

# Resinas sintéticas urea-formol

Por G. GARCIA GONZALEZ,  
Teniente Coronel asimilado de Meteorología.

Uno de los adelantos más importantes logrados con la última guerra ha sido la enorme supremacía industrial obtenida por la floreciente industria de las materias plásticas. Al presentarse la imperiosa necesidad de buscar sustitutivos a los metales, escasos entonces, y los progresos de la técnica, con los perfeccionamientos de los inventos antiguos y la aparición de otros nuevos, aplicados entonces a la guerra y hoy a la paz, las industrias plásticas tomaron una importancia tan grande, que hoy no es posible concebir un país industrialmente organizado sin que tenga una industria plástica montada, aunque sea modestamente.

La limitada extensión que debemos dar a nuestro trabajo nos impide hacer un estudio algo completo de la mayor parte de las materias plásticas que sería posible fabricar en nuestro país; por ello dedicaremos nuestros modestos esfuerzos a describir ligeramente la resina urea-formaldehído, creyendo que es la industria más fácilmente nacionalizable y una de las más necesarias como auxiliares de la industria aeronáutica.

Es tan universal la aplicación de las materias plásticas a la aeronáutica, que actualmente no es posible concebir una industria aeronáutica autárquica sin que paralelamente haya una autárquica producción de materias plásticas.

Las resinas sintéticas más conocidas y de mayor volumen de aplicación son las resinas fenólicas. En España hay algunas fábricas dedicadas a su producción; pero su ampliación, en el grado necesario, tropieza con el serio inconveniente de la obtención de fe-

noles y cresoles en cantidad suficiente. Los fenoles son derivados del alquitrán, y nuestro país no puede disponer de ellos en cantidades ilimitadas por la limitada cantidad de alquitrán, que a su vez se deriva, como sabemos, del carbón de hulla; debiéndose tener en cuenta, para darse una idea de lo que representa el consumo de fenoles en la industria de las resinas sintéticas, que en países de tanta abundancia en toda clase de materias primas, como Estados Unidos, el 55 por 100 del fenol lo consume la industria de resinas.

Las resinas de urea-formol son, como hemos dicho más arriba, una industria perfectamente nacionalizable, cuyas primeras materias son completamente asequibles en cantidades indefinidas, y que por sus propiedades, no es que compitan con las fenólicas, sino que son otra cosa con aplicaciones específicas, determinadas y distintas, pudiendo unas veces sustituirlas y en muchas ocasiones aplicarse donde aquéllas no es posible.

*Las resinas de urea en su aplicación a la aeronáutica.*—Es inmenso el campo de aplicación de las resinas de urea en la industria aeronáutica: desde la construcción de piezas moldeadas de los más diversos tamaños (escudos, manetas, cajas de instrumentos, tableros de instrumentos e interiores, tiradores, pantallas de luz, cercos de ventanas, etc.) hasta grandes piezas hechas con laminados moldeados a baja presión y temperatura (sillas para el piloto, pavimentos de avión, extremos de ala, conos de cola, secciones de ala y fuselaje, tapas registro, embudos, cajas de terminales, equipos de fotografía, puer-

tas, conductos de aire, tanques de gas y tantos accesorios más), llegando a construirse aviones completos, de los que es una muestra el planeador "Hamílcar", usado con gran éxito durante la guerra, y que tiene las siguientes características: envergadura, 36 metros; espacio para la carga,  $0,50 \times 2,70 \times 2,50$  de alto, y capacidad de carga de unas ocho toneladas; también están, como ejemplo de todos conocido, los aviones "Mosquito", hechos casi totalmente de resina sintética.

En los motores, con su creciente potencia y más preciso funcionamiento en condiciones de trabajo cada vez más duras, al alcanzar los aparatos mayor techo, han tenido también las nuevas materias una importante aplicación: las resinas de melamina, un derivado, o mejor dicho, un trímico de la urea, por sus excepcionales propiedades de alta rigidez dieléctrica y extraordinaria resistencia a la formación de arco, aun en atmósfera enrañada, se emplean, sustituyendo con ventaja a la goma dura, en los órganos de distribución de chispa (distribuidor, caja de condensador, caja de bobina, etc.).

