

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG ZEOLIT ANALCIME CHO QUÁ TRÌNH TẮY TRẮNG BỘT GIẤY CƠ HỌC TỪ THÂN NGÔ BẰNG HYDROPEROXIT

Phan Huy Hoàng^{1*}, Ngô Văn Hữu²

¹*Viện Kỹ thuật Hóa học, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội*

²*Viện Công nghiệp Giấy và Xenlulô*

Đền Tòa soạn 26-3-2015; Chấp nhận đăng 26-8-2015

Abstract

This study presented the synthesis of analcime zeolite particles and their application for peroxide bleaching of mechanical pulp. By adding of zeolite to bleaching slurry of mechanical pulp that containing transition metals would decrease the rate of metal catalysed decomposition of hydrogen peroxide. These zeolite particles also allowed relative high brightness of pulp with the increase of brightness of 12 % ISO after bleaching. Furthermore, the suitable conditions for peroxide bleaching of mechanical pulp such as hydrogen peroxide dosage, zeolite charge, temperature and bleaching time were determined through a series of experiments. This kind of zeolite showed the a potential for replacement of chelation agent (DTPA) and stabilizing agent (Na_2SiO_3) in traditional bleaching process that were criticized from an ecological point of view.

Keywords. Analcime zeolite, hydroperoxide bleaching slurry.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, ảnh hưởng của các chất hữu cơ chứa clo từ các nhà máy giấy đối với môi trường đang là mối quan tâm của các cơ quan chức năng, cũng như các doanh nghiệp sản xuất giấy [1, 2]. Vì vậy, hiện nay người ta đang hướng đến những hóa chất tẩy trắng bột giấy thân thiện với môi trường như O_3 , O_2 , H_2O_2 ... Trong đó, H_2O_2 đang là hóa chất được ứng dụng nhiều hơn cả trong các nhà máy sản xuất bột cơ hiệu suất cao. Tuy nhiên, H_2O_2 rất dễ bị phân hủy bởi quá trình xúc tiến của các ion kim loại đa hóa trị như Mn^{2+} , Cu^{2+} ... [2-5]. Do đó, trong hầu hết các quá trình tẩy trắng, người ta đều phải bổ sung các chất ổn định môi trường và các chất tạo phức để hạn chế được các tác động của quá trình phân hủy H_2O_2 xúc tiến bởi các ion kim loại đa hóa trị để đạt hiệu quả cao hơn trong quá trình tẩy trắng. Thông thường, natri silicat (Na_2SiO_3) là chất ổn định pH môi trường, dietylenetriamin pentaacetic acid (DTPA) và MgSO_4 là chất tạo phức được sử dụng để hạn chế khả năng phân hủy H_2O_2 do ion kim loại gây ra. Tuy nhiên, các hóa chất trên lại có những hạn chế nhất định đó là: Na_2SiO_3 là chất có khả năng kết tủa ở nhiệt độ cao gây tắc nghẽn đường ống hay lắng cặn trong các thiết bị tẩy trắng. DTPA được biết đến là chất có khả năng gây ung thư và

cần được kiểm soát trong quá trình thải ra môi trường. Ngoài ra, cả ba hóa chất trên đều ở dạng hòa tan trong dung dịch nên sau quá trình tẩy đều đi theo nước thải ra môi trường, gây ảnh hưởng đến môi trường sinh thái. Do đó cần có biện pháp xử lý nước thải thích hợp để giảm thiểu ô nhiễm. Chính vì vậy, việc nghiên cứu và tìm ra một loại vật liệu mới vừa có thể ổn định môi trường tẩy, vừa có khả năng kiểm chế hoạt động của các ion kim loại đa hóa trị trong dung dịch tẩy trắng nhằm thay thế đồng thời hỗn hợp chất ổn định ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{DTPA} + \text{MgSO}_4$) là rất cần thiết.

Zeolit là vật liệu nhôm silicat có cấu trúc tinh thể xốp với kích thước mao quản đồng đều, có diện tích bề mặt lớn, có thể điều chỉnh được lực axit và nồng độ tâm axit. Do đó chúng được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khoa học cũng như công nghiệp với vai trò chính chất trao đổi ion, chất hấp phụ và phân tách, chất xúc tác cho các phản ứng tổng hợp hữu cơ và các ứng dụng khác [5-8]. Chúng còn được sử dụng để tách và làm sạch khí, tách ion phóng xạ từ các chất thải phóng xạ.

