

HIỆU LỰC CHỐNG CHÁY CỦA MỘT SỐ CÔNG THỨC XỬ LÝ GỖ TỪ BORIC AXIT VÀ NATRI SILICAT

Nguyễn Thị Bích Ngọc, Lê Bạch Đăng, Nguyễn Duy Vượng
Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Gỗ Bò đê và Keo lai được xử lý bằng một số công thức hóa chất trên cơ sở boric axit và natri silicat để đánh giá khả năng chống cháy. Chỉ số chính để xem xét khả năng chống cháy là phần trăm khối lượng mẫu gỗ mất mát do cháy. Gỗ được xử lý bằng dung dịch boric axit đơn giản hoặc dung dịch sol của silicat đều nâng cao khả năng chống cháy rõ rệt so với mẫu đối chứng. Với các công thức dung dịch boric axit có bổ sung các glycol, hiệu quả chống cháy giảm đi rất nhiều. Sự kết hợp boric axit và natri silicat bước đầu cho thấy khả năng chống cháy cho gỗ tẩm rất cao, đồng thời cũng cho thấy những ưu điểm nổi trội hơn khi sử dụng đơn thuần từng hóa chất, hay lắng đọng silica.

Từ khóa: Gỗ Bò đê, Gỗ Keo lai, Chống cháy, Boric axit, Natri silicat

MỞ ĐẦU

Boron vô cơ là các hợp chất vô cơ của nguyên tố Bo, gồm oxit, boric axit và các muối, là thành phần hoạt chất chính trong rất nhiều thành phẩm dạng hỗn hợp sử dụng trong lĩnh vực bảo quản gỗ để chống sinh vật gây hại. Boron cũng được xem là nhóm hợp chất có khả năng chống cháy từ những năm cuối thập niên 1930 và cho đến nay vẫn được xem là tác nhân chống cháy cho gỗ có hiệu quả kinh tế nhất. Những nghiên cứu cơ bản để tìm hiểu cơ chế chống cháy của boron cũng đã được thiết kế dựa trên các công cụ phân tích vật lý hiện đại [1].

Trong các nghiên cứu phát triển các hỗn hợp hóa chất để xử lý nâng cao chất lượng gỗ, boron được kết hợp với các tác nhân tương tác như etylen glycol (EG), poly-etylen glycol (PEG), polyvinyl ancol (PVA), silicat hoặc sol silicic, nhựa UF, PF... làm tăng khả năng ổn định kích thước, tính chất sinh học gỗ, tăng khả năng chống rửa trôi boron trong gỗ... [2], [3], [4], [5, 6]. Tính chất chống cháy của gỗ sau xử lý mới chỉ được khảo sát trong một số trường hợp.

Bài báo này giới thiệu kết quả đánh giá khả năng chống cháy của một số công thức hóa chất xử lý gỗ, trong đó boric axit được kết hợp với các hợp chất là EG, PEG, silicat.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu

- Vật liệu gỗ: gỗ Bò đê (*Styrax tonkinensis*), Keo lai (*Acacia hybrid*). Kích thước mẫu: 3,5×1,65×15 (cm). Số mẫu cho 1 công thức thí nghiệm là 6 mẫu.

- Hóa chất: boric axit, natri silicat, EG và PEG phân tử lượng 600 ĐVC (đơn vị cacbon).

Kỹ thuật xử lý gỗ: Mẫu gỗ được tẩm bằng phương pháp chân không – áp lực. Độ sâu chân không -600 mmHg, duy trì trong 30 phút. Áp lực tẩm 0,7 Mpa, duy trì trong 60 phút, cho các công thức tẩm boric axit và boric axit kết hợp với các glycol; duy trì 120 phút với các mẫu tẩm sol silica và công thức tẩm boric axit kết hợp với natri silicat. Gỗ sau tẩm được xử lý nhiệt ở 60⁰C đến khối lượng không đổi để xác định lượng hóa chất thấm vào gỗ được tính toán theo công thức:

$$WPG (\%) = [(M_s - M_d)/M_d] \times 100$$

Trong đó: - WPG là tỷ lệ tăng khối lượng mẫu sau tẩm

- M_s là khối lượng của mẫu gỗ sau xử lý

- M_d là khối lượng của mẫu gỗ trước khi xử lý

Phương pháp đánh giá khả năng chống cháy cho mẫu gỗ:

Phương pháp xác định chủ yếu dựa vào chỉ tiêu tổn thất khối lượng mẫu thử. Các chỉ tiêu như cháy lan, thời gian cháy có ngọn lửa, cháy có than, cháy âm ỉ cũng được xem xét hỗ

trợ để thu thập thêm thông tin đánh giá khả năng chống cháy của vật liệu. Phương pháp này dựa trên việc tham khảo phương pháp ống lửa được trình bày trong tiêu chuẩn ASTM E69-50.

