

ESTRATEGIA EXPERIMENTAL DE APLICACIÓN DE FOSFONATOS EN EL PULPADO KRAFT Y BLANQUEOS TCF Y ECF

Fernando Esteban Felissia, Programa de Madera, Celulosa y Papel, Universidad Nacional de Misiones, Argentina; Erenio González Suárez, Centro de Análisis de Procesos, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas; María Cristina Area, Programa de Madera, Celulosa y Papel, Universidad Nacional de Misiones, Argentina

Recibido: 18/febrero/2005

Aprobado: 13/diciembre/2005

En el trabajo se presenta una estrategia experimental de aplicación de quelantes en las etapas de pulpado y blanqueos, totalmente libres de cloro (TCF) y libres de cloro elemental (ECF). Los resultados obtenidos demostraron que la combinación de diseños factoriales con un plan jerárquico, con la toma de decisiones intermedias, permite un trabajo experimental eficiente desde el punto de vista de la información obtenida y los costos de investigación.

Palabras clave: Pulpeo de bagazo, procesos de blanqueo, blanqueo libre de cloro.

Experimental strategy of application of fosfonatos in the kraft pulping and Bleaches TCF and ECF

In this work is presented one experimental strategy for chelants applications in pulping and bleaching stages, Totally Chlorine Free (TCF) and Elementary Chlorine Free (ECF). The obtained results demonstrated that the combination of factorial designs with one Hierarchical Plan, that included intermediate decisions, possibilities the efficient experimental work since the optical point of obtained information an the investigation costs.

Key words: Bagasse pulping, process bleaching, chlorine free bleaching.

INTRODUCCIÓN

El pulpado Kraft, debido a su continuo desarrollo, se ha establecido como el método de producción totalmente dominante para pulpas químicas.

El desafío que la industria de la pulpa y el papel están enfrentando hoy, es cumplir con las demandas medioambientales, mientras se mejora

la calidad del producto, la productividad y la economía en la producción.

La tendencia de la producción mundial de pulpas químicas blanqueadas en el período 1990-2002 muestra que las pulpas ECF, blanqueadas con dióxido de cloro, continúan dominando el mercado mundial de pulpas químicas. En el año 2002, la producción de pulpas ECF alcanzó más del 75 % del mercado mundial. Por el contrario, la

producción de pulpas TCF ha mantenido un pequeño nicho de mercado, superior al 5 % de la producción mundial de pulpas químicas blanqueadas.

En el estudio de aplicación de agentes quelantes en la etapa de pulpado y en secuencias de blanqueo multietapa TCF, y ECF no existe un modelo de diseño específico claro a seguir. Es necesario definir una estrategia experimental, para que pueda seguirse en el planteo de cada trabajo y sea utilizada como hilo conductor del pensamiento, logrando una experimentación eficiente, de rápida ejecución y con la mayor calidad.

DESARROLLO

Problemática ambiental de la industria de la pulpa y el papel

La fuerza impulsora en el desarrollo de nuevos procesos de cocción y blanqueo es la reducción de la contaminación, para satisfacer los requerimientos de regulaciones gubernamentales sobre el medio ambiente. En las últimas dos décadas el tema del medio ambiente ha pasado de la periferia al centro mismo del debate teórico y el proceso de toma de decisiones en muchas partes del mundo.⁴

En la actualidad, en los procesos inversionistas se refleja con mayor exigencia, entre los requerimientos, la consideración de la variable ambiental, por lo que ha surgido en el diseño óptimo de los procesos industriales el concepto de diseño de procesos limpios propuesto por Hurme.⁵

Es sabido que las plantas de blanqueo convencional (con cloro elemental), crean alta contaminación y que la descarga de tales plantas contiene productos peligrosos del cloro, incluyendo dioxinas, furanos, etc. A mediados de los años 80, las sustancias orgánicas cloradas se revelaron como un problema ambiental. En esa época se blanqueaba con una gran cantidad de gas cloro, de lo que resultaban diferentes compuestos, desde sustancias altamente cloradas hasta compuestos más simples que contenían poco cloro.⁹

En la actualidad, las secuencias de blanqueo están libres de Cl_2 y las modificaciones de los procesos

apuntan a sustituir gradualmente el dióxido de cloro. En este caso, los compuestos orgánicos clorados originados se asemejan, en su carácter, a productos biodegradables de humus que se hallan en la naturaleza y no a compuestos producidos artificialmente. Como las reacciones son oxidantes, y no de sustitución, no se originan compuestos con más de dos átomos de cloro. Así, no se eliminan compuestos altamente clorados en el efluente, por lo que cambian drásticamente sus cualidades tóxicas.⁹

Esta situación ha originado una creciente actividad de investigación y desarrollo en el campo del diseño y la implementación de nuevos procesos para la fabricación de pulpas químicas blanqueadas, benignas desde el punto de vista del medio ambiente, incluyendo secuencias de blanqueo ECF (Elementary Chlorine Free-libre de cloro elemental) que emplea dióxido de cloro en lugar de Cl_2 , o TCF (Totally Chlorine Free-totalmente libre de cloro), que incluye el uso de químicos no clorados.⁸

Las investigaciones hacia una fábrica libre de efluentes han sido continuas desde hace más de tres décadas. En una fábrica típica de pulpa kraft blanqueada, el efluente proveniente de la planta de blanqueo constituye un 50-75 % del efluente total.

