

TĂNG CƯỜNG ĐỘ BỀN DÁN DÍNH CỦA GỖ KEO LAI XỬ LÝ NHIỆT BẰNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ BỀ MẶT PLASMA

Nguyễn Tất Thắng¹, Cao Quốc An¹, Phạm Tường Lâm¹, Nguyễn Thị Hương Giang¹,
Trịnh Hiền Mai¹, Nguyễn Văn Tựu¹, Hoàng Nhân Thắng², Lê Kim Trung¹

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trường Cao đẳng Công nghệ & Nông Lâm Đông Bắc

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, gỗ Keo lai xử lý nhiệt (HTW) đã được tăng cường độ bền dán dính với công nghệ xử lý bề mặt bằng plasma. Nghiên cứu lựa chọn xử lý bề mặt gỗ bằng công nghệ plasma với khí O₂, thời gian xử lý với 6 cấp thời gian: 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 50 s, 60 s. Nghiên cứu đã tiến hành xác định độ bền dán dính của mẫu thí nghiệm trước và sau khi xử lý plasma thông qua: góc tiếp xúc, độ bền nén cắt, độ bền kéo của lớp phủ và hình thái bề mặt vật liệu bằng phương pháp quét hiển vi điện tử (SEM). Kết quả nghiên cứu cho thấy: mẫu gỗ được xử lý plasma (PHTW) so với mẫu HTW, góc tiếp xúc của nước với mẫu gỗ đã giảm từ 112° xuống còn 13°, độ bền nén cắt tăng lên đến 54,6%, độ bền kéo của lớp phủ tăng lên đến 59,2%, phân tích ảnh quét hiển vi điện tử cho thấy bề mặt PHTW được tăng cường với các vết khắc rõ ràng, thời gian xử lý plasma tối ưu là 50 s.

Từ khóa: độ bền kéo của lớp phủ, độ bền nén cắt, gỗ Keo lai xử lý nhiệt, plasma, tăng cường độ bền dán dính.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, tại Việt Nam vật liệu gỗ tự nhiên ngày càng khan hiếm, gỗ được sử dụng trong sản xuất đồ gỗ nội thất chủ yếu là gỗ rừng trồng. Một trong những loài được trồng phát triển rộng rãi là cây keo lai. Keo lai với ưu điểm tốc độ sinh trưởng nhanh, tuy nhiên gỗ có nhược điểm là độ ổn định kích thước và độ bền sinh học kém. Chính vì vậy cần thiết có những nghiên cứu để nâng cao chất lượng của gỗ rừng trồng.

Trong những năm gần đây, do nhu cầu gia tăng trong việc tìm ra các giải pháp xử lý các khuyết điểm của gỗ rừng trồng, nhiều phương pháp xử lý đã được nghiên cứu như: biến tính hóa học, biến tính nhiệt, sơn phủ. So với các phương pháp đã được nghiên cứu trước đây, biến tính nhiệt hay gọi là xử lý nhiệt là phương pháp xử lý nâng cao chất lượng gỗ thân thiện với môi trường. Xử lý gỗ ở nhiệt độ cao từ 160°C – 220 °C trong môi trường có chất bảo vệ (không khí, hơi nước, khí trơ như khí N₂...) đã chứng minh gỗ sau khi xử lý có độ bền màu, độ ổn định kích thước và chống chịu với môi trường vi sinh vật tốt hơn so với gỗ không xử lý (Tuong và Li, 2010; Navickas và Albrektas, 2013; Srinivas và Pandey, 2012). Tuy nhiên, ngoài những ưu điểm trên thì gỗ xử lý nhiệt cũng có khuyết điểm như tính chất cơ học giảm, khả năng thấm ướt của chất lỏng như

nước, sơn giảm dẫn đến độ bền dán dính giảm (Huang et al., 2012; Nguyệt và Tường, 2016), do đó làm giảm tính ứng dụng của nó.

Plasma là dạng vật chất bao gồm các nguyên tử, phân tử, ion, điện tử tự do, các hạt mang điện tích âm, dương (Kinloch, 2012). Plasma cũng được coi là trạng thái thứ tư của vật chất vì nó có tính hoạt hóa cao hơn các trạng thái rắn, lỏng hoặc khí (Inagaki, Narushima và Lim, 2003). Trong những năm gần đây, công nghệ plasma đã được phát triển để ứng dụng xử lý bề mặt gỗ nhằm tăng cường độ bám dính và tăng cường chất lượng độ bám dính của màng sơn (Sarani, Nikiforov và Leys, 2010; Busnel et al., 2010). Do Plasma là một hỗn hợp các hạt mang điện tích, khi được kích thích năng lượng nó có thể tác động lên bề mặt và phá vỡ các liên kết hóa học của các chất hữu cơ ở bề mặt, đồng thời sẽ tạo ra các hợp chất thân nước (Denes và Young, 1999). Trên thế giới, những năm trở lại đây có nhiều tác giả đã nghiên cứu sử dụng plasma để xử lý bề mặt cho gỗ và sản phẩm từ gỗ. Asandulesa cùng cộng sự, năm 2010 đã nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình xử lý Plasma bằng khí Helium lên bề mặt gỗ nhằm tăng cường khả năng thấm thấu của thuốc nhuộm và hợp chất kháng khuẩn, kết quả chỉ ra mẫu gỗ có các đặc tính bám dính được cải thiện đáng kể và đặc tính ưa nước của bề mặt cũng được tăng cường

