

# THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ CÔNG SUẤT 05 M<sup>3</sup>/NGÀY BẰNG CÔNG NGHỆ PLASMA

## DESIGNING AND MANUFACTURING MEDICAL WASTE WATER TREATMENT SYSTEM 05 m<sup>3</sup>/DAY BY PLASMA TECHNOLOGY

Trần Ngọc Đảm, Nguyễn Đức Long

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

### TÓM TẮT

Hiện nay, nước thải y tế là một mối nguy hại lớn cho xã hội. Tuy nhiên, việc xử lý nước thải y tế có một số nhược điểm là hệ thống phức tạp, chiếm nhiều diện tích, hiệu suất thấp do dùng phương pháp vi sinh, kết hợp hóa lý, hóa sinh, hay oxy hóa bậc cao. Trong bài báo này, hệ thống xử lý nước thải y tế bằng công nghệ plasma ở nhiệt độ thấp, áp suất khí quyển được thiết kế và chế tạo nhằm giải quyết những nhược điểm trên. Nước thải y tế từ ba phòng khám đa khoa Long Bình, Y Đức, Sài Gòn Lab được lấy mẫu thí nghiệm và các chỉ tiêu BOD<sub>5</sub>, COD, Nitrat, Phosphat, Coliforms được đo đạc tại Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường – Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM và Trung tâm Kỹ thuật và Công nghệ Môi trường – Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM. Độ ảnh hưởng của điện áp, dòng điện và thời gian xử lý đến hiệu suất xử lý được khảo sát và đánh giá. Kết quả chỉ ra rằng, hiệu suất xử lý BOD<sub>5</sub> là 54%, COD là 51%, nitrat là 50%, phosphat là 60%, coliforms là 99,9%. Mức độ ô nhiễm của các chất có trong nước thải giảm hơn 30% ngay khi xử lý chỉ 0.12 giây với điện áp 30 KV, dòng 4A với lưu lượng 500ml/phút. Các chỉ tiêu có trong nước thải sau xử lý bằng hệ thống đạt tiêu chuẩn loại B QCVN 28:2010 ở thời gian 0.7s.

**Từ khóa:** công nghệ plasma, nước thải y tế, phương pháp hóa lý, phương pháp oxy hóa bậc cao, phương pháp sinh học.

### ABSTRACT

The waster water from clinic center has been strongly negative affected to human life in large area. The disadvantages of the currently treatment system are low treatment efficiency, costly and unstable due to using microbiological, biochemistrial, combining physical chemistry method, or advanced oxidation process. In this study, the novel treatment hospital waster warter system using plasma at low temperature and at atmospheric pressure was designed and developed to solve the above disadvantages. Waster water from the three clinic centers Long Binh, Y Đức, and Sai Gon Lab were used and the density of BOD<sub>5</sub>, COD, Nitrat, Phosphat, Coliforms were tested in Research Institute of Biotechnology and Environment and Center of Environmental Engineering and Teachnology. Input voltage, current and treatment time were used for analytic the treatment efficiency. The results show that treatment efficiency of COD<sub>5</sub>, COD, Phosphat, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and coliforms are 54%, 51%, 50%, 60%, and 99,9%, respectively. With input voltage, current and treatment time are 30KV, 4A, and 0.12s, respectively, the treatment efficiency is about 30% and reach to B- QCVN 28:2010 standard at 0.7s.

**Keywords:** Plasma technology, hospital wastewater, chemical and physical method, advanced oxidation process, biological method.

## I. GIỚI THIỆU

Theo thống kê của Bộ Y tế năm 2012, lượng chất thải lỏng phát sinh tại các cơ sở y tế có giường bệnh là khoảng trên 150.000m<sup>3</sup>/ngày đêm chưa kể lượng nước thải của các cơ sở y tế thuộc hệ dự phòng, các cơ sở đào tạo y dược và sản xuất thuốc. Dự kiến đến năm 2015 lượng nước thải y tế phải xử lý lên tới trên 300.000m<sup>3</sup>/ngày đêm[1]. Nước thải y tế có đầu ra gồm các vi sinh vật gây bệnh, các loại thuốc, các nguyên tố phóng xạ, và các hóa chất độc hại khác. Đặc trưng nước thải của các phòng khám được khảo sát như bảng 1. Các chất ô nhiễm này nếu không được xử lý sẽ ảnh hưởng xấu đến môi trường tự nhiên và sức khỏe của con người [2].

