

MAQUINARIA

Lijadoras de banda ancha

(Extraído de la revista Xylon, septiembre-octubre 1999. Autores: J. Marsot, J.c. L'Huillier, M. Jacquim, M. Grzébik, R. Montari). Las lijadoras tienen la función de lijar o calibrar. Las lijadoras de banda ancha, mediante un sistema de cilindros o almohadillas ponen en contacto la banda de lija con la pieza de madera, dependiendo del tipo de lijadora estos cilindros pueden situarse por encima o por debajo de la pieza. Algunas lijadoras tienen dos o tres sistemas en cadena.

La pieza de madera se mantiene plana sobre la cinta de alimentación mediante rodillos. La introducción de la pieza de madera a la máquina y su movimiento a través de ella se produce únicamente por adherencia. Se aumenta la adherencia empleando cintas de goma que incluso pueden dotarse de un sistema de vacío.

Entre los años 1994 y 95 se ha detectado que se producían algunos rechazos violentos de las piezas por la máquina, que en algunos casos ha dado lugar a accidentes. Para el análisis del fenómeno se ha considerado una lijadora equipada con dos unidades de lijado, la estabilidad de la pieza de madera se ha considerado

como si hubiera estado parada debido a la pequeña velocidad a través de la máquina (0,06 y 0,33 m/seg).

Durante el lijado las fuerzas aplicadas a la pieza pueden descomponerse en:

- fuerzas normales, que actúan sobre la pieza sujetándola a la cinta de alimentación. Estas fuerzas (F_{n2} , F_{n3}) se generan por los rodillos prensores. Las fuerzas de los cilindros que llevan la banda abrasiva (F_{n2} , F_{n3}) y el peso (P) de la pieza de madera.

- fuerzas tangenciales. Estas son las que pueden producir el rechazo y expulsión de la pieza, se generan por la cinta abrasiva y van contra el avance (F_{t2} , F_{t3}).

En el límite de adhesión de la pieza de madera sobre la cinta de alimentación, el conjunto de todas estas fuerzas están en equilibrio. En esa situación hay una fuerza de reacción de la mesa normal F_{n1} , que es igual a la suma de las fuerzas F_{n2} , F_{n3} , F_{n4} , F_{n5} y P y otra fuerza F_{t1} que es igual a la suma de las F_{t2} y F_{t3} que se debe al rozamiento entre la pieza de madera y la cinta de alimentación. De acuerdo con la teoría de rozamiento esta fuerza es igual al producto de la fuerza normal F_{n1} multi-

plicada por el coeficiente de rozamiento estático entre la pieza y la cinta transportadora (f_{est}),

$F_{t1} = F_{n1} \times f_{est}$. Por lo tanto para que no haya rechazos se tiene que cumplir que $F_{t2} + F_{t3} < f_{est} (F_{n2} + F_{n3} + F_{n4} + F_{n5} + P)$ esto es que el coeficiente de rozamiento sea mayor que la relación entre la suma de las fuerzas tangenciales dividida por la suma de las fuerzas verticales.

Estudio experimental

Por medio de un estudio experimental se han calculado las condiciones de estabilidad de la pieza de madera sobre la cinta de arrastre, para ello se han determinado los coeficientes estáticos y dinámicos entre la cinta de arrastre y las diferentes especies de madera, así como las diferentes fuerzas que se aplican a la pieza durante el lijado, incluyendo variables como velocidad de la cinta de arrastre, distintos granos de la lija, profundidad del lijado y diferentes especies de madera a lijar.

En relación con los coeficientes de rozamiento, se colocó una determinada pieza de madera sobre la cinta de arrastre y se midió la fuerza (F) que era necesaria para moverla, esto permitió conocer el coeficiente de rozamiento estático que será F/P. El coeficiente dinámico f_{din} se determinó de la misma forma pero midiendo la fuerza que era necesario para mantener un movimiento a velocidad constante. En la tabla I se dan algunos valores:

