

Đánh giá khả năng xử lý nước thải dệt nhuộm của hóa chất keo tụ PGa21Ca và phèn nhôm

Lê Thị Xuân Thùy^{1*}, Lê Thị Sương¹, Lâm Hưng Thắng¹, Lương Trần Bích Thảo¹, Kazuyuki Oshita²

¹Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

²Trường Đại học Kyoto, Nhật Bản

Ngày nhận bài 17/8/2017; ngày chuyển phân biên 21/8/2017; ngày nhận phân biên 21/9/2017; ngày chấp nhận đăng 26/9/2017

Tóm tắt:

PGa21Ca là một polyme tự nhiên được trùng hợp từ axit poly-gamma glutamic, không độc hại, dễ phân hủy sinh học, được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực xử lý nước thải dệt nhuộm tại Nhật Bản và một số quốc gia phát triển, nhưng vẫn chưa được ứng dụng trong thực tế tại Việt Nam. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về khả năng xử lý độ màu, pH, chất hữu cơ (CHC) trong nước thải dệt nhuộm của vật liệu PGa21Ca và phèn nhôm sunfat - $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. Theo đó, hiệu suất xử lý màu và CHC của PGa21Ca cao hơn so với phèn nhôm. Đối với PGa21Ca, hiệu suất xử lý độ màu đạt 95%, hiệu suất xử lý CHC đạt 35%; với phèn nhôm hiệu suất xử lý độ màu đạt 86%, hiệu suất xử lý CHC đạt 13%; ngoài ra PGa21Ca còn có khả năng đưa giá trị pH của nước thải về trung tính. Trên cơ sở nghiên cứu, bài báo đề xuất mô hình tự động xử lý nước thải dệt nhuộm khi sử dụng vật liệu keo tụ PGa21Ca, đảm bảo chỉ tiêu độ màu nước thải đạt QCVN 13:2015/BTNMT - Cột B.

Từ khóa: Hóa chất keo tụ, nước thải dệt nhuộm, PGa21Ca, phèn nhôm sunfat, xử lý độ màu.

Chỉ số phân loại: 2.7

Đặt vấn đề

Dệt may là ngành công nghiệp chiếm vị trí quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, đóng góp đáng kể vào nguồn ngân sách quốc gia, đồng thời giải quyết công ăn việc làm cho nhiều lao động [1]. Tuy nhiên, ngành dệt được biết là một trong những ngành công nghiệp có nhu cầu nước sử dụng là rất lớn, cụ thể như lượng nước cần cho một mét vải dao động từ 12-65 lít và thải ra từ 10-40 lít [2]. Nước thải dệt nhuộm là một trong những loại nước gây ô nhiễm nặng, với hàm lượng các chất hữu cơ cao, đa dạng về màu sắc, khó phân hủy và rất độc hại.

Hiện nay, có nhiều phương pháp để xử lý nước thải dệt nhuộm, bao gồm: Sinh học, vật lý và hóa học, keo tụ... trong đó keo tụ tạo bông là phương pháp hiệu quả nhất trong việc xử lý màu và đang được nhiều nhà máy áp dụng. Các hóa chất keo tụ như phèn nhôm, phèn sắt và PAC được sử dụng nhiều bởi tính hiệu quả của nó trong việc xử lý nhiều loại nước thải và chi phí tương đối thấp [3]. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu gần đây đã chỉ ra một số hạn chế khi sử dụng phèn nhôm, như sự tồn dư lượng nhôm trong nước sau xử lý làm giảm độ pH và hiệu quả keo tụ, tạo ra lượng bùn lớn [4]. Để giảm bớt các vấn đề liên quan đến các chất keo tụ hóa học, một số nghiên cứu đã chỉ ra việc sử dụng các chất keo tụ có nguồn gốc từ tự nhiên, được sản xuất hoặc chiết xuất từ vi sinh vật, động vật hoặc thực vật [5].

