

# NGHIÊN CỨU, TẠO KEO UREA-FORMALDEHYDE (UF) ĐẶC BIỆT DÙNG TRONG CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT VÁN LAMINATED VENEER LUMBER

Trần Văn Chú<sup>1</sup>

Study on manufacture of Urea - Formaldehyde resin specially used for technology of laminated  
veneer lumber (LVL)

Summary

*Utilization of fast growing trees used for laminated veneer lumber technology of Viet Nam has been carried out these 5 years. There are several problems on its processing, primarily the unstability of bonding quality, especially for heartwood veneer bonding. To some extent, the veneer bonding is considered as difficult bonding with the application on of Urea-Formaldehyde resin because delamination would often happen at some part of the panel.*

*Objective of the study is make of a kind of special Urea - Formaldehyde resin suitable to adhere of Laminated veneer Lumber which made of fast growing trees. Results of the study showed that:*

*- Special Urea- Formaldehyde resin are a good adhesive for LVL board.*

*- The properties of LVL made of special Urea- Formaldehyde resin are showed higher compared to properties of LVL made of WG -2888 Urea- Formaldehyde resin from Dyno Branch.*

*- The properties of LVL are up to CAN3 - 0437 - M85 and JAS S-11-15.2 standard. The Laminated veneer Lumber can be made of furniture and construction.*

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong một vài năm trở lại đây, ván LVL được sản xuất từ một số loại gỗ rừng trồng đã được nghiên cứu và bước đầu đã đưa vào sản xuất tại Việt Nam. Ván LVL có cấu trúc tương tự như ván dán, nhưng các lớp ván mỏng xếp song song nhau. Khi ép tạo ván có 3 giải pháp là: Ép từng bước, ép 1 lần và ép bằng tần số cao. Khi ép ván LVL bằng giải pháp dùng tần số cao thì keo dán không yêu cầu khắt khe về các chỉ tiêu chất lượng, nhưng giải pháp này rất tốn kém và ở Việt Nam chưa có máy ép kiểu này. Khi ép tạo ván LVL theo giải pháp ép 1 lần hoặc từng bước, keo dán cần có yêu cầu rất khắt khe về chất lượng. Keo dán cần có hàm lượng khô cao, độ nhớt cao, tính thấm thấu vào ván mỏng, khả năng đàn hồi tốt, tính đàn hồi cao,...

Mặt khác, do ván LVL rất dày và ván dán có chiều dày lớn, nên các loại keo UF dùng cho ván dán hiện có mặt trên thị trường Việt Nam khó tạo ra ván LVL chất lượng cao (đặc biệt với các loại gỗ có thể bít, có nhiều dầu, nhựa hoặc các chất có hại cho dán dính).

Vì vậy, việc nghiên cứu tạo ra một loại keo UF có các chỉ tiêu chất lượng phù hợp cho công nghệ tạo ván LVL từ các loại gỗ rừng trồng, trong điều kiện

công nghệ sản xuất của Việt Nam là một việc làm hết sức cần thiết và có ý nghĩa.

Bài viết này chúng trình bày nghiên cứu về công nghệ tạo keo UF phù hợp với công nghệ tạo ván LVL trong điều kiện công nghệ sản xuất của Việt Nam.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 1. Nguyên liệu dùng trong thí nghiệm

**Gỗ tròn:** Gỗ dùng trong nghiên cứu là gỗ Keo tai tượng (*Acacia mangium*) có tuổi 7-8 được lấy về từ huyện Lương Sơn, tỉnh Hòa Bình. Keo tai tượng có phần gỗ sớm và muộn không phân biệt, thớ thẳng và tương đối mịn. Mạch gỗ có thể nhìn thấy bằng mắt thường, kích thước lỗ mạch trung bình 0,1- 0,2mm, số lượng khoảng 5 đến 8 lỗ/mm<sup>2</sup>. Mạch gỗ được xếp phân tán, hình thức tụ hợp đơn và kép với số lượng từ 2-4 lỗ. Quan sát trên mặt cắt ngang thấy: Tia gỗ có kích thước nhỏ (<0,1 mm), số lượng trung bình (3-7tia/mm), khối lượng thể tích tương đối nhỏ và biến động tại các vị trí trên thân cây ( $\gamma = 0,56-0,58g/cm^3$ ), hệ số co rút 0,34, ứng suất ép dọc thớ 282,10<sup>5</sup>N/m<sup>2</sup>, độ bền uốn tĩnh 941,32.10<sup>5</sup>N/m<sup>2</sup>, sức bền tự nhiên kém, dễ gia công và dễ nứt.

