

ENCOLADO

de Sillas y Uniones de Maderas a las que se exige Mucha Resistencia

Por el Dr. Werner DUPONT

(Remitido por el Servicio Técnico de PRAGER, S. A.)

La persona que se ocupa intensivamente del problema de las colas y del encolado siempre comprobará de nuevo que los límites de nuestra experiencia actual, en el campo de las colas, son relativamente estrechos.

Se conocen las causas y efectos (sobre todo en el campo de los encolados de superficies con colas de resina sintética), pero en determinadas ocasiones desaparece nuestra experiencia y nuestro saber, pudiéramos decir, se improvisa. En muchos casos hasta se podría afirmar que en casi la totalidad de las industrias que trabajan con colas la improvisación es lo habitual. Se cree que se hace lo más acertado, pues como siempre se ha trabajado de la misma manera, la improvisación se ha convertido en tradición. En realidad no se sabe si la cola empleada es la indicada para un tipo determinado de trabajo, si la temperatura es la conveniente, si la presión responde a las exigencias, si la cantidad de cola empleada está bien dosificada o si la duración del tiempo de prensa se puede o no rebajar para conseguir un rendimiento óptimo.

Se sabe poco o nada sobre las presiones a que están sometidas las colas en las uniones de manera y no se sospechan las posibilidades que existen de conseguir uniones de madera a las que se exige una resistencia elevada, y que se puedan encolar de forma que quede garantizado un máximo de seguridad.

La fabricación de las más diversas clases de colas necesita, en principio, conocer todos los detalles técnicos.

Todos sabemos la enorme carga que han de sufrir sillas, butacas y, sobre todo, los muebles escolares.

NUEVOS CONOCIMIENTOS SOBRE EL ENCOLADO DE UNIONES DE MADERA DE LAS QUE SE REQUIERE UN ELEVADO ESFUERZO

También todos hemos asistido a fiestas en las que las sillas no sólo sirvieron para sentarse. Igualmente sabemos que las butacas calculadas para una persona muchas veces son utilizadas como asiento por tres o cuatro jóvenes a la vez, y cuando íbamos al colegio todos hemos ayudado alguna vez a poner bancos y mesas de canto para luego tirarlas con gran estrépito (prescindiendo de lo que al final de la clase hacen con estos muebles las mujeres de la limpieza), y todo esto deben soportarlo los muebles sin sufrir daños. Si no lo hacen, se le piden cuentas al fabricante, haciendo constar que el que se haya roto una espiga ha sucedido «sin hacer el menor esfuerzo». Por otra parte, hemos de tener en cuenta las exigencias del arquitecto y decorador que diseñan formas ligeras y agradables, que en cuanto a su estabilidad y estilización de líneas están en el límite de sus posibilidades.

RESISTENCIAS OPTIMAS EN EL ENCOLADO DE ESPIGAS

Las uniones de espigas pertenecen a las uniones de madera más antigua que se conocen; por consiguiente, debería suponerse que sobre esto no hay nada más que ensayar ni mejoras posibles

Fig. 1

Probeta de haya roja. Los polos centrales se cortaron del mismo listón que la pieza que forma la espiga y se numeraron para garantizar una unión perfecta, de forma que los trozos 1 y 3 son los que forman la caja del número 2, la espiga

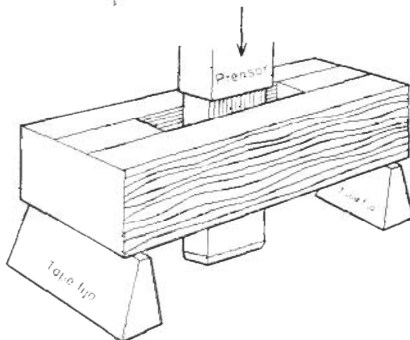
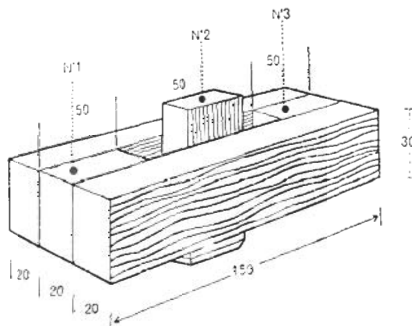


Fig. 2

que realizar, y no obstante, precisamente en esta clase de uniones de madera, he comprobado relaciones de causa-efecto que son de interés general.

Si yo preguntase ahora qué valores alcanza la resistencia a la tracción en las uniones caja-espiga o si deseara saber cuál es en la práctica la diferencia entre un encolado de espiga normalmente hecho sin presión y otro de las mismas características efectuado con prensa, seguramente nadie lo podría decir a la primera. Yo, por lo menos hasta hace unas semanas, no lo sabía. También es posible que nadie sepa la diferencia real de resistencia que hay entre un encolado de espiga, aplicando la cola sobre la espiga o sobre la caja.

Para aclarar todas estas cuestiones y otras más se efectuaron los siguientes ensayos:

Para poder hacer comparaciones directas reproducibles no se trabajó con cajas escopleadas en las que se encolaban las espigas, sino que se encolaron cuatro maderas de haya roja, de forma que entre ellas se formaba una caja para la espiga. De esta forma (véase figura 1) fue posible trabajar con una caja prácticamente exacta, porque los dos tacos centrales y la espiga a encolar se habían sacado del mismo trozo de madera, habiéndose numerado los trozos para que el hueco fuera siempre exacto. Con estas maderas de ensayo era posible hacer una serie de pruebas comparativas. Como clase de madera se escogió haya natural no tratada (humedad de la madera, 10 por 100), ya que la madera de haya se utiliza para estos fines en grandes cantidades.

Clases de los ensayos realizados:

Para estos ensayos se construyeron unas cajas y espigas en las que el ajuste y las tolerancias pudieran ser controlados. Así, las cajas se formaron con

tres listones de haya roja de $150 \times 30 \times 20$ milímetros, y uno de ellos se cortó en tres trozos, siendo numerados éstos 1, 2 y 3, correspondiendo el número 2 al trozo central. Con los trozos números 1 y 3 y los otros dos listones se formó la caja, sirviendo el número 2 para la espiga, lo que garantiza un perfecto ajuste caja-espiga sin tolerancias.

También se hicieron ensayos de encolado de espigas que no ajustaban perfectamente en la caja. De éstos se realizaron dos tipos, y para controlar las tolerancias las cajas se hicieron, unas encolando entre las piezas centrales y la lateral por un lado, una chapa de 0,2 milímetros de grueso, y otras encolando entre las mismas piezas y por los dos lados, una chapa del mismo grueso; así se obtuvieron cajas que eran, unas 0,2 milímetros más anchas que la espiga y otras 0,4 milímetros.

Después de encoladas las cajas se dejaron secar durante siete días, preparándose luego los encolajes de espiga-caja.

Estos encolados se hicieron con ayuda de una plantilla para que en todos los casos la posición de la espiga con respecto a la caja fuera igual, introduciendo

do a golpes la espiga, como en el sistema tradicional.

El número total de pruebas fue de 360 encolados, en series de 20, cada una de las cuales con las siguientes características:

Encolados caja-espiga en los que la espiga ajustaba perfectamente a la caja: Cuarenta probetas aplicando cola solamente a la espiga.

Cuarenta probetas aplicando cola solamente a la caja.

