

ESTABILIDAD DIMENSIONAL DEL PAPEL

La estabilidad dimensional es la capacidad del papel o del cartón para conservar sus dimensiones sin cambio, a pesar de las variaciones en su contenido de humedad o a los esfuerzos mecánicos a los que se vea sometido; desde que queda terminado en la máquina de papel, hasta su uso final. Incluso a pesar de los cambios en el contenido de humedad relativa del ambiente y del papel. Las definiciones a considerar para el estudio de la estabilidad dimensional son:

Naturaleza hidrofílica. Esta propiedad consiste en la tendencia de algunos materiales de absorber el agua, de manera que en cuanto el material específico, en este caso, el papel, está en contacto con ella, ya sea en estado líquido o como vapor, la absorbe hasta llegar a un equilibrio con la humedad relativa del ambiente que lo rodea.

Coefficiente de expansión térmica. Es el porcentaje de cambio en longitud que se presenta en un material por cada °C de cambio en temperatura.

Coefficiente de higroexpansividad. Es el porcentaje de cambio en la longitud que sufre un material en función del cambio en su contenido de humedad.

Descripción e importancia

La naturaleza hidrofílica de las fibras de celulosa que forman el papel, es la principal causante de los cambios de dimensiones de una hoja de papel. Con los cambios en el contenido de humedad del papel, éste se contrae o se expande debido a que, a su vez, la fibra de celulosa se hincha al absorber humedad y se contrae al perderla. Esto ocasiona un cambio mayor en las dimensiones a lo ancho de la fibra, motivo por el cual el papel también se contrae o expande en mayor proporción en el sentido transversal que en el sentido de fabricación; recordemos que en este último sentido las fibras se encuentran orientadas en un mayor número. Es importante que el papel tenga la máxima estabilidad dimensional, propiedad que se logra por medio de un control cuidadoso de los procesos a los que se le somete, tanto durante su fabricación, como en su transformación, impresión y manejo, esto último, desde que sale de la máquina de papel, hasta llegar al usuario final. La importancia de que se busque desde la fabricación del papel la mejor estabilidad dimensional, radica en que los cambios en las dimensiones del papel pueden acarrear problemas durante la impresión, tales como la falta de registro, barrido en los medios tonos y pliegues, o arrugas cuando hay deformaciones en el papel.

Al fabricar el papel, durante los procesos de formación y secado, la hoja sufre diferentes tensiones que incluyen la presión de las prensas y la calandria, así como las fuerzas de tensión originadas por el tirón de la máquina y la contracción natural de la hoja al secarse. Estos factores a menudo inducen tensiones internas permanentes en la hoja, las cuales pueden hacer que el papel se ondule o cambie en sus dimensiones. Además del control de los procesos de fabricación, el fabricante de papel cuenta con algunos aditivos que ayudan a mantener la estabilidad dimensional del papel.

Al imprimir deben tenerse en cuenta algunos factores que ayudan a minimizar los problemas generados por la falta de estabilidad dimensional del papel. Cuando se imprime en hojas, teniendo en cuenta que la estabilidad dimensional del papel es bastante mayor en el sentido de fabricación (hilo), es importante que este sentido del papel entre en sentido transversal a la máquina. Así, en caso de que ocurra un cambio dimensional entre la impresión de un color y la de otro, se tendrá el recurso de incrementar el diámetro con el empaque de la mantilla para compensar tal variación y obtener un buen registro. Otras recomendaciones generales para minimizar este problema son: procurar que la humedad del papel sea un poco mayor que la del ambiente y trabajar en la máquina offset con la menor cantidad de agua posible.



Figura 1.
Expansividad apropiada del papel.

Falta de estabilidad dimensional. Los cambios en las dimensiones se pueden deber a dos factores, que son: la temperatura y la humedad. Todos los materiales tienen un cambio en sus dimensiones al estar expuestos a variaciones en la temperatura. En la mayoría de los casos, el coeficiente de expansión es positivo, es decir, sus dimensiones aumentan al incrementarse la temperatura, con una notable excepción, los elastómetros, que se contraen al ser calentados bajo tensión.

En el caso del papel, si se mide en el sentido de la longitud de la fibra o de fabricación, es importante tener en cuenta la diferente expansividad, esto comparado con la expansividad en el diámetro de la fibra o el sentido transversal del papel. Esto se puede apreciar en el Figura 1. También se puede ver que la temperatura influye en una proporción mucho menor que la humedad en los cambios de dimensión del papel.

En forma similar a los cambios por variaciones en la temperatura, cuando las dimensiones varían debido a un cambio en la humedad, existe un coeficiente de expansión positivo. En el cuadro anterior se presentaron los valores aproximados de la expansión en las dimensiones del papel, expresadas como variables relacionadas con el cambio en la humedad relativa del ambiente. En el caso del papel, el contenido de humedad está en función de la humedad inicial a la cual fue secado al ser fabricado y de la humedad relativa del ambiente que lo rodea.

Al aumentar la humedad del ambiente se incrementará el contenido de humedad del papel. En igual forma, si la humedad relativa del ambiente es menor que la del papel, su contenido de humedad irá disminuyendo hasta llegar a un equilibrio con la humedad relativa del ambiente. Así como al ganar humedad el papel se expande, en el caso de perderla, se contrae. En general, se habla de los cambios de dimensión del papel en un plano, es decir, en su sentido de fabricación y en su sentido transversal. Sin embargo, también hay un cambio muy importante en el espesor del papel, o dirección Z, al absorber humedad.