Chính vì vậy, zeolit analcim đã được tổng hợp và ứng dụng cho quá trình tẩy trắng bột giấy cơ học từ thân cây ngô bằng hydroperoxit nhằm sơ bộ đánh giá khả năng ngăn chặn hoạt động của các ion kim loại đa hóa trị trong việc phân hủy peroxit trong quá trình tẩy trắng. Ngoài ra hiệu quả của việc bổ sung

zeolit còn được xác định thông qua độ trắng của bột giấy sau tẩy. Mục đích của nghiên cứu này là bước đầu nghiên cứu cải thiện quá trình tẩy trắng bằng zeolit, giảm thiểu ảnh hưởng đến môi trường và hạn chế việc xử lý nước thải của quá trình tẩy. Từ đó hi vọng có thể mang lại hiệu quả hơn về mặt kinh tế cũng như môi trường.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Vật liệu và hóa chất

Bột giấy sử dụng là bột hiệu suất cao từ thân ngô thu được theo phương pháp xử lý bằng hydroperoxit trong môi trường axit kết hợp với quá trình nghiền, có độ trắng ban đầu là 23,2 % ISO.

Hóa chất dùng trong thí nghiệm là hóa chất tinh khiết PA và hóa chất công nghiệp của Trung Quốc: NaOH độ tinh khiết 98 %; H₂O₂ nồng độ 30 % độ tinh khiết 98,8 % và một số hóa chất phụ khác: MgSO₄, natri silicat, EDTA

2.2. Tổng hợp zeolit analcim

Zeolit analcime được tổng hợp theo tài liệu đã được công bố của M. Kohoutkova [8]. Hòa tan Al₂(SO₄)₃.18H₂O với một lượng nước nhất định, nhỏ thêm 1-2 giọt H₂SO₄ đặc và khuấy bằng máy khuấy từ thu được dung dịch A. Na₂SiO₃.9H₂O được bổ sung vào cốc thứ hai có chứa lượng nước nhất định, khuấy bằng máy khuấy từ, gia nhiệt để tăng khả năng hòa tan, sau đó bổ sung NaOH, bổ sung etanol (đối với mẫu có chất tạo cấu trúc, template) thu được dung dịch B.

Sau đó, đổ từ từ dung dịch A vào dung dịch B và tiếp tục khuấy trộn ở nhiệt độ phòng khoảng 24 giờ. Chuyển hỗn hợp vào thiết bị chịu nhiệt và gia nhiệt đến 170 °C và giữ trong 24 giờ. Sản phẩm được lấy ra và rửa nhiều lần bằng nước cất. Tiếp đó, sấy khô ở 100 °C, và nung sản phẩm ở 500 °C trong 3 giờ.

2.3. Tẩy trắng bột giấy cơ từ thân ngô bằng hydroperoxit có bổ sung zeolit

Tẩy trắng được tiến hành trong các nồi phản ứng kín bằng inox dung tích 300 ml, gia nhiệt trong bể ổn nhiệt. Mỗi lần xử lý được tiến hành với khoảng 5 g bột khô tuyệt đối. Quy trình được tiến hành như sau: Cân một lượng bột khô gió nhất định đã biết độ khô cho vào nồi phản ứng. Bổ sung lượng nước và lượng zeolit nhất định khuấy nhẹ để chúng phân tán đều và giữ trong bể ổn nhiệt ở nhiệt độ cần thiết trong vòng 1 giờ với mục đích là để zeolit hấp phụ và kiểm soát sự hoạt động của các ion kim loại. Bổ sung dung dịch tẩy (dung dịch các hóa chất gồm

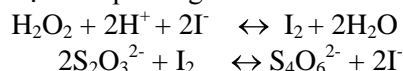
NaOH và H₂O₂) đã đun nóng tới nhiệt độ cần thiết, sao cho nồng độ bột đạt khoảng 10 %. Trong quá trình thí nghiệm, thường xuyên khuấy trộn để tăng khả năng phản ứng xảy ra. Sau thời gian phản ứng nhất định, dung dịch tẩy được lấy ra và đi phân tích hàm lượng H₂O₂ còn dư. Bột được rửa sạch và xác định độ trắng ISO.