**Hoá chất** (được mua tại Nhà máy hóa chất Đức Giang): (+) Urea ( $H_2N-CO-NH_2$ ): Dạng tinh thể, không màu, dễ tan trong nước, trong dầu, dễ hút ẩm, khối lượng phân tử- 60; tỷ trọng 1,335, lượng tan

<sup>1</sup> TS. Trường Đại học Lâm nghiệp

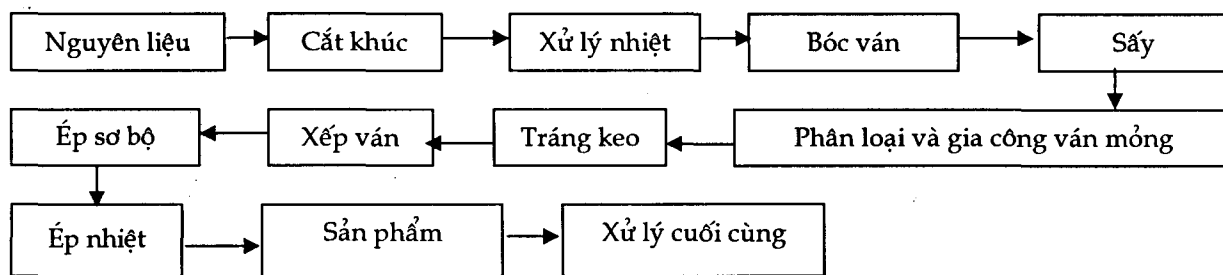
trong nước ở 20°C- 104,7g/100g H<sub>2</sub>O, nhiệt độ nóng chảy 132°C. Hàm lượng các chất trong Urea: Cl 0,0003%, SO<sub>4</sub> 0,001%, NH<sub>3</sub> 0,005%, Fe 0,0002%, Pb 0,0002%. (+) Formaldehyde (H-CHO): Dạng lỏng, không màu, khối lượng phân tử- 60; tỷ trọng 1,05. Hàm lượng các chất trong Formaldehyde: Cl 0,0002%, SO<sub>4</sub> 0,001%, Fe 0,0002%, Pb 0,0002%. (+) Xút (NaOH): Dạng kết tinh, màu trắng, tan nhiều trong nước, khối lượng phân tử 40; tỷ trọng 2,13, nhiệt độ nóng chảy 321°C. Hàm lượng các chất trong Axít photphoric: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub><0,005%, SO<sub>4</sub> 0,005%, Cl 0,005%, N 0,001%, PO<sub>4</sub> 0,001%, SiO<sub>3</sub> 0,01%, Fe 0,003%, Ca 0,01%,K 0,05%. (+) Amoclrua (NH<sub>4</sub>Cl): Dạng kết tinh, màu trắng, tan nhiều trong nước. (+) Keo dán đối chứng dùng trong thí nghiệm là keo UF (kí hiệu Dynchem WG -2888) của hãng Dyno.

**2. Phương pháp thí nghiệm**

*Đơn và quy trình tạo keo dán UF:* (+) Đơn tạo keo UF: Urea 99%: 150-180 phần trọng lượng;

