



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0052742

(51)^{2022.01} C02F 1/46

(13) B

(21) 1-2021-00928

(22) 24/02/2021

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/06/2021 399A

(73) Trần Văn Công (VN)

Viện Hóa học - Môi trường Quân sự, Bộ Tư lệnh Hóa học Km9+656, An Khánh,
Hoài Đức, Hà Nội, Việt Nam

(72) Trần Văn Công (VN); Nguyễn Đức Hùng (VN).

(74) Công ty TNHH Dịch thuật sáng chế PROINVEN (PROINVEN CO.,LTD.)

(54) QUY TRÌNH XỬ LÝ HỖN HỢP CHỨA AXÍT 2,4-DICLOPHENOXYAXETIC
(2,4-D) VÀ AXÍT 2,4,5-TRICLOPHENOXYAXETIC (2,4,5-T) BẰNG PLASMA
ĐIỆN HOÁ ĐƯỢC TẠO RA TRÊN ĐIỆN CỰC SẮT

(21) 1-2021-00928

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình xử lý hỗn hợp chứa axit 2,4-diclophenoxyaxetic và axit 2,4,5-triclophenoxyaxetic trong môi trường nước bằng plasma điện hoá được tạo ra trên điện cực sắt (Fe) với nguồn một chiều cao áp. Kết quả thu được của quy trình này cho thấy khả năng xử lý 2,4-D và 2,4,5-T xảy ra hoàn toàn và các chất ô nhiễm được oxy hoá thành CO₂ và H₂O.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình xử lý hỗn hợp dung dịch gây ô nhiễm môi trường chứa axit 2,4-diclophenoxyaxetic (2,4-D) và axit 2,4,5-triclophenoxyaxetic (2,4,5-T) trong nước bằng plasma điện hoá được tạo ra trên điện cực sắt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Quá trình phân huỷ các chất ô nhiễm hữu cơ bằng công nghệ plasma được nghiên cứu bằng các kỹ thuật plasma khác nhau như kỹ thuật xung cao áp, kỹ thuật phóng điện vàng quang, kỹ thuật phóng điện màn chắn. Các kỹ thuật này sử dụng các điện cực trơ như vonfram, platin hoặc điện cực chì và phóng điện trong môi trường khí hoặc trên bề mặt không khí - nước. Khác với các kỹ thuật đã biết nêu trên, giải pháp kỹ thuật theo sáng chế là phóng dòng điện một chiều (DC) cao áp trực tiếp vào môi trường nước có sự kết hợp của vật liệu dẫn điện là sắt với các phản ứng điện hóa bằng dòng điện một chiều cao áp để tạo môi trường khí và từ đó hình thành plasma trên mỗi điện cực.

Quá trình phóng dòng điện một chiều cao áp vào dung dịch kèm theo sự xuất hiện plasma trên điện cực được nghiên cứu nhằm kết hợp các phản ứng oxy hóa khử điện hóa như O_2 và H_2 với các phản ứng oxy hóa nâng cao bằng các gốc tự do được tạo thành từ quá trình plasma điện cực trong môi trường nước như $OH^\bullet$, $O^\bullet$, $H^\bullet$, $HO_2^\bullet$.^[1-3]

Đối với điện cực sắt, quá trình hòa tan anốt kim loại thành cation và khử ion kim loại tạo thành bằng H_2 từ catot có thể tạo được dung dịch nano kim loại Fe^0 , Ag, đồng.^[4-7] Việc phân huỷ nước khi có plasma cũng tạo khí H_2 và H_2O_2 có thể hỗ trợ cho quá trình tạo phản ứng Fenton khi sử dụng điện cực Fe sẽ làm tăng khả năng hình thành gốc tự do $OH^\bullet$ dẫn đến làm tăng hiệu quả xử lý chất ô nhiễm.^[8-9]

