

# HIỆU QUẢ CHỐNG CHÁY CỦA MỘT SỐ ĐƠN PHA CHẾ CHẤT CHỐNG CHÁY DÙNG TRONG VÁN DẼM

Trần Văn Chứ<sup>1</sup>, Lý Tuấn Trường<sup>1</sup>

## TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả chống cháy của các loại ván dẽm được tạo ra từ gỗ Bồ đề và 03 đơn pha chế chất chống cháy với hai phương pháp cho chất chống cháy chỉ vào lớp bề mặt ván dẽm và toàn bộ ba lớp của ván dẽm. Qua đó, tìm ra đơn pha chế chất chống cháy phù hợp với điều kiện công nghệ và sản xuất của Việt Nam. Chất chống cháy cho vào ván dẽm theo phương pháp hoà tan cùng keo dán và phun vào dẽm gỗ. Kết quả nghiên cứu cho thấy: 3 công thức pha chế chất chống cháy khi cho vào lớp mặt và toàn bộ ván dẽm cho phép tạo ra được ván dẽm chậm cháy, đáp ứng được những yêu cầu cơ bản của ván dẽm dùng trong xây dựng và hàng mộc. Các yêu cầu đó gồm: khả năng chống cháy tốt, ảnh hưởng ít đến độ bền ván, phương pháp cho vào ván dẽm, ít độc hại, giá cả phải chăng... Trong 3 đơn pha chế chất chống cháy, đơn thứ ba phù hợp nhất với điều kiện sản xuất của chúng ta. Chất chống cháy cho vào lớp mặt của loại ván dẽm có giá thành thấp, tỷ lệ tổn thất khối lượng ván dẽm vẫn nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên, thời gian bén lửa, cháy lan toả và cháy âm ỉ của loại ván dẽm này chưa đáp ứng được yêu cầu của tiêu chuẩn. Ván dẽm khi cho chất chống cháy vào toàn bộ ván dẽm có tỷ lệ tổn thất khối lượng ván dẽm thấp, các chỉ số về hệ số dẫn nhiệt của ván dẽm, thời gian bén lửa, cháy có ngọn lửa và cháy có khói của ván dẽm đáp ứng tốt yêu cầu của tiêu chuẩn. Theo kết quả nghiên cứu công nghệ sản xuất ván dẽm chậm cháy hoàn toàn có thể được áp dụng vào thực tế sản xuất với những trang thiết bị dùng trong sản xuất các loại ván dẽm thông dụng hiện nay. Khả năng chống cháy của ván dẽm chậm cháy thay đổi rõ khi nhiệt độ thay đổi. Mức độ thay đổi tỷ lệ tổn thất khối lượng của các loại ván dẽm được xếp theo thứ tự sau: ván dẽm thông dụng > ván dẽm từ đơn 3 > ván dẽm từ đơn 1 > ván dẽm từ đơn 2.

**Từ khóa:** Hệ số dẫn nhiệt, tỷ lệ tổn thất khối lượng, sự thay đổi nhiệt độ bên trong mẫu, thời gian bén lửa, thời gian cháy có ngọn lửa, thời gian cháy âm ỉ, ván dẽm chậm cháy, chất chống cháy.

## 1. BẬT VẤN ĐỀ

Theo cùng sự phát triển kinh tế - xã hội, nhu cầu sử dụng gỗ và sản phẩm từ gỗ của con người ngày càng gia tăng cả về số lượng và chất lượng. Để đáp ứng nhu cầu sử dụng, chúng ta đã chuyển hướng mục tiêu từ sử dụng gỗ rừng tự nhiên và sản phẩm xẻ sang gỗ mộc nhanh rừng trồng và sản phẩm ván nhân tạo. Ván dẽm là một trong những loại ván nhân tạo được sử dụng rộng rãi trong sản xuất đồ mộc dân dụng ở nước ta. Tuy nhiên, ván dẽm rất dễ cháy, do đó, việc nghiên cứu tạo ra ván dẽm chậm cháy có ý nghĩa hết sức quan trọng trong công tác phòng, chống cháy và khả năng cạnh tranh của ván dẽm trên thị trường. Hiện nay, có nhiều phương pháp sản xuất ván dẽm chậm cháy, nhưng tổng hợp lại có hai giải pháp cơ bản là: xử lý chống cháy cho ván dẽm thành phẩm và xử lý chống cháy trong quá trình sản xuất ván dẽm. Phương pháp được ứng dụng nhiều nhất hiện nay là trộn chất chống cháy cùng keo dán sau đó tiến hành phun vào dẽm trong quá trình sản xuất

ván [1]. Để giải quyết vấn đề chống cháy cho ván dẽm thì chỉ có con đường dùng hoá chất chống cháy là có hiệu quả. Tuy nhiên, khi dùng hoá chất chống cháy cho ván dẽm, hoá chất chống cháy sẽ có ảnh hưởng đến tính năng kỹ thuật của keo dán (khả năng hoà tan, độ bền liên kết của màng keo, độ pH của hỗn hợp keo dán, ...), đến tính chất vật lý, cơ học của ván dẽm (đặc biệt khả năng hút nước của ván, độ bền liên kết của ván...), ngược lại, các thông số chế độ ép (đặc biệt nhiệt độ và thời gian ép tạo ván) cũng ảnh hưởng đến hiệu quả chống cháy của các hóa chất này. Dưới đây là các phương pháp nghiên cứu quá trình cháy của ván dẽm tạo ra từ gỗ Bồ đề và 3 đơn pha chế chất chống cháy nhằm đánh giá hiệu quả chống cháy của các đơn pha chế này trong sản xuất ván dẽm ở một chế độ công nghệ cụ thể.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Nguyên liệu dùng trong thí nghiệm