2.4. Các phương pháp phân tích

Zeolit tổng hợp được phân tích phổ XRD bằng bằng máy MX Labo sử dụng hệ bức xạ CuK_α (40 kV, 20 mA) với tốc độ quét 1,0 min⁻¹ trong góc quét 10-70 (2θ).

Tính chất quang học (độ trắng của bột giấy) được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6729:2008, được đo bằng máy Testing machines INC JY9800.

Hàm lượng H₂O₂ còn dư được phân tích theo phương pháp sau: cho 10 ml dung dịch vào bình tam giác 250 ml có chứa sẵn 10 ml H₂SO₄ 10 %, 1 giọt ammoni molybdat 10 %, 50 ml nước cất. Sau đó, bổ sung 2,0 g KI, để cho phản ứng xảy ra trong 5 phút. Dung dịch sau phản ứng được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn Na₂S₂O₃ 0,01 M. Hàm lượng peroxit dư được tính dựa vào phương trình sau:



3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

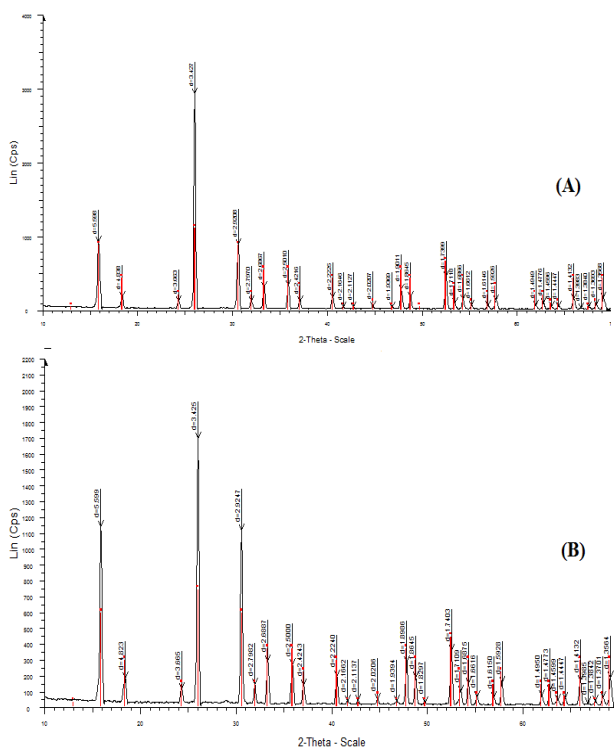
3.1. Nghiên cứu tổng hợp zeolit analcim

Zeolit analcime được tổng hợp theo phương pháp thủy nhiệt [8], có sử dụng và không sử dụng template (etanol). Sau quá trình tổng hợp, zeolit được phân tích phổ XRD, và được đưa ra như hình 1.

Từ kết quả phổ XRD cho thấy, zeolit analcim đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp thủy nhiệt ở nhiệt độ 170 °C, trong khoảng thời gian phản ứng là 24 giờ. Sản phẩm zeolit thu được có độ tinh thể cao, kích thước mao quản trong khoảng 1,6- 4,2 Å, diện tích bề mặt khoảng 300-500 m²/g [8, 9]. Dựa vào kích thước mao quản của zeolit cho thấy, zeolit có khả năng hấp phụ và trao đổi ion với các ion kim loại đa hóa trị như Mn²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺... có trong bột giấy cơ học.