Cuarenta probetas aplicando cola a la caja y a la espiga.

Encolados caja-espiga en los que la caja era 0,2 milímetros más ancha que la espiga:

Cuarenta probetas aplicando cola solamente a la espiga.

Cuarenta probetas aplicando cola solamente a la caja.

Cuarenta probetas aplicando cola a la caja y a la espiga.

Fig. 4

Gráfico de las resistencias de las juntas después de haber fraguado la cola en uniones de espigas encoladas con un 100 por 100 de superficie de contacto y realizadas en diferentes condiciones

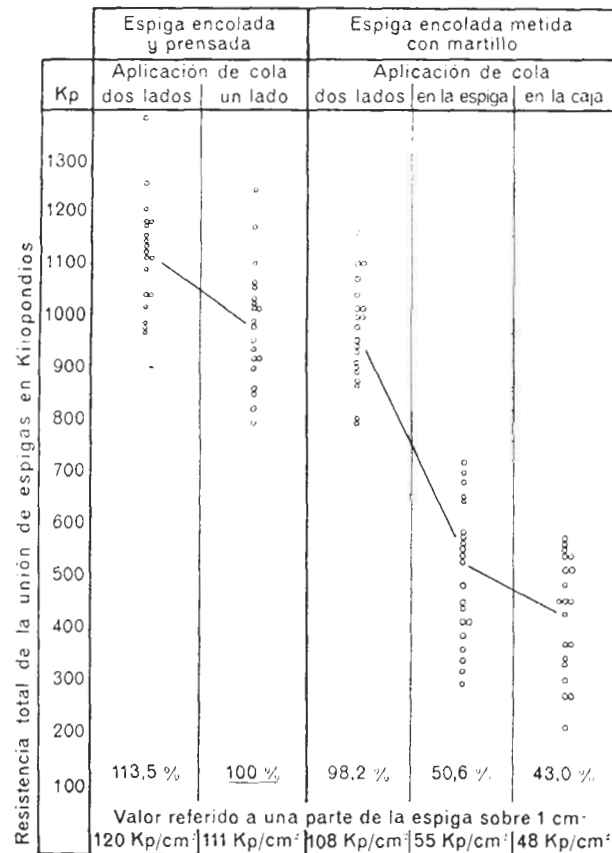
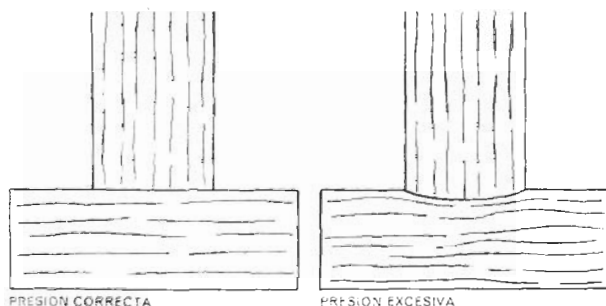


Fig. 6



15 por 100. Esto quedó demostrado en los ensayos correspondientes.

En uniones de espigas, el ancho de la espiga debe ser de 0,2 a 0,4 milímetros mayor que el largo de la caja; sólo así se puede conseguir una resistencia mecánica elevada (véase fig. 5).

Si la medida del ancho de la espiga es inferior, cuando aparezcan esfuerzos laterales, éstos recargarán las juntas de cola.

Si la espiga en su anchura está bien introducida en la caja, gran parte de las fuerzas las absorberá la propia madera. Se da por descontado, en relación con esto, que es natural que cuando se trata de una caja taladrada (redondeada en sus extremos) no pueden emplearse espigas con los cuatro cantos rectos.

La presión en el encolado de espigas (incluso con mechones redondos) sólo debe ser lo suficientemente elevada para que por fuera se consiga un cierre exacto de las mismas. Si la presión está muy por encima de la fuerza necesaria, la madera se contrae en la zona de la junta y por elasticidad, al quitar la presión, produce una fuerza en sentido contrario, y como en este momento la cola está ya en una fase de fraguado, pueden producirse daños en las juntas, disminuyendo con ello considerablemente la resistencia de encolaje (véase figura 6).

Es de suponer que exista una relación directa entre el tamaño de la espiga y la resistencia de los encolados. Yo soy de la opinión de que la resistencia total de una unión por espiga no aumenta en la misma proporción en que se aumenta el tamaño de la espiga, desempeñando también un papel importante la relación entre longitud y ancho de la misma. Tienen importancia dos factores generales, sobre los cuales vale la pena meditar:

1) Las uniones de espigas en la construcción de bastidores son casi siempre uniones efectuadas entre maderas con fibras longitudinales y transversales. Estas uniones no solamente están sometidas a fuerzas exteriores mayores o menores, debidas al empleo que se hace de las mismas, sino también a fuerzas internas debidas al «trabajo» de la madera; como consecuencia de estas acciones, aparecen tensiones considerables en los límites entre la madera transversal y la longitudinal, es decir,

Reunión del Consejo de A. I. T. I. M.

El día 12 se reunió el Consejo de A. I. T. I. M. para estudiar el desarrollo del Plan de Trabajos del año 68 durante el primer semestre.

La Presidencia dio cuenta de haber sido nombrado el Director Técnico de A. I. T. I. M., don Luis Mombiedro, Asesor Técnico del Patronato Juan de la Cierva, por lo que se hizo constar en acta la satisfacción del Consejo.

El vocal representante de la Junta de Energía Nuclear informó al Consejo de los trabajos de laboratorio que se llevan a cabo en aquel Organismo sobre maderas blandas, para mejorar sus condiciones de densidad, dureza, estabilidad, etc.

exactamente en la junta. Estas serán tanto mayores cuanto más grande sea la espiga. Si bien la influencia de la humedad del aire se mantiene en límites relativamente pequeños, barnizando los bastidores terminados, no obstante, se debe contar con una variación de la humedad de la madera de un orden de magnitud de $\pm 2,5$ por 100, referido a las condiciones de equilibrio con la humedad ambiente.

Una diferencia en la humedad de la madera del 7 al 12 por 100 ocasiona, por ejemplo, en el haya roja, una variación de las medidas de aproximadamente un 2 por 100, lo que en una espiga grande tiene una importancia considerable. (No en vano la sequedad prolongada del invierno 1962/63, con una humedad relativa del aire que llegó a valores por debajo de un 15 por 100, tuvo consecuencias tan catastróficas para muchas uniones de madera, barnizados, etc.) No hace falta llamar la atención sobre el hecho de que las fuerzas que producen mermas o hinchan la madera parten tanto de la espiga como de la caja, aumentando aún más las fuerzas totales de tensión en la junta.

Se puede considerar como una ventaja especial de las colas PVAc el que en las juntas secas se puedan neutralizar ampliamente estas fuerzas de tensión debido a su elasticidad y cierta plasticidad, compensando los movimientos producidos por el «trabajo» de la madera. Pero esta afirmación sólo es válida cuando el encolado se ha hecho de manera impecable, limitando la tolerancia de las juntas a un mínimo.

