

Nghiên cứu các thông số đặc trưng liên quan đến mức độ phát thải khí H₂S trên sông Tô Lịch

Nguyễn Hữu Huân*, Nguyễn Xuân Hải

*Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội*

Nhận ngày 26 tháng 5 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 28 tháng 7 năm 2016; chấp nhận đăng ngày 06 tháng 9 năm 2016

Tóm tắt: Hầu hết các nghiên cứu về hệ thống cấp thoát nước, môi trường nước trên các sông ở Việt Nam chưa quan tâm, xem xét đến sự hình thành và khả năng phát thải một số khí độc có ảnh hưởng sức khỏe con người. Các nghiên cứu về khí hydrosulfua (H₂S) và các chất hữu cơ bay hơi có chứa lưu huỳnh còn thiếu định lượng, với xu hướng thiên về định tính và kiểm kê. Các hạn chế nói trên là do nhiều yếu tố chi phối, trong đó có yếu tố thiếu các thiết bị để có thể quan trắc được mức độ phát thải khí từ mặt nước, đất ngập nước. Bài báo này đề cập đến nghiên cứu cải tiến hộp lấy mẫu kín để quan trắc và định lượng một số thông số đặc trưng liên quan đến mức độ phát thải khí H₂S từ nước sông Tô Lịch.

Từ khoá: Hộp lấy mẫu khí, phát thải khí, hydrosulfua, sông Tô Lịch.

1. Mở đầu

Khí hydrosulfua (H₂S) là khí độc hại, gây ảnh hưởng đến sức khỏe của người dân. H₂S còn được biết đến với khái niệm phổ thông là “mùi trứng thối”, và gây ô nhiễm mùi nghiêm trọng. Các hợp chất liên quan đến ô nhiễm mùi từ hệ thống thoát nước thải bao gồm: 18 hợp chất chứa lưu huỳnh, 11 hợp chất nitơ, 3 axit, 7 hợp chất là andehyt và xeton. Trong đó H₂S có mùi thống trị trong các hợp chất gây mùi nói trên, ngay cả trường hợp không phải là chất gây mùi chính, thì vẫn được sử dụng để đánh giá như là chỉ thị ô nhiễm mùi từ nước thải [1-3].

Khu vực trung tâm Thành phố Hà Nội có bốn con sông đóng vai trò như là hệ thống kênh thoát nước cấp I bao gồm: Sông Tô Lịch, sông Lừ, sông Sét và sông Kim Ngưu. Theo đánh giá

chung, tất cả các dòng sông này đều đang bị ô nhiễm nặng do tải lượng lớn của các chất hữu cơ, vô cơ, vi sinh vật ... Các con sông này, nước sông đều có màu đen (do lượng chất hữu cơ trong nước cao), bốc mùi hôi thối (mùi khí H₂S) và gây ảnh hưởng trực tiếp tới vệ sinh môi trường, cảnh quan đô thị cũng như sức khỏe của nhân dân [4-6].

Ở Việt Nam, đã có một số nghiên cứu về hệ thống cấp thoát nước, môi trường nước trên các sông, tuy nhiên chưa đề cập, chú ý đến sự hình thành và khả năng phát thải một số khí độc có ảnh hưởng sức khỏe con người. Các nghiên cứu về khí H₂S và các chất hữu cơ bay hơi có chứa lưu huỳnh còn thiếu định lượng, với xu hướng thiên về định tính và kiểm kê. Các hạn chế nói trên là do nhiều yếu tố chi phối, trong đó yếu tố thiếu các thiết bị để có thể quan trắc được sự phát thải khí từ mặt nước, đất ngập nước là một trong những nguyên nhân hàng đầu dẫn đến các nghiên cứu còn thiếu tính định lượng.