#### 2.1.1. Nguyên liệu gỗ và dẽm

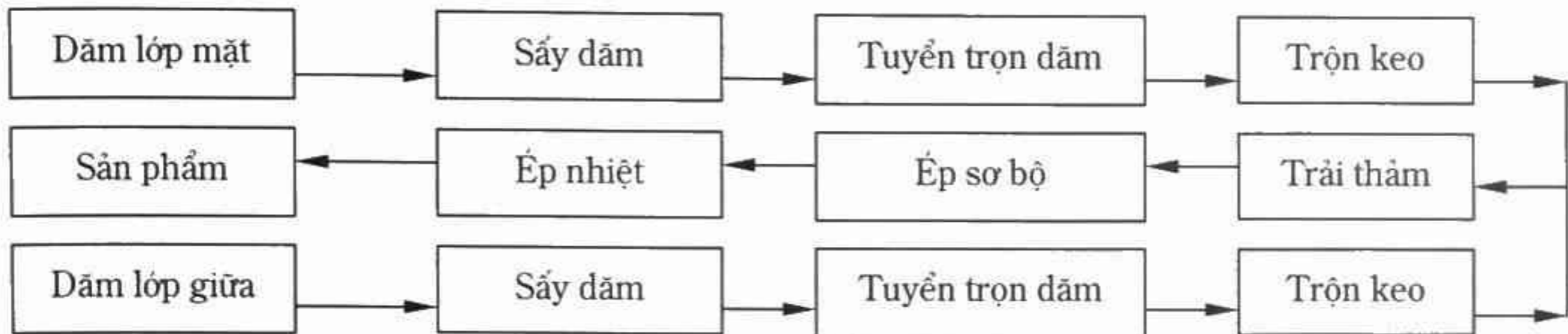
Gỗ dùng trong thí nghiệm là gỗ Bồ đề (tên khoa học là *Styrax tonkinensis* - Pierre, thuộc nhóm VII)

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

7-8 tuổi được lấy về từ huyện Đoan Hùng, tỉnh Phú Thọ.

Gỗ Bò để sau chặt hạ, tập kết được loại trừ vỏ, sau đó được băm trên máy băm dăm BX444 của Trung tâm Công nghiệp rừng, Trường Đại học Lâm nghiệp. Sau khi phân loại, loại bỏ những dăm không

đạt yêu cầu, dăm được sấy đến độ ẩm 3-5% cho dăm lớp lõi, 4-6% cho dăm lớp mặt và được kiểm tra kích thước (Dăm lớp mặt: Độ dày trung bình 0,25 mm, chiều dài dăm <10 mm, độ thon 40-50, dăm lớp lõi: Độ dày 0,35-0,45 mm, chiều dài dăm <30, độ thon 40-50).



Hình 1. Quá trình công nghệ tạo ván dăm chậm cháy

### 2.1.2. Keo dán

Keo dùng trong thí nghiệm là keo Urê-Fomandehyt (U-F) kí hiệu Dynchem WG -2888 của Hãng Dyno. Các chỉ tiêu kỹ thuật của keo U-F qua kiểm tra theo tiêu chuẩn GB/T14074.4-93: dạng lỏng, màu trắng đục, hàm lượng khô 47%, tỷ trọng 1,25-1,27 g ml<sup>-1</sup>, độ nhớt 100-180 Pa.s (ở 20°C), độ pH 7,0-7,2, thời gian gel hoá 67 s, lượng fomandehyt tự do nhỏ hơn 0,5%, thời gian bảo quản 2 tháng.

### 2.1.3. Chất chống ẩm

Căn cứ vào các kết quả đã được nghiên cứu và nhà sản xuất giới thiệu, chúng tôi dùng chất chống ẩm là dung dịch parafin của Nhà máy Tây Long - Quảng Đông - Trung Quốc cho sản xuất ván dăm chậm cháy. Các chỉ tiêu kỹ thuật của dung dịch parafin: khối lượng riêng 0,835-0,855 g/cm<sup>3</sup>, nồng độ 60-65%, nhiệt độ nóng chảy 60°C, nhiệt độ phân giải 170°C, nhiệt độ bốc cháy 360°C [5]. Trong nghiên cứu, lượng paraffin sử dụng là 1% [3], [9].

### 2.1.4. Chất chống cháy

Các hóa chất được mua tại Nhà máy Hóa chất Đức Giang.

- Axit boric (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>): Axit boric là chất màu trắng dạng tinh thể, khối lượng phân tử 61, tỷ trọng 1,44, lượng tan trong nước ở 20°C- 5 g/100g H<sub>2</sub>O, nhiệt độ nóng chảy 70°C, nhiệt độ phân hủy 320°C, độ pH-4 [4], [5].

- Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10H<sub>2</sub>O: Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10H<sub>2</sub>O là chất màu trắng dạng tinh thể, khối lượng phân tử 382, tỷ trọng 1,55, lượng tan trong nước ở 20°C- 3,75 g/100 g H<sub>2</sub>O,

nhiệt độ nóng chảy 87°C, nhiệt độ phân hủy 387°C, độ pH-9,3 [5].

- Chất chống cháy UP {H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 1 mol; urê 1,5 mol}: UP là chất chống cháy được tạo ra khi cho H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> tác dụng với urê. UP trong suốt màu hanh vàng, hàm lượng khô 55-65%, độ pH 6,5-7, tỷ trọng 1,21-1,25 g.ml<sup>-1</sup>, khả năng hoàn tan trong nước ở 20°C 321 g/100g H<sub>2</sub>O, độ nhớt 80-100 Pa.s (ở 20°C), thời gian bảo quản 6 tháng [3], [5].

- Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O: Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O là chất màu trắng dạng tinh thể, khả năng hòa tan trong nước ở 20°C là 6,3 g/100 g nước, ở 100°C hầu như tan hết [5].

- (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> là chất màu trắng dạng tinh thể, khả năng hòa tan trong nước ở 20°C là 6,3 g/100 g nước, ở 70°C là 106 g/100 g nước [5].

## 2.2. Phương pháp thí nghiệm

### 2.2.1. Quá trình tạo ván dăm chậm cháy

Quá trình công nghệ tạo ván dăm chậm cháy theo sơ đồ ở hình 1.

Quy trình công nghệ tạo ván dăm chậm cháy về cơ bản giống quy trình công nghệ tạo ván dăm thông dụng. Điểm khác nhau chính là phương pháp đưa chất chống cháy vào trong ván dăm. Trong thí nghiệm tạo ván dăm, chúng tôi trộn chất chống cháy cùng keo dán. Hỗn hợp keo dán và chất chống cháy được đưa vào chỉ lớp mặt ván dăm và cho vào toàn bộ ván dăm.

Các đơn pha chế chất chống cháy dùng trong nghiên cứu như sau:

Đơn 1:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  50%,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  50%} [6].

Đơn 2:  $\{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  55%,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10%} [10].

Đơn 3:  $\{\text{H}_3\text{PO}_4$  1 mol, urê 1,5 mol} [11].