Về mặt giá thành, điện cực sắt là kim loại phổ biến và rẻ tiền được sử dụng trong xử lý ô nhiễm môi trường nhờ tác động khử, keo tụ và đặc biệt là phản ứng Fenton.^[10-13] Hơn nữa, nano kim loại sắt hóa trị không cũng có vai trò trong xử lý

các chất gây ô nhiễm.^[14-15] Vì vậy, sự kết hợp trạng thái ion hóa với các gốc tự do $\text{OH}^\bullet$, $\text{O}^\bullet$, $\text{H}^\bullet$, $\text{HO}_2^\bullet$, v.v. khi xuất hiện plasma trên điện cực sắt và quá trình phản ứng Fenton của ion Fe^{2+} sinh ra trong quá trình điện hoá từ chính điện cực cũng như các hạt sắt nano hoá trị không được hình thành trong dung dịch nhằm nâng cao hiệu quả xử lý các chất gây ô nhiễm môi trường là bản chất của sáng chế này.^[16-18]

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế đề xuất quy trình phân huỷ hỗn hợp dung dịch gây ô nhiễm môi trường chứa 2,4-D và 2,4,5-T trong dung dịch nước bằng quá trình điện hoá dòng điện một chiều (DC) điện áp cao có sự xuất hiện plasma trên điện cực sắt, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

- xử lý hỗn hợp dung dịch chứa 2,4-D và 2,4,5-T bằng điện áp cao của dòng điện một chiều (DC) với điện cực Fe, kết quả của bước xử lý này là sự xuất hiện của plasma trên điện cực kèm theo sự hình thành các gốc tự do hoạt động như $\text{OH}^\bullet$ sinh ra từ plasma và phản ứng Fenton do quá trình hoà tan anốt trên điện cực Fe;

- đúc keo epoxy xung quanh điện cực Fe có đường kính $\varnothing = 6 \text{ mm}$, chiều dài $d = 200 \text{ mm}$ này bằng keo epoxy sao cho diện tích bề mặt điện cực $S = \pi r^2 = 28,27 \text{ mm}^2$;

- làm mát dung dịch xử lý chứa 2,4-D và 2,4,5-T có nồng độ 30 mg/L được pha loãng trong dung dịch nước cất một lần, đưa vào bình phản ứng, dung dịch 2,4-D ở 30 mg/L có độ dẫn điện bằng 38,8 $\mu\text{S/cm}$, dung dịch 2,4,5-T ở 30 mg/L có độ dẫn điện bằng 38,5 $\mu\text{S/cm}$, bằng cách bơm tuần hoàn thổi không khí qua dung dịch này với lưu lượng 500 mL/phút;

- phóng điện trực tiếp trong dung dịch với điện áp 5 kV (8 kV, 10 kV) ở khoảng cách điện cực giữa anốt và catốt bằng 300 mm, thời gian phóng điện khoảng 120 phút;

kết quả thu được của quy trình xử lý này là 2,4-D và 2,4,5-T bị phân huỷ thành các axit hữu cơ mạch thẳng và tiếp tục bị phân huỷ hoàn toàn thành CO_2 và H_2O . Các thông số ô nhiễm sau xử lý đạt tiêu chuẩn thải vào môi trường theo tiêu chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: Sơ đồ thiết bị phản ứng

Hình 2: Phổ GC-MS của 2,4-D và 2,4,5-T trước khi xử lý và sau khi xử lý

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất quy trình phân huỷ hỗn hợp dung dịch gây ô nhiễm môi trường chứa 2,4-D và 2,4,5-T trong dung dịch nước bằng quá trình điện hoá điện áp cao của dòng điện một chiều có sự xuất hiện plasma trên điện cực sắt.

Theo một phương án, quy trình theo sáng chế được thực hiện như sau:

Bước 1: Chuẩn bị nguồn điện cao áp điều khiển vô cấp dòng điện một chiều (DC) $0 \div 20$ kV.

Bước 2: Chuẩn bị điện cực Fe, đường kính $\varnothing = 6$ mm, chiều dài $d = 200$ mm, đúc keo epoxy bao xung quanh điện cực, diện tích hở bề mặt điện cực $S = \pi r^2 = 28,27$ mm².

Bước 3: Chuẩn bị bơm tuần hoàn nước làm mát, chuẩn bị máy thổi không khí, lắp điện cực vào bình phản ứng.

