

XỬ LÝ NƯỚC THẢI SẢN XUẤT TINH BỘT SẮN BẰNG QUÁ TRÌNH KEO TỤ ĐIỆN HÓA

Tê Minh Sơn*, Đặng Thị Thanh Lộc, Hoàng Thị Mỹ Hằng

Khoa Môi trường - Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: teminhson@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 8/01/2020; ngày hoàn thành phản biện: 24/02/2020; ngày duyệt đăng: 02/7/2020

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng loại bỏ COD và SS trong nước thải sản xuất tinh bột sắn bằng phương pháp keo tụ điện hóa. Nguồn điện một chiều kết nối với các tấm điện cực nhôm dạng hình hộp chữ nhật đã được sử dụng trong thí nghiệm. Khả năng xử lý COD và SS được đánh giá thông qua thí nghiệm dạng mẻ với các điều kiện pH của nước thải, mật độ dòng điện và thời gian phản ứng. Đối với nước thải đầu vào có COD là 7325 ± 83 mg/L, SS là 2120 ± 62 mg/L, hiệu quả xử lý tối ưu đã được ghi nhận tại pH=6, mật độ dòng $0,039$ A/cm² và trong khoảng 20 phút hệ thống hoạt động. Hiệu quả xử lý COD và SS lần lượt đạt khoảng 82,1% và 89,4%.

Từ khóa: Điện cực nhôm, Keo tụ điện hóa, nước thải sản xuất tinh bột sắn

1. MỞ ĐẦU

Việt Nam là một đất nước đang phát triển, với các ngành kinh tế mũi nhọn như trồng trọt, chăn nuôi. Trong những năm gần đây, để đáp ứng nhu cầu thực phẩm ngày càng tăng của cả nước, ngành chế biến lương thực, thực phẩm ngày càng phát triển, đặc biệt là sản xuất tinh bột sắn (SXTBS) với nguồn nhiên liệu dồi dào. Tuy nhiên, bên cạnh các lợi ích về kinh tế mang lại, quá trình sản xuất tinh bột sắn còn phát sinh các vấn đề về môi trường, không những ảnh hưởng đến sức khỏe của cộng đồng dân cư gần khu vực nhà máy mà còn ảnh hưởng đến sinh thái môi trường, đặc biệt là môi trường nước và môi trường không khí [1, 2]

Nước thải sinh ra từ dây chuyền SXTBS thường dao động từ 20 – 60 m³/tấn tinh bột được sản xuất, có các thông số đặc trưng như: pH thấp, nhu cầu oxy hóa học (COD) và chất rắn lơ lửng (SS) ở mức cao, vượt nhiều lần so với tiêu chuẩn môi trường. Cyanua tự do là một chất độc cũng được tìm thấy trong dòng nước thải, bởi vì cyanoglucosides trong củ sắn được giải phóng trong quá trình chế biến, nhanh chóng thủy phân thành hydro cyanua [1, 2]. Một số nhà máy SXTBS lớn ở châu Á xử lý nước thải bằng cách sử

dụng các bể phản ứng kỵ khí có nguyên tắc hoạt động khác nhau, ví dụ: Bể phản ứng kỵ khí dòng chảy ngược (UASB), bể phản ứng kỵ khí dạng mẻ (ASBR), hồ kỵ khí, thường được vận hành mà không cần tiền xử lý [2]. Tại Việt Nam, một quy trình xử lý đã được đề xuất từ 20 năm trước bởi P.G. Hiên và L.T.K. Oanh (1999) bao gồm các quá trình lắng cơ cấp → xử lý kỵ khí trong bể phản ứng UASB → xử lý hiếu khí → hệ thống hồ sinh học. Tuy nhiên do chi phí đầu tư cho hệ thống này chiếm khoảng 20% chi phí đầu tư ban đầu của các công ty, đây là điểm khó khăn lớn ở Việt Nam [3].

Ô nhiễm môi trường do nước thải SXTBS là một nguồn gốc của suy thoái môi trường, chúng tôi đề xuất sử dụng kỹ thuật keo tụ điện hóa để xử lý loại nước thải này. Ảnh hưởng của pH nước thải đầu vào, mật độ dòng điện, thời gian phản ứng là những điều kiện được khảo sát, bên cạnh đó hiệu quả của các quá trình được đánh giá thông qua hiệu quả loại bỏ COD và SS.

