

La empresa catalana Sertec20, especialista en productos químicos para la industria papelera, propone la utilización de enzimas para mejorar el rendimiento del repulpeado del papel recuperado, partiendo de la constatación de que la acción mecánica no es suficiente y que los químicos tradicionales resultan demasiado agresivos. Por otra parte, el proceso preconizado por Sertec20 es más respetuoso con el medioambiente y aporta sustanciales beneficios en el proceso de producción del papel tisú.

Repulpeado enzimático en la producción de papel tisú

El uso de restos de producción o de papel reciclado como materia prima para la preparación de pasta ha aumentado en el transcurso de las últimas décadas, hasta el punto de que algunas papeleras dependen casi exclusivamente del papel de desecho.

La utilización de materiales como adhesivos, agentes de encolado, resinas de resistencia en húmedo, impermeabilizantes, tintas o papeles estucados, entre otros, dificulta el proceso de repulpeado en la recuperación de la fibra —reciclada o de recortes propios— y puede originar pastillas de recorte sin desfibrillar debido a los contaminantes insolubles, además de introducir basura aniónica, materia coloidal disuelta, *stickies* secundarios y *white pitch*.

El proceso de repulpeado siempre tiene un componente mecánico: por medio de la energía mecánica del pulper se consigue romper las uniones entre las fibras de celulosa. El pulper puede ser de consistencia baja (4-8%) o alta (12-20%). El repulpeado a alta consistencia permite mejorar la capacidad general de la desintegración, contribuye a un ahorro considerable en químicos, consumo eléctrico y tiempos de pulpeado, y facilita la separación de los contaminantes de la fibra. Por otro lado, el proceso de repulpeado puede ser en modo continuo o discontinuo —también llamado en *batch*—. El modo discontinuo posibilita un mejor control de los químicos empleados y, en consecuencia, un menor coste y una mayor adaptabilidad del sistema a los distintos tipos de materiales fibrosos que hay que recuperar.

A menudo, la desintegración no es posible únicamente mediante la acción mecánica del pulper, sino que es necesaria la adición de químicos e incluso la modificación de la temperatura.

El uso de papel recuperado con tratamientos de resistencia en húmedo puede presentar serias dificultades para su reutilización, y en función del tipo de resina utilizado se requieren mayores tiempos de repulpeado, un aumento del pH mediante la adición de hidróxido sódico y el empleo de agentes oxidantes para una desintegración efectiva.

Las resinas de resistencia en húmedo basadas en poliaminoamida-epiclorhidrina (PAE) son las predominantes en la industria papelera. Como consecuencia de su estructura, una cadena principal de poliaminoamida —obtenida por condensación del ácido adípico con dietilentriamina—, reticulada a causa de la reacción de adición con epiclorhidrina, proporciona una estructura polimérica con una cantidad significativa de grupos funcionales, como por ejemplo los anillos de azetidinio, que confieren a la resina PAE una alta carga catiónica necesaria para la retención del polímero en las fibras de celulosa y la capacidad de autorreticulación. Así se forma una barrera al agua alrededor de los puntos de contacto fibra a fibra, lo que evita que el agua hidrolice los enlaces de hidrógeno e iónicos. Precisamente por su estabilidad estructural, los materiales fibrosos que contienen agentes de resistencia en húmedo de base poliamida son muy difíciles

de reprocesar, y los papeles a menudo no se reciclan. Por lo tanto, se hace necesario disponer de un método que permita su repulpeado. En estos casos, el proceso de desintegración mecánica requiere la presencia de agentes químicos y es precisamente su combinación lo que favorece una desintegración efectiva. El uso de pH alcalino —superior a 11— y de agentes oxidantes permite romper la resina de PAE reticulada.

Entre los oxidantes más habituales se encuentran el hipoclorito sódico (cuyo uso es cada vez más limitado), los peróxidos, los persulfatos y los percarbonatos. No obstante, los agentes químicos oxidantes y las condiciones más agresivas (pH y temperatura elevada) pueden provocar un deterioro de la fibra repulpeada, lo que afectará negativamente a las propiedades del papel. Además, las temperaturas elevadas no son deseables porque suelen aumentar los costos de energía del proceso.

La necesidad de trabajar con recortes cada vez más críticos y en condiciones más suaves que garanticen la calidad del material fibroso recuperado; así como la necesidad de evitar la formación de subproductos indeseados (AOX) o las condiciones operacionales con efectos negativos —como corrosión o conductividad muy elevada—, hacen indispensable disponer de una tecnología alternativa a los procesos tradicionales de repulpeado químico.

La introducción de enzimas en el proceso de repulpeado o *biopulping* es una tecnología alternativa respetuosa con el medioambiente que permite trabajar en condiciones más suaves y que confiere una serie de ventajas al proceso papelero global:

- Reducción de químicos oxidantes: menor coste y menor degradación de la fibra recuperada
- Trabajo a temperatura ambiente: reducción de costes
- Reducción del tiempo de repulpeado: reducción de costes y aumento del número de pulpadas



Figura 1. Desintegración enzimática.



Figura 2. Desintegración oxidante en medio alcalino.



Figura 3. Desintegración oxidante.

- Reducción del uso de hidróxido sódico: reducción de costes por necesidades de ajuste de pH, disminución de problemas asociados a trabajar a un pH alcalino (conductividad elevada, colmatación de filtros, mayores tiempos de drenaje)
- Mayor hidratación de la fibra: reducción de álcali
- Aumento de la fibrilación: mejora del drenaje, menor consumo de vapor, reducción de la potencia específica en refinados, aumento de características, etc.

Las enzimas utilizadas para hidrolizar la resina de resistencia en húmedo pueden introducirse en el proceso de repulpeo convencional usando el mismo equipo, en una operación continua o discontinua, y pueden emplearse de forma individual o en combinación con agentes químicos tradicionales de desintegración, siempre y cuando la mezcla no afecte negativamente a la acción hidrolizante de la enzima. Las condiciones de repulpeo deberán adaptarse a la naturaleza de la enzima, la resina de resistencia en húmedo a hidrolizar y el papel o cartón que se vuelve a procesar. En este sentido, pH, temperatura, fuerza iónica o la presencia de cofactores enzimáticos específicos (por ejemplo, iones calcio) que permitan una mayor eficacia, serán factores decisivos en el rendimiento óptimo de la enzima; incluso en algunos casos puede ser deseable una combinación de enzimas cuyo efecto sinérgico permita una operación de repulpeo más eficiente. ■