Đơn pha chế chất chống cháy 1 và 2 được hòa tan trong nước ở nhiệt độ  $50^\circ\text{C}$  thành dung dịch có nồng độ 50%. Sau khi chất chống cháy hòa tan hết trong nước, ta hòa trộn cùng keo dán. Đơn pha chế 3 có thể hòa tan trực tiếp cùng keo dán. Lượng chất chống cháy cho vào keo dán là 10% (so với lượng keo). Trong quá trình trộn các chất chống cháy cùng keo dán cần chú ý khuấy đều để tránh hiện tượng vón cục. Trong quá trình phun trộn keo vào dăm, thùng chứa keo cũng được khuấy liên tục để tránh lắng đọng và vón cục. Có thể giảm bớt độ nhớt của hỗn hợp keo bằng cách nâng nhiệt độ dung dịch lên  $30-40^\circ\text{C}$ .

Các thông số kỹ thuật của ván dăm trước khi ép: độ ẩm dăm trước khi trộn keo (lớp mặt 4-6%, lớp lõi 3-5%), độ ẩm thấm sau trộn keo 15%, độ ẩm ván dăm sau khi ép 10%, độ pH sau trộn keo (lớp mặt 6,5, lớp lõi 5,5) [2]. Các thông số kỹ thuật của ván dăm chậm cháy: chiều dày 16 mm, khối lượng thể tích  $0,7 \text{ g/cm}^3$ , tỷ lệ kết cấu 1:3:1, các chỉ tiêu tính chất cơ, vật lý đáp ứng yêu cầu của ván dăm cấp II dùng cho đồ mộc và xây dựng. Các thông số chế độ ép: nhiệt độ ép  $160^\circ\text{C}$ , áp suất ép 2,2 MPa, thời gian ép 0,4 phút/mm [3].

### 2.2.2. Kiểm tra kết quả thí nghiệm

Chất lượng của keo dán được kiểm tra theo tiêu chuẩn GB/T4897-77 [7].

Độ pH của keo dán, chất chống cháy, dung dịch parafin và hỗn hợp các chất được đo bằng máy đo độ pH (HI 9224 Microprocessor printing pH meter). Độ chính xác của máy đo độ pH là 0,1. Độ nhớt của keo dán được đo bằng máy đo độ nhớt (Rion Viscoteter VT-04). Độ bền liên kết màng keo nhằm đánh giá sự ảnh hưởng của chất chống cháy đến khả năng liên kết của màng keo và các thành phần khác trong ván dăm. Độ bền liên kết màng kiểm tra theo tiêu chuẩn GB/T 14074.10-93. Thiết bị kiểm tra là máy thử tính chất cơ lý AMSLE 5 tấn 11/2612 của Trường Đại học Lâm nghiệp. Thời gian gel hóa của keo dán kiểm tra theo tiêu chuẩn GB/T 14074.10-93 [4].

Ván dăm chậm cháy sau khi ép được để ổn định 48 h, sau đó được sấy đến độ ẩm 12% (máy đo độ ẩm

Wagner L606 Moisture Meter). Độ chính xác của máy là 0,1%. Các mẫu được cắt theo các tiêu chuẩn kiểm tra động học.

Khả năng chống cháy của ván dăm (tỷ lệ tổn thất khối lượng ván dăm) kiểm tra theo tiêu chuẩn ASTM-E69-50. Thiết bị kiểm tra là phương pháp “ống lửa” [7], [1].

Tốc độ thay đổi khối lượng mẫu thử theo nhiệt độ và sự thay đổi nhiệt độ bên trong mẫu thử kiểm tra theo tiêu chuẩn ISO871 và ASTM D192. Thiết bị kiểm tra là phương pháp “ống lửa” và “hộp gốm” [8], [10], [9].

Sự thay đổi khối lượng mẫu thử theo nhiệt độ được đo bằng cân điện tử (OHAUS Precision standard). Độ chính xác của cân điện tử là 0,01 g. Khối lượng mẫu lớn nhất có thể đo được là 2.000 g.

Sự thay đổi nhiệt độ bên trong mẫu thử đo bằng máy đo nhiệt độ (Sense Tech Meter 150). Đặc tính kỹ thuật của máy đo nhiệt độ này như sau: dải đo  $0-1700^\circ\text{C}$ , độ phân giải  $1^\circ\text{C}$ , độ chính xác  $0,1^\circ\text{C}$ .

Hệ số dẫn nhiệt của ván dăm ở các nhiệt độ khác nhau được xác định tại Bộ môn Nhiệt - Lạnh, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Phương pháp xác định hệ số dẫn nhiệt như sau:

Ván dăm được sấy đến độ ẩm 12% (máy đo độ ẩm Wagner L606 Moisture Meter). Độ chính xác của máy là 0,1%. Các mẫu ván dăm được đo khối lượng thể tích và hệ số dẫn nhiệt (trong khoảng nhiệt độ  $34,9-90^\circ\text{C}$ ). Kích thước mẫu ván dăm là:  $150 \times 150 \times 16 \text{ mm}$ .

Thời gian bén lửa, cháy có ngọn lửa và cháy có khói của ván dăm kiểm tra theo tiêu chuẩn JIS Z2120. Thiết bị kiểm tra là phương pháp “ống lửa” [10], [12].

## 3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

### 3.1. Một số chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp keo

Để đảm bảo chất lượng ván dăm, tiến hành kiểm tra một số chỉ tiêu chất lượng của hỗn hợp keo dán, chất chống cháy, chất chống ẩm. Các chỉ tiêu kiểm tra là độ pH, thời gian gel hóa, khả năng hòa tan, độ bền liên kết màng keo. Kết quả được trình bày ở bảng 1.

Kết quả kiểm tra khả năng hòa tan chất chống cháy trong nước cho thấy đơn chống cháy 3 có thể tan trong nước vô hạn. Đơn 3 có thể pha chế thẳng vào dung dịch keo mà không cần dùng nước hòa tan trước. Đơn 2 chất chống cháy khó tan hơn. Đơn 2 khi

pha chế cần nâng nhiệt độ hỗn hợp lên 40°C. Đơn 1 khi đơn lẻ thì Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10H<sub>2</sub>O và H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> đều tan kém trong nước, nhưng khi hỗn hợp khả năng tan tốt hơn. Vì thế, trong quy trình sấy dăm cần tính toán đến lượng nước dùng để pha chế chất chống cháy.

