

KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI TỪ CÁC MỎ THAN VÙNG QUẢNG NINH

TS. ĐỖ VĂN BÌNH, KS. ĐỖ NGỌC HOÀN

Trường Đại học Mở-Địa Chất

Theo lộ trình của Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam (VINACOMIN) công bố thì đến sau năm 2014, toàn bộ nước thải mỏ ở các mỏ than sẽ được xử lý trước khi xả ra môi trường. Theo kế hoạch đó dự kiến hết năm 2011 sẽ có 27 trạm xử lý nước thải các mỏ than hầm lò và 01 trạm xử lý nước thải trên cụm mỏ Đèo Nai và cụm mỏ Cọc Sáu được xây dựng. Năm 2012, Tập đoàn Than-Khoáng sản Việt Nam sẽ xây dựng tiếp 08 trạm xử lý nước thải mỏ. Đến năm 2013 nước thải ở các mỏ than hầm lò cơ bản được xử lý xong. Đến năm 2014 sẽ xây dựng các trạm xử lý nước thải cho các điểm khai thác nhỏ lẻ còn lại. Vậy vấn đề kỹ thuật và công nghệ xử lý nước thải nào mỏ phù hợp với điều kiện các mỏ than Việt Nam?

1. Đặc điểm nước thải từ các mỏ than vùng Quảng Ninh

Khi khai thác mỏ bao giờ cũng tạo ra những khoảng không gian trống với thể tích đạt hàng triệu mét khối. Do đó, đất đá bên trên và xung quanh hầm lò sẽ dịch chuyển tới để lấp kín các khoảng trống đó để tạo lập sự cân bằng mới. Do sự khai thác mỏ, tạo nên các quá trình dịch chuyển, biến dạng và phá hủy đất đá tạo ra sự vỡ vụn, nứt nẻ đất đá, biến dạng bề mặt địa hình, dẫn nước mưa, nước mặt di chuyển xuống các moong, hầm lò nhanh hơn trong đất đá nguyên thủy. Nước mưa, nước mặt, nước dưới đất chảy qua vùng đất đá nứt vỡ đã tương tác với các khoáng vật trong quặng và đất đá... chảy vào mỏ và thoát ra ngoài khi khai thác trở thành nước thải mỏ.

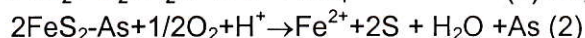
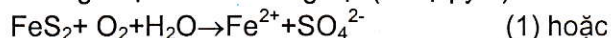
Nước thải từ các mỏ than đã gây ảnh hưởng tới chất lượng nước mặt nói riêng và môi trường nói chung. Hàng năm vùng mỏ than Quảng Ninh đã thải vào môi trường một khối lượng nước thải rất lớn. Theo số liệu điều tra thì mỗi năm mỏ than Cọc Sáu đã thải ra khoảng $(6+9).10^6 \text{ m}^3$ nước thải mỏ. Riêng khu vực Cẩm Phả thải ra khoảng vài chục triệu m^3 nước thải. Đây là một nguồn gây ô nhiễm môi trường vì đa số lượng nước này chưa qua xử

lý. Nghiên cứu đặc điểm nước thải có vai trò quan trọng để từ đó đưa ra các công nghệ xử lý hợp lý. Nước thải ở các mỏ than vùng Quảng Ninh thường có đặc điểm chung như sau:

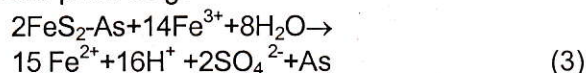
a. Nước có tính axit cao (Độ pH thấp)

Do trong đất đá chứa than có nhiều lưu huỳnh. Bình thường các khoáng vật chứa lưu huỳnh này ít có điều kiện tiếp xúc với không khí nên chúng chủ yếu ở dạng khử. Khi khai thác mỏ, đất đá bị đào xới, xáo trộn và tiếp xúc mạnh với không khí nên các khoáng vật có chứa lưu huỳnh (ví dụ pyrit FeS_2 , chancopirit CuFeS_2 , arsenopirit FeSAs) bị oxy hoá. Khi tiếp xúc với nước chúng tạo nên axit sunfuaric làm cho nước có độ pH thấp. Quá trình đó diễn ra theo các phương trình sau:

Đầu tiên, ôxi trong nước hoặc không khí sẽ phản ứng chậm với khoáng vật (ví dụ pyrit):