Especie	f_{est}	f_{din}
Pino	1,29	0,81
Haya	1,16	0,75
MDF	1,02	0,8

Tabla I

Para la determinación de las fuerzas que aparecen durante el lijado hubo que realizar una instalación que fue necesario diseñar. Este equipo se montó sobre dos soportes planos (superior e inferior) unidos por medio de 4 sensores de carga. Estos sensores permiten la medición de las fuerzas normales que aparecen durante el lijado ya que $F = F_{ni} (1 \leq i \leq 4)$. La pieza de madera está aislada del soporte plano superior por una mesa de bolas y se mantiene en su sitio durante su paso a través de la máquina por medio de un quinto sensor. Este último permite la medición de la fuerza tangencial F_t que se ejerce durante el lijado. Finalmente el avance de la pieza de madera a través de la máquina se mide por un transductor de posición. La información que da este sensor es registrada y luego procesada con vistas a determinar el máximo valor de la relación F_t / F_n . El objetivo fue determinar las condiciones para que se produjera el máximo ratio entre las fuerzas tangencial y normal cuando se estudiaba la influencia de 5 parámetros: velocidad, profundidad de lijado, anchura de la pieza de madera, especie de madera (Pino-p, haya-h, MDF-M) y grano de la

MAQUINARIA

banda abrasiva (Tabla II). Se tomaron 96 muestras divididas en bloques, cada bloque correspondía a una configuración de la banda abrasiva. Para minimizar las incertidumbres en la corrección de otros parámetros, las probetas se fijaron en una colocación al azar dentro de cada bloque.

El estudio de la influencia del ancho se tuvo que limitar por razones de equipo a un ancho máximo de 300 mm. Para el abrasivo se emplearon dos configuraciones que son las que por otra parte son las más empleadas: en una configuración para el primer grupo, grano de 60 y grano de 80 para el segundo y en la otra configuración, grano de 80 para el primer grupo y grano de 120 para el segundo.

Los resultados obtenidos experimentalmente se analizaron siguiendo una curva logarítmica de aproximación regresiva. Para la relación (F_t / F_n) máxima se siguió el modelo siguiente:

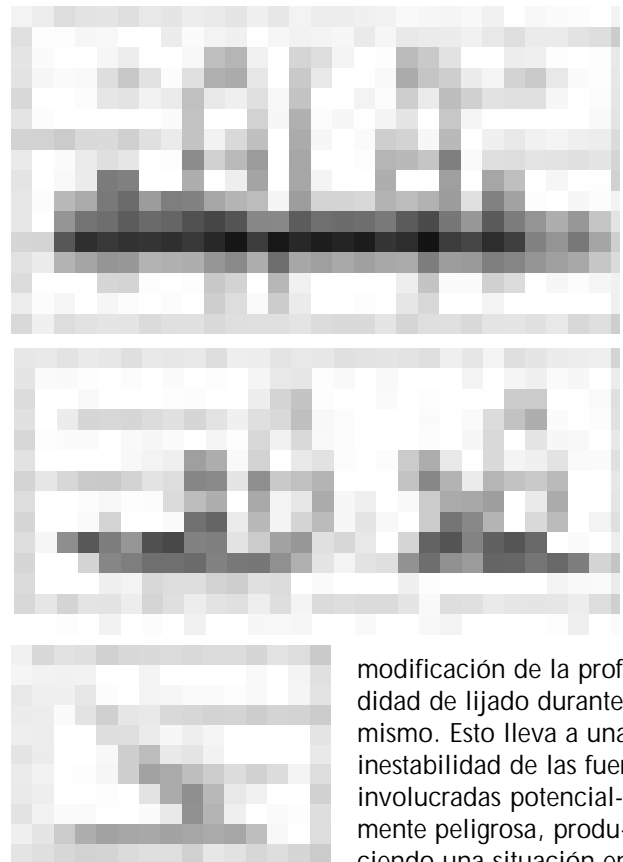
$$(F_t / F_n)_{n,máx} = a_0 A_i^{a_{ai}} \times P^{a_p} \times V^{a_v} \times C$$

siendo A el ancho de la pieza, P la profundidad de lijado, V la velocidad de avance y C un coeficiente de error. Los valores de estos coeficientes se dan en la tabla III.

