

# TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU NÂNG CAO TÍNH CHẤT GỖ BẰNG XỬ LÝ SILICAT

Nguyễn Thị Bích Ngọc, Nguyễn Duy Vượng

*Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

## TÓM TẮT

Xử lý nâng cao tính chất gỗ bằng silicat mới được quan tâm nghiên cứu trong thời gian gần đây. Các kết quả nghiên cứu đã xác định sự lắng đọng silica trong gỗ sau xử lý không nâng cao hiệu quả phòng chống mối phá hoại gỗ, nó chỉ có tác dụng phòng chống côn trùng cánh cứng như xén tóc và nấm mục. Silicat có khả năng nâng cao hiệu quả chống cháy nhưng lại làm giảm một phần khả năng ổn định kích thước gỗ vì silica có khả năng hút ẩm. Các nghiên cứu cũng chỉ ra một xu hướng nghiên cứu xử lý gỗ bằng silicat là bổ sung các hóa chất bảo quản, hoặc tẩm vật liệu silica biến tính, dùng các tác nhân kỵ nước ... để nâng cao tính chất gỗ.

**Từ khóa:** Tổng quan, Xử lý silicat.

## MỞ ĐẦU

Gỗ là loại vật liệu tự nhiên được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp và dân dụng nhờ những tính chất cơ, vật lý quý báu. Ngày nay, gỗ rừng tự nhiên với độ bền tự nhiên cao đã bị khai thác quá mức, thay vào đó là gỗ rừng trồng của các loài mọc nhanh đang trở thành nguồn nguyên liệu chính đáp ứng các nhu cầu sử dụng. Gỗ rừng trồng có một số hạn chế khi đưa vào sử dụng, đó là độ bền tự nhiên kém, dễ bị côn trùng và nấm mục phá hoại, khả năng hấp thụ nước rất cao, dễ bị cong vênh, và rất dễ bị tác động bởi thời tiết khắc nghiệt... dẫn đến tuổi thọ sử dụng gỗ rất ngắn. Để nâng cao tuổi thọ cho gỗ, một số hóa chất có tính năng bảo quản và các loại thuốc bảo vệ thực vật đã được áp dụng để xử lý gỗ, vai trò chính của chúng là nâng cao độ bền tự nhiên cho gỗ, cản trở sự tấn công của các tác nhân sinh học. Trong những năm gần đây, kỹ thuật xử lý gỗ đã có những bước phát triển nhanh chóng, ngoài việc nâng cao độ bền tự nhiên, nhiều tính chất khác cũng được quan tâm chú ý để mở rộng phạm vi sử dụng vật liệu gỗ trong đời sống. Kỹ thuật xử lý gỗ bằng silicat là một trong những chủ đề nghiên cứu được quan tâm bởi nhiều nhóm nghiên cứu trên thế giới, nhưng mới chỉ bắt đầu được nghiên cứu ở Việt Nam.

Silicat vô cơ là khoáng vật tồn tại phổ biến trong tự nhiên. Ngày nay, silicat là vật liệu quan trọng của cả ngành công nghiệp có tên là công nghiệp silicat. Silicat đặc biệt là muối natri silicat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) được dùng làm tác nhân chống cháy cho gỗ, vài từ lâu nhưng silicat chỉ mới bắt đầu được quan tâm dùng để xử lý gỗ từ những năm 1970 khi quá trình lắng đọng silica trong cây được phát hiện là có ảnh hưởng tích cực đến các tính chất của gỗ sau này. Một động lực khác làm cho những nghiên cứu xử lý gỗ bằng silicat là thông qua chuyển hóa sol gel dẫn đến silica lắng đọng trong gỗ không ảnh hưởng đến động vật có vú vì độ độc của nó thấp hơn rất nhiều so với xử lý gỗ bằng chế phẩm bảo quản CCA (hỗn hợp các hợp chất của Đồng - Crom - Asen).

Kỹ thuật xử lý gỗ bằng silicon vô cơ đã được tổng kết bởi 2 tác giả Mai Carsten và Militz, nhưng bài viết này tập trung vào quá trình chuyển hóa, kết quả có được giới thiệu nhưng rất sơ lược, một số nghiên cứu quan tâm đến thực nghiệm đánh giá đến các tính chất gỗ gần như chưa được các tác giả đề cập tới.