Trong nghiên cứu này, các tác giả trình bày kết quả đánh giá khả năng xử lý độ màu, pH, chất hữu cơ (CHC) trong nước thải dệt nhuộm của vật liệu PGa21Ca - một vật liệu keo tụ mới có nguồn gốc từ tự nhiên và phèn nhôm sunfat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) - vật liệu keo tụ đang được sử dụng phổ biến ở nước ta hiện nay, để đưa ra cái nhìn tổng quan hơn về khả năng xử lý nước thải dệt nhuộm của hai vật liệu này. Trên cơ sở đó, chúng tôi sẽ đề xuất mô hình tự động xử lý nước thải dệt nhuộm khi sử dụng vật liệu keo tụ PGa21Ca, đảm bảo chỉ tiêu độ màu nước thải đạt QCVN 13:2015/BTNMT - Cột B.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

- Nhóm nghiên cứu sử dụng nước thải nhà máy dệt nhuộm của Công ty Cổ phần dệt Hòa Khánh (DANATEX) để tiến hành thí nghiệm.

- Hóa chất keo tụ: PGa21Ca; $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. Hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu đều thuộc loại cation, dưới dạng bột.

- Mô hình tự động xử lý nước thải dệt nhuộm.

Phương pháp thực nghiệm

Khả năng xử lý nước thải dệt nhuộm bằng vật liệu keo tụ PGa21Ca và phèn nhôm sunfat (sau đây gọi là phèn nhôm)

*Tác giả liên hệ: Email: letxthuy@gmail.com

Evaluating the possibility of the dyeing wastewater treatment using the coagulating material PGa21Ca and aluminium sulfate

Thi Xuan Thuy Le^{1*}, Thi Suong Le¹, Hung Thang Lam¹,
Tran Bich Thao Luong¹, Kazuyuki Oshita²

¹University of Science and Technology, The University of Da Nang, Vietnam
²Kyoto University, Japan

Received 17 August 2017; accepted 26 September 2017

Abstract:

PGa21Ca is a natural polymer polymerized from poly-gamma glutamic acid. It is non-toxic, biodegradable, and widely used in the field of textile wastewater treatment in Japan and some other developed countries; however, it has not yet been used in Vietnam. This paper presents the research results of a survey on the current dyeing wastewater treatment quality in terms of colourants, pH, organic compounds in dyeing wastewater by using a new coagulating material PGa21Ca and aluminium sulfate ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$). The experimental results showed that the colour and COD removal efficiency of PGa21Ca is higher than aluminium sulfate - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. For PGa21Ca, the color removal efficiency was 95%, and the COD removal efficiency was 35%. For aluminium sulfate, the color removal efficiency was 86%, and the COD removal efficiency was 13%. In addition, PGa21Ca was also capable of bringing the pH value of the wastewater to the pH value of neutral medium. On that basis, this article also showed the successful operation of the automation treatment model for textile dyeing wastewater using PGa21Ca, ensuring the colour of textile dyeing wastewater after the treatment to reach the National Technical Regulation on the effluent of textile industry (QCVN 13:2015/BTNMT).

Keywords: Aluminium sunfate, coagulant, dyeing wastewater, PGa21Ca, the treatment of colourants.

Classification number: 2.7

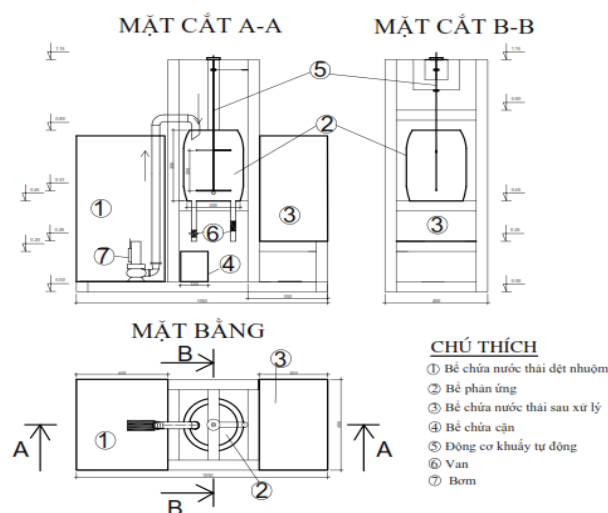
được khảo sát tại các thông số khác nhau như nồng độ hóa chất keo tụ, thời gian khuấy, tốc độ khuấy, pH. Trong đó, nồng độ của vật liệu keo tụ được khảo sát tăng dần từ 0,02 đến 0,06%; thời gian khuấy được khảo sát từ 10 giây đến 30 phút; tốc độ khuấy được khảo sát trong khoảng từ 10 đến 200 vòng/phút, và theo dõi sự thay đổi của thông số pH khi sử dụng hai vật liệu keo tụ khác nhau. Khi tiến hành khảo sát thông số nào thì các giá trị của thông số đó được điều chỉnh thay đổi, còn các thông số khác giữ cố định. Sau khi xử lý, các bông keo tụ sẽ được để lắng trong thời gian 5 phút trước khi được đem đi phân tích.