Khi sunfua được tạo thành (2) sẽ tiếp tục bị oxihoa, cùng với sự có mặt của nước sẽ sinh ra axit sunphuric. Lúc đó pH giảm xuống. Nếu pH giảm xuống dưới 4 thì Fe^{3+} sẽ bị hoà tan và đẩy nhanh phản ứng:



Các vi khuẩn có trong nước và đất (Thiobacillus Ferrooxidant) có vai trò như chất xúc tác làm tăng cường độ của phản ứng. Vì vậy nếu trong đất đá và than càng có nhiều lưu huỳnh và vi khuẩn thì nước trong khu vực đó càng có tính axit cao (khu vực Vàng Danh độ pH thường gặp từ 3-5).

b. Chứa nhiều bùn đất

Nước thải từ các hoạt động khai thác than lộ thiên còn có chứa những bùn đất đáng kể. Lượng bùn đất này có thể lắng trước khi xử lý để làm tăng hiệu quả xử lý, giảm tải cho dây chuyền công nghệ.

c. Chứa những kim loại nặng

Do độ pH thấp và trong đất đá có chứa các khoáng vật có nhiều thành phần kim loại nên

chúng sẽ hoà tan các kim loại đó di chuyển vào nước. Điển hình là các ion kim loại Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Cd^{2+} , Mn^{2+} .

Bảng 1. Một số mỏ than có nước thải có tính axit ở Quảng Ninh [2]

Mẫu nước tại mỏ	Độ pH
Nước thải moong Na Dương	2,0
Nước lò chợ V14 Hà Lâm	4,0
Nước moong số 3 Núi Hồng	3,5
Nước moong Núi Béo	3,5
Nước moong vỉa 10B Hà Tu	3,5
Cánh tây -97,5 Mông Dương	2,0
Hầm bơm 97,5 Mông Dương	3,5
Vàng Danh	3,0

Chất lượng nước thải của mẫu nước thải từ mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh (Bảng 3). Từ kết quả phân tích trên có thể nhận xét như sau:

❖ Nước thải có độ pH thấp, tính axit cao. Độ pH dao động từ 3,6 đến 5,7;

❖ Hàm lượng cặn không tan cao;

❖ Nồng độ các ion kim loại và ion SO_4^{2-} cao, vượt TCCP khi thải ra môi trường;

❖ Độ tổng khoáng hoá cao, đạt 255 đến 565mg/l;

❖ Nồng độ CO_2 tự do trong nước thải tại moong Núi Béo và Hà Tu rất cao.

Do đó việc xử lý nước thải là hết sức cần thiết và cần được thực hiện càng sớm càng tốt để bảo vệ môi trường.

Bảng 2. Nước thải mỏ than có chứa kim loại cao ở vùng Quảng Ninh (mg/l) [2]

Mẫu nước tại mỏ	độ pH	ΣFe	Mg^{+2}
Nước thải moong Na Dương	2,0	977,2	273,4
Nước lò chợ V14 Hà Lâm	4,0	13,96	21,27
Nước moong Núi Béo	3,5	2,8	34,64
Nước moong vỉa 10B Hà Tu	3,5	2,1	44,36
Cánh tây -97,5 Mông Dương	2,0	22,34	60,76
Hầm bơm 97,5 Mông Dương	3,5	121,64	27,34

Bảng 3. Nồng độ một số chất tan cao trong nước thải ở vùng Quảng Ninh [1]

Các chỉ tiêu	Đơn vị	Mông Núi Béo	Mông Hà Tu	Moong Cọc sáu
pH	-	3,6	3,24	5,72
Độ khoáng hoá	mg/l	255,5	412,1	563,9
Tổng độ cứng	mgđl/l	3,75	5,75	7,5
Độ cứng tạm thời	-	0	0	0,25
Độ cứng vĩnh cửu	-	3,75	5,75	7,5
CO_2 tự do	mg/l	39,6	37,4	2,2
Ion Fe^{2+}	-	0,99	0,6	0,6
Ion Fe^{3+}	-	1,8	1,5	0,8
NH_4^+	-	0,8	0,4	0,6
SO_4^{2-}	-	180	300	400

2. Khả năng áp dụng công nghệ xử lý nước thải tại các mỏ than vùng Quảng Ninh

Do nước thải mỏ than có độ pH thấp và chứa những nguyên tố kim loại với hàm lượng cao nên việc xử lý nước thải mỏ đảm bảo tiêu chuẩn môi trường, thực hiện nghiêm chỉnh Luật Môi trường là một nhiệm vụ của các mỏ.