**Bảng 1. Một số chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp keo**

Đơn	Chỉ tiêu chất lượng		
	Độ pH	Thời gian gel hóa (s)	Độ bền liên kết màng keo (KG/cm <sup>2</sup> )
Đối chứng (0)	7,1	67	18,1
1	5,1	41	15,0
2	5,6	50	16,9
3	5,8	55	17,8

Các kết quả ở bảng 1 cho thấy: Độ pH của dung dịch khi hòa trộn đều không đảm bảo yêu cầu khi trộn dăm (pH của hỗn hợp keo trước khi trộn dăm

lớp mặt là 6,5, lớp lõi 5,5) [3]. Đơn pha chế chất chống cháy 1 ảnh hưởng nhiều nhất đến độ pH của hỗn hợp keo, tiếp theo là đơn 2 và đơn 3. Như vậy, sẽ ảnh hưởng rất lớn đến độ bền liên kết bên trong ván dăm, do keo sẽ đông rắn quá nhanh. Do thời gian đông rắn nhanh, màng keo sẽ bị giòn, chất lượng dán dính không đảm bảo. Điều này cũng được lý giải ở kết quả đo độ bền liên kết màng keo, chỉ có đơn 3 đạt chất lượng dán dính gần tiếp cận tiêu chuẩn. Đối với các đơn khác độ bền đều thấp hơn so với yêu cầu.

Vì vậy, khi tạo ván dăm chậm cháy theo phương pháp trộn chất chống cháy cùng keo dán, cần tiến hành kiểm tra và điều chỉnh độ pH của hỗn hợp.

### 3.2. Vận tốc thay đổi tỷ lệ tổn thất khối lượng mẫu thử

Vận tốc thay đổi tỷ lệ tổn thất khối lượng mẫu thử theo nhiệt độ được ghi lại ở bảng 2.

**Bảng 2. Tỷ lệ tổn thất khối lượng mẫu thử khi nhiệt độ thay đổi**

Kí hiệu	Tỷ lệ tổn thất khối lượng (%)					
	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C
1.0	6,567	8,633	14,200	28,800	39,800	42,100
1.1	5,900	6,700	7,900	14,900	22,600	24,300
2.1	6,000	6,200	7,703	13,100	21,600	23,400
3.1	6,400	6,900	8,102	17,200	24,800	26,700
1.2	6,100	7,200	8,423	16,800	25,900	27,900
2.2	6000	7,000	8,100	14,300	23,600	25,600
3.2	6,100	7,500	9,200	19,700	29,700	31,200

*Ghi chú: 1.0 là mẫu ván dăm thông dụng. 1.1, 2.1, 3.1 là các mẫu ván dăm cho chất chống cháy vào toàn bộ ván. 1.2, 2.2, 3.2, là mẫu ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt.*

Từ các số liệu ở bảng 2, ta có thể lập được các phương trình tương quan biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ thử và tỷ lệ tổn thất khối lượng như sau:

$$Y_{1.0} = 21,667 + 0,237x - 1,0 \times 10^{-3}x^2 - 9,2 \times 10^{-7}x^3 \quad (1)$$

$$Y_{1.1} = 15,167 + 0,135x - 5,1 \times 10^{-4}x^2 - 4,4 \times 10^{-7}x^3 \quad (2)$$

$$Y_{2.1} = 15,028 + 0,129x - 4,7 \times 10^{-4}x^2 - 3,9 \times 10^{-7}x^3 \quad (3)$$

$$Y_{3.1} = 18,064 + 0,170x - 6,4 \times 10^{-4}x^2 - 5,6 \times 10^{-7}x^3 \quad (4)$$

$$Y_{1.2} = 16,969 + 0,158x - 6,0 \times 10^{-4}x^2 - 5,1 \times 10^{-7}x^3 \quad (5)$$

$$Y_{2.2} = 15,033 + 0,129x - 4,86 \times 10^{-4}x^2 - 4,0 \times 10^{-7}x^3 \quad (6)$$

$$Y_{3.2} = 19,367 + 0,195x - 7,6 \times 10^{-4}x^2 - 6,7 \times 10^{-7}x^3 \quad (7)$$

Trong đó: Y<sub>1.0</sub>- tỷ lệ tổn thất khối lượng của ván dăm thông dụng (%); Y<sub>1.1</sub>, Y<sub>2.1</sub>, Y<sub>3.1</sub>- tỷ lệ tổn thất khối lượng của ván dăm từ các công thức pha chế chống

cháy 1, 2, 3 khi cho chất chống cháy vào toàn bộ ván dăm (%); Y<sub>1.2</sub>, Y<sub>2.2</sub>, Y<sub>3.2</sub>- tỷ lệ tổn thất khối lượng của ván dăm từ các công thức pha chế 1, 2, 3 khi cho chất chống cháy vào lớp mặt (%); x- nhiệt độ bên trong mẫu thử (°C).

Kết quả này cho thấy, khi nhiệt độ tăng lên 100 - 500°C, tỷ lệ tổn thất lượng mẫu thử luôn tăng lên. Trong khoảng nhiệt độ 100 - 300°C, khi nhiệt độ tăng lên giá trị Y của các phương trình thay đổi rất ít.

### 3.3. Sự thay đổi nhiệt độ bên trong mẫu thử theo thời gian

Sự thay đổi nhiệt độ bên trong mẫu thử theo thời gian đốt cháy mẫu được ghi lại ở bảng 3.

Bảng 3. Sự thay đổi nhiệt độ bên trong mẫu thử (°C)

Thời gian (phút)	Nhiệt độ bên trong mẫu thử (°C)						
	CT 1.0	CT 1.1	CT 1.2	CT 2.1	CT 2.2	CT 3.1	CT 3.2
10	127	100	120	96	112	113	125
20	230	185	192	161	176	206	251
30	384	330	346	310	320	367	382
40	658	600	623	591	611	621	631

Ghi chú: CT 1.1, CT 2.1, CT 3.1 là loại ván dăm cho chất chống cháy vào toàn bộ ván. CT 1.2, CT 2.2, CT 3.2 là loại ván dăm cho chất chống cháy vào lớp ngoài. CT 1.0 là loại ván dăm không xử lý chống cháy (ván dăm đối chứng).

Các phương trình tương quan biểu thị quan hệ giữa nhiệt độ bên trong mẫu thử (Y) và thời gian đốt cháy mẫu (x) qua xử lý như sau:

$$Y_{1.0} = 126,75 - 3,91x + 0,43x^2 \quad (8)$$

$$Y_{1.1} = 123,75 - 6,67x + 0,46x^2 \quad (9)$$

$$Y_{1.2} = 160,75 - 8,99x + 0,51x^2 \quad (10)$$

$$Y_{2.1} = 150,00 - 10,66x + 0,54x^2 \quad (11)$$

$$Y_{2.2} = 178,25 - 11,96x + 0,56x^2 \quad (12)$$

$$Y_{3.1} = 106,75 - 3,27x + 0,40x^2 \quad (13)$$

$$Y_{3.2} = 88,75 - 1,11x + 0,30x^2 \quad (14)$$

Qua các phương trình trên có thể thấy, khi thời gian tăng lên thì nhiệt độ bên trong mẫu thử cũng tăng lên.

