

## C A P I T U L O I.

### TEORIA DEL ENCOLADO.

#### CONDICIONES GENERALES.

Los problemas del encolado, que numerosos investigadores -- vienen estudiando científicamente desde hace unos 20 años, han -- puesto de manifiesto la gran diversidad de fuerzas que pueden -- intervenir en este fenómeno y de las que no podemos hacer aquí -- un estudio completo. No obstante y dentro de un plan elemental, es necesario dar algunas ideas fundamentales.

La materia está constituida por un conjunto de moléculas -- formadas de átomos solidamente entrelazados entre si por las -- fuerzas características de los fenómenos químicos, que se han -- llamado "fuerzas o valencias primarias". Por otra parte, las -- moléculas se unen unas a otras por fuerzas relativamente menos -- conocidas que caracterizan las propiedades físicas y mecánicas -- y que se han llamado "fuerzas o valencias secundarias".

Puede admitirse que se trata de fuerzas de naturaleza eléc -- trica, y así, ciertas moléculas asimétricas, podrían represen -- tarse de una forma bastante intuitiva, por un imán permanente -- con una concentración eléctrica positiva en un extremo y otra -- negativa en el otro.

Por el contrario otras moléculas de estructura simétrica -- estarán simplemente sometidas a variaciones rápidas de densi -- dad de carga y presentarán una polaridad determinada.

Estas dos clases de fuerzas secundarias corresponden a dos -- categorías de cuerpos que son llamados respectivamente "pola -- res" y "no polares", pero conviene señalar, que en ambos casos las -- moléculas tienen una acción recíproca unas sobre otras. Esta -- teoría explica la cohesión, viscosidad, tensión superficial, -- cambios de estado, solubilidad, miscibilidad, etc, y permite -- por ejemplo comprender por que un sólido conserva una forma de -- terminada.

El problema del encolado que nos interesa, consiste de hecho en utilizar estas fuerzas para crear una cohesión entre dos cuerpos sólidos yuxtapuestos.

Cuando se trate de dos sólidos no porosos, tales como el vidrio, los metales, etc, es evidente que la resistencia de una junta será función de la sola fuerza de atracción que tendrán las moléculas de superficie del soporte sobre las del adhesivo. Por el contrario al tratarse de la madera, de estructura celular, puede considerarse que los cuerpos utilizados como cola, desprovistos de cohesión durante el lapso de tiempo en que se están aplicando, penetrarán en los poros de la madera; y solo allí cambiarán de características. Las fuerzas secundarias a parecerán entonces en la cola que será retenida por la madera de una manera mecánica, realizándose así la unión. Al mismo tiempo ciertas fuerzas secundarias establecerán una auténtica atracción entre las moléculas de la cola y las de la madera, manteniendo igualmente el contacto.

Tendremos, tratándose de la madera, dos modos de acción de las colas, que son, por una parte la adherencia mecánica, por otra la adherencia específica. Digamos sin embargo que esta distinción, cómoda para comprender mejor el proceso del encolado, no está muy marcada; y que en realidad, la adherencia mecánica es inseparable de la adherencia específica.

Conviene igualmente señalar, que practicamente, la capa de cola está interpuesta entre dos superficies de madera impregnada de la misma, las cuales pueden haber sufrido modificación en sus propiedades por esta "impregnación".

En la junta entre dos superficies de madera encoladas pueden distinguirse cinco zonas distintas:

- 1ª.-La madera normal de una de las caras unidas.
- 2ª.-La parte impregnada de cola esta misma cara.
- 3ª.-La capa de cola.
- 4ª.-La parte impregnada de cola de la otra cara.
- 5ª.-La madera normal de esta misma cara.

Cuando se somete a un esfuerzo suficiente, el encolado puede ceder en una de estas zonas; y sería un error considerar, que es defectuoso solo cuando la ruptura ocurre precisamente en la línea de cola (3ª). Se observa a veces la ruptura en las zonas 2ª y 4ª debido a una disminución de la resistencia de estas dos capas como consecuencia de una modificación de las propiedades mecánicas de la madera, difícil de analizar. Es preciso señalar sin embargo, que a veces, tiene lugar, por el con -



trario, un aumento de dichas zonas.

#### ADHERENCIA MECANICA.

Dada la estructura celular de la madera, la penetración de la cola en los vasos e irregularidades de su superficie porosa adquiere una importancia tal, que hace a menudo que la adherencia específica ocupe un lugar secundario. No hay que olvidar - sin embargo que la penetración está influida en gran parte por las propiedades características de la adherencia específica; - principalmente por las características de mojado de la cola que más tarde examinaremos.

