

KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG MÀNG PHUN ÁP LỰC ĐỂ CHỐNG THẨM CHO HỒ THẢI QUẶNG ĐUÔI

HOÀNG THỊ XUÂN, LÊ HỮU KHƯƠNG

Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim

HOÀNG VIỆT CƯỜNG

Công ty TNHH Thiết bị Bảo Kim

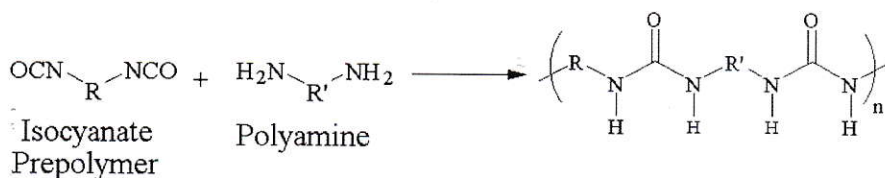
Email: hoangxuan.xd68@gmail.com

Tại Việt Nam, theo kết quả nghiên cứu của Trung tâm Môi trường Công nghiệp (CIE) thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim, quặng đuôi ở nhiều cơ sở khai thác và chế biến khoáng sản đều có hàm lượng kim loại rất cao. Hàm lượng các kim loại nặng độc hại như Cd, Zn, As, Ni, Cu, Pb, Mn, Fe ở một số mỏ đều vượt xa quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng quặng đuôi nguy hại [1]. Trong môi trường hồ thải, quá trình thải và lắng đọng liên tục làm tăng diện tích tiếp xúc của quặng đuôi, do đó, tính linh hoạt của kim loại trong quặng đuôi thường tăng cao dẫn đến nguy cơ oxy hóa kim loại, hình thành dòng chảy axit. Các chất xúc tác được sử dụng trong quá trình chế biến khoáng sản cũng làm thay đổi đặc tính hóa học của hóa chất sau tuyển gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới môi trường [2].

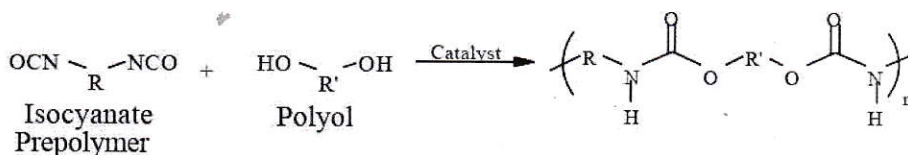
Thông thường, hồ thải chứa quặng đuôi có tính

chất nêu trên thường được lót chống thấm bằng đất sét, màng tổng hợp hoặc kết hợp giữa hai loại này theo sơ đồ một lớp, hai lớp hoặc phối hợp [3]. Tuy nhiên, việc chống thấm bằng đất sét có giá thành cao và không khả thi với các địa hình sườn dốc. Các loại màng tổng hợp đang được sử dụng như PVC, LLDPE, BGM, CGL và phổ biến nhất là HDPE lại có tuổi thọ thấp do tác động của nhiệt độ và nguy cơ rò rỉ qua vị trí các mối hàn.

Màng phun áp lực Polyurea là lớp màng được tạo ra từ hỗn hợp hai thành phần vật liệu phun trên một bề mặt đã được chuẩn bị theo yêu cầu kỹ thuật. Công nghệ này không chỉ tạo ra lớp màng phun đàn hồi, kháng hóa chất tốt, khả năng chống thấm tương tự HDPE mà còn liền mạch, không có mối hàn và khả năng chịu nhiệt, chống lão hóa, chống biến dạng do nhiệt tốt, thích hợp với mọi loại bề mặt địa hình [4].