En un estudio realizado en 1989, se llegó a la conclusión de que hay una expansión considerable en el espesor del papel al estar expuesto a una alta humedad relativa, formándose huecos, razón por lo cual también afecta a la porosidad y, en consecuencia, a la absorción de la tinta. En la práctica, es más fácil conocer o determinar la humedad relativa del ambiente, que el contenido de humedad del papel. También hay sensores para medir la humedad relativa del papel, que es la humedad relativa del aire que se encuentra entre las hojas de papel.

Estos sensores son de respuesta rápida y fáciles de manejar. Se ha demostrado que en un rango de humedad relativa del 25% al 65%, la expansión y contracción de muchos papeles es esencialmente lineal en relación a los cambios de humedad relativa. Cuando la humedad relativa del ambiente se encuentra entre 35% y 50%, la expansión o contracción del papel es mínima, por lo que es recomendable que el taller de impresión se mantenga dentro de este rango y que el papel se seque en la máquina a un contenido de humedad entre 5% y 7%, dicho contenido es la humedad de equilibrio con la humedad relativa antes mencionada.

Otra causa que provoca variación en las dimensiones del papel es el someterlo a esfuerzos por tensión. Todos los papeles son en mayor o menor grado, viscoelásticos. Es decir, se estiran hasta un punto determinado cuando son sometidos a una tensión y, al cesar la tensión, recuperan su tamaño original. Cuando el esfuerzo es superior al límite o se mantiene durante un tiempo prolongado, parte de la deformación sufrida se convierte en permanente a pesar de que cese la tensión.

En la impresión offset en hojas se produce este tipo de esfuerzo de tensión al separarse la hoja de la mantilla, dividiendo la película de tinta, especialmente cuando se imprimen grandes masas. También sufre un esfuerzo similar por efecto de la presión en el punto de la impresión. En el caso de la impresión en bobinas este problema prácticamente no se presenta, ya que el papel es lo suficientemente resistente en el sentido de fabricación, sentido en el que avanza por la prensa de impresión.

Determinación

Existen muchas dificultades para evaluar la estabilidad dimensional, debido a las variables involucradas, entre las que se incluyen: la falta de estandarización de equipos y procedimientos de prueba, el rango de humedades bajo el que se realizan las mediciones, y la tensión que se aplica a las muestras durante la medición para asegurar una medida precisa. Además, los resultados dependen mucho de los cambios anteriores en el contenido de humedad del papel, debido al efecto de histéresis, a las tensiones que se liberan y, por supuesto, a las contracciones que tienden a presentarse a niveles de humedad por arriba de un 65% ó 70% de humedad relativa. Desde un punto de vista práctico, lo más recomendable para medir la estabilidad dimensional es exponer las muestras de papel a los cambios de humedad relativa, temperatura y adición de humedad, a los que van a estar expuestos durante su uso, y observar los cambios en sus dimensiones manteniendo la muestra plana con una tensión mínima, o la muestra que se vaya a aplicar en la conversión, impresión o uso del producto.

Se cuenta con un aparato para medir la estabilidad dimensional, denominado expansímetro de Neenah, el cual se describe en el Useful Method 549 de TAPPI. Sin embargo, no es un método estándar. Este instrumento se basa en el cambio de longitud del papel al variar su contenido de humedad, lo anterior provocado por el cambio de la humedad relativa del aire que rodea los papeles (estos últimos se colocan dentro de una cámara en la que se pueden variar las condiciones del ambiente). Las muestras son tiras de 25 X 254 mm que se prueban 5 en sentido de fabricación y 5 en sentido transversal, posteriormente se sujetan en la parte superior y se les cuelga un contrapeso de 5 g en la parte inferior. Los cambios en sus dimensiones se miden por medio de micrómetros individuales graduados en unidades de 0.002 mm. La humedad relativa de la cámara se consigue por medio de soluciones saturadas a 23°C, de las cuales se mencionan a continuación las siguientes:

| Solución | HR % |
|------------------------------|------|
| Acetato de potasio, KC 2H3O2 | 25 |
| Nitrito de potasio, KNO 2 50 | 50 |
| Cromato de potasio, K 2CrO4 | 86 |

La humedad realtiva de 25%, se utiliza para tomar la lectura inicial, después se compara con los cambios en dimensiones con las otras humedades y se reporta en porcentaje de cambio. En el taller de artes gráficas de la UILMAC, se maneja un procedimiento de respuesta más rápido y de fácil aplicación conocido como sistema de inmersión en agua. En este método se toma una muestra representativa del papel y se cortan dos tiras de 2 cm de ancho por 25 cm de longitud, una en el sentido de fabricación y la otra en sentido transversal, como se muestra en la Figura 2. Posteriormente, en cada una de las tiras se hacen unas marcas a 20 cm de distancia, con trazos muy finos, procurando la mayor exactitud posible. Las tiras se sumergen durante 20 minutos en un recipiente con agua destilada. El recipiente debe ser lo suficientemente grande. Después se sacan las muestras, se colocan sin ejercer tensión sobre una superficie lisa, y se mide la distancia entre las dos señales mediante una regla muy exacta y con la ayuda de un cuentahilos. La diferencia entre las longitudes antes y después del humedecimiento, expresada en porcentaje, nos dará el grado de expansividad del papel y, por lo tanto, su estabilidad dimensional.

Los aumentos de longitud de las tiras cortadas en sentido transversal suelen ser unas cuatro veces mayores que los de las muestras cortadas en el sentido de fabricación.

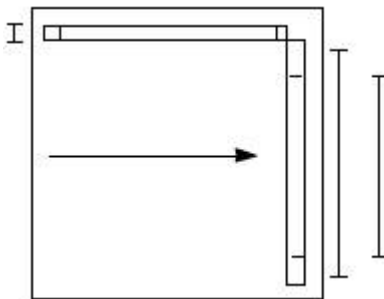


Figura 2. Forma de cortar las tiras para la prueba de inmersión en agua.