

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG NƯỚC DO TUYỂN QUẶNG VÀNG TẠI MỎ ĐẮK SA, TỈNH QUẢNG NAM

ĐẶNG PHƯƠNG THẢO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Môi - Địa chất

TRẦN ANH TÀI<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Công ty TNHH Phước Sơn

## Tóm tắt:

Trong ngành công nghiệp khai thác mỏ vàng, công nghệ hòa tách xyanua là công nghệ chủ đạo để thu hồi vàng từ các loại quặng và quặng tinh vàng gốc. Nước thải chứa xyanua mỏ từ quá trình tuyển quặng vàng tác động đến hệ sinh thái địa phương. Nước thải bị ô nhiễm với nồng độ xyanua và kim loại nặng cao. Do đó, nước thải cần được cách ly với môi trường và xử lý để tránh các tác động tới môi trường sinh thái. Bài báo này nghiên cứu đánh giá tác động môi trường (ĐTM) do Nhà máy tuyển vàng tại mỏ vàng Đắk Sa, huyện Phước Sơn, tỉnh Quảng Nam. Bài báo đã khảo sát chất lượng nước hồ chứa và nước mặt tại nguồn tiếp nhận nước thải sau khi xử lý của mỏ vàng Đắk Sa. Kết quả nghiên cứu cho thấy, chất lượng nước hồ chứa và nước mặt tại suối Đắk Sa có chỉ tiêu hàm lượng xyanua CN<sup>-</sup>, các kim loại, pH, TSS, COD, BOD<sub>5</sub>... nhỏ hơn giới hạn cho phép so với quy chuẩn Việt Nam.

**Từ khóa:** Tác động môi trường; xyanua; tuyển quặng; ô nhiễm; công nghiệp khai khoáng.

Nhận bài: 11/8/2023. Sửa chữa: 24/8/2023;

Duyệt đăng: 25/9/2023.

## 1. Đặt vấn đề

Trong ngành công nghiệp khai thác mỏ vàng, công nghệ hòa tách xyanua là công nghệ chủ đạo để thu hồi vàng từ các loại quặng và quặng tinh vàng gốc. Công nghệ thu hồi vàng bằng hòa tách xyanua (xyanua hóa quặng vàng) là quá trình chuyển vàng trong quặng sang dạng phức chất xyanua Au (CN)<sub>2</sub> hòa tan trong nước và sau đó thu hồi vàng từ dung dịch [3]. Tuy nhiên, xyanua có xu hướng dễ dàng phản ứng với hầu hết các nguyên tố hóa học khác, tạo ra nhiều loại phức chất liên quan đến xyanua. Tùy thuộc vào kim loại tham gia, các phức chất có thể là axit phân ly yếu như trường hợp của Ag, Cd, Cu, Ni, Zn, Hg, hoặc axit phân ly mạnh như Fe, Au, Co, Pt hoặc Pd [6]. Những phức chất này là chất ô nhiễm nguy hiểm, độc hại có trong nước thải có thể ảnh hưởng xấu đến con người và đời sống thủy sinh. Nước thải đầu ra có chứa các phức chất xyanua phải được xử lý để giảm nồng độ xyanua xuống dưới mức quy định. Tiêu chuẩn nước uống cho phép đối với xyanua được yêu cầu là <

## STUDY WATER ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS DUE TO PROCESSING GOLD IN DAK SA GOLD MINE, QUANG NAM

### Abstract:

In the mining industry, cyanide which converts the gold into a water-soluble cyanide complex Au (CN)<sub>2</sub>, is widely used a reagent for extracting gold from ores. Mine wastewater resulted in processing gold impacts on the local ecosystem. The wastewater is contaminated with a high cyanide and heavy metal species concentration. An effluent should be treated so as to avoid ecological impacts. In this paper the status of the gold processing and its environmental implications in Dak Sa gold mine in Quang Nam Province have been investigated. Based on monitoring data, it shown that treated waste water and surface water quality at receiving water source at Dak Sa stream appear clear and concentrations of cyanide, metals, TSS, COD, BOD<sub>5</sub> and pH do not exceed the safety level of Vietnamese standards.

**Keywords:** Environmental implication, cyanide, gold processing, pollution, mining industry.

**JEL Classifications:** Q51, Q52, Q53, Q59.

0,07 mg/L CN<sup>-</sup> (Tổ chức Y tế Thế giới), < 0,5 mg/L CN<sup>-</sup> (Ngân hàng Thế giới) và < 0,05 mg/L CN<sup>-</sup> (Việt Nam).