(Asandulesa, Topala, và Dumitrascu, 2010). Năm 2000, Podgorski và cộng sự đã nghiên cứu sử dụng phương pháp xử lý corona Plasma để đánh giá khả năng thấm ướt của gỗ, kết quả cho thấy độ thấm ướt của bề mặt gỗ sau khi được xử lý đã cải thiện đáng kể, góc làm ướt gỗ chưa xử lý là trên 100°, sau khi xử lý, góc làm ướt giảm còn 7° (Podgorski et al., 2000). Năm 2012, Acda cùng cộng sự đã nghiên cứu ảnh hưởng của xử lý plasma đến tính chất dán dính của gỗ, nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp phóng điện rào cản điện môi (DBD Plasma) để tác động lên bề mặt của 3 loại gỗ sau đó sơn phủ 1 lớp phủ polyurethane, kết quả lớp phủ đã được cải thiện đáng kể về khả năng bám dính (Acda et al., 2012), Liu cùng đồng tác giả năm 2010 đã nghiên cứu tác động của plasma lên vật liệu composit gỗ nhựa (wood/polyethylene), mẫu thí nghiệm sau khi xử lý plasma có góc tiếp xúc giảm, bề mặt mẫu thí nghiệm xuất hiện các nhóm phân cực hydroxyl, carbonyl and carboxyl, các nhóm này có lợi cho sự kết dính vật liệu (Liu et al. 2010). Năm 2017, Nguyễn Tất Thắng cùng cộng sự đã nghiên cứu tăng cường khả năng thấm ướt của gỗ thông rụng lá xử lý nhiệt của Trung Quốc bằng plasma lạnh (APPJ), kết quả chỉ ra gỗ thông rụng lá xử lý nhiệt được xử lý plasma đã được tăng cường khả năng thấm ướt, với thời gian xử lý plasma là 20 giây (Nguyen et al. 2017), năm 2020, Sauerbier và cộng sự đã xử lý plasma đối với vật liệu tổng hợp gỗ-nhựa (WPC) bằng 4 loại khí khác nhau (Air, O₂, N₂, Ar), kết quả cho, các lớp phủ có nguồn gốc alkyl sẽ bị tác động mạnh và cho độ bền dán dính cao (Sauerbier et al., 2020).

Qua nghiên cứu, đánh giá tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước, phân tích những công

trình nghiên cứu có liên quan, tác giả nhận thấy việc ứng dụng plasma trong xử lý bề mặt vật liệu để tăng độ bền dán dính của chất kết dính, lớp phủ là rất cần thiết. Công nghệ xử lý plasma sẽ giúp cho sản phẩm có chất lượng tốt hơn, bền hơn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu:

Gỗ Keo lai (Acacia hybrid) được khai thác tại vùng Phú Thọ, tuổi khai thác 7 - 8 năm. Gỗ được gia công thành mẫu có kích thước 310 x 110 x 22 (mm).

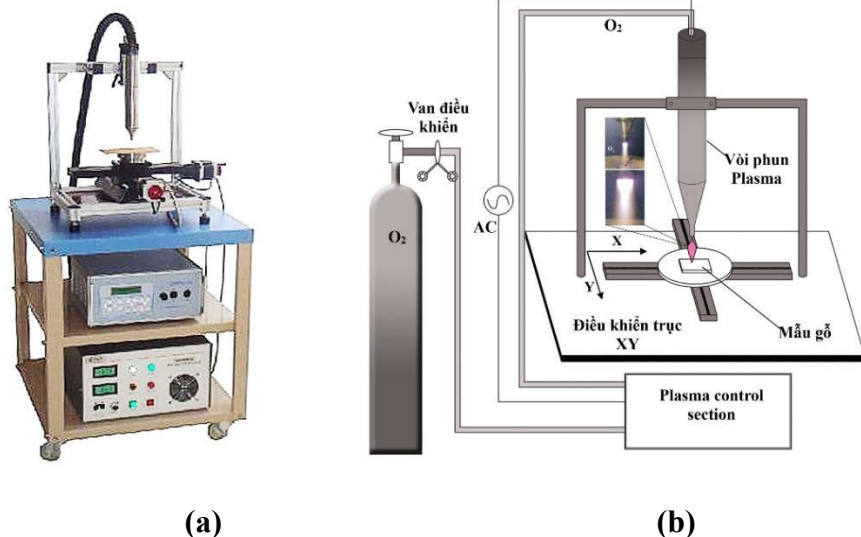
Mẫu gỗ Keo lai chưa xử lý nhiệt dùng làm đối chứng được ký hiệu là OW; Mẫu gỗ keo lai xử lý nhiệt được ký hiệu là HTW: gỗ được xử lý nhiệt với 2 giai đoạn: Giai đoạn 1 gỗ được sấy ở nhiệt độ 103°C để độ ẩm của gỗ về 0%; giai đoạn 2 nhiệt độ trong thiết bị được tăng dần đến 180°C với tốc độ tăng nhiệt 5°C/giờ và giữ trong trong thời gian 4 giờ dưới sự bảo vệ của khí N₂. Mẫu gỗ keo sau khi xử lý nhiệt được đưa vào môi trường có nhiệt độ 20 ±5°C với độ ẩm 65±5%.