H.1. Phản ứng hình thành Polyurea



H.2. Phản ứng hình thành Polyurethane

Sau thời gian nghiên cứu về đặc điểm, tính chất của màng phun áp lực thử nghiệm (MS678), xét thấy các điều kiện có thể đáp ứng khi áp dụng tại Việt Nam, Nhóm nghiên cứu đã phối hợp với Công ty TNHH Khai thác Chế biến Khoáng sản Núi Pháo,

Trung tâm Hóa chất BASF để lập quy trình công nghệ thi công màng phun áp lực và thử nghiệm tại Hồ chứa nước thải ROM SED#2 của mỏ Núi Pháo. Hiệu quả của màng phun áp lực phụ thuộc vào tính chất của màng phun và quy trình phun, hai thông số này được

đặc trưng bởi các kết quả thí nghiệm trong phòng thí nghiệm và quan trắc tại hiện trường.

2. Khái quát về màng phun áp lực Polyurea và thử nghiệm tại mỏ Núi Pháo

Các phản ứng Isocyanate khác nhau tạo ra các lớp phủ hóa chất với 3 phân đoạn: Polyurethane, Polyurea và lai Polyurethane/Polyurea [5].

Lớp phủ Polyurethane là kết quả phản ứng giữa Isocyanate (thành phần A) và Polyol (thành phần B). Lớp phủ Polyurea tinh khiết là kết quả phản ứng giữa Isocyanate (thành phần A) và Polyamine (thành phần B). Lớp phủ lai Polyurethane/Polyurea là sự kết hợp của hai hệ thống Polyurea và Polyurethane [5].

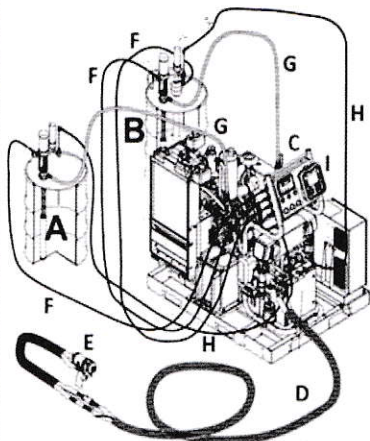
Sản phẩm phản ứng của Polyamine, Polyol/Isocyanate có cấu trúc kiểu chuỗi, bao gồm "n" phân tử được liên kết mạnh mẽ với nhau. Cấu trúc chuỗi này cùng xương sống Polyether đã tạo nên các tính chất vượt trội của Polyurea. Màng phun áp lực chống thấm thường được sử dụng là lớp phủ Polyurea tinh khiết hoặc lớp phủ lai Polyurethane/Polyurea [5].

Độ ẩm và nhiệt độ không ảnh hưởng quá lớn đến hiệu suất đóng rắn của Polyurea tinh khiết nhưng lại là vấn đề lớn với Polyurea lai. Phản ứng tạo màng xảy ra nhanh và không sử dụng chất xúc tác, do đó có thể gây ra các sự cố trong quá trình phun. Điều này được giải quyết bằng cách sử dụng một thiết bị phun áp suất cao. Với thiết bị áp suất

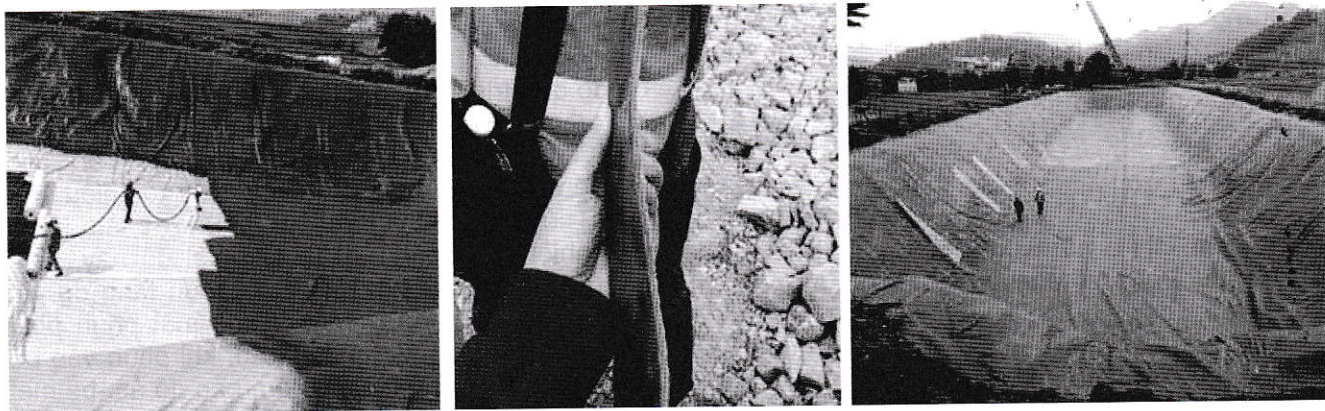
cao, thời gian gia nhiệt giảm xuống 7 đến 8 giây, tốc độ và khối lượng vật liệu phun tới bề mặt tăng, do đó quá trình phun sẽ tương thích với phản ứng tạo màng.