Mục tiêu của bài viết này là tổng quan lại các nghiên cứu đã công bố trên các tập san chuyên ngành về xử lý gỗ bằng silicat vô cơ, tập trung chủ yếu vào các kết quả đánh giá độ bền tự nhiên (chống côn trùng, nấm mục), độ bền chống cháy và độ ổn định kích thước.

### **XỬ LÝ GỖ BẰNG DUNG DỊCH NƯỚC THỦY TINH LỎNG**

Đây là cách thức xử lý gỗ cổ điển nhất, gỗ được tẩm dung dịch nước thủy tinh lỏng (dung dịch của muối  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) chủ yếu bằng kỹ thuật khuếch tán, mục đích chủ yếu là chống cháy cho vật liệu gỗ. Do dung dịch thủy tinh lỏng có pH rất cao, độ kiềm mạnh nên không thể xử lý nhiệt cho gỗ. Các tính chất cơ học của gỗ cũng bị mất mát rất nhiều sau quá trình xử lý. Nghiên cứu kỹ lưỡng và công phu nhất xử lý bằng dung dịch muối silicat cho gỗ là của tác giả T. Furuno và Y. Imamura. Trong công trình này, dung dịch nước thủy tinh được phối hợp với boron và một số muối vô cơ có khả năng tạo kết tủa với dung dịch silicat. Gỗ sau tẩm được đánh giá độ bền sinh học với với môi nhà *Coptotermes formosanus* Shiraki và nấm mục.

Về thực nghiệm, giác gỗ *Cryptomeria japonica* D. được tẩm kép bằng kỹ thuật khuếch tán ở  $50^\circ\text{C}$ . Ở bước đầu, gỗ được tẩm dung dịch nước thủy tinh bão hòa trong 24 giờ, ở bước tiếp theo, gỗ được tẩm dung dịch sol boron bão hòa trong 24 giờ. Gỗ được gia nhiệt để thoát ẩm trước khi tiến hành khảo nghiệm với côn trùng và nấm mục.

Kết quả xác định lượng hóa chất xâm nhập vào gỗ cho thấy sau khi tiến hành rửa trôi đối với mẫu tẩm, lượng hóa chất thấm vào gỗ theo qui trình tẩm kép đạt được nằm trong khoảng 34 đến 52%, trong khi với phương pháp tẩm đơn, giá trị đạt được chỉ chiếm 2%. Các kết quả này đã được các tác giả cho rằng có sự hình thành silica trong gỗ. Kết luận này còn được củng cố khi các tác nhân tẩm kép không phải boron, mà chỉ có khả năng tạo kết tủa không tan với nước thủy tinh lỏng, vẫn bị rửa trôi dễ dàng.

Kết quả khảo nghiệm mối trên đĩa petri trong phòng thí nghiệm cho thấy, mối lính và mối thợ bị chết hoàn toàn sau 2 tuần quan sát với mẫu xử lý đơn và kép. Mức độ hao hụt khối lượng mẫu gỗ sau khảo nghiệm cũng thể hiện khả năng chống rửa trôi các chất vô cơ khỏi mẫu gỗ của các công thức thí nghiệm. Mức độ hao hụt khối lượng này có thể lên tới trên 60% nếu dung dịch đem phối hợp với nước thủy tinh không phải là các hợp chất boron, mẫu được xử lý dung dịch nước thủy tinh phối hợp với boron chỉ mất mát khoảng 4% khối lượng. Kết quả khảo nghiệm cũng chỉ ra sự khác biệt rõ rệt giữa qui trình tẩm đơn và tẩm kép, qui trình tẩm kép cho hiệu quả chống mối tốt hơn rất nhiều.

Với các mẫu khảo nghiệm nấm mục *C. versicolor* và *T. palustris*, các mẫu thử cũng được tiến hành rửa trôi trước khi khảo nghiệm. Kết quả khảo nghiệm cho thấy khả năng chống mục tuyệt vời của các công thức tẩm kép. Các mẫu được tẩm boron đơn thuần, thì chỉ có khả năng chống mục rất hạn chế.

