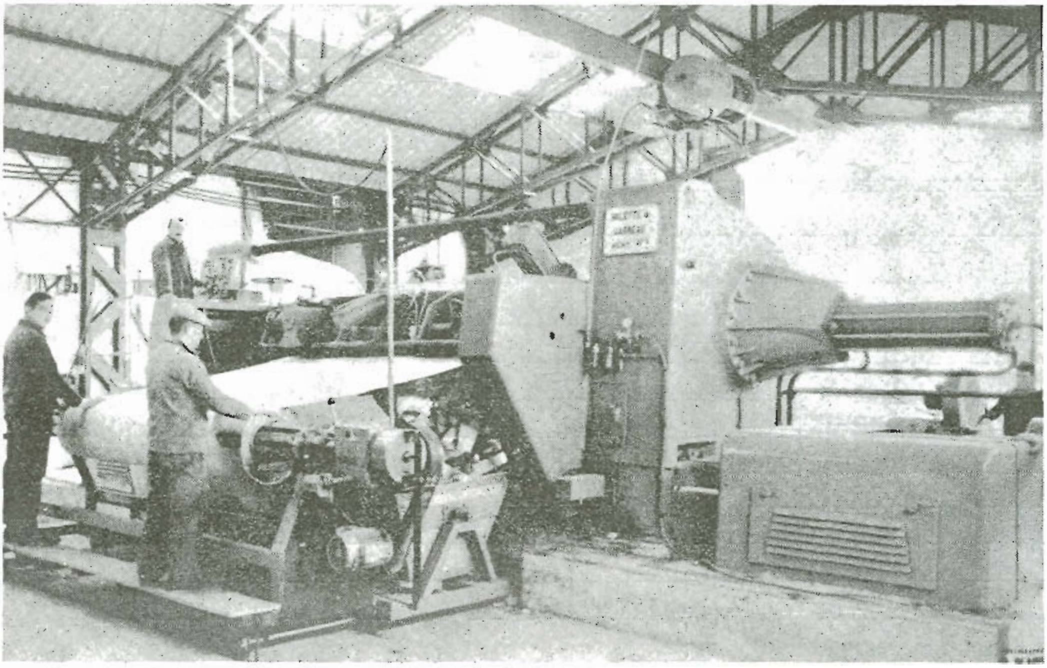


CONTROL

Por J. LEFEUVRE

estadístico de la regularidad en el grosor de las chapas desenrolladas

Una chapa es considerada como buena cuando es uniformemente lisa, de grosor regular, razonablemente tupida, sin ondulaciones ni fendas.

Las chapas de muy buena calidad pueden ser obtenidas con numerosas especies por medio de desenrolladoras precisas en buen estado de reglaje. Un cambio muy pequeño en cualquiera de los elementos, regulados mediante el reglaje, es suficiente para modificar considerablemente las calidades de las chapas. El desenrollado es, en efecto, una operación delicada.

Los defectos existentes en las chapas desenrolladas son unos medibles y otros apreciables de una manera subjetiva. Los primeros son controlables con aparatos de medida; apropiados los otros por observación del aspecto de la chapa. Aquí sólo se va a tratar de los defectos medibles.

MATERIAL NECESARIO PARA EJERCER ESTE CONTROL

Cuando es posible de adaptar el control continuo se debe de disponer con preferencia a cualquier otro medio. El micrómetro Solex para la medición automática del grosor parece ser adaptable; sólo tiene el inconveniente de que para velocidades demasiado altas la inercia del líquido del micrómetro desfigura las lecturas.

La sociedad francesa Imex propone un sistema por palpadores electrónicos que puede ser adaptada a la salida de las desenrolladoras. El coste de esta instalación es del orden de 5.000 F. (teniendo el sistema dos palpadores).

Por razones de economía se puede utilizar un micrómetro portátil que esté graduado en 1/10 mm. y permita apreciar 1/20 mm.

METODO DE MEDIDA Y TOMA DE DATOS

Las medidas deben de tomarse antes del cizallado y no a la salida de las desenrolladoras. Se trata de conocer la dispersión de las desenrolladoras y del equipo.

Cinco series de tres medidas deben ser efectuadas todos los días hasta que este número de medidas sea suficiente para permitir un estudio estadístico.

Las medidas deben tomarse transversalmente a 20 cm de cada borde y en el medio de la chapa. Las hojas de datos pueden tener este formato:

Datos		Especie	Anchura	Grueso Normal	Medidas		
Día	Hora				I	C	D

Desenrolladora n.º ....