2) La resistencia relativa de una junta encolada (referida a 1 centímetro cuadrado de junta) depende del tamaño total de la superficie encolada. Cuanto mayor sea la superficie, tanto menor será la resistencia por centímetro cuadrado. Esto se debe a que, al someter a carga la junta, las fuerzas que se desarrollan no se reparten por igual. Se forman puntas de tensión que al aumentar la superficie a encolar también se hacen mayores. Como la rotura de la junta se produce o comienza en la zona sometida a mayor tensión (punta de tensión), transmitiéndose rápidamente por toda la superficie, estos puntos tienen una influencia decisiva sobre la resistencia total de la encoladura. Por la elasticidad natural de la madera, las puntas de tensión se reducen sensiblemente. También se consigue una reducción de las puntas de tensión empleando colas elásticas de PVAc o cola de glutina. Pero tiene también una importancia capital en este sentido el grado de elasticidad de la junta encolada. En la figura 7 se puede apreciar la dependencia que existe entre la elasticidad de la junta y la resistencia conseguida en la unión, una vez fraguada la cola. Estos valores hablan por sí solos y no es necesario dar una explicación complementaria. Pero es necesario subrayar que precisamente esta comparación entre diferentes colas o sus mezclas no debe considerarse en ningún caso como una medida de calidad, ya que nadie puede afirmar que una cola de resina sintética urea formaldehído, al hacer un encolaje, tenga propiedades de cohesión y adhesión inferiores a una cola PVAc.

Lo expuesto anteriormente nos permite llegar a la conclusión de que aumentar las medidas de la espiga no significa que se aumente en igual grado la resistencia de la unión de la madera. Seguramente hay medidas de espigas óptimas; sin embargo, llegar a averiguar

estas medidas sólo sería posible haciendo un gasto considerable. Al hacer las experiencias necesarias para determinar las dimensiones medias óptimas sería necesario tener en cuenta no sólo las fuerzas de unión en seco normales con tolerancias de juntas diferentes y colas de diferente grado de elasticidad, sino también la influencia de los cambios de elasticidad debidos a variaciones del clima, comportamiento de la junta al golpearla repetidamente, etc., etc.

Aunque estos ensayos y comprobaciones indudablemente serían de interés general, no se les debe dar, no obstante, demasiada importancia, pues hay que tener en cuenta que el aprovechamiento de estos datos en la práctica no sería sencillo, ya que sería muy difícil determinar para cada caso aislado el tamaño óptimo de la espiga por la variedad de piezas que se emplean, el efecto muy diferente en cada caso de las fuerzas de tensión, las propiedades muy diferentes de las maderas empleadas, como asimismo de las colas utilizadas, etc., etc.; por ello es indudable que no existe ninguna norma general aplicable a todas las posibles clases de uniones de espigas, tanto en lo que respecta a los materiales empleados como a sus detalles constructivos.

Del mismo modo hay que tener en cuenta que aun empleando una espiga del tamaño más adecuado, seguramente sólo se conseguiría un aumento en la resistencia total de un 10 por 100 aproximadamente. Esto puede ser importante en aquellos casos en los que la resistencia de la junta se aproxima al límite de tensión a que va a ser sometida la pieza, y no existen, o apenas existen, reservas de resistencias a la tensión. Ahora bien, como las resistencias obtenidas en la práctica, generalmente, están muy por debajo de las que teóricamente pueden conseguirse, parece ser más importante aprovechar plenamente las relaciones de causa-efecto que ya conocemos. Cuando se consiga esto, de todas formas, ya no habrá dificultades ni reclamaciones, a no ser que la madera, al sufrir tensiones excesivas, se rompa, mientras que la encoladura de las juntas permanezca intacta. Por este motivo, me parece conveniente hacer un resumen de las posibilidades que tenemos para llegar a conseguir un aumento de la seguridad en las uniones de espigas.

1) Al hacer el diseño de un bastidor, por ejemplo, un sillón, hay que tener en cuenta el sentido y la dirección de las fuerzas que actuarán sobre él, así como su magnitud, para que la madera y la unión de las juntas no estén sobrecargadas desde un principio, debido a una concepción inicial errónea.

2) Al proyectar en detalle las características de los diferentes puntos de unión debe hacerse de tal manera que, dentro de las posibilidades existentes, el reparto de las tensiones dentro del bastidor y en los diferentes puntos de unión sea lo más ventajosa posible.

3) Las dimensiones y tolerancias de las uniones deberán fijarse exactamente al preparar el trabajo. Y en este momento debe decidirse ya qué clase de cola se va a emplear (si es necesario deberán hacerse ensayos previos) en qué juntas es conveniente aplicar la cola por ambos lados y en qué puntos (sometidos a una tensión menor) se aplicará la cola por un solo lado.

4) La madera empleada debe secarse uniformemente y con cuidado. El contenido en humedad aceptable es de un 7 hasta un 9 por 100.

5) Después de cortar la madera, ésta deberá quedar almacenada algunos días a una temperatura normal para que se relaje y no sufra cambios dimensionales una vez trabajada.

6) La preparación con máquinas de los elementos de unión (agujeros, espigas) debe hacerse con el máximo cuidado. Las herramientas deben responder a las exigencias de cada caso, estar bien afiladas y reguladas correctamente.

7) La superficie que se va a encolar debe estar lisa y limpia. La superficie de la madera no debe estar dañada por la influencia mecánica de la herramienta que se haya empleado.

8) No es admisible que la regulación de la máquina para la unión de la junta se haga uniéndola únicamente las dos partes, como se hacía antiguamente. Las tolerancias existentes sólo se pueden apreciar y hacer desaparecer en caso de error cuando se trabaja con los instrumentos de medida correspondientes. En las uniones de espigas deben realizarse controles de tolerancia en cuatro puntos (respectivamente, dos en el agujero y dos en la espiga).

9) Trabajando en serie, los contro-

les de tolerancia durante la producción deben fijarse después de la elaboración de un determinado número de piezas fijado con antelación.

10) Los lugares donde se hace el encolado deben estar situados de forma que éste pueda hacerse sin tropiezos ni complicaciones. Las condiciones climáticas deberán ser siempre las mismas. Los cambios de temperatura, corrientes de aire, sol directo, etc., tienen un efecto negativo sobre el proceso de encolaje.

11) Las fibras sueltas de madera sobre la superficie a encolar, polvo, suciedad, etc., influyen desfavorablemente en la resistencia futura de la junta, por lo que deben de evitarse.

12) La cola debe aplicarse cuidadosa y regularmente. La cantidad de cola empleada no habrá de ser, especialmente en el agujero, demasiado elevada para que no quede mucha cola en el mismo, la cual, después de presionar la unión, puede producir presiones hidráulicas considerables. Estas pueden dar lugar a que se rompa la madera o también, al dejar de hacer presión, empujar de una manera apenas perceptible la espiga hacia atrás, produciendo daños en la junta que en este momento está fraguando. Además, la aplicación de exceso de cola en el fondo del agujero humedece en exceso la madera próxima, lo que ejerce un efecto negativo en el secado de la cola y en la resistencia inicial de la unión.

13) Si se emplean colas muy tixotrópicas es necesario removerlas mecánicamente con energía antes de emplearlas para que adquieran la viscosidad conveniente.

14) La presión debe ser tan elevada que quede garantizada por fuera una unión de las juntas completa. Si la presión es demasiado elevada, la pieza de madera de la espiga se comprime contra la madera de la caja. Debido a la elasticidad natural de la madera, al cesar la presión se produce una ligera presión en sentido contrario al de la fuerza que actuó, que saca la madera un poco de la caja, pudiendo ser esto el origen de importantes inconvenientes en la junta (véase figura 6).

