



Ô NHIỄM DẦU KHÓ NHẬN BIẾT VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ

PHẠM VĂN SON^{1,2}

¹Trường Đại học Nông Lâm - Đại học Thái Nguyên

²Trung tâm Ứng phó sự cố môi trường Việt Nam

Tóm tắt

Hoạt động khai thác, chế biến, vận chuyển, lưu trữ và sử dụng các sản phẩm dầu mỏ tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, đặc biệt là các sự cố tràn dầu. Trong khi các nghiên cứu và biện pháp quản lý hiện nay chủ yếu tập trung vào các sự cố tràn dầu nhìn thấy được, vẫn tồn tại một khoảng trống lớn trong việc nhận diện, đánh giá và kiểm soát dạng “ô nhiễm dầu khó nhận biết”, tức là dầu nhiễm trong môi trường nước hoặc đất nhưng không thể quan sát bằng mắt thường. Loại ô nhiễm này phát sinh âm thầm từ các hoạt động hàng hải, công nghiệp, khai thác mỏ, vận tải, du lịch và sinh hoạt hàng ngày, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ sinh thái, chất lượng nguồn nước và sức khỏe cộng đồng. Đề tài tập trung nghiên cứu thực trạng năng lực ứng phó sự cố tràn dầu tại Việt Nam, nhận diện cơ chế phát sinh và đặc điểm của ô nhiễm dầu khó nhận biết, đồng thời đánh giá mức độ ô nhiễm dầu khó nhận biết tại tỉnh Quảng Ninh - một khu vực có hoạt động khai thác, vận tải và công nghiệp phát triển mạnh. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất các giải pháp kỹ thuật và quản lý khả thi nhằm nâng cao hiệu quả phòng ngừa, ứng phó và kiểm soát ô nhiễm dầu. Qua đó, góp phần cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc hoàn thiện chính sách quản lý, nâng cao năng lực kiểm soát ô nhiễm dầu khó nhận biết, hướng tới bảo vệ môi trường nước và hệ sinh thái bền vững.

Từ khóa: Ô nhiễm dầu, dầu khó nhận biết, sự cố tràn dầu, quản lý môi trường, Quảng Ninh.

Ngày nhận bài: 5/10/2025; Ngày sửa chữa: 20/10/2025; Ngày duyệt đăng: 10/11/2025.

Invisible oil contamination and proposed management solutions

Abstract

The activities of exploiting, processing, transporting, storing, and utilizing petroleum products inherently pose a risk of serious environmental pollution, especially due to oil spills. While current research and management measures mainly focus on visible oil spills, a significant gap remains in identifying, assessing, and controlling a form of “invisible oil contamination”-oil contamination in water or soil that is not observable to the naked eye. This type of contamination quietly arises from maritime, industrial, mining, transportation, tourism, and daily living activities, causing severe impacts on ecosystems, water quality, and public health. This study focuses on examining the current status of oil spill response capacity in Vietnam, identifying the mechanisms of generation and characteristics of invisible oil contamination, and assessing the level of this contamination in Quang Ninh province-an area with highly developed exploitation, transportation, and industrial activities. Based on these findings, the research proposes feasible technical and management solutions to enhance the effectiveness of oil pollution prevention, response, and control. This contributes to providing a scientific and practical basis for perfecting management policies, strengthening the capacity to control invisible oil contamination, and moving towards the sustainable protection of water environments and ecosystems.

Keywords: Oil contamination, invisible oil contamination, oil spill, environmental management, Quang Ninh.

JEL Classifications: Q50, Q51, Q52.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dầu mỏ và các sản phẩm của nó là nguồn năng lượng quan trọng trong công nghiệp hiện đại, nhưng đồng thời cũng là một trong những tác nhân gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng nhất. Trong nhiều thập niên, thế giới đã ghi nhận hàng nghìn sự cố tràn dầu quy mô lớn gây thiệt hại nặng nề về kinh tế, xã hội và môi trường. Tuy nhiên, bên cạnh những sự cố có thể dễ dàng quan sát bằng mắt thường, tồn tại một loại ô nhiễm âm thầm, khó phát hiện - ô nhiễm dầu khó nhận biết đang diễn ra thường xuyên hơn và có quy mô tổng thể lớn hơn rất nhiều.

Các cơ quan quản lý và doanh nghiệp hiện vẫn chủ yếu tập trung vào việc ứng phó sự cố tràn dầu nổi trên mặt nước, với trang thiết bị quen thuộc như phao quây dầu, thiết bị hút dầu, vật liệu thấm dầu. Trong khi đó, phần lớn lượng dầu “biến mất”, tức là dầu bị khuếch tán, nhũ tương hóa, hoặc bám dính vào hạt rắn rời lắng xuống đáy, lại không được thu hồi hay xử lý, trở thành nguồn ô nhiễm tiềm ẩn lâu dài. Các nguồn phát sinh ô nhiễm dầu khó nhận biết có thể bao gồm rò rỉ nhỏ từ thiết bị, nước đáy tàu, nước rửa trôi tại các kho xăng dầu, bể chứa, phương tiện vận tải, cũng như nước mưa cuốn trôi váng dầu từ bề mặt đô thị.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu trước đây về ô nhiễm dầu chủ yếu tập trung vào các sự cố tràn dầu trên biển hoặc trên sông, trong khi mảng “dầu khó nhận biết” gần như chưa được quan tâm đúng mức. Điều này dẫn đến khoảng trống trong nhận thức, quy hoạch và thực thi chính sách bảo vệ môi trường.