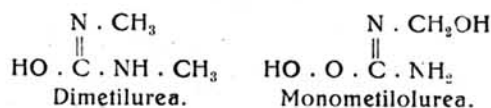
También se emplean las resinas de urea como pegamentos, cuya fuerza de adherencia es superior a cualquier otro, tanto para pegar maderas como metales u otras sustancias cualesquiera, haciendo en muchos casos innecesario el uso de tornillos.

En la industria de barnices para aviación son también importantes, por dar dureza, brillo y elasticidad a los barnices alquídicos, que, mezclados con ellas, mejoran sus propiedades en términos extraordinarios.

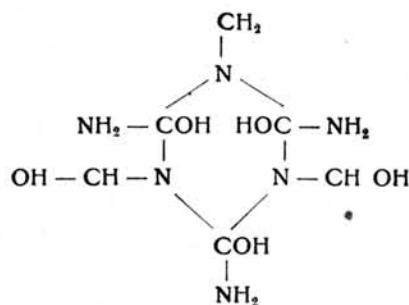
Finalmente, para no alargar demasiado esta relación, mencionaremos los modernos tratamientos de las maderas con compuestos de urea, que transforman este material, tan sensible a toda clase de acciones exteriores, en inalterable por la humedad, altamente resistente y de una dureza superior a la de las maderas naturales más duras.

*Estructura química de las resinas urea-formol.* Como sabemos, las resinas de urea son el resultado de las reacciones de condensación de la urea y el formaldehído. Los primeros productos de esta reacción, todavía sin carácter resinoso, son la mono y la dimetilolurea, que, por sucesivas condensaciones, llegan a perder el estado cristalino para tomar el resinoso, constituyendo las moléculas de resina con las propieda-

des de insolubilidad e infusibilidad que las caracterizan. Numerosos investigadores han trabajado para determinar la verdadera estructura de la molécula del compuesto resinoso. Al principio se supuso que la urea reaccionaba en forma simétrica normal  $H_2N - CO - NH_2$ , quedando inafectado el grupo  $-CO-$ , como tal grupo carbonilo, en los condensados. Pero los trabajos realizados por W. Feast, entre otros, permiten, teniendo en cuenta una estructura asimétrica, establecer que en la mono y la dimetilolurea los átomos están agrupados en la siguiente forma:

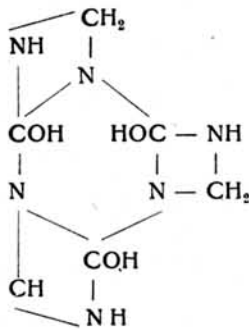


Las moléculas complejas se forman en primer término por condensación intermolecular de tres moléculas de monometilolurea, formando un anillo de fórmula

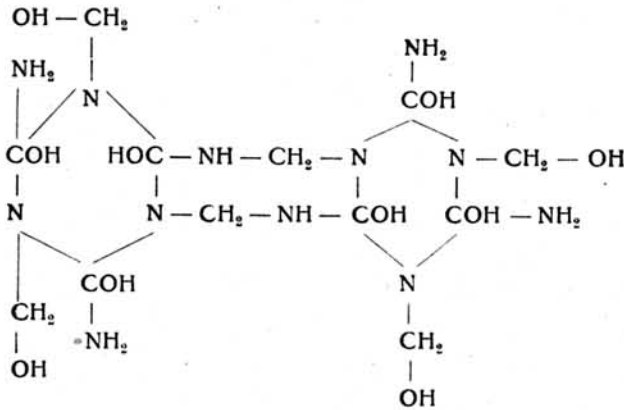


Se ve que la molécula de monometilolurea abre el enlace doble, uniéndose el N y el C libres a un C y N de otra molécula simétrica, formándose la monometilolurea trímica descrita por Scheibler y obtenida por Lüdy añadiendo trazas de HCL a una solución de monometilolurea, resultando un compuesto de peso molecular 270.