Đặc trưng nước thải của các phòng khám này là các thông số BOD<sub>5</sub>, COD, và vi khuẩn coliforms cao gấp 4 ÷ 5 lần tiêu chuẩn xả thải. Các thông số này được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1: Một số chỉ tiêu có trong nước thải y tế

STT	CHỈ TIÊU	ĐƠN VỊ	THÔNG SỐ	QCVN 28:2010		PHÒNG KHÁM	
				Cột A	Cột B	Lớn nhất	Trung bình
1	COD	Mg/l	500	50	100	2400	185
2	BOD <sub>5</sub>	Mg/l	400	30	50	1024	95
3	Nitrat	Mg/l	50	30	50	2,04	2
4	Phosphat	Mg/l	20	6	10	55	23
5	Coliforms	MPN/100ml	10 <sup>6</sup>	3.000	5000	5x10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>

Được biết trên thị trường hiện nay, hệ thống xử lý nước thải y tế chủ yếu là dùng phương pháp vi sinh, oxy hóa bậc cao hay kết hợp hóa lý, hóa sinh. Tuy nhiên, các phương pháp này có hiệu quả kinh tế thấp vì chi phí đầu tư và duy trì lớn, hiệu suất thấp, hệ thống phức tạp, nhiều buồng bể, chiếm nhiều diện tích xây dựng, tốn nhiều hóa chất, tốn nhân công, gây ảnh hưởng thứ cấp và khó thay đổi lưu lượng xử lý. Công nghệ xử

lý nước thải hiện đại nhất hiện nay là dùng công nghệ buồng MBR, kết hợp vi sinh và màng lọc (Membrane bioreactor-MBR), và công nghệ lọc nano. Nhược điểm chính của hai phương pháp này là màng lọc bị tắc, diện tích lớn, chi phí cao, vận hành tốn nhiều năng lượng và phức tạp và phải xử lý màng bẩn sau khi sử dụng. Trong bài báo này, plasma được ứng dụng trong quá trình xử lý nước thải y tế. Đây là một phương pháp xử lý mới, xanh sạch, chỉ sử dụng điện năng mà không sử dụng bất kì một loại hóa chất nào nên rất thân thiện với môi trường và sức khỏe của con người. Đặc biệt, phương pháp xử lý này có các ưu điểm vượt trội so với các phương pháp xử lý truyền thống như:

- Thân thiện với môi trường, không sử dụng hoá chất.
- Không gian thu hẹp (giảm bớt các bể chứa, máy bơm, đường ống...).
- Vận hành công nghệ dễ dàng vì tự động hóa hoàn toàn.
- Giảm nhân công vận hành.
- Nguồn năng lượng sử dụng nhỏ mà cho hiệu suất lớn.
- Chi phí duy trì và bảo dưỡng thấp.
- Dễ dàng điều chỉnh để đáp ứng các tính chất nước thải.
- Khả năng xử lý ở nhiệt độ thấp (30<sup>0</sup> – 40<sup>0</sup>C).
- Có tính kinh tế cao.

Nguyên lý xử lý của plasma là dựa vào nguyên lý động lực học electrons và ions và nguyên lý oxy hóa bậc cao. Các gốc oxy hoá rất mạnh như HO\*, O\*, H\*, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (oxy già) và tia UV có trong plasma làm phá vỡ các liên kết ion, liên kết cộng hóa trị của chất hữu cơ, vô cơ và tiêu diệt các vi khuẩn, nấm mốc có trong nước thải. Hơn thế nữa, khi nước thải qua vùng plasma, các electron chuyển động với vận tốc rất lớn sẽ va đập vào các phân tử cung cấp cho các phân tử một năng lượng làm phá vỡ các liên kết. Hệ thống

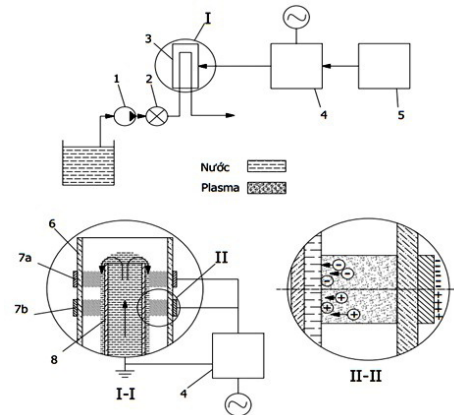
được thiết kế dưới dạng mô đun nên rất dễ dàng trong việc nâng cấp lưu lượng [3].