Formaldehyde 37% - 300 phần trọng lượng; NaOH 30% - một lượng vừa đủ; NaCl 20% - một lượng vừa đủ. (+) Quy trình công nghệ tạo chất chống cháy: Dùng cân kỹ thuật có độ chính xác 0,01g để cân lượng Urea và Formaldehyde. Cho lượng Formaldehyde vào nồi phản ứng. Dùng NaOH điều chỉnh dung dịch Formaldehyde có pH= 7 - 8. Nâng nhiệt độ của dung dịch lên 35°C. Cho từ từ 70% lượng Urea vào, khuấy đều cho tan hết và nâng từ từ nhiệt độ lên 90°C trong vòng 30-40 phút. Tiếp tục nâng nhiệt độ lên 90°C trong 10 phút. Giữ ở nhiệt độ đó trong 45 phút. Dùng lượng NH<sub>4</sub>Cl điều chỉnh pH=5. Dùng NaOH điều chỉnh pH của dung dịch về giá trị 7. Tiếp tục cho 30% lượng Urea còn lại vào. Lúc này nhiệt độ hạ xuống còn khoảng 80°C. Giữ ở nhiệt độ đó trong vòng 10 phút. Hạ nhiệt độ của nồi phản ứng xuống 40°C và tiến hành cho keo ra thiết bị bảo quản.

*Quy trình công nghệ tạo ván LVL (hình 1).*



**Hình 1. Quy trình công nghệ tạo ván LVL**

Gỗ keo tai tượng với đường kính 20-25cm được bóc vỏ và cắt khúc với chiều dài 1,35m. Sau đó gỗ được xử lý nhiệt trước khi bóc theo phương pháp lược. Mục đích của xử lý nhiệt là làm mềm hoá gỗ trước khi bóc. Chế độ xử lý: Nhiệt độ: 60-70°C, thời gian: 9-10 giờ; cân bằng nhiệt độ môi trường: 2 giờ.

Gỗ sau khi xử lý hoá mềm được đưa vào máy bóc để tạo ván mỏng. Chiều dày ván mỏng ướt là 3,6mm. Các thông số khi bóc gỗ như sau: Góc mài: 22°, góc sau: 3°, độ nhô mũi dao: h = 1mm, tốc độ vòng quay trục trấu: 152 vòng/phút, tốc độ ăn dao: 5,9 mm/s, chiều cao thước thước nén: h<sub>0</sub> = 0,3mm, mức độ nén: Δ = 20%.

Ván mỏng bóc xong được sấy bằng lò sấy con lăn tuần hoàn dọc. Yêu cầu độ ẩm ván mỏng sau khi sấy là 10%, độ ẩm của ván mỏng sau khi tráng keo là 20%. Chế độ sấy ván mỏng: Nhiệt độ đầu vào: T = 60-70°C; nhiệt độ đầu ra: T = 110-120°C; tốc độ con lăn: 0,75m/s; tốc độ tuần hoàn không khí: V = 3m/s. Chất

lượng ván mỏng sau khi sấy qua kiểm tra như sau: chiều sâu vết nứt: 48,12-59,12%; tần số vết nứt: 4,42-5,43 vết/cm; sai số chiều dày: 1,8-2,2%; tỷ lệ lợi dụng ván mỏng: 55-63%. Màu sắc của ván mỏng sau khi sấy tương tự gỗ nguyên ở trạng thái hong phơi tự nhiên. Phần giác có màu hơi sẫm song khó phân biệt so với gỗ giác phơi tự nhiên.

Ván mỏng được tráng keo và xếp phơi. Lượng keo tráng 180-220g/m<sup>2</sup>. Số lớp ván mỏng là 15 lớp. Các lớp ván được xếp song song theo một theo nguyên tắc mặt phải - mặt phải. Sau đó các lớp ván đã xếp phơi được đưa vào máy ép nhiệt.

Khi ép tạo ván LVL thường có ba phương pháp: ép 01 lần, ép nhiều lần (từng bước) và ép bằng tần số cao. Do điều kiện về công nghệ và thiết bị, chúng tôi chọn giải pháp ép 01 lần.

Các thông số chế độ ép nhiệt như sau: Nhiệt độ 130°C; áp suất ép 15kg/cm<sup>2</sup>; thời gian ép 65phút.

*Kiểm tra kết quả thí nghiệm:* Chất lượng của keo dán được kiểm tra theo tiêu chuẩn GB/T4897-77.

