

# LÀM SẠCH GỈ THÉP BẰNG CHẤT BIẾN ĐỔI GỈ THÉP B-05

TS. PHẠM VĂN KHOAN

KS. TRẦN NAM

Viện KHCN Xây dựng

## 1. Đặt vấn đề

Gỉ thép là hiện tượng phổ biến thường gặp trên các công trình xây dựng trong điều kiện khí hậu nóng ẩm Việt Nam. Khi để các loại thép trần tiếp xúc với môi trường ẩm ướt bên ngoài thì chỉ sau vài ngày là có thể xuất hiện gỉ vàng trên bề mặt, nếu để lâu hơn sẽ hình thành gỉ vảy và ảnh hưởng lớn đến chất lượng thép. Đối với kết cấu bê tông cốt thép, gỉ thép sẽ làm giảm lực bám dính của cốt thép với bê tông và tăng nguy cơ bị ăn mòn và phá hủy cốt thép trong quá trình sử dụng, kết quả tương tự cũng sẽ xảy ra đối với kết cấu thép khi áp dụng biện pháp bảo vệ bằng hệ sơn phủ. Do vậy cần thiết phải làm sạch gỉ thép trước khi đổ bê tông hoặc sơn phủ chống ăn mòn.

Hiện nay có thể sử dụng nhiều biện pháp để làm sạch gỉ thép, trong đó sử dụng chất biến đổi gỉ là một biện pháp đã được nghiên cứu và ứng dụng có hiệu quả ở nước ta. Dưới đây xin giới thiệu một phần kết quả nghiên cứu về sự biến đổi gỉ thép khi sử dụng chất B-05.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu:

Trong nghiên cứu đã sử dụng các loại vật liệu sau đây:

- Thép tấm kích thước 100 x 200 x 15 (mm), có mức độ gỉ loại A, B, C, và D theo phân loại của TCXDVN 334: 2005 [2];

- Chất biến đổi gỉ B-05 do Trung tâm Tư vấn chống ăn mòn và xây dựng thuộc Viện KHCN xây dựng nghiên cứu và chế tạo là sản phẩm thuộc nhóm chất biến đổi gỉ hỗn hợp có thành phần gồm cả các loại hóa chất gốc vô cơ lẫn các chất hữu cơ, một số tính chất cơ bản của chất biến đổi gỉ B-05 được trình bày trong bảng 1 sau đây.

**Bảng 1: Một số chỉ tiêu kỹ thuật của chất biến đổi gỉ B-05**

TT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Mức chất lượng
1	Màu sắc	Màu nâu
2	Tỷ trọng	1,16 - 1,18 kg/ lít
3	độ pH (dung dịch 5%)	6- 7
4	Hàm lượng chất khô	25 - 30%
5	Liều lượng sử dụng	0,1 - 0,15 lít/m <sup>2</sup>
6	Khả năng biến đổi gỉ thép	Tới loại C

### 2.2 Phương pháp nghiên cứu

Phân tích thành phần hoá và cấu trúc trên cơ sở so sánh các mẫu thép (gỉ loại A, B, C và D) đã được phun chất B-05 với các mẫu thép tương ứng không phun chất B-05, trên các thiết bị hiện đại, ngoài ra có xem xét tới cơ chế biến đổi gỉ của chất B-05.

## 3. Cấu trúc của gỉ thép khi có mặt chất B-05

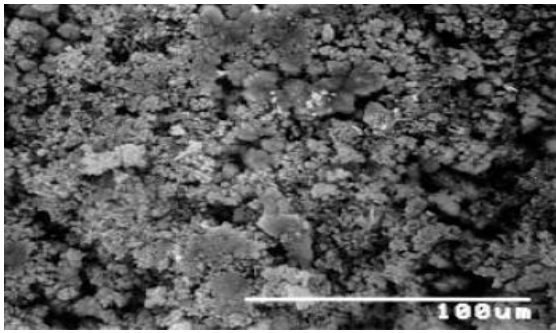
Bản chất gỉ là sản phẩm của quá trình ăn mòn thép xuất hiện do sự tương tác giữa oxy, nước và sắt. Gỉ thép mới hình thành thường có màu vàng, sau chuyển sang nâu đen, có cấu trúc xốp và thể tích lớn hơn thép nhiều lần. Về thành phần hóa học, gỉ thép là hỗn hợp các oxyt hay hydroxyt sắt như goethite ( $\alpha$ -FeOOH), akaganetite ( $\beta$ -FeOOH), lepidocroxite ( $\gamma$ -FeOOH), oxyt sắt từ magnetite ( $Fe_3O_4$ ), maghemite ( $\gamma$ - $Fe_2O_3$ ) và hematite ( $\alpha$ - $Fe_2O_3$ ).