A su vez, esta monometilolurea trímica puede condensarse intramolecularmente, dando productos que contienen una, dos o tres unidades de monometileneurea; o bien puede condensarse intermolecularmente, en cuyo caso dos trímeros estarán unidos por una unidad de dimetileneurea. A continuación presentamos un condensado intramolecular con tres unidades de monometileneurea y un condensado intermolecular con dos trímeros unidos por una unidad de dimetileneurea. (Véase más adelante.)



Condensación intramolecular.

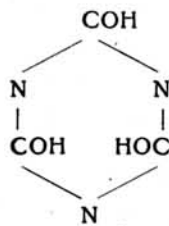


Condensación intermolecular.

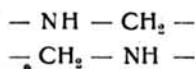
Obsérvese la pérdida de una molécula de agua en cada condensación intra o intermolecular.

En la condensación intermolecular, representada en la figura, se han dejado sin condensar los grupos periféricos, que pueden a su vez condensar, ya intermolecularmente, formando moléculas más complejas, o intramolecularmente, "cerrando" la molécula. Parece que los grupos metilol tienen un efecto solubilizante, y cuando no hay metiloles libres sobreviene la precipitación.

Teniendo en cuenta las estructuras presentadas en las figuras, y considerándolas como modelos, podemos suponer la estructura general de un condensado como compuesta por núcleos de la forma



unidos por puentes primarios



y terminados por periferias primarias, formándose una gran molécula, siempre que tenga lugar la condensación intermolecular. Para facilitar el estudio de esta formación, representemos, siguiendo la notación de W. Feast, los núcleos

con pequeños círculos, los puentes como líneas sencillas, conectando los círculos, y las periferias (metilol) como cortas líneas radiales. Así, el trímero o núcleo rodeado por tres periferias se representará por el 1 de la figura 1.<sup>a</sup>

El dítrmero representado anteriormente será el núm. 2 de la misma figura.

Dos dítrmeros unidos por un puente para formar un tetratrímero constituirán la formación del núm. 3.

Y dos tetratrímeros se unen por dos puentes para formar una molécula doble, que representamos en el 4 de la figura 1.<sup>a</sup>, y en esta forma va, cada vez, duplicándose la molécula.

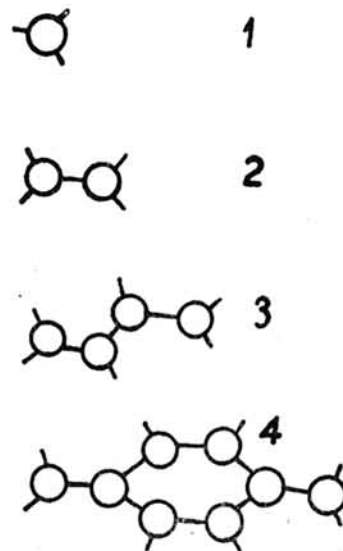


Figura 1.<sup>a</sup>



*Propiedades de las resinas de urea.*—Son claras como el agua o de aspecto opalino; admiten todos los colores, incluso los más delicados, sin que la luz los altere; con carga de celulosa son traslucientes y de aspecto análogo a la clara de huevo.

Son incoloras, inodoras y muy suaves al tacto. Es propiedad sobresaliente tener una superficie muy dura. Son resistentes a los disolventes generales. Resisten bien la humedad, aunque en contacto prolongado o continuo con ella experimentan un ligero hinchamiento.

CUADRO DE PROPIEDADES

Peso específico .....	1,48-1,50.
Resistencia a extensión...	550 a 900 kg/cm <sup>2</sup> .
"    a compresión.	1.750 a 2.500 "
"    a flexión .....	700 a 1.325 "
Módulo de elasticidad .....	55-105 × 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup> .
Dureza Rockwell .....	M 110-M 130.
Resistencia al calor en exposición continua .....	75° C.
Resistencia al calor en exposición intermitente ...	120° C.
Constante dieléctrica (60 períodos) .....	7-8,65.
Resistencia dieléctrica (60 períodos) .....	300-385 voltios por milímetro.

