ELABORACIÓN DE CARTÓN A PARTIR DE PAPEL RECICLADO

Leoncio Reyna M., Roberto Robles C., Lucia Toyohama A., Van Canales G.

Departamento Acádemico de Procesos - Facultad de Química e Ingeniería Química -
Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Resumen: Se han realizado ensayos para obtener cartón a partir de papel usado. Las concentraciones en peso de papel usado fueron 0.5%, 0.7%, 1% y 2%. El cartón obtenido fue sometido a pruebas de resistencia a la tensión. Los resultados indican que la carga de ruptura disminuye con la concentración de pulpa mientras que la longitud de ruptura se comporta irregularmente.

Palabras Claves: Pulpeadora, pulpa, resistencia a la tensión, longitud de ruptura, amperaje, viscosidad, concentración de pulpa, gramaje.

Abstract: The objetive of work is evaluate the variables for the recycle of paper. These variables are the concentration, density, viscosity and size of particle in the pulp. The control of these variables permit to determine properties of cardboard: stress of cardboard, g/m2, length of break, load break.

Key Words: Stress of cardboard, pulp, g/m2, lengh of break, load of break.

1- INTRODUCCIÓN

La recuperación de la fibra celulósica de papel usado para la fabricación de cartón es muy difundido debido a la escasez mundial de celulosa y porque reduce la contaminación ambiental.

El presente trabajo reporta los resultados de los ensayos obtenidos en la obtención de cartón a partir de papel usado.

2- ENSAYOS DE CARÁCTER GENERAL

El gramaje, junto con la humedad, son considerados propiedades comunes a todos los papeles, independiente del uso que se les asigne.

Gramaje

El peso base o gramaje expresa el peso del papel por unidad de superficie; generalmente se emplea el sistema métrico, expresándose entonces en gramos por metro cuadrado. Su determinación se abrevia mucho con balanzas especiales para este fin; se coloca una hoja de ciertas dimensiones, que se corta rápidamente con una plantilla metálica (la balanza tiene una escala graduada para este tamaño de hoja), dando la lectura directamente en gramos /m^2 su determinación está normalizada según: A.S.T.M. D 646-50, Tappi 410 m-45 y Afnor Q 01-003.

Humedad

Es el contenido de agua que tiene el papel. La celulosa, principal materia prima para la fabricación del papel, es un producto higroscópico, de forma tal que es imposible tener en un medio ambiente determinado un papel con una humedad tal que no sea correspondiente al equilibrio con el ambiente.

Para determinar la humedad, se somete el papel previamente pesado a estufa a 100-105ªC durante 30-45 minutos hasta peso cons-

tante. La importancia de la humedad es decisiva, si se tiene en cuenta que las propiedades mecánicas son función de la humedad del papel y ésta, a su vez, de la humedad del medio ambiente.

La determinación de la humedad está descrita en las normas: A.S.T.M. D 644-44, Tappi T 421-m-44, Afnor Q03-003 y Scan P-4-63.

3- ENSAYOS DE RESISTENCIA

Resistencia a la tensión

Se llama resistencia a la tracción o tensión al esfuerzo necesario y suficiente al que tiene que ser sometida la muestra de papel para producir ruptura por estiramiento bajo ciertas condiciones estandarizadas. La descripción del método está normalizada en: A.S.T.M. D828-48, Tappi T404-m-50, Afnor Q 03-004 y Scan P-16-65.

En general, una tira de papel, fija por un extremo y sometida a un esfuerzo de tracción por el otro, llega un momento en que se rompe; la fuerza necesaria para romper esta tira de papel se llama carga de ruptura, y será expresada en kilogramos fuerza. Según la especificación TAPPI, la relación entre el largo y el ancho de la tira de papel deberá estar entre 5:1 y 12:1.

La carga de ruptura, que se determina con un dinamómetro, varía con el gramaje del papel, por eso, es más práctico expresarlo en función del gramaje. Se define como longitud de ruptura, a la longitud necesaria para que una tira de papel de 1cm de ancho, colgada de uno de sus extremos, se rompa por su propio peso.

Puesto que el aparato empleado para estas determinaciones es un dinamómetro que mide cargas (kilogramos fuerza), para pasar a longitudes de ruptura (metros) haciendo intervenir el gramaje, se emplea la fórmula:

$$L = \frac{R \times 1000}{I \times f}$$

Donde:

L = Longitud de ruptura por tracción, en metros.
R = Carga de ruptura, en gramos.
I = Ancho de la tira ensayada, en mm.
F = Gramaje del papel, en g/m^2.