Gỉ thép được kết lại từ những hạt gỉ nhỏ bé với mật độ phân bố và sắp xếp khác nhau, có cấu trúc xốp và có khả năng hấp phụ các tác nhân gây ăn mòn dẫn đến quá trình ăn mòn thép có thể tiếp diễn liên tục bên dưới các lớp gỉ đã được hình thành.

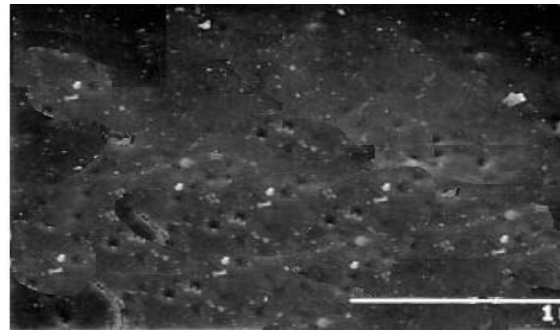
Để làm rõ tác dụng của chất biến đổi gỉ thép B-05, chúng tôi đã tiến hành các thí nghiệm xác định cấu trúc và thành phần khoáng của gỉ thép trước và sau khi xử lý bằng chất biến đổi gỉ thép B-05 thông qua thí nghiệm phổ Rơnghen, phổ hồng ngoại FTIR và chụp kính hiển vi điện tử SEM.

### 3.1. Cấu trúc bề mặt gỉ thép trước và sau khi xử lý bằng B-05

Mẫu thép có mức độ gỉ loại B, trước và sau khi xử lý bằng chất B-05, được chụp cấu trúc bề mặt trên kính hiển vi điện tử SEM, ảnh thu được có độ phân giải trong khoảng từ 70 đến 120 Å<sup>0</sup>.



a) Trước khi xử lý



b) Sau khi xử lý

**Hình 1. Cấu trúc bề mặt gỉ thép trước và sau khi xử lý bằng chất B-05**

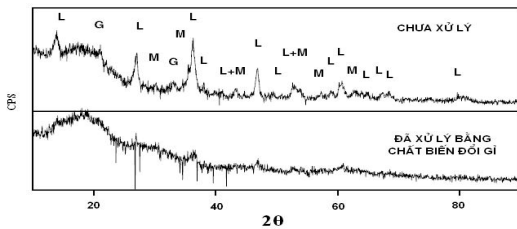
Kết quả thu được cho thấy bề mặt thép gỉ trước khi xử lý có cấu trúc xốp, không đồng nhất, tạo thành từ nhiều hạt gỉ có các kích thước khác nhau (Hình 1.a). Trong khi đó, trên bề mặt gỉ thép đã được xử lý bằng chất B-05 có cấu trúc mịn, đồng nhất, không bị xốp rỗng (Hình 1.b).

Như vậy bước đầu có thể thấy rằng sau khi được xử lý gỉ bề mặt thép có sự thay đổi về mặt cấu trúc, lớp gỉ thép phản ứng tạo thành các phân tử có kích thước nhỏ sắp xếp thành màng liên tục.

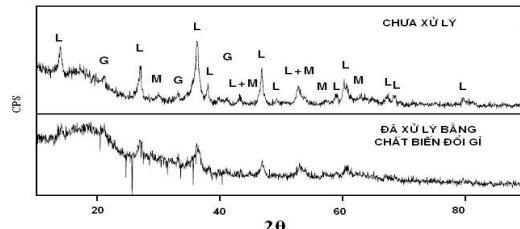
### 3.2. Thành phần khoáng của gỉ thép trước và sau khi xử lý biến đổi gỉ B-05

