

ỨNG DỤNG PLASMA ĐIỆN HÓA TRÊN ĐIỆN CỰC SẮT XỬ LÝ NƯỚC THẢI TỪ CÁC PHÂN TÍCH XÉT NGHIỆM HÓA, SINH CỦA BỆNH VIỆN

NGUYỄN ĐỨC HÙNG ⁽¹⁾, PHẠM HOÀNG LONG ⁽¹⁾, TRẦN VĂN CÔNG ⁽²⁾

1. MỞ ĐẦU

Các xét nghiệm phân tích hóa sinh huyết học và nước tiểu của các bệnh nhân tại các bệnh viện và các trung tâm y tế tạo ra lượng nước thải nguy hại còn bao gồm thêm cả các hóa chất sử dụng cho phân tích nên cần phải xử lý trước khi thải vào môi trường [1, 2]. Việc xử lý bằng các phương pháp hóa học phải sử dụng hóa chất đắt tiền và độc hại với môi trường và con người [3] trong khi các phương pháp sinh học đòi hỏi thời gian lâu, không gian lớn [4] hoặc khó khăn nếu trong môi trường nước thải có muối halogenua. Các phương pháp vật lý lại đòi hỏi thiết bị hiện đại, phức tạp và giá thành cao [5, 6]. Gần đây, phương pháp điện hóa dòng DC cao áp với plasma điện cực có thể tạo được môi trường ion hóa [7]. Khi sử dụng điện cực sắt còn có thể tạo lượng ion sắt và sắt nano hóa trị, không thuận tiện cho các quá trình Fenton cũng như keo tụ [8, 9]. Vì vậy, phương pháp xử lý nước ô nhiễm bằng sự kết hợp điện hóa tạo plasma trên điện cực sắt sử dụng các lợi thế của các quá trình oxy hóa, khử điện hóa nâng cao, cũng như keo tụ mà không sử dụng hóa chất nên thân thiện với môi trường hơn [10]. Ứng dụng plasma điện hóa với điện cực sắt để xử lý nước thải từ các thiết bị phân tích, xét nghiệm máu, huyết thanh và nước tiểu có thể sẽ là phương pháp khả thi, phù hợp với yêu cầu của các bệnh viện là nội dung được trình bày tại bài báo này.

2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Nước thải của các quá trình phân tích, xét nghiệm máu, huyết tương và nước tiểu của các bệnh nhân tại Bệnh viện Bạch Mai, Hà Nội có màu đỏ, pH: 6,8; độ dẫn: 20 308 μ S; COD: 18 760 mg/L; TDS: 10 046 mg/L; NH_4^+ : 1 587 mg/L, là mẫu thử nghiệm. Thiết bị phản ứng điện hóa với dòng DC cao áp và điện cực sắt được chuẩn bị như tài liệu [10]. Khoảng cách giữa 2 điện cực anot và catot là 500 mm với lượng nước thải 500 mL. Thời gian phản ứng là 1h tại dòng 500 mA. Việc điều khiển tạo plasma catot bằng chọn tỷ lệ diện tích điện cực catot nhỏ hơn diện tích điện cực anot. Các thông số nước thải được xác định là pH, thế ORP và độ dẫn bằng thiết bị Hana tương ứng: Membrane pH-Meter HI 814 và Conductivity meter HI 8733. Các đặc trưng môi trường của nước thải sau phản ứng DC cao áp như: TDS, COD, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Cl^- từ đo độ mặn được xác định bằng các thiết bị theo các tiêu chuẩn TCVN 6491:1999; TCVN 5988:1995; TCVN 6494:1999; TCVN 6180:1996 và 6194:1996 tại Viện Công nghệ Môi trường. Kết tủa thu được sau lọc được để khô tự nhiên xác định trọng lượng bằng cân phân tích và phân tích thành phần bằng ICP-MS tại Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự.

3. KẾT QUẢ VÀ BIỆN LUẬN

Kết quả xác định các thông số môi trường của nước thải thu gom từ các thiết bị phân tích huyết học và nước tiểu của bệnh viện Bạch Mai được trình bày tại bảng 1 cho thấy các giá trị TDS, độ dẫn, COD, amoni đều rất lớn và vượt xa QCVN 28-2010/BTNMT tuy pH ở môi trường trung tính và các giá trị NO_2^- , NO_3^- đều thấp.