La especie de la pieza de madera tiene influencia en la relación $(F_t / F_n)_{n,máx}$, sin embargo en el rango estudiado la influencia de la profundidad del lijado, la anchura de la pieza y la velocidad de avance,

parecen independientes de la especie de madera. Los tres coeficientes a_a , a_p y a_v son positivos, luego la relación $(F_t / F_n)_{n,máx}$ crece de acuerdo con la velocidad de avance, la profundidad del lijado y el ancho de la pieza. El grano de la banda abrasiva no aparece en los coeficientes "a", lo que indica que su influencia, si es que existe, es menor que la precisión del instrumento.

La comparación del ratio $(F_t / F_n)_{n,máx}$ con el coeficiente de rozamiento estático de la cinta con la pieza de madera revela que las condiciones que determinan la no eyección o expulsión de la pieza, $f_{st} > (F_t / F_n)_{n,máx}$, invariablemente se da siempre bajo las más desfavorables condiciones (velocidad de avance, profundidad de lijado y máximo ancho de la pieza). Sin embargo es posible que la modificación del coeficiente de rozamiento entre la pieza y la cinta de avance (por desgaste o por estar sucia), resulte en valor superior a $(F_t / F_n)_{n,máx}$. Esta posibilidad puede reproducirse en el laboratorio. Si la pieza resbala sobre la cinta la velocidad de avance se reduce y debe pararse. El rechazo es imposible como la fuerza gastada en el lijado y por tanto en la eyección de la pieza es reducida a proporciones despreciables cuando la banda abrasiva está situada sobre una parte de la pieza que ha sido lijada. $(F_t / F_n)_{n,máx} > f_{est}$, es un requisito necesario antes de que el rechazo pueda producirse, pero no es



modificación de la profundidad de lijado durante el mismo. Esto lleva a una inestabilidad de las fuerzas involucradas potencialmente peligrosa, produciendo una situación en la que la pieza y la banda abrasiva se mueven en la misma dirección (climb sanding).

suficiente por sí para desencadenar el fenómeno.

Los estudios posteriores al accidente resaltan la presencia de marcas en la pieza de madera, que proceden de la acción de la cinta abrasiva sobre la pieza de madera, probablemente causadas por la

modificación de esta secuencia en el laboratorio muestra que un fuerza de tracción (T) de 3 da N sobre la pieza es suficiente para romper el equilibrio del sistema y provocar la expulsión violenta de la pieza.

	Haya	MDF	Pino	Desviación Típica
a_0	-3,09	-3,33	-3,12	0,27
a_a		0,37		0,02
a_p		0,19		0,02
a_v		0,17		0,05

Tabla III		
Parámetro	Clave	Rango
velocidad de avance	V	4 - 10 - 15 - 20 m/min
profundidad de lijado	P	0,2 - 0,4 - 0,6 - 0,8 mm
ancho de la pieza	A	150 - 225 - 300 mm
especie de madera	E	haya (h) - pino (p) - MDF (M)
grano del abrasivo	G	(60+80) - (80+120)

Tabla II	
----------	--

Medidas técnicas de seguridad

Puesto que es imposible el total control del coeficiente de rozamiento entre la pieza de madera y la cinta de arrastre (desgaste, polvo, etc.) una posible medida de seguridad implica prevenir que aparezca el "climb sanding". Como las lijadoras de banda ancha, generalmente lijan contra la cinta de avance el "climb sanding" sólo puede presentarse accidentalmente. La imposibilidad de aumentar la profundidad de lijado durante la operación sólo puede ocurrir accidentalmente. Una segunda medida de seguridad para evitar el rechazo consiste en bloquear la pieza en la máquina. Para ello se colocan unos rodillos revestidos con goma en la entrada de la máquina que pivotan dejando pasar la pieza pero que impiden su retroceso (figura 7) Para que el bloqueo sea efectivo la cota α debe ajustarse para que el ángulo de rozamiento entre el rodillo y la pieza de madera α sea superior al ángulo β que es el formado entre la línea recta que pasa por el eje del rodillo pivotante y la normal al punto de contacto del rodillo con la pieza.

Conclusión

Este estudio demuestra que durante el lijado pueden producirse accidentes graves. Para evitarlos debe de tomarse ciertas medidas. La primera consiste en impedir modificar la profundidad del lijado durante la operación y la segunda es equipar a la lijadora con unos rodillos anti retroceso 