

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT KEO UREA FORMALDEHYDE CHẤT LƯỢNG CAO (UF-KC112) DÙNG CHO SẢN XUẤT VÁN DÁN

Phạm Tường Lâm¹, Trần Văn Chứ¹, Cao Quốc An¹, Nguyễn Tất Thắng¹

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Nghiên cứu đã tiến hành xây dựng Quy trình công nghệ sản xuất keo Urea formaldehyde chất lượng cao (UF-KC112) dùng cho sản xuất ván dán. Thông qua quá trình khảo nghiệm quy trình sơ bộ ở quy mô công nghiệp, từ đó hiệu chỉnh các bước và thông số công nghệ phù hợp với thực tế sản xuất. Quy trình được đánh giá thông qua chất lượng của keo UF-KC112 và ván dán sử dụng dòng keo này. Kết quả cho thấy, sản phẩm keo UF-KC112 tạo ra từ quy trình có chất lượng tốt, tính ổn định cao, thân thiện với môi trường, hàm lượng formaldehyde tự do ở mức 1,31%, hoàn toàn đáp ứng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 03-01:2018/BNNPTNT về keo dán gỗ. Ván dán sử dụng dòng keo này có các tính chất cơ lý tốt hơn hẳn so với tiêu chuẩn GB/T9846-2015 quy định chất lượng cho ván dán, đặc biệt độ bền kéo trượt màng keo của ván dán theo chuẩn Class 1 ở mức 1,15 MPa, cao hơn nhiều so với yêu cầu của tiêu chuẩn GB/T9846-2015 (quy định $\geq 0,7$ MPa). Đồng thời hàm lượng Formaldehyde của ván là 3,32 mg/m²h đạt cấp độ E1 Châu Âu quy định tại tiêu chuẩn BS EN 13986:2004+A1:2015.

Từ khóa: Hàm lượng Formaldehyde, quy trình công nghệ, tính chất cơ lý, Urea Formaldehyde, ván dán.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Keo Urea - Formaldehyde (UF) là một loại keo được hình thành trên cơ sở nhựa urea-formaldehyde (nhựa nhiệt rắn) được tổng hợp từ phản ứng trùng ngưng Urea với Formaldehyde (Trần và Cao, 2012). Keo UF là một trong những nguyên liệu keo được dùng lâu đời và phổ biến nhất hiện nay, vì chúng có những ưu điểm nhất định như: Nguyên liệu điều chế đơn giản, dễ kiếm trên thị trường, giá thành rẻ. Nguyên liệu Urea và Formaldehyde là nguyên liệu rẻ nhất trong nguyên liệu công nghiệp hóa học hữu cơ, bởi vậy giá thành của ván nhân tạo sử dụng keo UF làm chất kết dính rẻ, dễ được người tiêu dùng tiếp nhận (Trần và Cao, 2012; Nguyễn và Phạm, 2013). Một đặc điểm khác của keo UF là tính năng dán dính rất tốt, sản phẩm có cường độ dán dính tương đối cao, chịu nhiệt, chống mốc, tính cách điện tốt. Tuy keo UF có tính chịu nước và chịu nhiệt không bằng keo Phenol-Formaldehyde (PF), tuy nhiên sản phẩm vẫn thỏa mãn yêu cầu cho vật liệu nội thất (Nguyễn và Phạm, 2013). Đây là một trong những lý do mà keo UF được sử dụng rộng rãi trong ngành chế biến gỗ, đặc biệt là dùng làm chất kết dính cho các loại ván nhân tạo sử dụng trong nội thất.

Những năm gần đây, trên thế giới đã có rất nhiều tác giả quan tâm và nghiên cứu về Keo Urea - Formaldehyde: Hong Min-Kug và Byung-Dae Park năm 2017 đã nghiên cứu ảnh hưởng của độ nhớt keo UF đến chất lượng dán dính ván dán (Hong và Park, 2017); Ding Rui và cộng sự năm 2013 đã nghiên cứu ảnh hưởng của bột mì đến độ nhớt của keo UF (Ding et al., 2013); Akpabio năm 2012 đã nghiên cứu ảnh hưởng của độ pH đến chất lượng keo UF (Akpabio, 2012); Kawalerczyk và cộng sự đã nghiên cứu về trộn các loại bột cho keo UF ứng dụng sản xuất ván dán (Kawalerczyk et al., 2019); Lubis và Park năm 2020 đã nghiên cứu nâng cao hiệu suất của chất kết dính nhựa Urea - Formaldehyde tỷ lệ mol thấp thông qua tăng cường hợp chất nano (Lubis và Park, 2020); Gonçalves và cộng sự năm 2020 đã nghiên cứu các thông số tổng hợp của nhựa Urea - Formaldehyde tổng hợp theo quy trình kiểm-axit (Gonçalves et al., 2020). Qua đó có thể thấy vấn đề nghiên cứu keo UF đang được nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm và nghiên cứu.

Tại Việt Nam, ngành chế biến gỗ phát triển từ rất lâu, do vậy các nhà khoa học từ rất sớm cũng đã có những nghiên cứu về keo UF. Năm

2011, Dương Thị Huyền và Nguyễn Văn Thuận đã nghiên cứu tổng hợp tạo keo UF có hàm lượng formaldehyde tự do thấp (Dương và Nguyễn, 2011). Nguyễn Thị Thuận và cộng sự năm 2020 đã nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ lệ thành phần nguyên liệu đến một số tính chất keo UF biến tính bằng PVA (Nguyễn, Vũ và Trần, 2020). Thống kê cho thấy, các nhà khoa học Việt Nam cũng đang tích cực nghiên cứu sản xuất và nâng cao chất lượng của keo UF.