Thiết bị phun Polyurea phải đảm bảo các nguyên tắc: Thứ nhất, tạo ra áp suất tối thiểu 160 bar. Thứ hai, hai thành phần phải được làm nóng đến nhiệt độ khoảng 70°C. Ở nhiệt độ này, hiệu quả trộn trong buồng trộn súng phun tăng do vật liệu có độ nhớt thấp. Thứ ba, bề mặt phun phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, ví dụ, khi phun vào bê tông, phải lăn dụng cụ để đảm bảo độ ẩm bề mặt nhỏ hơn 85 %, tránh gây ra hiện tượng chảy màng phun do không đủ độ bám dính. Thứ tư là đảm bảo các điều kiện về môi trường, trong quá trình thi công, nhiệt độ cơ chất phải cao hơn ít nhất 3°C so với điểm sương [6].

Sau quá trình nghiên cứu và xây dựng công nghệ, Nhóm nghiên cứu đã tiến hành phun thử nghiệm tại hồ chứa nước thải ROM SED#2 của mỏ Núi Pháo, vật liệu sử dụng là Polyurea lai MS678, máy phun sử dụng là máy Titan Helix VR2.3. Màng phun được tạo thành bằng cách phun hai lớp, lớp thứ nhất phun trực tiếp lên bề mặt, lớp thứ hai phun trực tiếp lên lớp thứ nhất theo hướng vuông góc. Chi tiết xem bài báo "Công nghệ chống thấm sử dụng màng phun áp lực thay thế màng chống thấm HDPE ở hồ thải quặng đuôi các nhà máy tuyển khoáng" đã đăng trong Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 5 năm 2019.



H.3. Vật liệu phun, thiết bị phun điển hình và máy phun Titan Helix VR 2.3: A - Thùng chứa thành phần A (Iso); B - Thùng chứa thành phần B (Poly); C - Bộ nạp lò phản ứng (nơi đặt máy bơm cao áp có bộ phận gia nhiệt được sử dụng để cung cấp nguyên liệu A và B); D - Vòi nóng (ống lắp đặt thiết bị gia nhiệt được sử dụng để duy trì nhiệt độ thích hợp của các thành phần từ thiết bị tới súng phun); E - Súng phun (thiết bị trộn lẫn các thành phần A và B và sau đó phun ngay lên bề mặt ở áp suất rất cao); F - Ống cung cấp không khí (ống cung cấp không khí từ máy nén khí cho máy bơm và máy khuấy); G - Ống cung cấp các thành phần A và B cho bộ cấp liệu phản ứng; H - Ống tuần hoàn (được sử dụng để di chuyển các thành phần A và B xung quanh thiết bị gia nhiệt); I - Mô đun điều khiển chính của thiết bị [7].