Bước 4: Pha dung dịch nồng độ 30 mg/L cho 2,4-D và 2,4,5-T trong nước cất một lần, đưa vào bình phản ứng, dung dịch 2,4-D ở 30 mg/L có độ dẫn điện bằng 38,8 μ S/cm, dung dịch 2,4,5-T ở nồng độ 30 mg/L có độ dẫn điện bằng 38,5 μ S/cm

Bước 5: Điều chỉnh khoảng cách điện cực giữa anốt và catốt phù hợp cho plasma xuất hiện từ 200÷300 mm; chọn chế độ phản ứng điện hóa ổn áp.

Bước 6: Xác định hiệu quả của quá trình xử lý 2,4-D và 2,4,5-T theo tiêu chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp vào môi trường. Để chứng minh hiệu quả xử lý triệt để của sáng chế, người ta có thể sử dụng phương pháp GC-MS để xác định các sản phẩm trung gian tạo thành trong quá trình phản ứng cũng như phân tích định lượng khí CO₂ thoát ra bằng kết tủa CaCO₃ bằng dung dịch Ca(OH)₂.

Theo một phương án, quá trình hình thành các tác nhân oxy hoá khử theo các cơ chế như sau:

+ Quá trình điện hoá trên catốt:



+ Quá trình điện hoá trên anốt:



+ Quá trình phân huỷ nước bởi plasma:



+ Quá trình hình thành các tác nhân oxy hoá bởi plasma:



+ Quá trình hình thành hạt Fe kích thước nano hoá trị không:



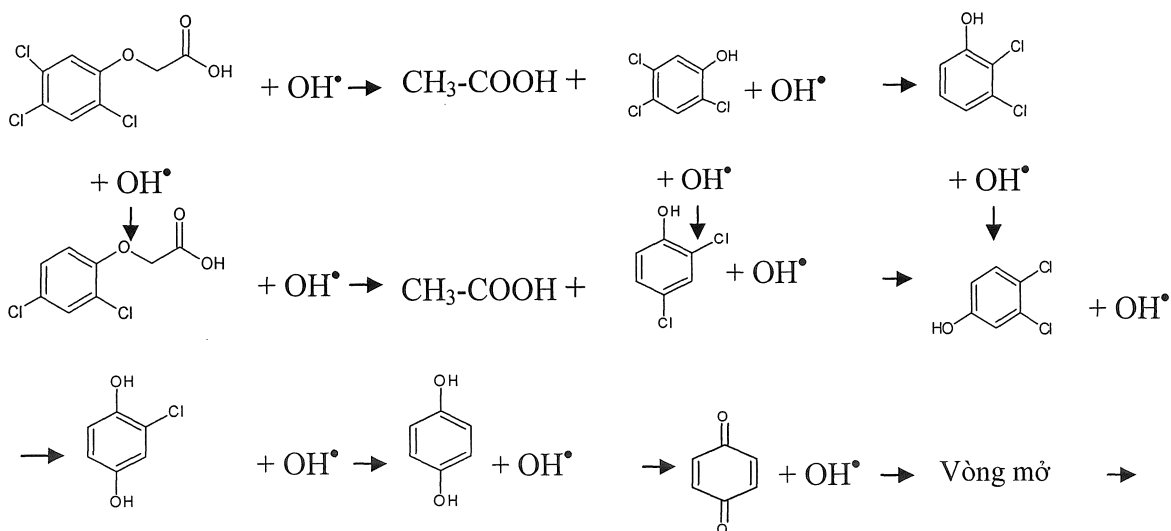
+ Phản ứng Fenton:

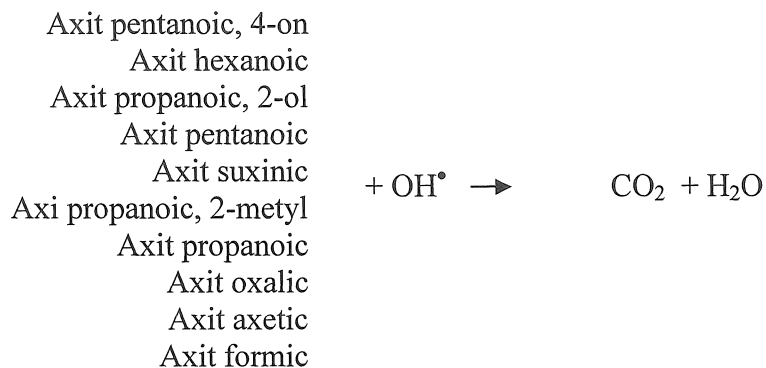


Đối tượng phân huỷ là 2,4-D có công thức phân tử $\text{C}_8\text{H}_6\text{Cl}_2\text{O}_3$, khối lượng phân tử 221,04 g/mol, độ hoà tan trong nước 900 mg/L (25 °C), pKa ở 25°C = 2,81.

Đối tượng phân huỷ 2,4,5-T có công thức phân tử $\text{C}_8\text{H}_5\text{Cl}_3\text{O}_3$, khối lượng phân tử 255,5 g/mol, độ hoà tan trong nước 238 mg/L (30°C), pKa ở 25°C = 2,88.

Theo phương án của sáng chế, sau khi phóng điện, quá trình oxy hoá 2,4-D và 2,4,5-T diễn ra theo cơ chế oxy hoá phân tử hữu cơ bằng gốc tự do hoạt động $\text{OH}^\bullet$ như sau:





Dung dịch sau xử lý đạt được các giá trị nằm trong giới hạn cho phép của tiêu chuẩn QCVN 40:2011/BTNMT của Việt nam về nước thải công nghiệp vào môi trường.

Bảng 1: Giá trị các thông số ô nhiễm sau quá trình xử lý dung dịch 2,4-D và dung dịch 2,4,5-T sau khi xử lý bằng dòng điện một chiều cao áp với điện cực sắt tại điện áp 5 kV, khoảng cách điện cực giữa anốt và catốt bằng 300 mm.

TT	Thông số	Giá trị sau xử lý		Đơn vị	QCVN 40:2011/BTNMT	
		Dung dịch 2,4-D	Dung dịch 2,4,5-T		Giá trị C	
					A	B
1	pH	5,7	5,5	-	6 đến 9	5,5 đến 9
2	COD	6,8	8,9	mg/L	75	150
3	Sắt	3,1	4,5	mg/L	1	5
4	Clorua	7,6	10,7	mg/L	500	1000
5	2,4-D	< 0,005	-	mg/L	0,05	0,1
6	2,4,5-T	-	< 0,05	mg/L	0,05	0,1

Bảng 2: Giá trị các thông số ô nhiễm sau quá trình xử lý dung dịch 2,4-D và dung dịch 2,4,5-T sau khi xử lý bằng dòng điện một chiều cao áp với điện cực sắt tại điện áp 8 kV, khoảng cách điện cực giữa anốt và catốt bằng 300 mm.

TT	Thông số	Giá trị sau xử lý		Đơn vị	QCVN 40:2011/BTNMT	
		Dung dịch 2,4-D	Dung dịch 2,4,5-T		Giá trị C	
					A	B
1	pH	5,6	5,4	-	6 đến 9	5,5 đến 9
2	COD	6,1	8,2	mg/L	75	150
3	Sắt	3,5	4,6	mg/L	1	5
4	Clorua	7,3	10,1	mg/L	500	1000
5	2,4-D	< 0,005	-	mg/L	0,05	0,1
6	2,4,5-T	-	< 0,05	mg/L	0,05	0,1

Bảng 3: Giá trị các thông số ô nhiễm sau quá trình xử lý dung dịch 2,4-D và dung dịch 2,4,5-T sau khi xử lý bằng dòng điện một chiều cao áp với điện cực sắt tại điện áp 10 kV, khoảng cách điện cực giữa anốt và catốt bằng 300 mm.