Trong chế biến gỗ đặc biệt là sản xuất ván nhân tạo, việc nghiên cứu, lựa chọn keo dán phù hợp là một trong những yếu tố quan trọng quyết định đến chất lượng mối dán, phạm vi sử dụng và giá thành sản phẩm (Nguyễn và Phạm, 2013). Một số hãng sản xuất keo có tên tuổi trên thế giới đang cung cấp các sản phẩm keo dán MUF, UF cho thị trường Việt Nam với số lượng lớn như AICA, Casco Adhesives, Better Resin, Hearin, Quang Minh.... Tuy nhiên giá bán các loại keo này thường khá cao. Đó là một trong những trở ngại lớn cho các doanh nghiệp sản xuất ván nhân tạo với yêu cầu ngày càng cao đối với sản phẩm, đặc biệt là hàng xuất khẩu. Vấn đề đặt ra ở đây là cần nghiên cứu tạo ra một dòng sản phẩm keo UF chất lượng cao đáp ứng được các tiêu chuẩn khắt khe về chất lượng, đồng thời có giá thành hạ, nâng cao tính cạnh tranh của sản phẩm, đặc

biệt là có thể cạnh tranh với sản phẩm nhập khẩu cùng loại, giúp cho ngành công nghiệp sản xuất ván nhân tạo chủ động về nguyên liệu, phát triển bền vững.

Ván dán là chủng loại ván nhân tạo dùng làm vật liệu nội thất thông dụng nhất hiện nay, ván được tạo ra bởi hai thành phần nguyên liệu chính là ván mỏng và keo UF, trong đó chất kết dính – keo UF có vai trò quan trọng, quyết định tới chất lượng và giá thành sản phẩm ván dán. Do đó, nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ tạo keo UF chất lượng cao dùng cho ván dán là rất cần thiết, nhằm đáp ứng nhu cầu lớn về nguyên liệu keo UF cho sản xuất loại sản phẩm này phục vụ nhu cầu trong nước và xuất khẩu. Nghiên cứu chủ yếu tập trung xây dựng quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm keo UF dùng cho sản xuất ván dán, nghiên cứu một cách hệ thống các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình sản xuất keo UF ở quy mô công nghiệp, tiến hành đánh giá chất lượng keo và sản phẩm ván dán thông qua các tiêu chuẩn hiện hành.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu, máy móc thiết bị nấu keo a/ Máy móc thiết bị nấu keo

Hệ thống thiết bị sản xuất keo UF-KC112 được mô tả như bảng 1.

Bảng 1. Máy móc thiết bị nấu keo và thông số kỹ thuật

TT	Tên thiết bị	Thông số kỹ thuật
1	Nồi nấu keo	- Dung tích: Tùy thuộc dung tích thực tế nồi nấu của xưởng sản xuất. - Nồi kết cấu 2 lớp, gồm hệ thống ống kim loại xoắn ruột gà cấp hơi quá nhiệt và nước làm lạnh, sử dụng áo cách nhiệt quanh nồi. - Hệ thống cánh khuấy: Vật liệu hợp kim chịu ăn mòn hóa chất (inox 304; gang đúc...) - Bình sinh hàn: Gắn với nồi nấu keo, nhiệm vụ thu hồi hơi hóa chất phát thải trong quá trình phản ứng. - Nồi nấu gắn thiết bị đồng hồ đo áp và đo nhiệt độ.
2	Hệ thống điện và hệ thống điều khiển	- Hệ thống điện sử dụng điện 3 pha 4 dây, 380V/F; Dùng hai nguồn cấp (1 nguồn điện lưới và 1 nguồn máy phát dự phòng). - Hệ thống điều khiển sử dụng điện áp: 220V – 50Hz; Gắn thiết bị Role bảo vệ quá dòng.
3	Hệ thống nồi hơi cấp nhiệt	- Áp suất: 8 - 10 bar - Nhiệt độ: 175 - 183°C
4	Hệ thống bồn chứa Formaldehyde	- Dung tích khoảng 10-20 m ³ ; Có nắp đậy; Đặt tránh xa nguồn nhiệt.

b/ Nguyên liệu nấu keo

Nguyên liệu sử dụng để sản xuất keo UF-KC112 bao gồm: Urea (Hàm lượng Urea: 98%); Formaldehyde (Hàm lượng F: 37%); NaOH (Hàm lượng: 25%); NH₄Cl (Hàm lượng: 25%); Nguyên liệu được kiểm tra kỹ nguồn gốc và chất lượng trước sử dụng.

2.2. Phương pháp và quy mô thí nghiệm

Xây dựng Quy trình công nghệ sản xuất keo dán chất lượng cao dùng cho sản xuất ván dán (UF-KC112) gồm các bước sau:

- Bước 1: Xây dựng sơ bộ Quy trình công nghệ tạo keo UF-KC112
- Bước 2: Khảo nghiệm Quy trình công nghệ tạo keo UF-KC112
- Bước 3: Hoàn thiện Quy trình công nghệ tạo keo UF-KC112

Phương pháp thực hiện các bước xây dựng quy trình công nghệ tạo keo UF-KC112 cụ thể:

Bước 1: Phương pháp xây dựng sơ bộ Quy trình công nghệ tạo keo UF-KC112

- Quy mô và phương pháp thực nghiệm

Căn cứ các nội dung nghiên cứu thử nghiệm chế tạo keo UF-KC112 dùng cho sản xuất ván dán ở quy mô 2kg/m²; 100kg/m² và 1.000kg/m². Sử dụng phương pháp bố trí thực nghiệm đơn yếu tố 3 lần lặp với các yếu tố ảnh hưởng sau:

- Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn nguyên liệu đến chất lượng keo UF và ván dán: Cấp tỷ lệ mol F/U: 1,3/1; 1,65/1; 2,0/1.

- Ảnh hưởng của số lần, lượng và thời điểm phối trộn Urea đến chất lượng keo UF và ván dán:

- + 1 lần đưa Urea vào: 100%
- + 2 lần đưa Urea vào: lần 1 khi bắt đầu nấu, lần 2 khi bắt đầu làm lạnh. Tỷ lệ khối lượng Urea của 2 lần đưa vào: Tỷ lệ 1: 60:40 (%); Tỷ lệ 2: 70:30 (%); Tỷ lệ 3: 80:20 (%).
- + 3 lần đưa Urea vào: lần 1 khi bắt đầu nấu, lần 2 khi thực hiện quá trình bảo ôn, lần 3 bắt đầu quá trình làm lạnh. Tỷ lệ khối lượng Urea của 3 lần đưa vào: Tỷ lệ 1: 55:25:20 (%); Tỷ lệ 2: 65:20:15 (%); Tỷ lệ 3: 75:15:10 (%).