H.4. Phun tại hiện trường, màng phun mẫu và màng phun hoàn thiện

Bảng 1. So sánh chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của màng phun áp lực thử nghiệm và màng HDPE [8]

Nº	Chỉ tiêu kỹ thuật	Tiêu chuẩn	Đơn vị	HDPE	MS678
1	Hệ số thấm	-	cm/s	$10^{-12} \div 10^{-16}$	≈ 0
2	Chiều dày trung bình	ASTMD-5199	mm	2,0	2,0
3	Mật độ	ASTMD-1505	g/cm ³	0,94	1,05
4	Độ bền kéo	-	MPa	21,2	21,4
5	Kháng xuyên thủng	ISO 12236	J	4	7
6	Độ bền xé	BS ISO 34-1	N	195	120
7	Chống oxy hóa	Độ bền kéo ở 85°C trong 90 ngày	%	101,9	100,9
8	Bảo hành	-	năm	-	10
9	Giá thành	-	đồng/m ²	210.000	750.000

3. Kết quả thử nghiệm màng phun áp lực

3.1. Kết quả trong phòng thí nghiệm

Tính chất cơ lý, khả năng chịu nhiệt và kháng hóa chất của màng phun áp lực được đánh giá qua các thông số trong phòng thí nghiệm.

Một số chỉ tiêu về kinh tế, kỹ thuật giữa màng phun áp lực và màng HDPE trước khi sử dụng và sau 6 tháng sử dụng được so sánh trong các Bảng 1 và Bảng 2.

Các kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cho thấy, màng phun áp lực thử nghiệm có tính chất cơ lý tương tự như màng HDPE đang được sử dụng rộng rãi trong hồ thải quặng đuôi hiện nay. Trong đó, màng phun áp lực có độ bền chọc thủng, độ bền chịu nhiệt và độ bền kéo tốt hơn so với màng HDPE.

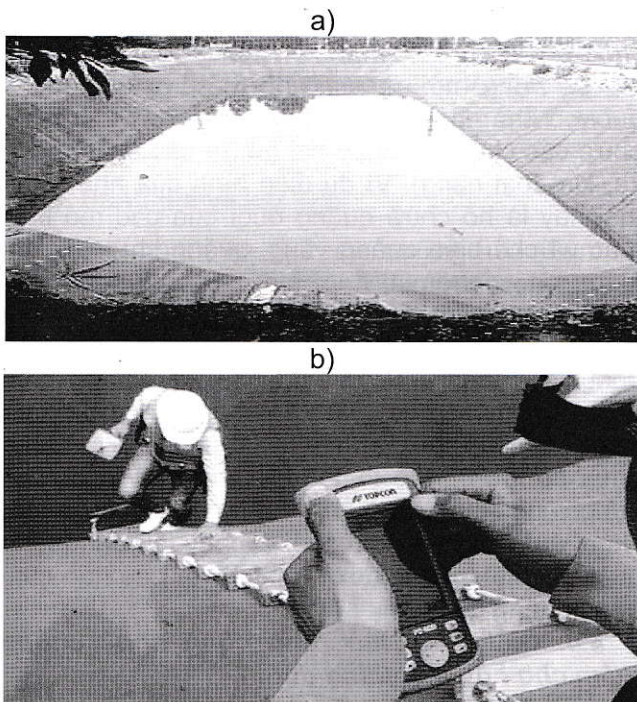
3.2. Kết quả quan trắc thấm tại hiện trường

Hiệu quả phun màng áp lực được đánh giá dựa trên kết quả tính toán cân bằng nước của hồ ROM SED#2 và hệ số thấm tính toán từ kết quả quan trắc. Phương trình cân bằng nước hồ chứa có dòng chảy như sau [11]:

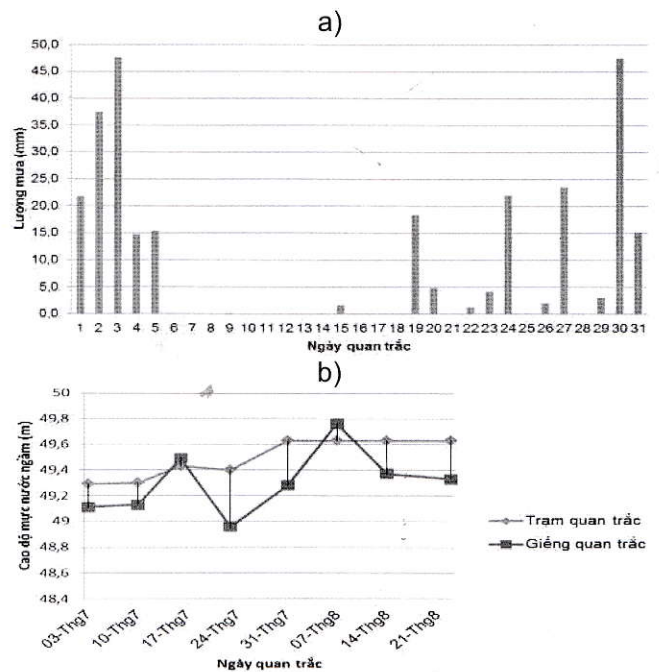
$$X' + Y_1 + W_1 - Z' - Y_2 - W_2 = \Delta U' \quad (1)$$

Bảng 2. So sánh các tính chất cơ lý, khả năng chịu nhiệt và kháng hóa chất của màng phun áp lực và HDPE sau 6 tháng ngâm trong hồ [9], [10]

Nº	Chỉ tiêu cơ lý	Đơn vị	Kết quả		Phương pháp thử
			MS678 [9]	HDPE [10]	
1	Chiều dày	mm	2,07	2,00	ASTM D5199
2	Độ cứng Shore A	-	96	-	ASTM D2240
3	Độ bền xé rách	N	187	203,8	ASTM D1004
4	Độ bền kéo	N/mm	20,9	19,6	ASTM D6693
5	Độ giãn dài khi đứt (khả năng kháng hóa chất)	%	89,8	101,47	ASTM D6693
6	Độ bền kéo sau khi lão hóa ở nhiệt độ cao (khả năng chịu nhiệt)	N/mm	25,56	25,31	ASTM D5721
7	Độ bền chọc thủng	N	521,4	279,9	ASTM D4833



H.5. Quan trắc thấm tại khu vực hồ ROM SED#2: a - Hồ ROM SED#2 thời điểm quan trắc; b - Đo mực nước tại hiện trường



H 6. Kết quả quan trắc lượng mưa, nước ngầm khu vực hồ ROM SED#2: a - Biểu đồ lượng mưa tháng 8/2019; b - Biểu đồ nước ngầm từ ngày 03/7 đến 21/8/2019

Bảng 3. Các thông số cân bằng nước của hồ ROM SED#2

No	Ký hiệu	Tên	HỒ ROM SED#2	Giá trị	Ghi chú
1	X'	Lượng mưa	Mưa trong diện tích lòng hồ và lưu vực chảy vào	3,68 m ³	Lượng mưa nhỏ (1,9 mm), chỉ tính lượng chảy trực tiếp vào mặt hồ, F=1937,38 m ²
2	Y ₁	Lượng nước bơm vào từ mạch trung hòa Bismuth		0,00 m ³	Hồ ngừng vận hành để quan trắc
3	W ₁	Lượng nước ngầm chảy vào hồ	Nước ngầm trong khu vực hồ	0,00 m ³	Mức nước ngầm thấp hơn cao độ đáy hồ
4	Z'	Lượng bốc hơi	Bốc hơi trên bề mặt hồ	77,11 m ³	$Z'=F.\Delta Z=F.1,22.EGGI_{\text{mặt đất}}.t$ [12], [13] $=1937,38.1,22.77,8/1000.13/31=77,11 \text{ m}^3$
5	Y ₂	Lượng nước mặt từ hồ chảy ra	Lượng nước chảy tràn và nước bơm tuần hoàn	0,00 m ³	Mức nước cách bề mặt khoảng 3 m, ngừng vận hành để quan trắc
6	U'	Thay đổi trữ lượng nước của hồ	Chênh lệch mực nước giữa thời điểm đầu và cuối quan trắc tại hồ sau 13 ngày	-73,62 m ³	Mức nước trong hồ ngày 6/8: 58,619 m; ngày 18/8: 58,581 m, F=1937,38 m ²
7	W ₂	Lượng nước ngầm từ hồ chảy ra	Lưu lượng thấm qua màng phun	0,19 m ³	$W_2=(X'+Y_1+W_1-Z'-Y_2-\Delta U')$

