSION (SS):

Los sólidos en suspensión consisten de cualquier partículas filtrables presentes en el agua y son medidos en partes por millón (ppm) o mg/l. Los sólidos en suspensión disminuyen la transmisión UV mediante la dispersión y absorción de la luz, también pueden reducir la eliminación de bacterias si las encapsulan protegiéndolas así de ser expuestas a la luz UV. Si el agua residual contiene altos niveles de SS, se requerirá una dosis UV más elevada.

El mayor efecto de los sólidos en suspensión es sobre los límites de desinfección alcanzables. A manera de ejemplo y tomando como referencia los límites de desinfección más conocidos *calculados de acuerdo al criterio de la media geométrica a 30 días* se tendría:

Límite de desinfección	Valor máximo permisible de TSS
1000 CF/100 ml	50
200 CF/100 ml	30
100 CF/100 ml o 1000 CT/100 ml	20
23 CT/100 ml	5

Para valores de TSS mayores, las lámparas tenderán a ensuciarse más a menudo haciendo la labor de limpieza impráctica. Para ese tipo de aplicación (efluentes de baja calidad) y caudales mayores de 200 litros/segundo, la compañía canadiense Trojan Technologies Inc. ha desarrollado el sistema UV4000 utilizando lámparas de alta intensidad y provisto de un mecanismo exclusivo de autolimpieza.

NIVEL DE ORGANICOS DISUELTOS

Compuestos orgánicos específicos en un flujo de agua residual absorberán energía emitida en la región de ondas germicidas del espectro.

DUREZA TOTAL:

La presencia de niveles altos de magnesio inorgánico o carbonatos de calcio en el flujo de agua residual puede contribuir al recubrimiento de la camisa de cristal de cuarzo.

LIMPIEZA DE LA CAMISA:

Para asegurar un rendimiento máximo de la unidad, es esencial que las camisas de cristal de cuarzo se mantengan limpias. Si se permite la formación de recubrimiento sobre las camisas, la cantidad de luz UV transmitida al agua será reducida.

ENVEJECIMIENTO:

La energía de salida de la lámpara después de un año es aproximadamente 65% de su energía después de las primeras 100 horas del período de encendido de asentamiento. Esta energía continúa reduciéndose hasta aproximadamente 58% al final de dos años.

TEMPERATURA DEL EFLUENTE:

La temperatura del efluente afecta la energía luminosa emitida por la lámpara. Por lo general, el mayor rendimiento se obtiene a 21°C.

BALASTRO

El balastro es un componente crítico en el diseño de los equipos. Controla y modula la corriente del arco de la lámpara así como los circuitos monitores usados para mantener las características eléctricas deseadas. Los sistemas más modernos usan balastros electrónicos en lugar de los tradicionales balastros electromagnéticos. En general, cuanto mayor sea el valor de los mA de operación de un balastro, mayor será la energía luminosa (intensidad) UV emitida por la lámpara y consecuentemente la dosis UV administrada.

PROCESO DE TRATAMIENTO

El proceso de tratamiento biológico (secundario) tiene un impacto en el rendimiento del sistema UV. Procesos de tratamiento diferentes producen efluentes con características de transmisión distintas y con diferentes rutinas de limpieza. Se indica a continuación algunos valores típicos de transmisión UV correspondientes a varios procesos de tratamiento biológicos:

Proceso	% Transmisión UV
Lodos Activados	60 - 65
Aereación Extendida	60 - 65
Filtro Percolador	50
Tanque de Oxidación	60 - 65
Lagunas	35 - 50
RBC	50
SBR	65

CAUDAL

El caudal a través del sistema UV determinará el tiempo de retención, el cual a su vez determina la dosis entregada a una intensidad UV dada. Para fines de diseño se usa siempre el caudal máximo.

DISEÑO DEL REACTOR

Las características hidráulicas del reactor pueden influenciar grandemente la eficiencia de desinfección. El régimen hidráulico óptimo de desinfección envuelve flujo turbulento con mezclado (ej. flujo tapón) y pérdida de carga mínima. Los reactores con lámparas en posición horizontal y paralelas al flujo son más eficientes que aquellos que tienen las lámparas perpendiculares al flujo (verticales) debido a varios factores entre los que se cuenta:

CARACTERISTICA INHERENTE AL SISTEMA CON LAMPARAS VERTICALES

- * Pérdidas mayores de carga
- * Porción de lámparas al descubierto
- * Tiempos de retención mayores
- * Control de nivel de agua tipo vertedero
- * Módulos de 40 lámparas
- * Cada módulo pesa 115 kg. haciendo necesaria el uso de una grúa para la limpieza de módulos.

CONSECUENCIA

- * Las lámparas ofrecen mayor resistencia al flujo.
- * Entre 10 al 20% de la energía luminosa de las lámparas no es aprovechada.
- * Las lámparas requieren ser limpiadas con más frecuencia.
- * No contribuye a la formación de flujo tipo tapón. Además sedimentos tienden a acumularse en el piso del canal.
- * Si existe un problema eléctrico en el módulo 40 lámparas son afectadas en vez de un máximo de 8 para el sistema horizontal.
- * El módulo de 8 lámparas pesa sólo 25 kg.

La superioridad del diseño con lámparas en posición horizontal paralelas al flujo se evidencia en el hecho que de las aproximadamente 1200 instalaciones UV para desinfectar aguas residuales, sólo el 10% (120) usan lámparas en posición vertical al flujo.

CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS

El criterio modular del diseño de los equipos permite cubrir un rango amplio de caudales desde 75.000 litros/día hasta 2.0 millones de metros cúbicos por día.

COSTO

Cuando se hace el análisis comparativo de costos de UV vs. Cloro se deben considerar todos los costos anexos a la aplicación de los sistemas, tales como:

- Costos de Capital
- Mano de Obra
- Riesgos (seguros)
- Obras Civiles

- Repuestos
- Consumo de Energía
- Costo de Insumos