I = Medida efectuada al lado izquierdo

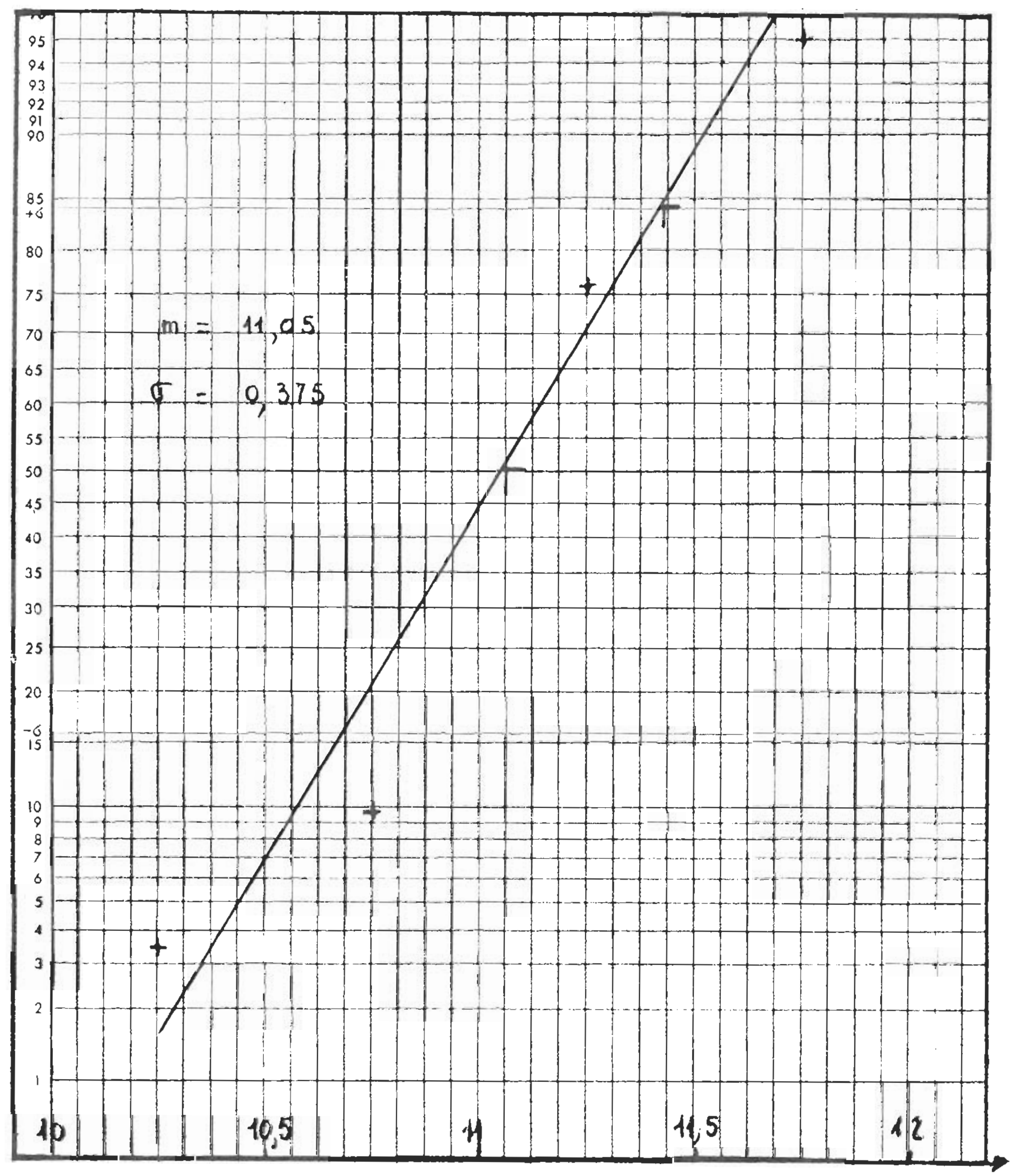
C = Medida efectuada en el centro

D = Medida efectuada al lado derecho

EXAMEN DE DATOS

Las medidas van a ser tratadas separadamente para cada desenrolladora y

GRAFICO 1



para los grosores nominales de las chapas. Supongamos que la especie de referencia sea Okume.

Las medidas se presentarán de forma desordenada. En la colección se buscarán:

— La mayor

— La menor

Se hará una división por clases, entre la mayor y la menor. Esta división debe ser práctica y suficientemente detallada.

El intervalo de la clase debe ser preferentemente un número entero.

La diferencia entre los valores máximos y mínimos de una clase constituye el intervalo de la clase «c».

Ejemplo:

Tengamos la tabla 1, que da la repartición de gruesos de las chapas obtenidas con una desenrolladora Valette y Garreau DP-23. El grosor deseado es 22/10 mm.