Với các ưu điểm trên, xử lý nước thải y tế bằng công nghệ plasma hứa hẹn sẽ là một trong những phương pháp xử lý phát triển trong thời gian tới.

## II. HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ BẰNG CÔNG NGHỆ PLASMA

Hình 1 mô tả quy trình xử lý nước thải bằng công nghệ plasma. Trong đó, nước thải được bơm liên tục nhờ máy bơm (1), sau đó được điều chỉnh và ổn định lưu lượng nhờ đi qua van tiết lưu (2) trước khi đi vào buồng plasma (3). Plasma được tạo ra trong buồng nhờ nối với điện áp cao 10-40KV và tần số cao 20-75KHz từ mạch điều khiển dòng plasma (4) gồm bộ nguồn plasma và hệ thống điều khiển dòng plasma. Toàn bộ quá trình vận hành tự động và an toàn của máy được quản lý bởi bộ điều khiển lập trình tự động PLC (5). Sau khi xử lý plasma xong, nước thải được đưa ra hệ thống thoát nước. Buồng plasma (3) gồm nhiều mô đun xử lý plasma đơn đặt song song nhau như hình 1 cắt (I-I). Trong đó, mỗi một mô đun xử lý plasma đơn gồm hai ống cách điện có đường kính khác nhau(6,8), ống trong thấp hơn ống ngoài, đặt đứng đồng trục nhau và hai điện cực (7a,7b) nối tiếp dọc thành ống và ôm sát thành ống ngoài. Nước thải được bơm vào ống trong (8) theo hướng từ dưới lên trên và chảy tràn ra ngoài thành ống (6) và được nối với cực âm của nguồn plasma. Ống bên ngoài đóng vai trò là chất cách điện. Điện cực ngoài được nối với cực dương của nguồn plasma. Khi nước thải đi tới vùng của điện cực thì sẽ xảy ra sự phóng điện giữa hai điện cực, một điện cực là nước và một điện cực nhôm. Khoảng trống giữa hai điện cực là vùng tạo ra môi trường plasma. Với định hướng thiết kế hệ thống xử lý nước thải các

ơ sở y tế vừa và nhỏ (trạm y tế phường xã, phòng khám đa khoa,...), hệ thống được thiết kế với các thông số như bảng 2. Hệ thống xử lý hoàn thiện với lưu lượng 05 m<sup>3</sup>/ngày như hình 2.



*Bảng 2: Thông số của hệ thống xử lý nước thải y tế.*

Lưu lượng xử lý: 01 - 05 m <sup>3</sup> /ngày	Công suất: P = 1.2 KW/h
Nhiệt độ: 30 <sup>o</sup> C – 40 <sup>o</sup> C	Điện áp sử dụng: 220 V
Kích thước: 1,5x0.7x0.7 m	Điều khiển tự động
Khối lượng: 50 Kg	Vật liệu: INOX, PYRES

*Hình 1: Sơ đồ quy trình xử lý nước thải y tế bằng công nghệ plasma.*



*Hình 2: Hệ thống xử lý nước thải y tế.*

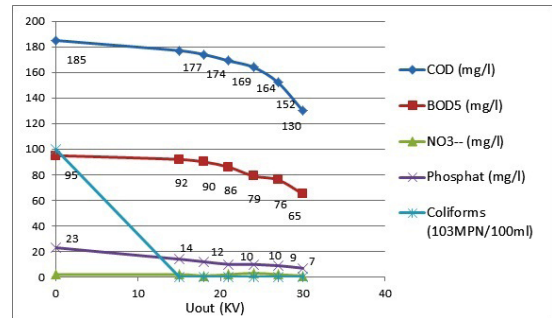
Để tiến hành xác định hiệu quả xử lý của hệ thống, thành phần BOD<sub>5</sub>, COD, Nitrat, Phosphat, Coliforms được khảo sát. Chai thủy tinh 1000ml tiệt trùng được dùng để thu mẫu nước đầu vào và đầu ra của hệ thống xử lý nước thải. Nước thải được bơm lên buồng phản ứng Plasma với lưu lượng 500 ml/phút, kích hoạt mạch tạo dòng Plasma, thay đổi điện áp đầu vào từ 100 ÷ 200 V, tần số 20 – 75 KHz, dòng từ 02 ÷ 04 A, thay đổi thời gian xử lý. Các mẫu được lấy 2 mẫu/lần và được bảo quản trước khi được đưa đi phân tích bởi Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường – Trường Đại học Nông Lâm TP HCM và Trung tâm Kỹ thuật và Công nghệ Môi trường – Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP HCM theo các phương pháp thử nghiệm TCVN 6001:2008, SMEWW 5220C:2012, TCVN 6625:2000, TCVN 5988:1995, TCVN 6202:2008 [4].