#### a. Phân tích thành phần khoáng bằng nhiễu xạ Rơnghen

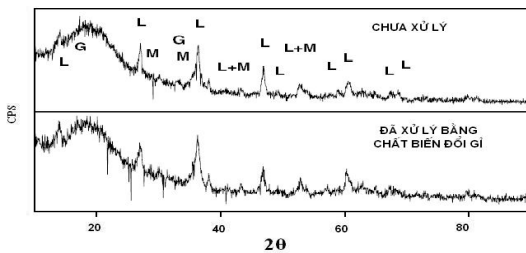
Mẫu thép có mức độ gỉ khác nhau được phủ bằng chất biến đổi gỉ B-05, sau đó tiến hành quét phân tích trong khoảng  $10-90^\circ$  ( $2\theta$ ) với tốc độ quét  $0,05^\circ/s$ . Kết quả phổ nhiễu xạ Rơnghen của mẫu gỉ thép các loại trước và sau khi xử lý được trình bày trong hình 2.



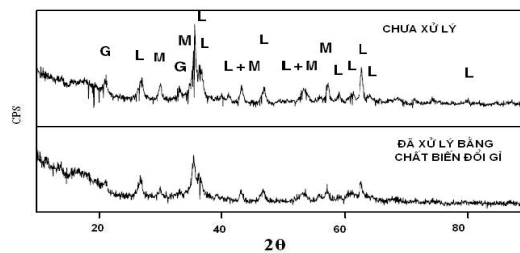
a) Gỉ thép loại A



b) Gỉ thép loại B



c) Gỉ thép loại C



d) Gỉ thép loại D

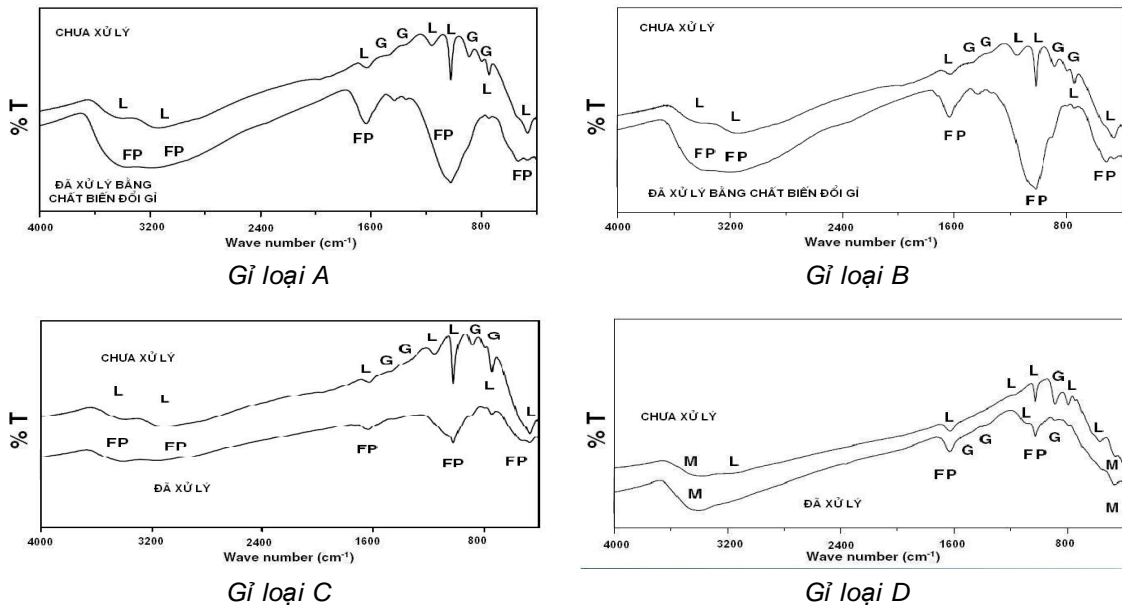
Ký hiệu: L: Lepidocrocite G: Goethite M: Magnetite

**Hình 2. Phổ nhiễu xạ Rơnghen của mẫu gỉ thép trước và sau khi xử lý bằng chất B-05**

Kết quả thí nghiệm xác định thành phần khoáng mẫu gỉ thép trước và sau khi xử lý bằng chất biến đổi gỉ B-05 cho thấy sau khi được xử lý không thấy có sự xuất hiện của các loại oxyt và hydroxyt trên bề mặt tấm thép thử. Như vậy chất biến đổi gỉ B-05 đã có tác dụng trong việc chuyển hóa các loại gỉ thép thành những hợp chất khác.

