

# NGHIÊN CỨU XỬ LÝ HÓA CHẤT DƯ VÀ KIM LOẠI NẶNG TRONG NƯỚC THẢI TẠI CÁC CƠ SỞ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM LUYỆN KIM

ThS. MAI TRỌNG BA, KS. LÊ THỊ LIÊN,  
KS. ĐINH VĂN TÔN, TS. NGUYỄN THÚY LAN  
*Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim*



Nước ta phần lớn các cơ sở nghiên cứu thực nghiệm luyện kim có công nghệ và trang thiết bị cũ kỹ, lạc hậu. Do vậy, vấn đề bảo vệ môi trường, đặc biệt là vấn đề xử lý nước thải từ các cơ sở thực nghiệm luyện kim đã thu hút nhiều sự chú ý của nhiều nghiên cứu trong nước và quốc tế. Có nhiều phương pháp để xử lý nước thải có chứa hóa chất dư và kim loại nặng như: kết tủa hóa học, trao đổi ion, điện hóa, sinh học, xử lý hóa lý- sinh học, hấp phụ [1], [2], [6], [7]. Tuy nhiên xử lý bằng các phương pháp trên chưa đạt hiệu quả xử lý tối ưu. Vì vậy, nghiên cứu công nghệ xử lý hóa chất dư và kim loại nặng trong nước thải của các cơ sở thực nghiệm luyện kim là đề tài có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu của các khảo sát trên và đề xuất công nghệ xử lý nước thải đặc trưng của các cơ sở thực nghiệm luyện kim bằng so sánh, sử dụng hai loại chất khử là  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  12,5 % và  $\text{Nano Fe}^0$ .

## 1. Các bước tiến hành nghiên cứu

### 1.1. Nghiên cứu khả năng loại bỏ $\text{Cr}^{+6}$ trong nước thải

Với mục đích xác định hiệu quả xử lý của nước thải từ cơ sở thực nghiệm luyện kim, nghiên cứu đã bố trí các thí nghiệm nhằm khảo sát ảnh hưởng của các thông số pH, thời gian và nồng độ các chất ô nhiễm có trong dung dịch nước thải đến hiệu quả xử lý nước thải, sử dụng các chất khử là  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  12,5 % và  $\text{Nano Fe}^0$ .

#### a. Khảo sát ảnh hưởng của pH dung dịch nước thải đến hiệu quả xử lý

❖ Bước 1: hút 200 mL mẫu nước thải vào 8 bình tam giác có dung tích 300 mL. Điều chỉnh giá trị pH các dung dịch trong mỗi 2 bình tam giác về 1, 2, 3, 4 bằng dung dịch tiêu chuẩn HCl 35 % và

NaOH 10 %;

❖ Bước 2: đối với chất khử là  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  12,5 %: nhỏ từ từ 0,1 mL dung dịch  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  12,5 % vào 4 bình tam giác có giá trị pH lần lượt 1, 2, 3, 4 đã được chuẩn bị ở bước 1, đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong thời gian 60 phút; đối với chất khử là  $\text{Nano Fe}^0$ : cho từ từ 0,024 mg  $\text{Nano Fe}^0$  vào 4 bình tam giác có giá trị pH lần lượt là 1, 2, 3, 4 đã được chuẩn bị ở bước 1, đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong thời gian 60 phút;

❖ Bước 3: Xác định nồng độ  $\text{Cr}^{+6}$  trong mẫu nước thải sau thí nghiệm.

#### b. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến hiệu quả xử lý

❖ Bước 1: hút 200 mL mẫu nước thải vào 8 bình tam giác có dung tích 300 mL. Điều chỉnh giá trị pH các dung dịch trong mỗi bình tam giác về 2 bằng dung dịch tiêu chuẩn NaOH 10 %;

❖ Bước 2: đối với chất khử là  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  12,5 %: nhỏ từ từ 0,1 mL dung dịch  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  12,5 % vào 4 bình tam giác đã chuẩn bị ở bước 1, đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong các khoảng thời gian 30, 60, 120 và 180 phút; đối với chất khử là  $\text{Nano Fe}^0$ : cho từ từ 0,024 mg  $\text{Nano Fe}^0$  vào 4 bình tam giác đã chuẩn bị ở bước 1, đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong các khoảng thời gian 30, 60, 120 và 180 phút;

❖ Bước 3: xác định nồng độ  $\text{Cr}^{+6}$  trong mẫu nước thải sau thí nghiệm.

#### c. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất ô nhiễm đến hiệu quả xử lý

❖ Bước 1: hút 200 mL mẫu nước với nồng độ các chất bị gây ô nhiễm -50 %, -20 %, +20 % và mẫu nước thải vào 8 bình tam giác có dung tích 300 mL. Điều chỉnh giá trị pH các dung dịch trong

mỗi bình tam giác về 2 bằng dung dịch tiêu chuẩn NaOH 10 %;

❖ Bước 2: đối với chất khử là  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 %: Nhỏ từ từ 0,1 mL dung dịch  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 % vào 4 bình tam giác đã chuẩn bị ở bước 1, đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong thời gian 60 phút; đối với chất khử là Nano  $Fe^0$ : Cho từ từ 0,024 mg Nano  $Fe^0$  vào 4 bình tam giác đã chuẩn bị ở bước 1, đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong thời gian 60 phút;

❖ Bước 3: xác định nồng độ  $Cr^{+6}$  trong mẫu nước thải sau thí nghiệm.

**1.2. Xử lý các loại hóa chất dư và kim loại nặng khác**

Để tiến hành nghiên cứu xử lý các hóa chất dư và kim loại nặng khác, sử dụng mẫu đầu vào là mẫu nước thải sau khi xử lý  $Cr^{+6}$  đạt hiệu quả xử lý theo các phương án nghiên cứu ở trên đối với mỗi chất khử là  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 % và Nano  $Fe^0$ .

**a. Khảo sát ảnh hưởng của pH**

❖ Bước 1: chuẩn bị 8 bình tam giác có dung tích 300 mL;

❖ Bước 2: hút vào 4 bình tam giác đầu 200mL nước thải sau xử lý  $Cr^{+6}$  (sử dụng chất khử là  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 %); hút vào 4 bình tam giác sau 200mL nước thải sau xử lý  $Cr^{+6}$  (sử dụng chất khử là Nano  $Fe^0$ );

❖ Bước 3: 4 bình tam giác đầu: mỗi bình cho từ từ 1,5 mL dung dịch  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 %. Sau đó lần lượt nâng pH trong các bình bằng dung dịch NaOH 10 % lên các giá trị 8, 9, 10 và 11. Đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong thời gian 60 phút; 4 bình tam giác sau: mỗi bình cho từ từ 0,3 mg bột Nano  $Fe^0$  đã được chuẩn bị. Sau đó lần lượt nâng pH trong các bình bằng NaOH 10 % tiêu chuẩn lên các giá trị 8, 9, 10 và 11. Đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong thời gian 60 phút;

❖ Bước 4: các bình sau thời gian sục khí 60 phút, tiến hành tắt hệ thống sục khí và để lắng trong thời gian 2 h. Tiến hành phân tích mẫu nước thải sau xử lý và đánh giá.

**b. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian**

❖ Bước 1: chuẩn bị 8 bình tam giác có dung

tích 300 mL;

❖ Bước 2: hút vào 4 bình tam giác đầu 200 mL nước thải sau xử lý  $Cr^{+6}$  (sử dụng chất khử là  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 %); hút vào 4 bình tam giác sau 200mL nước thải sau xử lý  $Cr^{+6}$  (sử dụng chất khử là Nano  $Fe^0$ );

❖ Bước 3: 4 bình tam giác đầu, mỗi bình cho từ từ 1,5mL dung dịch  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 % đã được chuẩn bị. Sau đó nâng pH trong các bình bằng dung dịch NaOH 10 % tiêu chuẩn lên các giá trị 9. Đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong các khoảng thời gian 30, 60, 120 và 180 phút; 4 bình tam giác sau, mỗi bình cho từ từ 0,3mg bột Nano  $Fe^0$  đã được chuẩn bị. Sau đó nâng pH trong các bình bằng NaOH 10 % tiêu chuẩn lên các giá trị 9. Đồng thời thực hiện sục khí với lưu lượng 0,1 m<sup>3</sup>/phút trong các khoảng thời gian 30, 60, 120 và 180 phút;

❖ Bước 4: các bình sau thời gian sục khí 60 phút, tiến hành tắt hệ thống sục khí và để lắng trong thời gian 2h. Tiến hành phân tích mẫu nước thải sau xử lý và đánh giá.

Thí nghiệm được thực hiện lặp lại 2 lần.

Thí nghiệm 6: vận hành thử nghiệm hiệu quả xử lý nước thải bằng mô hình xử lý đối với chất khử bằng  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 % và Nano  $Fe^0$ .

Nhóm thực hiện Đề tài tiến hành xử lý mẫu nước thải bằng mô hình xử lý nước thải trong phòng thí nghiệm với công suất 4,5 lít/h, sau khi đã lựa chọn được quy trình công nghệ tối ưu cho từng Modul xử lý với các chất khử là  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 % và Nano  $Fe^0$ .

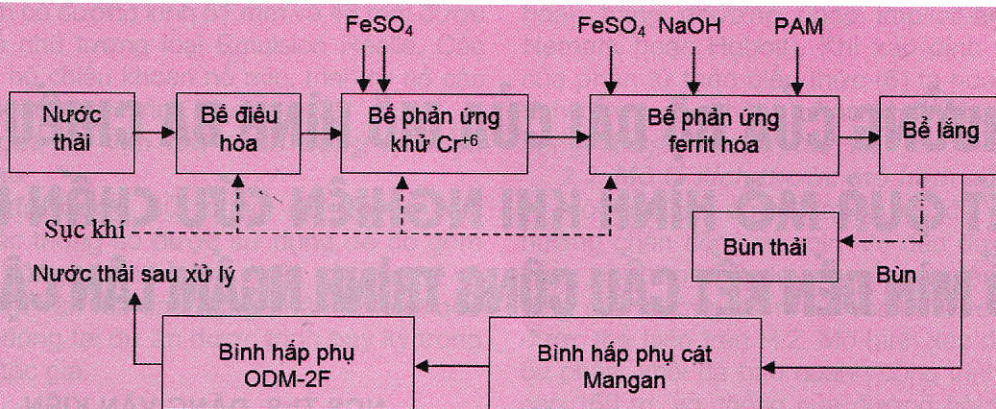
**2. Kết quả nghiên cứu**

Qua các thí nghiệm trên, nhóm thực hiện đề tài xây dựng được quy trình công nghệ xử lý triệt để nước thải của cơ sở thực nghiệm luyện kim. Kết quả xử lý được trình bày trong Bảng 1 và sơ đồ quy trình công nghệ trình bày trong các H.1 và H.2.

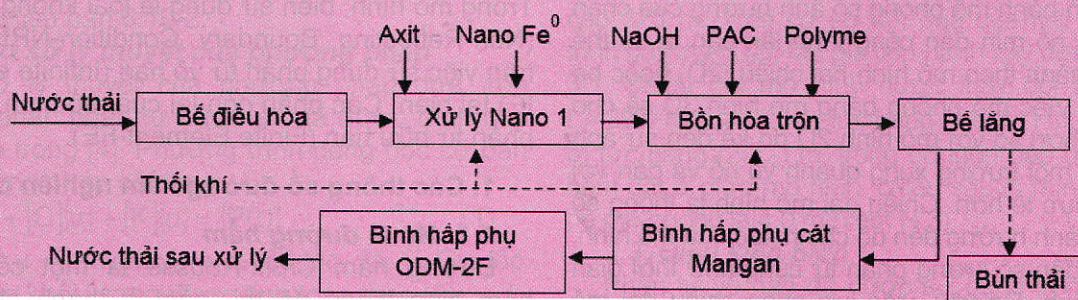
Nhằm đánh giá quy trình và sơ đồ công nghệ đề xuất, nhóm thực hiện đề tài đã tiến hành xử lý mẫu nước thải bằng mô hình xử lý (thí nghiệm 6), kết quả phân tích mẫu nước thải sau xử lý và mẫu bùn thải sinh ra từ quá trình xử lý như Bảng 2.

Bảng 1. Tổng hợp công nghệ xử lý bằng chất khử  $FeSO_4.7H_2O$  và Nano  $Fe^0$

Chất khử	Xử lý $Cr^{+6}$		Xử lý hóa chất dư và kim loại nặng khác		Vật liệu hấp phụ
	pH dung dịch	Thời gian phản ứng (phút)	pH dung dịch	Thời gian phản ứng (phút)	
$FeSO_4.7H_2O$ 12,5 %	≤1	120	11	120	Cát Mangan ODM-2F
Nano $Fe^0$	≤2	60	10	60	Cát Mangan ODM-2F



H.1. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải có chứa các loại hóa chất dư và kim loại nặng bằng chất khử  $FeSO_4.7H_2O$



H.2. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải có chứa các loại hóa chất dư và kim loại nặng bằng chất khử  $Nano Fe^0$

Bảng 2. Kết quả xử lý bằng chất khử  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 % và  $Nano Fe^0$  so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp

T T	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả			QCVN 40:2011/BTNMT	
			Trước xử lý	Sau xử lý bằng $FeSO_4.7H_2O$ 12,5 %	Sau xử lý bằng $Nano Fe^0$	Cột A	Cột B
1	pH (*)	-	1,5	7,8	7,9	6+9	5,5+9
2	Chất rắn lơ lửng	mg/l	1425	23	18	50	100
3	Asen	mg/l	215,04	0,007	0,003	0,05	0,1
4	Chì	mg/l	316,2	<b>0,008</b>	0,004	0,005	0,01
5	Cadimi	mg/l	0,77	0,002	0,003	0,05	0,1
6	Crom (VI)	mg/l	3,4	kph	kph	0,05	0,1
7	Đồng	mg/l	352,3	0,07	0,05	2	2
8	Niken	mg/l	0,87	0,04	0,04	0,2	0,5
9	Mangan	mg/l	507,2	<b>0,82</b>	0,04	0,5	1
10	Sắt	mg/l	3795,1	0,11	0,09	1	5
11	Sunfua	mg/l	780,4	0,05	0,04	0,2	0,5

### 3. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy: xử lý nước thải từ các cơ sở thực nghiệm luyện kim với cả 2 loại chất khử  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 % và  $Nano Fe^0$  đều đạt hiệu quả xử lý cao.

Đối với quy trình xử lý nước thải sử dụng chất

khử là  $Nano Fe^0$  thì tất các chỉ tiêu cần xử lý đều đạt cột A (chất lượng nước thải được phép xả vào nguồn nước cấp cho mục đích sinh hoạt) của QCVN 40:2011/BTNMT. Đối với quy trình xử lý sử dụng chất khử là  $FeSO_4.7H_2O$  12,5 % thì hầu hết (Xem tiếp trang 45)

Tiến hành đo 3 ca, mỗi ca 60 phút, các thông số khi đo so với điều kiện lập lịch đều tốt (số vệ tinh luôn >6, PDOP<5) [3]. Sử dụng phần mềm GPS TBC (Trimble Business Center) để xử lý số liệu đo, các cạnh trong lưới đều có lời giải tốt nên tiến hành bình sai lưới. Trong lưới có điểm  $G_1$  có tọa độ nhà nước nên lấy làm điểm gốc, kết quả bình sai nêu ở Bảng 3.

Nhận xét: kết quả bình sai lưới GPS và kết quả ước tính lưới tương đối sát nhau, sai lệch không đáng kể cho thấy tác dụng của việc ước tính lưới trước khi đo. Lưới mặt bằng xây dựng đường hầm thành lập bằng GPS cho độ chính xác cao, sai số vị trí điểm nhỏ hơn rất nhiều so với sai số cho phép. Vì đây là mô hình đường hầm nên không tính chuyển về hệ tọa độ công trình.

### 5. Kết luận

❖ Thành lập lưới mặt bằng trên mặt đất trong thi công đường hầm bằng công nghệ GPS nên tuân thủ theo đúng quy trình để lưới đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu;

❖ Cần ước tính lưới GPS trước khi tiến hành đo đạc lưới;

❖ Lưới mặt bằng trên mặt đất trong xây dựng đường hầm không những đảm bảo độ chính xác mà còn có lợi về thời gian và chi phí. □

## NGHIÊN CỨU XỬ LÝ...

(Tiếp theo trang 31)

các chỉ tiêu đều đạt cột A, riêng Pb và Mn chỉ đạt cột B (chất lượng nước thải được phép xả vào nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt). □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Đình Kim và ntk (1998). Sử dụng các chất hấp phụ sinh học để xử lý ô nhiễm CR, Ni và Pb trong nước thải công nghiệp. Hội nghị Công nghệ Sinh học toàn quốc. Hà Nội.

2. Kunwar P. Singh, Arun K. Singh, Shikha Gupta, Sarita Sinha, "Optimization of Cr(VI) reduction by zero-valent bimetallic nanoparticles using the response surface modeling approach", *Desalination* 270 (2011) 275-284.

3. Lê Đức và ntk (2011). Nghiên cứu chế tạo vật liệu Fe nano bằng phương pháp dùng bohđrua ( $\text{NaBH}_4$ ) khử muối sắt II ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 27.

4. Phạm Chí Cường (2012). Xử lý chất thải trong ngành công nghiệp Thép Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Công nghệ. Số 10. 6/2012.

5. Mai Trọng Ba và ntk (2015). Hồ sơ Đề tài

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1 Phan Văn Hiến, 2014. Trắc địa công trình đường hầm, NXB Xây dựng.

2 Phạm Quốc Khánh, 2007. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ mới trong trắc địa công trình đường hầm, Luận văn Thạc sĩ Kỹ thuật. Đại học Mỏ-Địa chất.

3 Trần Viết Tuấn và ntk, 2007. Nghiên cứu ứng dụng GPS trong trắc địa công trình. Đề tài NCKH cấp Bộ, mã số B2005-36-75.

*Người biên tập: Võ Chí Mỹ*

### SUMMARY

In underground construction, the lateral error of cut-through play an important role. The value of this error is depended on the quality of control network on the earth surface. The GPS/GNSS control network is more and more applied for underground construction, however, until now there is no standard procedure on its establishment. The research results on the GPS/GNSS control network establishment procedure have been presented in this paper.

"Nghiên cứu công nghệ xử lý hóa chất dư và kim loại nặng trong nước thải của các cơ sở nghiên cứu thực nghiệm luyện kim". Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim, Hà Nội.

6. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga (2006). Giáo trình công nghệ xử lý nước thải. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.

7. Võ Anh Khuê (2010). Nghiên cứu phương pháp keo tụ điện hóa kết hợp với vi điện hóa để xử lý các ion kim loại nặng và florua trong nước thải. Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Cao đẳng Công nghiệp Tuy Hòa, Phú Yên.

*Người biên tập: Trần Văn Trạch*

### SUMMARY

Currently the majority of wastewater from pilot metallurgical facilities is either untreated or treated only by simple methods. This paper introduces a study on removal of residue chemicals and heavy metals in wastewater of typical pilot metallurgical facility. It was found that two types of reducing agents  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  12,5 % and Nano  $\text{Fe}^0$  were efficient and economical in the wastewater treatment process.