La segunda etapa del estudio es ver la caracterización de la distribución de frecuencias. Las características de distribución se resumen en dos grupos:

— Parámetros de centrado.

El más usado es la media que se representa por x. La segunda característica es la mediana, que es el valor de (x), que en un diagrama acumulativo corresponde al 50 %.

— Parámetros de dispersión.

Usaremos la varianza, la desviación típica, la amplitud y el coeficiente de variación.

Su definición es así:

Varianza.—Media de los cuadrados de las desviaciones a la media

$$S^2 = \frac{(xi - x)^2}{n}$$

Desviación típica.—Raíz cuadrada de la varianza

$$S = \frac{(xi - x)^2}{n}$$

Amplitud.—Diferencia entre las medidas mayor y menor.

Clases	Puntos medios de la clase *xi*	Frecuencia para la clase *ni*	Intervalo de la clase *ui*	*ni ui*		*ni ui*²
17.75 - 18.25	18	1	—8	— 8		+ 64
18.25 - 18.75	18.50	0	— 7	0		0
18.75 - 19.25	19	2	— 6	— 12		+ 72
19.25 - 19.75	19.50	0	— 5	0	—	0
19.75 - 20.25	20	14	— 4	— 56	164	224
20.25 - 20.75	20.50	0	— 3	0		0
20.75 - 21.25	21	27	— 2	— 54		108
21.25 - 21.75	21.50	34	— 1	— 34		34
21.75 - 22.25	22	127	— 0	0		0
22.25 - 22.75	22.50	33	+ 1	33		33
22.75 - 23.25	23	19	+ 2	38	+	76
23.25 - 23.75	23.50	3	+ 3	9	88	27
23.75 - 24.25	24	2	+ 4	8		32
$C = 0.50$		262		— 164		
				+ 88		670
				— 76		
				$\bar{u} = -0{,}29$		$S_u^2 = +2{,}55$

TABLA 1

$\bar{x} = 21{,}85$
$s = 0{,}875$

Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\text{desviación típica}}{\text{media}}$$

METODO DE CALCULO DE LA MEDIA Y DE LA DESVIACION TIPICA

Vamos a razonar sobre el ejemplo que da la tabla 1.

Todas las medidas están comprendidas en el intervalo 17,75-24,25 (este intervalo es la amplitud).

Este intervalo va a ser dividido en 13 partes iguales denominadas «clases» en la tabla, el intervalo de la clase es 0,5 expresado en décimas de milímetro.

*Los puntos medios de cada clase **xi** son los valores medios de cada intervalo. Las frecuencias por clase (ni) dan el número de medidas comprendidas en el intervalo de la clase correspondiente.*

La escala de la clase (ui) consiste en reflejar todos los valores referidos a un punto que corresponde la media probable y que recibe el valor 0 (en este caso la clase comprendida entre 21,75-22,25 ha tenido un número de medidas de 127 mayor que en cualquier otro caso), los puntos medios de las clases inferiores son afectados por números enteros negativos decrecientes y los puntos medios de las clases superiores por números enteros, positivos y crecientes.

En este ejemplo se estima arbitrariamente que la media es de 22/10 de mm. En el caso de que esta hipótesis fuera exacta el producto «ni ui» es cero; si no fuera así, el producto sería distinto de cero.

Clases	Puntos medios de la clase *xi*	Frecuencia para la clase *ni*	Intervalo de la clase *ui*	*ni ui*		*ni ui*²
9,75 - 10,25	10	6	— 2	— 12	—	24
10,25 - 10,75	10,5	11	— 1	— 11	23	11
10,75 - 11,25	11	119	0	0		0
11,25 - 11,75	11,5	34	+ 1	+ 34	+	34
11,75 - 12,25	12	9	+ 2	+ 18	52	36
$C = 0{,}5$		179		+ 52		
				— 23		+ 105
				+ 29		
				$\bar{u} = +0{,}162$		$S_u^2 = +0{,}586$

TABLA 2

$\bar{x} = 11{,}08$

Máquinas	Grosor nominal en décimas de mm.	Media real	Desviación típica	Coeficiente de variación en %
DP 23	11	11,08	0,37	3,34
	22	21,85	0,785	3,59
	30	29,735	0,570	1,92
DN 27	22	22,086	0,585	2,65
	32	32,795	0,750	2,30