Entre las propuestas desarrolladas para minimizar los efluentes de las plantas de blanqueo pueden citarse:³

- Secuencias de blanqueo totalmente libre de cloro (TCF).
- Reducción del número de kappa entrante a la planta de blanqueo mediante el uso de aditivos químicos (antraquinona, polisulfuros) o mediante la modificación de la cocción (extendida, isotérmica, impregnación con licor blanco, etc.).
- Mejoras en el lavado de la pulpa cruda.
- Optimización del uso de corrientes líquidas con diferentes concentraciones.
- Uso de deslignificación con O_2 siguiendo a la cocción.
- Nuevas configuraciones de depuración y lavado, tales como tamizado después de la etapa de oxígeno, reduciendo los rechazos.

2. Realización de ensayos preliminares para:
 - Determinación de las condiciones de las etapas de cocción y blanqueo de acuerdo con la calidad final de pulpa requerida.
 - Selección de las variables independientes y definir sus niveles.
 - Identificación de las variables extrañas no objeto de investigación que pueden influir sistemáticamente en la variable dependiente estudiada.
 - Conocimiento del error experimental de medición de los parámetros críticos identificados.
3. Planteo de la estrategia experimental de aplicación del quelante mediante la combinación de diseños experimentales que se consideren adecuados.
4. Análisis estadístico de los resultados de acuerdo con el diseño seleccionado.
5. Definición del criterio de selección de la mejor etapa o secuencia para evaluar el funcionamiento del quelante y evaluar la calidad de la pulpa.

Esta estrategia experimental se aplica en los casos siguientes:

- La aplicación de fosfonatos en las etapas de cocción y lavado de la pulpa marrón de *eucalyptus*.
- La aplicación de fosfonatos en una secuencia de blanqueo TCF, OQOPP, para *eucalyptus*.
- Una alternativa particular de secuencia TCF para pulpas marrones industriales de *eucalyptus* y pino.
- La aplicación de fosfonatos en las etapas de cocción y lavado de la pulpa marrón de pino con una secuencia de blanqueo ECF.

CONCLUSIONES

1. Los requerimientos de regulaciones gubernamentales sobre el medioambiente han originado una creciente actividad de investigación y desarrollo en el campo del diseño y la implementación de nuevos

procesos para la fabricación de pulpas químicas blanqueadas, dando origen a secuencias de blanqueo ECF (*Elementary Chlorine Free*-libre de cloro elemental) que emplean dióxido de cloro en lugar de Cl_2 , o TCF (*Totally Chlorine Free*-totalmente libre de cloro).

2. Las estrategias experimentales de aplicación de aditivos, en general, se limitan a estudios de dosificación con diseños empíricos, factoriales y de optimización dentro de la etapa y a trabajos de comparación del funcionamiento de dos o más aditivos con la misma función.
3. Al plantear un estudio de distribución de carga de quelantes en un proceso de blanqueo multietapa, puede obtenerse una mayor eficiencia en el trabajo experimental mediante la combinación de dos o más diseños experimentales y la toma de decisiones intermedias.

RECOMENDACIONES

1. Que en la optimización del trabajo investigativo en el estudio de la dosificación de quelantes en las etapas de cocción y blanqueo, se aplique una estrategia experimental fundamentada en el diagrama heurístico aquí expuesto.
2. En la aplicación de un diseño factorial jerárquico, se recomienda como estrategia la toma de decisiones intermedias, ya que permite una reducción drástica del número de pulpas a analizar sin sacrificar información relevante.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barboza, O. M.: "Estudio de diferentes pretratamientos en el blanqueo al peróxido de pulpas industriales", Tesis, Maestría en Ciencias de Madera, Celulosa y Papel, Posadas, Argentina, 2000.
2. Brogdon, B. N. and G. A. Marietta: "Pressurized peroxide bleaching of kraft pulps em-

ploying organophosphonate-based bleach stabilizers”, *Tappi Peer-Reviewed Paper, Solutions! For People, Processes and Paper*, 84 (12): 1-15, 2001.

3. Chandra, S.: “Effluent minimization, a little water goes a long way”, *Tappi Journal*, 80(12): 37-42, 1997.
4. González Suárez, E. y U. Hauptmanns: “Minimización de la incertidumbre en la evaluación de la calidad de la Gestión Ambiental cuando se usa la biomasa como fuente para la obtención de productos químicos”. *Centro Azúcar* 1, 2003.
5. Hurme, M.: “Conceptual Design of Clean Processes: Tools and Methods”, The 5th World Congress of Chemical Engineering, California, USA, July, 1996.
6. Jewell, M. and U. Tschirner: “Improved selectivity of oxygen bleaching through use chemical additives”, *Tappi Pulping Conference*, 2001.
7. Li Wei and U. Tschirner: “Phosphonates as additives in kraft pulping-a preliminary investigation”, *Tappi Journal* 1 (9): 22-27, 2002.
8. McDonough, T. J.: “Recent advances in bleached chemical pulp manufacturing technology”, *Tappi Journal* 78 (3): 55-61, 1995.
9. Nobel, N. E.: “El mito del papel libre de cloro”, *EL PAPEL*, pp. 49-50, febrero/marzo, 1993.