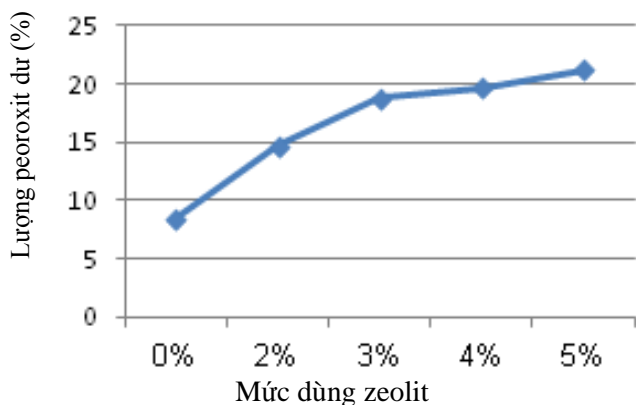
Bên cạnh đó nhìn vào phổ XRD ở hình 1 cho thấy, mẫu zeolit analcim tổng hợp không sử dụng chất tạo cấu trúc (template) có độ tinh thể cao hơn (cấu trúc vững chắc hơn) so với mẫu có sử dụng chất tạo cấu trúc (etanol). Điều này hoàn toàn phù hợp với báo cáo trong tài liệu [9], và có thể được giải thích như sau: đối với mẫu không sử dụng chất tạo cấu trúc (template) thì các trung tâm tứ diện phải được hình thành trước khi quá trình tạo mầm phát

triển. Đối với mẫu sử dụng chất tạo cấu trúc (etanol), có thể là do tính chất hóa lý của etanol nên không cung cấp trung tâm tứ diện cho quá trình, thể hiện là sự hiện diện của phân vô định hình nhiều hơn (độ tinh thể thấp hơn). Hơn nữa, có thể do tỷ lệ Si/Al làm hình dạng và kích thước của zeolit analcime có sử dụng chất tạo cấu trúc lớn hơn so với mẫu zeolit analcime không sử dụng chất tạo cấu trúc. Chứng tỏ, zeolit analcime có sử dụng chất tạo cấu trúc có diện tích bề mặt nhỏ hơn, độ tinh thể thấp hơn.



Hình 1: Phổ XRD của zeolit analcime tổng hợp được, (A) không sử dụng template và (B) có sử dụng template là etanol

3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung zeolit tới sự phân hủy peroxit trong quá trình tẩy



Hình 2: Ảnh hưởng của mức dùng zeolit đến lượng peroxit dư

Tẩy trắng bột giấy bằng H₂O₂ đòi hỏi phải tiến hành trong điều kiện môi trường kiềm để tăng khả năng hoạt động của nhóm OOH⁻, tăng hiệu quả phân hủy các nhóm mang màu trong bột mà chủ yếu là từ lignin. Tuy nhiên, H₂O₂ rất dễ bị phân hủy bởi quá trình xúc tiến của các ion kim loại đa hóa trị như Mn²⁺, Fe²⁺, Cu²⁺... Do đó, trong hầu hết các quá trình tẩy trắng, người ta đều phải bổ sung các chất ổn định môi trường và các chất tạo phức để hạn chế được các tác động của quá trình phân hủy H₂O₂ này nhằm giúp cho quá trình tẩy trắng đạt hiệu quả cao hơn. Do đó, zeolit analcime đã được nghiên cứu bổ sung vào hỗn hợp tẩy với mục đích hấp phụ các ion kim loại, kìm hãm hoạt động của chúng trong việc phân hủy peroxit. Kết quả quá trình xử lý được trình bày trong đồ thị hình 2. Từ đồ thị cho thấy, khi sử dụng zeolit thì lượng H₂O₂ còn dư sau phản ứng tẩy trắng gần gấp đôi so với không sử dụng zeolit. Hơn nữa, khi tăng lượng dùng zeolit thì hàm lượng H₂O₂ còn dư sau tẩy tăng. Như vậy có thể thấy, sử dụng zeolit tăng hiệu quả trong việc làm giảm khả năng phân hủy của H₂O₂ bởi các ion kim loại đa hóa trị. Bởi vì, zeolit có khả năng hấp phụ và trao đổi ion với các ion kim loại đa hóa trị, do đó làm ức chế và kìm hãm khả năng xúc tiến phản ứng phân hủy của H₂O₂. Điều này có thể được giải thích cụ thể như sau: zeolit là vật liệu có cấu trúc mao quản xốp, cấu trúc không gian ba chiều, diện tích bề mặt lớn, nên khi bổ sung zeolit vào trước hóa chất tẩy, zeolit sẽ hấp phụ các ion kim loại đa hóa trị có trong bột cơ. Do bán kính của ion kim loại nhỏ hơn kích thước mao quản của vật liệu zeolit [5], nên chúng dễ dàng di chuyển vào bên trong cấu trúc của zeolit và bị giữ lại trong đó, không có khả năng gây phản ứng phân hủy H₂O₂.