Một hướng sử dụng nước thủy tinh lỏng gần đây có được nghiên cứu là xử lý hỗ trợ để nâng cao tính chất cho gỗ đã được xử lý biến tính. Công trình của Jian - Zhang Li và đồng nghiệp đã nghiên cứu khả năng nâng cao tính chất cháy và tính chất ổn định kích thước cho gỗ đã được axetyl hóa. Trong nghiên cứu này, giáng gỗ *Liriodendron tulipifera* L. sau khi axetyl hóa bằng acetic anhydride được tẩm chân không dung dịch muối silicat.

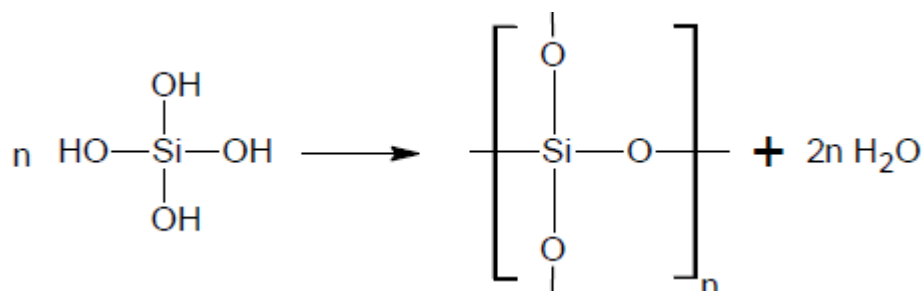
Kết quả nghiên cứu cho thấy, độ ổn định kích thước giảm đi khi có mặt silica, nhưng mức độ giảm đi không đáng kể. ASE (do hấp thụ ẩm hay hấp thụ nước) càng giảm khi hàm lượng Si xâm nhập vào gỗ tăng lên, ASE (%) giảm xuống dưới 60% so với giá trị cực đại khi hút nước là trên 70%. Một hệ quả tương tự cũng xảy ra là khi xử lý silicat, hiệu quả chống ẩm cũng giảm.

Kết quả khảo nghiệm chống cháy nêu rõ, nếu bổ sung tẩm dung dịch muối, hiệu quả chống cháy tăng lên rõ rệt. Chỉ số oxy (oxygen index) có thể tăng tới 35% khi lượng Si xâm nhập vào chiếm 16% so với chỉ khoảng 20% ở các mẫu chỉ axetyl hóa.

### XỬ LÝ GỖ BẰNG KỸ THUẬT SOL GEL

Một trong những tính chất hóa học của một số hợp chất silicon như muối silicat natri hay tetra-etyl orto silicat (TEOS) là có thể tạo gel polysilicic axit thông qua chuyển hóa sol gel. Gel này sau khi được gia nhiệt làm mất nước sẽ tạo ra silica. Mặc dù lắng đọng silica trong gỗ được khám phá là một quá trình tồn tại trong tự nhiên, và quá trình này có ảnh hưởng lên các tính chất cơ vật lý của gỗ từ những năm 1970 nhưng phải 20 năm sau nghiên cứu lắng đọng silica trong gỗ qua quá trình xử lý tẩm hóa chất mới được chú ý. Nhìn chung có 2 cách xử lý lắng đọng silica trong gỗ là: Tẩm kép trong đó ở giai đoạn đầu là tẩm dung dịch muối silicat (thủy tinh lỏng), ở giai đoạn tiếp theo là xử lý bằng một dung dịch axit để tạo gel, phần lớn các nghiên cứu đã công bố thực hiện theo qui trình này. Qui trình còn lại được chú ý gần đây hơn, nhất là sau công trình của Yamaguchi công bố là qui trình tẩm dung dịch silicat dạng sol, hoặc dung dịch keo của silica. Những ưu, nhược điểm của 2 cách xử lý này cho đến nay chưa có bất cứ phân tích khoa học nào.

Phương trình chuyển hóa tổng quát của quá trình sol gel như sau:



George C. Chen đã dùng con đường thứ 01 (tẩm kép) để xử lý chống nấm mục cho 2 nhóm gỗ là *Pinus taeda* L. và *Liquidambar styraciflua* L. ở độ ẩm 30%. Tại bước tẩm ban đầu, các mẫu gỗ được tẩm bằng dung dịch muối natri silicat ở 5 cấp nồng độ là 10,5, 13,5, 16,5, 19,5 và 22,5%. Ở bước tiếp theo, gỗ tiếp tục được tẩm (hay được axit hóa) bằng dung dịch photphoric axit 2,5 và 5%. Gỗ sau tẩm có pH trong khoảng 4-8. Với mẫu gỗ được nghiên cứu

khả năng hấp thụ ẩm cũng được làm tương tự nhưng loại bỏ 2 cấp độ nồng độ lớn nhất. Gỗ sau tẩm được xử lý nhiệt ở 105<sup>0</sup>C trong 24 giờ.