Các biện pháp cơ bản áp dụng để xử lý nước thải như sau:

❖ Dùng phương pháp trung hoà bằng các chất xúc tác;

❖ Dùng phương pháp chưng cất;

❖ Dùng phương pháp trao đổi ion;

❖ Dùng kỹ thuật vi sinh;

❖ Dùng phương pháp lắng cơ học;

❖ Phương pháp xử lý "Active";

❖ Phương pháp Passive;

❖ Phương pháp xử lý "Semi-active";

❖ Xử lý nước thải chứa dầu mỡ;

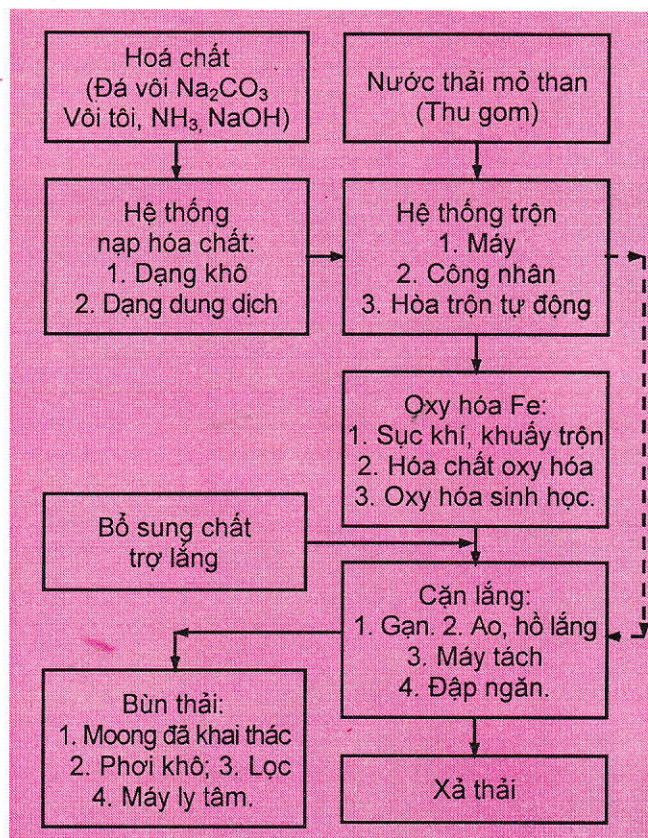
❖ Các hệ thống xử lý nước thải bằng hợp chất KABENLIS,....

Những nguyên lý trên được trình bày chi tiết trong các công trình nghiên cứu của các tác giả thuộc Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Trường Đại học Mỏ-Địa chất và một số tác giả khác nên không trình bày ở đây. Hiện nay, các mỏ thường tiến hành xử lý nước thải mỏ theo các phương pháp phổ biến sau đây.

2.1. Xử lý theo công nghệ hóa học

Việc xử lý nước thải mỏ theo phương pháp hoá học được tiến hành theo nguyên lý gồm 5 bước chính là:

- ❖ Điều hòa, kiểm soát lưu lượng và đặc tính của nguồn thải;
- ❖ Trung hòa bằng các hóa chất;
- ❖ Oxy hóa, làm kết tủa các ion kim loại dạng hòa tan;
- ❖ Lắng cặn của các hydroxit kim loại và các chất rắn lơ lửng khác;
- ❖ Loại bỏ bùn cặn.



H.1. Sơ đồ xử lý nước thải mỏ than bằng hoá chất (theo Wildeman-1994) [2]

Đây là phương pháp được sử dụng khá rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới. Việt Nam cũng đang áp dụng nguyên lý xử lý này ở một số mỏ vùng Quảng Ninh (Mông Dương, Khe Chàm). Tuy nhiên, tùy theo tính chất của nước (thông qua kết quả phân tích mẫu nước) và lưu lượng của nước thải mỏ mà ở từng nơi nên tính toán để áp dụng những hệ thống khác nhau. Việc tính toán cần thiết để lượng hoá các hóa chất, chất trợ lắng nhằm nâng cao hiệu quả xử lý và giảm chi phí đầu tư, vận hành. Wildeman (1994) đã nghiên cứu về nước thải mỏ và đưa ra sơ đồ công nghệ chung cho việc xử lý nước thải mỏ có tính axit bằng kiềm và oxy hóa Fe thể hiện ở sơ đồ (hình H.1). Sơ đồ này khá phù hợp với đặc điểm nước thải mỏ của vùng Quảng Ninh.