Phương pháp phân tích hóa học

Độ màu nước thải sau quá trình xử lý được xác định bằng máy đo màu HANNA HI 96727. Hàm lượng COD của nước thải sau quá trình xử lý được xác định bằng máy đo HANNA 83214. Xác định pH bằng máy đo pH HANA HI 98107. Khối lượng PGa21Ca và phèn nhôm đưa vào được xác định bằng cân điện tử PRESICA XR 125 SM.

Phương pháp xây dựng mô hình thực nghiệm

Cấu tạo mô hình tự động hóa xử lý nước thải dệt nhuộm gồm các bộ phận cơ bản sau: (1) Bể chứa nước thải dệt nhuộm; (2) Bể phản ứng - keo tụ; (3) Bể chứa nước sau xử lý; (4) Bể chứa cặn; (5) Máy khuấy tự động; (6) Van; (7) Bơm.



Hình 1. Cấu tạo mô hình tự động hóa.

Sau khi cài đặt các thông số (chế độ, lượng hóa chất keo tụ, tốc độ khuấy, thời gian lắng), mô hình tự động hóa xử lý nước thải dệt nhuộm hoạt động theo nguyên tắc như sau: Nước thải dệt nhuộm sẽ được bơm từ bể chứa nước thải vào bể keo tụ. Hóa chất sẽ được tự động đóng với khối lượng xác định và tự động đổ vào bể khi nước đầy. Tiếp theo đó, cánh khuấy khuếch tán hóa chất đều trong nước. Sau một

khoảng thời gian được đặt sẵn trên bảng điều khiển, cánh khuấy sẽ ngừng khuấy, quá trình keo tụ tiếp tục diễn ra và các bông keo tụ lắng xuống đáy bể. Nước sau lắng được bơm qua bể chứa nước sau xử lý. Cuối cùng, van điện từ tự động mở để xả phần cặn và các bông ở đáy bể vào bể chứa cặn, chuẩn bị cho lần xử lý tiếp theo.

Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu sau khi thu thập sẽ được xử lý và vẽ biểu đồ bằng phần mềm Microsoft Office Excel, Microsoft Word. Hiệu suất xử lý theo chỉ tiêu độ màu được tính theo công thức sau:

$$H(\%) = \frac{M_{(T)} - M_{(S)}}{M_{(T)}} \times 100 (\%)$$

Trong đó, $M_{(T)}$ là độ màu (Pt-Co) hoặc COD (mg/l) của nước trước khi xử lý; $M_{(S)}$ là độ màu (Pt-Co) hoặc COD (mg/l) của nước sau khi xử lý.

Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Kết quả khảo sát chất lượng nước thải

Nước thải dệt nhuộm được lấy trước khi vào bể điều hòa lưu lượng của DANATEX. Thời gian lấy mẫu được chia làm 3 đợt, mỗi đợt lấy mẫu đều vào lúc 9 giờ sáng các ngày 18/1/2017, 18/3/2017, 18/4/2017. Kết quả chất lượng nước thải sản xuất của nhà máy được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả nồng độ các chất ô nhiễm có trong nước thải sản xuất của nhà máy dệt nhuộm.