Trong nghiên cứu đã đánh giá khả năng chống nấm mục của gỗ sau xử lý, 2 loài nấm là nấm mục nâu *G. trabeum* và nấm mục trắng *T. versicolor*.

Khi khảo nghiệm với nấm mục nâu, các mẫu gỗ tẩm không rửa trôi với lượng hóa chất xâm nhập là 20,4% có khả năng chống mục với lượng vật chất bị hao hụt chiếm 0,9%. Trong khi đó với mẫu tẩm bị rửa trôi, lượng hóa chất xâm nhập vào gỗ là 20,5% có khả năng chống mục với 0,1% lượng gỗ bị hao hụt. Với mẫu được tẩm 5% photphoric axit, lượng axit xâm nhập vào là 31,1%, sau khảo nghiệm mục mất khoảng 2,1% khối lượng. Mẫu đối chứng không tẩm gì sau thử nấm hao hụt lên đến khoảng 32,2% khối lượng.

Với nấm mục trắng, các mẫu thử được tẩm kép, có tiến hành rửa trôi có khả năng chống nấm mục trắng với lượng vật chất bị mất mát là 3,4 %. Các mẫu không có rửa trôi với lượng hóa chất xâm nhập là 30,1% chỉ bị mất 1,3% khối lượng sau thử. Mẫu đối chứng mất khoảng 30,6% khối lượng sau thử.

Như vậy silica lắng đọng trong gỗ nâng cao được khả năng chống nấm mục. Nhưng nghiên cứu này cho thấy, mẫu gỗ sau xử lý hút ẩm mạnh, đây là nhược điểm hạn chế khả năng sử dụng gỗ.

Trong lĩnh vực bảo quản gỗ, ngoài nấm mục thì côn trùng như mối, mọt, xén tóc và hà biển là những đối tượng xâm hại gỗ rất mạnh, nhất là với những loài gỗ có độ bền tự nhiên kém. Ngoài dung dịch nước thủy tinh lỏng được dùng để tạo gel cho lắng đọng silica thì TEOS cũng được dùng thử nghiệm cho quá trình chuyển hóa sol gel trong gỗ. Laurie James Cookson và cộng sự đã tiến hành đánh giá hiệu quả xử lý gỗ bằng silica chống lại sự xâm hại của nhóm động vật không xương sống bao gồm mối *Coptotermes acinacifomis*, xén tóc *Lytus bruneus*, hà biển.

Gỗ Thông *Pinus radiata* D. được tẩm chân không áp lực bằng dung dịch TEOS trong hệ dung môi methanol/nước (tỷ lệ 2:1 về thể tích), lượng silica tính theo hàm lượng trong dung dịch ở các mức 1, 5 và 15%. Gỗ tẩm được xử lý đóng rắn ở 60<sup>0</sup>C sau đó tiến hành khảo nghiệm hiệu lực với mối và xén tóc.

Kết quả khảo nghiệm với mối cho biết tất cả các mẫu xử lý, với lượng hóa chất (silica) xâm nhập vào gỗ trung bình 16,7% (với cấp nồng độ cao nhất là dung dịch 15%) bị mối phá hoại rất nặng, phần khối lượng hao hụt do mối ăn trên 80%, với mẫu không tiến hành rửa trôi trước khi thử, mối còn phá hoại mạnh hơn cả mẫu đối chứng, khối lượng bị mối ăn lên đến 95%.

Với mẫu thử xén tóc trong 3,5 năm cho kết quả gần như tương phản với phép thử chống mối. Trong khi các mẫu không được xử lý và mẫu đối chứng (xử lý dung môi) bị xén tóc phá hoại rất mạnh với sự xuất hiện của nhiều lỗ vũ hóa. Với các cấp độ xử lý từ 1 đến 5% dung dịch silica, các mẫu chỉ bị phá hoại ở cấp độ trung bình đến nhẹ. Với các mẫu được xử lý dung dịch 15% thì không thấy dấu hiệu của sự phá hoại.