#### b. Phân tích các nhóm chức bằng phổ hồng ngoại FTIR :

Mẫu gỉ thép sau xử lý được tiến hành phân tích thành phần thông qua việc xác định các nhóm chức hóa học bằng phổ hồng ngoại FTIR. Mẫu bột gỉ thép và gỉ thép đã được xử lý bằng chất biến đổi gỉ B-05 trộn với bột KBr và nén thành viên với tỷ lệ 2%, được phân tích FTIR trong dải bước sóng từ  $4000$  đến  $155\text{ cm}^{-1}$ . Kết quả phổ hồng ngoại được cho ở hình 3.



Ký hiệu: L: Lepidocrocite G: Goethite M: Magnetite FP: Ferric Polyphenolat

**Hình 3.** Phổ hồng ngoại FTIR của mẫu gỉ thép trước và sau khi xử lý bằng B-05

Kết quả thí nghiệm cho thấy trong thành phần của gỉ thép ban đầu có chứa hỗn hợp nhiều loại oxyt và hydroxyt sắt như Lepidocrocite, Goethite, Magnetit.

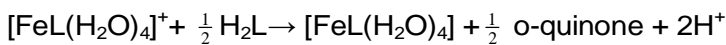
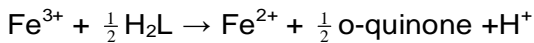
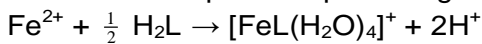
Sau khi được xử lý, thành phần của gỉ thép có thay đổi trong đó chủ yếu là xuất hiện các đỉnh hấp thụ đặc trưng của phức Ferricpolyphenolat. Ngoại trừ mẫu gỉ thép loại D vẫn còn chứa một số thành phần magnetite, goethite và lepidocrocite, còn lại các mẫu gỉ thép loại A, B, C đều đã chuyển hóa hoàn toàn.

**4. Cơ chế hoạt động của chất biến đổi gỉ B-05**

Trong thành phần chính của chất biến đổi gỉ B-05 có chứa các nhóm chức hydroxy và cacboxyl, do đó có vừa có tính chất của axit lại vừa có tính chất của rượu bậc cao. Vì vậy nó có thể phản ứng với các ion Fe<sup>2+</sup> hay Fe<sup>3+</sup> là những thành phần chính có trong gỉ thép tạo thành phức trơ bền. Đồng thời trong thành phần chất biến đổi gỉ còn có một lượng nhỏ các axit, có thể hòa tan các oxyt sắt tạo thành ion Fe<sup>2+</sup> và Fe<sup>3+</sup> để quá trình tạo phức với được hoàn toàn.

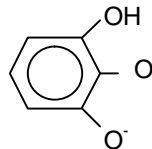
Ngoài ra, lượng polyhydroxyphenol dư sẽ tự phản ứng tạo màng trong điều kiện có mặt Zn(HPO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> và Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> với axit ascorbic làm chất xúc tác. Lớp màng tạo thành giúp cho ngăn ngừa hoàn toàn bề mặt thép với không khí bên ngoài, bảo vệ thép không bị ăn mòn.

Về cơ chế quá trình phản ứng biến đổi gỉ là một tổ hợp các phản ứng phức tạp bao gồm:

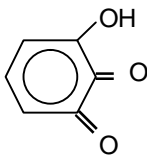


Trong đó:

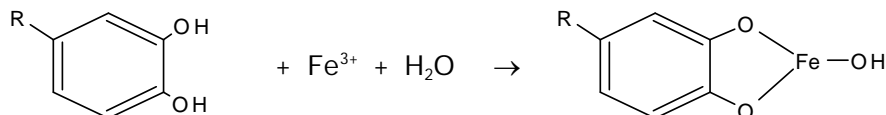
H<sub>2</sub>L là hydroxypolyphenol, L thường có dạng



O-quinone có dạng cấu tạo



Phức tạo thành [FeL(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>] có tính chất trơ, bền vững. Phương trình phản ứng hóa học tổng quát của quá trình tác dụng giữa gỉ thép với chất biến đổi gỉ có thể được viết như sau:





Phức tạo thành  $[\text{FeL}(\text{H}_2\text{O})_4]$  có tính chất trơ, bền vững đảm bảo khả năng bảo vệ và chống ăn mòn cho thép. Quá trình hình thành lớp màng bảo vệ trên bề mặt thép là một quá trình diễn ra từ từ, trước tiên chất biến đổi gỉ thấm sâu vào trong lớp gỉ thép, sau đó hòa tan và phản ứng hóa học với gỉ thép để hình thành một sản phẩm hóa học mới. Trong khi đó nền thép vẫn không bị ảnh hưởng đảm bảo giữ cho thép không bị tiếp tục ăn mòn.