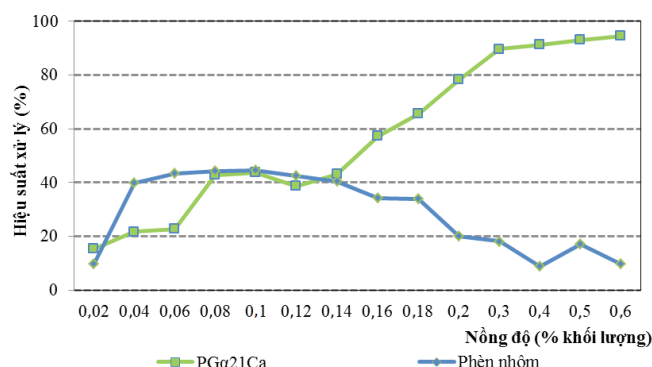
STT	Thông số	Đơn vị	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3	QCVN 13:2015/ BTNMT - Cột B [6]
1	pH		8	7	7	5,5-9
2	Độ màu	Pt-Co	1.825	710	810	200
3	COD	mg/l	490	715	1.207	200
4	SS	mg/l	180	193	249	100

Số liệu mỗi đợt lấy mẫu khác nhau, điều này có thể được giải thích bởi sự ảnh hưởng của quá trình sản xuất cũng như nguyên liệu thuốc phẩm nhuộm đầu vào mỗi thời điểm khác nhau, đây là nguyên nhân ảnh hưởng trực tiếp đến lưu lượng và đặc điểm nước thải sản xuất của nhà máy.

Trong các đợt lấy mẫu, giá trị pH nằm trong quy chuẩn, độ màu vượt 3,05-8,12 lần, nồng độ CHC vượt 1,45-5,04 lần, nồng độ chất rắn lơ lửng (SS) vượt 0,8-1,49 lần so với quy chuẩn cho phép. Vì vậy, việc xử lý nước thải trước khi thải ra môi trường để đạt được nồng độ mà quy chuẩn cho phép là rất cần thiết.

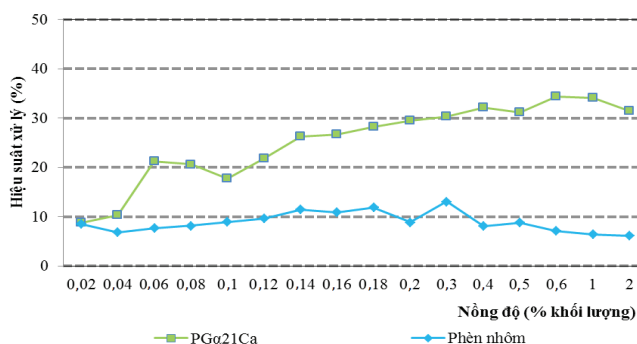
Kết quả nghiên cứu về khả năng xử lý độ màu và CHC trong nước thải dệt nhuộm bằng hóa chất keo tụ

Ảnh hưởng của nồng độ hóa chất keo tụ khả năng xử lý độ màu và CHC:



Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ hóa chất keo tụ đến khả năng xử lý độ màu.

Theo biểu đồ hình 2, hiệu quả xử lý độ màu tỷ lệ thuận với nồng độ PGa21Ca, với nồng độ từ 0,02-0,6% thì hiệu suất xử lý từ 15-95%, và ứng với nồng độ PGa21Ca là 0,6% thì độ màu đạt giá trị thấp nhất (100 Pt-Co). Ngược lại với phèn nhôm, hiệu suất tăng giảm không đều khi tăng nồng độ phèn nhôm, cụ thể khi tăng nồng độ phèn nhôm từ 0,02% lên 0,1% thì hiệu suất xử lý tăng từ 10% lên 45%, ứng với nồng độ 0,1% độ màu là 1.010 Pt-Co, khi nồng độ tăng từ 0,12 lên 0,6% hiệu suất xử lý bắt đầu giảm từ 42% xuống 10%.

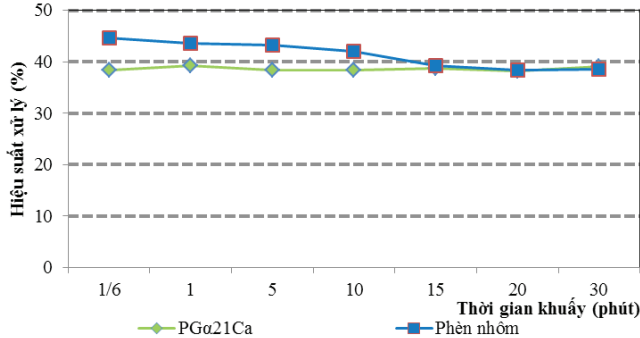


Hình 3. Ảnh hưởng của nồng độ hóa chất keo tụ đến khả năng xử lý CHC.