Mẫu gỗ Keo lai xử lý nhiệt được xử lý bề mặt bằng công nghệ plasma được ký hiệu là PHTW:

Mẫu thí nghiệm được xử lý plasma bằng máy GLS-1000X-PJX-A tại phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia Trường Đại học Lâm nghiệp Đông Bắc, Trung Quốc. Các mẫu thí nghiệm được đặt lên một mặt kim loại dưới vòi phun khí, khí O₂ được đưa vào vòi phun plasma và được đốt cháy để hướng vào bề mặt của mẫu vật (Hình 1). Các thông số xử lý được thể hiện trong (Bảng 1). Thời gian xử lý của các nhóm mẫu khác nhau là 10s, 20s, 30s, 40s, 50s, 60s.

Bảng 1. Thông số xử lý plasma

Thông số kỹ thuật	Thông số xử lý plasma với khí O ₂
Công suất làm việc	0,06 MPa
Đường kính đầu phun	12 mm
Nhiệt độ khí tại đầu vòi phun	200°C
	10 s/46°C
	20 s/69°C
Thời gian và nhiệt độ trên bề mặt của mẫu thí nghiệm	30 s/90°C
	40 s/110°C
	50 s/138°C
	60 s/152°C



Hình 1. (a) Thiết bị xử lý plasma GLS-1000X-PJX-A, (b) sơ đồ xử lý plasma

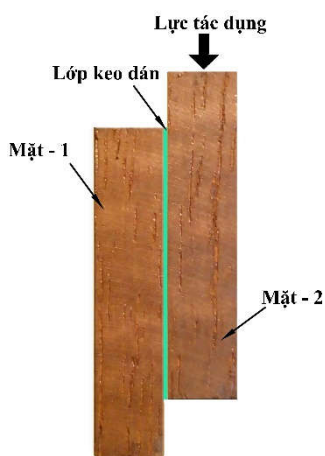
Chất kết dính được sử dụng trong nghiên cứu này là keo Aqueous Polymer Isocyanate (API) được cung cấp bởi công ty TNHH hóa chất Keju Bắc Kinh; Chất sơn phủ là sơn polyurethane Guxiang 685 (PP) được sản xuất bởi Công ty TNHH hóa chất Huasheng Thượng Hải.

2.2. Phương pháp phân tích đánh giá độ bền dán dính

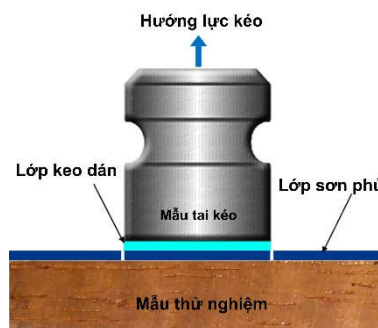
(a) **Góc tiếp xúc:** Sử dụng máy đo góc tiếp xúc quang điện tử OCA 40 của Đức tại phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia Trường Đại học Lâm nghiệp Đông Bắc Trung Quốc. Nước cất được sử dụng để đo góc tiếp xúc của chất

lỏng với mẫu OW, HTW và PHTW.

(b) **Độ bền nén cắt:** Được thực hiện theo tiêu chuẩn GB/T 17517-1988 của Trung Quốc (Hình 2). Đầu tiên keo API được chuẩn bị bằng cách cho keo và chất đóng rắn trộn với nhau theo tỉ lệ 100:15 và trộn đều cho đến khi hỗn hợp đồng nhất. Hỗn hợp được quét lên bề mặt của 2 mẫu gỗ theo tỉ lệ 140g/m². Sau đó, hai mẫu gỗ được ép lại với nhau dưới áp suất 1,2 MPa ở nhiệt độ phòng trong vòng 24 giờ. Thí nghiệm độ bền nén cắt được thực hiện trên máy thử nghiệm cơ học đa năng (CMT5508 tại Trường Đại học Lâm nghiệp Đông Bắc Trung Quốc).



Hình 2. Độ bền nén cắt



Hình 3. Độ bền kéo của lớp phủ

(c) **Độ bền kéo của lớp phủ:** Được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM D4541 (Hình 3).

Đầu tiên Sơn PP được phủ lên bề mặt của mẫu gỗ, sau đó mẫu sẽ được bảo quản trong nhiệt

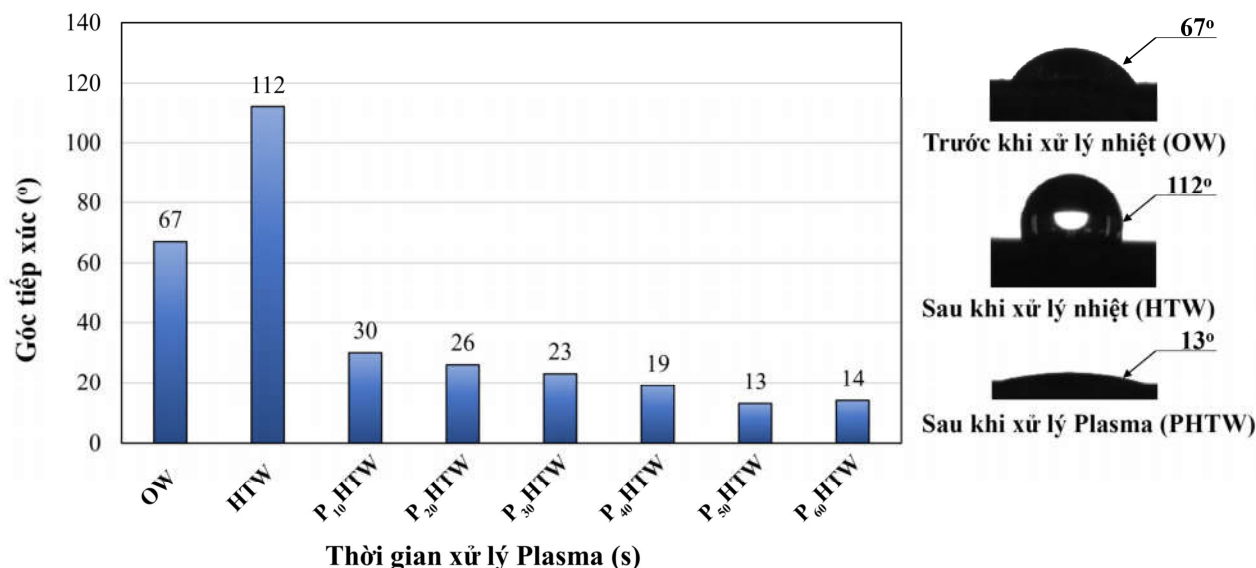
độ $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ với độ ẩm $65\pm 5\%$. Thí nghiệm độ bền kéo của lớp phủ được thực hiện trên máy thử nghiệm cơ học đa năng (CMT5508 tại Trường Đại học Lâm nghiệp Đông Bắc Trung Quốc).