Hệ số thấm của màng được tính theo công thức sau [8]:

$$K = \frac{QL}{Aht} \quad (2)$$

Ở đây: K - Hệ số thấm, m/s; Q - Tổng lượng nước

thấm qua mẫu, Q=0,19 m³; L - Chiều dày mẫu, L=0,002 m; A - Diện tích màng phun áp lực nằm dưới mực nước của hồ, F= 2002,48 m²; h - Chênh lệch giữa mực nước ngầm và mực nước trong hồ, h=8,9 m nước; t - Thời gian thử nghiệm, t=13 ngày.

Như vậy, hệ số thấm của màng phun áp lực:

$$K = \frac{QL}{Aht} = \frac{0,19.0,002}{2002,48.8,9.13.24.3600} = 1,89 \times 10^{-12} (\text{cm/s}).$$

Kết quả tính toán cho thấy, lưu lượng thấm qua màng phun nhỏ, hệ số thấm của màng phun áp lực tính toán được là $1,89 \times 10^{-12}$ cm/s tương đương hệ số thấm của màng HDPE, ($k = 10^{-12} \div 10^{-16}$ cm/s). Do diện tích bề mặt lớn và chênh lệch bề mặt chỉ đo được trong phạm vi phần nghìn, nên giá trị tính toán chỉ mang tính chất đánh giá sơ bộ hiệu quả phun màng áp lực. Hệ số thấm tính toán từ lượng thấm nằm trong giới hạn thấm của vật liệu, như vậy, diện tích màng phun xấu nhỏ, không xuất hiện các bất thường lớn, quy trình phun đảm bảo.

4. Khả năng sử dụng màng phun áp lực cho các nhà máy tuyển khoáng

4.1. Ưu điểm

Đối với việc chống thấm cho hồ thải quặng đuôi, màng phun áp lực có nhiều ưu điểm: tốc độ thi công nhanh, công nghệ thi công đơn giản, có thể sử dụng ngay sau khi phun. Do đặc tính của phương pháp thi công, màng phun áp lực thích hợp với nhiều loại bề mặt phun và nhiều loại hồ thải quặng đuôi. Với các đặc tính: lớp màng liền mạch, liên kết tốt với nhiều loại bề mặt (bê tông, HDPE, sắt, thép...), khả năng sửa chữa dễ dàng, kháng hóa chất, chịu nhiệt tốt; chống thấm bằng màng phun áp lực sẽ giảm thiểu các sự cố về môi trường do thấm nước thải quặng đuôi và đảm bảo sự vận hành liên tục của hồ thải.

4.2. Nhược điểm

Áp dụng màng phun áp lực là một công nghệ mới. Việc ứng dụng màng phun còn khó khăn do chưa có tính phổ biến. Thực tế cho thấy, màng phun áp lực yêu cầu máy móc phức tạp, chất lượng màng phun phụ thuộc rất lớn vào tay nghề của nhân viên phun. Tốc độ và chất lượng thi công màng bị chi phối bởi các yếu tố: điều kiện thời tiết, nhiệt độ môi trường, chất lượng lớp nền. Bên cạnh đó, chi phí thi công màng phun áp lực là không hề nhỏ, đây là một trong những thách thức lớn nhất của việc ứng dụng màng phun áp lực. Tuy nhiên, gần đây, trên thị trường đã có nhiều đơn vị cung cấp sản phẩm và cho thuê máy móc, thiết bị, nhân lực thi công. Điều này đã và đang góp phần giảm thiểu những thách thức khi sử dụng màng phun áp lực.