Los factores que influyen en la longitud de ruptura son:

Humedad del ambiente: La carga de ruptura disminuye al aumentar la humedad, dentro de los límites que son normales en el ambiente.

Grado del calandrado: El calandrado favorece la longitud de ruptura.

Sentido de fabricación: La longitud de ruptura es mayor en el sentido de fabricación que en el transversal.

Refino: A medida que aumenta el retiro, aumenta la longitud de ruptura, que llega a un valor máximo, pasado el cual comienza a disminuir aunque el refino siga aumentado.

Naturaleza de las fibras: Igual que en el estallido. Por este orden: químicas, semiquímicas y mecánicas; dentro de este orden, las de fibra larga dan mejores cargas de ruptura que las de fibra corta. Las cargas minerales disminuyen la longitud de ruptura.

En cuanto a la importancia que puedan tener estos ensayos de longitud de ruptura y alargamiento, depende, como siempre, del tipo de papel. Será importante una buena longitud de ruptura en un papel de embalaje, un papel para sacos, un papel para envolver cables, un papel para imprimir, cuando el papel va a usarse en rollo, es decir, va a soportar una fuerza longitudinal; por ejemplo, las rotativas.

4- ENSAYOS SOBRE EL ASPECTO DEL PAPEL

Espesor

La superficie del papel no es perfectamente plana; presenta ondulaciones por las dos ca-

ras, que, además de ser causa de una diferencia en el gramaje, lo es también en el espesor.

Al tacto se reconoce el espesor del papel, diciendo que tiene mucha mano o poca mano o cuerpo.

Para la unidad de medida del espesor medio (5-10 hojas) de un papel, se emplea el aparato denominado "micrómetro", que aprecia la centésima de milímetro. Se utilizó el calibrador de Vernier .

6- DESARROLLO EXPERIMENTAL

Se recolectó papel usado de las diferentes oficinas de la Facultad de Química e Ingeniería Química.

Como no se contaba con una formulación establecida, se trabajó con varias concentraciones de papel: 0.5%, 0.7%, 1% y 2,0%. Después de formado el cartón se realizaron las pruebas de resistencia a la tensión y se determinó el espesor y gramaje para cada tipo de cartón.

Equipos y materiales utilizados

Se utilizaron los siguientes equipos:una pulpeadora, balanza de platillo (peso máximo 11 kg), balanza analítica, dinamómetro (de 0-12 kgf), calibrador Vernier, termómetro (de 0 - 100 °C), dos bandejas (de 20 litros de capacidad), bandejas de moldeo (48 cm de ancho, 60 cm de largo y 7cm. de altura), marco (área efectiva: 42,9 cm x 30,4 cm, número de orificios en una pulgada cuadrada (2,5 cm/ pulgada), total 195 orificios)

Procedimiento

Como no se cuenta con una formulación para la fabricación de cartón, se procede a trabajar a diferentes concentraciones y a hacer luego la prueba de tensión a cada cartón obtenido. Los materiales usados fueron básicamente agua y papel bond reciclado.

La primera concentración a la que se trabajó fue de 2,0%. Luego se realizó otra prueba con una concentración de 1,0% y a partir de ésta se diluyó para trabajar a las concentraciones de 0,7% y 0,5%.

Se procedió a vaciar el agua a la pulpeadora y luego se fue cargando el papel de a pocos, tomando como datos la variación del amperaje con el tiempo que se muestran en las tablas 1 y 2.

Luego de haber obtenido la pulpa con un tamaño de partícula adecuada, se procedió a realizar el moldeo de la plancha de cartón; para lo cual se vació la pulpa en una de las bandejas, con la pulpeadora encendida para evitar que la pulpa sedimentara, y se realizó el moldeo utilizando los moldes ya descritos anteriormente.

Se tomó el tiempo que demora en desmoldearse el cartón y luego se procedió a secarlo.

Luego se realizó la prueba de tensión, usando para ello el dinamómetro. Se procedió de la siguiente manera:

Se cortó una tira del cartón de 20 mm de ancho y 100 mm de longitud; una de las partes se sujetó al dinamómetro y se la sometió a un esfuerzo de tracción, y en el momento en que la tira de cartón se rompió, se tomó el valor de la carga de ruptura.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

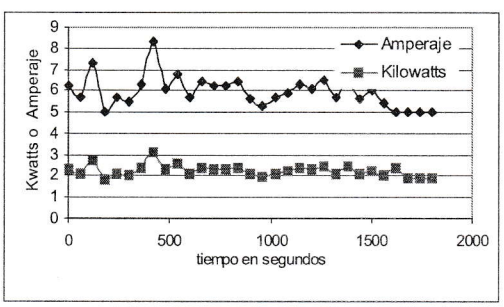

Figura 1: Amperaje y Kilowatts en función de l tiempo para una concentración de pulpa de 2% (voltaje =220 voltios)