FACTOR DE PODER

60 períodos .....	0,39-0,10.
10 <sup>3</sup> " .....	0,035-0,055.
10 " .....	0,027-0,039.

ACCIONES QUIMICAS

- Acidos diluidos ..... Buena resistencia.
- "    concentrados ..... Ataque superficial.
- Alcalis diluidos ..... Nada.
- Alcalis concentrados la descomponen.
- Resiste a grasas y aceites.

Fabricación industrial de las resinas ureicas.

*Materias primas necesarias.*—La obligada limitación de espacio no nos permite hablar sino de aquellas primeras materias que ac-

tualmente no se fabrican en España. Por ello, prescindimos de hablar de la fabricación del formaldehído y estudiaremos solamente la urèa.

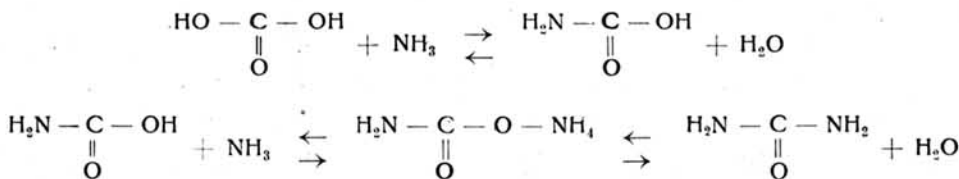
*Fabricación sintética de la urea.*—Para fabricar sintéticamente urea se ha de disponer de abundantes cantidades de amoniaco y de CO<sub>2</sub>. El primero se obtiene de la síntesis del N, del aire y del H producido, sea por electrólisis del agua, o bien del gas de agua obtenido, quemando carbones muy pobres. El CO<sub>2</sub> se consigue fácil y económicamente quemando calizas, tan abundantes en nuestro país.

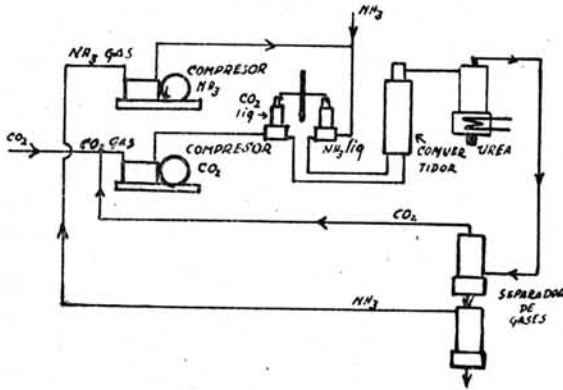
*Química del sistema urea.*—La reacción entre el CO<sub>2</sub> y el amoniaco fué estudiada por Emich, quien consideró el equilibrio que insertamos al final de esta página.

En el sistema amoniaco-anhídrido carbónico-agua, la urea se forma a 120-135° C.

Sobre la fabricación de la urea existen numerosas patentes, y se han ideado numerosos procedimientos, aunque todos van a parar al tratamiento de una mezcla de amoniaco y anhídrido carbónico, que en proporciones moleculares de 2/1, más un 10-15 por 100 de exceso de amoniaco, a presión de 150-175 atmósferas y temperatura de 150-175° C. durante 60-90 minutos, se consiguen rendimientos en urea del 40 al 60 por 100, quedando el resto de los productos reaccionantes inalterados y en condiciones de ser nuevamente comprimidos para entrar en el ciclo de fabricación.

También existe el método de Hetherington y Krase, que parte directamente de las mezclas gaseosas de N, H y CO<sub>2</sub>, combinándose los dos últimos bajo la forma de amoniaco para reaccionar en un autoclave forrado de plomo, para evitar el ataque del carbonato amónico al hierro del autoclave, sacándose, pasado el tiempo de reacción, los productos; unos gaseosos (amoniaco y CO<sub>2</sub> inalterados), que se separan, comprimen y meten nuevamente en el ciclo de fabricación, y la





FABRICACIÓN DE LA UREA.