Si admitimos esta penetración conviene para satisfacer las exigencias expuestas, que después de la penetración actúen las fuerzas o valencias secundarias. Así pues, nos tenemos que orientar hacia productos que tengan al principio poca cohesión y que, por su proceso físico o químico, la adquieran posteriormente. Los medios empleados corrientemente son los siguientes:

- 1º.- Empleo de soluciones que eliminan el solvente.
- 2º.- Utilización de sustancias en estado líquido que se solidifiquen por enfriamiento.
- 3º.- Reacción química retardada, que produce una nueva materia.

Estas tres categorías no están claramente diferenciadas. - Así existen colas que funcionan debido a la acción sumultánea de varios de estos procesos. Es de notar que los procesos que están relacionados con una propiedad física (evaporación, solidificación), son reversibles, mientras que los basados en transformaciones químicas no lo son.

#### ADHERENCIA ESPECIFICA.

Esta adherencia resulta únicamente de la atracción entre - las moléculas de colas y las del cuerpo a encolar. Numerosos factores pueden influir en el desarrollo de esta afinidad. En primer lugar evidentemente, la naturaleza misma de las moléculas - estudiadas. La madera está constituida principalmente de celulosa y lignina y tiene siempre un porcentaje mayor o menor de - humedad. Todos estos cuerpos tienen la misma polaridad; de ahí la facilidad con que la madera sorbe el agua. Es indispensable que la cola posea la polaridad correspondiente. Es necesario, - naturalmente, que la madera no tenga materias extrañas o alteraciones capaces de haber modificado las propiedades de sus moléculas superficiales. Estos accidentes de la superficie pueden deberse a la presencia de cuerpos extraños (suciedad, manchas de

grasa, pintura, barniz, etc.) o a una modificación física e incluso química de la lignocelulosa, quemaduras o pulido debido a útiles mal afilados, tensado superficial debida a la acción de un secado defectuoso, por ejemplo.

Es necesario además, que el contacto sea lo más íntimo posible y por tanto, que el propio solvente tenga una afinidad por la materia leñosa, de tal forma que lleve sus moléculas de cola hasta el soporte que ha de reemplazarla en la misma madera. El solvente deberá tener, pues, una polaridad conveniente para que el producto adhesivo pueda presentar, en relación con la madera buenas características de mojado. Las características de mojado depende de la tensión superficial de contacto. Es esta propiedad de la cola, la que le permitirá penetrar íntimamente y, estar en contacto con las fibras de la madera que se va a pegar; por ello hemos subrayado anteriormente, la importancia de las características de mojado en la adherencia mecánica, ya que gracias a el se llenarán más o menos las porosidades.

#### APLICACIONES.

Las sustancias que pueden emplearse como colas, son todas polímeros susceptibles de tener una finidad específica elevada por la celulosa.

Se las puede clasificar en productos naturales (colas fuertes, caseinas, etc) y (productos artificiales, éteres celulósicos, resinas artificiales).

En general estas sustancias, como la celulosa misma, presentan moléculas alargadas bajo la forma de cadenas provistas de grupos activos dispuestos lateralmente (OH, NH<sub>2</sub>, etc). Algunas se utilizan en solución, pero dada su estructura y las dimensiones de sus moléculas, serán soluciones coloidales que presentarán viscosidades relativamente elevadas y susceptibles de dar geles. En otros casos serán simplemente suspensiones o emulsiones. De una manera general el solvente o medio de dispersión es el agua. Los solventes orgánicos se utilizan igualmente, pero realmente es el agua el que tiene afinidad más marcada por la celulosa.

La eliminación del agua como vehículo de la cola, debe hacerla la propia madera después del encolado. Así se comprende la importancia que tiene el % de humedad de la madera en el momento del encolado.

El contacto de las superficies a encolar se lleva a cabo por presión. Esta influye en la penetración del adhesivo, que estaba ya condicionado por la viscosidad de la solución y por las características de mojado. Estas dos últimas propiedades



tendrán una gran importancia sobre la presión que se aplique . La penetración debe ser suficiente pero no total; ya que se corre el peligro que desaparezca la zona 3 de la línea de cola, - con lo que se suprimirá la eficacia de esta.