Mỏ vàng Đắk Sa thuộc Công ty vàng Phước Sơn (huyện Phước Sơn, tỉnh Quảng Nam). Hiện nay là mỏ vàng lớn nhất của Việt Nam, với trữ lượng 30 tấn, công suất chế biến 180.000 tấn quặng/năm. Toàn cảnh mỏ vàng Đắk Sa và Nhà máy tuyển quặng vàng được thể hiện trong Hình 1.

Đến năm 2009, việc kiểm soát xyanua trong quá trình chế biến quặng vàng vẫn chưa được quan tâm ở Việt Nam. Tuy nhiên, những năm gần đây, các quy định về môi trường tại Việt Nam đã trở nên nghiêm ngặt hơn đối với xyanua.

Vì vậy, mỏ vàng Đắk Sa đã lắp đặt hệ thống xử lý xyanua để làm giảm hàm lượng xyanua trước khi xả nước thải ra môi trường. Bài báo đã khảo sát chất lượng nước hồ chứa và nước mặt tại nguồn tiếp nhận nước thải chứa xyanua sau khi đã xử lý và đưa ra một số biện pháp cải thiện, quản lý nước thải tại mỏ vàng Đắk Sa.



▲ Hình 1. Toàn cảnh mỏ vàng Đăk Sa và Nhà máy tuyển quặng vàng

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Phương pháp quan trắc và lấy mẫu tại hiện trường

Đối với mẫu môi trường nước thải được lấy vào buổi sáng tại mỏ vàng. Phương pháp quan trắc và phân tích bao gồm các chỉ tiêu hóa lý (pH, TSS, BOD<sub>5</sub>, COD), các chất dinh dưỡng (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), các kim loại dạng vết (As, Cd, Cu, Fe, Pb, Ni, Hg, Zn, Cr), Coliform và Xyanua... được mô tả ở Bảng 2 và Bảng 3.

**Vị trí lấy mẫu:** Trên cơ sở khảo sát thực tế tại khu vực mỏ vàng Đăk Sa, đề tài đã xác định và thực hiện quan trắc các vị trí được mô tả ở Bảng 1, ngày lấy mẫu 1/11/2021 – 2/2/2012. Đề tài đã tiến hành lấy 3 mẫu nước thải tại hồ chứa sau xử lý xyanua, 3 mẫu nước mặt tại sông Đăk Sa

### 2.2. Các phương pháp xử lý số liệu, tính toán và so sánh đánh giá

Xử lý, tính toán số liệu bằng phương pháp thống kê. Sử dụng các tiêu chuẩn cho phép, các ngưỡng chuẩn để đánh giá chất lượng môi trường tại khu vực tại mỏ vàng Đăk Sa.

## 3. Kết quả và thảo luận

Để đánh giá ảnh hưởng của hoạt động khai thác, tuyển vàng đến chất lượng nước mặt, nước thải, Đề tài

Bảng 1. Vị trí các điểm lấy mẫu

STT	Ký hiệu	Ngày lấy mẫu	Vị trí các điểm lấy mẫu
1	HC 1	1/11/2021	Nước thải tại hồ chứa nước thải sau xử lý
2	HC 2	1/12/2021	Nước thải tại hồ chứa nước thải sau xử lý
3	HC 3	2/2/2022	Nước thải tại hồ chứa nước thải sau xử lý
4	NM 1	2/11/2021	Vị trí xả thải nước thải sản xuất sau xử lý trên suối Đăk Sa
5	NM 2	2/11/2021	Trên suối Đăk Sa, cách vị trí xả nước thải sau xử lý khoảng 100m về phía thượng lưu suối Đăk Sa
6	NM 3	2/11/2021	Trên suối Đăk Sa, cách vị trí xả nước thải sau xử lý 100m về phía hạ lưu suối Đăk Sa

đã tiến hành lấy 3 mẫu nước thải tại hồ chứa sau xử lý nước thải chứa xyanua, 3 mẫu nước mặt tại sông Đăk Sa. Kết quả phân tích các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước mặt và nước thải được thể hiện tương ứng trong Bảng 2 và Bảng 3.

### 3.1. Ảnh hưởng của tuyển khoáng vàng đến chất lượng nước

#### 3.1.1. Phân tích mẫu nước tại hồ 1 sau xử lý nước thải chứa xyanua

Kết quả phân tích chất lượng nước tại hồ 1 sau hệ thống xử lý nước thải chứa xyanua cho thấy: Các chỉ tiêu phân tích đều nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 40:2011/BTNMT, cột B: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp.