Figura 2.º

urea disuelta, que se concentra al vacío, espurreando después esta solución en una cámara caliente, con lo que el producto queda en una forma pulverulenta.

Copiamos de "The Chemistry of Synthetic Resins", de Ellis, el dibujo esquemático de la fabricación, que da una idea bastante clara de la marcha de ella.

**Fabricación de las resinas urea-formol.** — Es una operación delicada por el constante control que es preciso tener sobre las diferentes operaciones y el cuidado con que hay que observar todas las precauciones necesarias para conseguir que las reacciones se verifiquen en las condiciones precisas de temperatura y que se mantenga el pH necesario en cada parte de la operación, lo que requiere numerosos análisis llevados a cabo con la marcha de la operación.

La fabricación se lleva a cabo en una caldera cerrada, de acero inoxidable o perfectamente cromada, que lleva doble fondo para enfriar o calentar a voluntad; también tiene serpentín para calentar a reflujo o destilar al vacío.

Puestos los ingredientes, disueltos en agua, a reaccionar, se echa el catalizador y se calienta a reflujo, agitando, regulando el pH de vez en vez. Cuando el jarabe está formado y se comprueba la ausencia de formol, se comienza la destilación a presión reducida, procurando que la temperatura no pase de 40-45° C. Cuando la cantidad de materia sólida existente en el jarabe es de un 80 a 90 por 100, se interrumpe la operación y se saca el líquido viscoso, llevándolo a un mezclador, donde se mezcla con la carga y

la necesaria cantidad de colorantes y lubricantes, y se mezcla a temperatura de unos 40° C. durante el tiempo necesario para hacer una masa perfectamente homogénea, que se lleva a unos rodillos calentados, donde se termina de homogeneizar y dar finura. Completamente seca la pasta, se pulveriza en un molino de bolas y se le añaden, en frío, los aceleradores y los endurecedores, quedando el polvo en condiciones para el moldeo.

Cuando se trata de hacer resinas que no se han de usar en forma de polvo de moldeo, sino para otros usos, hay que variar las cantidades de los cuerpos reaccionantes; cambiando los tipos de catalizador según el posterior empleo que han de tener los productos terminados.

La carga empleada más generalmente es la celulosa, aunque varían las cargas según el servicio que haya de prestar la resina; pero la carga que más mejora las propiedades físicas de la resina es la celulosa  $\alpha$ .

Cuando la resina se ha de emplear para laminados, conviene dejarle una mayor cantidad de agua y algunas veces añadirle algún disolvente que, haciéndola menos viscosa, la dé mayor poder penetrante.

CARGAS MAS USUALMENTE EMPLEADAS EN LAS RESINAS U-F

- Celulosa.*—Empleada en muy fino molido para moldeados traslucientes.
- Harina de madera.*—Se usa para materiales baratos por ser de bajo precio.
- Algodón en pelusa.*—Da productos de buena resistencia, pero regular presentación.
- Harina de corcho.*—Para materiales poco densos.
- Amianto o mica.*—Se emplea para mejorar aún más las propiedades aislantes del producto y su resistencia al calor y al fuego.
- Barita.*—Para aumentar el peso.
- Grafito.*—Actúa como lubricante.
- Fibra de cristal.*—Para dar mucha resistencia y como carga invisible.
- Papel y cartón.*—Para laminados.

También se emplean chapas de madera para constituir los contrachapados, de que hablaremos más adelante.

Cuando la resina se emplea como pegamento, se carga con materias feculentas en pequeña cantidad, y a veces, con gelatina.