15) Si después del encolado de uniones de madera se realizan trabajos que someten a estas uniones a grandes fuerzas de tracción o presión deberá em-

plearse un tiempo de fraguado complementario posterior, en relación con la velocidad normal de fraguado de la cola, para que la junta fresca no sufra daños y como consecuencia de ello se debilite la unión.

Al hablar de la elaboración de uniones de espigas a las que se les exige mucha resistencia se hace necesario mencionar el «especificador de espigas», que fue desarrollado por una fábrica de máquinas de Hannover. Se trata de una máquina relativamente sencilla en la que las espigas son comprimidas por dos rodillos estriados (acanalados) que giran. Se emplea, por consiguiente, el mismo principio ya conocido por los tacos hinchables estriados. Debido a las estrias queda más cola en las junta, lo que es de un efecto positivo en el encolado. Además, debido a que se hincha la madera, se consigue cierta presión interior entre la espiga y las paredes de la caja, lo que es muy ventajoso. Los resultados conseguidos con esta máquina conocidos por mí son satisfactorios, y según la experiencia que se tiene hasta la fecha han conducido a un aumento de la seguridad en las uniones de espigas. Datos exactos de estos ensayos no existen hasta la fecha, que yo sepa.

Quiero llamar especialmente la atención sobre el hecho de que el comprimir las espigas no es un método sencillo para anular inexactitudes de acoplamiento. Únicamente es ventajoso el método cuando la madera sólo se comprime un poco. Si se comprime mucho se daña la estructura de la madera, y con ello se produce un debilitamiento general de la unión.

FABRICACION DE UNIONES DE TACOS A LOS QUE SE EXIGE MUCHA RESISTENCIA

En la fabricación de bastidores el empleo de uniones de mechones redondos o de tacos debería ser más frecuente que las uniones realizadas con espiga-caja. Las uniones de tacos son técnicamente fáciles de conseguir y además relativamente baratas. Otra de sus ventajas es que, en comparación con la unión espiga-caja, las maderas que

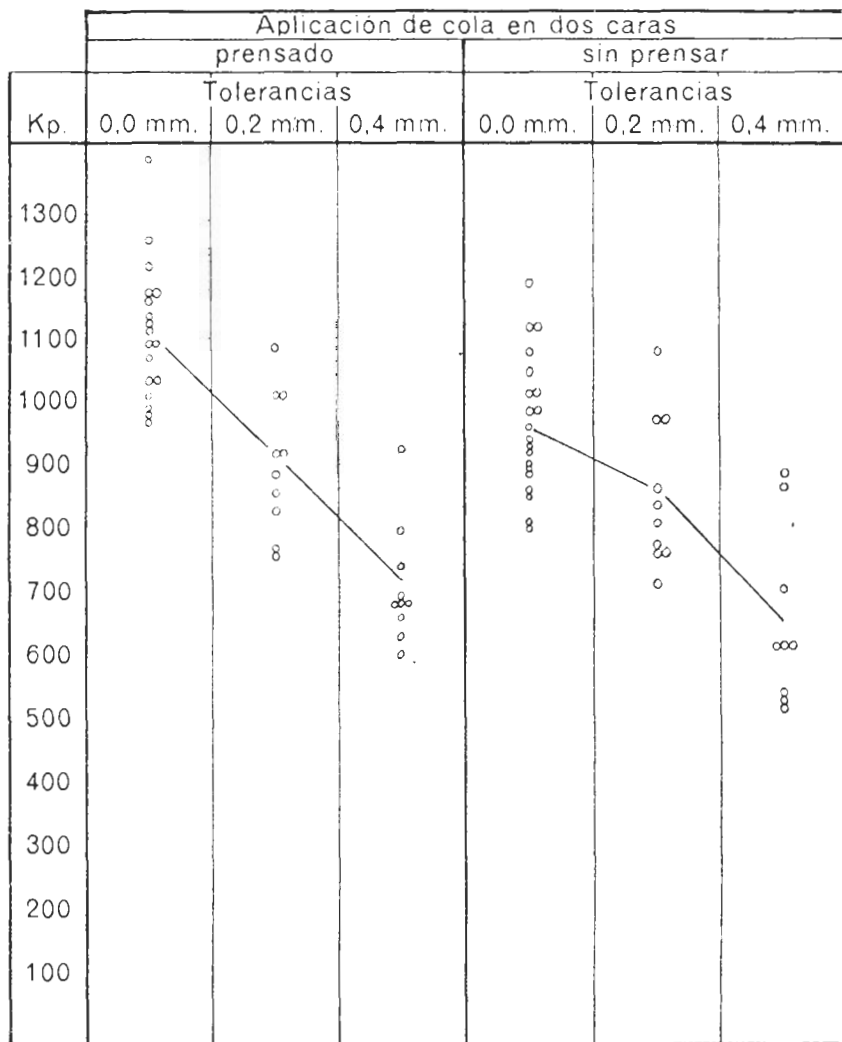
deben unirse están considerablemente menos debilitadas, presentando también una superficie a encolar relativamente grande. Además, es posible, dando a los tacos las dimensiones correspondientes y orientándolos debidamente, repartir estáticamente hasta cierto punto las fuerzas de tensión que actúan sobre la unión, de forma que se consiguen resultados de resistencia ventajosos. Sin embargo, y esto queremos hacerlo constar aquí especialmente, hay casos límite en los que la espiga no puede ser sustituida sin peligro por el taco e incluso son convenientes otros sistemas de unión (cuñas de dientes).

Fig. 7

Examen de la resistencia de juntas de espigas encoladas después de un fraguado total, con juntas con diferentes tolerancias y habiéndose aplicado la cola por los dos lados (espiga y caja). Tamaño de la espiga encolada, 30/30/20 milímetros

Existe una serie de trabajos sobre la resistencia de encolados de tacos, que desgraciadamente en muchos puntos se contradicen unos con otros. Mientras que, por un lado, basándose en «tests», se afirma que los mejores resultados se consiguen con tolerancias de 0,2 milímetros, por otro se dice que una exactitud absoluta en el ensamble, e incluso una tolerancia en menos hasta de 0,2 milímetros influyen positivamente en la resistencia. Tampoco existe unanimidad y claridad sobre la forma y consistencia que deben de tener los tacos, así como si son más apropiados los tacos con estrias finas (fresadas), el taco liso o el taco acanalado (prensa). Ultimamente ha salido en Dinamarca un taco para hincharse con el que al parecer se consiguen resistencias extraordinarias.