### III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

#### 3.1 Ảnh hưởng của điện áp nguồn plasma đến kết quả xử lý

Hình 3 là ảnh hưởng của điện áp nguồn plasma đến kết quả xử lý BOD<sub>5</sub>, COD, Nitrat, Phosphat, Coliforms với thời gian xử lý 0.12s, dòng điện 4A. Kết quả cho thấy, khi bắt đầu xảy ra plasma trong buồng xử lý tương ứng với điện áp 15KV, nồng độ các chất gây ô nhiễm như BOD<sub>5</sub>, COD, Phosphat giảm nhanh tuy nhiên chưa đạt với tiêu chuẩn. Nồng độ Nitrat trong nước thải y tế thấp hơn mức yêu cầu cho trên bảng 1 và sau quá trình xử lý, nồng độ của chất này không tăng. Riêng nồng độ của Coliforms giảm 100%. Khi tăng điện áp từ 15-30KV, tất cả các thành phần ô nhiễm giảm từ 117→130, 92→65, và 14→7 tương ứng với BOD<sub>5</sub>, COD, Nitrat, Phosphat. Tuy nhiên, kết quả vẫn chưa đạt theo tiêu chuẩn xả thải. Từ kết quả trên cho ta thấy, điện áp nguồn

plasma ảnh hưởng rất lớn đến quá trình xử lý. Khi điện áp tăng, quá trình oxy hóa xảy ra mạnh hơn do điện trường lớn kéo theo nồng độ các chất oxy hóa trong môi trường nước lớn hơn kết quả là quá trình xử lý nhanh hơn.

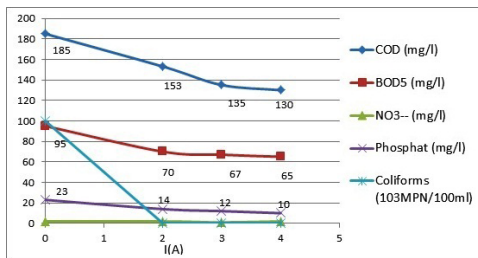


Hình 3: Ảnh hưởng của điện áp nguồn plasma đến kết quả xử lý.

#### 3.2 Ảnh hưởng của dòng điện nguồn plasma đến kết quả xử lý.

Hình 4 là ảnh hưởng của dòng điện nguồn plasma đến kết quả xử lý BOD<sub>5</sub>, COD, nitrat, phosphat, coliforms với thời gian xử lý 0.12s, điện áp 30KV. Kết quả cho thấy, xử lý plasma ứng với dòng điện 2A, nồng độ các chất gây ô nhiễm như BOD<sub>5</sub>, COD, phosphat giảm nhanh tuy nhiên chưa đạt với tiêu chuẩn. Nồng độ nitrat không tăng và giữ nguyên giá trị ban đầu khi tăng dòng điện. Riêng nồng độ của coliforms giảm 100%. Khi tăng dòng điện từ 2-4A, tất cả các thành phần ô nhiễm giảm từ 153→130, 70→65, và 14→10 tương ứng với BOD<sub>5</sub>, COD, nitrat, phosphat. Tuy nhiên, kết quả vẫn chưa đạt theo tiêu chuẩn xả thải. Từ kết quả trên cho ta thấy, ngoài ảnh hưởng của điện áp, dòng điện nguồn plasma cũng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình xử lý, khi dòng điện tăng nồng độ các chất ô nhiễm giảm. Khi dòng điện tăng, tương ứng với tốc độ di chuyển các hạt nguyên tử trong môi trường plasma lớn, dẫn đến quá trình oxy hóa xảy ra mạnh hơn kéo theo nồng độ các chất oxy hóa trong môi

trường nước lớn hơn kết quả là quá trình xử lý cũng hiệu quả hơn.