(d) **Hình thái bề mặt (SEM):** Hình thái bề mặt của mẫu OW, HTW và PHTW được chụp

trên kính hiển vi quét điện tử QUANTA200 của Nhật Bản tại Trường Đại học Lâm nghiệp Đông Bắc Trung Quốc.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của xử lý plasma đến góc tiếp xúc

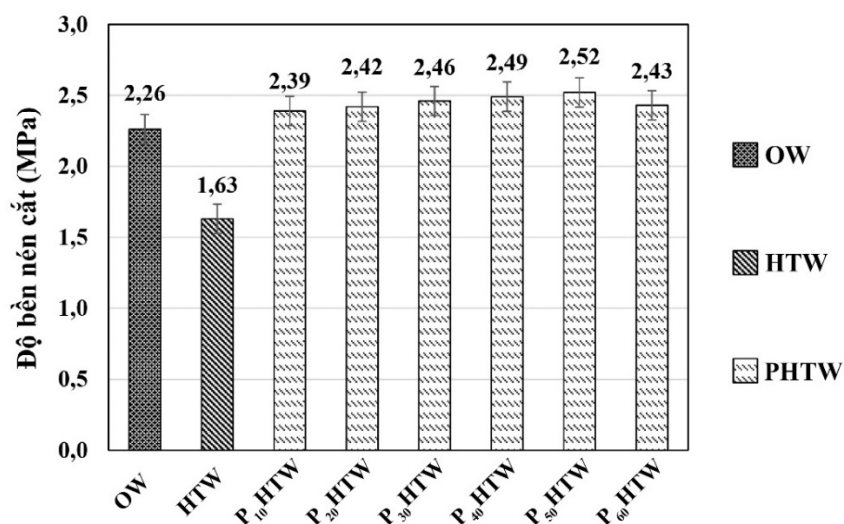


Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian xử lý plasma đến góc tiếp xúc của nước và bề mặt vật liệu trước và sau khi xử lý plasma

Để đánh giá tác động của plasma đến góc tiếp xúc, nghiên cứu tiến hành so sánh góc tiếp xúc của OW, HTW và PHTW. Qua hình 4 có thể thấy, trước khi xử lý nhiệt góc tiếp xúc của OW là 67° , sau khi xử lý nhiệt HTW có góc tiếp xúc tương đối cao là 112° điều này là do khi gỗ xử lý nhiệt, một số nhóm chức ưa nước bị giảm, dẫn đến khả năng thấm ướt của nước trên bề mặt gỗ giảm (Hakkou et al., 2005; Nguyen et al., 2017). Sau khi xử lý plasma mẫu PHTW có góc tiếp xúc giảm mạnh, góc tiếp xúc giảm khi thời gian xử lý plasma tăng từ 10 s đến 60 s, điều này có được là do tác động của plasma lên bề mặt vật liệu làm xảy ra quá trình oxy hóa bề mặt và tạo nên các nhóm phân cực ưa nước, năng lượng tự do bề mặt tăng lên, giảm góc làm ướt và tăng khả năng thấm ướt của vật liệu (Acda et al., 2012; Avramidis et al., 2009). Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian xử lý plasma đến 60 s thì góc tiếp xúc

có dấu hiệu tăng nhẹ. Kết quả này cho thấy việc kéo dài thời gian xử lý plasma không tốt cho khả năng thấm ướt, hiện tượng này có thể được giải thích do dưới nhiệt độ cao của dòng khí plasma, hemicellulose ít ổn định hơn cellulose do đó nó bị phân hủy (Hardy et al., 2015; Jamali và Evans, 2011; Van Nguyen et al., 2018). Đồng thời, khi xử lý plasma đến một thời điểm nhất định việc tạo ra các nhóm phân cực và việc tách hydro ra khỏi mạch polyme để hình thành các sản phẩm có khối lượng phân tử thấp đạt trạng thái ổn định và góc làm ướt không biến đổi nhiều (Kostov et al., 2013). Kết quả nghiên cứu cho thấy góc tiếp xúc đạt tối ưu trong thời gian xử lý là 50 s với góc tiếp xúc là 13° . Kết quả chỉ ra rằng xử lý plasma đã làm cải thiện rõ nét khả năng lan truyền của chất lỏng trên bề mặt HTW.

3.2. Độ bền nén cắt



Hình 5. Độ bền nén cắt của gỗ keo lai trước khi xử lý nhiệt (OW), sau khi xử lý nhiệt (HTW) và gỗ keo lai xử lý nhiệt với chế độ plasma tương ứng 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 50 s, 60 s

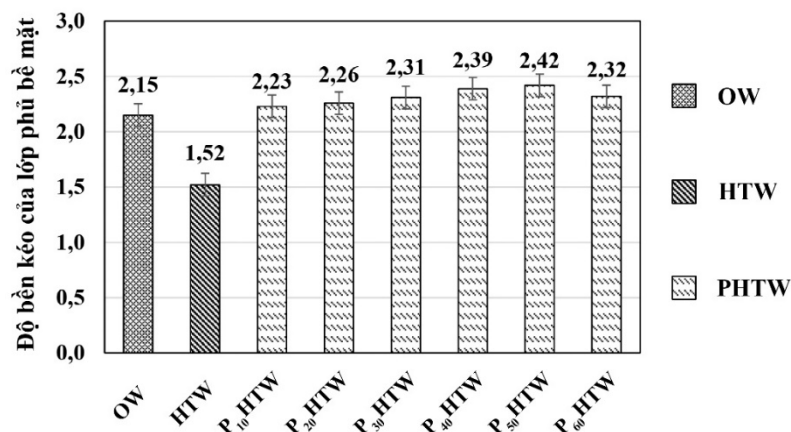
Độ bền nén cắt của gỗ keo lai trước khi xử lý nhiệt, sau khi xử lý nhiệt và gỗ keo xử lý nhiệt sau khi xử lý plasma đã được thể hiện trong hình 5. Qua hình 5 có thể thấy sau khi xử lý nhiệt độ bền nén cắt của HTW giảm so với OW, điều này được giải thích do sau khi xử lý nhiệt, một số nhóm chức ưa nước trên bề mặt vật liệu giảm đi dẫn đến độ bền liên kết giảm đi. Điều này cũng phù hợp với giá trị góc tiếp xúc đo được trên bề mặt gỗ. Đồng thời cũng phù hợp với các báo cáo kết quả nghiên cứu về tính chất suy giảm độ bền liên kết của gỗ xử lý nhiệt (Kocafe et al., 2008).

Sau khi xử lý plasma cho HTW, độ bền nén cắt của vật liệu được thay đổi theo hai giai đoạn. Trong giai đoạn đầu, thời gian xử lý plasma tăng dần tương ứng với độ bền nén cắt cũng tăng dần, cụ thể khi xử lý plasma 10 s (tăng 46,6%), plasma 20 s (tăng 48,5%), plasma 30 s (tăng 50,9%), plasma 40 s (tăng 52,8%), plasma 50 s (tăng 54,6%). Điều này có thể được giải thích do tác động của plasma lên bề mặt vật liệu đã tạo nên các nhóm phân cực ưa nước, tăng năng lượng tự do bề mặt, giảm góc làm ướt và tăng khả năng thấm ướt của vật liệu (Acda et al., 2012; Avramidis et al., 2009), do vậy xử lý plasma đã hỗ trợ tăng giá trị độ bền nén cắt. Giai đoạn thứ hai, tương ứng với thời gian xử lý plasma 50 s đến 60 s, độ bền

nén cắt đã tăng lên 49,1% so với độ bền nén cắt của mẫu HTW, tuy nhiên với thời gian xử lý plasma 60 s thì độ bền nén cắt đã giảm 10,1% so với mẫu gỗ xử lý plasma ở thời gian 50 s. Điều này chỉ ra rằng nếu thời gian xử lý plasma quá lâu cũng ảnh hưởng đến độ bền nén cắt, bởi vì do quá trình xử lý plasma dài dẫn đến sự phân hủy của hemicellulose ưa nước dưới tác dụng của nhiệt độ cao (Van Nguyen et al., 2018; Jamali và Evans, 2011; Hardy et al., 2015).

Độ bền kéo của lớp phủ:

Kết quả của độ bền kéo của lớp phủ bề mặt gỗ keo lai trước khi xử lý nhiệt, sau khi xử lý nhiệt và gỗ keo xử lý nhiệt sau khi xử lý plasma đã được thể hiện trong hình 6. Có thể thấy sự thay đổi độ bền kéo của lớp phủ có xu hướng tương đồng với sự thay đổi của độ bền nén cắt. Sau khi xử lý nhiệt độ bền kéo của HTW giảm 29% so với OW. Tuy nhiên, sau khi xử lý plasma thì độ bền kéo của lớp phủ bề mặt đã tăng 46,7%, 48,7%, 52,0%, 57,2%, 59,2%, 52,6% tương ứng với thời gian xử lý plasma là 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 50 s, 60 s. Kết quả cho thấy khi xử lý plasma bề mặt của PHTW được cải thiện rõ nét, độ bền nén cắt và độ bền kéo của chất phủ không chỉ tăng so với HTW mà tăng hơn so với OW.



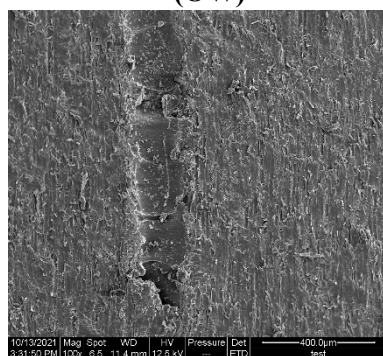
Hình 6. Độ bền kéo lớp phủ bề mặt của gỗ Keo lai trước khi xử lý nhiệt (OW), sau khi xử lý nhiệt (HTW) và gỗ Keo lai xử lý nhiệt với chế độ plasma tương ứng 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 50 s, 60 s

3.4. Phân tích hình thái bề mặt (SEM)

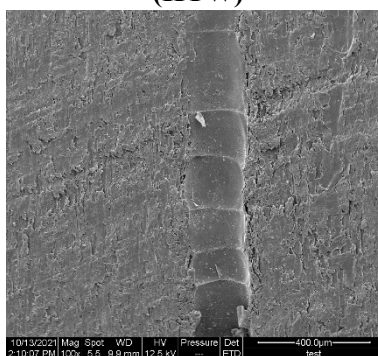
(a) Gỗ keo chưa xử lý nhiệt (OW)

(b) Gỗ keo xử lý nhiệt (HTW)

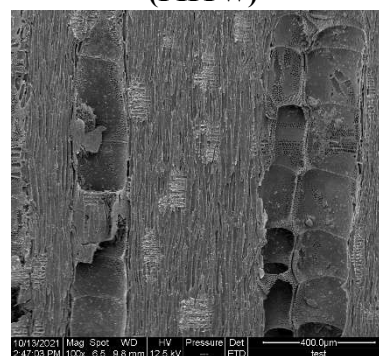
(c) Gỗ keo xử lý plasma (PHTW)



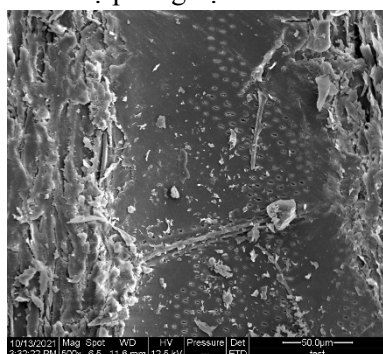
Độ phóng đại 100 lần



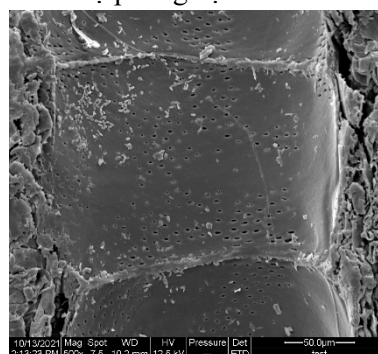
Độ phóng đại 100 lần



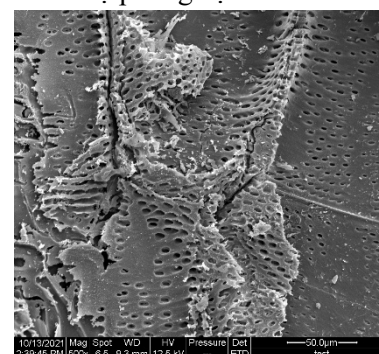
Độ phóng đại 100 lần



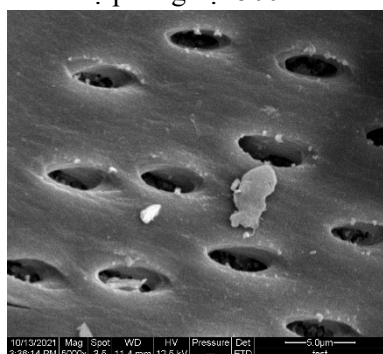
Độ phóng đại 500 lần



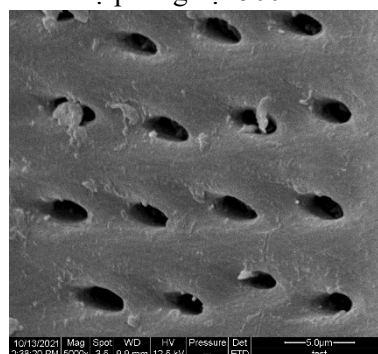
Độ phóng đại 500 lần



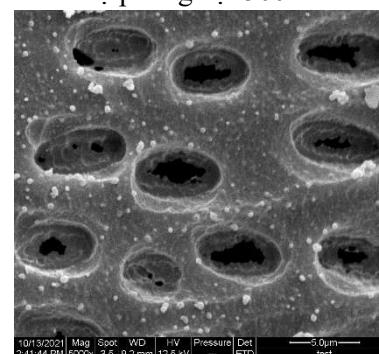
Độ phóng đại 500 lần



Độ phóng đại 5000 lần



Độ phóng đại 5000 lần



Độ phóng đại 5000 lần

Hình 7. Hình thái bề mặt SEM gỗ Keo lai trên mặt cắt xuyên tâm với độ phóng đại 100 lần, 500 lần và 5000 lần: (a) gỗ OW, (b) gỗ HTW, (c) gỗ PHTW

Hình thái bề mặt là một yếu tố rất quan trọng để giải thích và đánh giá khả năng thấm ướt của bề mặt, từ đó giải thích được giá trị tăng hay giảm của độ bền dán dính. Để đánh giá sự thay đổi hình dạng bề mặt của OW, HTW và PHTW, nghiên cứu đã tiến hành so sánh bề mặt của OW, HTW và PHTW với độ phóng đại 100 lần, 500 lần và 5000 lần.