Por este reducido número de ejem-



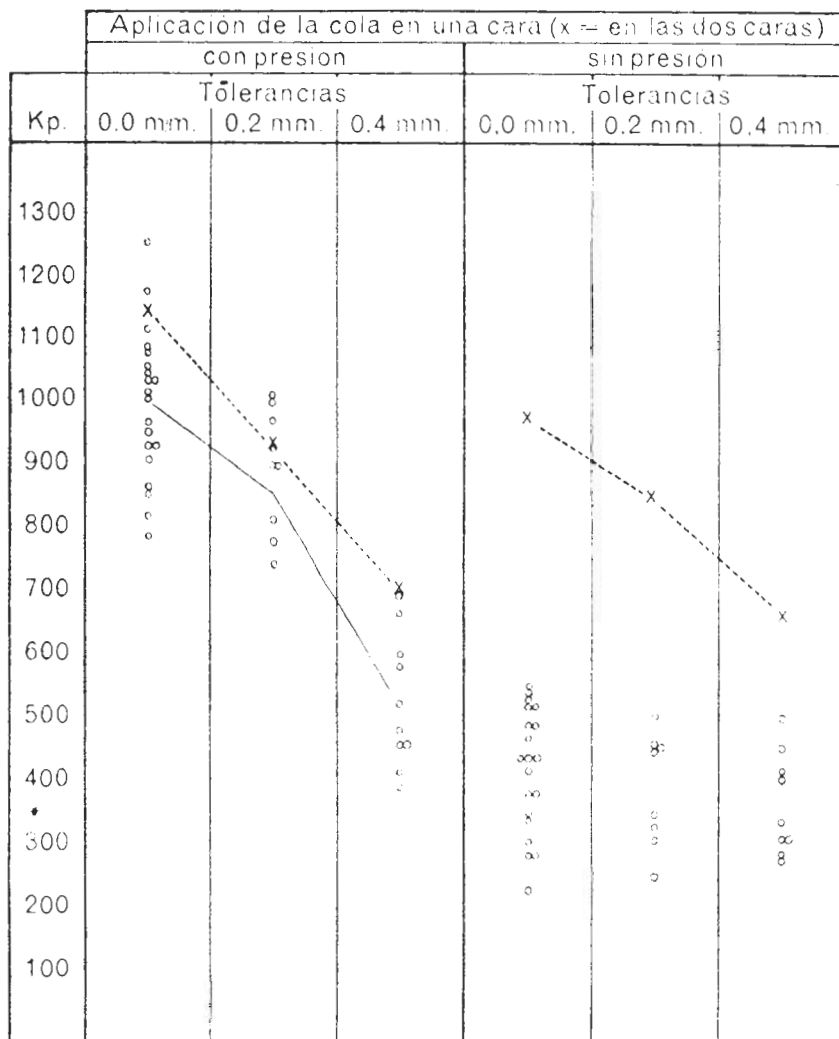


Fig. 8

Examen de la resistencia de uniones de espigas encoladas después de un fraguado total, en juntas diferentes, aplicando cola por un solo lado en la caja (las curvas superiores corresponden a la figura 4, es decir, a los mismos encolados, con aplicación de cola por ambos lados)

plos se ve claramente que en las uniones de tacos (mechones), en bastidores a los que se les exige mucha resistencia, todavía no se han estudiado todas las posibilidades y ni siquiera se sabe qué clase de tacos es conveniente utilizar o incluso en qué condiciones es posible unir la madera de una forma resistente y duradera, cuando precisamente en la industria de bastidores es fundamental que se reduzcan a un mínimo las reclamaciones por falta de resistencia.

La fabricación de uniones con mechones a los que se va a exigir gran resistencia depende, al igual que en las uniones por espigas, de la clase y forma de los bastidores y de los fines a que se van a destinar. Se debe tener en cuenta, cuando la materia empleada es madera, que en las uniones entre dos o tres maderas, en los cortes transversales de cada madera y en la concep-

ción estática de bastidor, hay determinados límites que no pueden sobrepasarse sin que exista un cierto riesgo. Así, por ejemplo, sucede muy frecuentemente que entre un gran número de modelos de sillas de una fábrica de muebles haya un modelo que siempre dé lugar a reclamaciones. En estos casos se tiende fácilmente a achacar la culpa o la cola, a los operarios o a otras causas mal argumentadas. En realidad se trata casi siempre de errores generales en el diseño y la construcción.

En estos momentos me estoy ocupando de los problemas de construcción de las uniones de piezas con mechones,

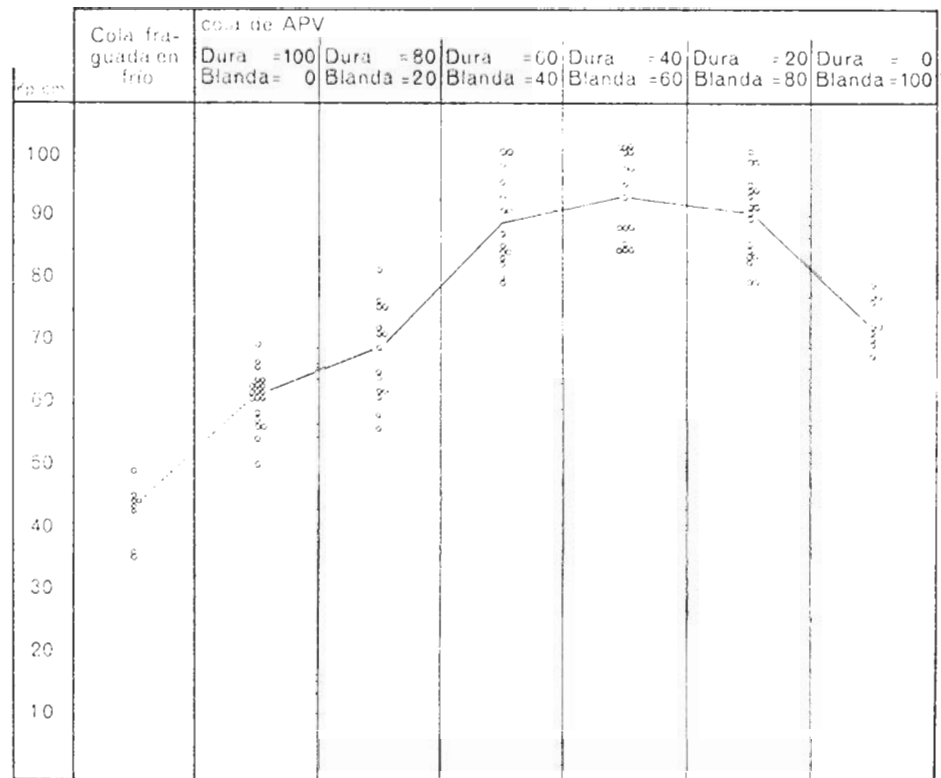
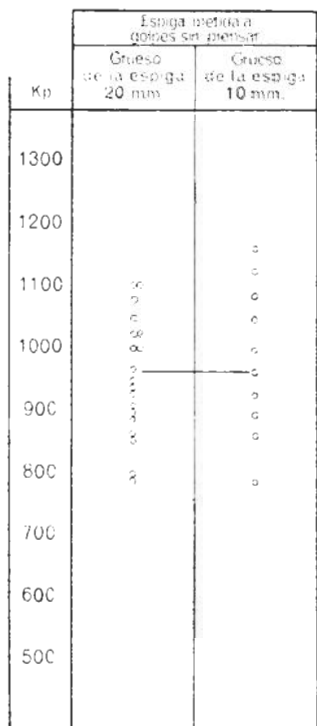
pero estoy al principio de mis experimentos. Los resultados obtenidos hasta la fecha no permiten sacar conclusiones prácticas. Cuando llegue el momento les informaré sobre el particular. No obstante, basándome en mis experiencias y en algunos resultados parciales de mis ensayos actuales y anteriores, desearía dar un resumen de lo que es necesario tener en cuenta, según nuestros conocimientos actuales, para conseguir uniones de mechones duraderas y seguras.