Các mẫu gỗ khảo nghiệm hiệu lực chống hà biển sau 7 năm theo dõi cho thấy, gỗ được tẩm CCA với lượng hóa chất thấm vào chiếm 2% hoặc tẩm kép CCA với lượng thuốc

thấm 2% (bước 1) và Silica (bước 2) bị hà *Limnoria* phá hoại rất mạnh với dung dịch silica ở 2 mức nồng độ là 1 và 5%. Hà biển chỉ không tấn công gỗ được tẩm kép với dung dịch silica 15%.

Kết quả nghiên cứu này đã mở ra triển vọng nghiên cứu về cơ chế nâng cao độ bền tự nhiên gỗ của silica, đồng thời cũng chỉ ra những khó khăn khi áp dụng silica bằng con đường xử lý TEOS trong thực tiễn.

Lắng đọng silica trong gỗ thông qua chuyển hóa sol gel cũng đã được Phòng Bảo quản Lâm sản – Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam sử dụng để xử lý cho 2 loài gỗ là Bò đê và Keo lai. Kết quả khảo nghiệm với mối nhà *Coptotermes formosanus* Shiraki cho thấy silica không có khả năng nâng cao hiệu lực chống mối cho gỗ. Gỗ tẩm và đối chứng bị mối sử dụng làm thức ăn gần như hoàn toàn trong thời gian 3 tháng khảo nghiệm.

### **PHÁT TRIỂN KỸ THUẬT SOL GEL**

Xử lý sol gel mà kết quả cuối cùng là lắng đọng silica trong gỗ mới chỉ đóng góp một phần vào việc nâng cao các tính chất của gỗ như nâng cao khả năng chống mục, côn trùng cánh cứng nhưng các tính chất khác như ổn định kích thước hay chống mối xâm hại vẫn còn hạn chế hay gần như không hiệu lực đáng kể. Kỹ thuật sol gel được phát triển thông qua việc bổ sung tác nhân bảo quản gỗ kinh điển như các hợp chất của boron, thậm chí cả chế phẩm bảo quản như CCA. Công trình của Haruhiko Yamaguchi hay Saka và cộng sự là những công trình quan tâm đến hướng phát triển này.

Trong công trình của Yamaguchi, silicic axit và boric được kết hợp với nhau trước và được tẩm vào gỗ như là một hợp chất phức. Gỗ thí nghiệm được tẩm dung dịch keo trên hệ dung môi methanol/nước của axit silicic (chiếm 20% khối lượng dung dịch) phân tử lượng thấp phối hợp với boric axit (hàm lượng thay đổi từ 2 đến 5%). Gỗ sau tẩm được tạo gel ở 60°C trong 48 giờ.

Kết quả khảo nghiệm mối trong phòng thí nghiệm (Xác định độ độc qua đường miệng) cho thấy mối *Coptotermes formosanus* shiraki chết hoàn toàn chỉ sau một ngày tiếp xúc với gỗ tẩm dung dịch phức, bắt đầu chết sau 3 ngày cho đến chết hoàn toàn sau 14 ngày nếu cho tiếp xúc với axit silicic trong khi mối tiếp xúc với gỗ không xử lý gì (đối chứng) thì chỉ có 4/100 con chết sau 14 ngày quan sát.

Kết quả khảo nghiệm ngoài hiện trường trong 3 năm (mỗi năm có 6 tháng có mưa) cho thấy, với mẫu đối chứng hay mẫu chỉ tẩm axit silicic thuần túy bị mối phá hoại hoàn toàn, với mẫu được tẩm các dung dịch chứa boron thì mức độ phá hoại sẽ giảm đi khi lượng boron tăng lên. Kết quả đáng chú ý nhất của nghiên cứu này là khi lượng boric axit tăng trên 4% thì mối gần như không thể xâm hại, các tác giả đã đi đến kết luận rằng, axit silicic có khả năng chống rửa trôi (vì mùa mưa rất dài).