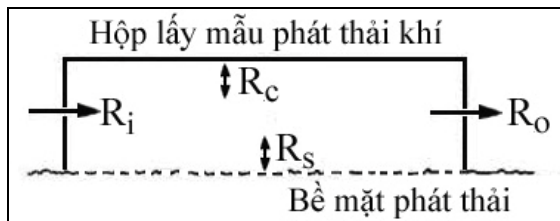
* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-915518168
Email: nhuan@hus.edu.vn

2. Phương pháp nghiên cứu

Kế thừa các nghiên cứu trước đây, nghiên cứu này đã thiết kế, cải tiến thiết bị lấy mẫu quan trắc mức độ phát thải khí H₂S từ mặt nước phù hợp với điều kiện thực tế ở Việt Nam, qua đó hoàn thiện khả năng áp dụng phương pháp lấy mẫu quan trắc mức độ phát thải khí H₂S từ mặt nước, đồng thời mở ra cơ hội áp dụng cho việc quan trắc mức độ phát thải của các chất khí khác từ môi trường đất và đất ngập nước.

Lấy mẫu và phân tích H₂S trong nước: Các mẫu nước được lấy và bảo quản theo TCVN 6663 – 14:2000. Phương pháp xác định sunfua và sunfat theo TCVN 4567-1988.

Lấy mẫu quan trắc mức độ phát thải khí H₂S: Phương pháp lấy mẫu đo mức phát thải khí từ mặt nước và đất được Feng (1997) mô tả như trong hình 1 [7].



Hình 1. Sơ đồ mô tả cân bằng vật chất trong hộp lấy mẫu kín.

Dựa trên cân bằng vật chất Feng (1997) đưa ra phương trình 2.1 và 2.2 [7]:

$$R_o = R_i + R_c + R_s \quad (2.1)$$

$$R_s = R_o - R_i - R_c \quad (2.2)$$

Dựa trên cân bằng vật chất (2.2), mức độ phát thải H₂S được tính toán theo công thức (2.3) như sau:

$$R_{H_2S} = (R_o - R_i - R_c) \cdot V / S \cdot t \quad (2.3)$$

Trong đó:

R_{H₂S} là lượng phát thải H₂S (g S/m²/h);

R_o là tổng lượng H₂S có trong hộp lấy mẫu quy đổi về g S;

R_c là lượng H₂S trong không khí có sẵn trong hộp lấy mẫu quy đổi về g S;

R_i là lượng H₂S tuần hoàn vào hộp lấy mẫu quy đổi về g S (R_i = 0);

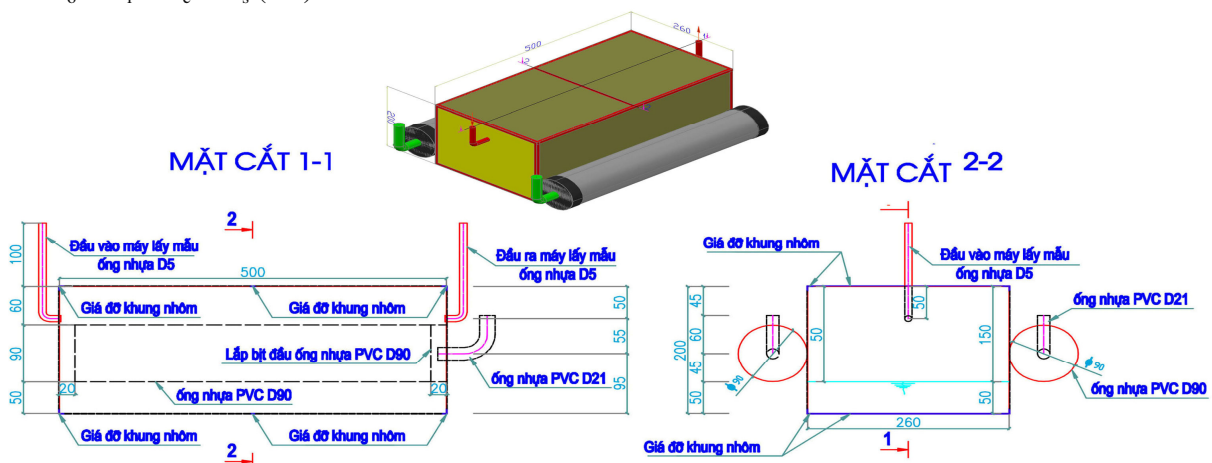
V là thể tích hộp lấy mẫu (m³);

S là diện tích tiếp xúc với bề mặt phát thải của hộp lấy mẫu (m²);

t là thời gian lấy mẫu (h).

Nghiên cứu đánh giá về phương pháp sử dụng hộp lấy mẫu để đo mức phát thải khí từ bề mặt phát thải, Rochette và Nikita (2008) đã đề xuất thiết kế cơ bản của hộp lấy mẫu phải đáp ứng được yêu cầu chiều cao của hộp không nhỏ hơn 10 cm, mức độ ngập sâu vào bề mặt phát thải (đất, nước) là từ 5 cm trở lên [8].

Nghiên cứu này sử dụng hộp lấy mẫu với các thông số chính như sau: dài x rộng x cao (m) là 0,50x0,26x0,20, trong đó phần ngập vào trong nước là 0,07 m, chiều cao hữu dụng của hộp lấy mẫu là 0,13 m, thể tích hữu dụng là 0,0169 m³, diện tích mặt thoáng là 0,13 m² (Hình 2).



Hình 2. Thiết kế hộp lấy mẫu quan trắc phát thải khí H₂S.



Hình 3. Sơ đồ bố trí lấy mẫu quan trắc mức độ phát thải khí H₂S.

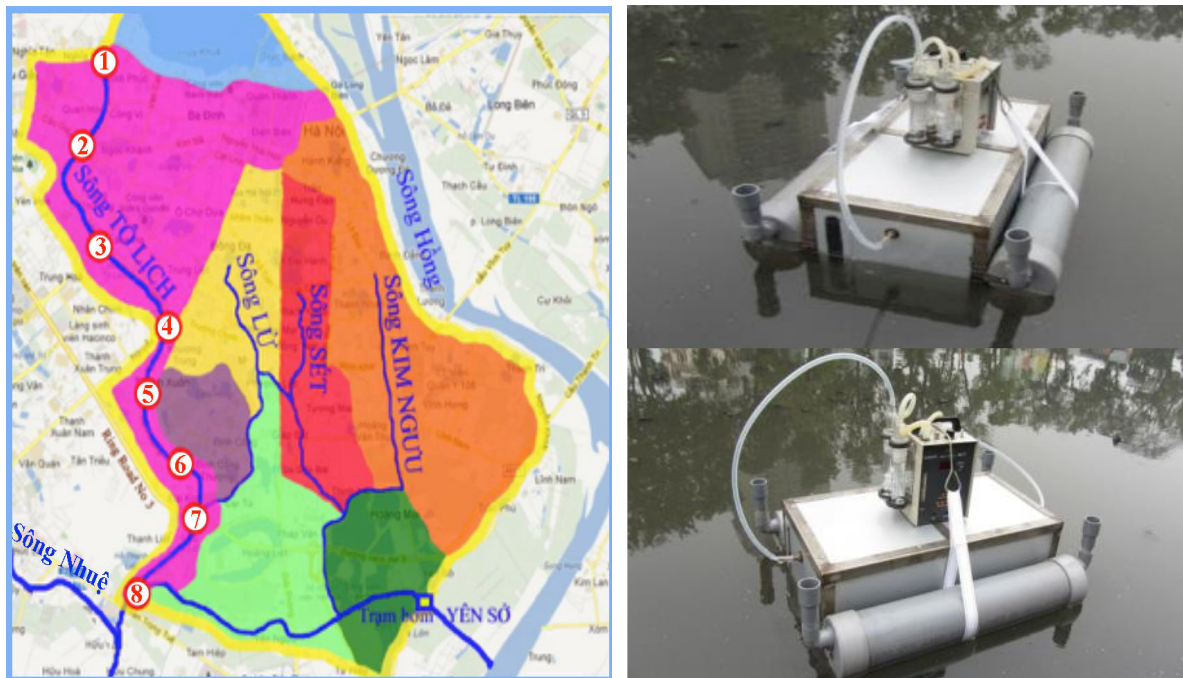
Kế thừa các nghiên cứu trước đây, phương pháp lấy mẫu và quan trắc mức độ phát thải khí H₂S được thực hiện như sau [7, 8, 9]:

Lấy mẫu: Thiết bị lấy mẫu bao gồm: Máy lấy mẫu Kimoto-HS7 được kết nối với Hộp lấy mẫu trên mặt sông Tô Lịch theo sơ đồ mô tả trong hình 3.

Nguyên tắc phân tích: H₂S được cố định tạo thành kết tủa PbS. Kết tủa được hòa tan bằng HCl. Sau đó được chuẩn độ ngược lượng I ốt dư bằng dung dịch natri thiosunfat 0,01 N.

Sơ đồ vị trí quan trắc

Dựa trên hiện trạng tiêu thoát nước vào sông Tô Lịch, mẫu quan trắc mức độ phát thải khí H₂S được lấy tại 8 vị trí (Hình 4, Bảng 1).



Hình 4. Lấy mẫu quan trắc mức độ phát thải khí H₂S trên sông Tô Lịch.

Bảng 1. Vị trí quan trắc mức độ phát thải khí H₂S trên sông Tô Lịch

| TT | Vị trí lấy mẫu | Tọa độ | |
|----|-----------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | Hoàng Quốc Việt | 21 ⁰ 02'45,31" N | 105 ⁰ 48'19,17" E |
| 2 | Cầu Giấy | 21 ⁰ 01'49,56" N | 105 ⁰ 48'05,51" E |
| 3 | Trần Duy Hưng | 21 ⁰ 00'55,67" N | 105 ⁰ 48'16,15" E |
| 4 | Ngã Tư Sở | 21 ⁰ 00'06,87" N | 105 ⁰ 49'04,90" E |
| 5 | Cầu Khương Đình | 21 ⁰ 59'34,69" N | 105 ⁰ 48'50,99" E |
| 6 | Cầu Lũ | 20 ⁰ 58'49,01" N | 105 ⁰ 49'08,64" E |
| 7 | Cầu Dâu | 20 ⁰ 58'20,14" N | 105 ⁰ 49'30,35" E |
| 8 | Đập Thanh Liệt | 20 ⁰ 57'26,81" N | 105 ⁰ 48'37,20" E |

Thời gian và điều kiện khí tượng thời điểm lấy mẫu

Các mẫu phân tích nước, và không khí được lấy tại thời điểm 30/3/2013. Các thông số khí tượng, điều kiện thời tiết khi lấy mẫu là phù hợp với độ ổn định khí quyển cấp C, vào mùa hè.

Kết quả quan trắc mức độ phát thải H₂S tại 8 vị trí trên sông Tô Lịch được trình bày trong bảng 2. Mức độ phát thải H₂S từ nước thải trên sông Tô Lịch vào môi trường không khí dao động trong phạm vi từ 0,254 gS/m²/h đến 0,660 gS/m²/h, giá trị trung bình là 0,430 ± 0,13 gS/m²/h.

Mức phát thải của H₂S từ nước sông Tô Lịch là 0,430 gS/m²/h cao hơn khoảng 8,5 lần so với mức phát thải trung bình của H₂S từ đất ngập nước, và bằng khoảng 0,72 lần so với mức phát thải H₂S từ hồ ổn định yếm khí (Bảng 3).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1 Phát thải H₂S trên sông Tô Lịch

Bảng 2. Mức độ phát thải H₂S từ nước sông Tô Lịch

| TT | Thông số | Vị trí lấy mẫu | | | | | | | |
|----|--|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | H ₂ S trong nước sông (mmol/L) | 0,332 | 0,413 | 0,544 | 0,621 | 0,479 | 0,322 | 0,465 | 0,354 |
| 2 | H ₂ S trong hộp lấy mẫu (µgS/m ³) | 380 | 430 | 680 | 846 | 614 | 326 | 612 | 520 |
| 3 | H ₂ S trong không khí (µgS/m ³) | 122 | 132 | 146 | 142 | 130 | 126 | 138 | 134 |
| 4 | Phát thải H ₂ S g S/m ² /h | 0,296 | 0,335 | 0,530 | 0,660 | 0,479 | 0,254 | 0,477 | 0,405 |

Bảng 3. So sánh mức phát thải của H₂S trong nước sông Tô Lịch với các nghiên cứu trước đây

| TT | Nguồn phát thải H ₂ S | | Giá trị (g S/m ² /h) | Nguồn |
|----|----------------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| | Tên nguồn | Thông số chính | | |
| 1 | Đất ngập nước | pH = 7,6 ÷ 8,8 H ₂ S = 0,5 mmol/L T = 18 ÷ 30 °C | 0,0504 | [10] |
| 2 | Hồ ổn định yếm khí | pH = 6,9 ÷ 7,6 H ₂ S = 0,01-0,22 mmol/L T = 18,2 ÷ 26,9 °C | 0,594 | [11] |
| 3 | Sông Tô Lịch | pH = 7,17 ÷ 7,23 H ₂ S = 0,322 ÷ 0,61 mmol/L T = 23,2 ÷ 25,1 °C | 0,430 | Kết quả thực nghiệm |

3.2. Thời gian tồn lưu của H₂S trong môi trường nước và không khí

Trong môi trường nước, nồng độ H₂S bị giảm chủ yếu là do các quá trình phát thải vào không khí, bị ô xi hóa và kết tủa với kim loại. Theo một số nghiên cứu, H₂S có thể tồn tại trong môi trường nước với thời gian từ vài phút đến vài giờ, thậm chí một vài ngày tùy vào điều kiện Eh, DO, pH... [12, 13].

Hàm lượng H₂S trung bình trong nước sông Tô Lịch (Bảng 2) là 0,441 mol/m³, ở độ sâu tầng lấy mẫu là 0,25 m, tương đương 110,32 mmol/m². Mức phát thải H₂S trên sông Tô Lịch là 0,430 gS/m²/h tương đương 12,64 mmol/m²/h. Thời gian lưu của H₂S trong nước sông Tô Lịch được ước tính là $110,32/12,64 = 8,7$ giờ.

Trong không khí, H₂S không bền vững và bị ô xy hóa thành SO₂, thời gian tồn lưu của H₂S trong không khí thay đổi phụ thuộc vào điều kiện khí hậu. US EPA (2006) công bố thời gian tồn lưu của H₂S thay đổi theo mùa và từ khoảng 1 ngày (mùa hè) cho đến 42 ngày (mùa đông) [14].

Theo Balls và Liss (1983) tốc độ lan truyền của H₂S trong không khí được ước tính là 11,2 m/h [15]. Như vậy sau 1 giờ lượng H₂S phát thải từ nước sẽ lan truyền vào 1 thể tích không khí là ½ hình cầu có bán kính r = 11,2 m, với giá trị thể tích V = 2.941 m³. Vậy nồng độ tính toán trung bình 1 giờ của H₂S do phát thải từ 1 m² mặt nước sông Tô Lịch ở trong không khí là $0,430 \text{ gS} / 2.941 \text{ m}^3 = 146 \text{ } \mu\text{gS/m}^3$.

Giá trị đo được của H₂S trong không khí trung bình là 134 $\mu\text{gS/m}^3$. Ước tính thời gian lưu (giờ) của H₂S trong không khí là: $146 / (146 - 134) = 12,16$ h.

Thông thường, đối với nguồn đường và mặt có thể bỏ qua yếu tố khuếch tán ngang [16, 17], do vậy độ cao ảnh hưởng của khí H₂S được ước tính là:

$$H = 14,7 \text{ h} * 11,2 \text{ m/h} = 136,3 \text{ m}$$

Trong đó vận tốc di chuyển của khí H₂S là 11,2 m/h [18].

4. Kết luận

Sử dụng hộp lấy mẫu kín tại 8 vị trí quan trắc mức độ phát thải khí H₂S từ nước sông Tô Lịch, trong điều kiện môi trường có độ ổn định khí quyển cấp C và vào mùa hè, nghiên cứu đã định lượng được mức độ phát thải khí H₂S từ mặt nước trên sông Tô Lịch và một số đặc trưng khác như sau:

Mức độ phát thải khí H₂S từ nước sông Tô Lịch dao động từ 0,254 gS/m²/h đến 0,660 gS/m²/h, giá trị trung bình là 0,430 gS/m²/h.

Thời gian tồn lưu trung bình của H₂S trong tầng nước mặt trên sông Tô Lịch được xác định là 8,7 h. Thời gian tồn lưu trung bình của H₂S trong môi trường không khí ven sông Tô Lịch được xác định là 12,16 h. Độ cao ảnh hưởng của khí H₂S xấp xỉ 136 m.

Tài liệu tham khảo

- [1] P. Gostenlow, S.A. Parson, and R.M. Stuetz, Odour measurements for sewage treatment works, *Water Research* 35 (2001) 579.
- [2] C.C.K. Lawrence, and K.B. Derek, Assessment of odorous emission from sewage pumpstations, *International Journal of Environmental Studies* 26 (1985) 223.
- [3] R.M. Stuetz, R.A. Fenner, and G. Engin, Assessment of odours from sewage treatment works by an electronic nose, H₂S analysis and olfactometry, *Water Research* 33 (1999) 453.
- [4] Nguyen Huu Huan, Nguyen Xuan Hai, Tran Yem, Nguyen Nhan Tuan, Meti-Lis model to estimate H₂S emission rates from Tolich river, Vietnam, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 7 (2012) 1473.
- [5] Nguyen Huu Huan, Nguyen Xuan Hai, Tran Yem, Nguyen Nhan Tuan, Factors effect to the sunfua generation in the Tolich river, Vietnam, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 8 (2013) 190.
- [6] Tran Thi Viet Nga, Tran Hoai Son, The application of A/O-MBR system for domestic wastewater treatment in Hanoi, *Journal of Vietnamese Environment* 1 (2011) 19.
- [7] X. Feng, Y Chen, and W. Zhu W, Vertical fluxes of volatile mercury over soil surface in

- Guizhou Province, China, Journal of Environmental Sciences 9 (1997) 241.
- [8] P. Rochette, and S.E. Nikita, Chamber Measurements of Soil Nitrous Oxide Flux: Are Absolute Values Reliable?, Soil Science Society of America Journal 72 (2007) 331.
- [9] ATSM D4084, Standard test method for analysis of hydrogen sulfide in gaseous fuels (Lead Acetate reaction rate method), 2012.
- [10] M.H. Hansen, K. Ingvorsen, and B.B. Jorgensen, Mechanisms of hydrogen sulphide release from coastal marine sediments to the atmosphere, Limnology and Oceanography 23 (1978) 68.
- [11] H. Toprak, Hydrogen sulphide emission rates originating from anaerobic waste stabilization ponds, Environmental Technology 18 (1997) 795.
- [12] K.Y. Chen, and J.C. Morris, Kinetics of oxidation of aqueous sulfide by O₂, Environmental Science and Technology 6 (1972) 529.
- [13] J.S. Vida, R. Elvyra, and Z. Vaclova (2002), The chemistry of sulfur in anoxic zones of the Baltic Sea, Environmental Research, Engineering and Management 3 (2002) 55.
- [14] US EPA, Toxicological profile for hydrogen sulfide, U.S. Department of Health and Human services, Agency for toxic substances and disease registry, United State, 2006.
- [15] P.S. Liss, and P.G. Slater, Flux of gases across the air-sea interface, Nature, 247 (1974) 181.
- [16] R.J. Smith, Dispersion of odours from ground level agricultural sources, Journal of Agricultural Engineering Research 54 (1993) 187.
- [17] R.J. Smith, A Gaussian model for estimating odour emission from area sources, Mathematical Computing Modelling 21 (1995) 23.
- [18] A. Lederer, Some observations on the formation of hydrogen sulphide in sewage, American Journal of Public Health 3 (1913) 552.

Research on the Specific Parameters Related to the Emission Rate of H₂S in To Lich River

Nguyen Huu Huan, Nguyen Xuan Hai

*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science,
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

Abstract: In Viet Nam, most of studies on sewerage system and river water have not focused to the generation and the emission of some toxic gases, that affect people's health. The studies on hydrogen sulfide (H₂S) and volatile organic sulfur compounds do not toward on the quantitative, but only focused on qualitative and inventory. The above mentioned constrains are lead by many factors, including lack of equipment to measure the rate of gases emission from the water, wetlands. This study conducted on the improved flux chamber to quantitatively measure specific parameters related to the emission rate of H₂S from To Lich river water.

Keywords: Flux chamber, gases emission, hydrogen sulfide, To Lich river.