*** Thiết bị và dụng cụ:**

Cân điện tử độ chính xác 0,01g; Ống lửa làm bằng ống kim loại Φ 50mm, dài 165mm, bố trí chốt giữ mẫu thử đầu ống; Đèn cồn; Đồng hồ bấm giây.

*** Cách tiến hành:**

Cố định mẫu thử vào ống lửa sao cho mẫu thử thò ra ngoài ống lửa về phía dưới 5mm. Dùng đèn cồn đốt cháy mẫu, tim ngọn lửa phải đặt đúng vào phần cuối đoạn mẫu thử (cách 10mm). Thời gian đốt có nguồn nhiệt là 2,5 phút đồng thời xác định thời gian bắt cháy, xác định thời gian cháy âm ỉ của mẫu thử. Khi hết thời gian đốt, ngắt nguồn cung cấp nhiệt. Sau đó tiến hành cân xác định tổn thất khối lượng mẫu trước và sau khi thử cháy.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Khả năng chống cháy của gỗ được tẩm bằng dung dịch boric axit

Nghiên cứu này được thực hiện để khảo sát khả năng chống cháy của gỗ tẩm boric axit ở một số cấp nồng độ thường được lựa chọn trong bảo quản gỗ.

Bảng 1: Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu tẩm boric axit sau khi đốt

| Loại gỗ | Ký hiệu công thức hóa chất | Hóa chất xử lý gỗ (tính cho 1000g dung dịch) | WPG (%) | Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu (%) |
|--------------------------|----------------------------|--|----------|----------------------------------|
| Bồ đề | B1 | 10g H ₃ BO ₃ | 3,80 | 36,85 |
| | B2 | 30g H ₃ BO ₃ | 4,97 | 29,11 |
| | B3 | 50g H ₃ BO ₃ | 6,74 | 15,39 |
| Đối chứng Bồ đề | | | 0 | 94,05 |
| Keo lai | B1 | 10g H ₃ BO ₃ | 1,09 | 11,28 |
| | B2 | 30g H ₃ BO ₃ | 1,67 | 6,76 |
| | B3 | 50g H ₃ BO ₃ | 2,06 | 4,77 |
| Đối chứng Keo lai | | | 0 | 56,20 |

Kết quả trong bảng 1 cho thấy ở cùng một cấp nồng độ dung dịch tẩm, với chế độ tẩm như nhau nhưng lượng hóa chất thấm vào gỗ Keo lai ít hơn gỗ Bồ đề. Quan sát thực nghiệm, với mẫu không tẩm hóa chất của cả 2 loại gỗ đều cháy lan rất nhanh trong quá trình cấp lửa, cháy bùng thành ngọn lửa lớn trong và sau quá trình cấp lửa.

Với từng loại gỗ, khi lượng hóa chất thấm vào gỗ tăng lên đều làm tăng khả năng chống cháy. Thực vậy, khi lượng hóa chất thấm vào gỗ thay đổi từ 3,8% đến 6,74% thì khối lượng gỗ Bồ đề bị mất mát do cháy giảm từ 36,85% đến 15,39%. Tương tự, với gỗ Keo lai, khi lượng hóa chất thấm tăng từ 1,09% đến 2,06% thì lượng gỗ bị mất mát do cháy giảm từ 11,28 đến 4,77%. Kết quả thực nghiệm cũng cho thấy, gỗ được xử lý axit boric, ngay cả ở nồng độ dung dịch 1% thì khả năng chống cháy cũng tăng lên rõ rệt khi so với gỗ không tẩm. Tuy nhiên, gỗ Bồ đề sau khi tẩm dung dịch 5% vẫn còn rất dễ bị cháy.

Khả năng chống cháy của gỗ được tẩm bằng dung dịch kết hợp boron và các glycol

Các glycol bao gồm mono-etyleneglycol (EG) và các poly - etyleneglycol (PEG) với các phân tử lượng khác nhau được kết hợp với boron trong rất nhiều nghiên cứu để nâng cao độ bền tự nhiên cho gỗ, độ bền kích thước, độ bền chống rửa trôi hoạt chất khỏi gỗ. Trong nghiên cứu này, EG và PEG phân tử lượng 600 được sử dụng kết hợp với boric axit ở một số hàm lượng khảo sát khả năng chống cháy.

Bảng 2: Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu tẩm dung dịch hỗn hợp của boric axit và các glycol sau khi đốt

| Loại gỗ | Ký hiệu công thức hóa chất | Hóa chất xử lý gỗ (tính cho 1000g dung dịch) | WPG (%) | Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu (%) |
|--------------|----------------------------|---|---------|----------------------------------|
| Bồ đề | B4 | 50g H ₃ BO ₃ + 50g PEG | 26,76 | 63,70 |
| | B5 | 50g H ₃ BO ₃ + 100g PEG | 34,34 | 75,19 |

| | | | | |
|--------------------------|----|---|----------|--------------|
| | B6 | 50g H ₃ BO ₃ + 150g PEG | 38,25 | 75,09 |
| | B7 | 50g H ₃ BO ₃ + 50g EG | 9,82 | 19,54 |
| | B8 | 50g H ₃ BO ₃ + 100g EG | 13,12 | 26,19 |
| | B9 | 50g H ₃ BO ₃ + 150g EG | 22,75 | 47,01 |
| Đối chứng Bò đề | | | 0 | 94,05 |
| Keo lai | B4 | 50g H ₃ BO ₃ + 50g PEG | 4,06 | 7,92 |
| | B5 | 50g H ₃ BO ₃ + 100g PEG | 6,05 | 9,89 |
| | B6 | 50g H ₃ BO ₃ + 150g PEG | 9,21 | 20,40 |
| | B7 | 50g H ₃ BO ₃ + 50g EG | 2,57 | 5,34 |
| | B8 | 50g H ₃ BO ₃ + 100g EG | 3,61 | 5,74 |
| | B9 | 50g H ₃ BO ₃ + 150g EG | 7,75 | 9,46 |
| Đối chứng Keo lai | | | 0 | 56,20 |

Kết quả tại bảng 2 cho thấy gỗ Bò đề khi tẩm các công thức có phối hợp boric axit và các glycol ở tất cả các hàm lượng được lựa chọn đều mất đi khả năng chống cháy. Khi hàm lượng các glycol bổ sung vào các công thức hóa chất tẩm càng lớn thì cả 2 loại gỗ càng dễ bị cháy hơn.

Nguyên nhân làm mất khả năng chống cháy của boric axit trong các công thức tẩm này có thể là do các tác nhân hóa chất phối hợp có bản chất dễ bắt cháy và sự có mặt của chúng đã thúc đẩy quá trình cháy diễn ra nhanh hơn tốc độ hình thành những thành phần cản trở quá trình cháy. Nguyên nhân này cũng từng được nhắc đến trong bằng phát minh của nhóm tác giả Satoshi Fujiki và cộng sự [7].

Một nguyên nhân khác là sự có mặt của EG và PEG đã ức chế bản chất sự tạo thành xúc tác thúc đẩy quá trình tạo lớp than cản trở quá trình cháy lan và cháy sâu vào bên trong vật liệu gỗ. Bản chất xúc tác này của boric axit đã được nghiên cứu kỹ lưỡng bằng việc phân tích chi tiết các sản phẩm hình thành trong suốt quá trình cháy nhờ các công cụ phân tích vật lý hiện đại trong nghiên cứu của Qingwen Wang và đồng nghiệp [1].

Khả năng chống cháy của gỗ được tẩm bằng dung dịch kết hợp của boron với silicat

Bên cạnh các hợp chất boron, muối silicat natri cũng là một hóa chất có tác dụng chống cháy hữu hiệu khi được tẩm cho vật liệu gỗ. Thông qua chuyển hóa sol-gel, dạng sol của dung dịch silicat có khả năng lắng đọng silica sau khi kết thúc quá trình xử lý gỗ. Quá trình này cho phép tạo ra gỗ gần giống với quá trình lắng đọng silica tự nhiên trong gỗ.

Bảng 3: Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu gỗ lắng đọng silica sau khi đốt

| Loại gỗ | Ký hiệu công thức hóa chất | Tỷ lệ kết hợp của các dung dịch (1:1 về thể tích) | WPG (%) | Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu (%) |
|--------------------------|----------------------------|--|----------|----------------------------------|
| Bò đề | S1 | Na ₂ SiO ₃ 0,4 M + HCl 0,4 M | 4,73 | 6,12 |
| | S2 | Na ₂ SiO ₃ 0,8 M + HCl 0,8 M | 10,59 | 6,28 |
| | S3 | Na ₂ SiO ₃ 1,2 M + HCl 1,2 M | 19,05 | 5,72 |
| | S4 | Na ₂ SiO ₃ 1,6 M + HCl 1,6 M | 23,87 | 4,49 |
| Đối chứng Bò đề | | | 0 | 94,05 |
| Keo lai | S1 | Na ₂ SiO ₃ 0,4 M + HCl 0,4 M | 2,97 | 12,32 |
| | S2 | Na ₂ SiO ₃ 0,8 M + HCl 0,8 M | 4,74 | 10,90 |
| | S3 | Na ₂ SiO ₃ 1,2 M + HCl 1,2 M | 7,69 | 7,32 |
| | S4 | Na ₂ SiO ₃ 1,6 M + HCl 1,6 M | 10,35 | 7,07 |
| Đối chứng Keo lai | | | 0 | 56,20 |

Gỗ được lắng đọng silica có khả năng chống cháy đáng kể, khối lượng gỗ hao hụt sau thử cháy nằm trong khoảng từ 4,49 đến hơn 6% với đối tượng gỗ Bò đề, từ 7 đến hơn 12% với đối tượng gỗ Keo lai. Khi tăng hàm lượng dung dịch hóa chất tẩm lên, xu thế giảm dần khối lượng hao hụt hay giảm khả năng gỗ cháy hóa than. Với cùng một hàm lượng hóa chất tẩm, gỗ Keo lai cho thấy khả năng hóa than cao hơn, thể hiện qua phần khối lượng mất mát sau khi cháy cao hơn so với gỗ Bò đề.

Kết quả thể hiện trong bảng 3 cho thấy khi tăng hàm lượng silica lắng đọng trong gỗ cũng không làm giảm đáng kể lượng gỗ bị mất mát do đốt cháy.

Nghiên cứu tiếp theo được thực hiện là kết hợp silicat với boric axit để tạo các dung dịch xử lý gỗ. Vì axit boric có khả năng tạo gel ngay ở những điều kiện môi trường của phòng thí nghiệm nên sự kết hợp của 02 hóa chất này để tạo ra hỗn hợp có khả năng tẩm vào gỗ cần phải được khảo sát để tìm ra tỷ lệ kết hợp mà kết quả là tạo được dung dịch bền ở dạng sol. Kết quả khảo sát sơ bộ cho thấy, dung dịch Na_2SiO_3 0,6M kết hợp với dung dịch boric axit 5% theo tỷ lệ 1:1 về thể tích sẽ cho dung dịch sol bền và độ kiềm của dung dịch không lớn. Khi các dung dịch trên giảm nồng độ theo cùng một mức độ, thì tỷ lệ kết hợp trên vẫn cho dung dịch sol bền, và sau một khoảng thời gian nhất định thì tạo gel. Kết quả đánh giá khả năng chống cháy của các công thức dung dịch là kết quả sự kết hợp silicat và boric axit thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4: Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu tẩm dung dịch hỗn hợp của boric axit và natri silicat sau khi đốt