#### 3.1.2. Phân tích mẫu nước tại suối Đăk Sa

Kết quả phân tích chất lượng nước mặt tại 3 điểm trên suối Đăk Sa cho thấy, các chỉ tiêu phân tích đều

Bảng 2. Kết quả phân tích chất lượng nước tại hồ 1 sau khi xử lý

TT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp/ Thiết bị quan trắc	Kết quả			QCVN 40:2011/ BTNMT, cột B
				HC 1 11/2021	HC 2 12/2021	HC3 2/2022	
1	pH	-	WQC 24	6,21	6,8	6,9	5,5-9
2	BOD <sub>5</sub> (20° C)	mg/L	TCVN 6001-1:2008	7,6	-	-	40,5
3	COD	mg/L	TCVN 6491:1999	11,7	106,3	21,6	121,5
4	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	TCVN 6625:2000	58,5	25,5	34,6	81
5	Asen (As)	mg/L	SMEWW 3113B:2012	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,081
6	Cadimi (Cd)	mg/L	SMEWW 3113B:2012	< 0,0001	< 0,001	< 0,001	0,081
7	Chì (Pb)	mg/L	SMEWW 3113B:2012	< 0,001	< 0,0005	< 0,0005	0,405
8	Thủy ngân (Hg)	mg/L	TCVN 7877:2008	< 0,0005	< 0,003	< 0,003	0,0081
9	Crom (VI)	mg/L	SMEWW 3113B:2012	< 0,003	< 0,03	< 0,03	0,081
10	Đồng (Cu)	mg/L	TCVN 6193:1996	< 0,002	< 0,002	< 0,002	1,62
11	Kẽm (Zn)	mg/L	TCVN 6193:1996	0,05	0,12	< 0,01	2,43
12	Niken (Ni)	mg/L	TCVN 6193:1996	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,405

TT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp/ Thiết bị quan trắc	Kết quả			QCVN 40:2011/ BTNMT, cột B
				HC 1 11/2021	HC 2 12/2021	HC3 2/2022	
13	Sắt (Fe)	mg/L	TCVN 6177: 1996	< 0,03	< 0,03	< 0,03	4,05
14	Cyanua (CN <sup>-</sup> )	mg/L	SMEWW 4500-CN-C&E: 2012	< 0,03	< 0,04	< 0,05	0,07
15	Tổng Photpho (tính theo P)	mg/L	TCVN 6202:2008	0,1	< 0,3	< 0,3	4,86
16	Coliform	MPN/ 100mL	TCVN 6187-2:1996	930	750	1,1x10 <sup>3</sup>	5.000

nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 08-MT: 2015/ BTNMT (B1). Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt, cột B1: quy định giá trị giới hạn các thông số khi dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi, hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự, hoặc các mục đích sử dụng như loại B2. [2]

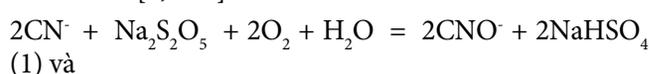
### 3.2. Các biện pháp giảm thiểu ảnh hưởng của tuyến vàng tại Nhà máy tuyển vàng mỏ Đắc Sa

#### Xử lý ô nhiễm do quy trình tuyển quặng

Các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm do quy trình ngâm tách chiết tuyển vàng là xyanua nồng độ cao, chất rắn lơ lửng, các kim loại nặng. Do đó, hệ thống xử lý nước thải chứa xyanua được thiết kế để xử lý dòng quặng đuôi từ Nhà máy tuyển vàng Đắc Sa, có nồng độ

xyanua ban đầu khoảng 100 - 200 mg/L và lưu lượng trung bình khoảng 150 m<sup>3</sup>/ngày.

Phản ứng hóa học chung của quá trình khử độc diễn ra như sau [4,7 - 8]:



Kết quả của quá trình khử độc là toàn bộ các dạng xyanua đều bị phân hủy, các kim loại cơ bản (đồng, kẽm, niken) đều kết tủa ở dưới các dạng hydroxit rắn. Xyanua bị oxy hóa thành xianat (OCN<sup>-</sup>). Phản ứng cũng sản sinh ra một số axit và những axit này bị vôi trung hòa thành Sunphat, Natri Sunphat. Xyanua sắt thì kết tủa dưới dạng hợp chất rắn rất khó phân hủy.