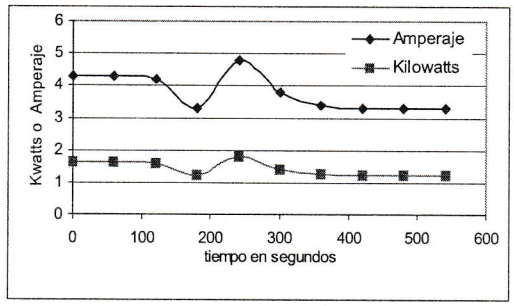

Figura 2: Amperaje y Kilowatts en función de l tiempo para una concentración de pulpa de 1% (voltaje =220 voltios)

Tabla N° 1: Espesor frente a la concentración

Concentración (%)	Espesor (mm)
2,0	2,40
1,0	0,80
0,7	0,26
0,5	0,20

Tabla N° 2: Gramaje frente a a la concentración

Concentración (%)	Gramaje (g/m^2)
2,0	897,5
1,0	250
0,7	107,5
0,5	92,5

Tabla N° 3: Carga y longitud de ruptura frente a la concentración

Concentración (%)	Carga de ruptura (kg)	Longitud de ruptura (m)
2,0	4,250	232,24
1,0	3,500	700,00
0,7	1,250	581,40
0,5	0,750	405,41

7- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Las pruebas de resistencias a la tensión se realizaron de la forma más simple pero menos confiable, usando un dinamómetro. Equipos sofisticados como el Schopper-Leunig dan una medida más precisa y se puede registrar la magnitud del alargamiento, es decir, cuánto se estira la hoja de papel antes de romperse.
- Se puede observa de la tabla 5 que la carga de ruptura aumenta conforme aumenta la concentración; pero esto no se cumple para los valores de la longitud de ruptura que se muestran en la misma tabla.
- Los ensayos del gramaje y la resistencia a la tensión son pruebas que dependen de la humedad del papel o cartón ensayado. Sin embargo, en este trabajo no se realizó la prueba de humedad.
- Se puede observar de las tablas 1 y 2, el valor del amperaje: para la concentración de2,0% es de 2,51 Hp, y para una concentración de 1,0% es de 1,65 Hp; esto nos puede ayudar como referencia para la determinación de la viscosidad, observando que la potencia de la pulpeadora aumenta a medida que crece la concentración.
- La pulpeadora tiene una concentración máxima en la cual no debe trabajarse; como referencia, se puede decir que al trabajar con una concentración de 2,0%, la temperatura de la pulpa aumentó a 37 °C, debido a la conversión de la energía mecánica en térmica.

CONCLUSIONES

- El valor de longitud de ruptura es un valor más representativo que la carga de ruptura, ya que esta última depende del gramaje del papel que se está ensayando.
- La temperatura de la pulpa afecta la velocidad del refino e influye en la calidad del papel; al ser más baja la temperatura,

más fácilmente se refina la pasta y el refino aumenta la resistencia a la tracción.

- Se pudo comprobar experimentalmente que la fabricación de papel y cartón a partir de papeles reciclados es una actividad de fácil manufactura y con costos de materias primas bajos.
- Para el batido de la pulpa, se debe regular la concentración, ya que una pulpa muy fluida retarda el batido y con una pulpa muy concentrada se incrementa el gasto de energía.

RECOMENDACIÓNES

- Investigar cómo influye el tiempo de batido con la resistencia a la tensión, representando gráficamente dichos valores.
- Comentar en los estudiantes el interés en este tipo de industrias, motivando la investigación y el desarrollo de reciclaje de papel en nuestra universidad.
- Mayor uso de los equipos para evitar su deterioro.
- Investigar la fabricación de otros tipos de papeles usando el papel reciclado.
- Realizar pruebas comparativas, utilizando formulaciones diversas; por ejemplo, agregando sustancias encolantes, cargas, etc.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Casey, James P. "PULPA Y PAPEL", México, Editorial Limusa S.A. de C.V., pág. 675-680 (1991)

[2] Grant, Julius, "Manual sobre la fabricación de pulpa y papel (Laboratorio)", México, Compañía Editorial Continental S.A., págs. 385-388 (1966)

[3] Rodríguez Jiménez, Juan "Los controles en la fabricación del papel", España, Editorial Blume, págs. 132 y ss. (1970).