Góc tiếp xúc được đo bởi thiết bị đo góc tiếp xúc JJC-L của Phòng thí nghiệm Hóa cao phân tử - Đại học Bách khoa Hà Nội. Mẫu thí nghiệm được đặt trong buồng mẫu. Giọt keo UF có đường kính 1-2mm được đặt vào máy đo sao cho cạnh của giọt keo trùng với đường trung tâm của thước đo. Dùng tay quay điều chỉnh để đo góc tiếp xúc.

Độ pH được đo bằng máy đo độ pH (HI 9224 Microprocessor printing pH meter). Độ nhớt của keo dán được đo bằng máy đo độ nhớt (Rion Viscoteter VT-04).

Độ pH của ván mỏng được đo khi đặt 3g bụi gỗ trong cốc thủy tinh 50ml (trong đó có 30ml nước cất) ở nhiệt độ phòng. Dùng đũa thủy tinh khuấy đều bột

gỗ cho thấm nước trong 5 phút. Để lắng trong 10 phút và tiếp tục khuấy trong 5 phút và lại để lắng trong 5 phút. Sau đó dùng máy đo độ pH.

Khả năng chống chịu với axit của ván mỏng được đo khi đặt 25g bụi gỗ trong bình thủy tinh tam giác ở nhiệt độ phòng. Đổ vào bình 250ml nước cất và lắc đều trong 20 phút. Sau khi làm lạnh đến nhiệt độ phòng, đổ dung dịch vào thiết bị lọc. Cho vào 2 cốc thủy tinh (350ml) mỗi cốc 50ml nước ở thiết bị lọc. Chuẩn độ dung dịch với 0,025mol/l axit sulphuric tới pH=3. Số mmol axit sulphuric đã dùng được gọi là khả năng chống chịu với axit của ván mỏng.

Một số chỉ tiêu tính chất của ván LVL được kiểm tra trên máy thử vạn năng AMSLER 50 KN, tại Phòng thí nghiệm Cơ lí gỗ, Trường Đại học Lâm nghiệp. Một số tiêu chuẩn kiểm tra tính chất của ván LVL được thể hiện ở bảng 1.

**Bảng 1. Một số chỉ tiêu chất lượng và tiêu chuẩn kiểm tra ván LVL**

TT	Chỉ tiêu	Kí hiệu	Đơn vị	Tiêu chuẩn kiểm tra
1	Tỷ lệ trương nở chiều dày ván	TS	%	CAN3 - 0437 - M85
2	Cường độ kéo trượt màng keo	$\sigma_T$	kg/cm <sup>2</sup>	JAS S-11-15.2
3	Độ bền uốn tĩnh	MOR	kg/cm <sup>2</sup>	CAN3 - 0437 - M85

### III. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

#### 1. Kiểm tra chất lượng keo dán

a) **Đối chứng:** Dạng lỏng; màu trắng đục; hàm lượng khô 47%, tỷ trọng 1,25-1,27g ml<sup>-1</sup>; độ nhớt 100-180Pa.s (ở 20°C); độ pH 7,0-7,2; thời gian gel hoá 67s; thời gian đóng rắn 80s (khi cho 1% chất đóng rắn NH<sub>4</sub>Cl); thời gian sống 2,5-3h; thời gian bảo quản 2 tháng; lượng formaldehyde tự do nhỏ hơn 0,5%.

b) **Keo UF đặc biệt:** Dạng lỏng màu kem; hàm lượng khô 60%; tỷ trọng 1,26-1,28g ml<sup>-1</sup>; độ nhớt 130-190Pa.s (ở 20°C); độ pH 6,5-7,0; thời gian gel hoá 65s; thời gian đóng rắn 90s (khi cho 1% chất đóng rắn NH<sub>4</sub>Cl); thời gian sống 3,5-4h; thời gian bảo quản 2,5 tháng; lượng formaldehyde tự do nhỏ hơn 0,5%.