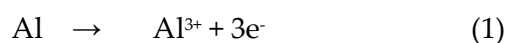
Keo tụ điện hóa (EC) là một quá trình điện phân được thiết kế để tăng cường quá trình oxy hóa các hợp chất hữu cơ và vô cơ trong chất điện phân, quá trình này được sử dụng như một phương pháp xử lý chất thải. Quá trình này xử lý các chất ô nhiễm được thực hiện bằng hai cơ chế: oxy hóa gián tiếp và trực tiếp [4]. Oxy hóa gián tiếp là điện hóa một chất oxy hóa và giải phóng nó vào dung dịch nơi xảy ra các phản ứng oxy hóa [4]. Quá trình EC cũng sửa đổi các tính chất vật lý của các chất keo tụ được hình thành và làm tăng các đặc tính mất ổn định và hấp phụ của chúng, ví dụ: tăng diện tích bề mặt của các hạt keo [5]. EC là một quá trình linh hoạt vốn có bao gồm một số thông số thiết kế và vận hành như mật độ dòng điện, vật liệu điện cực, khoảng cách điện cực, nồng độ chất điện phân, pH, nồng độ cơ chất giúp tối ưu hóa hiệu quả của quá trình. EC và các quá trình điện hóa khác có thể được áp dụng trong các hình thức bể phản ứng cũng như cách sắp xếp điện cực khác nhau. Lĩnh vực ứng dụng của quy trình EC khá rộng: dệt may, công nghiệp dầu khí, dầu, nước thải có độ đục, các chất rắn lơ lửng, hóa chất hữu cơ, florua, nitrat, kim loại nặng, asen là những ví dụ [5].

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

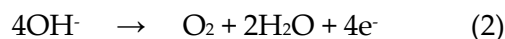
2.1. Lý thuyết keo tụ điện hóa

Tất cả hệ thống keo tụ điện hóa đều là sự sắp xếp các điện cực tiếp xúc với môi trường nước thải. Dưới tác dụng của dòng điện, các điện cực dương (thường sử dụng là nhôm hoặc sắt) sẽ bị ăn mòn và giải phóng ra các chất có khả năng keo tụ (cation Al^{3+} hoặc Fe^{3+}) vào trong môi trường nước thải, kèm theo đó là các phản ứng điện phân sẽ tạo ra các bọt khí ở các điện cực được làm lạnh thành bong bóng. Những ion được tạo ra do điện cực tan liên kết các chất ô nhiễm trong nước, tương tự như việc bổ sung các hóa chất keo tụ như phèn nhôm và cho phép loại bỏ dễ dàng hơn của các chất ô nhiễm bởi quá trình lắng và tuyển nổi.

Nhôm là một loại vật liệu được sử dụng thông dụng nhất để làm điện cực dương, trong quá trình phản ứng sẽ xảy ra quá trình dương cực tan như phương trình (1):



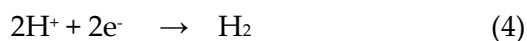
Sự tạo thành khí Oxy xảy ra ở cực dương:



Đồng thời, một phản ứng liên quan tại cực âm là sản sinh ra khí hydro, phản ứng này phụ thuộc vào pH của môi trường. Ở pH trung tính hoặc kiềm khí hydro được tạo thành thông qua phương trình (3).



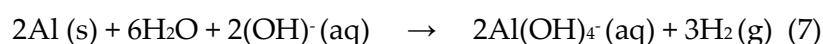
Trong khi pH của dung dịch là môi trường acid, là điều kiện tốt nhất để tạo thành khí H₂ tại cực dương theo phương trình (4):



Các ion Al³⁺ và OH⁻ được hình thành bởi các phản ứng ở các điện cực để hình thành các chất có tính keo tụ khác nhau, mà cuối cùng biến đổi thành Al(OH)₃, phụ thuộc vào nồng độ kim loại và pH trong dung dịch.



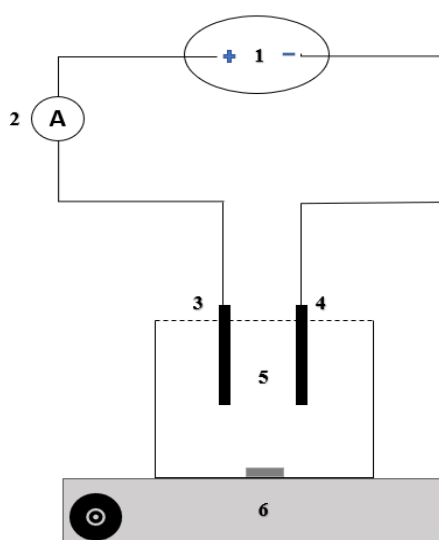
Cả cực dương và cực âm đều được làm bằng nhôm sẽ xảy ra các phản ứng với các ion OH⁻ theo quan điểm về tính lưỡng tính của nhôm [6].