ESTUDIO DE LAS EXIGENCIAS ESTÁTICAS Y CONSTRUCTIVAS EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BASTIDORES

Al preparar el trabajo hay que fijar exactamente todos los detalles, tales como ordenación exacta de los mechones dentro de la unión, profundidad de los agujeros taladrados, tolerancias, etc. Hay que tener en cuenta que la proporción exacta del diámetro del mechón al diámetro del agujero del mechón depende de la clase de mechón empleado. Los mechones con estrías finas y fresadas (ya que los de estrías gruesas deben rechazarse por principio) deben tener en relación con el diámetro del agujero un exceso hasta de 0,2 milímetros por debajo de la medida del mismo.

Los mechones normales deben tener un diámetro absolutamente exacto. Las tolerancias no deberán sobrepasar en los mechones de un grueso medio los $\pm 0,1$ milímetros. Los mechones prensados pueden cuando se comprime la madera sufrir una tensión tan elevada que la estructura de ésta quede dañada sin remedio. Cuando se comprimen demasiado se pierde el efecto beneficioso del prensado, pues cuando se rompen las fibras de la madera disminuye considerablemente la resistencia. La humedad de los mechones debe ser del 5 al 7 por 100, es decir, inferior a la humedad de las maderas que se van a unir.

Los taladros para uniones de mechones deben hacerse con fresas apropiadas y bien afiladas. Las brocas no deben «pegar»; éste es un defecto de la broca



Figs. 9 y 10

A la izquierda: Examen de la fuerza de unión de encolado de espigas, en función del grosor de las mismas. Se incluyó en la prueba el examen de espigas de 5 mm. de grosor. No fue posible determinar su fuerza de unión, ya que la resistencia propia de la fina espiga estaba por debajo de la resistencia de la unión de cola. A la derecha: Fuerza de unión después de un fraguado total de diferentes colas o combinaciones de colas en función de la elasticidad de las juntas. No se pueden sacar conclusiones sobre la calidad de estas colas por los resultados de estas pruebas

o de la máquina en sí. Los taladros deben quedar limpios. Si la estructura de la madera sufre daños o se quema por el rozamiento, disminuye la resistencia del encolaje. Además, se debe controlar que el diámetro del taladro sea igual en la parte superior que en el fondo del mismo.

Para el encolado se emplean colas duras para madera de PVAc, que secan elásticamente; con menos frecuencia se emplean colas de glutinas. La aplicación de cola en las uniones que han de estar sometidas a grandes exigencias, tanto en el agujero como en el mechón, deben dosificarse correctamente.

Cuando se hace el encolaje la presión debe ser tan elevada como para que se cierren las juntas de las maderas que se van a unir; pero si se aumenta la presión

demasiado la elasticidad natural de la madera puede producir una presión en sentido contrario al soltar de prensa las piezas, tendiendo éstas a volver a su posición primitiva, lo que daña la

junta que en este momento se está fraguando.

Todas las operaciones que se tengan que hacer sobre la pieza y que representen esfuerzos sobre las juntas encoladas deben efectuarse después de un tiempo tal que permita un fraguado total de la encoladura.

Las resistencias determinadas en mis ensayos con uniones de mechones fueron en gran parte extraordinariamente elevadas. Por ejemplo, en la unión con mechones de dos piezas en las que una junta su testa con la malla de la otra se observaron resistencias de 1.200 a 1.600 kilos.

En estos ensayos se hizo otro «test». Se debía determinar la relación entre la resistencia del encolaje de madera de testa con madera de malla y la resistencia de los mechones separadamente dentro del mismo encolaje, es decir, se pretendía saber cuánto es más resistente una junta en la que se encuentren encolados los mechones y también las dos superficies de madera (testa-malla)



Figs. 11 y 12

Mechón prensado ranurado en el que la estructura de la madera ha sufrido daño por exceso de presión al fabricarlo. La capa de madera lesionada se desprende al sufrir el mechón la tensión, quedando en forma de una especie de funda adherida en el agujero del mechón

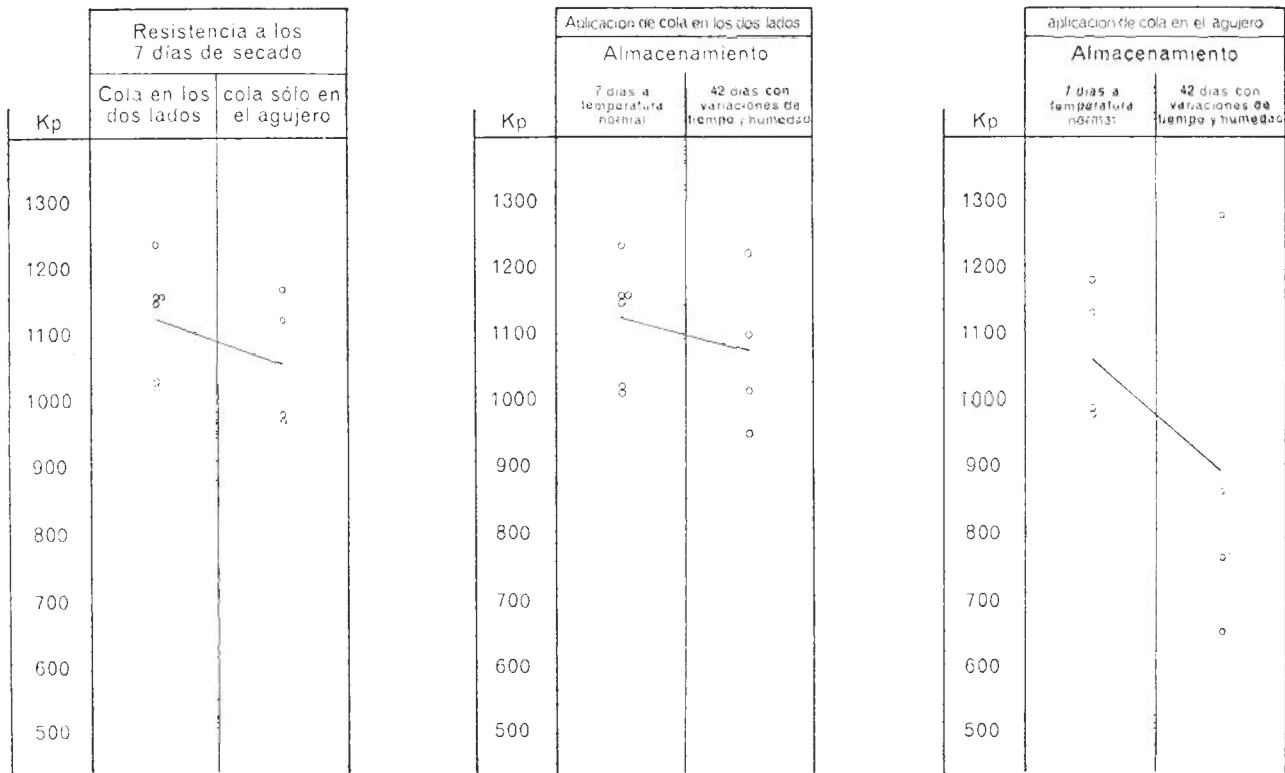


Fig. 13

Examen de la resistencia de uniones de mechones al tirar. Se hacen ensayos con haya roja, humedad de la madera 10 por 100; mechón prensado y ranurado 80/20 mm. de haya roja, humedad del mechón 8 por 100; cola para madera dura PVAc, test 48 horas, clima 20° C, temperatura y humedades relativas del aire de 100, 70 y 65 por 100. Duración del encolado, cuarenta y dos días

que otra en la que el encolaje fuera solamente de los mechones.