- Ảnh hưởng của thời gian nấu đến chất lượng keo UF và ván dán: Cấp thời gian: 210:230:250 (phút).

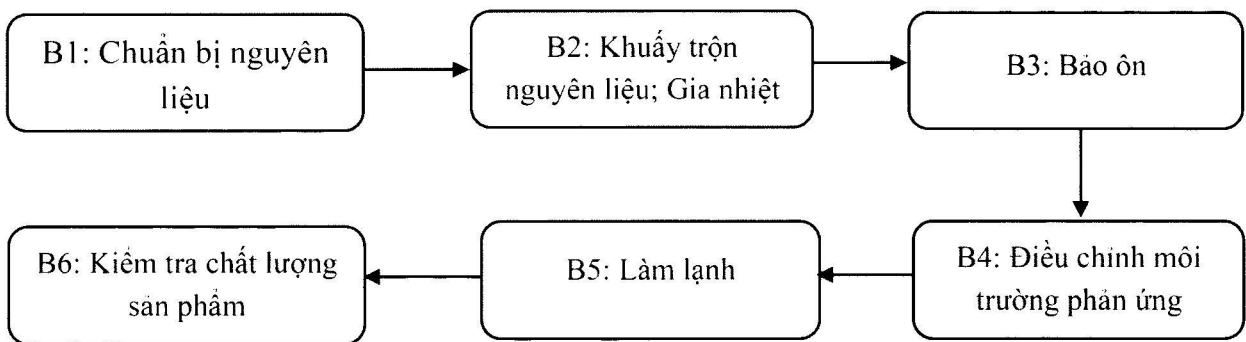
- Ảnh hưởng của nhiệt độ nấu đến chất lượng keo UF và ván dán: Cấp nhiệt độ: 90:92:94 (°C).

- Ảnh hưởng của tốc độ khuấy trộn đến chất lượng keo UF và ván dán: Cấp tốc độ: 55:60:65 (v/phút).

- Ảnh hưởng của giá trị pH trong quá trình phản ứng đa tụ đến chất lượng keo UF và ván dán: Cấp pH: 4,0-4,5 : 4,5-5,0 : 5,0-5,5.

Nghiên cứu đã tiến hành sử dụng các phương pháp phân tích, đánh giá và xin ý kiến chuyên gia, sơ bộ đề xuất quy trình công nghệ sản xuất keo UF- KC112 dùng cho sản xuất ván dán.

- Đề xuất Quy trình công nghệ sơ bộ tạo keo UF-KC112



Hình 1. Sơ đồ Quy trình công nghệ sơ bộ tạo keo UF-KC112

Bước 2: Phương pháp khảo nghiệm Quy trình công nghệ tạo keo UF-KC112

- Quy mô thực hiện

Khảo nghiệm quy trình công nghệ sơ bộ, nghiên cứu tiến hành thực nghiệm nấu keo UF-

KC112 ở quy mô 3.000 kg/m² tại cơ sở sản xuất (Công ty TNHH MDF Hòa Bình), thực hiện 01 đơn nấu và 03 lần lặp lại.

- Đơn nấu nấu keo UF-KC112; 3.000 kg: Được thể hiện như bảng 2.

Bảng 2. Đơn nấu khảo nghiệm keo UF-KC112, 3000 kg/m³

Nguyên liệu	Hàm lượng (%)	Tỷ lệ mol	Khối lượng nguyên liệu (kg)	Ghi chú
Urea	98	1	962	3 lần đưa vào U ₁ :U ₂ :U ₃ =75:15:10
Formaldehyde	37	1,65	2.038	
NaOH	25		Lượng thích hợp	
NH ₄ Cl	25		Lượng thích hợp	

Bước 3: Phương pháp hoàn thiện Quy trình công nghệ tạo keo UF-KC112

Sau khi tiến hành nghiên cứu khảo nghiệm nấu keo ở quy mô công nghiệp, đề tài tiến hành đánh giá, hoàn thiện và hiệu chỉnh các bước và thông số công nghệ của quy trình cho phù hợp với thực tế sản xuất, từ đó hoàn thiện quy trình công nghệ tạo keo UF-KC112 trong điều kiện sản xuất quy mô công nghiệp.

- Quy mô thực hiện

Căn cứ quy trình công nghệ đã hiệu chỉnh hoàn thiện, nghiên cứu tiếp tục tiến hành thực nghiệm nấu keo UF-KC112 ở quy mô 3.000 kg/m³ tại cơ sở sản xuất (Công ty TNHH MDF Hòa Bình), thực hiện 03 lần nấu lặp lại.

- Đơn nấu nấu keo UF-KC112, 3.000 kg.

Đơn nấu theo quy trình hoàn thiện nấu keo UF-KC112 được thực hiện như bảng 3.

Bảng 3. Đơn nấu keo UF-KC112, 3.000 kg/m³

TT	Nguyên liệu	Hàm lượng (%)	Tỷ lệ mol	Khối lượng nguyên liệu (kg)	Ghi chú
1	Urea	98	1	962	3 lần đưa vào U ₁ :U ₂ :U ₃ =75:15:10
2	Formaldehyde	37	1,65	2.038	
3	NaOH	25		14,5	
4	NH ₄ Cl	25		5	

2.3. Phương pháp kiểm tra chất lượng keo và ván dán

2.3.1. Phương pháp kiểm tra chất lượng keo UF-KC112

a/ Quy mô thí nghiệm

Sản phẩm keo sản xuất theo các quy trình đề xuất được tiến hành kiểm tra và đánh giá chất lượng tuân theo các tiêu chuẩn và quy chuẩn hiện hành. Các chỉ tiêu và Quy mô thử nghiệm được thể hiện tại bảng 4.