### 3.4. Hệ số dẫn nhiệt của ván dăm

Kết quả xác định hệ số dẫn nhiệt của ván dăm thông dụng và ván dăm chậm cháy được ghi lại ở bảng 4.

Bảng 4. Hệ số dẫn nhiệt của ván dăm ở các nhiệt độ khác nhau

Loại mẫu	Nhiệt độ (°C)	Hệ số dẫn nhiệt (W/m <sup>0</sup> .K)					
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4	Mẫu 5	TB
3.1	36,8	0,226	0,228	0,220	0,218	0,223	0,223
	46,5	0,236	0,243	0,244	0,230	0,256	0,241
	62,3	0,261	0,255	0,253	0,262	0,254	0,257
	73,6	0,271	0,270	0,261	0,263	0,275	0,268
	85,5	0,282	0,273	0,275	0,281	0,284	0,279
1.0	34,9	0,213	0,223	0,217	0,224	0,218	0,219
	46,7	0,230	0,224	0,220	0,228	0,288	0,226
	52,5	0,231	0,225	0,226	0,229	0,224	0,227
	79,3	0,241	0,239	0,234	0,235	0,267	0,237
	88,0	0,238	0,236	0,244	0,243	0,248	0,241

Ghi chú: 1.0 là mẫu ván dăm thông dụng, 3.1 là ván dăm khi cho chất chống cháy toàn bộ ván.

Qua xử lý số liệu về quan hệ giữa nhiệt độ và hệ số dẫn nhiệt của các loại ván dăm thu được các phương trình tương quan sau:

$$Y_1 = 1,11.10^{-3}x + 0,186 \quad (15)$$

$$Y_2 = 3,94.10^{-4}x + 0,206 \quad (16)$$

Trong công thức trên: Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub> là các phương trình tương quan biểu thị quan hệ giữa hệ số dẫn nhiệt (Y) và nhiệt độ (x) của loại ván dăm thông dụng và ván dăm chậm cháy.

### 3.5. Thời gian bén lửa của ván dăm

Thời gian bén lửa của ván dăm ở các tỷ lệ chất chống cháy, tỷ lệ dung dịch parafin được ghi ở bảng 5. Trong bảng 5: Các kí hiệu 1.1, 2.1, 3.1 là các loại

ván dăm cho chất chống cháy vào toàn bộ ván. Các kí hiệu 1.2, 2.2, 3.2 là các loại ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt. Các kí hiệu C<sub>+</sub>, C<sub>-</sub>, C<sub>0</sub>, C<sub>+α</sub>, C<sub>-α</sub> là tỷ lệ các chất chống cháy (15, 5, 10, 20, 2%). Các kí hiệu P<sub>+</sub>, P<sub>-</sub>, P<sub>0</sub>, P<sub>+α</sub>, P<sub>-α</sub> là tỷ lệ chất chống ẩm (1,5, 0,5, 1,0, 2,0, 0,2%). Thời gian bén lửa của ván dăm thông dụng là 24 giây.

Các phương trình tương quan biểu diễn quan hệ giữa tỷ lệ chất chống cháy (x<sub>1</sub>), tỷ lệ dung dịch parafin (x<sub>2</sub>) và thời gian bén lửa (τ<sub>A</sub>) như sau:

$$\tau_{A1.1} = 58,0 + 12,08X_1 + 1,13X_1^2 - 3,38X_2 - 0,5X_1X_2 + 1,47X_2^2 \quad (17)$$

$$\tau_{A1.2} = 43,96 + 11,59X_1 + 4,23X_1^2 - 2,48X_2 - 0,5X_1X_2 + 2,03X_2^2 \quad (18)$$

$$\tau_{A2.1} = 60,01 + 13,51X_1 + 2,96X_1^2 - 3,61X_2 - 0,25X_1X_2 + 1,94X_2^2 \quad (19)$$

$$\tau_{A3.1} = 42,94 + 14,09X_1 + 6,73X_1^2 - 3,1X_2 - 0,75X_1X_2 + 3,42X_2^2 \quad (21)$$

$$\tau_{A2.2} = 48,97 + 11,64X_1 + 2,48X_1^2 - 2,78X_2 + 1,71X_2^2 \quad (20)$$

$$\tau_{A3.2} = 37,92 + 11,89X_1 + 2,82X_1^2 - 2,7X_2 + 1,8X_2^2 \quad (22)$$

Bảng 5. Thời gian bén lửa của ván dăm (giây)

Kí hiệu	Thời gian bén lửa của ván dăm (giây)								
	C <sub>+</sub>	C <sub>-</sub>	C <sub>+</sub>	C <sub>-</sub>	C <sub>+α</sub>	C <sub>-α</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>
	P <sub>+</sub>	P <sub>+</sub>	P <sub>-</sub>	P <sub>-</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>+α</sub>	P <sub>-α</sub>	P <sub>0</sub>
1.1	70	46	76	50	80	44	55	67	58
2.1	75	50	80	54	86	46	57	71	60
3.1	66	39	70	40	75	36	42	56	43
1.2	60	38	65	40	68	36	43	52	44
2.2	63	40	67	44	70	37	47	57	49
3.2	54	30	57	33	59	26	35	46	38

3.6. Thời gian cháy có ngọn lửa của ván dăm

Thời gian cháy có ngọn lửa của ván dăm chậm cháy ở các tỷ lệ chất chống cháy, tỷ lệ dung dịch parafin được ghi ở bảng 6.