*Nuevas técnicas para la aplicación de las resinas.*—Sólo diremos algunas palabras acerca de los corrientes moldeados en la prensa hidráulica. Se trata de un proceso de todos conocido. El moldeado con prensa hidráulica necesita un utillaje costoso, tanto en moldes como en prensas, teniendo en cuenta que se precisa usar presiones del orden de los 200 kgs. por cm<sup>2</sup>. Los moldes han de ser de acero inoxidable o cromado, y tan pulidos como se desee que quede el objeto terminado. Se emplean moldes sencillos o múltiples según el tamaño del objeto a moldear, la capacidad de la prensa y el número de piezas que se deseen obtener. Los moldes que se emplean son de varios tipos, dependiendo éstos de la forma de las piezas moldeadas. Para piezas relativamente planas, como botones, etc., se emplea el molde positivo, que consiste en una cavidad de la forma de la pieza a moldear, en la que entra un macho que constituye el trasdós de la pieza, que baja perfectamente ajustado a la hembra hasta conseguir la presión requerida. El molde plano tiene en su parte inferior el hueco de la pieza, y sobre él cae la parte superior completamente plana, que limita su acción al contacto entre macho y hembra; en éstos moldes la presión se consigue gracias a un pequeño exceso de material moldeable que se pone en la hembra, cuyo material rebosa en forma de rebaba.

En estos moldes las piezas deben estar preformadas y entran en el molde para obtener la dureza definitiva. El molde semi-positivo, el más generalmente usado, es una combinación de los dos tipos anteriores, y es el que generalmente se emplea para las piezas más complicadas.

Los moldes se calientan en la prensa a la temperatura de curado de las piezas por medio del vapor de agua o la electricidad; llevan un termómetro indicador de la temperatura de curado, generalmente asociado a un termostato que corta el calor cuando la temperatura ha llegado al límite deseado.

Las prensas hidráulicas son del tipo de gran recorrido y rápida carrera; para conseguir ésta suelen llevar un acumulador de presión, merced al cual se consiguen en ella dos velocidades: una lenta, utilizando el agua a presión ordinaria, y otra rápida, con ayuda de la alta presión que suministra el

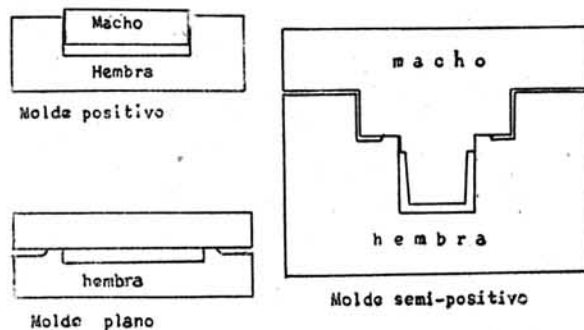


Figura 3.º

acumulador. Para pequeños trabajos se emplean prensas mecánicas, manejadas a mano.

La temperatura de moldeo (de curado) es de 125 a 160° C., y el tiempo varía entre unos veinte segundos y algunos minutos en las piezas de gran espesor.

*Fabricación de contrachapados.*—Los contrachapados de madera pegada con resina de urea son de condiciones excepcionalmente buenas para usos relacionados con la construcción aeronáutica.

El contrachapado es un conjunto de delgadas hojas de madera pegadas con las fibras cruzadas para dar igual resistencia en todos sentidos.

El contrachapado es del mayor interés en la industria aeronáutica por tener máxima resistencia con el mínimo peso; pero esto a condición de que el pegamento empleado ofrezca las necesarias cualidades de resistencia mecánica, impermeabilidad, inatacabilidad por diversos elementos, seguridad, permanencia en el pegado, etc.

Todas estas cualidades las presentan los pegamentos urea-formol, ofreciendo además la ventaja de ser posible confeccionar piezas de las formas más diversas.

El contrachapado con forma tiene las mayores posibilidades en el campo aeronáutico, no sólo por su gran resistencia para menor peso, sino por su suave superficie.

Al empezar a hacer uso del contrachapado, los primeros constructores de aeronaves observaron las ventajas que tiene sobre el metal con remaches con su reducida resistencia al viento y más fáciles posibilidades de aplicación.