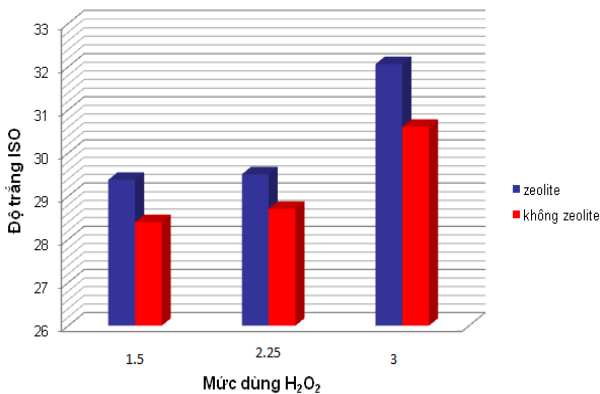
3.3. Tẩy trắng bột giấy cơ từ thân ngô bằng hydroperoxit có bổ sung zeolit

3.3.1. Ảnh hưởng của mức dùng kiềm và hydroperoxit

Theo cơ chế hóa học của quá trình tẩy trắng bằng H₂O₂, trong dung dịch tẩy có tác nhân tẩy trắng trong môi trường kiềm, nó tác dụng với NaOH tạo thành anion HOO⁻ là thành phần hoạt tính biến đổi các thành phần mang màu trong bột giấy, chủ yếu là biến đổi lignin. Vì vậy, nồng độ kiềm có vai trò quan trọng trong quá trình tẩy trắng. Ngoài ra, sự tạo thành anion HOO⁻ phụ thuộc vào pH của dung dịch. Với pH < 8, số lượng anion HOO⁻ tạo thành rất ít làm cho quá trình tẩy trắng đạt hiệu quả không cao. Vì vậy, giá trị tổng kiềm (TA) có ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu quả tẩy trắng. Nghiên cứu trước đây [10]

chỉ ra rằng với tỉ lệ TA/H₂O₂ = 1 sẽ cho hiệu quả quá trình tẩy trắng cao nhất. Do đó ở nghiên cứu này, áp dụng tỷ lệ tối ưu là TA/H₂O₂ = 1, tuy nhiên thay đổi mức dùng H₂O₂ từ 1-3 % so với bột khô tuyệt đối để nghiên cứu tìm ra mức dùng H₂O₂ (cũng chính là TA) thích hợp cho quá trình tẩy trắng sử dụng zeolit. Kết quả trình bày trên hình 3.

Từ hình 3 cho thấy, với cả 3 mức dùng hydroperoxit khác nhau thì việc sử dụng zeolit cho quá trình tẩy trắng cho độ trắng bột cao hơn so với quá trình tẩy không sử dụng zeolit. Điều này được giải thích là vì zeolit có khả năng hấp phụ các ion kim loại đa hóa trị, kiềm chế sự hoạt động của các ion kim loại đó trong quá trình phân hủy H₂O₂ [2-4]. Hơn nữa, khi sử dụng zeolit thì môi trường phản ứng được ổn định [5], H₂O₂ hầu như không bị phân hủy do đó hiệu quả tẩy trắng cao hơn so với không dùng zeolit. Bên cạnh đó, khi tăng mức dùng hydroperoxit thì độ trắng của bột cũng tăng lên. Tuy nhiên, khi mức dùng tăng từ 1,5 % lên 2,25 % thì độ trắng của bột tăng không đáng kể, nhưng khi tăng từ 2,25 % lên 3 % thì độ trắng tăng lên rõ rệt. Hơn nữa, ở mức dùng 3 % H₂O₂ độ chênh lệch về độ trắng giữa mẫu có zeolit và không zeolit là cao nhất (~ 2 % ISO), trong khi đó với mức dùng 1,5 % và 2,25 % thì sự chênh lệch này không đáng kể. Vì vậy, với mức dùng 3 % H₂O₂ ở tỷ lệ TA/H₂O₂ = 1 là thích hợp nhất cho quá trình tẩy trắng bột cơ sử dụng zeolit.