Bảng 6. Thời gian cháy có ngọn lửa của ván dăm (giây)

Kí hiệu	Thời gian cháy có ngọn lửa của ván dăm (giây)								
	C <sub>+</sub>	C <sub>-</sub>	C <sub>+</sub>	C <sub>-</sub>	C <sub>+α</sub>	C <sub>-α</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>
	P <sub>+</sub>	P <sub>+</sub>	P <sub>-</sub>	P <sub>-</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>+α</sub>	P <sub>-α</sub>	P <sub>0</sub>
1.1	23	46	21	40	20	49	38	24	25
2.1	21	40	18	33	17	47	27	22	23
3.1	35	53	31	50	29	56	46	39	42
1.2	36	56	34	52	31	58	49	36	38
2.2	32	54	30	51	28	56	48	34	35
3.2	41	58	38	53	37	62	50	49	46

Ghi chú: 1.1, 2.1, 3.1 là các loại ván dăm cho chất chống cháy vào cả lớp mặt và lớp lõi. 1.2, 2.2, 3.2 là các loại ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt. C<sub>+</sub>, C<sub>-</sub>, C<sub>0</sub>, C<sub>+α</sub>, C<sub>-α</sub> là tỷ lệ các chất chống cháy (15, 5, 10, 20, 2%). P<sub>+</sub>, P<sub>-</sub>, P<sub>0</sub>, P<sub>+α</sub>, P<sub>-α</sub> là tỷ lệ các dung dịch parafin (1,5, 0,5, 1,0, 2,0, 0,2%). Thời gian cháy có ngọn lửa của ván dăm thông dụng là 120 giây.

Các phương trình tương quan biểu diễn quan hệ giữa tỷ lệ chất chống cháy (x<sub>1</sub>), tỷ lệ dung dịch parafin (x<sub>2</sub>) và thời gian cháy có ngọn lửa (τ<sub>B</sub>) như sau:

$$\tau_{B1.1} = 25,01 - 10,42X_1 + 4,73X_1^2 + 3,48X_2 - 1,0X_1X_2 + 2,94X_2^2 \quad (23)$$

$$\tau_{B1.2} = 37,97 - 9,57X_1 + 3,56X_1^2 + 3,05X_2 - 0,5X_1X_2 + 2,54X_2^2 \quad (24)$$

$$\tau_{B2.1} = 23,01 - 9,6X_1 + 4,49X_1^2 + 2,15X_2 - 1,0X_1X_2 + 0,67X_2^2 \quad (25)$$

$$\tau_{B2.2} = 34,99 - 10,38X_1 + 3,62X_1^2 + 3,04X_2 - 0,25X_1X_2 + 3,03X_2^2 \quad (26)$$

$$\tau_{B3.1} = 42,01 - 9,44X_1 + 0,18X_1^2 + 2,12X_2 - 0,25X_1X_2 + 0,18X_2^2 \quad (27)$$

$$\tau_{B3.2} = 46,03 - 8,46X_1 + 1,56X_1^2 + 2,07X_2 - 0,5X_1X_2 + 0,29X_2^2 \quad (28)$$

3.7. Thời gian cháy âm i của ván dăm

Thời gian cháy âm i của các loại ván dăm được ghi ở bảng 7.

Bảng 7. Thời gian cháy âm i của ván dăm (giây)

Kí hiệu	Thời gian cháy âm i của ván dăm (giây)								
	C <sub>+</sub>	C <sub>-</sub>	C <sub>+</sub>	C <sub>-</sub>	C <sub>+α</sub>	C <sub>-α</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>
	P <sub>+</sub>	P <sub>+</sub>	P <sub>-</sub>	P <sub>-</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>+α</sub>	P <sub>-α</sub>	P <sub>0</sub>
1.1	41	53	38	52	34	56	50	45	48
2.1	31	46	28	42	25	50	39	33	36

3.1	21	35	20	32	18	41	28	23	24
1.2	48	61	46	58	42	65	56	54	53
2.2	44	58	40	55	38	61	53	48	20
3.2	27	42	25	37	21	45	33	29	31

Ghi chú: 1.1, 2.1, 3.1 là các loại ván dăm cho chất chống cháy vào toàn bộ ván dăm. 1.2, 2.2, 3.2 là các loại ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt.  $C_+$ ,  $C_0$ ,  $C_{+\alpha}$ ,  $C_{-\alpha}$  là tỷ lệ các chất chống cháy (15, 5, 10, 20, 2%).  $P_+$ ,  $P_0$ ,  $P_{+\alpha}$ ,  $P_{-\alpha}$  là tỷ lệ các dung dịch parafin (1,5, 0,5, 1,0, 2,0, 0,2%). Thời gian cháy có ngọn lửa của ván dăm thông dụng là 80 giây.

Các phương trình tương quan biểu diễn quan hệ giữa tỷ lệ chất chống cháy ( $x_1$ ), tỷ lệ dung dịch parafin ( $x_2$ ) và thời gian cháy âm ỉ ( $\tau_c$ ) như sau:

$$\tau_{C1.1} = 48,0 - 7,17X_1 - 1,59X_1^2 + 1,39X_2 + 0,5X_1X_2 - 0,31X_2^2 \quad (29)$$

$$\tau_{C1.2} = 53,01 - 7,22X_1 - 1,631X_1^2 + 1,51X_2 - 0,25X_1X_2 - 0,18X_2^2 \quad (30)$$

$$\tau_{C2.1} = 36,0 - 8,08X_1 - 0,76X_1^2 + 1,94X_2 - 0,25X_1X_2 \quad (31)$$

$$\tau_{C2.2} = 50,03 - 7,72X_1 - 0,46X_1^2 + 1,76X_2 + 0,25 X_1X_2 \quad (32)$$

$$\tau_{C3.1} = 24,02 - 7,34X_1 - 2,64X_1^2 + 1,39X_2 - 0,5X_1X_2 + 0,6X_2^2 \quad (33)$$

$$\tau_{C3.2} = 30,97 - 7,65X_1 - 1,22X_1^2 + 1,6X_2 - 0,75X_1X_2 + 0,21X_2^2 \quad (34)$$

Các số liệu ở các bảng 2 đến 7 cho thấy:

- Mức độ tổn thất khối lượng theo nhiệt độ của ván dăm thông dụng (kí hiệu 1.0) thay đổi rất nhanh khi nhiệt độ thay đổi (tốc độ tăng nhiệt độ trên bề mặt mẫu là  $V_{max}=50^{\circ}C$ ). Đối với các loại ván dăm chậm cháy khi nhiệt độ tăng lên, mức độ tổn thất khối lượng cũng tăng. Nhưng ở giai đoạn nhiệt độ thấp ( $<300^{\circ}C$ ), mức độ tổn thất khối lượng hầu như không đáng kể.