En los aparatos elementales ha continuado usándose madera para hacer, mediante

contrachapados moldeados sobre nervios de madera, algunos pequeños planos y deslizadores. En ellos se usó resina de urea para el pegado de la cubierta exterior, que ya hoy ha sustituido casi completamente a la caseína para el conjuntado de las vigas y costillas de estos aparatos.

Se ha demostrado con pruebas que la velocidad por caballo conseguida en planos contruidos con resina, es mayor en estos tipos de estructura que la conseguida con los más modernos aviones metálicos. Las propiedades de trabajo de la madera y los límites de las curvas alrededor de las que puede ser moldeada la hacen un material natural, propio para estructuras aerodinámicas. Esto permite el uso del principio de construcción de fuerza superficial; es decir, la principal carga de las alas y del fuselaje del avión está soportada por la superficie de contrachapado moldeado y no por complicados costillaje y vigerías.

El aeroplano "plástico", tan divulgado, no es más que una forma de contrachapado pegado con adhesivo plástico.

Pruebas diarias de velocidad y resistencia demuestran que no sólo tienen estos tipos de aeronave mayor velocidad por HP., sino que presentan muchas más posibilidades para la producción en masa que los más modernos tipos de metal.

A causa de la dificultad de colocación de las chapas en los moldes curvos es necesario un largo período de adaptación, y por ello es esencial la presión y el calor. Las resinas de urea fabricadas para este objeto están hechas para permitir un lapso de una semana entre la impregnación y el prensado.

Para la construcción de contrachapados moldeados se emplean dos métodos fundamentales: el sistema Vidal y el Duramold.

El sistema Vidal consiste en ir colocando las hojas que constituyen el tablero, convenientemente embadurnadas de pegamento, en un molde macho. El conjunto se mete dentro de un saco de goma herméticamente cerrado (ocasionalmente se suele hacer el vacío en el interior), y a su vez todo esto se introduce en un autoclave, al que se da presión y calor mediante agua caliente o vapor, hasta el total endurecimiento del moldeado.

En el proceso Duramold, el chapado es encerrado en un molde hembra y prensado con un saco de goma inflado con vapor.

Las presiones empleadas son del orden de 2 a 7 kilogramos por cm<sup>2</sup>.

*Laminados a baja presión.*—Es una técnica análoga a la empleada para el contrachapado; su diferencia fundamental reside en que en vez de emplearse la madera se utiliza el papel de alta resistencia. Con él se consigue una mayor uniformidad en la resistencia mecánica del moldeado y mayor manejabilidad para el trabajo. Esta técnica empezó a emplearse al final de la primera gran guerra; posteriormente fué abandonada, y en la segunda guerra mundial ha salido otra vez a luz este proceso. La escasez de primeras materias y la necesidad de descubrir nuevos sustitutos para las partes metálicas existentes, crearon una considerable demanda para los laminados moldeados a baja presión. Están fabricados a base de papel impregnado de resina en estado líquido, que constituye un barniz que se da mediante el paso de las bandas de papel por unos rodillos; estas bandas se secan con aire caliente y después se cortan y reúnen en número adecuado, según el grueso que haya de tener el laminado; se laminan juntas en unos rodillos a temperatura conveniente, y finalmente se prensan el tiempo suficiente para que formen un cuerpo, pero sin que llegue a polimerizarse la resina.

Estos laminados están reemplazando a los de madera, porque, como ya hemos dicho más arriba, presentan mayor resistencia y conformabilidad, además de tener características de resistencia más uniformes.

El moldeado a baja presión es el resultado de varios años de investigaciones para producir resinas modificadas capaces de polimerizarse a baja presión y temperatura, con el consiguiente ahorro de tiempo. El tiempo empleado en estos moldeados puede ser de pocos segundos a muchos minutos. La presión aplicada puede variar desde el simple contacto hasta la alta presión de prensas hidráulicas. La temperatura de moldeado varía entre 30 y 250° C.