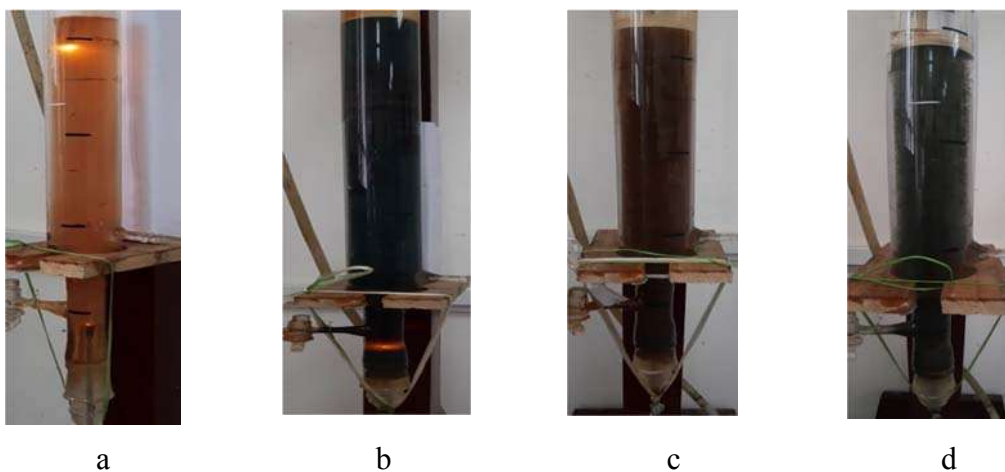
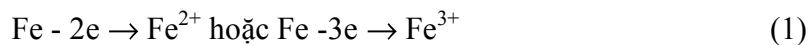
Bảng 1. Thông số môi trường của nước thải thu từ các thiết bị phân tích của bệnh viện

pH	TDS mg/L	Độ dẫn μS	COD, mg/L	NH_4^+ mg/L	NO_2^- mg/L	NO_3^- mg/L
6,8	10 046	20 308	18 760	1 587	0,37	10,6

Môi trường có độ dẫn điện cao như kết quả bảng 1 sẽ là điều kiện thuận lợi để thể thực hiện quá trình điện hóa tạo plasma với dòng DC cao áp [7].

Hình 1 trình bày sự chuyển màu của nước thải xét nghiệm bệnh viện trong quá trình phản ứng điện hóa DC cao áp cho thấy plasma xuất hiện cả trên điện cực anot và catot sắt khi tỷ lệ diện tích S_A/S_C là 1/1 và cũng xuất hiện trên catot khi tỷ lệ S_A/S_C là 4/1 và màu dung dịch chuyển từ hồng sang nâu sẫm và cuối cùng là xanh đen. Đồng thời với quá trình chuyển màu của dung dịch là sự hình thành các bông huyền phù lơ lửng trong dung dịch. Những kết quả trên chứng tỏ các phản ứng điện hóa hòa tan anot và tạo thành ion sắt trong dung dịch để keo tụ các sản phẩm xử lý của chất thải xét nghiệm bệnh viện theo các phản ứng:

Quá trình điện hóa trên anot sắt:

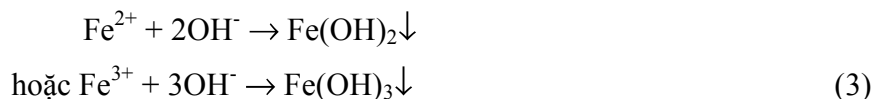


Hình 1. Biến đổi màu của quá trình xử lý nước thải xét nghiệm bệnh viện bằng phản ứng điện hóa dòng DC cao áp với điện cực sắt có plasma: a) $S_A/S_C = 1$; b, c, d) $S_A/S_C = 4$; a) dung dịch ban đầu màu hồng; c) dung dịch chuyển màu nâu sẫm; b,d) dung dịch chuyển màu xanh đen