TABLA 3

CALCULO DE LA MEDIA

La desviación con respecto a la media arbitraria en el caso presente:

$$u = \frac{\sum ni\,ui}{\sum ni} = \frac{-76}{262} = -0{,}29$$

Como el intervalo de la clase es 0,5 y el origen x es la media arbitraria de 22/10 la media verdadera será:

$$\bar{x} = x + c.u.$$

$$x = 22 + 0{,}5\ (-0{,}29) = 21{,}855$$

CALCULO DE LA DESVIACION TIPICA

La varianza con respecto a la media arbitraria x está dada por la relación:

$$S_o{}^2 = \frac{\sum ni\,ui^2}{\sum ni} = \frac{670}{262} = 2{,}55$$

La varianza con respecto a la verdadera media x viene dada por la relación:

$$S^2 = c^2\,(S_o{}^2 - (u)^2) = 0{,}5\ (2{,}55 - (0{,}29)^2)$$

La desviación típica, raíz cuadrada de la varianza:

$$S = 0{,}5\ \sqrt{2{,}55 - 0{,}084} = 0{,}785$$

expresada en décimas de mm.

Un examen estadístico de los datos por el método de cálculo clásico (por ejemplo, por el método de la recta de Henry) nos ha dado los resultados convergentes (ver tabla 2 y gráfico 1).

El método de la recta de Henry que ha confirmado los resultados obtenidos por el cálculo es sobre todo interesante para determinar si el conjunto de los datos recogidos siguen la ley de repartición de Gauss.

En la tabla tercera se recoge un resumen del estudio estadístico sobre dos desenrolladoras con varios gruesos de chapa.

VARIABILIDAD DE LAS OPERACIONES DE DESENROLLO; INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

El examen de los datos ha mostrado que las medidas tomadas siguen una ley Gaussiana.

Si comparamos producciones similares por dos desenrolladoras DP 23 y DN 27, nos daremos cuenta para los 22/10 que la DP 23 está regulada muy ligeramente por debajo del valor nominal (21,85) y que la DN 27 por encima (22,086).

Las diferencias son pequeñas, pero se vuelven a presentar en el caso de las chapas de 30/10 de mm. Para la DP 23 (media 29,7) y para 32/10 para la DN 27 (media 32,79).

La consecuencia es que el jefe de la desenrolladora DN 27 tiene tendencia a producir chapa ligeramente más gruesa que el valor fijado y que el desenrollador de la DP 23 tiende a producir chapa de grosor algo menor al nominal.

Las dispersiones observadas son variables para las dos máquinas. Sin embargo, el examen de los coeficientes de variación

$$CV = \frac{\text{desviación típica}}{\text{media}}$$

deja translucir una mayor regularidad en la DN 27.

Las tolerancias habitualmente consideradas como normales en la profesión es de ± 1/10 de mm. con respecto al valor nominal. Los valores analizados en este estudio ponen en evidencia una dispersión netamente inferior en todos los casos. Esto significa que la empresa que controla su producción puede sin peligro tener una ganancia de materia prima apreciable (por ejemplo, dando 32/10 de mm. en lugar de 32.8). Incluso después de un estudio profundo y con un control muy riguroso se podría fabricar chapas de grueso medio ligeramente inferior al nominal cuando las tolerancias sobre el grosor final del tablero lo permitan.

ESTABLECIMIENTO DE LOS LIMITES DE CONTROL

El examen de los datos recogidos sobre las desenrolladoras permiten determinar para algunos grosores normales su media real, así como la dispersión de los valores obtenidos.

Para el establecimiento de estadillos de control nos vamos a basar en las dispersiones y en los grosores nominales.

Antes de establecer estos límites es necesario fijar el número de medidas a efectuar por muestreo (n) y que estén repartidas de forma que permitan detectar las variaciones de grosor según las dos direcciones de la chapa (sentido de la venta y perpendicular a ella).

Hay que trazar una línea central y las líneas límites para la media $\bar{x}$ y para la desviación típica S.

Con las medias de las muestras (una vez que se hayan tomado un cierto número de muestras, se puede ya fijar la media general de todas las medias de las muestras) y con la media de la desviación típica de las muestras se determinan las líneas centrales de los dos gráficos.

Las líneas límites se han de construir a una distancia de las líneas centrales:

$$\bar{x} \pm 3\ \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Siendo x la media de las medias de las muestras.

$$S \pm 3\ \frac{S}{\sqrt{2n}}$$

Siendo S media de las desviaciones típicas.

n, número de unidades de las muestras periódicas.

Una vez trazadas estas líneas hay que observar que en ningún caso hay muestras cuyas medias y desviaciones típicas se salgan de estas líneas. Si esto ocurriera hay que revisar el proceso porque es probable que haya que reglar de nuevo la desenrolladora.

(*Revue du Bois*, enero-febrero 1969.)