

TRATAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE DISOLUCIONES DE TINTURAS OBTENIDAS A PARTIR DE LA MEZCLA DE COLORANTES REACTIVOS BIFUNCIONALES HIDROLIZADOS

RESUMEN

La intervención del hombre en el medio ambiente está causando un rápido e intenso deterioro medioambiental que se puede constatar en el agotamiento de recursos naturales. La investigación de tratamientos potentes y prácticos para decolorar y degradar las aguas residuales textiles coloreadas, representa hoy en día un problema de amplio interés para la industria textil debido al impacto medioambiental que esto supone.

En la presente Tesis Doctoral se estudia la degradación de los tres colorantes reactivos bifuncionales que componen la Tricromía Procion HEXL: Procion Yellow HEXL, Procion Crimson HEXL y Procion Navy HEXL. Este tipo de colorantes presentan como grupo reactivo dos grupos monoclorotriazínicos y como grupo cromóforo (grupo responsable del color) presentan dos grupos azo ($—N=N—$).

Se estudia la decoloración y mineralización de estos colorantes mediante la aplicación del tratamiento electroquímico de óxido-reducción a $125\text{mA}/\text{cm}^2$ en una célula filtro-prensa empleando un cátodo de acero inoxidable (Cr 18-19% y Ni 8,5-9%), y como ánodo se utiliza un electrodo tipo DSA de Ti/SnO_2 dopado con antimonio y con pequeñas cantidades de platino ($\text{Ti}/\text{SnO}_2\text{-Sb-Pt}$). Los electrodos DSA destacan, entre otras cosas, por presentar un mayor sobrepotencial de producción de oxígeno. Este proceso es el que investigaciones anteriores se ha mostrado como el que presenta mejores resultados.

Se evalúa el grado de decoloración/mineralización mediante medidas de Carbono Orgánico Total (COT), Nitrógeno Total (TN) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), datos que además nos permiten conocer el Estado de Oxidación Promedio (EOP) al final de cada electrolisis, así como información de la eficiencia en cada caso a través del Estado de Oxidación del Carbono (EOC), Eficiencia en Corriente Instantánea (ECI) y Eficiencia en Corriente Promedio (ECP).

La cinética de decoloración y la evolución de los intermedios generados se han estudiado a través medidas de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). La comparación de los espectros obtenidos a través de Espectroscopia UV-Visible y FTIR nos permite hacer un seguimiento de la decoloración desde el estado inicial y final de las disoluciones tras la electrolisis. También se evalúa la estabilidad del electrodo DSA de $\text{Ti}/\text{SnO}_2\text{-Sb-Pt}$ en este tipo de procesos.

El objetivo principal es obtener aguas decoloradas con contenidos en materia orgánica sensiblemente inferiores a los valores iniciales y además estudiar la posibilidad de reutilización de esas aguas residuales depuradas en posteriores procesos de tintura con el consiguiente ahorro de agua y de electrolito.

En la primera parte del trabajo se estudió el tratamiento electroquímico para la degradación de estos colorantes reactivos azoicos bifuncionales empleando disoluciones con los colorantes hidrolizados en las que se simulaban las características

principales de los baños residuales de tinte por agotamiento de fibras de algodón. Inicialmente se estudió una disolución que contenía únicamente el colorante Procion Yellow con el objetivo de evaluar la degradación y decoloración obtenida de un solo colorante. En la segunda parte se estudió el comportamiento de una disolución que contiene la mezcla de los tres colorantes hidrolizados de la Tricromía Procion HEXL en concentración similar a las de un efluente real, en ambos casos se utiliza Na_2SO_4 como electrolito.

Seguidamente se estudia la degradación y comportamiento electroquímico de baños que contienen los colorantes: Procion Yellow HEXL, Procion Crimson HEXL y Procion Navy HEXL tras la tinte de tejidos de algodón. Se realizan tinturas a nivel de laboratorio con cada uno de los tres colorantes por separado y también con una mezcla de los tres colorantes, posteriormente las aguas resultantes de estos baños de tinte se someten a un tratamiento electroquímico de óxido-reducción a $125\text{mA}/\text{cm}^2$ en una célula filtro-prensa.

Una vez comprobado que el tratamiento electroquímico de óxido-reducción a $125\text{mA}/\text{cm}^2$ en una célula filtro-prensa de aguas residuales procedentes de baños de tinte de colorantes reactivos azoicos bifuncionales, en particular los pertenecientes a la Tricromía Procion HEXL, es efectivo consiguiendo una importante reducción de DQO y de COT, así como la decoloración de las disoluciones tratadas, se procede a estudiar y verificar que estas aguas tratadas pueden ser reutilizadas en posteriores tinturas obteniendo valores aceptables de igualación en los tejidos teñidos. También hemos estudiado la degradación y decoloración en las sucesivas reutilizaciones.

Se realiza un estudio de igualación del color de los tejidos de algodón tintados con los colorantes de la Tricromía Procion HEXL, utilizando disoluciones con distintas proporciones de agua destilada y agua de recuperación y comprobando la igualación de las mismas, los datos obtenidos en este estudio nos indican que se consiguen buenos resultados a partir de mezclas de 70% agua de recuperación y 30% agua. Este modelo de baño es el que hemos utilizado para realizar posteriormente cuatro electrolisis y cinco tinturas consecutivas, reutilizando en cada tinte el agua procedente del baño de la anterior que contiene los colorantes hidrolizados que no han reaccionado con la fibra y que será sometida a un tratamiento de oxidación-reducción en una célula filtro prensa sin separación de compartimentos.

Las diferencias de color obtenidas en los tejidos tintados en las cuatro reutilizaciones son inferiores al límite máximo de aceptación de diferencias de color en la industria textil, que es de una unidad ($DE_{\text{CMC}(2:1)} \leq 1$).

Posteriormente hemos estudiado la degradación y mineralización del baño resultante de la tinte de tejidos de algodón a nivel de laboratorio con una mezcla de los colorantes: Procion Yellow HEXL, Procion Crimson HEXL y Procion Navy HEXL, utilizando NaCl como electrolito al someter a estos baños a un tratamiento electroquímico de óxido-reducción a $125\text{mA}/\text{cm}^2$ en una célula filtro-prensa.

En todos los casos se obtiene una disminución de DQO, COT y TN, los datos de EOP y EOC nos indican que aumenta el Estado de Oxidación del Carbono en todas las disoluciones, los resultados de ECP y EOC demuestran que el proceso tiene lugar de forma eficiente. La cinética de decoloración de todos los procesos corresponde a pseudo-primer orden, la espectroscopia UV-Visible revela que las bandas correspondientes al grupo cromóforo de los colorantes son eliminadas.

Los estudios realizados indican que este tratamiento de sucesivas tinturas y decoloraciones podría ser una alternativa viable en la depuración de efluentes textiles reales que contienen este tipo de colorantes.

La reutilización de los baños de tinte de colorantes reactivos decolorados por métodos electroquímicos es un proceso interesante desde un punto de vista medioambiental debido al consiguiente ahorro de agua y electrolito (hasta un 70%), esto evita además la descarga de efluentes textiles con un alto contenido en sales al medio.