Para esto se hicieron encolados en los que la madera de malla había sido cepillada, pero la de testa tenía sólo un corte limpio de sierra. La superficie de la testa era de 55 x 30 milímetros, y después de siete días de haber realizado el encolaje entre las dos piezas sometidas a tracción en el dinamómetro y con la fuerza en sentido perpendicular a la línea encolada, dieron una resistencia de 800 kilos en cada caso. Es decir, una resistencia de 48 kilos por centímetro cuadrado. De todas formas esta resistencia no está en relación con la resistencia total de las uniones de mechones, ya que al encolar al mismo tiempo la madera de testa y el mechón siempre se producía la rotura en la junta entre la madera de testa y la de malla; en un orden de magnitud de aproximadamente 700 a 900 kilos se producía la rotura entre la malla y la testa. Después la máquina de comprobación descendía a aproximadamente la mitad de los valores alcanzados hasta este momento, volviendo a subir hasta

producirse la rotura de la unión de los mechones. Otro ensayo preliminar que había de servir para aclarar la diferencia de resistencias en uniones con mechones ranurados prensados, entre encolaje hecho con cola por los dos lados y por uno sólo dio un resultado interesante, pero que deberá ser controlado otra vez. Como norma general parece ser que los mechones ranurados prensados de estria fina son menos afectados por el hecho de dar cola sobre los dos lados o sobre uno sólo. Sólo el someterlos a tensiones variables en los encolajes de ensayo, a diferentes temperaturas y condiciones de humedad diferente durante espacios largos de tiempo, permite comprobar que aplicando la cola por un solo lado la resistencia disminuye sensiblemente (véase figura 11).

EXAMEN DE BASTIDORES ENCOLADOS

Cualquier fabricante de bastidores a los que se les exige mucha resistencia

debe estar seguro de que los diferentes modelos de su producción tienen la fortaleza y duración necesarias para su utilización práctica. Las reclamaciones perjudican la buena fama de la firma, producen inseguridad en los vendedores y mucha inquietud en la empresa; además, cuestan mucho dinero. El examen de estabilidad al que se somete, no sólo todo el bastidor, sino también todas las uniones de madera, y con ellas las encoladuras que se exponen a una tensión excesiva hasta que se rompen, es, por consiguiente, necesario al desarrollar el modelo y en el control de fabricación.

El mejor «test» para bastidores es la utilización normal diaria; pero como para completar este «test» sería necesario que transcurriese por lo menos un año para llegar a resultados realmente útiles, no se puede emplear. En una producción en serie se comprueba después de transcurrido algún tiempo si el bastidor sufre daños o no. En el caso de que haya reclamaciones en un modelo determinado es necesario en cada caso estudiar la clase y amplitud del

daño en todos sus detalles para encontrar de esta forma los puntos débiles y hacer la corrección correspondiente. Ocurre igual que cuando se desarrollan nuevos tipos de coches: sólo cuando se ha vendido la primera serie y llegan las comunicaciones de las reparaciones que hay que hacer de los talleres es posible descubrir los puntos débiles y mejorarlos. Por ello un conductor con experiencia jamás comprará un coche de la primera serie, porque este vehículo todavía no ha sufrido las «enfermedades de la infancia».

La observación y valoración exacta de todas las reclamaciones crean una experiencia que debe ponerse en juego siempre al diseñar nuevos modelos de sillas. Sin embargo, esto no es suficiente para garantizar una amplia seguridad, bien por la forma y construcción de modelos que se salen de lo corriente o bien porque en su empleo se ven sometidos a exigencias extremas, como en los muebles de colegio. Por esto en cada empresa se emplean diferentes métodos para encontrar los puntos débiles. Por ejemplo, se dejan caer las sillas desde una altura de varios metros, se les trata con martillos pesados y se utilizan otros métodos brutales, que en realidad no tienen que ver nada con la tensión a que se verán sometidos los muebles en la práctica. Además, estos métodos resultan muy caros, porque es necesario por lo menos la destrucción de 10 sillas para llegar a tener una impresión de conjunto, que, desgraciadamente, en la mayoría de los casos es inexacta.

Según mi opinión, una posibilidad interesante para determinar los puntos débiles de las uniones de madera es hacer uniones aisladas y examinarlas en las condiciones más variadas con la máquina de prueba. Es importante en estos casos hacer que la dirección de la tensión que se va a producir en una silla sea aproximadamente parecida a la que se aplica en el ensayo. Estos ensayos deben efectuarse con una cantidad mínima de 10 ejemplares para obtener valores comparables, siendo necesaria al realizarlos e interpretarlos mucha experiencia práctica, porque es fácil sacar conclusiones equivocadas.

Yo realizo mis exámenes en colaboración con diferentes fábricas de sillas utilizando frecuentemente este método,

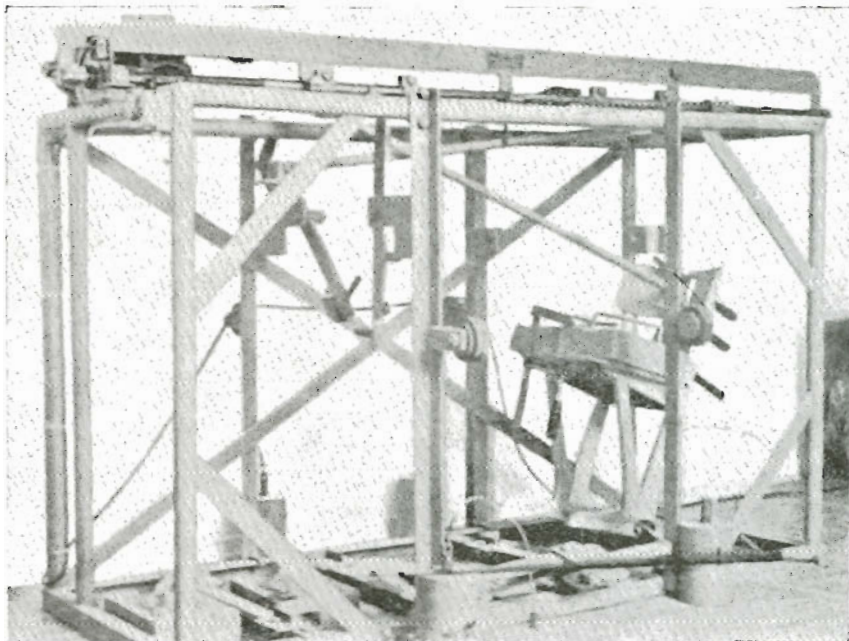


Fig. 14

Máquina de vaivén para examinar la estabilidad de las sillas. Cada minuto la silla es sometida a veinte tensiones mecánicas de vaivén. El ensayo con la silla que es examinada se suspendió después de 100.520 movimientos de vaivén, sin que hubieran aparecido daños dignos de mención.

y debo reconocer que he adquirido bastantes conocimientos y a menudo he descubierto errores tanto en la construcción como en la forma de aplicación.