2.2 Nghiên cứu và xử lý bằng sinh học

Theo phương pháp này, các chất ô nhiễm trong nước thải mỏ được xử lý bằng việc sử dụng các phản ứng sinh học. Nhờ đó, việc giảm hàm lượng sunfat bằng sinh học để làm thay đổi tính axit của nước, đồng thời kết tủa các kim loại ở dạng sunfit. Đây là phương pháp được áp dụng trên thế giới nhưng chưa được ứng dụng rộng rãi ở Việt Nam. Tuy nhiên, nếu được áp dụng thì đây là phương pháp có nhiều ưu điểm.

2.3 Xử lý nước thải mỏ bằng phương pháp Wetlands

Phương pháp "Wetlands" có thể hấp thu Fe và các ion kim loại khác ở trong nước, làm giàu limonit (hợp chất của hydroxit sắt III). Phương pháp này được Hammer và Bastian nghiên cứu áp dụng từ năm 1989. Bản chất của phương pháp này là sử dụng đầm lầy nhân tạo để xử lý nước thải mỏ và giảm thiểu tác hại do ô nhiễm của nước thải thông qua sự tương tác của đầm lầy với nước thải mỏ. Chất lượng nước sau khi đi ra khỏi đầm lầy được cải thiện một cách đáng kể với sự giảm nhiều của các ion Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} và pH tăng từ 2,5÷3,5 tới 4÷6, thậm chí đạt xấp xỉ đến mức trung tính. Ngày nay, nhiều mỏ than ở Mỹ, Đức và Anh đã sử dụng đầm lầy nhân tạo để xử lý nước thải mỏ có hiệu quả.

Bảng 4. Một số ví dụ về xử lý nước thải mỏ bằng Wetlands

Hệ thống	Dạng nguồn	Kích thước, m ²	Lưu lượng, l/phút	Thời gian lưu, ngày	Năm khai thác	Chất nền
1MP1	Mỏ than	5.700	73	-	72	-
Tracy-large	Mỏ than	420	30-57	3,8-7,5	12	-
Tracy-small	Mỏ than	108	23-30	1,88-2,47	12	Đá vôi/bãi than bùn
Simcone-4	Mỏ than	2.623	328	4,2	48	Đá vôi/phân nấm
Kentucky	Mỏ than	180	5,9	5,1	25,6	Bãi than bùn
Kentucky	Mỏ than	180	5,9	5,1	25,6	Phân nấm
Big five tunnel	Mỏ than	18,3	3,6	3,4	36	Phân nấm
Big five tunnel	Mỏ than	18,3	3,6	3,4	24	Bãi than bùn

Phương pháp này hứa hẹn áp dụng tốt ở các mỏ có những diện tích rộng, ngập hoặc bán ngập nước. Ở Việt Nam mới chỉ nghiên cứu trên lý thuyết, chưa áp dụng cụ thể trong xử lý nước thải mỏ.

2.4. Phương pháp ALD - Anoxic limestone drains

Đây là một phương pháp đơn giản bằng việc sử dụng mương đá vôi yếm khí (ALD). Bản chất của phương pháp là dùng loại mương mà trong lòng có chôn lớp đá vôi để xử lý nước thải mỏ có tính axit. Nước thải mỏ được dẫn vào mương, pH của nước thải mỏ được tăng lên do phản ứng với đá vôi. Phản ứng xảy ra trong điều kiện hiếu khí, các viên đá vôi khi cho nước thải đi qua sẽ bị bao bọc bởi những lớp sắt oxit và sắt hydroxit. Ngoài ra người ta còn cho thêm kiềm vào hệ thống khi nguồn nước thải mỏ có tính axit nhằm nâng pH lên nhanh hơn. Dòng nước thải từ mương yếm khí đi ra môi trường, có điều kiện hiếu khí sẽ tiếp tục oxy hóa kim loại, thủy phân và tạo các phản ứng kết tủa.