Qua (hình 7a) có thể thấy trước khi xử lý nhiệt trên bề mặt OW có nhiều các mảnh vụn trong quá trình gia công, đồng thời trên phần mạch gỗ, các lỗ thông ngang với các viền bao quanh rất rõ ràng. So với OW thì HTW có bề mặt nhẵn hơn và các mảnh vụn ít, nhỏ hơn (hình 7b). Điều này là do lignin và hemicellulose kém bền với nhiệt, đồng thời các mảnh vụn bị phân hủy dưới tác dụng của nhiệt, làm cho bề mặt của HTW nhẵn và khả năng thấm ướt của bề mặt vật liệu giảm đi, dẫn đến khả năng dán dính cũng giảm theo.

Qua (hình 7c) với độ phóng đại khác nhau cho thấy, bề mặt PHTW bị ăn mòn do tác dụng của plasma làm cho bề mặt của vật liệu có nhiều vết khắc. Đặc biệt phần màng của lỗ thông ngang là phần cản trở chất lỏng thấm vào gỗ, dưới áp lực của dòng plasma đã bị thủng và phần viền quanh lỗ thông ngang đã được mở rộng ra. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho nước, chất lỏng có thể dễ dàng thâm nhập vào bề mặt PHTW. Mặt khác có thể thấy bề mặt của PHTW thô ráp hơn rất nhiều so với bề mặt của HTW, kết quả này là do sự suy thoái nhiệt của bề mặt vật liệu và bề mặt PHTW đã có một số hợp chất phân cực ưa nước do quá trình trùng hợp plasma (Podgorski et al., 2002; Avramidis et al., 2009). Do vậy có thể thấy dưới sự tác động của plasma bề mặt PHTW trở nên thô ráp, màng lỗ thông ngang và viền quanh lỗ bị phá hủy, đồng thời các nhóm phân cực ưa nước được hình thành trên bề mặt đã góp phần làm tăng khả năng thấm ướt của chất lỏng. Điều này đã giải thích cho cơ chế của sự suy giảm góc tiếp xúc và tăng cường độ bền dán dính.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tiến hành sử dụng công nghệ plasma xử lý bề mặt gỗ keo lai xử lý nhiệt nhằm tăng cường độ bền dán dính của gỗ keo lai xử lý nhiệt. Kết quả cho thấy:

- Gỗ keo lai xử lý nhiệt có góc tiếp xúc tương đối cao là 112° đã làm giảm độ bền dán

dính. Sau khi xử lý plasma góc tiếp xúc đã giảm xuống rõ rệt và đạt giá trị tối ưu với góc tiếp xúc 13° , thời gian xử lý plasma 50 s.

- Độ bền nén cắt và độ bền kéo lớp phủ của PHTW được tăng rõ rệt và đạt cao nhất tương ứng với giá trị 54,6 và 59,2% với thời gian xử lý plasma tối ưu 50 s.

- Bề mặt của PHTW bị ăn mòn do tác dụng của plasma làm cho bề mặt của vật liệu có nhiều vết khắc, màng lỗ thông ngang và viền quanh lỗ bị phá hủy, tạo điều kiện cho nước dễ dàng xâm nhập, góp phần làm tăng khả năng thấm ướt của chất lỏng.

Kết quả của nghiên cứu được coi là tiền đề mở ra phương pháp xử lý bề mặt mới nhằm tăng cường độ bền dán dính của gỗ rừng trồng xử lý nhiệt tại Việt Nam.

Lời cảm ơn

Tập thể nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn quỹ nghiên cứu khoa học hàng năm của Trường Đại học Lâm nghiệp đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Acda, Menandro, Edgar Devera, Rico Cabangon, và Henry Ramos (2012). Effects of plasma modification on adhesion properties of wood. *International Journal of Adhesion and Adhesives* (32): 70-75.
2. Asandulesa, Mihai, Ionut Topala, và Nicoleta Dumitrascu (2010). Effect of helium DBD plasma treatment on the surface of wood samples. *Holzforchung* (64): 223-227.
3. Avramidis, Georg, Evelyn Hauswald, Andrey Lyapin, Holger Militz, Wolfgang Viöl, và Arndt Wolkenhauer (2009). Plasma treatment of wood and wood-based materials to generate hydrophilic or hydrophobic surface characteristics. *Wood Material Science and Engineering* (4): 52-60.
4. Busnel, Frédéric, Vincent Blanchard, Julien Prigent, Luc Stafford, Bernard Riedl, Pierre Blanchet, và Andranik Sarkissian (2010). Modification of sugar maple (*Acer saccharum*) and black spruce (*Picea mariana*) wood surfaces in a dielectric barrier discharge (DBD) at atmospheric pressure. *Journal of Adhesion Science and Technology* (24): 1401-1413.
5. Denes, Agnes R, và Raymond A Young (1999). Reduction of weathering degradation of wood through plasma-polymer coating. *Holzforchung* (53): 632-640.
6. Hakkou, Mohammed, Mathieu Pétrissans, André Zoulalian, và Philippe Gérardin (2005). Investigation of wood wettability changes during heat treatment on the basis of chemical analysis. *Polymer degradation and stability* (89): 1-5.
7. Hardy, Jean-Michel, Mirela Vlad, Leron Vandsburger, Luc Stafford, và Bernard Riedl (2015). Effect of extractives in plasma modification of wood surfaces. *Surface Innovations* (3): 196-205.
8. Huang, Xianai, Duygu Kocaefe, Yasar Kocaefe,

Yaman Boluk, và Andre Pichette (2012). Study of the degradation behavior of heat-treated jack pine (*Pinus banksiana*) under artificial sunlight irradiation. *Polymer degradation and stability* (97): 1197-1214.

9. Inagaki, N, K Narushima, và SK %J Journal of applied polymer science Lim (2003). Effects of aromatic groups in polymer chains on plasma surface modification (89): 96-103.

10. Jamali, A, và P D Evans (2011). Etching of wood surfaces by glow discharge plasma. *Wood Science and Technology* (45): 169-182.

11. Kinloch, Anthony J. 2012. *Adhesion and adhesives: science and technology* (Springer Science & Business Media).

12. Kocafe, Duygu, Sandor Poncsak, Geneviève Doré, và Ramdane Younsi (2008). Effect of heat treatment on the wettability of white ash and soft maple by water. *Holz als Roh-und Werkstoff* (66): 355-361.

13. Kostov, KG, TMC Nishime, LRO Hein, và A Toth (2013). Study of polypropylene surface modification by air dielectric barrier discharge operated at two different frequencies. *Surface and Coatings Technology* (234): 60-66.

14. Liu, Yang, Yan Tao, Xinying Lv, Yanhua Zhang, và Mingwei Di (2010). Study on the surface properties of wood/polyethylene composites treated under plasma. *Applied Surface Science* (257): 1112-1118.

15. Navickas, Povilas, và Darius Albrektas (2013). Effect of heat treatment on sorption properties and dimensional stability of wood. *Materials Science* (19): 291-294.

16. Nguyen, Tat Thang, Xiaodi Ji, Thi Hai Van Nguyen, và Minghui Guo (2017). Wettability modification of heat-treated wood (HTW) via cold atmospheric-pressure nitrogen plasma jet (APPJ). *Holzforchung* (72): 37-43.

17. Nguyệt, Nguyễn Thị Minh, và Vũ Mạnh Tường (2016). Ảnh hưởng của xử lý nhiệt đến một số tính chất cơ học gỗ keo lai. *Tạp chí Khoa học lâm nghiệp - Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam* (1/2016): 4285-4291.

18. Pétrissans, Mathieu, Philippe Gérardin, I El Bakali, và Mohammed Serraj (2003). Wettability of heat-treated wood.

19. Podgorski, L, C Bousta, F Schambourg, J Maguin, và B Chevet (2002). Surface modification of wood by plasma polymerisation. *Pigment & Resin Technology*.

20. Podgorski, Laurence, Bruno Chevet, Ludivine Onic, và André Merlin (2000). Modification of wood wettability by plasma and corona treatments. *Journal International journal of adhesion adhesives* (20): 103-111.

21. Sarani, Abdollah, Anton Yu Nikiforov, và Christophe Leys (2010). Atmospheric pressure plasma jet in Ar and Ar/H₂O mixtures: Optical emission spectroscopy and temperature measurements. *Physics of Plasmas* (17): 063504.

22. Sauerbier, Philipp, Robert Köhler, Gerrit Renner, và Holger (2020). Plasma Treatment of Polypropylene-Based Wood-Plastic Composites (WPC): Influences of Working Gas. *Polymers* (12): 1933.

23. Srinivas, Kavyashree, và Krishna K Pandey (2012). Effect of heat treatment on color changes, dimensional stability, and mechanical properties of wood. *Journal of Wood Chemistry and Technology* (32): 304-316.

24. Tuong, Vu Manh, và Jian Li (2010). Effect of heat treatment on the change in color. *Bioresources* (5): 1257-1267.

25. Van Nguyen, Thi Hai, Tat Thang Nguyen, Xiaodi Ji, và Minghui Guo (2018). Enhanced bonding strength of heat-treated wood using a cold atmospheric-pressure nitrogen plasma jet. *European Journal of Wood and Wood Products* (76): 1697-1705.

ENHANCED BONDING STRENGTH OF HEAT-TREATED ACACIA HYBRID WOOD WITH PLASMA SURFACE TREATMENT TECHNOLOGY

Nguyen Tat Thang¹, Cao Quoc An¹, Pham Tuong Lam¹, Nguyen Thi Huong Giang¹
Trinh Hien Mai¹, Nguyen Van Tuu¹, Hoang Nhan Thang², Le Kim Chung¹

¹Vietnam National University of Forestry

²North-Eastern College of Technology, Agriculture and Forestry

SUMMARY

In this study, heat-treated wood (HTW) of Acacia hybrid was enhanced by plasma surface treatment technology. Research on the selection of plasma treatment with O₂ gas, six-time levels: 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 50 s, 60 s. The study tested the bonding strength of the heat-treated Acacia hybrid wood sample before and after plasma treatment through the following properties: contact angle, compressive shear strength, Pull-off strength, and surface morphology by scanning electron microscopy (SEM). The results showed that plasma-treated heat-treated wood (PHTW) samples compared with HTW samples: the contact angle of water with HTW samples was reduced from 112° to 13°, the compressive shear strength increased by 54.6%, and the Pull-off strength of the coating increased by 59.2%, clear etching traces are visible on the SEM images of PHTW surfaces, the optimal plasma treatment time was 50 s.

Keywords: Compressive shear strength, Enhanced bonding strength, Heat-treated Acacia hybrid wood, Plasma, Pull-off strength.

Ngày nhận bài : 05/10/2021

Ngày phản biện : 09/11/2021

Ngày quyết định đăng : 22/11/2021