Hình 4. Quá trình biến đổi gỉ trên bề mặt thép

## 5. Kết luận

Qua các kết quả nghiên cứu về gỉ thép và cơ chế tác dụng của chất biến đổi gỉ B-05, có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Gỉ thép là sản phẩm của quá trình ăn mòn thép xuất hiện trên bề mặt thép do sự tương tác giữa oxy, nước và sắt. Về bản chất hóa học gỉ thép là hỗn hợp của các oxyt hay hidroxyt sắt như goethite ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ), akaganetite ( $\beta\text{-FeOOH}$ ), lepidocroxite ( $\gamma\text{-FeOOH}$ ), oxyt sắt từ magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), maghemite ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) và hematite ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ );
- Gỉ thép có cấu trúc xốp, bề mặt không đồng nhất. Sau khi tác dụng với chất biến đổi gỉ B-05 tạo thành các phân tử có kích thước nhỏ, có liên kết sắp xếp thành lớp màng liên tục với thành phần hóa học chủ yếu là các phức Fericpolyphenolat;
- Cơ chế hình thành hợp chất phức chủ yếu là do phản ứng hóa học giữa các oxyt, hydroxyt sắt với polyhydroxyphenol dưới tác dụng hỗ trợ của một số chất xúc tác khác như axit ascorbic, kẽm hydrophotphat,...

Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy chất biến đổi gỉ B - 05 có khả năng làm sạch gỉ thép tới loại C và chuyển hóa gỉ thép thành những hợp chất trơ, bền vững có tính chất như một lớp màng bảo vệ trên bề mặt thép thông qua các phản ứng hóa học phức tạp, chất B -05 hầu như không tác dụng với thép, vì vậy nó không chỉ có khả năng biến đổi gỉ mà còn có thể dùng để bảo quản tạm thời thép xây dựng trong quá trình thi công lắp dựng, đặc biệt thích hợp cho điều kiện môi trường biển.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PHẠM VĂN KHOAN, TRẦN NAM. Nghiên cứu chế tạo chất biến đổi gỉ bảo vệ và chống ăn mòn cốt thép trong bê tông;; *Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học cán bộ trẻ lần thứ VII, Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, 07/2003.*
2. TCXDVN 334:2005 Quy phạm sơn thiết bị và kết cấu thép trong xây dựng dân dụng và công nghiệp.
3. GARCORA K.E, MORALES A.L, ARROYAVE C.E, BARRERO C.A, COOK D.C Mossbauer Characterization of Rust Obtained in an Accelerated Corrosion Test; ; *Hyperfine Interactions, Kluwer Academic Publishers, Volume148/149, Issue1/4, 2003.*
4. P. MUNAYCO, D. R. SANCHEZ, E. BAGGIO-SAITOVITCH, L. M. OCAMPO, O. R. MATTOS, I. C. P. MARGARIT. Rust converters based in phosphoric and tannic acids and their reaction mechanisms under different corrosive solutions studied by Mossbauer spectroscopy;; *Federal University of Rio de Janeiro, EQ, Inorg. Proc. Dep. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.*
5. C. A.BARRERO, L. M.OCAMPO, C. E. ARROYAVE Possible improvements in the action of some rust converters;; *Corrosion Science, Volume 43, Issue 6, June 2001, 1003-1018.*
6. SEI J. OH, D.C. COOK, H.E. TOWNSEND. Characterization of Iron Oxides Commonly Formed as Corrosion Products on Steel;; *Hyperfine Interactions Volume 112, Numbers 1-4, March 1998, 59 – 66.*
7. SABURO NASU, TAKAYUKI KAMIMURA, TAKASHI TAZAKI Investigation of Rust Formed on Steel Surfaces and Related Oxyhydroxides; *Hyperfine Interactions, Volume 139-140, Numbers 1-4, March 2002 175 – 182.*