Hay una máquina que presta buenos servicios al examinar las sillas. Se cargan los asientos con pesos que corresponden al de una persona adulta; el objeto de prueba, la silla, se mantiene constantemente en movimiento columpiándolo, de forma que partiendo del respaldo se produce una carga considerable unas veces delante y otras detrás. Además, es posible ejercer una presión partiendo de los lados, consiguiendo tensiones bastante parecidas a las que el mueble se vería sometido en la práctica. Según las experiencias adquiridas hasta ahora, una silla que en esta máquina ha estado sometida de 50.000 a 60.000 movimientos de vaivén, que se registran en un contador, puede considerarse absolutamente estable y duradera para el empleo en la práctica.

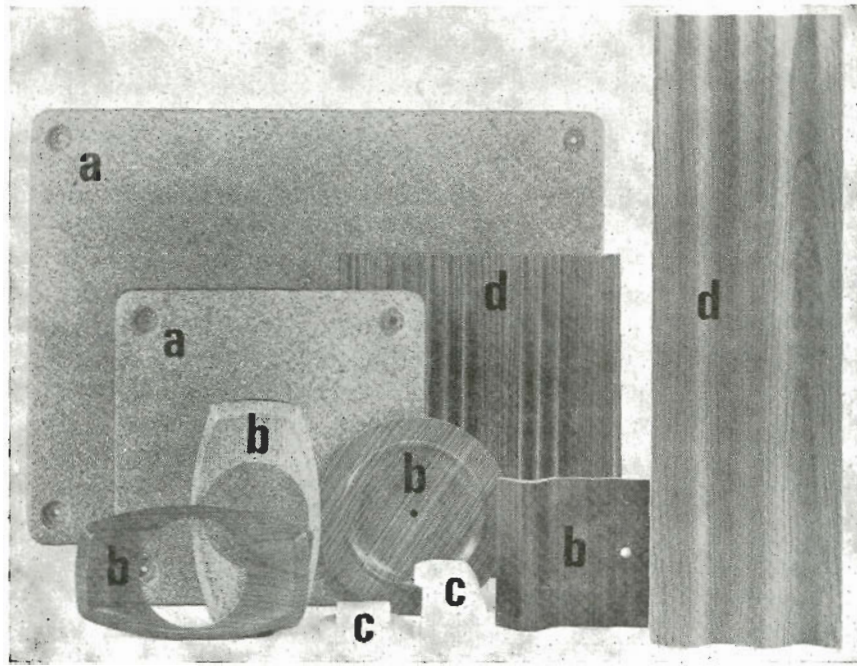
Al examinar una silla de colegio se suspendió el ensayo después de 110.520 movimientos de vaivén: la silla permanecía intacta en todas sus uniones, apreciándose solamente en una unión de mechones entre pilar trasero y asiento durante el ensayo y después del mismo un pequeño movimiento que demostraba

que uno de los tres mechones se había soltado. Los otros dos, cuyo encolado no había sufrido daños, seguían uniéndose de tal forma, que no se podía hablar de una disminución en la estabilidad de toda la silla. Un examen hecho a continuación pareció demostrar que el mechón se había soltado por aplicación incorrecta de la cola y que seguramente desde el principio del ensayo no había existido una unión suficiente (véase figura 12).

A continuación del «test» del vaivén se trató en primer lugar de soltar el pilar trasero del asiento mediante fuertes golpes de martillo sin conseguirlo; sólo después de dar fuertemente en el suelo con los extremos del pilar trasero se consiguió la destrucción de la unión triangular del asiento con dicho pilar; después se separó la unión de mechones entre asiento y respaldo. No se salieron los mechones, sino que se rompieron. También se observó que la madera se había roto en otras muchas partes después de este tratamiento.

Este «test» sirve para facilitar información sobre la duración de las sillas. A pesar de ello los resultados de un examen como éste no deben ser enjuiciados a la ligera, porque cada uno de estos «tests» sólo puede abarcar una

Basándome en los ensayos sobre la técnica de aplicación, las experiencias obtenidas en la práctica y en razonamientos teóricos, he tratado de aclarar y demostrar algunas de las relaciones de causa-efecto y exponer las exigencias necesarias de tener en cuenta en las uniones de madera. De esta forma la seguridad y resistencia de los bastidores, siempre que se tengan en cuenta las condiciones consideradas como imprescindibles, puede aumentarse considerablemente. Al realizar la construcción y fijar los detalles de una silla siempre es posible que se cometan errores o pequeñas faltas, que en muchos casos no pueden ser superados, aun cuando se efectúe la construcción de los bastidores en las condiciones óptimas. Además, se deberá tener en cuenta la forma, clase y dimensiones de los elementos que se van a unir, el acoplamiento, que a su vez depende de diferentes factores, así como la exactitud del trabajo realizado con máquinas. Al hacer el encolado deben crearse las condiciones previas más óptimas, de las que ya hemos hablado anteriormente. Por consiguiente, la seguridad de la unión de maderas de bastidores, que serán sometidas a grandes exigencias en lo que se refiere a su resistencia, y las tensiones que tendrá que soportar en la práctica, no depende sólo de la calidad de la cola y de que ésta reúna las condiciones precisas. Como base debe considerarse que es más fácil conseguir buenos resultados empleando una cola de calidad media e incluso regular si se trabaja en las condiciones óptimas y teniendo en cuenta los requisitos considerados como indispensables para hacer un buen encolaje, que si se utilizan colas de primera calidad y se cometen errores graves en la forma de aplicación. Las ventajas de una cola de alta calidad (que en todos los casos debería ser empleada) consiste en las reservas de resistencia que tiene, con la cual es posible superar pequeños errores, que desgraciadamente no siempre pueden evitarse en los encolajes de madera. Sólo se tendrá que contar con reclamaciones en aquellos casos en los que la clase, la importancia o la acumulación de errores sobrepase los límites de seguridad. En estos casos las reclamaciones no tendrán nada que ver con la calidad de la cola.



Proceso para la Obtención de Productos Moldeados de Madera

La casa Evans Bellhouse Ltd., de Inglaterra, ha patentado un nuevo sistema para la fabricación de productos moldeados de partículas de madera.

El coste de la instalación se calcula en lo siguiente:

	Libras
Molino, Encoladora y Dosificador	10.000
6 prensas	30.000
Instalación e imprevistos	10.000
Total	50.000

Se necesitan 5 toneladas diarias de astillas de madera para alimentar

la instalación citada. Su producción anual, trabajando en dos turnos durante cinco días a la semana, se calcula en 30.000 libras por prensa, es decir, de 150.000 a 200.000 libras anuales, con una instalación de seis prensas.

La foto representa diversos objetos fabricados según este proceso:

- a.—Tableros para montaje de contadores eléctricos, etc.
- b.—Frentes o cajas de reloj recubiertos con papel decorativo de melamina.
- c.—Rellenos para tacones.
- d.—Paneles decorativos.

de las tensiones que aparecen en el uso diario. Únicamente la suma de los resultados obtenidos poniendo en práctica diferentes tipos de «tests», después de una valoración lógica de los hechos observados, puede conducirnos a resultados aprovechables. Si los resultados obtenidos en estos «test» son interpretados

erróneamente conducen, desgraciadamente y con frecuencia, a daños considerables, que en la mayoría de los casos podrían evitarse. Para saber interpretar acertadamente los resultados obtenidos en estos «tests» es necesario poseer amplios conocimientos y experiencia, razonar con lógica y poseer un gran sentido de la responsabilidad.