**Bảng 3. Kết quả phân tích chất lượng nước mặt tại nguồn tiếp nhận nước thải (suối Đắc Sa)**

TT	Tên tiêu chí	Đơn vị	Phương pháp/Thiết bị quan trắc	Kết quả			QCVN 08-MT:2015/ BTNMT (B1)
				NM 1	NM 2	NM 3	
1	pH	-	WQC 24	7,22	7.67	7.35	5,5 - 9
2	DO	mg/L	WQC 24	5,37	5,23	5,23	≥ 4
3	TSS	mg/L	TCVN 6625:2000	31,2	32,8	33,8	50
4	BOD <sub>5</sub>	mg/L	TCVN 60001-1:2008	7	11	8	15
5	COD	mg/L	TCVN 6491:1999	18	24	19	30
6	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	EPA Method 350.2	0,178	0,207	0,145	0,9
7	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	mg/L	TCVN 6202:2008	0,207	0,188	0,134	0,3
8	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	TCVN 6187:1996	0,022	0,027	0,067	0,05
9	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	TCVN 6180:1996	2,355	2,823	2,769	10
10	Cl <sup>-</sup>	mg/L	TCVN 6194:1996	12,2	11,5	12,8	350
11	Tổng dầu mỡ	mg/L	SMEWW 5520 B: 2017	0,22	0,21	0,24	1
12	F <sup>-</sup>	mg/L	SMEWW 4500-F-B&D:2012	0,05	0,02	0,04	1,5
13	CN <sup>-</sup>	mg/L	SMEWW 4500-CN-C&E:2012	0,012	0,007	0,010	0,05
14	As	mg/L	SMEWW 3113 B:2012	0,007	0,003	0,005	0,05
15	Cd	mg/L	SMEWW 3113B:2012	0,001	0,0008	< 0,0006	0,01
16	Pb	mg/L	SMEWW 3113B:2012	< 0,0015	0,0017	0,002	0,05
17	Tổng Crom	mg/L	SMEWW 3113B:2012	0,0005	0,0008	< 0,0003	0,5
18	Cu	mg/L	TCVN 6193:1996	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,5
19	Zn	mg/L	TCVN 6193:1996	< 0,04	< 0,04	< 0,04	1,5
20	Ni	mg/L	TCVN 6193:1996	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,1
21	Mn	mg/L	SMEWW 3500-MN.B:2012	0,03	0,05	0,05	0,5

22	Hg	mg/L	TCVN 7877:2008	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,001
23	Fe	mg/L	TCVN 6177:1996	1,3	1,1	1,4	1,5
24	Chất HDBM	mg/L	TCVN 6622-1:2000	0,06	0,04	0,09	0,4
25	Coliform	mg/L	TCVN 6187-2:1996	4.000	4.400	3.900	7.500
26	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	SMEWW 4500-SO42-E:2012	68,4	49,4	58,3	-
27	Tổng phenol	mg/L	TCVN 6216:1996	0,0025	0,0016	0,0021	0,01

Quặng đuôi thải từ công đoạn ngâm chiết vàng được thu gom về bồn khử độc xyanua bằng Natri Metabisunphit (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), làm giảm nồng độ xyanua trong nước thải khoảng 100 - 200mg/l xuống trung bình 5mg/l, độ pH được giữ trong khoảng 8,5 - 9, bồn khử độc được khuấy khí liên tục để cung cấp oxy.

Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống hồ thải được trình bày trên Hình 2 [5].

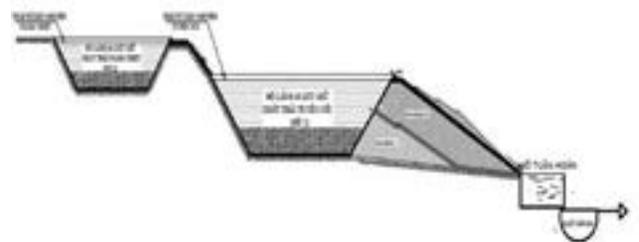
Sau đó, chất thải được bơm xuống hồ 2, tại đây, xyanua sẽ tiếp tục phân hủy nhờ lượng Natri Metabisunphit tồn dư được bơm cùng nước thải ra hồ chứa, đồng thời được oxy hóa bằng oxy trong tự nhiên. Sau khi được xử lý tại hồ 2, nồng độ là CN<sup>-</sup> ≤ 1 mg/L và được bơm vào hồ 1. Tại hồ 1, nước thải được lưu giữ khoảng 100 - 150 ngày, do quá trình phân hủy tự nhiên diễn ra trong hồ 1, nồng độ CN<sup>-</sup> giảm < 0,07 mg/L. Nước hồ 1 sau khi xử lý được bơm vào hồ tuần hoàn để Nhà máy tái sử dụng nhằm tiết kiệm nước, giảm phát thải ra môi trường và xả ra nguồn tiếp nhận suối Đắk Sa. Các chỉ số đều nhỏ hơn giới hạn cho phép so với tiêu chuẩn (QCVN 40:2011/BTNMT). Những chỉ tiêu khác gồm các kim loại, pH, TSS, COD, BOD<sub>5</sub>... được phân tích đều nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 40:2011/BTNMT.