Puesto que la penetración termina en el momento que se produce el fraguado de la cola, la duración de esta será un punto importante. Hemos visto que este se produce como consecuencia de la evaporación del solvente o de una reacción química. Como ya hemos dicho la misma madera puede eliminar el solvente, en general agua. La velocidad de dicha evaporación será función de la clase de madera, la temperatura, la humedad y la presión. En el caso de fraguado debido a una polimerización (polimerización verdadera o condensación) la reacción es debida a la influencia de una sustancia extraña que funciona como catalizador bajo la influencia del calor. Todas estas acciones exteriores, principalmente la elevación de la temperatura, influyen sobre la madera por lo que tendremos todavía en ello un factor para la puesta a punto.

Por fin en el momento de la aparición de fuerzas secundarias que determinan el fraguado en la masa de la cola, conviene que estas no alcancen un valor superior a la adherencia específica de esta con la madera; ya que en este caso, podría producir la separación de la capa de cola sólida. Este fenómeno tanto más peligroso cuanto mayor sea su espesor, se remedia mediante una sustancia encargada de amortiguar las tensiones internas producidas. Por ello se tienen que estudiar fórmulas especiales por la dificultad que a veces presenta las juntas gruesas. Se puede concluir que las mejores juntas son las más delgadas.

#### CONCLUSIONES.

Lo expuesto anteriormente de forma suscinta, señala los factores más importantes que influyen en la eficacia de una cola. En la práctica existen factores que influyen en la elección de un producto. Estos son, por ejemplo, la vida de almacenaje, los tiempos de utilización, la resistencia a las diferentes causas de alteración, la acción ulterior sobre los útiles, el precio, etc.

El conjunto de todos estos factores debe ser examinado atentamente antes de elegir.

## C A P I T U L O II.

### CLASIFICACION DE LAS COLAS DE MADERA.

Los múltiples productos que se presentan como colas de ma dera, puede clasificarse de diversas maneras, ya sea según su origen (colas minerales, colas orgánicas, animales o vegetales, colas sintéticas, etc) bien por su comportamiento frente al calor (colas termoestables y colas termoplásticas) o bien según su utilización principal (colas para contrachapado, colas de ebanistería, etc).

Todas estas categorías son difíciles de delimitar, ya que la antigua diferenciación entre colas de fraguado en frío o en caliente es imprecisa. Los términos "en frío" o "en caliente" se aplican, no a la forma de preparación, sino a las condiciones de la temperatura de fraguado; por otra parte, no permiten una fijación con suficiente exactitud. Esta imprecisión se agrava puesto que existen en la actualidad productos cuyo fraguado se verifica a temperaturas intermedias de (50° a 70°C).

Por último, los mismos productos pueden ser utilizados en frío o en caliente conduciendo a resultados que presentan características parecidas.

Una clasificación interesante está basada en el método de fraguado, que como hemos visto, puede ser físico o químico.

Así se tiene el cuadro siguiente:

Fraguado por causas puramente físicas:

Silicato de sosa  
Almidón=dextrina  
Gelatina  
Caseína  
Albumina  
Esteres celulósicos  
" vinílicos

Fraguado por causas principalmente o totalmente químicas.

Urea=formol  
Fenol=formol  
Resorcinol=formol  
Melamina=formol.

Por último, se pueden separar más fácilmente las colas naturales de las colas artificiales, lo cual, en cierta medida, corresponderá a sus principales propiedades físicas, ya que las colas artificiales han sido creadas para obtener nuevas características. En nuestro estudio nos limitaremos a esta distinción; pero no es absoluta y, para su enumeración, es preferible reagruparlas según su parentesco químico. Cuadro siguiente:

#### CLASIFICACION QUIMICA DE LAS COLAS.

##### Colas minerales

Silicato de sodio

##### Colas de resinas sintéticas

###### termoestables.

fenol-formol  
resorcina-formol  
Urea-formol  
melamina-formol  
poliuretanos  
resinas epoxidos

##### Colas de resinas sintéticas

###### termoplásticas.

acetato de polivinilo  
poliamidas  
cloroacetato de vinilo.

##### Productos celulósicos y derivados del almidón.

acetato de celulosa  
nitrato de celulosa  
almidón  
dextrina

##### Colas de proteínas.

caseína  
soja

##### Colas de origen animal.

cola fuerte  
cola de pescado  
albumina de sangre

##### Colas a base de caucho natural o sintético.

latex  
caucho natural o regenerado.  
neoprenos  
copolímeros butadieno-acrilonitrilo.