Theo hình 3, hiệu suất xử lý CHC trong nước thải dệt nhuộm của phèn nhôm thấp hơn so với PGa21Ca. Đối với PGa21Ca, khi tăng nồng độ từ 0,02% đến 0,6% thì hiệu suất xử lý có xu hướng tăng từ 9% đến 34% và ứng với nồng độ PGa21Ca là 0,6% đạt giá trị cao nhất là 34%. Trong khi đó, đối với phèn nhôm thì hiệu suất xử lý tăng từ 8% đến 13% khi tăng nồng độ từ 0,02% đến 0,3%. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng nồng độ từ 0,4% đến 2% thì hiệu suất lại giảm từ 8%

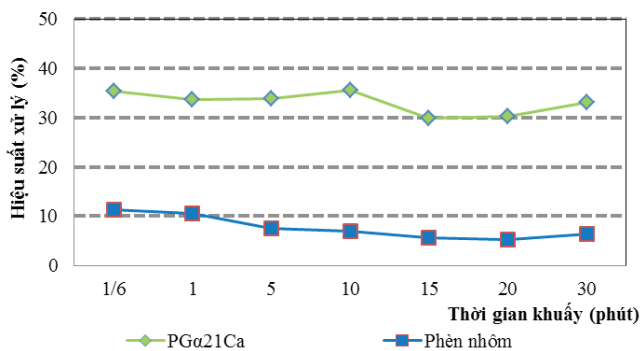
xuống 6%. Ứng với nồng độ 0,3% thì hiệu suất xử lý của phèn nhôm là cao nhất, đạt 13%.

Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng xử lý độ màu, CHC của hóa chất keo tụ:



Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian khuấy đến khả năng xử lý độ màu của hóa chất keo tụ.

Yếu tố thời gian không ảnh hưởng nhiều đến hiệu quả xử lý độ màu của PGα21Ca, cụ thể khi tăng thời gian khuấy từ 10 giây đến 30 phút, hiệu suất dao động trong khoảng 38% đến 39%. Ngược lại với PGα21Ca, thời gian khuấy của phèn nhôm ảnh hưởng lớn đến hiệu quả xử lý độ màu, kết quả cho thấy khi tăng thời gian khuấy từ 10 giây lên 30 phút hiệu suất xử lý giảm từ 44% xuống 38% (hình 4). Hiệu suất xử lý của phèn nhôm giảm có thể được giải thích như sau: Khi càng tăng thời gian khuấy vượt quá ngưỡng thời gian phù hợp với phèn nhôm thì những bông keo tụ được tạo thành khi bị xáo trộn trong thời gian lâu phá vỡ, do vậy hiệu quả keo tụ sẽ giảm.

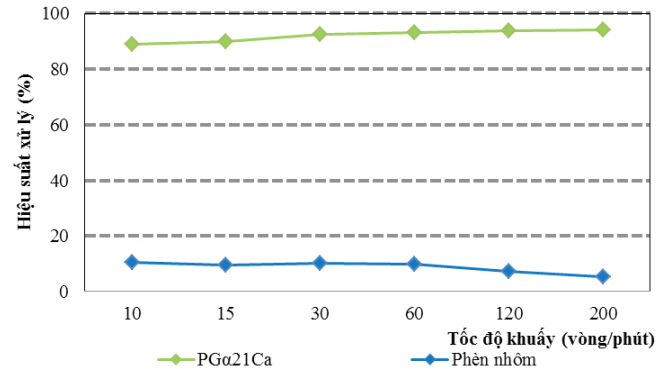


Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian khuấy đến hiệu quả xử lý CHC của hóa chất keo tụ.

Cũng tương tự như kết quả xử lý màu của PGα21Ca, thời gian khuấy không ảnh hưởng nhiều đến khả năng xử lý CHC trong nước thải dệt nhuộm. Khi tăng thời gian khuấy từ 10 giây lên 30 phút, hiệu suất xử lý CHC của PGα21Ca dao động từ 30 đến 35%, còn đối với phèn nhôm càng tăng thời gian khuấy thì hiệu suất càng giảm, cụ thể là với thời gian từ 10 giây lên 30 phút thì hiệu suất giảm từ 11 xuống 5% (hình 5). Tuy nhiên, dù có thay đổi thời gian khuấy

như thế nào thì hiệu suất xử lý CHC trong nước thải dệt nhuộm của phèn nhôm vẫn thấp hơn nhiều so với PGα21Ca.