Hệ thống quan trắc tự động nước thải chế biến được lắp đặt. Các thông số quan trắc tự động bao gồm: Lưu lượng nước thải đầu vào và đầu ra; pH, Nhiệt độ, COD, TSS, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Tổng CN<sup>-</sup>, Fe, tại vị trí trước khi xả ra suối Đắk Sa.

Lưu lượng tối đa nước thải từ hồ chứa ra suối khoảng 250m<sup>3</sup>/h, là lưu lượng rất nhỏ so với lưu lượng trung bình suối Đắk Sa 5823m<sup>3</sup>/h, tương đương khoảng 4,3% lượng nước suối Đắk Sa. Do đó, việc xả nước thải không ảnh hưởng đến môi trường thủy sinh tiếp nhận, hệ sinh thái tại Đắk Sa.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ TN&MT (2011), QCVN 40:2011/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp.
2. Bộ TN&MT (2015), QCVN 08:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt.
3. Botz, M., *Cyanide Treatment Methods, in Mining Environmental Management, Mining Journal Books, London, UK, 2001.*
4. Botz, M., Mudder T. & Akcil A., *Cyanide treatment: physical, chemical and biological processes, pp. 672 - 675. In: Adams M. (ed.), Advances in Gold Ore Processing. Elsevier, Amsterdam, 2005.*



▲ Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống hồ thải

## 4. Kết luận

Từ kết quả qua trắc và phân tích mẫu nước tại hồ chứa sau khi xử lý nước thải và mẫu nước thải tại các vị trí trên suối Đắk Sa cho thấy, các chỉ tiêu hàm lượng xyanua CN<sup>-</sup>, các kim loại, pH, TSS, COD, BOD<sub>5</sub>... có hàm lượng nhỏ hơn giới hạn cho phép so với quy chuẩn Việt Nam. Hoạt động xả nước thải của Nhà máy tuyển vàng Đắk Sa không có tác động đến chất lượng nước của nguồn nước suối Đắk Sa.

Do lưu lượng nước thải từ hồ ra suối là rất nhỏ so với lưu lượng suối, nên không ảnh hưởng đến môi trường, hệ sinh thái thủy văn suối Đắk Sa.

Khai thác chế biến vàng ảnh hưởng nhiều khía cạnh khác nhau tới môi trường, cuộc sống của người dân địa phương, vì vậy, cần có sự quan tâm của tất cả các bên liên quan, cụ thể là Công ty sở hữu mỏ và chính quyền địa phương. Theo đó, Công ty cần nghiêm túc thực hiện quy trình khai thác theo thiết kế chế biến đã được phê duyệt và các quy định về BVMT, quản lý mỏ để ngăn chặn, suy giảm chất lượng nước. Chính quyền địa phương cần giám sát, tăng cường thanh tra các đơn vị khai thác về việc thực hiện các quy định BVMT và xử lý triệt để các hoạt động vi phạm ■

5. Công ty TNHH Vàng Phước Sơn, *Tần Thủy (2022), Báo cáo xả thải vàng Phước Sơn.*
6. Hanela, S.; Duran, J., Jacobo, S., *Removal of iron-cyanide complexes from wastewaters by combined UV - ozone and modified zeolite treatment, Journal of Environmental Chemical Engineering 3, 1794 - 1801, 2015.*
7. Kuyucak, N., Akcil, A., *Cyanide and removal options from effluents in gold mining and metallurgical processes, Minerals Engineering 50 - 51 (2013) 13 - 29.*
8. Mudder, T.I., Botz, M.M., Smith, A., *Chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes, second ed. Mining Journal Books, London, UK, 2001.*