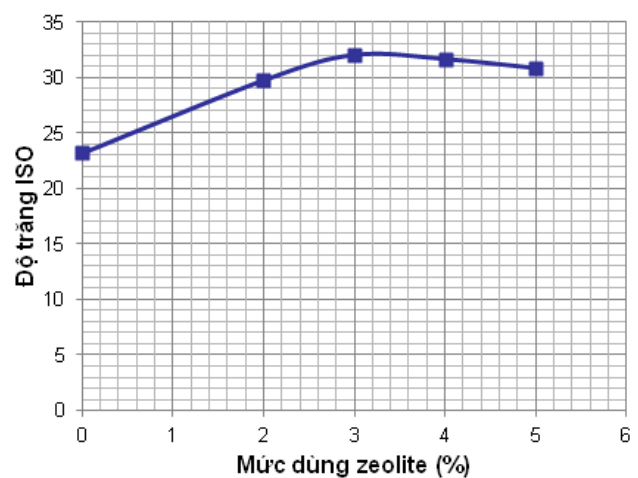
Hình 3: Ảnh hưởng của mức dùng kiềm và peroxit đến lượng độ trắng bột giấy sau tẩy

3.3.2. Ảnh hưởng của mức dùng zeolit

Tiến hành thí nghiệm để nghiên cứu ảnh hưởng của mức dùng zeolit đến hiệu quả quá trình tẩy trắng từ đó lựa chọn được mức dùng zeolit thích hợp bổ sung vào quá trình tẩy. Kết quả được trình bày ở hình 4.

Nhìn vào đồ thị hình 4 cho thấy, khi tăng mức dùng zeolit thì độ trắng của bột cũng tăng. Khi mức dùng zeolit là 3 % (so với lượng bột khô tuyệt đối) cho độ trắng của bột cao nhất, khoảng hơn 32 %

ISO. Tuy nhiên, khi tăng mức dùng zeolit lên 4 % thì độ trắng của bột có xu hướng giảm và giảm tiếp nếu ta tăng mức dùng zeolit lên 5 %. Điều này có thể là do khi ta tăng lượng dùng zeolit thì các hạt zeolit bị kết tụ kết đám thành những hạt lớn hơn, làm giảm lượng mao quản có khả năng hấp phụ và bắt giữ các ion kim loại vào bên trong cấu trúc [2]. Do đó, các ion kim loại bị hấp phụ chủ yếu lên bề mặt và bị oxy hóa trên bề mặt khi có mặt dung dịch kiềm và vì thế chúng vẫn có khả năng tham gia vào quá trình phân hủy H₂O₂ [2]. Cho nên làm giảm hiệu quả của quá trình tẩy trắng. Vì vậy, ta chọn với mức dùng zeolit thích hợp cho quá trình tẩy trắng là 3 % so với bột khô tuyệt đối.



Hình 4: Ảnh hưởng của mức dùng zeolit tới độ trắng của bột

3.3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ tẩy trắng

Theo lý thuyết động học phản ứng, tốc độ và hiệu suất của quá trình phản ứng hóa học phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó nhiệt độ quá trình là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng lớn đến hiệu quả phản ứng. Vì thế đã tiến hành tẩy trắng để khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu quả của quá trình tẩy trắng bột giấy bằng tác nhân H₂O₂ sử dụng zeolit bằng cách thay đổi nhiệt độ trong khi cố định các điều kiện công nghệ khác. Kết quả thực nghiệm được tổng hợp trong bảng 1.

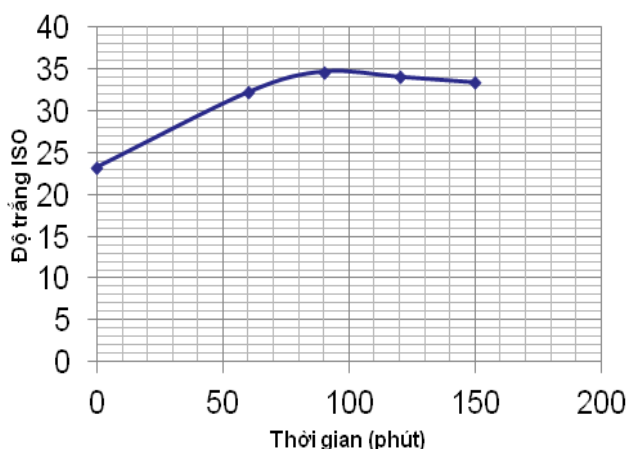
Bảng 1: Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ trắng của bột sau tẩy