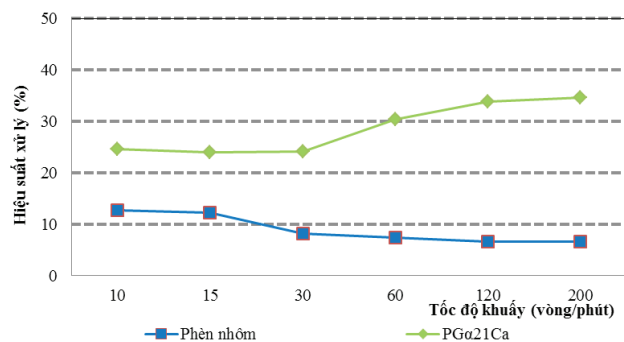
Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến xử lý độ màu, CHC của hóa chất keo tụ:



Hình 6. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến xử lý độ màu của hóa chất keo tụ.

Kết quả hình 6 cho ta thấy, với tốc độ 10 vòng/phút khả năng xử lý của PGα21Ca là 89%, khi tăng tốc độ 15-200 vòng/phút thì hiệu suất xử lý màu có xu hướng tăng, dao động từ 90 đến 94%. Điều đó cho thấy rằng, tốc độ khuấy ảnh hưởng nhiều trong quá trình xử lý độ màu của vật liệu PGα21Ca, tốc độ càng lớn thì quá trình xáo trộn càng lớn, làm cho các bông keo tụ gắn kết với nhau nhiều hơn, tạo thành các bông cặn lớn hơn. Tốc độ khuấy tối ưu đối với vật liệu PGα21Ca là 120 vòng/phút.

Tương tự như vật liệu PGα21Ca, tốc độ khuấy ảnh hưởng nhiều trong quá trình xử lý độ màu của phèn nhôm, tuy nhiên tốc độ khuấy càng lớn thì quá trình tạo xáo trộn càng lớn và làm cho các bông keo tụ bị phá vỡ, khác với PGα21Ca tốc độ khuấy trộn càng nhỏ thì khả năng tạo bông của phèn nhôm càng tốt, với tốc độ 10 vòng/phút khả năng xử lý của phèn nhôm là 10%, khi tăng tốc độ 15-200 vòng/phút thì hiệu suất xử lý màu có xu hướng giảm xuống, dao động từ 10 xuống 5%. Do vậy, tốc độ tối ưu đối với phèn nhôm là 10 vòng/phút.

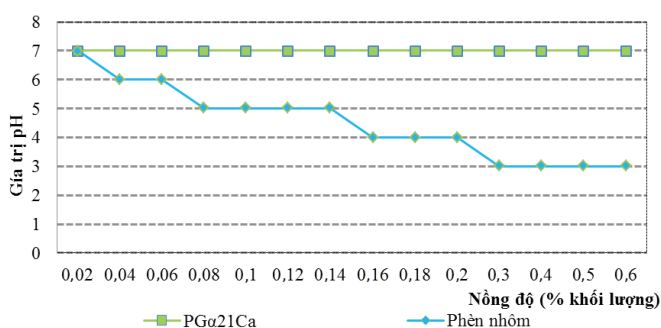


Hình 7. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến hiệu quả xử lý CHC của hóa chất keo tụ.

Tốc độ khuấy ảnh hưởng đáng kể đến khả năng xử lý CHC của mỗi vật liệu. Đối với vật liệu PGα21Ca, khi tăng tốc độ khuấy thì hiệu suất có xu hướng tăng lên và với tốc độ 200 vòng/phút hiệu suất đạt là 35%, đây được xem là tốc độ khuấy tối ưu của PGα21Ca (hình 7). Tuy nhiên, đối với phèn nhôm thì hiệu suất có xu hướng giảm dần khi tăng dần tốc độ khuấy và ứng với tốc độ tối ưu của phèn nhôm 15 vòng/phút thì hiệu suất đạt 13%.