Bảng 4. Chỉ tiêu và quy mô thí nghiệm kiểm tra chất lượng keo UF-KC112

TT	Chỉ tiêu kiểm tra	Đơn vị tính	Tiêu chuẩn kiểm tra	Số lần lặp	Số lượng mẫu thử/ 1 lần lặp	Khối lượng mẫu (g/mẫu)
1	Hàm lượng khô	mẫu	EN 827:2005	3	10	5
2	Độ nhớt	mẫu	ASTM D1084-16	3	10	60-100
3	pH	mẫu	GB/T 14074-2017	3	10	50
4	Hàm lượng formaldehyde tự do	mẫu	TCVN 11569:2016	3	3	1-3

2.3.2. Phương pháp kiểm tra chất lượng ván dán sử dụng keo UF-KC112

a/ Phương pháp tạo ván dán

Ván dán được chế tạo với nguyên liệu và chế độ ép như sau:

- Ván mỏng: gỗ Keo lai, 6 tuổi, dày 1,7mm được sấy đến độ ẩm 8%, kích thước ván mỏng (dài x rộng): 1.270×640 mm;
- Số lớp ván: 07;

- Lượng keo tráng: 200±5 g/m²;
- Nhiệt độ ép: từ 100-120°C
- Áp suất ép: 1,2 MPa
- Thời gian ép: 1,5 phút/mm chiều dày.

b/ Quy mô thí nghiệm

Sản phẩm ván dán sau khi sản xuất được tiến hành thử nghiệm các chỉ tiêu chất lượng liên quan với quy mô và tiêu chuẩn thử nghiệm được thể hiện tại bảng 5.

Bảng 5. Chỉ tiêu và quy mô thí nghiệm kiểm tra chất lượng ván dán 12 mm sử dụng keo UF-KC112

TT	Chỉ tiêu kiểm tra	Đơn vị tính	Tiêu chuẩn kiểm tra	Số lần lặp	Số lượng mẫu thử/ 1 lần lặp	Quy cách mẫu
1	Độ ẩm ván	mẫu	TCVN 7756-3:2007	3	10	>20g
2	Khối lượng riêng ván	mẫu	TCVN 7756-4:2007	3	10	50×50 mm
3	Trương nở chiều dày ván	mẫu	EN 317:1993	3	10	50×50 mm
4	*Độ bền kéo trượt màng keo	mẫu	EN 314-1:2004	3	10	70×25 mm
5	Độ bền uốn tĩnh	mẫu	EN 310:1993	3	10	300×50 mm
6	Mô đun đàn hồi uốn tĩnh	mẫu	EN 310:1993	3	10	300×50 mm
7	Hàm lượng formaldehyde	mẫu	EN 717-2:1995	3	3	400×50 mm
				3	6	25×25 mm

*Mẫu thử độ bền kéo trượt màng keo được xử lý ngâm nước lạnh (20±3)°C trong 24h trước khi thực hiện thí nghiệm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Quy trình công nghệ sản xuất keo UF-KC112

Trên cơ sở nội dung và kết quả nghiên cứu cơ bản và thực hiện điều chỉnh từ quá trình khảo nghiệm sản xuất thực tế, đề xuất quy

trình hoàn thiện sản xuất keo UF-KC112 dạng tổng quát phù hợp với nhiều quy mô sản xuất khác nhau.

a/ Đơn nấu tổng quát keo UF-KC112

Đơn nấu keo tổng quát dùng cho tất cả các quy mô sản xuất được thể hiện như bảng 6.

Bảng 6. Đơn nấu tổng quát keo UF-KC112

Nguyên liệu	Hàm lượng (%)	Tỷ lệ mol	Khối lượng nguyên liệu (%)	Ghi chú
Urea	98	1	32,06	3 lần đưa vào U ₁ :U ₂ :U ₃ =75:15:10
Formaldehyde	37	1,65	67,94	Đưa vào 1 lần
NaOH	25		0,48	Tính % theo KL tổng nguyên liệu (U+F)
NH ₄ Cl	25		0,17	Tính % theo KL tổng nguyên liệu (U+F)

b/ Sơ đồ Quy trình công nghệ sản xuất keo UF-KC112

Sơ đồ Quy trình công nghệ sản xuất keo UF-KC112 dùng cho sản xuất ván dán được thể hiện như ở hình 2.

c/ Mô tả các bước công nghệ

Bước 1: Chuẩn bị nguyên liệu, thiết bị

- Nguyên liệu sử dụng trong quá trình tổng hợp keo UF-KC112 bao gồm: Urea (hàm lượng 98%); Formaldehyde (hàm lượng 37%), dung dịch NaOH (hàm lượng 25%), NH₄Cl (hàm lượng 25%).

- Lượng nguyên liệu sử dụng cho mỗi mẻ nấu phụ thuộc vào dung tích của nồi nấu keo, thông thường đạt từ 80-85% dung tích thiết kế của nồi; Trong quy trình nấu keo UF-KC112

sử dụng tỷ lệ mol F:U: 1,65:1, số lần cho urea 03 lần theo tỷ lệ (75:15:10). Lượng hóa chất sử dụng tương ứng như sau: Lượng F: 67,94%; Lượng U: 32,06% trong đó (U₁: 75%; U₂: 15%; U₃: 10%); Lượng NaOH: 0,48% (tính theo tổng U+F); Lượng NH₄Cl: 0,17% (tính theo tổng U+F).

- Kiểm tra tình trạng của thiết bị: Trước khi tiến hành mẻ nấu cần lưu ý vệ sinh sạch nồi nấu, loại bỏ các vết bẩn vết keo cũ trong nồi và trên cánh khuấy, kiểm tra sự hoạt động của cánh khuấy, hệ thống cấp nhiệt (đường ống hơi, van hơi, đồng hồ đo nhiệt, đầu đo), hệ thống quạt hút và nước làm mát.