4.3. Khả năng sử dụng màng phun áp lực

➤ Đối với các hồ thải đang sử dụng màng HDPE: màng phun áp lực có thể được sử dụng để xử lý các vết rách, thủng, rạn hoặc các khuyết tật tại các vị trí

hàn của màng HDPE, hoặc thay thế một phần;

➤ Đối với các hồ thải mới: màng phun áp lực có thể sử dụng mới cho các hồ thải lưu giữ quặng đuôi có khả năng hình thành dòng chảy axit hoặc chứa các chất thải nguy hại (chứa các chất phóng xạ, kim loại nặng). Ví dụ điển hình của những hồ thải này là hồ chứa quặng đuôi của các mỏ khai thác và chế biến quặng vàng, quặng chì kẽm, đất hiếm, sắt, vonfram,...

Với tính chất cơ lý và khả năng chống thấm tương đương, bền với các điều kiện thời tiết, tính đóng rắn nhanh, cường độ cao, khả năng bám dính cao, kháng hóa chất tốt và khắc phục gần như hoàn toàn các nhược điểm của màng HDPE, màng phun áp lực có thể thay thế màng HDPE và ứng dụng rộng rãi cho các hồ thải quặng đuôi ở Việt Nam, đảm bảo tuổi thọ cao, cách ly lâu dài quặng đuôi với môi trường, tương thích với các hóa chất trong quặng đuôi.

4.4. Giải pháp mở rộng công nghệ chống thấm cho hồ thải quặng đuôi

Kết quả so sánh hiệu quả kinh tế của màng phun áp lực với màng HDPE cho thấy, màng phun áp lực được bảo hành 10 năm; tuy nhiên giá thành của màng phun áp lực thử nghiệm gấp 3,6 lần so với màng HDPE, trong đó, giá thành vật liệu chiếm khoảng 43 % giá thành màng phun. Đối với các công trình có tuổi thọ thấp và có yêu cầu chống thấm thông thường, có thể giảm chiều dày phun màng áp lực xuống 1 mm. Đối với các công trình có tuổi thọ trung bình và yêu cầu chống thấm đặc biệt, có thể phun màng áp lực với độ dày 1,5 đến 2 mm. Để giảm giá thành khi đưa màng phun áp lực vào sử dụng, có thể cân nhắc việc ứng dụng công nghệ tùy thuộc vào khối lượng cần chống thấm. Đối với những hồ thải có phạm vi phun màng áp lực nhỏ, việc cung cấp thiết bị, phun màng áp lực và cung cấp vật liệu nên được giao cho đơn vị chuyên thi công Polyurea để giảm giá thành đầu tư máy móc và triển khai công nghệ phun màng áp lực. Đối với những mỏ có quy mô lớn, hồ thải được xây dựng trong nhiều giai đoạn, có thể mua sắm thiết bị và đào tạo nhân viên để chủ động trong sản xuất, kiểm tra và bảo dưỡng.

Ngoài ra, các doanh nghiệp cần mạnh dạn đầu tư để ứng dụng công nghệ vào thực tế sản xuất. Các đơn vị tư vấn thiết kế cần đưa ra được giải pháp phù hợp và phối hợp tốt với các đơn vị thi công để đảm bảo màng phun đạt hiệu quả tối ưu. Các Sở Công Thương, Sở Tài nguyên Môi trường cần phải phối hợp với các đơn vị liên quan nghiên cứu xây dựng đơn giá ca máy của máy phun và định mức lao động trong công tác phun để có cơ

sở đưa vào sử dụng rộng rãi, đồng thời kiểm soát sát sao các đơn vị tư vấn thiết kế, đơn vị thi công, giám sát và nghiệm thu màng phun áp lực để đảm bảo hiệu quả thi công, hiệu quả chống thấm và bảo vệ môi trường.

