

RESUMEN

Previamente al ennoblecimiento textil, los tejidos de algodón son sometidos a procesos de preparación (desencolado, descrudado y blanqueo) que consiguen la eliminación de impurezas presentes en la superficie de la fibra. El presente trabajo aborda el estudio del proceso de blanqueo de tejidos de algodón crudo y descrudado, por medio de técnicas electroquímicas. Para ello se han empleado metodologías basadas en la electro-oxidación indirecta, concretamente la electro-generación de cloro activo (o electrocloración) o de H_2O_2 (a veces denominados electro-peroxidación) en ausencia o presencia de catalizadores de hierro (proceso electro-Fenton). En estos métodos, el agente blanqueante se forma por electrolisis de precursores inocuos (cloruro en el caso de la electro-cloración y oxígeno disuelto en el caso del H_2O_2), evitando el transporte, almacenaje y manipulación de sustancias peligrosas e inestables, lo que contribuye a mejorar el control, reproducibilidad y seguridad del proceso.

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral es el estudio de la influencia de diferentes variables de electrolisis en la evolución del grado de blanco, con el fin de determinar el conjunto de condiciones operacionales más adecuado para obtener un grado de blanco aceptable, considerando además las modificaciones de la estructura y composición química superficial, de la resistencia mecánica de los tejidos y el daño

químico de las fibras. Estas propiedades se han analizado mediante espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS), espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier con accesorio de reflectancia total atenuada (FTIR-ATR), microscopio electrónico de barrido (SEM), ensayos de tracción y medida del grado de polimerización.

Las condiciones de operación adecuadas para obtener un grado de blanco, WI_{CIE} , superior a 70 mediante electrocloración son: celda no dividida con ánodo DSA (malla $Ti/TiO_2-RuO_2-IrO_2$) y cátodo de acero inoxidable, baño electrolítico de $NaCl$ de concentración ~ 2 % w/w (20 g/L), temperatura ambiente y presencia de humectante (200 $\mu g/L$), en el intervalo de relaciones de baño estudiadas (1/400-1/100). Estos resultados se obtiene con tiempos de electrolisis de 120 minutos en celdas de configuración 'in situ' operando a corriente de 0.5 A (consumo eléctrico 3.27 Wh) o en celdas de configuración 'ex situ' operando a 1.0 A (consumo eléctrico 7.89 Wh). En todos los casos el pH del baño se autoajusta en un intervalo comprendido entre 9.0-9.7.

Con la configuración 'ex situ' es posible utilizar el mismo baño electrolítico para blanquear lotes sucesivos de tejido de forma óptima, habiéndose conseguido hasta en 6 lotes de tejido grados de blanco semejantes para todas las muestras. Además en estas condiciones, una vez alcanzada una

concentración de cloro activo próxima a la estacionaria, es posible proseguir el proceso de blanqueo reduciendo la corriente aplicada o incluso interrumpiéndola, lo que permite consumos eléctricos específicos más reducidos. Los tratamientos por lotes con reutilización de electrolito reducen de forma sustancial la cantidad de materia orgánica liberada por unidad de masa de tejido tratado, probablemente debido a que la celda electroquímica puede funcionar como reactor para la eliminación de materia orgánica (combustión electroquímica)

Cuando se parte de tejidos descrudados previamente, la velocidad de blanqueo aumenta cuando se trabaja en tiempos de electrolisis inferiores a 120 min, y el grado de blanco máximo se aproxima 80, sin necesidad de adición de humectante.

De la morfología de los tejidos, la microscopía SEM no revela alteraciones significativas tras los tratamientos de blanqueo mediante electro-generación de cloro activo. Los ensayos de XPS revelan que la relación O/C va aumentando con la duración de la electrólisis. Esto es debido a la oxidación/eliminación de impurezas no celulósicas y fenómenos de oxidación superficial, que implican un aumento de la concentración relativa de grupos funcionales de tipo C–O y C–OH. En el tratamiento ‘ex situ’, el índice O/C aumenta linealmente con el tiempo de proceso. En el

tratamiento 'in situ' se observa un aumento brusco de la relación O/C en las fases tempranas de electrolisis y una evolución lineal posterior similar al tratamiento 'ex situ'. El índice O/C es semejante al medido en tejido blanqueados químicos con lejía y sensiblemente inferior al alcanzado en los procesos de descrudado alcalino o blanqueo químico con peróxido.

El FTIR ATR confirma que el tratamiento de electrocloración implica la eliminación de constituyentes de ceras y grasas de la superficie de las fibras de algodón, material protéico y posiblemente parte de sustancias pécticas y hemicelulosas. El cociente entre la intensidad de la banda de OH asociada al sistema de puente de hidrógeno y la intensidad de la banda de tensión C-H experimenta un aumento similar a la relación O/C determinada por XPS. No se ha logrado identificar ningún pico de fotoemisión o banda vibracional que sirva como diagnóstico del contenido de materia coloreada, ni se ha logrado establecer una correlación clara entre el aumento del grado de blanco del tejido y el cambio de los parámetros cuantitativos relativos a la composición superficial de los tejidos de algodón.

De los resultados de tracción, se observa que el blanqueo mediante electro-generación de cloro activo permite alcanzar grados de blanco óptimos sin comprometer seriamente las propiedades mecánicas del tejido, aunque sí produce un

cierto acortamiento de las cadenas de celulosa. El deterioro de las fibras es inferior al observado al tratamiento equivalente de blanqueo químico con hipoclorito y comparable al obtenido mediante el blanqueo químico con peróxido de hidrógeno.