

---

# NOTA DE DIVULGACION

## Principio de continuidad en los procesos de producción

F. López-Amo (1)

En cualquiera de las operaciones de un proceso de producción, la materia en elaboración sufre una cierta transformación en su estado, en su disposición, en su estructura. Y esa materia que entra en la operación, sale de ella debidamente transformada, en flujo continuo que puede presentar distinto régimen a la salida que a la entrada.

En la Industria Textil son habituales las operaciones de este tipo en sus distintas ramas, y muy características en Hilatura. En ellas, un flujo de materia entra en una máquina a una velocidad determinada, sufre la transformación que corresponda con pérdida o no de una parte, como desperdicios o subproductos, y sale bajo otra o la misma velocidad, en régimen de fluencia que puede o no haber variado. En principio, puede considerarse que

materia afluente — pérdidas = materia efluente.

$$\varphi_a - P = \varphi_e \quad [1]$$

Considérese el caso de una carda. A ella afluye una guata alimentaria (una lámina fibrosa) caracterizada por una masa lineal que debe ser constante,  $M_a$ , a una velocidad  $v_a$ ; se desprende buena cantidad de fibras más polvo y otras materias contaminantes incluídas en la guata; y efluye una gruesa mecha de fibras, una vena fibrosa saliente, de masa lineal que también debe ser constante,  $M_e$ , a otra velocidad  $v_e$ . La expresión anterior se transforma ahora en

$$M_a \cdot v_a (1 - p) = M_e \cdot v_e \quad [2]$$

como Principio de Continuidad en una máquina de producción ( $p$  es aquí la expresión unitaria, no porcentual, de la pérdida de materia).

En las operaciones de Hilatura hay que considerar dos funciones básicas (que generalmente se confunden) en el paso de la materia por una máquina: el **estirado**, que corresponde al régimen de fluencia, y la **estricción**, que relaciona la masa lineal de las venas entrante y saliente.

El **estirado** es el gradiente de velocidades extremas en el flujo acelerado de una vena fibrosa:

$$E = \frac{v_e}{v_a} ;$$

mientras que la **estricción** o adelgazamiento de esa vena, es el gradiente de los títulos o masas lineales en sus estados de afluencia y efluencia, respectivamente:

---

(1) Dr. Ing. Federico López-Amo Marín, Secretario General de este Instituto. Catedrático de "Física Textil" en la E.T.S.I.I. de Terrassa

$$S = \frac{M_a}{M_e} .$$

Es cierto que si no hay pérdida de materia ( $p = 0$ ),

$$M_a \cdot v_a = M_e \cdot v_e, \quad \text{y} \quad \frac{M_a}{M_e} = \frac{v_e}{v_a} ,$$

o lo que es lo mismo,

$$S = E ;$$

es decir, la estricción es igual al estirado, que es lo que viene considerándose generalmente en la práctica industrial (y por éso se confunden estas dos funciones), si es que se desprecia la posible (y muy pequeña, salvo en apertura, cardado y peinado) pérdida de materia.

Pero hay otro factor que puede contribuir a que esta aparente igualdad deje de serlo: el rizado de las fibras y su propia elasticidad, con la consiguiente contracción que ambos provocan en la relajación posterior el esfuerzo de estirado. En efecto: si  $v_e$  es la velocidad lineal del elemento mecánico de salida, la velocidad real de efluencia de la vena es

$$v_e' = v_e \cdot (1 - c),$$

siendo  $c$  la contracción unitaria, no porcentual, que experimenta la vena a consecuencia del rizado de sus fibras, cuando se relaja luego del esfuerzo de tracción. Entonces, la expresión (2) se convierte en

$$M_a \cdot v_a \cdot (1 - p) = M_e \cdot v_e' = M_e \cdot v_e \cdot (1 - c);$$

con lo que, el **Principio de Continuidad** más generalizado pasa a ser

$$M_a \cdot v_a \cdot (1 - p) = M_e \cdot v_e \cdot (1 - c). \quad [3]$$

Y de aquí se puede deducir que

$$\frac{M_a}{M_e} = \frac{v_e}{v_a} \cdot \frac{1 - c}{1 - p} ;$$

ésto es:

$$S = E \cdot \frac{1 - c}{1 - p}, \quad \text{o bien} \quad E = S \cdot \frac{1 - p}{1 - c}, \quad [4]$$

que relacionan el estirado y la estricción con la pérdida de materia y con la contracción de la vena efluente.

Si  $p$  y  $c$  son muy pequeños, o bien si adquirieren valores próximos entre sí, entonces la estricción viene a ser casi igual al estirado. Pero en el caso de la peinadora y de la carda, en que la pérdida de materia es elevada y la contracción de salida casi nula, el "estirado" mecánico (gradiente de velocidades) y la estricción (relación de títulos) han de ser forzosamente diferentes, siendo esta última la que interesa conocer y no el supuestamente considerado como estirado. Bien sabido es que la carda no estira: disgrega primeramente los copos y condensa después las fibras en forma de velo que se recoge formando la protovena. Con independencia de lo que ha pasado en el interior de la máquina (que desde luego no es un estirado), lo que se refleja en el exterior es una estricción, desde la guata alimentaria hasta la vena saliente.

Un ejemplo, ante un caso exagerado que se pudiera presentar, pone de manifiesto la influencia de esa contracción de la mecha saliente de un tren estirador. Sea una mecha de 2 ktex de lana muy rizada, que ha de sufrir un estirado de 2,

$$(E = v_e/v_a = 2),$$

por lo que se espera que la mecha efluente salga con título de 1 ktex. Pero esa mecha, integrada por fibras muy rizadas, presenta una contracción tras pasar los cilindros estiradores, del 50% ( $c = 0.5$ ), con lo que, la real velocidad de salida será

$$v'_e = v_e \cdot (1 - c) = v_e \cdot 0.5;$$

con éllo, si no ha habido pérdida de materia ( $p = 0$ ), la primera expresión de [4] dará

$$S = E \cdot \frac{1 - c}{1 - p} = E \cdot \frac{0.5}{1} = E \cdot 0.5 = 2 \cdot 0.5 = 1;$$

es decir, no habrá habido estricción o adelgazamiento de la mecha, y todo el esfuerzo de estirado ( $E = 2$ ) se habrá gastado en desrizar las fibras, rectificándolas; las que después volverán a contraerse tan altamente como ese 50%; y la mecha saliente seguirá siendo de 2 ktex como a la entrada, pese a que los cilindros estiradores lleven una velocidad tangencial doble de la de los cilindros alimentarios.

**Conclusión.-** El Principio de Continuidad en una máquina o en un proceso de producción, queda de manifiesto en la expresión (3); y de ella se deduce por las expresiones (4), para las operaciones de hilatura, que la estricción y el estirado no son necesariamente iguales.