TT	Thông số	Giá trị sau xử lý		Đơn vị	QCVN 40:2011/BTNMT	
		Dung dịch 2,4-D	Dung dịch 2,4,5-T		Giá trị C	
					A	B
1	pH	5,3	5,1	-	6 đến 9	5,5 đến 9
2	COD	5,7	7,6	mg/L	75	150
3	Sắt	3,9	4,8	mg/L	1	5
4	Clorua	7,1	9,8	mg/L	500	1000
5	2,4-D	< 0,005	-	mg/L	0,05	0,1
6	2,4,5-T	-	< 0,05	mg/L	0,05	0,1

Ví dụ thực hiện sáng chế

Theo sáng chế, quy trình xử lý hỗn hợp dung dịch chứa 2,4-D và 2,4,5-T được thực hiện như sau:

Bước 1: Cân 30 mg 2,4-D và 30 mg 2,4,5-T bằng cân phân tích với độ chính xác 10^{-4} g, pha loãng trong nước cất một lần bằng cốc 500 mL, khuấy đều dung dịch bằng đũa thuỷ tinh cho đến khi tan hoàn toàn, dung dịch 2,4-D ở 30 mg/L có độ dẫn điện bằng 38,8 μ S/cm, dung dịch 2,4,5-T ở nồng độ 30 mg/L có độ dẫn điện bằng 38,5 μ S/cm

Bước 2: Tiếp theo chuẩn bị điện cực: mài bóng bề mặt hai điện cực Fe bằng giấy nháp loại mịn. Lắp điện cực catốt ở phía dưới, điện cực anốt ở phía trên, khoảng cách điện cực giữa anốt và catốt bằng 300 mm, kết nối catốt và anốt với nguồn điện áp cao.

Bước 3: Đổ dung dịch 2,4-D và 2,4,5-T vào bình phản ứng, lắp ống thổi khí từ phía dưới, kết nối bình phản ứng với bơm tuần hoàn làm mát.

Bước 4: Bật bơm tuần hoàn làm mát, bật bơm thổi khí với lưu lượng 500 mL/phút. Bật nguồn điện cao áp, điều chỉnh điện áp lần lượt tăng dần tới 5 kV, 8kV, 10 kV và đợi cho đến khi plasma xuất hiện trên hai điện cực.

Bước 5: Tiếp tục thực hiện quá trình phân huỷ bởi plasma trên hai điện cực trong thời gian kéo dài 120 phút. Đo độ phân huỷ của 2,4-D, 2,4,5-T cũng như các giá trị ô nhiễm khác có liên quan trong dung dịch sau khi xử lý.

Bước 6: Xác định hiệu quả của quá trình xử lý bằng các phương pháp xác định theo QCVN 40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp vào môi trường.

Quy trình xử lý 2,4-D và 2,4,5-T bằng điện áp cao DC trên điện cực sắt với sự xuất hiện của plasma trên điện cực rất hữu ích và có giá trị trong việc xử lý thuốc diệt cỏ 2,4-D và 2,4,5-T. Đây là những chất bền trong môi trường rất khó xử lý bằng các phương pháp thông thường do có vòng benzen và nguyên tử clo đính trong vòng.

Quá trình xử lý dưới tác dụng của gốc tự do $\text{OH}^\bullet$ sinh ra trong quá trình hình thành plasma và phản ứng Fenton do quá trình hoà tan anốt Fe điện cực đã nâng cao hiệu quả của quá trình oxy hoá mà không cần phải bổ sung thêm bất cứ hoá chất nào khác gây ô nhiễm thứ cấp, đồng thời với thế oxy hoá cao 2,80 V của gốc tự do $\text{OH}^\bullet$ sẽ oxy hoá hoàn toàn phân tử hữu cơ thành các axit hữu cơ mạch thẳng, sau đó

các axit hữu cơ này tiếp tục bị oxy hoá thành CO_2 và H_2O và không có các sản phẩm trung gian nào còn lại trong nước.