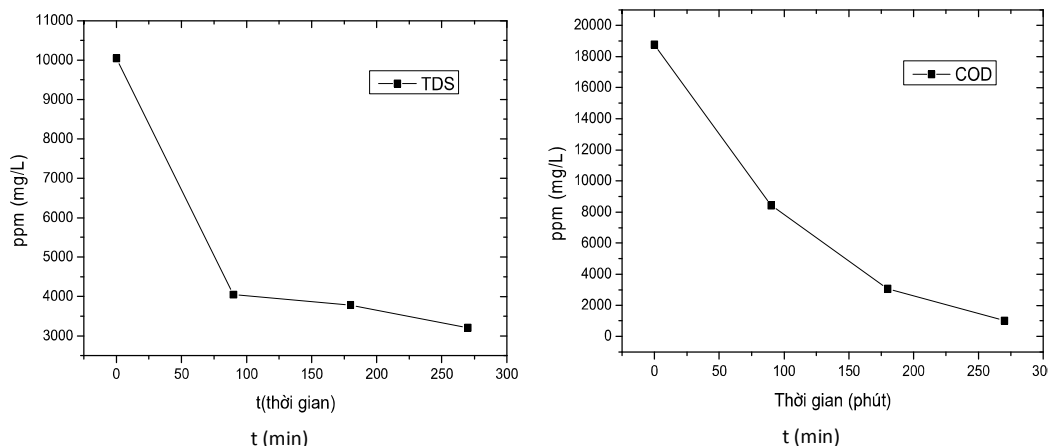
Quá trình điện hóa trên catot sắt:



Quá trình tạo keo trong dung dịch:



Kết quả của các phản ứng trên đã góp phần làm giảm đáng kể TDS cũng như COD của nước thải xét nghiệm bệnh viện như được trình bày tại hình 2.



Hình 2. Sự phụ thuộc giá trị TDS và COD của nước thải xét nghiệm bệnh viện vào thời gian xử lý

Từ hình 2 có thể thấy COD đã giảm từ giá trị hơn 18760 mg/L xuống còn 1004 mg/L (còn 5,4%) và TDS từ giá trị 10 046 mg/L xuống đến giá trị 3 026 mg/L (còn 30,1%).

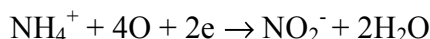
Bảng 2. So sánh lượng kết tủa (m_{KT}) thu được sau xử lý của nước thải xét nghiệm bệnh viện với lượng sắt hòa tan anot (m_{Fe}) cũng như lượng hydroxit tạo thành tính theo $m_{Fe(\text{OH})_2}$ hoặc $m_{Fe(\text{OH})_3}$.

	Lần 1 (60 min)	Lần 2 (tiếp 60 min)	Lần 3 (tiếp 60 min)	Tổng (180 min)
m_{KT} , g	1,7042	0,7555	0,7855	3,2452
m_{Fe} , g	0,5363	0,3697	0,3848	1,2908
$m_{Fe(\text{OH})_2}$, g	0,8619	0,5942	0,6184	2,0745
$\Delta m_{[KT-Fe(\text{OH})_2]}$, g	0,8423	0,1613	0,1671	1,1707
$m_{Fe(\text{OH})_3}$, g	1,0439	0,7196	0,7490	2,5125
$\Delta m_{[KT-Fe(\text{OH})_3]}$, g	0,6603	0,0359	0,0365	0,7327