5. Đánh giá và kết luận

Màng phun áp lực có những ưu điểm và nhược điểm trong quá trình thi công do tính chất đặc trưng của vật liệu và công nghệ tạo màng.

Kết quả thí nghiệm cho thấy, màng phun áp lực có thể thay thế cũng như khắc phục các nhược điểm của màng HDPE.

Các cơ quan quản lý nhà nước, chủ đầu tư, các đơn vị thiết kế-thi công cần phát huy triệt để vai trò của mình để có thể triển khai và mở rộng công nghệ, từ đó góp phần bảo vệ môi trường và xây dựng ngành khai khoáng phát triển bền vững. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. CIE (2014) Đập thải quặng đuôi - Nguồn gây ô nhiễm môi trường trong khai thác và chế biến khoáng sản ở Việt Nam.

2. Nguyễn Thị Hồng Gấm. Báo cáo "Các yêu cầu kỹ thuật trong thiết kế hồ thải quặng đuôi", 2018.

3. Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности. Москва. Стройиздат. 1986.

4. Amanda Klimchuk, Richard MacDonald, Wesley Ferris. Performance Analysis of Engineered Liner; Systems Used to Store Saline Fluids in the Canadian Oil and Gas Industry: Physical and Environmental Influences. April 15, 2016.

5. Dudley J. Primeaux II, Polyurea Elastomer Technology: History, Chemistry & Basic Formulating Techniques;

6. <http://www.polychem-systems.com.pl/en/akademia/properties-and-application-of-the-polyureas/>

7. J. Szafran, A. Matusiak (2016), Polyurea Coating Systems: Definition, Research, Applications, Monograph from Scientific seminar, International Association for Shell and Spatial Structure, Olsztyn, Poland;

8. G. Spagnoli, F. Clement, Bz. Dilnesa, FH. Cao, P. Feng (2019). A new waterproofing membrane for tailings ponds, PASTE 2019, Proceeding of the 22nd International Conference on Paste, Thickened and Filtered Tailings, Cape Town South Africa.

9. Viện Vật liệu Xây dựng. Kết quả thí nghiệm màng

phun áp lực chống thấm (Polyurea MS678), Mỏ đa kim Núi Pháo, huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên, tháng 9 năm 2019.

10. Công ty cổ phần Khảo sát và Kiểm định xây dựng Hà Nội. Kết quả thí nghiệm Màng HDPE, mỏ đa kim Núi Pháo, huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên, tháng 9 năm 2019;

11. Nguyễn Thanh Sơn. Tính toán thủy văn. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2003.

12. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Báo cáo chuyên đề Thủy văn nguồn nước - Phần Báo cáo thủy văn thuộc Dự án "Sử dụng tổng hợp nguồn nước lưu vực sông Hồng-sông Thái Bình", 2007.

13. QCVN 02:2009/BXD về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.

14. Hoàng Thị Xuân, Lê Hữu Khương, Hoàng Viết Cương. Công nghệ chống thấm sử dụng màng phun áp lực thay thế màng chống thấm HDPE ở hồ thải quặng đuôi các nhà máy tuyển khoáng. Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học "Bảo vệ môi trường trong khai thác, chế biến, sử dụng than, khoáng sản và dầu khí", tháng 8/2019.

Ngày nhận bài: 24/03/2019

Ngày gửi phản biện: 17/06/2019

Ngày nhận phản biện: 25/08/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/02/2020

Từ khóa: màng phun áp lực, Polyurea, Chống thấm hồ thải, Mỏ đa kim Núi Pháo

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

SUMMARY

The waterproofing of waste lakes of mineral sorting plants often uses clay or a combination of clay and synthetic films. Recently, pressure spray membranes are being researched and used for tailings discharging ponds and first tested at Nui Phao mine. The paper introduced the experimental results of the experimental spray film and the applicability of pressure spray waterproofing technology to mineral screening plants in Vietnam.