Ngoài khảo nghiệm với mối, công trình của Yamaguchi còn khảo nghiệm khả năng chống cháy. Kết quả phép đo chỉ ra rằng, thời gian cháy phát sáng giảm đi khi silicic axit được bổ sung boron. Lượng boron trong công thức tẩm càng lớn thì thời gian cháy phát sáng càng ngắn. Đáng chú ý là ở những công thức mà boric phối hợp ở dạng dung dịch trong dung môi metanol thì không có thời gian cháy phát sáng. Một chỉ số được dùng để đánh giá khả

năng chống cháy của gỗ là mức độ cac-bon hóa thể hiện qua chiều dài phân than. Lượng boric được thêm vào gần như không ảnh hưởng gì đến chiều dài than hóa. Lượng boric thêm vào chỉ làm giảm lượng khói sinh ra khi đốt cháy.

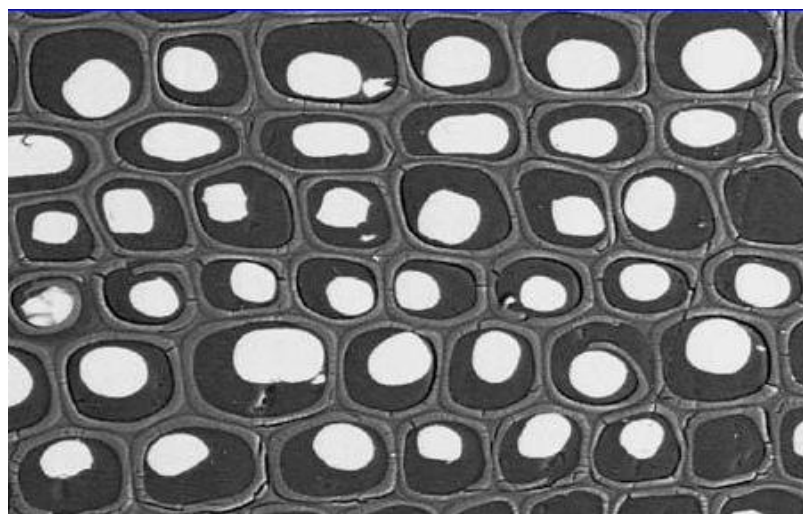
### **SILICA TỒN TẠI NHƯ THỂ NÀO TRONG GỖ**

Các phương pháp phân tích vật lý hiện đại như phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR), nhiễu xạ tia X, siêu hiển vi điện tử quét (SEM) đã được dùng xem xét sự tồn tại và tương tác của silica với gỗ.

Trong các qui trình xử lý theo quá trình sol gel, phổ IR cho thấy có sự hình thành polysilicic trong gỗ. Ngoài ra còn cho thấy có sự hình thành liên kết giữa nhóm OH của silicic axit và H của gỗ.

Phân tích tán xạ tia X (EDXA) cho thấy silicic axit tập trung chủ yếu bên trong các tia gỗ hơn là trên thành tế bào gỗ. Ảnh SEM cũng xác nhận điều này. Một kết quả khác khi phân tích EDXA là silicic tập trung chủ yếu ở các lớp đầu tiên trên bề mặt gỗ, chỉ có một phần rất nhỏ lượng silicat có thể thấm sâu vào trong lòng vật liệu gỗ. Chụp SEM cũng là kỹ thuật được dùng để đánh giá cơ chế chống cháy của gel  $\text{Na}_2\text{O}$  khi xử lý gỗ theo quá trình chuyển hóa sol gel. Như báo cáo, hiệu quả chống cháy là do dehydrat hóa và cacbon hóa gỗ.

Các công cụ phân tích vật lý hiện đại nhất là phổ cộng hưởng từ NMR đóng vai trò quan trọng trong các nghiên cứu tìm hiểu sự tương tác của silica với gỗ thông qua các tác nhân kết nối, hay các silica biến tính bề mặt.