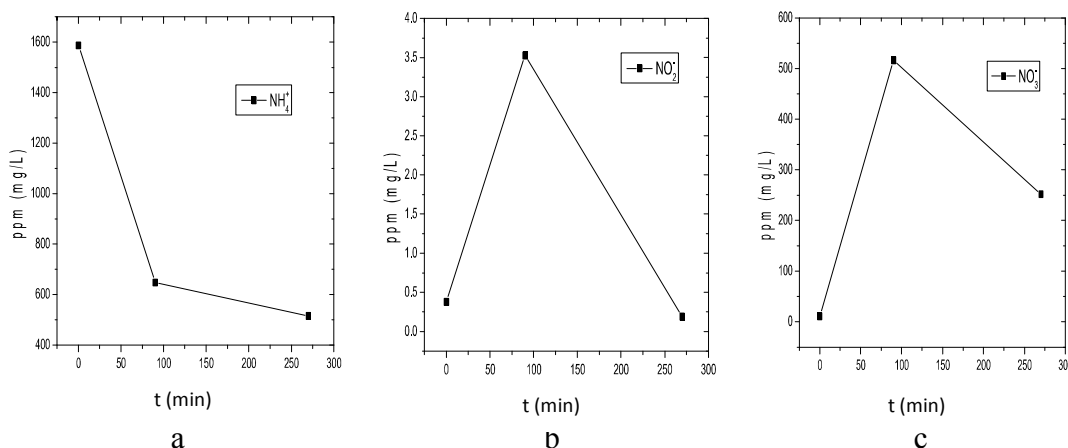
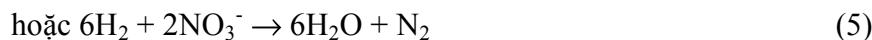
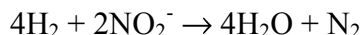
Kết quả từ bảng 2 cho thấy, tổng trọng lượng thu được từ kết tủa lớn hơn lượng hydroxyt sắt cả 2 dạng $\text{Fe}(\text{OH})_2$ hoặc $\text{Fe}(\text{OH})_3$ theo tính toán chứng tỏ đã keo tụ lượng lớn các sản phẩm được xử lý của nước thải xét nghiệm bệnh viện. Kết quả từ bảng 2 cũng cho thấy lượng keo tụ trong 60 phút xử lý đầu lớn hơn những lần tiếp theo gấp đến 5 lần. Giá trị hàm lượng sắt trong cặn kết tủa được phân tích bằng ICP-MS là 0,117 mg/kg từ thí nghiệm lần 3.

Hình 3 trình bày sự phụ thuộc của NH_4^+ , NO_2^- và NO_3^- vào thời gian xử lý cho thấy lượng anomi (hình 3a) cũng được xử lý do các quá trình oxi hóa như phản ứng 4 bằng các gốc tạo thành từ plasma [7] và giảm đến gần 68,8%.

Quá trình oxi hóa trên điện cực:



Từ hình 3b và 3c có thể thấy lượng NO_2^- và NO_3^- trong thời gian xử lý ban đầu tăng nhưng sau đó lại giảm chứng tỏ tác động của khí H_2 sinh ra trên điện cực catot cũng như plasma là chất khử góp phần xử lý tiếp sản phẩm tạo ra:



Hình 3. Sự phụ thuộc của: a) NH_4^+ , b) NO_2^- và c) NO_3^- trong nước thải xét nghiệm bệnh viện vào thời gian xử lý bằng dòng DC cao áp có plasma trên điện cực sắt.

Tuy nhiên kết quả giá trị pH của dung dịch sau phản ứng 3 lần liên tiếp, mỗi lần 60 phút chỉ giảm không đáng kể, từ giá trị 8,42 xuống 7,14; độ dẫn cũng biến đổi không đáng kể, duy trì ở giá trị cao, > 7 mS/cm. Điều đó chứng tỏ trong nước thải xét nghiệm bệnh viện có mặt các muối trung tính phân ly mạnh.

Bằng xét nghiệm định tính với muối BaCl_2 và AgNO_3 cho thấy kết tủa trắng của AgCl , chứng tỏ muối clorua có hàm lượng rất cao. Thật vậy, kết quả phân tích định lượng ion clorua các dung dịch sau 60, 120 và 180 phút phản ứng điện hóa DC cao áp có plasma đều cho giá trị ion clo tương ứng: 1 106 mg/L, 1 323 mg/L và 1 182 mg/L.