Nhiệt độ, °C	50	60	70	80	90
Độ trắng, %ISO	32,7	34	32,3	31,6	31,2

Từ các kết quả thí nghiệm thu được ở bảng 1 nhận thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng quan trọng đến hiệu quả quá trình tẩy trắng. Khi nhiệt độ tẩy tăng từ nhiệt độ phòng lên đến 60 °C thì độ trắng của bột tăng lên nghĩa là hiệu quả quá trình tẩy tăng, tuy nhiên khi tăng nhiệt độ từ 70 °C trở lên độ trắng của bột có xu hướng giảm. Và khi tẩy trắng ở nhiệt độ 60 °C thu nhận được bột có độ trắng cao nhất khoảng 34 % ISO. Vấn đề này có thể được giải thích như sau, khi nhiệt độ tăng thì tốc độ và hiệu suất phản ứng tăng cho nên tốc độ, hiệu suất của phản ứng phân hủy và chuyển hóa các nhóm mang màu của hydro peroxit tăng lên làm cho độ trắng của bột giấy tăng. Điều này phù hợp với lý thuyết của động học phản ứng. Tuy nhiên, khi nhiệt độ càng tăng (ở nghiên cứu này thì khi tăng lên trên 70 °C) thì ngoài phản ứng chính là phản ứng chuyển hóa các nhóm mang màu trong bột còn xuất hiện phản ứng tự phân hủy của H₂O₂ với tốc độ cao làm giảm tác nhân phản ứng tẩy. Ngoài ra, khi nhiệt độ tăng thì các ion kim loại có thể bị oxi hóa nhanh hơn tốc độ di chuyển và hấp phụ vào trong cấu trúc vật liệu zeolit [2]. Khi các ion kim loại đã bị oxi hóa thì khả năng tương tác của zeolit đối với các oxit kim loại này không hiệu quả nữa, vì thế chúng vẫn có khả năng xúc tiến quá trình phân hủy H₂O₂. Dưới tác động phân hủy đồng thời của của 2 yếu tố là nhiệt độ cao và quá trình xúc tiến của các kim loại đa hóa trị làm mất mát khá nhiều tác nhân tẩy, cho nên sẽ làm giảm hiệu quả tẩy trắng. Vì vậy, nhiệt độ thích hợp nhất cho quá trình tẩy trắng sử dụng zeolit là 60 °C.

3.3.4. Ảnh hưởng của thời gian tẩy trắng

Đã tiến hành khảo sát ảnh hưởng của yếu tố thời gian tới quá trình tẩy trắng bằng cách thay đổi thời gian tẩy ở các mức: 60, 90, 120, 150 phút, kết quả được trình bày ở hình 5.



Hình 5: Ảnh hưởng của thời gian tẩy đến độ trắng của bột

Dựa vào đồ thị hình 5 cho thấy, thời gian tẩy trắng càng tăng thì độ trắng của bột cũng được cải thiện. Đặc biệt, với thời gian tẩy khoảng 90 phút cho hiệu quả quá trình tẩy trắng cao nhất, bột thu nhận được có độ trắng tốt nhất, khoảng 35 % ISO. Tuy nhiên, nếu kéo dài thời gian tẩy lâu, từ 100 đến 150 phút thì độ trắng của bột bị giảm đi một ít. Hiện tượng này xảy ra có thể là do, quá trình tẩy trắng tiến hành trong môi trường kiềm, và khi thời gian tẩy quá lâu bột dễ bị sẫm màu hơn do tác dụng của kiềm [1, 10], vì vậy làm giảm độ trắng của bột sau tẩy. Ngoài ra, khi thời gian tẩy quá lâu sẽ không hiệu quả về mặt kinh tế. Do đó, với thời gian tẩy trắng khoảng 90 phút là hợp lý.