Entre otros factores que hacen práctico el sistema de moldeado a baja presión están lo limitado del capital empleado en instalación, equipos de moldes, el escaso tiempo



empleado en la producción y la posibilidad de trabajar en pequeñas series, ya que los gastos de fabricación de moldes y la índole del trabajo son de poco costo. En la fabricación se suele emplear el método del saco de goma con algunas variantes, dependientes de la clase de objetos fabricados.

*Colas de urea para pegamentos.*—Con las colas de urea se pueden realizar toda clase de pegados de absoluta resistencia y seguridad. Calculando convenientemente las superficies de las partes pegadas, se puede llegar incluso a prescindir de tornillos en muchos casos en que era preciso su empleo,

Estas colas se suministran en varias formas. En polvo se usan disolviendo la cantidad necesaria para dos o tres horas, embadurnando las superficies a pegar y prensándolas. En las colas en frío el fraguado se adquiere a las cuatro o cinco horas de hecho el encolado a la temperatura normal; si ésta se eleva, el tiempo de fraguado se reduce. La cola adquiere su resistencia definitiva a los dos días aproximadamente de hecho el pegado. Cuando se usan colas en caliente es necesario un prensado acompañado de calor (unos 22 kgs/cm<sup>2</sup> y 105° C.) durante una media hora.

*Tratamiento químico de las maderas por la urea.*—Este interesantísimo proceso de mejoramiento de las maderas por tratamiento con la urea es debido a los trabajos de la poderosa Compañía E. I. du Pont de Nemours & Co.

La madera es un producto natural de gran abundancia, pero no siempre posible de emplear. Al lado de cualidades que la hacen única, como elemento de construcción tiene defectos que la hacen inaceptable para algunos usos. La humedad la deforma, los insectos la atacan, se abre a los cambios de clima, no es impermeable, sino, por el contrario, higrométrica; es atacada por los agentes químicos; los trabajos de terminación son costosos y pesados; para algunas cosas es floja; su resistencia en sentido transversal a la fibra es escasa. El secado para poderla usar es tan largo, que tarda años en estar en condiciones de empleo...

Todas estas dificultades las salvan los tratamientos químicos de la madera, por la urea. Tratada como a continuación diremos, pierde sus propiedades inconvenientes y

toma las de la resina de urea. Maderas absolutamente inaceptables para la ebanistería o para la construcción, toman la dureza de la caoba y la resistencia uniforme que se debe esperar de un material con todas sus fibras aglutinadas por un pegamento de gran fuerza.

El procedimiento consiste en impregnar las piezas de madera, hasta el corazón de sus fibras, con una solución acuosa de metilolurea y urea. La metilolurea reacciona en determinadas condiciones consigo misma, formando una resina insoluble e infusible. En presencia de los ácidos de la madera lo hace y altera las propiedades de las fibras, convirtiéndose en resina dentro de su estructura; es decir, que entonces las fibras de la madera constituyen un verdadero armazón de la resina, mejorando las propiedades de ella y al tiempo variando totalmente las de la madera.

*Proceso de fabricación.*—Es sencillo y poco costoso. En esencia se trata de un recipiente capaz de resistir presión, herméticamente cerrado. En su interior se hace el vacío después de haber metido las maderas a tratar; cuando los gases ocluidos en el interior de las maderas han salido, se hace entrar una solución templada de metilolurea y urea, dando entonces un poco de presión para forzar al líquido a penetrar en los poros de la madera; la mayor o menor profundidad de penetración depende generalmente del número de horas que esté la solución en contacto con el material. Se descarga el recipiente en el momento oportuno, y se somete la madera a un secado por medio de aire caliente. Terminado este secado está acabado el primer tratamiento, y la madera en condiciones generales de uso. El segundo tratamiento puede consistir en someter las piezas fabricadas a la acción del calor y la presión, modo de reducir algo el volumen de la pieza. En estas condiciones, la resistencia de los objetos terminados es extraordinaria.

Podríamos seguir hablando de los nuevos procesos, pero creemos suficiente lo dicho para llevar al ánimo del lector, si ha tenido paciencia para llegar hasta aquí, la idea clara de la absoluta necesidad de la implantación de una industria de plásticos artificiales en España.