| Loại gỗ | Ký hiệu công thức hóa chất | Tỷ lệ kết hợp của các dung dịch (1:1 về thể tích) | WPG (%) | Tỷ lệ hao hụt khối lượng mẫu (%) |
|--------------------------|----------------------------|---|----------|----------------------------------|
| Bò đề | S5 | Na_2SiO_3 0,6M + H_3BO_3 5% | 11,96 | 5,44 |
| | S6 | Na_2SiO_3 0,3M + H_3BO_3 2,5% | 5,70 | 11,12 |
| | S7 | Na_2SiO_3 0,15M + H_3BO_3 1,25% | 3,59 | 22,75 |
| | S8 | Na_2SiO_3 0,12M + H_3BO_3 1% | 3,05 | 24,92 |
| Đối chứng Bò đề | | | 0 | 94,05 |
| Keo lai | S5 | Na_2SiO_3 0,6M + H_3BO_3 5% | - | 6,94 |
| | S6 | Na_2SiO_3 0,3M + H_3BO_3 2,5% | - | 7,09 |
| | S7 | Na_2SiO_3 0,15M + H_3BO_3 1,25% | - | 10,08 |
| | S8 | Na_2SiO_3 0,12M + H_3BO_3 1% | - | 21,40 |
| Đối chứng Keo lai | | | 0 | 56,20 |

Với số liệu tại bảng 4, khả năng chống cháy của 2 loại gỗ khi được tẩm các dung dịch có sự kết hợp của muối silicat và boric axit là tương đương. Khi hàm lượng các chất trong dung dịch kết hợp giảm dần từ công thức S5 đến S8, lượng hóa chất thấm vào gỗ giảm xuống đã làm giảm khả năng chống cháy của gỗ sau xử lý, khối lượng gỗ hao hụt tăng từ 5,44% đến 24,92% với gỗ Bò đề; 6,94% đến 21,40% với gỗ Keo lai.

Với gỗ tẩm các công thức S5 và S6, quá trình cháy không lan rộng ra bề mặt mẫu ngay trong quá trình cấp nhiệt đốt mẫu, và sau khi ngừng cấp nhiệt, gỗ gần như không cháy.

So sánh hiệu quả chống cháy giữa dung dịch boric đơn thuần thể hiện trong bảng 1, và kết hợp với silicat trong bảng 4 dễ nhận thấy rằng, khi kết hợp 2 hóa chất này với nhau, hiệu quả chống cháy tăng lên rất nhiều. Thực vậy, với mức nồng độ 1,25%, khi cho kết hợp với dung dịch 0,15M của Na_2SiO_3 khối lượng mẫu gỗ mất mát do cháy chỉ còn có 22,75% với gỗ bò đề, trong khi gỗ tẩm dung dịch 1% H_3BO_3 mất tới hơn 36% khối lượng.

So sánh với kết quả đạt được trong bảng 3, cũng có thể nhận thấy rằng sự kết hợp của boric axit và muối silicat natri cho những ưu điểm tốt hơn với gỗ lắng đọng silica, đặc biệt rõ rệt trong trường hợp của gỗ Keo lai. Khi so sánh các công thức S3, S4 với S5 và S6, dễ nhận thấy nếu gỗ tẩm để lắng đọng silica thì lượng muối silicat cần dùng lớn hơn gấp 2 đến 3 lần mới cho hiệu quả chống cháy tương đương, ngoài ra lượng axit HCl cần dùng cho các công thức này cũng rất lớn.

Gỗ được xử lý theo quá trình sol gel, với sự kết hợp của boric axit và silicat còn có một ưu điểm rất lớn là không tạo nhiều khói trong quá trình cấp nhiệt đốt mẫu. Gỗ tẩm các công thức S5, S6 thì gần như tắt ngay sau khi ngừng cấp nhiệt nên không tạo khói, trong khi ở 2 công thức còn lại, quá trình cháy lan chỉ diễn ra ở lớp rất mỏng trên bề mặt ở trong một khoảng thời gian rất ngắn. Ưu điểm này cũng được nêu ra trong nghiên cứu tính chất cháy của gỗ được tẩm silicic kết hợp boric axit của tác giả Yamaguchi [8].



Hình ảnh mẫu thử chống cháy - mẫu có khả năng chống cháy, không bị cháy lan (1); mẫu bị cháy lan trên bề mặt (2) nhưng không bị lửa xâm nhập sâu (3)

KẾT LUẬN

- Boric axit có khả năng nâng cao độ bền chống cháy cho gỗ Keo lai và Bò đề, tuy nhiên, gỗ Bò đề tẩm boric axit nồng độ 5% vẫn bị mất mát khối lượng do cháy khá lớn.

- Sự kết hợp của boric axit với các tác nhân glycol làm giảm mạnh khả năng chống cháy, công thức tẩm có lượng PEG càng lớn thì mẫu gỗ càng dễ bị cháy hơn.