Hiệu quả của sáng chế

Hiệu quả xử lý cũng đạt được cao hơn, nhanh hơn so với các phương pháp thông thường mất nhiều thời gian. Quá trình xử lý với mỗi nồng độ 2,4-D, 2,4,5-T: 30 mg/L, độ pH=6, nhiệt độ 30°C , khoảng cách điện cực giữa anốt và catốt bằng 300 mm, lưu lượng thổi khí 500 mL/phút. Hiệu quả xử lý 2,4-D và 2,4,5-T tại thời điểm 90 phút đạt 89,18% và 85,26% theo thứ tự và bị phân huỷ hoàn toàn tại thời điểm 120 phút.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ruma, Hamid Hosano, Takashi Sakugawa, Hidenori Akiyama, “ The Role of Pulse Voltage Amplitude on Chemical Processes Induced by Streamer Discharge at Water Surface, *Catalysts*, 2018, 8, 213, 8pp.
2. Bo Jiang, Jingtang Zheng , Shi Qiu, Mingbo Wu, Qinhui Zhang , Zifeng Yan, Qingzhong Xue, “Review on electrical discharge plasma technology for wastewater remediation”, *Chemical Engineering Journal*, 2014, vol. 236, pp. 348–368.
3. S. Kanazawa, T. Furuki, T. Nakaji, S. Akamine, R. Ichiki, “Measurement of OH Radicals in Aqueous Solution Produced by Atmospheric-pressure LF Plasma Jet”, *International Journal of Plasma Environmental Science & Technology*, 2012, vol.6, no.2, pp. 166-171.
4. Nguyen Duc Hung, Mai Van Phuoc, Nguyen Minh Thuy, Nguyen Nhi Tru, 2013, Preparation of Nanosilver Colloidal Solution by Anodic Dissolution under High DC Voltage, *Electrochemistry*, 2013, 81(6), Doi.org/10.5796/electrochemistry.81.454.
5. Nguyen Duc Hung, Nguyen Minh Thuy, Nguyen Nhi Tru, “Characteristics and mechanism of nanosilver formed by anodic dissolution with DC voltage”, *The Eur. Phys. Jour. Appl. Phys.*, 2013, ap 120466, 63:20402, 10pp.
6. Nguyen Duc Hung, Vu Nang Nam, Le Van Trung, Tran Thi Ngoc Dung, “Electrochemical preparation of nano silver by combining high DC voltage with anodic plasma”, *Vietnam Journal of Science and Technology* , 2019, vol. 57, no. 2, pp. 186-198.
7. Nguyen Duc Hung, Nguyen Thanh Hai, Vo Thanh Vinh, “The formation of copper nanoparticles from electrode reactions using high-voltage”, *Vietnam Journal of Chemistry*, 2014, vol. 52, no. 6B, pp. 1-6.
8. Susanta K. Sengupta, Om Prakash Singh, “Contact glow discharge electrolysis: a study of its chemical yields in aqueous inert-type electrolytes”, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 1994, vol. 369, pp.113-120.
9. Susanta K. Sengupta, Rajeshwar Singh, Ashok K. Srivastava, “A Study on the Origin of Nonfaradaic Behavior of Anodic Contact Glow Discharge Electrolysis - The Relationship Between Power Dissipated in Glow Discharges and Nonfaradaic Yields”, 1998, *J. Electrochem. Soc.*, vol. 145, no. 7, pp. 2209-2213.
10. M. Kashefialasl, M. Khosravi, R. Marandi, K. Seyyedi, “Treatment of dye solution containing colored index acid yellow 36 by electrocoagulation using iron electrodes”, *International journal of Environmental Science and Technology*, 2006, vol. 2, no. 4, pp. 365-371.
11. Y. Yavuz, Ü.B. Ögütveren, “Treatment of industrial estate wastewater by the application of electrocoagulation process using iron electrodes” *Journal of Environmental Management*, 2018, vol. 207, pp. 151-158.
12. M. Dors, E. Metel, J. Mizeraczyk, 2007, Phenol Degradation in Water by Pulsed Streamer Corona Discharge and Fenton Reaction, *International Journal of Plasma Environmental Science & Technology*, vol.1, No.1, pp. 76-81.