Kết quả trên cho thấy: Cả hai loại keo đều ở dạng lỏng màu trắng đục hoặc màu kem. Điều đó làm màu sắc của ván LVL rất đẹp. Keo UF đặc biệt có hàm lượng khô (60%) cao hơn keo UF thông dụng (47%), điều này chứng tỏ khả năng đa tụ của keo UF đặc biệt cao hơn. Hai loại keo này có độ nhớt gần như tương đương nhau. Tuy nhiên, góc tiếp xúc của keo UF đặc biệt cao hơn.

Thời gian sống của keo UF đối chứng thấp hơn keo UF đặc biệt. Thời gian đóng rắn của keo UF đặc biệt cao hơn keo UF đối chứng với cùng một lượng chất đóng rắn. Trong khi đó, thời gian gel hóa của keo UF đặc biệt lại thấp hơn keo đối chứng. Với thời gian gel hóa của keo UF thông dụng là 67s, trong khi đó thời gian đóng rắn là 80s, với tốc độ truyền nhiệt của gỗ Keo tai tượng là thấp, chiều dày ván LVL dày (35mm), rất khó làm keo đóng rắn triệt để. Trong khi đó, với thời gian gel hóa của keo UF đặc biệt là 65s, thời gian đóng rắn là 90s, keo UF có khả năng đóng rắn triệt để hơn.

Chỉ tiêu lượng formaldehyde tự do của cả hai loại keo đều nhỏ hơn 0,5% và như vậy mức độ độc hại của cả hai loại đều đảm bảo yêu cầu.

Kết quả kiểm tra góc tiếp xúc của keo dán với gỗ keo tai tượng theo thời gian được thể hiện ở bảng 2.

**Bảng 2. Góc tiếp xúc của keo dán với gỗ keo tai tượng**

Thời gian (phút)	1	2	4	6	8	10
Keo UF đối chứng	35	33	30	26	24	22
Keo UF đặc biệt	40	38	35	32	28	26

Hiện tượng thấm keo là hiện tượng vật lý đầu tiên xảy ra trên bề mặt gỗ khi ta đưa keo dán lên bề mặt gỗ. Hiện tượng dính kết là kết quả tổng hợp các lực do sức căng bề mặt. Do bề mặt gỗ có các mao mạch nên keo dán chui vào các lỗ đó, mặt khác khi đưa keo dán lên bề mặt gỗ thì tại bề mặt tiếp xúc xuất hiện các lực sức căng bề mặt qua các pha tiếp xúc: Chất rắn - môi trường, chất rắn - lỏng, chất lỏng - môi trường.

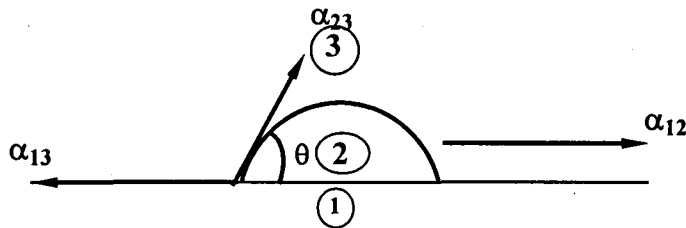
Nếu gọi  $\alpha_{13}$  - Lực căng giữa chất rắn và không

khí;  $\alpha_{23}$  - lực căng giữa giọt chất lỏng và không khí;  $\alpha_{12}$  - lực căng giữa giọt chất lỏng và chất rắn;  $\theta$  - góc hợp giữa giọt chất lỏng và chất rắn. Để cho giọt chất lỏng giữa lại ở trạng thái cân bằng thì:

$$\alpha_{13} = \alpha_{12} + \alpha_{23} \cos \theta$$

$$\text{Suy ra: } \cos \theta = \frac{\alpha_{13} - \alpha_{12}}{\alpha_{23}}$$

Góc  $\theta$  phụ thuộc vào bản chất của ba thể, nó thay đổi theo trạng thái và độ sạch của bề mặt.