Ảnh hưởng của PGα21Ca và phèn nhôm đến giá trị pH:

Khi cho lượng phèn nhôm vào để xử lý nước thải dệt nhuộm, pH giảm nên phải đưa xút vào để nâng pH lên khoảng cho phép quy định tại QCVN 13: 2015/BTNMT - Cột B.



Hình 8. Ảnh hưởng của lượng hóa chất keo tụ đến giá trị pH.

Với pH ban đầu là 8, khi sử dụng nồng độ PGα21Ca tối ưu để xử lý độ màu, giá trị pH giảm về 7 và không thay đổi khi tiếp tục tăng nồng độ PGα21Ca (hình 8). Điều này có thể được giải thích như sau: PGα21Ca là một polyme tự nhiên được trùng hợp từ poly-gamma glutamic axit, đây là một axit yếu, PGα21Ca được tạo thành bởi sự phối trộn từ poly-gamma glutamic axit với nguyên tố canxi, do vậy trong bản thân hóa chất keo tụ PGα21Ca được tạo thành vẫn còn tồn tại nhiều ion H^+ của gốc $-COOH$. Khi được hoàn trộn trong môi trường có pH cao thì các ion H^+ sẽ được trung hòa, đây là lý do khiến pH giảm xuống. Mặt khác, các $-COOH$ tạo liên kết hydro với nhau, làm tăng cấu trúc không gian của mạch polyme nên cho dù tăng khối lượng hóa chất lên thì môi trường dung dịch nước vẫn ở trung tính. Trong khi đó, khi sử dụng phèn nhôm để xử lý nước thải dệt nhuộm thì làm giảm giá trị pH khi tăng nồng độ phèn nhôm, cụ thể là khi nồng độ phèn nhôm cho vào là 0,02% thì pH là 7, khi tăng lên 0,04-0,06% thì pH là 6, tiếp tục tăng nồng độ từ 0,08% đến 0,14% thì giá trị pH giảm xuống 5, trong khoảng nồng độ từ 0,16-0,2% thì pH giảm về 4, khi tăng nồng độ từ 0,3% đến 0,6% thì giá trị pH là 3, vượt ra ngoài giá trị pH cho phép.

Nồng độ của hóa chất keo tụ sẽ ảnh hưởng đến sự thủy phân trong quá trình keo tụ, sự giảm pH trong dung dịch, do vậy sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý COD và xử lý màu trong nước thải. Khi tăng nồng độ phèn nhôm ta thấy giá trị pH giảm, điều đó có nghĩa là một lượng phèn đưa vào nước để khử màu và khử các chất khác vượt quá ngưỡng tối ưu của hóa chất keo tụ, tức là phèn nhôm rơi vào trạng thái “dư thừa”, hiện tượng các muối nhôm (Al^{3+}) đã bị thủy phân trong nước càng nhiều, càng giải phóng nhiều ion H^+ dẫn đến hiện tượng pH giảm. Sự giảm pH trong dung dịch sau xử lý khi sử dụng quá nhiều phèn nhôm cũng được nhiều nghiên cứu đề cập. [4, 7, 8].

Đề xuất mô hình tự động hóa xử lý nước thải dệt nhuộm bằng hóa chất keo tụ PGα21Ca (hình 9)

Ưu điểm của mô hình: Đáp ứng được khả năng xử lý độ màu đạt QCVN 13:2015/BTNMT - Cột B; không cần phải trung hòa pH nước sau xử lý; mô hình có cấu tạo đơn giản, quản lý vận hành và bảo dưỡng dễ dàng; lượng hóa chất được đưa vào vừa đủ để xử lý sau khi người sử dụng đã xác định nồng độ chất tạo màu đầu vào; không tốn nhiều diện tích đặt mô hình; mô hình có chế độ tự động tự làm sạch nên dễ dàng vệ sinh cho máy móc; trong trường hợp bảng vi mạch có vấn đề, mô hình sẽ thiết lập hệ thống bấm tay nên vẫn có thể tiếp tục xử lý được nước thải.

Nhược điểm: Mô hình chưa tự phân tích màu đầu vào của nước thải, do vậy chưa tự động xác định được lượng hóa chất cần thêm vào.



Hình 9. Cấu tạo mô hình tự động hóa xử lý nước thải dệt nhuộm.