Với những yếu tố công nghệ thích hợp đã tìm ra ở trên, quá trình tẩy sử dụng zeolit cho kết quả độ trắng của bột khoảng 35,3 % ISO, đây là độ trắng tương tự với quá trình tẩy trắng truyền thống. Cho thấy, việc sử dụng zeolit có hiệu quả tương tự như dùng hệ hỗn hợp chất ổn định (Na₂SiO₃+DTPA+MgSO₄) trong quá trình tẩy trắng bột cơ bằng tác nhân hydroperoxit trong công nghiệp. Tuy nhiên, sử dụng hệ ổn định thông thường thì cả ba chất này đều ở dạng hòa tan nên sau quá trình đều thải ra môi trường, tồn chi phí xử lý.

4. KẾT LUẬN

1. Zeolit tổng hợp là analcim, có khả năng ứng dụng cho quá trình tẩy trắng bột cơ bằng hydroperoxit.
2. Chế độ công nghệ tối ưu cho quá trình tẩy trắng bột cơ bằng hydroperoxit có sử dụng zeolit:
 - Mức dùng kiềm: TA/H₂O₂ = 1;
 - Mức dùng H₂O₂: 3 % (so với bột KTĐ);
 - Mức dùng zeolit: 3 % (so với bột KTĐ);
 - Nhiệt độ: 60 °C;
 - Thời gian tẩy: 90 phút.
3. Tẩy trắng bột bằng hydroperoxit có sử dụng zeolit nâng cao độ trắng của bột thêm 12 % ISO.
4. Hiệu quả quá trình tẩy trắng bột giấy cơ học bằng tác nhân hydroperoxit sử dụng zeolit tương đương như sử dụng hệ ổn định (DTPA+Na₂SiO₃+MgSO₄) theo phương pháp truyền thống. Trong khi đó, sử dụng zeolit cho quá trình tẩy trắng thì zeolit có thể thu hồi để tái sử dụng và hoàn toàn không thải ra môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thị Minh Nguyệt, Lê Quang Diễn, Cao Quốc An. *Công nghệ chế biến hóa học gỗ*, Nxb. Nông nghiệp (2015).
2. D. Finnegan, K. Stack and L. Dunn. *Peroxide bleaching using zeolites. Part I: Peroxide*

- decomposition*, Appita Journal, **51**, 219-223 (1998).
3. D. Finnegan, K. Stack and L. Dunn. *Peroxide bleaching using zeolites. Part II: Bleaching of pine TMP and eucalypt CCS*, Appita Journal, **51**, 381-386 (1998).
 4. C. Leduc, S. Rouaix, F. Turcotte and C. Daneault. *Use of zeolites for the peroxide bleaching of mechanical pulp*, Pulp and Paper Canada, 51-55 (2005).
 5. M. Wekesa and Y. Ni. *Use of zeolite in stabilizing alkaline peroxide solutions and their application in the bleaching of a TMP pulp*, The Canadian Journal of Chemical Engineering, **89**, 126-131 (2011).
 6. Phan Huy Hoang, HoSeok Park, and Dong-Pyo Kim. *Ultrafast and Continuous Synthesis of Unaccommodating Inorganic Nanomaterials in Droplet- and Ionic Liquid-Assisted Microfluidic System*, Journal of American Chemical Society, **133**, 14765-14770 (2011).
 7. Phan Huy Hoang, Le Quang Dien. *Synthesis of magnetically recyclable ZSM-5 zeolite for styrene epoxide rearrangement reaction*, Chemical Engineering Journal, **262**, 140-145 (2015).
 8. M. Kohoutkova, A. Klouzkova, J. Maixner, M. Mrazova. *Preparation and characterization of analcime powders by X-Ray and SEM analyses*, Ceramics – Silikáty, **51**, 9-14 (2007).
 9. Shiyun Sang, Fuxiang Chang, Zhongmin Liu, Changqing He, Yanli He, Lei Xu. *Difference of ZSM-5 zeolites synthesized with various templates*, Catalysis Today, 93-95, 729-734 (2004).
 10. Đỗ Quang Bình. *Nghiên cứu nâng cao chất lượng bột giấy hiệu suất cao từ thân cây ngô*, Luận văn Thạc sĩ, ĐHBKHN (2012).

Liên hệ: Phan Huy Hoàng

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam
E-mail: hoang.phanhuy@hust.edu.vn.