**Hình 2. Sự bám dính của giọt chất lỏng trên bề mặt vật rắn**  
Trong đó: 1- Chất rắn; 2- Chất lỏng; 3- Không khí

Góc tiếp xúc ( $\theta$ ) của keo UF đối chúng và gỗ Keo tai tượng thấp hơn keo UF đặc biệt. Góc  $\theta$  phụ thuộc vào bản chất của ba thể, nó thay đổi theo trạng thái và độ sạch của bề mặt. Nếu góc căng của thể rắn và thể khí lớn hơn so với thể lỏng thì góc  $0 < \theta < 90^\circ$ . Khi  $\cos \theta > 0$  giọt chất lỏng có dạng cụp vào và khi đó giọt chất lỏng dính ướt bề mặt chất rắn.

Theo thuyết dán dính (nguyên lý dính kết), hiện tượng dính kết là kết quả tổng hợp các lực do sức căng bề mặt. Do bề mặt gỗ có các mao mạch nên keo dán chui vào các lỗ đó, mặt khác khi đưa keo dán lên bề mặt gỗ thì tại bề mặt tiếp xúc xuất hiện các lực sức căng bề mặt qua các pha tiếp xúc: Chất rắn - môi trường, chất rắn - lỏng, chất lỏng - môi trường. Đối với keo UF đặc biệt khi có góc tiếp xúc cao hơn, khả năng giàn trải có thể cao hơn, nhưng gây ra hiện tượng thấm keo và kết dính kém hơn.

Đây là điểm mấu chốt của vấn đề cần nghiên cứu và rất có ý nghĩa khi dùng giải pháp ép 01 lần và nhiều lần ván LVL. Vì, khi ép tạo ván LVL theo các phương pháp ép này sẽ ít xảy ra hiện tượng nổ ván.

**2. Kiểm tra độ pH và khả năng chống chịu với axit của ván mỏng**

Độ ẩm, độ pH và khả năng chống chịu với axit của ván mỏng gỗ Keo tai tượng qua kiểm tra được trình bày ở bảng 3.

**Bảng 3. Độ ẩm, độ pH và khả năng chống chịu với axit của ván mỏng gỗ Keo tai tượng**

Màu sắc ván mỏng	Độ ẩm (%)	Độ pH	Khả năng chống chịu axit
Xanh nâu	11,56	7,3-7,8	1,135
Đỏ nâu	9,1	7,2-7,4	1,021
Trắng	12,5	6,01-6,23	0,312

Từ các kết quả ở bảng 3 cho thấy: Có sự khác nhau rất lớn về độ ẩm, độ pH, khả năng chống chịu với axit của ván mỏng ở các màu sắc gỗ khác nhau. Với ván mỏng màu trắng mà chủ yếu từ phần gỗ giác, khả năng chống chịu với axit nhỏ hơn nhiều so với ván màu xanh nâu hoặc nâu đỏ (chủ yếu từ phần gỗ lõi). Ở phần gỗ lõi này, khả năng dán dính của keo dán và gỗ rất khó khăn, vì keo UF thông dụng sẽ đóng rắn trong điều kiện môi trường axit. Mà phần gỗ này chủ yếu mang tính trung tính và kiềm nhẹ. Với 1%NH<sub>4</sub>Cl chỉ số pH của keo UF thông dụng vẫn nằm trong giới hạn trung tính, do đó nếu không dùng nhiệt độ cao sẽ khó đóng rắn. Keo UF đặc biệt với 1%NH<sub>4</sub>Cl chỉ số pH mang tính axit, do vậy chỉ cần nhiệt độ thấp cũng sẽ đóng rắn.

Có nhiều giải pháp để xử lý ván mỏng trước khi tráng keo. Tuy nhiên, với ván LVL nếu dùng các giải

pháp này giá thành của ván sẽ rất đắt. Vì vậy, việc dùng keo UF đặc biệt này sẽ đem lại hiệu quả cao.