Theo đó, hai cơ chế chính được đề xuất, đó là: Keo tụ và hấp thụ, mỗi cơ chế đề xuất cho một phạm vi pH riêng biệt. Phản ứng keo tụ xảy ra ở mức pH thấp, khi môi trường pH cao (>6,5) là hấp thụ.

2.2. Lắp đặt hệ thống thí nghiệm

Hệ thống thí nghiệm được thiết kế cho các thử nghiệm được thể hiện trong (hình 1). Hai bản điện cực được làm bằng nhôm, hình hộp chữ nhật có kích thước 9cm×2,5cm, bề dày của điện cực là 0,2 cm. Diện tích ảnh hưởng đến môi trường nước thải là 37,8 cm², khoảng cách giữa cực dương và cực âm là 1,5 cm. Hệ thống bao gồm một nguồn adapter điều chỉnh dòng điện xoay chiều thành dòng một chiều, đồng thời có một bộ điều chỉnh giá trị điện áp sử dụng cho hệ thống. Mạch điện được mắc nối tiếp với một ampe kế, hiển thị giá trị cường độ dòng điện của hệ thống.



- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) Nguồn điện | 2) Ampe kế |
| 3) Cực dương | 4) Cực âm |
| 5) Cốc phản ứng | 6) Máy khuấy từ |

Hình 1. Hệ thống keo tụ điện hóa quy mô phòng thí nghiệm

2.3. Mô tả thí nghiệm

Trong nghiên cứu này, nước thải từ quá trình chiết tinh bột của nhà máy tinh bột sắn FOCOCEV Thừa Thiên Huế được lựa chọn làm đối tượng khảo sát, thời gian thu mẫu vào tháng 10 năm 2019. Nước thải đựng trong cốc thủy tinh 1 L, lượng nước thải của mỗi lần thí nghiệm là 0.8 L. Bố trí các loạt thí nghiệm được mô tả trong bảng 1.

Ở mỗi loạt thí nghiệm, lấy mẫu nước thải đầu vào và đầu ra tiến hành phân tích các chỉ tiêu COD, SS. Đối với COD được phân tích theo phương pháp trắc quang hồi lưu kín với thuốc thử $K_2Cr_2O_7$. SS được phân tích theo phương pháp trọng lượng sử dụng giấy lọc sợi thủy tinh có kích cỡ lỗ $0.45\mu m$. Các mẫu thí nghiệm được phân tích lặp lại 3 lần để lấy giá trị trung bình và tính sai số. Các phương pháp phân tích sử dụng trong nghiên cứu được viện dẫn theo các phương pháp chuẩn phân tích nước và nước thải [8].

Bảng 1. Bố trí các loạt thí nghiệm

Nội dung khảo sát	Các mức giá trị thay đổi	Điều kiện thí nghiệm
pH	$5\pm 0,1$, $6\pm 0,1$, $7\pm 0,2$, $8\pm 0,1$, $9\pm 0,1$	$S = 37.8 \text{ cm}^2$, 0.013 A/cm^2 , khoảng cách giữa 2 điện cực 1.5 cm, $t = 20$ phút.
Mật độ dòng điện (A/cm^2)	0.013, 0.026, 0.039, 0.052, 0.065 A/cm^2	pH chọn ở thí nghiệm trên, $t = 20$ phút
Thời gian lưu (phút)	10 phút, 15 phút, 20 phút, 25 phút, 30 phút, 35 phút	pH, mật độ dòng chọn ở những thí nghiệm trên

Các điện cực được thay thế sau mỗi loạt thí nghiệm, hiệu suất xử lý chất hữu cơ tính theo % được tính như sau:

$$\text{Hiệu suất (\%)} = [(C_i - C_f)/C_i] \times 100\%$$

Trong đó C_i là COD và SS của nước thải đầu vào, C_f là COD và SS nước thải đầu ra.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của pH nước thải lên hiệu quả xử lý SS và COD