13. Shou Qiu, Lingling Yu, Diyong Tang, Wei Ren, Ke Chen, Jie Sun, "Rapidly enhanced electro-Fenton efficiency by in situ electrochemistry-activated graphite cathode", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2018, pp. 1-33, DOI: 10.1021/acs.iecr.7b05380.
14. Chung-Seop Lee, Jianyu Gong, Da-Som Oh, Jong-Rok Jeon, Yoon-Seok Chang, "Zero-valent iron/platinum Janus micromotors with spatially separated functionalities for efficient water decontamination", *ACS Applied Nano Materials*, 2018, pp. 1-30, DOI: 10.1021/acsanm.7b00223.
15. 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*, 2016, vol. 22, no. 4, pp. 3200-3206.
16. A. EL-Tayeb, A.H. EL-Shazly, M. F. Elkady, A. Abdel-Rahman, "Simulation and Experimental Study for Degradation of Organic Dyes Using Dual pin-to-plate Corona Discharge Plasma reactors for Industrial Wastewater Treatment", *Contrib. Plasma Phys.*, 2016, vol. 1, no. 15, DOI 10.1002/ctpp.201500080.
17. P. Manoj Kumar Reddy, Ch. Subrahmanyam, "Green Approach for Wastewater Treatment–Degradation and Mineralization of Aqueous Organic Pollutants by Discharge Plasma", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2012, vol. 51, pp. 11097-11103/ dx.doi.org/10.1021/ie301122p.
18. MubarakAli Davoodbasha, Seong-Cheol Kim, Sang-Yul Lee, Jung-Wan Kim, "The facile synthesis of chitosan-sased silver nano-biocomposites via a solution plasma process and their potential antimicrobial efficacy", *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 2016, vol. 605, pp. 49-58.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình xử lý hỗn hợp gây ô nhiễm môi trường chứa axit 2,4-diclophenoxyaxetic (2,4-D) và axit 2,4,5-triclophenoxyaxetic (2,4,5-T) trong nước bằng plasma điện hoá trên điện cực sắt, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

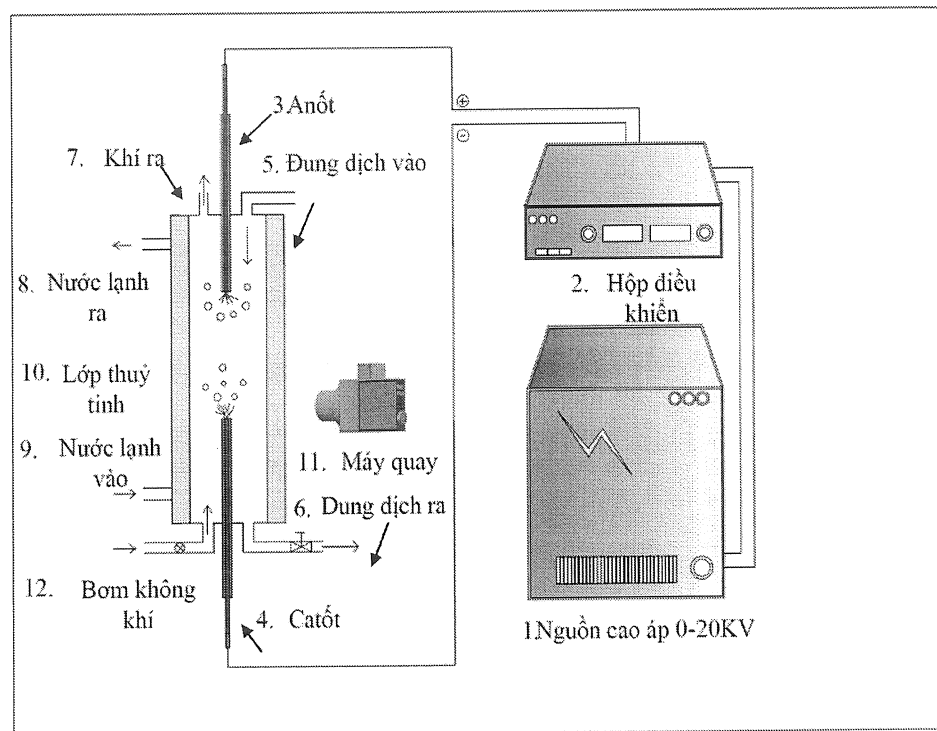
- xử lý hỗn hợp dung dịch chứa 2,4-D và 2,4,5-T bằng dòng điện một chiều (DC) điện áp cao $0 \div 20$ kV với điện cực Fe có đường kính $\varnothing = 6$ mm, chiều dài $d = 200$ mm, kết quả của bước xử lý này là sự xuất hiện của plasma trên điện cực kèm theo sự hình thành các gốc tự do hoạt động như $\text{OH}^\bullet$ sinh ra từ plasma và phản ứng Fenton do quá trình hoà tan anốt trên điện cực Fe;