**3. Kiểm tra tính chất ván LVL (bảng 4)**

**Bảng 4. Một số chỉ tiêu chất lượng ván LVL**

Loại ván	TS (%)			$\sigma_T$ (kg/cm <sup>2</sup> )			MOR (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Min	Max	TB	Min	Max	TB	Min	Max	TB
Ván đối chứng	2,56	3,76	2,72	11,65	13,52	12,47	967,56	974,43	970,99
Ván LVL dùng UF	2,13	3,45	2,46	13,21	16,32	15,54	978,62	989,76	981,75

Từ các kết quả ở bảng 4 cho thấy: Các giá trị về độ bền uốn tĩnh, cường độ kéo trượt màng keo của ván LVL làm từ keo UF đối chứng thấp hơn nhiều ván LVL làm từ keo UF đặc biệt. Trong khi đó, tỷ lệ trương nở chiều dày lại tăng nhiều. Điều đó cho thấy, với cùng loại gỗ và các thông số công nghệ tạo ván LVL, chất lượng ván LVL làm từ keo UF đặc biệt tốt hơn hẳn và đáp ứng tốt yêu cầu của ván LVL loại I dùng làm đồ mộc xây dựng. Trong khi đó, ván LVL làm từ keo UF thông dụng chỉ đáp ứng yêu cầu của ván LVL loại II dùng làm đồ mộc xây dựng.

**IV. KẾT LUẬN**

Kết quả nghiên cứu tạo ra được loại keo UF đặc biệt dùng cho công nghệ sản xuất ván LVL. Keo UF đặc biệt có những tính chất sau: Quy trình tạo keo đơn giản, khả năng dán dính tốt, màu sắc đẹp, giá thành không cao, đáp ứng tốt những yêu cầu của keo dùng cho ván LVL. Keo dán này đã khắc phục được nhược điểm của keo UF thông dụng khi dán dính các loại gỗ có thể bít, nhiều dầu nhựa và rất phù hợp cho ván LVL từ gỗ rừng trồng và cả các loại ván nhân tạo khác.

Quy trình công nghệ tạo keo này hoàn toàn có thể áp dụng vào thực tế sản xuất của Việt Nam. Quy trình công nghệ này đã được thử nghiệm tại Trung tâm Công nghiệp rừng, Trường Đại học Lâm nghiệp.

Ván LVL được sản xuất từ gỗ keo tai tượng, keo UF đặc biệt hoàn toàn có thể đáp ứng những yêu cầu của tiêu chuẩn nguyên liệu dùng cho đồ mộc và xây dựng.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

(1) Trần Văn Chú (2004), Công nghệ trang sức vật liệu gỗ, NXB Nông nghiệp, Hà Nội; (2) Phan Tống Sơn, Trần Quốc Sơn, Đặng Như Tại (1970), Hoá học hữu cơ, NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội; (3) Phan Tống Sơn, Lê Đăng Doanh (1976), Thực hành hoá học hữu cơ, Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội; (4) Nguyễn Văn Thuận, Phạm Văn Chương (1993), Công nghệ sản xuất ván nhân tạo, Đại học Lâm nghiệp, Hà Tây; (5) Chao Chinson, Hikaru Sasaki, Hua Yukun (1994). Properties and Utilization of Fast - Growing Trees, China Forestry Publishing House Beijing; (6) Japanese Agricultural Standard (JAS) for Structural Laminated veneer Lumber (1993); (7) Collins P.J. (1997), "The Formulation of plywood adhesives", Plywood production course, Csiro forestry & forest products, Plywood association of Australia, Volume 3, pp. 21-23; (8) Noel Johnson Leach (1978), Modern Wood Finishing Techniques, London; (9) Erja Neuvonen, Minna Salminen, Jani Heiskanen, Micha Hochstrate and Matthias Weber (1998), LVL laminated veneer lumber, Wood-Based Panels Technology, Department of Forest products Marketing, Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu, Germany; (10) Browing B.L. (1963), The chemistry of wood, interscience publishers a division of Joh wiley & Sons, Newyork-London; (11) Evalipt, kov., Milansedliacik (1998) Chemia a aplik, cia pomocuch L: tok vdrev-rskom priemysle, vydavatelstvo technickej a ekono mickej literatory.12. Академия наука Латвииской Институт Химии ревесины (1967), Модфикация древесины Рига Издатльство Зинатне. (13) Баженов В. А (1966), Свойства древесины, ее завита и новие древесине материали - М.: Наука, - 126 с; (14) Винник Н. И. (1980), Модифицированная древесина Москва, Издатльство Лесная промышленность. □