- Gỗ xử lý lắng đọng silica cho khả năng chống cháy khá cao ở các công thức hóa chất được lựa chọn và trong trường hợp tẩm cho gỗ Bò đề. Với gỗ Keo lai chỉ có các công thức có hàm lượng silicat kết hợp trên 1,2M mới cho hiệu quả chống cháy tốt.

- Sự kết hợp của boric axit với silicat bước đầu xác định được hiệu quả chống cháy rất cao, mẫu gần như không cháy thành ngọn lửa, cháy lan trên bề mặt mẫu khi hàm lượng muối silicat và boric axit sử dụng trong việc tạo dung dịch tẩm lớn hơn 0,3M và 2,5% theo thứ tự, hoặc không cháy âm ỉ sau thời gian duy trì ngọn lửa đốt ngay cả các công thức dung dịch tẩm có sự kết hợp ở mức nồng độ dung dịch thấp nhất.

- Gỗ được xử lý bằng dung dịch kết hợp của boric axit và muối silicat natri cho những ưu điểm tốt hơn với gỗ chỉ tẩm riêng từng thành phần trên. Mặc dù vậy, sự kết hợp của hai hóa chất mới chỉ dừng lại ở một cấp tỷ lệ, cần tiếp tục khảo sát ở các tỷ lệ kết hợp với hàm lượng silicat cao hơn để đánh giá tiềm năng thực của hỗn hợp này trong việc nâng cao hiệu quả chống cháy nói riêng, và xem xét toàn diện tiềm năng nâng cao các tính chất gỗ nói chung cũng như hiệu quả xử lý gỗ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quingwen Wang và đồng nghiệp (2004), Chemical mechanism of fire retardance of boric acid on wood, *Wood science and technology*, 38, pp:375-389
2. Margaret C. Gentz và đồng nghiệp (2006), A review of boron toxicity in insects with an emphasis on termites, *J.Agric. Urban Entomol.*, Vol 23(4), pp: 201-207
3. Engin Deria Gezer và đồng nghiệp (1999) Effect of glycol on leachability and efficacy of boron wood preservatives, *Wood and Fiber science*, pp: 136-142.
4. M. K. Yalinkilic, E. D. Gezer, M. Takahashi, Z. Demirci, R. Ilhan and Y. Imamura (1999), Boron addition to non- or low formaldehyde crosslinking reagents to enhance biological resistance and dimensional stability of wood, *European Journal of Wood and Wood Products*, Vol 57(5), pp: 351 - 357.
5. Ahmed Mohareb và đồng nghiệp (2011), Effects of polyvinyl alcohol on leachability efficacy of boron preservatives against fungal decay and termite attack, *Wood science and Technology*, Vol 45, pp: 407-417.
6. T.Furuno, Y. Imamura (1998), Combination of wood and silicate Part 6: Biological resistances of wood-mineral composites using water glass-boron compound system, *Wood science and technology*, 32, 161-170.

7. Satoshi Fujiki, Fukuoka; Hideo Kamata, Akita (1996) Wood processing composition, processed wood and a method of processing wood, *patent number*: 5534305.
8. Haruhiko Yamaguchi (2003), “Silicic acid: boric acid complexes as wood preservatives”, *Wood science and technology*, 37, pp:287-297.

RESEARCH ON FIRE RESISTANCE OF WOOD TREATED WITH BORIC ACID AND SODIUM SILICATE

Nguyen Thi Bich Ngoc, Le Bach Đang, Nguyen Duy Vuong

Vietnamese Academy of Forest Sciences

SUMMARY

Wood of *Styrax tonkinensis* and Acacia hybrid are treated with some chemical formulas based on boric acid and sodium silicate for evaluation of fire retardance. The main index to consider the possibility of fire is the weight loss (%) of sample after fire testing. Samples treated with boric acid solution or sol of silicate are significantly enhanced the fire resistance compared with the control sample. With the formulas in which boric acid solution added of glycols, the fire resistance of samples reduce greatly. The preliminary results of the samples treated with solution based on combination of boric acid and sodium silicate show that they are very high resistant to fire. The results also indicate that there are more advantages when combination chemicals in formulations than using them alone, or silica deposition.

Keywords: *Styrax tonkinensis*, Acacia hybrid, Fire retardance, Boric acid, Sodium silicate

Người thẩm định: GS.TS. Hà Chu Chử