Nếu hệ thống mương đá vôi yếm khí trước một hệ thống xử lý hiếu khí để xử lý kim loại thì hiệu quả xử lý các phương pháp sẽ tăng lên. Khi sử dụng ALD ở trước một đầm lầy nhân tạo hiếu khí, ALD có thể cung cấp khả năng và điều kiện thuận lợi cho Wetlands loại bỏ kim loại. Hệ thống Wetlands hoạt động hiệu quả nhất khi pH của mỏ nhỏ hơn 6.0. Điều này thuận lợi và có thể áp dụng vào điều kiện một số mỏ ở Việt Nam.

Hiện nay, công ty than Vàng Danh đã nghiên cứu và xây dựng hệ thống xử lý nước thải mỏ bằng đá vôi. Hệ thống xử lý này được xây dựng bao gồm một hệ thống các bể gồm nhiều ngăn, các ngăn được chứa đầy các hạt đá vôi. Nước thải có tính axit mạnh khi đi qua các lớp đá vôi sẽ xảy ra phản ứng để tạo $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ khử tính axit trong nước thải. Đồng thời, nó tạo môi trường để kết tủa các chất Fe và Mn. Công ty than Hà Lâm - với sản lượng than khai thác ngày một tăng, nên lượng nước thải hầm lò lên tới $180 \text{ m}^3/\text{h}$. Do vậy hệ thống xử lý nước thải cũ không thể đáp ứng được nhu cầu xử lý hiện tại. Mặt khác, nhu cầu sử dụng nước công nghiệp và sinh hoạt của công ty ngày một tăng (2015), các moong nước trong khu vực không còn, do vậy đòi hỏi phải có nguồn cung cấp nước ổn định cho sản xuất và sinh hoạt. Nếu các hệ thống xử lý hoạt động tốt, có thể sử dụng nước thải mỏ xử lý để sử dụng cho những mục đích khác trong đó có mục đích phục vụ ăn uống sinh hoạt.

3. Kết luận

❖ Nước thải mỏ than vùng Quảng Ninh là một nguồn gây ô nhiễm môi trường nếu không được xử lý vì chúng có độ pH thấp, độ đục cao và chứa

những thành phần kim loại hoà tan lớn. Bởi vậy việc xử lý các nguồn nước thải mỏ than như kế hoạch của VINACOMIN đã nêu là một chủ trương đúng đắn cần được thực hiện triệt để và kịp thời.

❖ Có thể áp dụng các công nghệ xử lý nước thải mỏ khác nhau cho các mỏ than ở vùng Quảng Ninh. Tuy nhiên khi áp dụng cần tính toán cụ thể để có công nghệ phù hợp nhất và hiệu quả cao.

❖ Nước thải từ các mỏ than nếu được xử lý sẽ góp phần quan trọng trong việc cải tạo môi trường khu vực mỏ than, nhất là môi trường nước, góp phần cải thiện, nâng cao đời sống sinh hoạt của nhân dân. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trung tâm Quan trắc môi trường, Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Quảng Ninh (2010). Báo cáo kết quả quan trắc hiện trạng môi trường tỉnh Quảng Ninh quý I, 2010.
2. Nguyễn Anh Tuấn. Nghiên cứu bảo vệ nguồn nước mặt, xử lý nước thải từ các mỏ than khu vực trung tâm thị xã Cẩm Phả-Tỉnh Quảng Ninh. Luận văn thạc sĩ kỹ thuật. Trường Đại học Mỏ-Địa Chất, Hà Nội. 2011.
3. Trần Quang Tuấn. Nghiên cứu điều kiện hình thành và ảnh hưởng của nước thải mỏ đối với khai thác than tại mỏ Khe Chàm-Quảng Ninh. Luận văn thạc sĩ kỹ thuật. Trường Đại học Mỏ-Địa Chất, Hà Nội. 2010.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

Waste water from coal mines typically have low pH, high acidity and contain dissolved metals with high concentrations, exceeding the permitted standards. If not being treated, this kind of waste water will pollute the environment, especially surface water and groundwater of the region, affecting people's lives. Vietnam Coal and Mineral Group (VINACOMIN) are actively building the waste water treatment systems so that by 2014 all waste water in the coal mines will be treated. Waste water treatment technology in the developed countries can be applied to Quảng Ninh region. However, it should be based on quality and characteristics of water to calculate the appropriate technology choices for each area and mine.