Kết quả vận hành mô hình: Mô hình được vận hành thí điểm 201 lượt, nước thải dệt nhuộm lấy từ DANATEX, được tiến hành với các thông số như trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Thông số vận hành mô hình.

Thông số	Giá trị thực hiện
Thể tích nước thải (l)	20
Lượng PGα21Ca (g)	60
Thời gian khuấy PGα21Ca (phút)	10
Thời gian lắng (phút)	10
Tốc độ khuấy (vòng/phút)	200
Độ màu ban đầu (Pt-Co)	1.825
COD đầu vào (mg/l)	490

Nước thải sau xử lý bởi mô hình tự động hóa có giá trị pH = 7, độ màu là 100 Pt-Co đạt QCVN 13:2015/BTNMT - Cột B (hiệu suất xử lý đạt 95%), nồng độ CHC là 322 mg/l (hiệu suất xử lý CHC đạt 34, 01%) (hình 10).

**Hình 10. Mẫu nước thải trước và sau xử lý.**

Thông qua thí nghiệm, chúng tôi cũng tổng hợp chi phí xử lý với mẫu 20 lít nước thải như sau: Với PGα21Ca là 12.000 VND; còn phèn nhôm ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) là 2.400 VND. Tuy giá hóa chất cũng như chi phí đầu tư trong việc xử lý nước thải của PGα21Ca đắt hơn so với phèn nhôm, nhưng xét về hiệu suất xử lý màu và COD thì PGα21Ca hiệu quả hơn so với phèn nhôm (95% so với 45%).

Kết luận

Mặc dù giá hóa chất PGα21Ca cao hơn so với phèn nhôm nhưng kết quả nghiên cứu đã cho thấy được rằng, khả năng xử lý độ màu của vật liệu PGα21Ca (95%) cao hơn so với vật liệu phèn nhôm (45%) đang được sử dụng tại DANATEX. Bên cạnh đó, vật liệu PGα21Ca cũng góp phần xử lý một phần CHC, giảm tải được công suất hoạt động của công trình xử lý sinh học phía sau.

Sự kết hợp thành công khi sử dụng vật liệu keo tụ PGα21Ca và mô hình tự động hóa xử lý nước thải dệt nhuộm góp phần đáng kể trong việc nâng cao hiệu suất xử lý, đơn giản hoá trong công tác giám sát và quản lý của nhân viên trong việc vận hành và quản lý hệ thống xử lý nước thải tại doanh nghiệp.

Trong tương lai, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục nghiên cứu, cải tiến và hướng tới mô hình có thể xử lý được cả CHC và ít tiêu tốn năng lượng, đặc biệt có thể sử dụng năng lượng mặt trời làm nguồn điện năng trong quá trình vận hành mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tổng cục Môi trường (2011), *Tài liệu kỹ thuật "Hướng dẫn đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý nước thải và một số công nghệ xử lý nước thải đối với ngành Chế biến thủy sản, Dệt may, Giấy và bột giấy"*.
- [2] Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga (2002), *Giáo trình công nghệ xử lý nước thải*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
- [3] M.S. Rahbar, E. Alipour, R.E. Sedighi (2006), "Color removal from industrial wastewater with a novel coagulant flocculant formulation", *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, **3**(1), pp.79-88.
- [4] H. Patel, R.T. Vashi (2013), "Comparison of naturally prepared coagulants for removal of COD and color from textile wastewater", *Global NEST Journal*, **15**(4), pp.522-528.
- [5] A.M.S. Vieira, M.F. Vieira, G.F. Silva, A.A. Araujo, M.R. Fagundes-Klen, M.T. Veit, R. Bergamasco (2010), "Use of Moringa oleifera Seed as a Natural Adsorbent for Wastewater Treatment", *Water Air Soil Poll.*, **206**(1-4), pp.273-281.
- [6] QCVN 13:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp dệt nhuộm.
- [7] S. Ashraf, P. Elmira, N. Manouchehr, A. Mokhtar (2011), "Removal of Co(II) from Aqueous Solution by Electrocoagulation Process Using Aluminum Electrodes", *Desalination*, **279**(1-3), pp.121-126.
- [8] Bùi Thị Tuyết Loan (2013), *Nghiên cứu phương pháp xử lý nước thải công nghiệp in*, Luận án tiến sỹ Kỹ thuật môi trường.