- Đối với ván dăm được cho chất chống cháy vào lớp mặt tỷ lệ tổn thất khối lượng tăng nhanh hơn so với loại ván dăm được cho chất chống cháy vào cả hai lớp. Đối với loại ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt vận tốc tổn thất khối lượng nhanh hơn so với loại ván dăm được cho chất chống cháy vào toàn bộ ván dăm. Sở dĩ như vậy là do lớp mặt ván dăm rất mỏng, nó sẽ nhanh chóng sẽ bị nhiệt "vượt qua" khi đốt cháy mẫu thử. Lớp phía trong ván dăm không có khả năng ngăn chặn cháy, khi tiếp xúc nhiệt sẽ nhanh chóng "bốc cháy". Vì vậy, vận tốc thay đổi khối lượng tăng nhanh khi nhiệt độ tăng lên.

- Khi đốt cháy các loại mẫu thử trong "ống lửa" và khi thời gian tăng lên thì nhiệt độ bên trong mẫu

thử tăng lên. Ở giai đoạn thời gian  $< 30$  phút thì nhiệt độ tăng chậm. Trong khoảng thời gian 10-30 phút nhiệt độ trong lòng mẫu thử có tăng, nhưng tăng rất chậm. Tuy nhiên, khi thời gian lớn hơn 30 phút thì nhiệt độ trong lòng mẫu tăng rất nhanh. Nhiệt độ trong mẫu ván dăm được tạo ra từ đơn pha chế chất chống cháy 2 tăng rất chậm, sau đó là đơn pha chế chất chống cháy 1 và 3. Điều đó chứng tỏ khả năng dẫn nhiệt của đơn pha chế chất chống cháy thứ 2 là thấp nhất. Nhiệt độ bên trong mẫu của ván dăm cho chất chống cháy vào lớp ngoài tăng rất nhanh so với loại ván dăm cho chất chống cháy vào toàn bộ ván. Nhiệt độ trong lòng mẫu thử tăng lên phụ thuộc vào sự truyền dẫn nhiệt và toả nhiệt của ván dăm chậm cháy.

- Căn cứ vào tiêu chuẩn vật liệu ta thấy: tất cả các loại ván dăm (ván dăm thông dụng và ván dăm chậm cháy) đều là các vật liệu cách nhiệt (các giá trị hệ số dẫn nhiệt  $\lambda$  đều nhỏ hơn  $0,23 \text{ W/m}^{\circ}C$  ở nhiệt độ  $20^{\circ}C$ ). Ván dăm chậm cháy có khả năng cách nhiệt hơn ván dăm thông dụng (có cùng khối lượng thể tích và các thông số công nghệ ép và các thông số kỹ thuật khác).

- Khả năng dẫn nhiệt của ván dăm chậm cháy nhỏ hơn so với ván dăm thông dụng. Hay nói một cách khác, nhiệt lượng truyền vào trong ván dăm chậm cháy trong một đơn vị thời gian, chậm hơn nhiệt lượng truyền vào trong ván dăm thông dụng. Khi nhiệt độ tăng lên, hệ số dẫn nhiệt tăng lên. Qua kết quả thí nghiệm đo đếm được và qua xử lý chúng tôi thấy tốc độ tăng hệ số dẫn nhiệt theo nhiệt độ có thể được coi là tuyến tính.

- Ở nhiệt độ thấp ( $35^{\circ}C$ ), hệ số dẫn nhiệt của ván dăm thông dụng ( $\lambda = 0,221 \text{ W/m}^{\circ}C$ ) và hệ số dẫn nhiệt của ván dăm chậm cháy ( $\lambda = 0,219 \text{ W/m}^{\circ}C$ ) chênh lệch nhau không đáng kể. Tuy nhiên, khi nhiệt độ càng tăng lên thì sự chênh lệch về hệ số dẫn nhiệt này lại càng nhiều. Tốc độ tăng hệ số dẫn nhiệt của ván dăm chậm cháy được tạo ra từ đơn chống cháy 3 nhỏ hơn tốc độ tăng lên số dẫn nhiệt của ván dăm thông dụng.

- Khi nhiệt độ tăng lên hệ số dẫn nhiệt của ván dăm cũng tăng lên và tăng càng nhanh khi thể tích khoảng rỗng của ván dăm càng lớn. Thể tích các khoảng rỗng bên trong ván dăm phụ thuộc rất nhiều vào khối lượng thể tích ván dăm. Kết quả đo đếm về khối lượng thể tích của các loại ván dăm cho thấy: giữa các tấm ván dăm có sự chênh lệch về khối lượng thể tích. Đây cũng là một nguyên nhân làm cho hệ số dẫn nhiệt của ván dăm thay đổi.

- Ván dăm thông dụng có thời gian bén lửa ngắn hơn, thời gian cháy có ngọn lửa và cháy âm ỉ dài hơn so với ván dăm chậm cháy có cùng điều kiện về tỷ lệ dung dịch parafin và các thông số công nghệ khác. Thời gian bén lửa của các loại ván dăm chậm cháy xếp theo thứ tự, đơn pha chế 2 > đơn pha chế 1 > đơn pha chế 3 trong điều kiện có cùng tỷ lệ dung dịch parafin và các thông số công nghệ khác. Thời gian cháy có ngọn lửa và cháy âm ỉ của các loại ván dăm chậm cháy xếp theo thứ tự: đơn pha chế 3 > đơn pha chế 1 > đơn pha chế 2. Tỷ lệ chất chống cháy tăng lên, thời gian bén lửa của ván dăm chậm cháy tăng lên. Thời gian bén lửa của các loại ván dăm khi cho chất chống cháy vào toàn bộ ván cao hơn nhiều so với ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt. Thời gian cháy có ngọn lửa và cháy âm ỉ của ván dăm khi cho chất chống cháy vào toàn bộ ván thấp hơn nhiều so với ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt.

- Đối với các loại ván dăm chậm cháy có cùng tỷ lệ chất chống cháy, khi tỷ lệ chất chống ẩm trong ván dăm tăng lên thì thời gian bén lửa của ván dăm ngắn lại, nhưng thời gian cháy có ngọn lửa và cháy âm ỉ của ván dăm lại tăng lên.

#### 4. KẾT LUẬN

- Ván dăm được tạo ra từ 3 đơn pha chế chất chống cháy cho phép đạt chất lượng tốt phù hợp với tiêu chuẩn ván dăm cấp II dùng cho đồ mộc và xây dựng. Trong 3 đơn pha chế chất chống cháy, đơn thứ ba phù hợp nhất với điều kiện sản xuất của chúng ta. Đơn này có khả năng tan trong nước rất tốt, ảnh hưởng rất ít đến độ bền liên kết của ván, không gây khó khăn cho công nghệ tạo ván dăm, khả năng chống cháy vẫn đáp ứng yêu cầu.