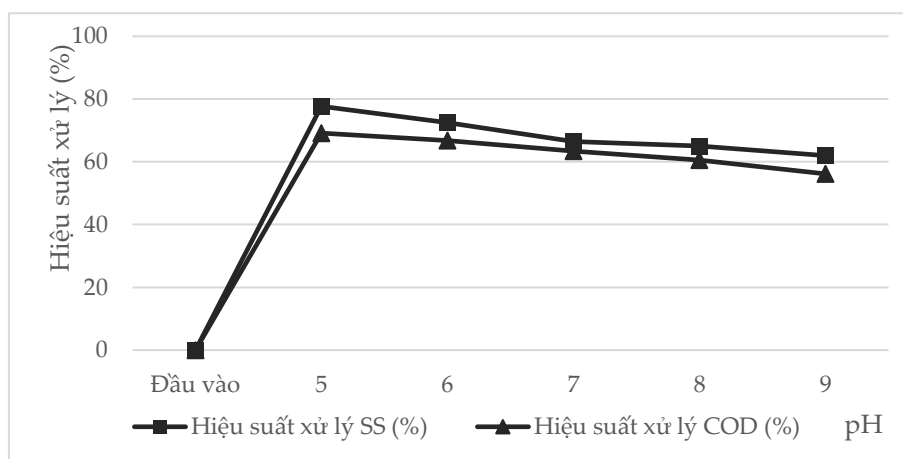
pH là một yếu tố quan trọng của hệ thống EC, nó ảnh hưởng đến độ dẫn điện của dung dịch, độ hòa tan các điện cực, thế điện hóa của các chất ô nhiễm. Các Hydroxit và ion nhôm hình thành làm cho các chất ô nhiễm mất ổn định. Đối với điện cực nhôm, các bông keo tụ hình thành tốt nhất trong môi trường pH acid.

Các điều kiện khảo sát ảnh hưởng pH được nghiên cứu trong khoảng từ pH 5 - 9 và mật độ dòng là 0.013 A/cm², thời gian phản ứng trong 20 phút. Sử dụng NaOH 1N để điều chỉnh pH của nước thải đầu vào, đồng thời trong tất cả các thí nghiệm pH không được kiểm soát trong quá trình hệ thống hoạt động. Nước thải đầu vào sử dụng cho loạt thí nghiệm này có giá trị pH 3.3±0.1, COD và SS lần lượt là 7769±48 mg/L, 2840±35 mg/L.

Hiệu quả xử lý của phương pháp keo tụ điện hóa ở các giá trị pH khác nhau được trình bày trong bảng 2, hình 2.

Bảng 2. Hiệu quả xử lý nước thải SXTBS ở các giá trị pH khác nhau

Thông số	Đơn vị	Đầu vào	Đầu ra				
			pH = 5	pH = 6	pH = 7	pH = 8	pH = 9
COD	C (mg/L)	7769±48	2397±24	2586±41	2841±30	3063±52	3408±43
	H (%)		69.2±0.6	66.7±0.4	63.4±0.2	60.6±0.5	56.1±0.0
SS	C (mg/L)	2840±35	633±21	781±34	952±35	994±18	1080±27
	H (%)		77.7±0.7	72.5±5.4	66.5±4.5	65.0±1.9	62.5±2.7



Hình 2. Sự thay đổi của hiệu quả xử lý theo các giá trị pH khác nhau

Sau 20 phút, hiệu quả xử lý của quá trình EC đối với thông số COD là 69.2%, 66.7%, 63.4%, 60.6% và 56.1% ở các pH tương ứng từ 5 đến 9. Đối với hiệu quả xử lý SS thu được tại pH 5 và 6 tương ứng đạt 77.7% và 72.5%, hiệu suất giảm dần theo pH 7 – 9 tương ứng 66.5%, 65% và 62.5%. Hiệu quả tốt nhất được ghi nhận tại pH 5 vì sự thủy phân Al^{3+} phụ thuộc vào pH. Tại pH cao hơn, hợp chất trội là $Al(OH)_4^-$ không có khả năng keo tụ các chất ô nhiễm [6, 7]. Khi so sánh hiệu suất xử lý COD và SS tại 2 giá trị pH, tại pH 5 tương ứng là 69.2% và 77.7% so với pH 6 là 66.7% và 72.5% có kết quả loại bỏ không quá chênh lệch. Đồng thời nước thải sau xử lý có pH ở mức trung tính, thuận lợi cho các quá trình xử lý tiếp theo, cụ thể như là các hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí hoặc bãi lọc ngập nước. Mặc dù hiệu quả cao nhất tại pH 5, tuy nhiên nhóm tác giả lựa chọn pH 6 cho các loạt thí nghiệm tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của mật độ dòng điện lên hiệu quả xử lý SS và COD

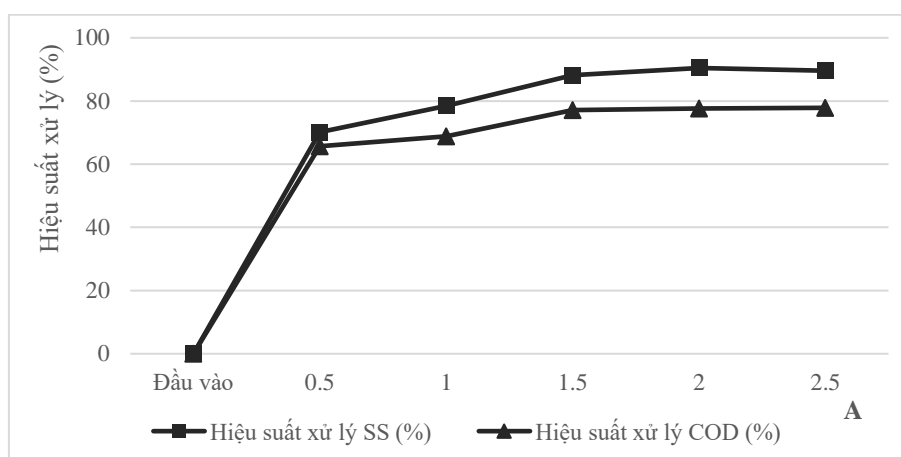
Một trong những yếu tố quan trọng nữa ảnh hưởng đến hiệu quả quá trình EC là cường độ dòng điện áp dụng, không chỉ liên quan đến lượng chất keo tụ được tạo ra mà còn ảnh hưởng đến số lượng và kích thước các bong bóng khí được tạo ra. Những yếu tố này sẽ tác động đến sự phát triển của các hạt keo, quá trình trộn lẫn dung dịch.

Các điều kiện khảo sát ảnh hưởng mật độ dòng điện là 0.013, 0.026, 0.039, 0.052 và 0.065 A/cm², thời gian phản ứng trong 20 phút. Sử dụng NaOH 1N để điều chỉnh pH của nước thải đầu vào đến pH 6, đồng thời trong tất cả các thí nghiệm pH không được kiểm soát trong quá trình hệ thống hoạt động. Nước thải đầu vào sử dụng cho loạt thí nghiệm này có giá trị pH 3.4±0.1, nồng độ COD và SS lần lượt là 6304±38 mg/L, 2200±47 mg/L.

Hiệu quả xử lý của phương pháp keo tụ điện hóa ở các giá trị I khác nhau được trình bày trong bảng 3, hình 3.

Bảng 3. Hiệu quả xử lý nước thải SXTBS ở các mật độ dòng điện khác nhau

Thông số	Đơn vị	Đầu vào	Đầu ra				
			0.013 A/cm ²	0.026 A/cm ²	0.039 A/cm ²	0.052 A/cm ²	0.065 A/cm ²
COD	C (mg/L)	6304±38	2163±30	1963±58	1441±38	1408±19	1397±33
	H (%)		65.7±0.6	68.9±0.0	77.1±0.9	77.7±0.6	77.8±0.3
SS	C (mg/L)	2200±47	656±36	475±24	260±28	210±16	230±25
	H (%)		70.2±1.6	78.4±1.1	88.2±1.3	90.5±0.7	89.5±0.7



Hình 3. Hiệu quả xử lý nước thải SXTBS ở các giá trị mật độ dòng điện khác nhau

Dữ liệu trong hình 3 cho thấy hiệu suất xử lý COD và SS tăng dần khi mật độ dòng điện tăng, với mật độ dòng điện tại 0.013 A/cm² (hiệu suất xử lý COD và SS lần lượt đạt 65.7 và 70.2%). Khi tăng mật độ dòng gấp 3 lần (0.039 A/cm²) hiệu quả loại COD và SS tăng rõ rệt lần lượt đạt mức 77.1% và 88.2%. Điều này ứng với thực tế khi hệ thống hoạt động ở mật độ cao hơn, sự hòa tan của ion Al³⁺ tăng theo định luật Faraday. Các ion Al³⁺ bị thủy phân tạo thành Al(OH)₃, khả năng tạo thành các hạt keo tụ nhiều hơn. Hơn nữa, nhiều bong bóng hydro được tạo ra ở cực âm với mật độ dòng ngày càng tăng, những bong bóng này cải thiện mức độ hòa trộn của Al(OH)₃ và tăng cường khả năng tuyển nổi, do đó nâng cao hiệu quả loại bỏ các chất ô nhiễm. Tuy nhiên, khi tăng mật độ dòng lên 0.052 và 0.065 A/cm² với cùng điều kiện thời gian phản ứng 20 phút cho thấy hiệu suất xử lý COD và SS không thay đổi. Điều này có thể được giải thích do hệ thống đã đạt trạng thái cân bằng [4]. Đồng thời, với mật độ dòng 0.039 A/cm² được sử dụng cho các thí nghiệm tiếp theo, bởi khả năng đạt được các yêu cầu về hiệu suất xử lý và tiết kiệm năng lượng hơn khi áp dụng tại 0.052 và 0.065 A/cm².

3.3. Ảnh hưởng của thời gian lên hiệu quả xử lý SS và COD

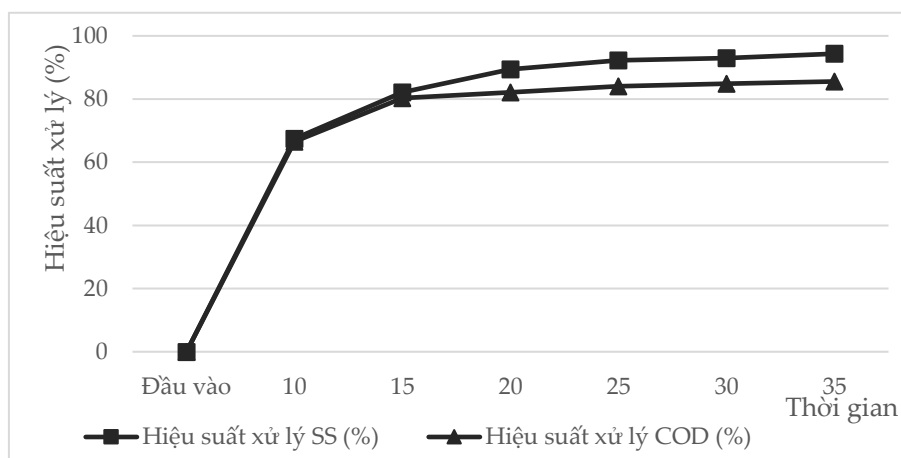
Cùng với mật độ dòng, thời gian xử lý chính là một trong những thông số quan trọng nhất trong quá trình điện hóa, thời gian càng tăng lượng ion kim loại thoát ra từ anốt càng nhiều, hiệu suất cũng tăng lên. Nhưng cũng giống với mật độ dòng, thời gian càng dài năng lượng sinh ra càng lớn (định luật Faraday), tốn thêm chi phí đồng thời làm gia nhiệt phản ứng. Vì thế việc xác định được thời điểm dừng thích hợp cho quá trình xử lý là một trong những yêu cầu cơ bản của xử lý bằng dòng điện.

Hiệu quả xử lý của phương pháp keo tụ điện hóa ở các thời gian xử lý khác nhau được trình bày trong bảng 4, hình 4.

Bảng 4. Hiệu quả xử lý nước thải SXTBS ở các thời gian khác nhau

Thông số	Đơn vị	Đầu vào	Đầu ra (Phút)					
			10	15	20	25	30	35
COD	C(mg/L)	7325±83	2452±38	1445±12	1311±23	1171±31	1111±42	1058±20
	H (%)		66.5±0.5	80.3±0.2	82.1±0.3	84±0.4	84.8±0.6	85.6±0.3
SS	C(mg/L)	2120±26	690±35	380±30	225±33	165±16	150±11	120±15
	H (%)		67.5±1.7	82.1±1.4	89.4±1.1	92.2±0.8	92.9±0.5	94.3±0.7

Khi thời gian điện phân tăng lượng ion nhôm và các hydroxyt sẽ được giải phóng nhiều hơn dẫn đến mật độ phân bố của các cấu tử keo tụ tăng lên. Kết quả là hiệu suất xử lý giảm. Tuy nhiên, khi thời gian phản ứng quá dài, lượng ion OH⁻ sinh ra từ quá trình điện phân nước ở catot cũng tăng theo, làm cho pH của dung dịch tăng lên. Bên cạnh đó, khi thời gian xử lý quá dài, sẽ hình thành lớp màng hydroxyt phủ lên bề mặt điện cực, điều này làm cho điện cực trở nên thụ động, lượng các ion kim loại bám vào điện cực và lớp phủ hydroxyt ngày càng lớn. Điều này dẫn đến hiện tượng kết tủa Al(OH)₃ bị hòa tan và tồn tại dưới dạng ion Al(OH)₄⁻, Fe(OH)₄⁻ và AlO₂⁻, các ion này có khả năng keo tụ kém, do đó làm giảm hiệu quả xử lý.



Hình 4. Kết quả thí nghiệm với các thời gian lưu khác nhau

Từ hình 4, ta thấy rằng khi tăng thời gian xử lý từ 10 lên 35 phút, hiệu quả xử lý COD, SS, đều có xu hướng tăng dần và đạt giá trị lớn nhất tại T= 35 phút với hiệu suất xử lý COD và SS lần lượt là 85.6%; 94.3%. Tuy nhiên khi tăng thời gian xử lý từ 10 – 15 - 20 phút, quan sát được hiệu quả xử lý SS tăng nhanh từ 67.5% lên 82.1% và 89.4%. Đối với thông số COD, hiệu suất xử lý tăng từ 66.5% lên 80.3% khi thời gian xử lý từ 10 – 15 phút, khi tăng lên 20 phút hiệu suất xử lý tăng ít đạt 82.1%. Hiệu suất xử lý cả 2 thông số được nghiên cứu đều tăng thấp, đạt trạng thái cân bằng khi tăng thời gian xử lý từ 20 – 35 phút. Từ các phân tích trên, giá trị thời gian xử lý tốt nhất trong điều kiện thí nghiệm được chọn là T = 20 phút. Về cảm quan, nước thải SXTBS ban đầu có màu trắng đục trở nên trong khi đã loại bỏ SS và COD bằng quá trình keo tụ điện hóa với cặp điện cực nhôm.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả của nghiên cứu này, có thể rút ra kết luận như sau:

1) Keo tụ điện hóa đã ứng dụng thành công cho xử lý nước thải sản xuất tinh bột sắn. Hiệu suất loại bỏ COD và SS lần lượt đạt 82.1 và 89.4%. Quá trình khuấy trộn nên được thực hiện trong khoảng thời gian đầu hệ thống hoạt động, không nên thực hiện trong quá trình lắng và tuyển nổi. So với các phương pháp sinh học trong các nghiên cứu [2, 3], thì quá trình EC đã rút ngắn thời gian xử lý, diện tích sử dụng cho hệ thống tối giản hơn.

2) Phương pháp keo tụ điện hóa có khả năng xử lý tốt đối tượng nước thải SXTBS. Hiệu suất xử lý tốt nhất đạt trên 80% đối với chỉ tiêu COD, trên 90% đối với SS trong khoảng 20 – 35 phút hoạt động. Tuy nhiên, các thông số này vẫn chưa đạt mức giới hạn quy định trong QCVN 63:2017/BTNMT về nước thải chế biến tinh bột sắn (Cột B), và QCVN 40:2011/BTNMT (Cột B) về nước thải công nghiệp. Cụ thể, đối với thông số SS vượt khoảng 1.5 lần so với quy chuẩn, thông số COD vượt 8.7 lần so sánh với QCVN 40:2011/BTNMT và 5.2 lần so với QCVN 63:2017/BTNMT. Do đó, cần phải có những quá trình xử lý tiếp theo để nước thải SXTBS đạt được mức dưới ngưỡng của các quy định hiện hành.

3) Cần nghiên cứu thêm một số yếu tố khác ảnh hưởng đến quá trình keo tụ điện hóa như: các anion (như sulphate hoặc flouride), nhiệt độ, diện tích bản cực, các điều kiện thủy động, tốc độ khuấy, thời gian khuấy... Đồng thời, nghiên cứu khả năng xử lý các thông số Cyanua, T-P, T-N trong nước thải SXTBS, làm cơ sở để đưa ra những thay đổi, cải tiến trong hệ thống để có thể nâng cao hiệu quả xử lý nước thải bằng keo tụ điện hóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M.R. Grace (1977), *Cassava Processing*. Xuất bản lần thứ 3, Publications Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, tr. 8 – 10.
- [2]. James BeMiller và Roy Whistler (2009). *Starch: Chemistry and Technology*, xuất bản lần thứ 3, copyright © 1984, 2009 Elsevier Inc, tr. 544 – 545.
- [3]. P.G. Hien, L.T.K. Oanh, N.T. Viet và G. Lettinga (1999). *Closed waste system in the tapioca industry in VietNam*, Wat. Sci. Tech. Vol. 39, No. 5, pp. 89 – 96.
- [4]. Olcay Tünay, Işık Kabdaşlı, Idil Arslan-Alaton và Tuğba Ölmez-Hancı (2010). *Chemical Oxidation Applications for Industrial Wastewaters*, International Water Association, tr. 95 – 98.
- [5]. AlaaEldin Mohamed Hisham Elnenay (2016). *Treatment of Drilling fluids wastewater by electrocoagulation*, Egyptian Journal of Petroleum, Vol 26, Issue 1, tr. 203 – 208.
- [6]. Trần Văn Nhân – Ngô Thị Nga (2002), *Giáo trình Công nghệ xử lý nước thải*, xuất bản lần thứ 2, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật, tr. 162 – 168.

- [7]. Tezcan Un U và Oduncu E (2014). *Electrocoagulation of landfill leachate with monopolar aluminum electrodes*, Journal of Clean Energy Technologies, Vol. 2, No. 1, Tr. 15 -17.
- [8]. Edited by Lenore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg và Andrew D. Eaton (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22th Ed, APHA, AWWA, WPCF, USA.
- [9]. M. Errami và R. Salghi (2013). *Electrochemical treatment of wastewater industrial cartons*, Int. J. Electrochem. Sci., vol 8, tr. 12672 – 12682.
- [10]. E-S.Z. El-Ashtoukhy và Y.A. El-Taweel (2013). *Treatment of Petrochemical Wastewater Containing Phenolic Compounds by Electrocoagulation Using a Fixed Bed Electrochemical Reactor*, Int. J. Electrochem. Sci., vol 8, tr. 1534 - 1550.

TREATMENT OF CASSAVA WASTEWATER BY ELECTROCOAGULATION

Te Minh Son*, Dang Thi Thanh Loc, Hoang Thi My Hang

Faculty of Environmental Science, University of Sciences, Hue University

*Email: teminhson@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

This study is aimed evaluating the possibility of removing COD and SS in cassava production wastewater by electrocoagulation method. Direct current power connected to the rectangular aluminum electrode plates was used in the experiments. Assess the ability to remove COD and SS through batch testing with pH conditions of wastewater, current density and electrolysis time. For effluent with a COD concentration of 7325 ± 83 mg/L, SS of 2120 ± 62 mg/L, the optimal treatment efficiency was recorded at pH= 6, current density of $0,039$ A/cm² and in about 20 minutes the system operates. COD and SS treatment efficiency was reached approximately 82,1% and 89,4%, respectively.

Keywords: Aluminium electrode, Cassava wastewater, Electrocoagulation.



Tê Minh Sơn tốt nghiệp cử nhân ngành Khoa học Môi trường năm 2017 tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện ông đang theo học Thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Môi trường tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện nay ông công tác tại khoa Môi trường, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Kỹ thuật xử lý nước thải.



Đặng Thị Thanh Lộc tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Khoa học Môi trường tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế; nhận bằng thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Môi trường tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế; nhận bằng tiến sĩ ngành Khoa học và Kỹ thuật Môi trường tại trường Đại học Yamaguchi, Nhật Bản. Hiện nay giảng dạy và nghiên cứu tại bộ môn Khoa học và Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Quá trình khử trùng, cấp thoát nước.



Hoàng Thị Mỹ Hằng sinh ngày 23/01/1988. Bà tốt nghiệp cử nhân Khoa học Môi trường năm 2011 và thạc sĩ Khoa học Môi trường năm 2013 tại trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. Hiện bà là nghiên cứu sinh tại Vương quốc Bỉ. Từ năm 2011 đến nay, bà là giảng viên khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Các quá trình xử lý nước thải.