4. KẾT LUẬN

Nước thải từ các thiết bị xét nghiệm huyết tương và nước tiểu của bệnh viện có các chỉ số TDS, COD, amoni rất cao do có chứa nhiều dung môi và hóa chất phân tích nên rất độc hại cần xử lý trước khi thải vào hệ thống xử lý công cộng. Môi trường nước thải xét nghiệm bệnh viện là trung tính và có độ dẫn điện cao do có hàm lượng muối cao. Điều đó không thuận lợi để áp dụng phương pháp xử lý sinh học. Bằng phương pháp dòng DC cao áp tạo được plasma trên các điện cực sắt có thể tạo nên môi trường oxy hóa - khử nâng cao với các gốc tự do cũng như hidro mới sinh đồng thời với khả năng tạo phản ứng fenton nên có thể xử lý các chất ô nhiễm trong nước thải xét nghiệm bệnh viện. Sau 180 phút xử lý bằng điện áp cao với khoảng cách 2 điện cực 500 mm để tạo plasma anot và catot các thông số COD, TDS và amoni trong nước thải xét nghiệm bệnh viện đã giảm rất mạnh đảm bảo đáp ứng yêu cầu xử lý nước thải của các bệnh viện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Weiwei Yu, Zhi Zhang, Shiling Chen, Tao Wang, Tengcan Zhang, *The study of hospital wastewater treatment by combined Pure-oxygen aeration and A/O process*, Applied Mechanics and Materials, 2012, **178-181**:627-632.
2. Abolfazl Rahmani Sani, Fateme Dareini, *Treatment of hospital wastewater by vetiver and typical reed plants at wetland method*, Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 2014, **4**(S3):890-897.
3. Chunli Zheng, Ling Zhao, Xiaobai Zhou, Zhimin Fu and An Li, *Treatment Technologies for Organic Wastewater*, 2013, licensee InTech
4. Qiaoling Liu, Yufen Zhou, Lingyun Chen, Xiang Zheng, *Application of MBR for hospital wastewater treatment in China*, Desalination, 2010, **250**:605-608
5. P. Mandal, B. K. Dubey, and A. K. Gupta, *Review on landfill leachate treatment by electrochemical oxidation: Drawbacks, challenges and future scope*, Waste Management, 2017, **69**:250-273.
6. Bo Jiang, Jingtang Zheng, Shi Qiu, Mingbo Wu, Qinhuai Zhang, Zifeng Yan, Qingzhong Xue, *Review on electrical discharge plasma technology for wastewater remediation*, Chemical Engineering Journal, 2014, **236**:348-368.
7. Nguyễn Đức Hùng, *Phản ứng điện hóa tại điện áp cao với plasma điện cực*, Tạp chí Hóa học, 2012, **50**:103-111.
8. Nguyễn Đức Hùng, Đỗ Thanh Tuấn, *Điều chế dung dịch sắt nano bằng quá trình hòa tan anot điện áp cao*, Tạp chí Hóa học, 2012, **50**(4):425-428.
9. Le Quoc Trung, Nguyen Duc Hung, Nguyen Hoai Nam, Tran Van Chung, I. Francis Cheng, *Oxidation of 2,4,6-Trinitroresorcine Using Zero-Valent Iron*, Asian Journal of Chemistry, 2010, **22**(4):3200-3206.
10. Nguyễn Đức Hùng, Vũ Năng Nam, Trần Thị Ngọc Dung, *Khả năng ứng dụng phương pháp điện hóa cao áp để xử lý ô nhiễm môi trường*, Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ Quân sự, 2019, **60**(4):126-131.

SUMMARY

APPLICATION OF ELECTROCHEMICAL PLASMA ON IRON ELECTRODES FOR TREATING WASTEWATER FROM CHEMICAL AND BIOCHEMICAL ANALYSIS OF HOSPITALS

Analysis of chemical and biochemical from hospitals and health facilities used blood, urine of patients as well as a variety of solvents and chemical compounds created hazardous wastewater that must be treated before discharge into the environment. Application of electrochemical plasma on iron electrodes would generating an ionizing environment and zero valence iron nano that could treating quickly and effectively pollutants in wastewater after analyzing process and biochemical testing of hospitals. After each electrochemical plasma treatment on iron electrodes, the environmental characteristics such as electrical conductivity and pH change a little, but the COD, TDS, NH_4^+ ratios decreased significantly from 94.6%; 69.9% to 68.8%, respectively. Only after 3 times consecutive treatment, each time was 60 minutes, the environmental parameters have achieved the requirements of National technical regulation on health care wastewater - QCVN 28:2010/BTNMT, which is issued by Ministry of Natural Resources and Environment, Vietnam.

Keywords: Electrochemical plasma, iron electrodes, hazardous waste water, medical tests.

Nhận bài ngày 11 tháng 7 năm 2019

Phản biện xong ngày 24 tháng 7 năm 2019

Hoàn thiện ngày 29 tháng 7 năm 2019

⁽¹⁾ *Viện Công nghệ Môi trường*

⁽²⁾ *Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự*