



NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH LIỀU LƯỢNG HÓA CHẤT TỐI ƯU CHO QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI HẦM LÒ TẠI MỎ THAN MẠO KHÊ

Trần Đức Hạ¹, Trần Hoàng Anh², Nguyễn Việt Anh³, Trần Hoài Sơn³

Tóm tắt: Nước thải hầm lò mỏ than có độ axit cao (pH từ 3 đến 6) và hàm lượng lớn chất rắn lơ lửng (TSS), sắt (Fe), mangan (Mn).... Để chất lượng nước thải sau xử lý đảm bảo yêu cầu của QCVN 40:2011 cũng như xử lý tiếp tục cho các mục đích sử dụng lại, nước thải cần xử lý sơ bộ bằng phương pháp keo tụ - lắng. Bằng nghiên cứu trên mô hình phòng thí nghiệm (Jar-test) với nước thải hầm lò mỏ than Mạo Khê đã xác định được liều lượng vôi (CaO) cần thiết để nâng pH từ 3 lên 8 là 35 mg/L, sau đó bổ sung hóa chất keo tụ PAC là 50 mg/L (về mùa khô) và 30 mg/L (về mùa mưa). Công nghệ XLNT hầm lò mỏ than được đề xuất theo các bước sau đây: xử lý bước 1 bằng keo tụ - lắng để đảm bảo yêu cầu xả ra nguồn nước mặt loại B, xử lý bước 2 bằng lọc cát để nước dùng dập bụi than và xử lý bước 3 bằng lọc màng UF để cấp nước sinh hoạt.

Từ khóa: Nước thải hầm lò mỏ than; keo tụ - lắng; liều lượng vôi; PAC, jar-test.

Summary: Coal mining wastewater has high acidity (pH 3 to 6) and high concentration of total suspended solids (TSS), iron (Fe), manganese (Mn).... For the quality of treated wastewater to ensure the requirements of QCVN 40:2011 as well as to continue treatment for the purpose of reuse, wastewater should be pre-treated by coagulation-sedimentation method. Studying on laboratory models (Jar-test), the dose of lime (CaO) needed to raise the pH from 3 to 8 are defined as 35 mg/L, then add chemical coagulants PAC with dose of 50 mg/L (dry season) and 30 mg/L (rainy season). The treatment technology of coal mining wastewater is proposed by step 1: flocculation - sedimentation to ensure a requirements of wastewater discharge; step 2: continuous treatment by sand filter for water use in coal dust suppression and step 3 by UF membrane filtration for drinking water supply.

Keywords: Coal mining wastewater; coagulation - sedimentation; dose of lime; PAC, jar-test.

Nhận ngày 1/10/2013, chỉnh sửa ngày 25/10/2013, chấp nhận đăng 28/2/2014



1. Đặt vấn đề

Trong quá trình khai thác, nước thải mỏ than được hình thành từ ba nguồn chính: (1) nước bơm từ các cửa lò của mỏ hầm lò, (2) từ các moong của mỏ lộ thiên và (3) nước thải từ các nhà máy sàng tuyển các bãi thải, kho than. Trong 3 loại nước thải này, nước thải hầm lò mỏ than có số lượng lớn và nồng độ các chất ô nhiễm trong đó cao hơn nhiều so với các loại nước thải khác.

Khi khai thác than hầm lò người ta thường đào các đường lò trong lòng đất để lấy than ra. Nước ngầm chứa trong các lớp đất đá chảy vào hầm lò rồi theo hệ thống thoát nước được chảy ra khỏi cửa lò hoặc dẫn vào các bể chứa nước tập trung rồi từ đó được bơm ra ngoài. Loại nước thải này chứa than và các thành phần hóa học khác của nước ngầm và được gọi là nước thải mỏ hầm lò.

Trong than thường chứa một lượng quặng FeS_2 (pyrit). Trong quá trình khai thác than thải ra một lượng đáng kể axit sunfuric H_2SO_4 và sắt hydroxit $\text{Fe}(\text{OH})_3$ vào dòng nước, kết quả là nước thải mỏ có độ axit cao (pH từ 3 đến 6), nhiều cặn lơ lửng (SS). Khoáng vật chủ yếu của mangan là quặng pyrolusit (MnO_2)

¹ PGS. TS, Khoa Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Xây dựng. E-mail : hatd@nuce.edu.vn.

² ThS, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.

³ ThS, Khoa Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Xây dựng.

chứa khoảng 63% Mn, các quặng hausmanit (Mn_3O_4) chứa khoảng 72% Mn, bronit (Mn_2O_3) và maganit ($MnOOH$). Các chất vô cơ chủ yếu trong nước thải là các kim loại nặng như: Fe, Mn, Cd, Pb, Hg, As..., các anion sunfat, photphat,... Tuy nhiên Fe và Mn là những kim loại chủ yếu trong nước thải hầm lò mỏ than. Nồng độ các kim loại nặng khác thường rất nhỏ. Vào mùa mưa nước thải mỏ thường trong, hàm lượng chất lơ lửng thấp. Về mùa khô lượng nước thải hầm lò mỏ than tuy giảm nhưng nó chứa nhiều bùn đất và than [1].

Như vậy, nước thải mỏ than hầm lò có thể mang tính axit hoặc trung tính. Đa phần nước thải có hàm lượng Fe, Mn, và chất rắn lơ lửng khá cao. Hàm lượng Fe dao động từ $5\text{mg/L} \div 150\text{mg/L}$, hàm lượng Mn dao động từ $1\text{mg/L} \div 9\text{mg/L}$ và hàm lượng cặn lơ lửng dao động từ $50 \div 500\text{mg/L}$, vượt giới hạn cho phép theo QCVN 40:2011/ BTNMT đối với nước nguồn loại B nhiều lần.

Các hoạt động sản xuất than có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng các nguồn nước mặt như sông, suối, ao, hồ. Các ảnh hưởng này bao gồm: bồi lắng lòng sông, suối dẫn đến thay đổi dòng chảy, hạn chế khả năng thoát nước, gây ngập lụt các vùng phụ cận; làm giảm dung lượng các hồ chứa nước do bồi lắng, gây ảnh hưởng đến khả năng cung cấp nước cho sinh hoạt và sản xuất; thay đổi tính chất lý hoá của nước, ảnh hưởng đến chất lượng các nguồn nước, thay đổi môi trường sống của hệ động thực vật thủy sinh. Như vậy, nước thải hầm lò mỏ than bắt buộc phải qua xử lý trước khi xả ra nguồn nước mặt hoặc xử lý tiếp tục bằng các công nghệ tiên tiến để sử dụng trong một số nhu cầu sinh hoạt của công nhân mỏ than.

Do đặc điểm như đã nêu, nguyên tắc xử lý nước thải hầm lò mỏ than là dùng hóa chất mang tính kiềm (vôi, xút...) để trung hòa axit, nâng pH, đồng thời tạo môi trường oxy hóa và kết tủa các kim loại nặng như Fe, Mn. Tiếp theo là sử dụng các chất trợ lắng (PAC, PAM) để tăng khả năng kết tủa các chất rắn lơ lửng có sẵn trong nước thải hoặc được sinh ra trong quá trình trung hòa để loại bỏ các chất này khỏi nước thải bằng phương pháp lắng và dùng cát sỏi hoạt tính có phủ mangan oxit làm tác nhân để oxy hóa và lọc giữ lại mangan. Sau quá trình xử lý này, nước thải cơ bản đảm bảo quy định mức B của QCVN 40:2011/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp để xả ra môi trường bên ngoài. Như vậy, mục đích của nghiên cứu trình bày dưới đây là xác định liều lượng vôi CaO và hóa chất keo tụ PAC cho quá trình xử lý nước thải hầm lò mỏ than Mạo Khê.

2. Cơ sở lý thuyết quá trình keo tụ - lắng để xử lý nước thải hầm lò mỏ than

Theo báo cáo của Hội Khoa học và Công nghệ mỏ, 2011, do pH thấp, hàm lượng chất rắn lơ lửng và các kim loại như Fe, Mn cao, phương pháp keo tụ - lắng là phương pháp phổ biến [2]. Khi cho vôi vào nước, pH của nước tăng lên. Trong điều kiện giàu ion OH^- , các ion Fe^{2+} thủy phân nhanh chóng thành $Fe(OH)_2$ và lắng xuống một phần. Lúc này thế oxy hóa khử tiêu chuẩn của hệ $Fe(OH)_2 / Fe(OH)_3$ giảm xuống, do đó sắt (II) dễ dàng chuyển hóa thành sắt (III) trong quá trình oxy hóa. Sắt (III) hydroxit kết tụ thành bông cặn lớn dễ lắng trong bể lắng và bị giữ lại hoàn toàn trong bể lọc.

Tại đây nước thải được loại bỏ các hạt lơ lửng, làm kết tủa Fe và một phần kim loại khác. Sắt thường tồn tại ở dạng ion, sắt có hóa trị 2 là thành phần của các muối hòa tan như: bicacbonat $Fe(HCO_3)_2$, sunfat $FeSO_4$. Nước thải bão hòa oxy được trung hòa bằng vôi, vì vậy trong bể đã xảy ra các phản ứng:



$Fe(OH)_3$ kết tủa lắng lại trong bể lắng và được giữ lại hoàn toàn trong bể lọc. Tuy nhiên, phản ứng này khó xảy ra vì lượng oxy hòa tan trong nước nhờ quá trình vận chuyển và bơm nước từ hầm lò lên mặt đất chưa đủ. Thực tế, sản phẩm tạo ra là $FeCO_3$ không hòa tan dưới dạng huyền phù khó lắng:



Để dễ tách các huyền phù này cần đưa vào nước thải một lượng hóa chất keo tụ để tạo thành bông cặn kết tủa.

Đối với Mn:



Như vậy, dung dịch $Ca(OH)_2$ dùng để nâng độ pH đạt tiêu chuẩn môi trường, đồng thời tạo điều kiện oxy hóa một phần Fe cũng như kết tủa $Mn(OH)_2$.

Liều lượng vôi cần thiết được tính theo công thức:

$$[CaO] = 0,8[CO_2] + 1,8[Fe] \quad (4)$$

trong đó: $[CO_2]$ là hàm lượng CO_2 tự do trong nước, mg/L và $[Fe]$ là tổng hàm lượng sắt trong nước, mg/L.

Bước tiếp theo của quá trình xử lý nước thải (XLNT) là dùng các chất keo tụ và trợ lắng để tăng khả năng kết tủa các chất rắn lơ lửng có sẵn trong nước thải hoặc được sinh ra trong quá trình trung hoà để loại bỏ các chất này khỏi nước thải. Chất keo tụ thường dùng là PAC (công thức hoá học $Al_m(OH)_nCl_{3m-n} \cdot xH_2O$, với $m \leq 10$; $2 \leq n \leq 5$). Chất trợ keo tụ là PAM với công thức hoá học là: $(-CH_2CHCO NH_2)_n$.



3. Đối tượng, mô hình thí nghiệm và hóa chất sử dụng

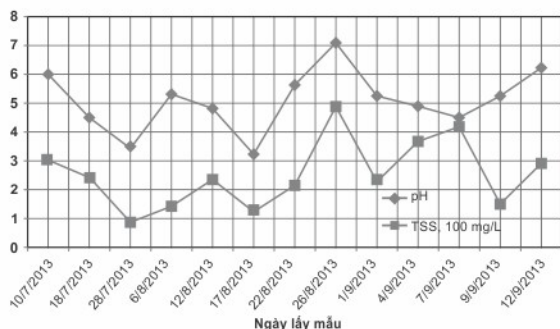
3.1 Đặc điểm nước thải hầm lò mỏ than Mạo Khê

Mạo Khê là mỏ khai thác than hầm lò lớn thuộc Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV), nằm trên địa bàn huyện Đông Triều - tỉnh Quảng Ninh, hiện có 2 giếng khai thác (giếng - 25 m và giếng - 80 m) với sản lượng khai thác theo thiết kế khoảng 2,5 triệu tấn/năm. Lượng nước thải bơm thoát khỏi mỏ từ 2 giếng này khoảng 1.800m³/h, lưu lượng thay đổi theo mùa. Với mục đích nghiên cứu xử lý nước thải hầm lò mỏ than, mẫu nước thải tập trung của 2 giếng được lấy từ đầu vào trạm xử lý, cách cửa giếng -80 m là 100 m.

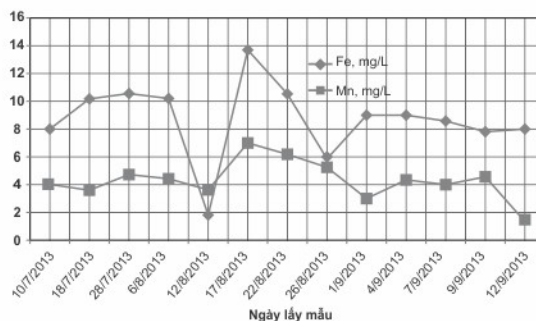


Hình 1. Vị trí lấy mẫu nước thải hầm lò mỏ than Mạo Khê

Nước thải mỏ than Mạo Khê chủ yếu có độ pH thấp, hàm lượng sắt (Fe) và Mangan (Mn) cao, lượng cặn lơ lửng (TSS) lớn. Theo kết quả quan trắc những năm vừa qua, nước thải mỏ than Mạo Khê có một số chỉ tiêu không đảm bảo tiêu chuẩn môi trường: pH thay đổi từ 3,1 - 7,1, hàm lượng Fe thay đổi từ 1,9 mg/L - 10,6 mg/L, hàm lượng Mn thay đổi từ 1,3 mg/L - 7,2 mg/L, hàm lượng TSS thay đổi từ 84 mg/L - 620 mg/L. Các chỉ tiêu khác đạt tiêu chuẩn cho phép. Kết quả theo dõi chất lượng nước thải theo các chỉ tiêu pH, TSS, Fe và Mn tại đầu vào trạm XLNT hầm lò giếng - 80m của mỏ than Mạo Khê được nêu trên các Hình 2 và Hình 3.



Hình 2. Biểu đồ biến đổi pH và TSS trong nước thải hầm lò mỏ than Mạo Khê



Hình 3. Biểu đồ biến đổi hàm lượng Fe và Mn trong nước thải hầm lò mỏ than Mạo Khê

Chất lượng nước thải hầm lò mỏ than phụ thuộc vào độ sâu khai thác và điều kiện thời tiết. Ở độ sâu từ -25m đến -80 m, nước thải hầm lò mỏ than có pH thấp. Theo kết quả phân tích thấy rằng pH ảnh hưởng rõ rệt đến nồng độ TSS trong nước thải. Mặt khác, tại những thời điểm hàm lượng Fe trong nước thải cao, hàm lượng Mn cũng tăng lên. pH trong nước thải hầm lò mỏ than thấp (thường dưới 5 vào thời điểm không mưa) và hàm lượng TSS không cao; tuy nhiên hàm lượng Fe và Mn trong nước thải khá cao. Về mùa mưa, do nước mưa chảy tràn vào, nước thải hầm lò mỏ than có pH cao hơn, hàm lượng chất rắn lơ lửng lớn (do nước mưa cuốn trôi than và đất vào); nồng độ Fe và Mn không cao do sự pha loãng nước mưa cũng như được giữ lại một phần trong bùn cặn khi pH lớn. Do bơm nước thải từ hầm lò lên và xả vào bể tiếp nhận trạm XLNT nên có một lượng không khí hòa vào trong nước thải nên hàm lượng oxy hòa tan (DO) tăng lên (DO từ 2,5 đến 5,8 mg/L). Các kết quả quan trắc của công ty Môi trường TKV tại các hầm lò khác ở Hà Lâm, Vàng Danh... cũng có được kết quả tương tự [1].

3.2 Mô hình thí nghiệm và hóa chất sử dụng

Quá trình keo tụ - lắng nước thải phụ thuộc vào nhiều yếu tố, liều lượng hóa chất trung hòa và keo tụ của từng loại nước thải khác nhau sẽ khác nhau. Do đó, cần phải tiến hành các thí nghiệm "Jar-Test" ở tại phòng thí nghiệm để xác định liều lượng hóa chất cho nước thải thực. Mục đích của các thực nghiệm này là: (i) xác định liều lượng tối ưu của chất keo tụ và (ii) xác định vùng pH tối ưu cho sự keo tụ.

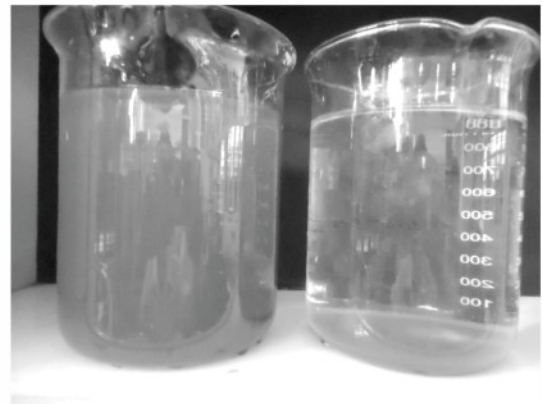
Thiết bị Jar-Test (Hình 4) được sử dụng gồm một máy khuấy (kiểu chân vịt), có 6 cánh khuấy, có trang bị bộ biến đổi vận tốc. Mỗi cánh khuấy ứng với một cốc thí nghiệm khác độ có thể tích 1 lít. Các cốc thí nghiệm được đổ đầy lượng nước nước mẫu như nhau và tiến hành các thí nghiệm như sau.

(i) Thí nghiệm 1: Thay đổi liều lượng hóa chất trung hòa để xác định pH tối ưu.

- Cho vôi bột (CaO) theo liều lượng khác nhau vào các cốc thí nghiệm;
- Khuấy mạnh với tốc độ 100 vòng/phút trong thời gian 3 phút;
- Giảm tốc độ xuống 30 vòng/phút trong thời gian 10 phút;
- Để lắng tĩnh 30 phút;
- Phân tích các chỉ tiêu pH, TSS, hàm lượng Fe, Mn trong nước mẫu.

(ii) Thí nghiệm 2: Thay đổi liều lượng hóa chất keo tụ trong các điều kiện pH không đổi.

- Cho chất keo tụ vào bình đồng thời khuấy mạnh (100 vòng/phút) trong 2 phút;
- Cho vôi vào để điều chỉnh pH;
- Khuấy chậm (30 vòng/phút) trong 10 phút;
- Lắng kết tủa trong thời gian 30 phút;
- Lấy mẫu phân tích các chỉ tiêu pH, TSS, hàm lượng sắt tổng (Fe) và mangan (Mn).



Hình 4. Bộ jar - test để xác định liều lượng hóa chất tối ưu cho nước thải hầm lò mỏ than Mạo Khê

Các mẫu nước được phân tích tại phòng thí nghiệm Bộ môn Cấp thoát nước - Môi trường nước (trường Đại học Xây dựng) bằng các phương pháp nêu trong các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

Hóa chất sử dụng để nghiên cứu là hóa chất thương phẩm, có thành phần như sau:

- Chất trung hòa là vôi với CaO hoạt tính 70%. Ngoài ra, trong vôi còn có một số tạp chất như canxi cacbonat (CaCO_3) chiếm 3%, thành phần chất không tan chiếm 0,025%.
- Chất keo tụ PAC với hàm lượng Al_2O_3 là 21%, hàm lượng muối toàn phần là 60% và hàm lượng cặn toàn phần là 7,5%.



4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

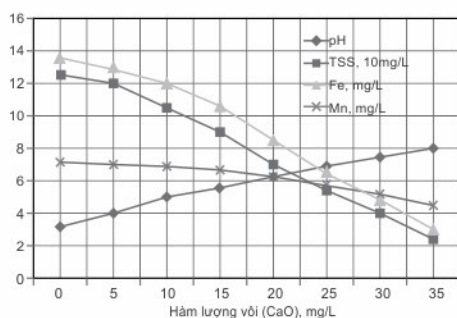
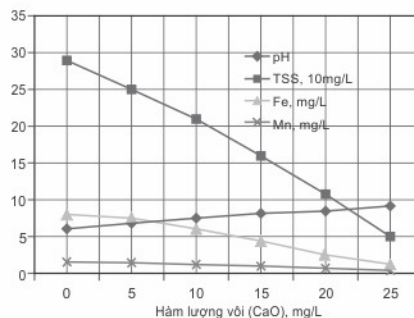
Mẫu nước thải tập trung các hầm lò -80m và -25m của mỏ than Mạo Khê trong các ngày 17/8/2013 (không mưa) và 12/9/2013 (sau khi mưa) được lấy tại bể tiếp nhận nước thải đầu vào trạm XLNT để nghiên cứu quá trình keo tụ - lắng trên thiết bị jar-test. Đặc điểm nước thải được nêu trong Bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm nước thải đầu vào để nghiên cứu quá trình keo tụ - lắng trên thiết bị jar-test

TT	Thông số	Ngày lấy mẫu		QCVN 40:2011/BTNMT (Mức B)
		17/8/2013	12/9/2013	
1	Nhiệt độ nước, °C	28	26,5	40
2	pH	3,2	6,2	5,5 - 9
3	TSS, mg/L	125	289	100
4	DO, mg/L	5,8	2,5	-
5	Fe, mg/L	13,6	8,1	5
6	Mn, mg/L	7,2	1,6	1

Kết quả cho dãy thí nghiệm của nước thải lấy mẫu ngày 17/8/2013 được nêu trên Hình 5a. Lượng vôi với hoạt tính CaO 70% để trung hòa và tăng pH trong nước thải từ 3 lên 8 là 35 mg/L. Phần lớn Fe(II) đã được oxy hóa thành Fe(III) và tạo thành hydroxit sắt (III) là $\text{Fe}(\text{OH})_3$ không hòa tan và lắng cùng các chất rắn lơ lửng khác nên biểu đồ thay đổi hàm lượng Fe và TSS tương tự nhau. Tuy nhiên, ngoài việc trung hòa và kiềm hóa nước thải, còn một lượng vôi được dùng để kết tủa sắt theo các phương trình (1) hoặc (2). Hiệu suất xử lý sắt khi chỉ có dùng vôi và pH thay đổi từ 3,2 đến 8 là 77,9% (hàm lượng sắt tổng giảm từ 13,6 mg/L xuống còn 3 mg/L trong điều kiện bổ sung lượng vôi bột hàm lượng 35 mg/L). Tương tự, hiệu suất xử lý theo TSS là 80%. Tuy nhiên, hiệu suất xử lý mangan thấp, chỉ đạt 37,5%, do vôi đưa vào đạt pH ở mức 8 chưa đủ điều kiện để kết tủa hoàn toàn hydroxit mangan [3].

Nước thải hầm lò mỏ than lấy vào thời điểm sau khi mưa nên pH cao (6,2). Do nước mưa cuốn trôi một số tạp chất vào nước thải nên hàm lượng chất rắn lơ lửng (TSS) tương đối lớn (289 mg/L). Kết quả nghiên cứu quá trình điều chỉnh pH đối với mẫu nước thải hầm lò -80m mỏ than Mạo Khê lấy ngày 12/8/2013 được nêu trên Hình 5b.


a. Mẫu lấy ngày 17/8/2013 (không mưa)

b. Mẫu ngày 12/9/2013 (sau khi mưa)

Hình 5. Hiệu quả xử lý nước thải hầm lò - 80m mỏ than Mạo Khê trường hợp chỉ bổ sung vôi để điều chỉnh pH

Khi bổ sung vôi để tăng pH dần từ 6,2 lên 9,1 thấy rằng hiệu quả xử lý SS, Fe và Mn tăng rõ rệt. Hàm lượng SS, Fe và Mn tương ứng khi pH =9,1 là: 48 mg/L, 1,2 mg/L và 0,5 mg/L. Như vậy, với pH trên 8,5, hiệu quả xử lý Mn trong nước thải hầm lò mỏ than được nhận thấy rõ rệt.

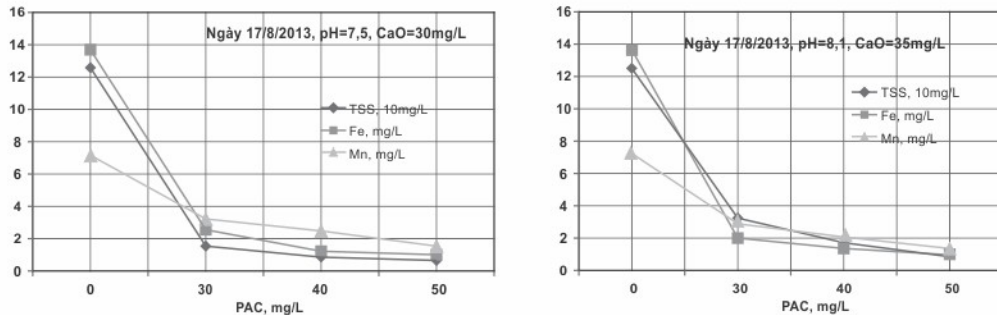
Tính toán lý thuyết lượng vôi để xử lý sắt theo công thức (4) với hàm lượng CO_2 tự do bằng 0 là 24,48 mg/L (ứng với mẫu ngày 17/8/2013) và 14,58 mg/L (ứng với mẫu ngày 12/8/2013). Lượng vôi CaO hoạt tính 70% dùng trong các thử nghiệm jar-test phù hợp với kết quả tính toán này.

Đối với nước thải vào nguồn nước mặt loại B theo QCVN 40:2011/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp, hàm lượng Fe tổng số phải nhỏ hơn 5 mg/L và hàm lượng Mn nhỏ hơn 1 mg/L. Trong các trường hợp khi pH trong nước thải nhỏ hơn 7,5, hàm lượng Fe và Mn còn lớn, vượt quy định xả thải. Khi đưa PAC vào keo tụ trong các trường hợp pH trên 7, hiệu quả xử lý TSS, Fe và Mn tăng lên rõ rệt.

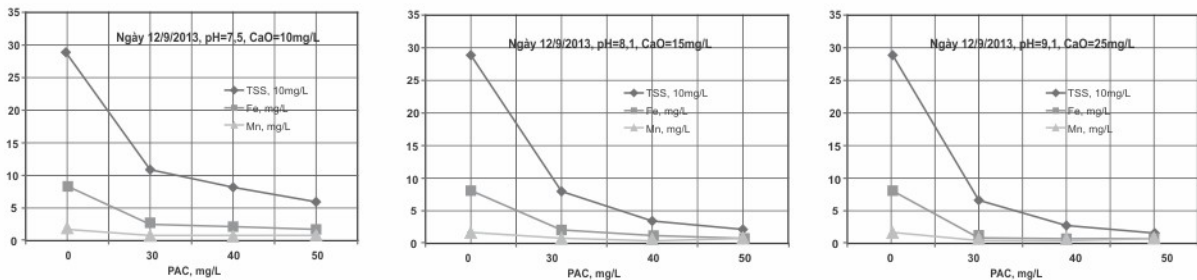
Với các thí nghiệm có đưa hóa chất keo tụ (PAC) vào trong các điều kiện pH khác nhau, kết quả xử lý TSS, Fe và Mn được thể hiện trên các Hình 6 và Hình 7.

Trong các trường hợp thực nghiệm có keo tụ bằng PAC, TSS sau xử lý luôn nhỏ hơn 100 mg/L. Khi pH của nước thải bằng 7,5, đối với mẫu nước thải lấy ngày 17/8/2013, liều lượng PAC cần thiết để cả hàm lượng Fe và Mn đạt quy chuẩn là 50 mg/L. Hàm lượng TSS trong trường hợp này là 7 mg/L. Khi nâng pH trong nước lên 8,1, hàm lượng PAC cần thiết để đảm bảo cả 3 thông số TSS, Fe và Mn đạt quy chuẩn xả thải cũng phải là 50 mg/L.

Đối với mẫu nước thải lấy ngày 12/9/2013, khi pH bằng 7,5 thì liều lượng PAC cần thiết để cả hàm lượng TSS, Fe và Mn đạt quy chuẩn là 40 mg/L. Khi pH bằng 8,1 hàm lượng PAC chỉ cần đưa vào ở liều lượng 30 mg/L thì tất cả các các thông số trên đều đạt yêu cầu về xả thải. Ở pH bằng 9,1 thì chất lượng nước thải đảm bảo yêu cầu xả vào môi trường theo 3 thông số này mà không cần phải bổ sung hóa chất keo tụ.



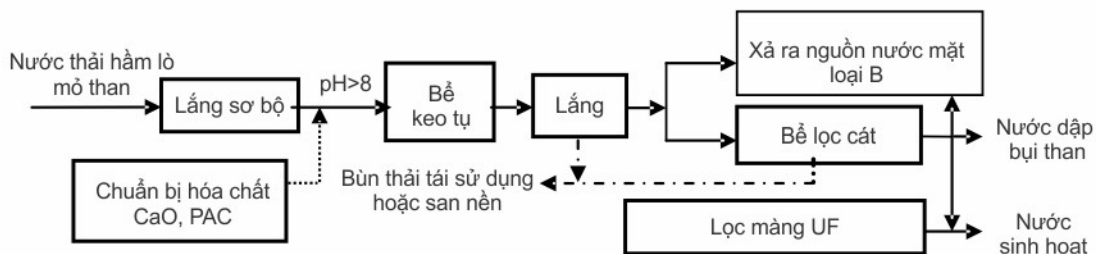
Hình 6. Hiệu quả XLNT hầm lò - 80m mỏ than Mạo Khê lấy mẫu ngày 17/8/2013 (không mưa) bằng phương pháp keo tụ



Hình 7. Hiệu quả XLNT hầm lò - 80m mỏ than Mạo Khê lấy mẫu ngày 12/9/2013 (sau mưa) bằng phương pháp keo tụ

Khi đưa đồng thời $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và PAC vào nước thải cho quá trình keo tụ, quan sát thấy được các bông cặn hình thành nhanh và dễ lắng. Quá trình này không cần thiết phải bổ sung polymer để trợ keo tụ.

Từ các kết quả trên thấy rằng, nước thải hầm lò mỏ than sau quá trình keo tụ - lắng với liều lượng CaO và PAC như đã xem xét đủ điều kiện để xả ra nguồn nước mặt B theo QCVN 40:2011/BTNMT. Mặt khác nước thải sau quá trình này có thể xử lý tiếp tục để cấp nước sản xuất và sinh hoạt cho các mỏ than theo sơ đồ nêu trên Hình 8 sau đây.



Hình 8. Sơ đồ dây chuyền công nghệ XLNT hầm lò mỏ than có quá trình keo tụ - lắng

Hiệu quả xử lý cũng như chi phí vận hành hệ thống XLNT hầm lò mỏ than phụ thuộc rõ rệt vào liều lượng hóa chất CaO và PAC. Sau quá trình keo tụ lắng, nước thải đáp ứng quy định xả vào nguồn nước mặt loại B theo các chỉ tiêu TSS, Fe và Mn. Mặt khác khi pH khoảng 7,5 với PAC liều lượng 30 mg/L thì sau quá trình lắng nước thải với hàm lượng TSS thấp (dưới 60 mg/L) có thể đưa qua bể lọc cát mangan để sử dụng lại nước cho quá trình đập bụi than hoặc xử lý tiếp tục bằng hệ màng lọc UF để cấp nước sinh hoạt cho công nhân mỏ than.



5. Kết luận

Từ các kết quả thử nghiệm keo tụ - lắng trên thiết bị jar-test, có thể thấy rằng:

- Khi pH trong nước thải hầm lò mỏ than dưới 6, trong các thời điểm mùa khô, cần thiết phải đưa vôi vào để kiềm hóa nước thải đến pH bằng 8 với liều lượng 15 mg CaO/L (khi pH=6) đến 35 mg CaO/L (khi pH=3). Sau đó nước thải được keo tụ bằng PAC với liều lượng 50 mg/L với thời gian lắng trên 1 h thì nước thải đảm bảo xả thải vào nguồn nước mặt loại B theo QCVN 40:2011/BTNMT.

- Khi pH trong nước thải trên 6, trong các thời điểm mùa mưa, cần thiết phải đưa vôi vào để kiềm hóa nước thải đến pH bằng 8 với liều lượng 15 mg CaO/L (khi pH=6). Sau đó nước thải được keo tụ bằng PAC với liều lượng 30 mg/L với thời gian lắng trên 1 h thì nước thải đảm bảo quy định xả thải.

Trong trường hợp phải xử lý tiếp tục, nước thải hầm lò mỏ than ổn định pH ở mức 7,5 và keo tụ PAC liều lượng 40 mg/L (về mùa khô) và 30 mg/L (về mùa mưa) thì chất lượng nước sau lắng đảm bảo được cho các công trình lọc phía sau hoạt động ổn định.

Sơ đồ XLNT hầm lò mỏ than có quá trình keo tụ - lắng được đề xuất trên Hình 7. Nước thải sau đó có thể xả ra nguồn nước mặt loại B, hoặc dùng để đập bụi than (sau quá trình lọc cát tiếp tục) hoặc dùng để cấp nước sinh hoạt (sau quá trình lọc cát và lọc UF).

Lời cảm ơn

Các tác giả chân thành cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo đã cấp kinh phí cho đề tài NCKH cấp Bộ "Nghiên cứu công nghệ màng lọc để xử lý nước thải hầm lò mỏ than cho mục đích cấp nước sinh hoạt" (mã số: B2013-03-08) mà một trong những nội dung của nó được thể hiện trong bài báo này.

Tài liệu tham khảo

1. Viện KHCN Mỏ (2009). *Tổng hợp báo cáo quan trắc môi trường năm 2009*.
2. Hội Khoa học và Công nghệ mỏ (2011), *Xử lý nước thải hầm lò*. Website: vinamin.vn, ngày 12/3/2011
3. Trần Đức Hạ, Đỗ Văn Hải (2002), *Cơ sở hóa học quá trình xử lý nước cấp và nước thải*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.