- đúc keo epoxy xung quanh điện cực Fe có đường kính $\varnothing = 6$ mm, chiều dài $d = 200$ mm này bằng keo epoxy sao cho phần diện tích hở bề mặt điện cực $S = \pi r^2 = 28,27 \text{ mm}^2$;

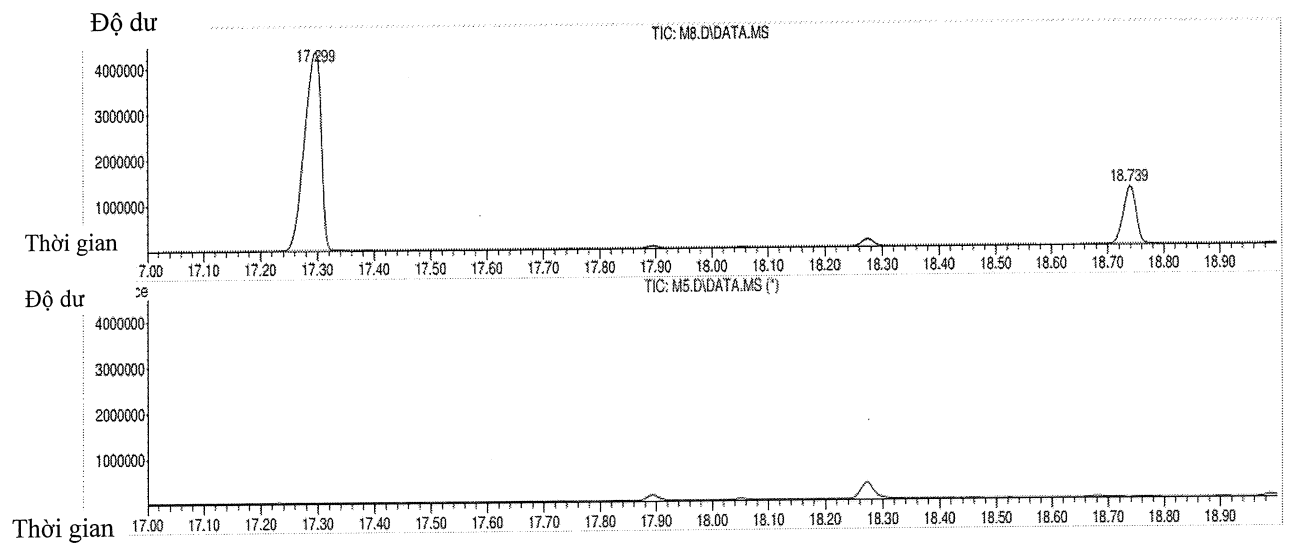
- bật bơm tuần hoàn làm mát thổi không khí qua dung dịch chứa 2,4-D và 2,4,5-T có nồng độ 30 mg/L được pha loãng trong dung dịch nước cất một lần, dung dịch 2,4-D ở 30 mg/L có độ dẫn điện bằng 38,8 $\mu\text{S/cm}$, dung dịch 2,4,5-T ở nồng độ 30 mg/L có độ dẫn điện bằng 38,5 $\mu\text{S/cm}$;

- phóng điện trực tiếp vào trong dung dịch với điện áp nằm trong khoảng từ 5 kV đến 10 kV ở khoảng cách điện cực giữa anốt và catốt bằng 300 mm, thời gian phóng điện khoảng 120 phút;

kết quả thu được của quy trình xử lý này là 2,4-D và 2,4,5-T bị phân huỷ thành các axit hữu cơ mạch thẳng và sau đó bị phân huỷ hoàn toàn thành CO_2 và H_2O .



Hình 1



Hình 2