Bước 2: Khuấy trộn nguyên liệu (U₁ + F)

- Bơm 67,94% lượng Formaldehyde vào nồi

nấu. Trộn đều hóa chất trong nồi bằng hệ thống cánh khuấy (tốc độ quay 60-65 v/phút), sau khi dung dịch được trộn đồng nhất tiến hành kiểm tra pH của dung dịch. Sử dụng dung dịch NaOH (lượng 0,18% (U+F)) để điều chỉnh pH đạt mức pH 8,5-9,0 ở điều kiện thường.

- Urea lần 1 ($U_1 = 75\%U$) được đưa vào thông qua hệ thống tải trực vít, lượng urea cho vào chậm kết hợp cánh khuấy liên tục hoạt động giúp quá trình hòa trộn đồng đều và triệt để, tổng thời gian khuấy trộn nguyên liệu khoảng 15 phút.

Bước 3: Gia nhiệt

Sau khi nguyên liệu được trộn đều hoàn toàn, bắt đầu cấp nhiệt vào nồi nấu bằng cách mở van cấp nhiệt, tiếp tục duy trì khuấy trộn giúp gia nhiệt đồng đều ở các vị trí. Để nâng nhiệt độ nồi nấu lên 92-94°C, cần khoảng thời gian khoảng 90 phút, để hạn chế phản ứng diễn ra quá nhanh cần duy trì pH của dung dịch luôn trong khoảng 6,0-7,0, lượng NaOH cần dùng (lượng dùng 0,05% (U+F)).

Bước 4: Cho urea lần 2 (U_2) và bảo ôn

Urea lần 2 ($U_2 = 15\%U$) được cho vào chậm để theo dõi nhiệt độ trong nồi, khi cho urea vào nhiệt độ trong nồi có xu hướng giảm, để phản ứng xảy ra triệt để cần duy trì bảo ôn ở nhiệt độ 92-94°C. Giá trị pH ở giai đoạn này cần duy trì trong khoảng 5,6-6,5, cần kiểm tra keo thường xuyên và điều chỉnh bằng NaOH (lượng dùng 0,05% (U+F)). Tổng thời gian của công đoạn khoảng 60 phút.

Bước 5: Điều chỉnh môi trường để phản ứng diễn ra triệt để

Bắt đầu dùng cấp nhiệt để nhiệt độ trong nồi giảm tự nhiên, dùng dung dịch NH_4Cl (lượng dùng 0,17% (U+F)) để điều chỉnh độ pH của dung dịch xuống pH=4,5-5,0 tạo điều kiện cho phản ứng trùng ngưng xảy ra triệt để, quá trình giảm pH cần tiến hành chậm và kiểm tra pH liên tục 5 phút 1 lần.

Sau khi pH đạt mức yêu cầu, liên tục kiểm tra độ nhớt của dung dịch, khi độ nhớt đạt mức 130 mPa.s có thể tiến hành trung hòa dung dịch để dùng phản ứng trong nồi. Thêm NaOH (lượng dùng 0,15% (U+F)) vào nồi để trung hòa, giá trị pH sau khi trung hòa đạt pH 7,0-7,5; nhiệt độ trong nồi ở khoảng 80°C; Tổng thời gian thực hiện công đoạn này là 45 phút.

Bước 6: Cho urea lần 3 (U_3) và làm mát

Sau khi dung dịch được trung hòa bắt đầu cấp nước lạnh để hạ nhiệt độ nồi nấu xuống khoảng 40°C, đồng thời liên tục kiểm tra độ nhớt của dung dịch. Khi độ nhớt của dung dịch đạt mức 160 mPa.s bắt đầu thêm urea lần 3 ($U_3 = 10\%U$). Vào thời điểm nhiệt độ đạt 40°C kiểm tra độ pH của dung dịch phải đạt từ pH=7,0-8,0 nếu dưới mức này sử dụng NaOH để điều chỉnh (lượng dùng khoảng 0,05% (U+F)); Thời gian thực hiện 20 phút.

Bước 7. Bảo quản

Dung dịch keo sau khi nấu được cất trữ ở khu vực thoáng mát, trong thùng có nắp đậy, có ghi rõ thông tin mẻ nấu, thời gian nấu, thời gian bảo quản keo.

Nhận Xét:

- Quy trình công nghệ sản xuất keo UF-KC112 đã tách riêng thành bước công đoạn thao tác kèm theo các thông số công nghệ và nguyên liệu sử dụng cho từng bước, dễ thực hiện hơn so với quy trình sơ bộ (thực hiện theo giai đoạn phản ứng);

- Quy trình hoàn thiện đã thống nhất công thức tính toán nguyên liệu tổng quát cho từng bước công nghệ, nhằm phù hợp với nhiều quy mô sản xuất khác nhau;

- Quá trình điều chỉnh pH bằng NaOH và NH_4Cl của quy trình đã có định lượng rõ ràng ở từng bước công nghệ giúp thuận tiện cho quá trình thực hiện, nhằm điều chỉnh một cách chính xác giá trị pH tại mỗi bước công nghệ;

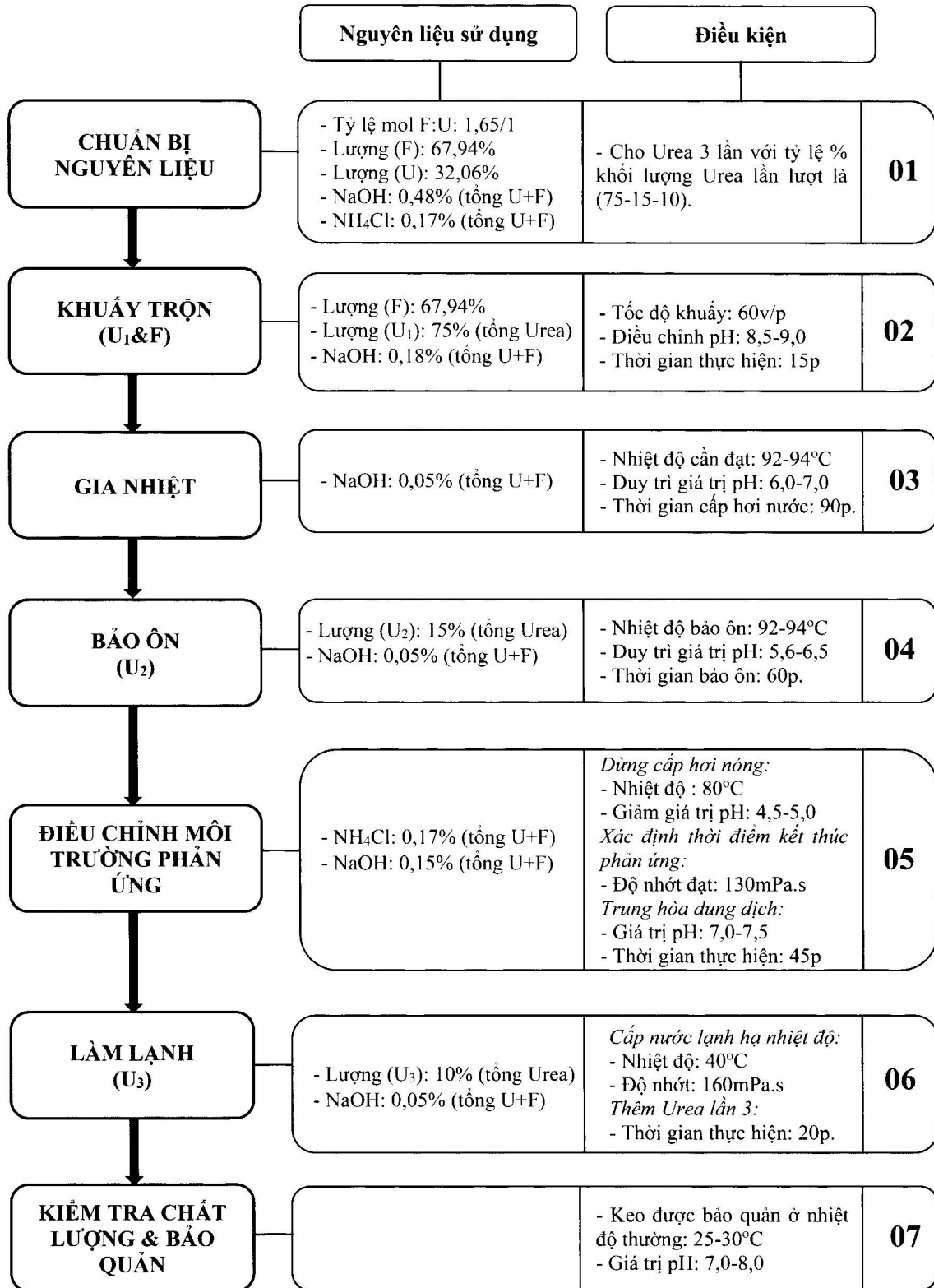
- Quy trình công nghệ hoàn thiện đã thêm Thời gian khuấy trộn. Đây là khoảng thời gian xảy ra các phản ứng cộng giữa U và F ở điều kiện thường, nên cần một khoảng thời gian khuấy trộn đều các nguyên liệu trước khi gia nhiệt (khoảng 15 phút), tạo điều kiện thuận lợi cho phản ứng này xảy ra;

- Do độ nhớt cuối của keo sau khi nấu khảo nghiệm là khá cao so với yêu cầu của keo dán dùng trong sản xuất ván dán. Do vậy ở quy trình hoàn thiện đã xác định thời điểm kết thúc phản ứng sớm hơn (khi độ nhớt đạt mức trong khoảng 120-130 mPa.s thì bắt đầu tiến hành kết thúc phản ứng) nhằm giảm độ nhớt của dung dịch keo sau cùng, phù hợp với chất lượng keo UF dùng cho sản xuất ván dán;

- Quy trình hoàn thiện đã điều chỉnh thời

gian bảo ôn kéo dài hơn 10 phút để tạo điều kiện cho phản ứng diễn ra hoàn toàn và chất lượng keo đồng đều hơn giúp giảm thời gian đóng rắn và tăng thời gian bảo quản keo. Thời gian bảo quản khi nấu khảo nghiệm ở mức 10-

12 ngày là khá thấp. Đồng thời, điều chỉnh thêm lượng NaOH ở giai đoạn cuối để nâng giá trị pH của dung dịch keo lên mức trong khoảng 7,0-8,0, nhằm kéo dài hơn thời gian bảo quản keo.



Hình 2. Quy trình công nghệ sản xuất keo UF-KC112

3.2. Kết quả kiểm tra tính chất keo UF-KC112 và ván dán

3.2.1. Kết quả kiểm tra tính chất keo UF-KC112

Keo UF-KC112 sau khi sản xuất theo quy trình công nghệ đề xuất được thử nghiệm về

chất lượng tại hai đơn vị thử nghiệm là Công ty cổ phần khảo sát & kiểm định xây dựng Hà Nội và Phòng thí nghiệm vật liệu và công nghệ gỗ - Viện nghiên cứu Công nghiệp rừng cho kết quả thể hiện tại bảng 7 và 8.

Bảng 7. Kết quả thử nghiệm keo UF-KC112 (theo bảng kết quả thử nghiệm của Công ty cổ phần khảo sát & kiểm định xây dựng Hà Nội; Ngày thí nghiệm ngày 20/7/2020)

TT	Các chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả thử nghiệm				Tiêu chuẩn thử nghiệm	Thông số tiêu chuẩn quy định
			Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB		
1	Hàm lượng khô	%	57,59	54,88	56,96	56,48	EN 827:2005	-
2	Độ nhớt	mPa.s	255	233	247	245	ASTM D1084-16	-
3	Giá trị pH	-	7,28	7,34	7,41	7,34	GB/T 14074-2017	-
4	Hàm lượng formaldehyde tự do	%	1,25	1,36	1,32	1,31	TCVN 11569:2016	Hàm lượng formaldehyde tự do không lớn hơn 1,4% (Theo Quy chuẩn QCVN 03-01:2018/BNNPTNT)

Bảng 8. Kết quả thử nghiệm hàm lượng Formaldehyde tự do keo UF-KC112 (theo bảng kết quả thử nghiệm của Phòng thí nghiệm vật liệu và Công nghệ gỗ - Viện nghiên cứu Công nghiệp rừng; Ngày thí nghiệm 02-07/10/2020)

TT	KH mẫu	Chỉ tiêu thử nghiệm	Phương pháp thử nghiệm	n ¹	Kết quả thử nghiệm	Đơn vị	Đánh giá ²
1	201003-1/PTN (UF-KC112)	Hàm lượng Formaldehyde tự do	TCVN-11569:2016	3	1,05	%	Đạt

Từ kết quả thí nghiệm tại bảng 7 có thể thấy, các chỉ số về hàm lượng khô, độ nhớt và giá trị pH của keo UF-KC112 đều phù hợp với mức chất lượng keo UF thông dụng sử dụng cho sản xuất ván dán. Đồng thời, thí nghiệm kiểm tra chất lượng keo UF-KC112 được lặp lại ở 3 mẻ nấu cho kết quả có sự sai khác không lớn, cụ thể: Hàm lượng khô của keo trong khoảng 54,88-57,59%; Độ nhớt của keo trong khoảng 233-255 mPa; pH của keo trong khoảng 7,28-7,41; Hàm lượng Formaldehyde tự do trong khoảng 1,25-1,36%. Thông số chất lượng keo ở các mẻ nấu khác nhau có giá trị giao động ở mức nhỏ, điều này minh chứng quy trình công nghệ sản xuất keo UF-KC112 cho sản phẩm keo chất lượng tốt và có tính ổn định cao.

Từ kết quả thử nghiệm hàm lượng formaldehyde tự do của keo tại bảng 7 và bảng 8 đều có giá trị nhỏ hơn 1,4 %, đạt quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 03-01:2018/BNN&PTNT về keo dán gỗ.

3.2.2. Kết quả thử nghiệm ván dán sử dụng keo UF-KC112

Ván dán sử dụng dòng keo UF-KC112 được ép thành phẩm, sau đó được kiểm tra một số các tính chất của ván, kết quả được thể hiện tại bảng 9.

Từ bảng kết quả thử nghiệm các tính chất ván dán (bảng 9) so sánh với một số thông số theo tiêu chuẩn Quốc tế hiện hành quy định có thể thấy, độ ẩm sản phẩm ván nằm trong phạm vi giới hạn tiêu chuẩn GB/T 9846-2015 quy

định; Chỉ số độ bền kéo trượt màng keo ván dán sử dụng keo UF-KC112 cao hơn hẳn so với tiêu chuẩn GB/T 9846-2015 quy định, đồng thời độ bền kéo trượt màng keo của ván dán đảm bảo theo chuẩn Class I và tiêu chuẩn EN 314-1:2004; Có thể thấy độ bền uốn tĩnh và mô đun đàn hồi uốn tĩnh của ván dán có giá

trị cao hơn đáng kể so với yêu cầu của tiêu chuẩn GB/T 9846-2015; Hàm lượng formaldehyde tự do xác định được trong ván dán có giá trị trung bình 3,32 mg/m²h là hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu theo tiêu chuẩn Châu Âu cấp độ E1 (BS EN 13986:2004+A1:2015).

Bảng 9. Kết quả thử nghiệm tính chất ván dán 12mm sử dụng keo UF-KC112 (theo bảng kết quả thử nghiệm của Công ty cổ phần khảo sát & kiểm định xây dựng Hà Nội; Ngày thí nghiệm 20/7/2020)

STT	Các chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Tiêu chuẩn thử nghiệm	Chỉ số tiêu chuẩn quy định
1	Độ ẩm ván	%	11,62	TCVN 7756-3:2007	- GB/T 9846-2015: Quy định độ ẩm ván trong khoảng (5-16) % (quy định cho ván dán dày 9 - 12 mm).
2	Khối lượng riêng	Kg/m ³	614	TCVN 7756-4:2007	-
3	Trương nở chiều dày	%	8,77	EN 317:1993	-
4	Độ bền kéo trượt màng keo	MPa	1,15	EN 314-1:2004	- Class I: Sử dụng điều kiện khô trong nhà; Mẫu xử lý ngâm nước lạnh (20±3)°C trong 24h; Khi $f_t \geq 1,0$ không quy định tỷ lệ diện tích phá hủy ở gỗ. - GB/T 9846-2015: Quy định độ bền kéo trượt màng keo $\geq 0,7$ MPa (quy định cho ván dán dày 9 - 12 mm).
5	Độ bền uốn tĩnh	MPa	40,82	EN 310:1993	- GB/T 9846-2015: Quy định độ bền uốn tĩnh ≥ 28 MPa (quy định cho ván dán dày 9 - 12 mm).
6	Mô đun đàn hồi uốn tĩnh	GPa	5,63	EN 310:1993	- Theo GB/T 9846-2015: Mô đun đàn hồi uốn tĩnh ≥ 5 GPa (quy định cho ván dán dày 9 - 12 mm).
7	Hàm lượng formaldehyde	mg/m ² h	3,32	EN 717-2:1995	- Hàm lượng Formaldehyde cấp độ E1 theo tiêu chuẩn Châu Âu (BS EN 13986:2004 + A1:2015) quy định $\leq 3,5$ mg/m ² h.

Chất lượng keo dán là yếu tố hết sức quan trọng trong việc nâng cao tính chất cơ lý của ván dán, có thể thấy ván dán sử dụng keo UF-KC112 có các tính chất cơ lý vượt trội so với các thông số tiêu chuẩn liên quan quy định, bên cạnh đó vẫn đảm bảo được các yếu tố quy định về hàm lượng phát thải formaldehyde ở cấp độ E1 Châu Âu. Thông số về chất lượng của ván dán là minh chứng chuẩn mực cho chất lượng keo dán sử dụng. Như vậy có thể khẳng định sản phẩm keo UF-KC112 là sản phẩm keo có chất lượng cao, hoàn toàn đáp ứng được các tiêu chuẩn về keo dán gỗ.