Hình ảnh Silica lắng đọng trong gỗ thông *P. radiata*  
xử lý sol gel chụp bằng SEM

### **KẾT LUẬN**

Các nghiên cứu xử lý gỗ bằng silicat (chủ yếu là muối natri silicat và TEOS) tập trung chủ yếu vào quá trình xử lý sol gel. Dung dịch sol được tẩm vào gỗ giai đoạn đầu, và gỗ được gia nhiệt để tạo gel ở giai đoạn tiếp theo. Kết quả của quá trình xử lý gỗ là sự lắng đọng silica ( $\text{n SiO}_2$ ) trong ruột và trên thành tế bào gỗ. Sự lắng đọng này có thể giúp nâng cao một số tính chất gỗ:

- Gỗ được xử lý bằng silicat vô cơ (Muối silicat và TEOS) nâng cao được độ bền tự nhiên với côn trùng cánh cứng là xén tóc và một số không nâng cao khả năng chống mối hại gỗ.

- Gỗ được xử lý bằng silicat theo con đường chuyển hóa sol gel có khả năng chống nấm mục xâm hại, khả năng này tăng lên rõ rệt khi các dung dịch tẩm có bổ sung những hóa chất có tính năng bảo quản gỗ.

- Gỗ được xử lý bằng silicat theo chuyển hóa sol gel qua chất trung gian là silicic có khả năng làm tăng ổn định kích thước nếu silica lắng đọng ở dạng vô định hình. Sự lắng đọng silica tinh thể làm tăng khả năng hút ẩm, do nó là một tác nhân hút ẩm rất mạnh. Để khắc phục nhược điểm này, silica được biến tính bằng các tác nhân kỵ nước hoặc gỗ cần phải được xử lý chống ẩm.

- Khả năng chống cháy của gỗ tăng lên rõ rệt sau khi xử lý sol gel. Gỗ sau xử lý là một vật liệu khá "trơ" với lửa. Để làm gỗ cháy, cần một khoảng thời gian rất dài, với nguồn cung lửa phải đủ mạnh.

- Để hiểu sâu hơn sự tương tác của vật chất tẩm với gỗ qua đó định hướng xây dựng các giải pháp, qui trình mới xử lý gỗ, rất nhiều phương pháp phân tích vật lý hiện đại đã được dùng đến. Nhờ những kết quả phân tích này, kỹ thuật sol gel sẽ còn rất nhiều triển vọng phát triển trong nghiên cứu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. George Chen (2009), Treatment of wood with polysilicic acid derived from sodium silicate for fungal decay protection, *Wood and Fiber science*, 41(3), pp: 220 - 228.
2. Haruhiko Yamaguchi (2002), Low molecular weight silicic acid - inorganic compound complex as wood preservative, *Wood science and technology*, 36, 399 - 417.
3. Haruhiko Yamaguchi (2003), "Silicic acid: boric acid complexes as wood preservatives", *Wood science and technology*, 37, pp:287-297.
4. Hishasi Miafuji, Shiro Saka (2001), Na<sub>2</sub>O - SiO<sub>2</sub> wood - inorganic composites prepared by the sol-gel process and their fire - resistant properties, *Journal of Wood Science*, 47, 483-489.
5. Jian-Zhang Li, Takeshi Furuno and Sadanobu Katoh (2001), "Preparation and properties of acetylated and propylated wood-silicate composites", *Holzforschung*, 55, 93-96.
6. Laurie James Cookson et al (2007), The effectiveness of silica treatments against wood - boring invertebrates, *Holzforschung*, Vol 61, pp: 326 -322.
7. Mai C, Militz H (2004), "Modification of wood with silicon compounds. Inorganic silicon compounds and sol gel systems". *Wood science and technology*, 37, 339 - 348.
8. 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.
9. S. Saka, T. Ueno (1997), Several SiO<sub>2</sub> wood - inorganic composites and their fire - resisting properties, *Wood science and technology*, 31, 457 - 466.

## **TREATING WOOD WITH SILICATE COMPOUNDS: A REVIEW**

**Nguyen Thi Bich Ngoc, Nguyen Duy Vuong**

*Forest Science Institute of Vietnam*

### **SUMMARY**

This paper summarized the results of research on improvement of wood properties by treating with inorganic silicate. The results revealed that, silica deposition is unable to control termites. The treated samples damaged as strongly as possible to destruct the control. The presence of silica made wood to be able to prevent *cerambycidae* and rot fungi. Wood treated with silicate is a fire retardant material, but its dimensional stability slightly reduced. The research works recently published showed the tendency of wood treatment by adding preservatives, water repellent agents or silica.

**Key words:** A review, Silicate compounds

**Người thẩm định:** GS.TS. Hà Chu Chử