- Theo kết quả nghiên cứu công nghệ sản xuất ván dăm chậm cháy hoàn toàn có thể áp dụng được vào thực tế sản xuất với những trang thiết bị dùng trong sản xuất các loại ván dăm thông dụng hiện nay.

- Đối với ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt tỷ lệ tổn thất khối lượng tăng nhanh hơn loại ván dăm cho chất chống cháy vào cả hai lớp. Loại ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt có vận tốc tổn thất khối lượng nhanh hơn so với loại ván dăm cho chất chống cháy vào toàn bộ ván dăm. Khả năng chống cháy của ván dăm chậm cháy thay đổi rõ khi nhiệt độ thay đổi. Mức độ thay đổi tỷ lệ tổn thất khối lượng của các loại ván dăm được xếp theo thứ tự sau: ván dăm thông dụng > ván dăm từ đơn 3 > ván dăm từ đơn 1 > ván dăm từ đơn 2.

- Khả năng dẫn nhiệt của ván dăm chậm cháy nhỏ hơn so với ván dăm thông dụng. Khi nhiệt độ tăng lên, hệ số dẫn nhiệt tăng lên.

- Ván dăm thông dụng có thời gian bén lửa ngắn hơn, thời gian cháy có ngọn lửa và cháy âm ỉ dài hơn so với ván dăm chậm cháy có cùng điều kiện về tỷ lệ dung dịch parafin và các thông số công nghệ khác. Thời gian bén lửa của các loại ván dăm chậm cháy được xếp theo thứ tự: đơn pha chế 2 > đơn pha chế 1 > đơn pha chế 3 trong điều kiện có cùng tỷ lệ dung dịch parafin và các thông số công nghệ khác. Thời gian cháy có ngọn lửa và cháy âm ỉ của các loại ván dăm chậm cháy được xếp theo thứ tự: đơn pha chế 3 > đơn pha chế 1 > đơn pha chế 2. Thời gian bén lửa của các loại ván dăm khi cho chất chống cháy vào toàn bộ ván cao hơn nhiều so với ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt. Thời gian cháy có ngọn lửa và cháy âm ỉ của ván dăm khi cho chất chống cháy vào toàn bộ ván thấp hơn nhiều so với ván dăm cho chất chống cháy vào lớp mặt.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Văn Chứ (2001). *Nghiên cứu, tạo ván dăm chậm cháy*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật. Tr. 63-111.
2. Trần Văn Chứ, Lê Xuân Phương, Trịnh Hiến Mai (2011). *Công nghệ biến tính gỗ*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội. Tr. 112-115.
3. Phạm Văn Chương, Nguyễn Văn Thuận (1993). *Công nghệ sản xuất ván nhân tạo*. Trường Đại học Lâm nghiệp, Hà Tây. Tr. 63-67.
4. Ferhman (1973). *Sổ tay hóa học*. NXB Giáo dục, Hà Nội. Tr. 68-70.
5. Chao Chinson, Hikaru Sasaki, Hua Yukun (1994). *Properties and Utilization of Fast - Growing Trees*. China Forestry Publishing House Beijing. Pp. 625-628.



6. Shen. K. C. and Fung. D. F. C. (1972). *A new method for marking pariteboard fire-retardant*. Forest Prod. Japan. 22 (8) pp. 46-52.
7. Вихров В. Е. и др. (1973). *Расчет степени Прессования древесины пропитанным различными веществам*. Минск 39-41с.
8. Леонвич А. А. (1978). *Теория и практика изготовления огнезащитенных древесинных плит*. Министерство высшего и среднего специального образования. Л.: Издательство Ленинградского университета, Ленинград, 158с.
9. Леонвич А. А., Оболенская А. В. (1988). *Химия древесины и полимеров - М.: Лесная промышленность, Москва, 152с.*
10. Огарков Б. И., Апостопп А. В. (1984). *Теория и физическая сущность прессования древесины*. Издательство Воронежского университета - 359 с.
11. Evalipt, kov, Milansedliačik (1998). *Chemia a aplik, cia pomocüch LUtok vdrevUrskom priemysle*. Vydavatel'stvo technickej a ekono mickej litertóry. pp 367-371.

## FIRE RESISTANT EFFECTIVENESS ON VARIOUS MIXING FORMULAS OF FIRE RETARDANTS USED IN PARTICLEBOARD

Tran Van Chu, Ly Tuan Truong

### Summary

The purpose of this research is to evaluate the effectiveness of the particleboards which are manufactured by using wood particles of Styrax (*Styrax tonkynensis* Pirre) and three mixing formulae of the fire retardants with two methods for applying those on only the surface layers and full three layers of particleboards. Thereby, the suitable mixing formula of the fire retardants for conditions of technology and production in Vietnam is found. The fire retardants are dissolved in company with the glue and spayed on wood chips to produce the fire-retardant particleboards. The research results showed: Three mixing formulae of the fire retardants applied on only surface layers and all entire layers are obtained fire-retardant particleboards which meet the basic requirements of particleboard used in construction and furniture. Those requirements include: good fire-resistance, little effect on the strength and durability of products, using methods for mixing with glue and spraying on wood chips easily, less toxicity, reasonable price, etc. In the three mixing formulae which were examined, the third formula is the most suitable for manufacturing conditions of particleboard in Vietnam. Fire retardants which are used only on surface layers give products with low cost, rate of weight of particleboards still in permitted limits. However, time of catching fire, flame spread, and smolder of this type of particleboards has not met requirements of the standard. Particleboards, in which the fire retardants were applied on all entire layers, possess low rate of mass loss, and the indexes of thermal conductivity, time of catching, flaming and smoking fire of those meet the standard's requirements. According to research results, fire-retardant particleboard technology can be applied entirely in actual production with the equipments used in manufacturing the types of common particleboard nowadays. Fire resistibility of fire-retardant particleboard changes clearly as the temperature changes. The changing degree of weight loss rate of various fire-retardant particleboard types are classified decreasingly as following order: standard particleboard, particleboard using mixing formula 3, 1, 2.

**Keywords:** Heat-conducting coefficient, loss weight rate, temperature change in sample, time to spread fire, time to flame, time of smoulder.

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Hữu Nguyên

Ngày nhận bài: 4/02/2016

Ngày thông qua phản biện: 4/3/2016

Ngày duyệt đăng: 11/3/2016