Quy trình công nghệ sản xuất keo UF-KC112 đã được áp dụng sản xuất thử nghiệm tại một số nhà máy sản xuất, quy trình và sản phẩm đều được các cơ sở đánh giá cao, điều này minh chứng cho tính ổn định của quy trình công nghệ, mang tính phổ biến, có thể ứng dụng ở nhiều quy mô sản xuất khác nhau.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng được quy trình sản xuất keo UF-KC112 chất lượng cao dùng cho sản xuất ván dán, sử dụng tỷ lệ mol nguyên liệu F/U là 1,65/1, với 3 lần đưa urea (theo tỷ lệ $U_1:U_2:U_3$ là 75:15:10) vào phản ứng ở 3 giai đoạn khác nhau của quy trình sản xuất. Quy trình công nghệ được xây dựng có các bước thực hiện đơn giản, dễ định lượng, có tính ổn định cao.

Sản phẩm keo UF-KC112 được tổng hợp từ quy trình (quy mô nấu 3.000kg/m³, 3 lần lặp) có chất lượng tốt, ổn định. Đặc biệt, keo tạo ra có hàm lượng Formaldehyde tự do $\leq 1,4$ %, hoàn toàn đáp ứng Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về keo dán gỗ QCVN 03-01: 2018/BNN&PTNT.

Sản phẩm ván dán sử dụng keo UF-KC112 có hàm lượng formaldehyde $\leq 3,5$ mg/m²h đạt cấp độ E1 theo tiêu chuẩn của Châu Âu (BS EN 13986:2004+A1:2015) quy định, ván dán sử dụng dòng keo này có tính chất cơ lý cao hơn hẳn so với các tiêu chuẩn liên quan quy định.

Kết quả của nghiên cứu là một trong những cơ sở khoa học mang tính thực tiễn, giúp các nhà nghiên cứu, doanh nghiệp chế biến gỗ có thể kế thừa và phát triển dòng keo UF chất lượng cao dùng cho đồ nội thất xuất khẩu.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí bởi đề tài Khoa học và phát triển cấp bộ “**Nghiên cứu công nghệ sản xuất keo urea formandehyde (UF) chất lượng cao dùng trong sản xuất ván nhân tạo**”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Akpabio, UD., 2012. Effect of pH on the properties of urea formaldehyde adhesives, *International Journal of Modern Chemistry*, 2: 15-19.
2. Ding, Rui, Su, Changhong, Yang, Yangong, Li, Chengfeng, Liu, Juncheng, 2013. Effect of wheat flour on the viscosity of urea-formaldehyde adhesive, 41: 1-5.
3. Dương Thị Huyền và Nguyễn Văn Thuận, 2011. Nghiên cứu tổng hợp tạo keo UF có hàm lượng formaldehyde tự do thấp, *Trường Đại học Lâm nghiệp*.
4. Gonçalves, Carolina, Pereira, João, Paiva, Nádia, Ferra, João, Martins, Jorge, Magalhães, Fernão, Barros-Timmons, Ana, 2020. Study of the synthesis parameters of a urea-formaldehyde resin synthesized according to alkaline-acid process, *International Journal of Adhesion and Adhesives*: 102646.
5. Hong, Min-Kug, Park, Byung-Dae, 2017. Effect of urea-formaldehyde resin adhesive viscosity on plywood adhesion, *Korean Wood Sci. Technol*, 45: 223-31.
6. Kawalerczyk, Jakub, Dziurka, Dorota, Mirski, Radoslaw, Trociński, Adrian, 2019. Flour fillers with urea-formaldehyde resin in plywood, *BioResources*, 14: 6727-35.
7. Lubis, Muhammad Adly Rahandi, Park, Byung-Dae, 2020. Enhancing the performance of low molar ratio urea-formaldehyde resin adhesives via in-situ modification with intercalated nanoclay, *The Journal of Adhesion*: 1-20.
8. Nguyễn Thị Thuận, Vũ Mạnh Tường, Trần Văn Chứ, 2020. Ảnh hưởng của tỉ lệ thành phần nguyên liệu đến một số tính chất keo UF biến tính bằng PVA, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 3: 114-22.
9. Nguyễn Trọng Kiên và Phạm Văn Chương, 2013. *Keo dán gỗ*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
10. Trần Văn Chứ và Cao Quốc An, 2012. Keo dán và chất phụ, *Trường Đại học Lâm nghiệp*.

RESEARCH CONSTRUCTION TECHNOLOGY PROCESS PRODUCTION OF HIGH-QUALITY UREA-FORMALDEHYDE (UF-KC112) RESIN FOR THE PRODUCTION OF PLYWOOD

Pham Tuong Lam¹, Tran Van Chu¹, Cao Quoc An¹, Nguyen Tat Thang¹

¹Vietnam National University of Forestry

SUMMARY

This study focused on building a technological process to produce high-quality UF resin (UF-KC112) used for plywood production. The UF resin's process technology is built through a preliminary process research and testing process on an industrial scale, thereby adjusting steps and technological parameters to the actual production. Process technology is judged through the quality of the UF-KC112 resin and plywood using this resin species. The results show that the UF-KC112 resin created from this process has good quality, high stability, environmental friendliness, formaldehyde content of about 1.31%, completely meeting National Technical Regulation on wood adhesives (QCVN 03-01: 2018/ BNNPTNT). Plywood is produced from UF-KC112 resin has mechanical properties better than the quality for plywood specified in GB / T9846-2015 standard. According to Class 1 standards at 1.15 MPa, higher than the requirement of GB / T9846-2015 standard (specified ≥ 0.7 MPa). Simultaneously, the formaldehyde content of the plywood is 3.32 mg/m²h, meeting European E1 requirements according to BS EN 13986: 2004 + A1: 2015 standard.

Keywords: Urea Formaldehyde, Plywood, Formaldehyde content, Physical-Mechanical properties.

Ngày nhận bài : 16/11/2020
Ngày phản biện : 17/12/2020
Ngày quyết định đăng : 30/12/2020