Hình 4: Ảnh hưởng của dòng điện nguồn plasma đến quá trình xử lý.

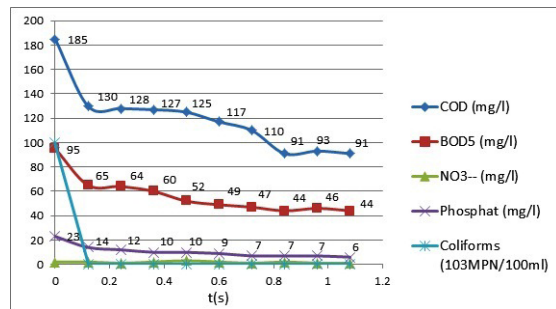
### 3.3 Ảnh hưởng của thời gian xử lý đến kết quả xử lý

Hình 5 là ảnh hưởng của thời gian xử lý đến kết quả xử lý BOD<sub>5</sub>, COD, nitrat, phosphat, coliforms với dòng điện 4A, điện áp 30KV. Kết quả cho thấy, xử lý plasma ứng với thời gian 0.12s nồng độ các chất gây ô nhiễm như BOD<sub>5</sub>, COD, phosphat giảm nhanh tuy nhiên chưa đạt với tiêu chuẩn. Nồng độ nitrat bảo tồn và không phụ thuộc vào thời gian xử lý. Nồng độ của coliforms giảm 100% khi có plasma. Khi tăng thời gian xử lý từ 0.12→1.1 giây, tất cả các thành phần ô nhiễm giảm từ 130→91, 65→44, và 14→6 tương ứng với BOD<sub>5</sub>, COD, phosphat. Kết quả vẫn chỉ ra rằng, ở thời gian xử lý 0.3s, nồng độ photphat đạt theo tiêu chuẩn xả thải. Tuy nhiên, nồng độ BOD<sub>5</sub> đạt theo tiêu chuẩn ở thời gian xử lý 0.5s, và nồng độ COD đạt theo tiêu chuẩn ở thời gian xử lý 0.7s. Từ kết quả trên cho ta thấy, ngoài ảnh hưởng của điện áp và dòng điện nguồn

### LỜI CẢM ƠN

*Xin chân thành cảm ơn thầy PGS. TS Nguyễn Ngọc Phương, trưởng Khoa Cơ Khí máy và thầy Nguyễn Văn Sức, trưởng Khoa Công nghệ Thực phẩm và Môi trường, trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp.HCM đã hỗ trợ trong suốt thời gian hoàn thành nghiên cứu này.*

plasma, thời gian xử lý là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý. Tương ứng với cùng mức năng lượng xử lý, thời gian xử lý càng lâu, tức là khả năng tiếp xúc của nước thải với chất oxy hóa càng lâu thì kết quả xử lý càng tốt.



Hình 5: Ảnh hưởng của thời gian đến kết quả xử lý.

## IV. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, tác giả đã thành công trong việc thiết kế, chế tạo và kiểm tra hệ thống xử lý nước thải y tế 05m<sup>3</sup>/ngày bằng công nghệ plasma. Với công nghệ plasma, hệ thống xử lý nhỏ gọn không sử dụng hóa chất, vận hành đơn giản, tự động, chi phí thấp và đặc biệt là hiệu suất cao. Tùy thuộc vào điện áp và dòng điện nguồn plasma và thời gian xử lý, hiệu suất xử lý của BOD<sub>5</sub> là khoảng 54%, COD là khoảng 51%, nitrat là khoảng 50%, phosphat là khoảng 60%, coliforms là khoảng 99,9%. Riêng đối với thiết bị trong nghiên cứu này, nguồn plasma ở điện áp 30KV, 4A và thời gian xử lý 0.7s nước thải sau xử lý đạt tiêu chuẩn xả thải.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] <https://sites.google.com/site/vanphongtcmt/thong-tin-ve-cac-chi-cuc-bao-ve-moi-truong/bo-y-te>
- [2] <http://www.youtube.com/watch?v=iilSsC4fFCc> – bản tin vtv – hệ thống xử lý nước thải bệnh viện
- [3] <http://www.slideshare.net/kreasimadani>
- [4] <http://123doc.vn/document/282792-nuoc-thai-phuong-phap-lay-mau-van-chuyen-va-bao-quan-mau.htm>