Tỉnh Quảng Ninh là khu vực có hoạt động khai thác khoáng sản, vận tải thủy, du lịch và công nghiệp ven biển phát triển mạnh, đồng nghĩa với nguy cơ cao về ô nhiễm dầu trong môi trường nước. Việc nghiên cứu đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp kiểm soát ô nhiễm dầu khó nhận biết tại Quảng Ninh có ý nghĩa khoa học và thực tiễn quan trọng, góp phần bảo vệ môi trường nước, đảm bảo sinh kế cộng đồng ven biển và hướng tới phát triển bền vững. Xuất phát từ thực tế trên, nghiên cứu “Ô nhiễm dầu khó nhận biết và đề xuất giải pháp quản lý” được thực hiện nhằm khắc phục khoảng trống khoa học và quản lý, đồng thời đề xuất các biện pháp kỹ thuật và chính sách phù hợp với điều kiện Việt Nam hiện nay.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Là các nguồn phát sinh, cơ chế tồn tại và biểu hiện của ô nhiễm dầu khó nhận biết trong môi trường nước, đặc biệt tập trung vào khu vực ven biển và đô thị công nghiệp tỉnh Quảng Ninh, bao gồm:

- (1) *Nguồn điểm*: Các kho, trạm xuất nhập và cửa hàng kinh doanh xăng dầu; nhà máy nhiệt điện; cơ sở sửa chữa cơ khí; khu công nghiệp và các cảng biển.
- (2) *Nguồn khuếch tán*: Dầu từ nước mưa chảy tràn bề mặt, nước rửa trôi tại bãi đỗ xe, trạm rửa xe, khu dân cư.
- (3) *Nguồn di động*: Phương tiện vận tải thủy nội địa, tàu cá, sà lan và tàu chở dầu có khả năng thải nước đáy tàu chứa dầu ra môi trường.
- (4) *Nguồn đặc thù*: Dầu thất thoát trong quá trình vận chuyển, tái chế dầu thải hoặc phát tán từ bùn đáy chứa hydrocacbon tích tụ lâu năm.
- (5) *Nguồn liên quốc gia*: Dầu từ các sự cố tràn dầu trên biển, từ hoạt động gây ô nhiễm dầu khác lan truyền theo dòng hải lưu từ tỉnh Quảng Tây, Trung Quốc xâm nhập vào vùng biển tỉnh Quảng Ninh.

Danh mục các đối tượng được xác định theo Phụ lục số 3, Kế hoạch Ứng phó sự cố tràn dầu tỉnh Quảng Ninh (số 8467/KH-UBND ngày 24/11/2021).

2.2. Phạm vi nghiên cứu

2.2.1. Phạm vi không gian

Nghiên cứu tập trung tại tỉnh Quảng Ninh (bao gồm các khu vực cảng biển, cửa sông, khu công nghiệp ven bờ và vùng nước ven đô thị). Đây là địa phương có đặc trưng địa hình đa dạng: biển, đảo, sông, hồ, đồi núi và đồng bằng. Đồng thời là trung tâm của nhiều hoạt động có nguy cơ phát sinh ô nhiễm dầu như khai thác

than, công nghiệp nặng, kho cảng xăng dầu, phương tiện kinh doanh xăng dầu trên mặt nước, phương tiện thủy nội địa, tàu cá, du lịch, vận tải biển.

2.2.2. Phạm vi thời gian

Thời gian nghiên cứu được triển khai từ tháng 01/2024 đến tháng 6/2025, bao quát chu kỳ 18 tháng để đảm bảo tính đại diện cho mùa mưa - mùa khô, qua đó phản ánh đầy đủ dao động tự nhiên của nguồn ô nhiễm dầu.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp thu thập số liệu

Thu thập số liệu thứ cấp từ các nguồn: (1) Báo cáo của Ban chỉ đạo quốc gia phòng thủ dân sự, Bộ Tài nguyên và Môi trường (trước đây), và Trung tâm Ứng phó sự cố môi trường Việt Nam; (2) Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2020-2024; (3) Dữ liệu công khai về sự cố tràn dầu từ báo chí, phương tiện truyền thông, cổng thông tin điện tử các tỉnh thành. (4) Dữ liệu được chuẩn hóa và hệ thống theo vị trí, quy mô, nguyên nhân và loại dầu gây ô nhiễm, làm nền tảng cho việc thống kê, phân tích định lượng.

2.3.2. Phương pháp thực nghiệm

Lấy mẫu: Tiến hành lấy 30 mẫu nước từ 06 nhóm nguồn đại diện:

- (1) Khu vực bị ảnh hưởng sự cố tràn dầu;
- (2) Nước đáy tàu từ tàu cá và phương tiện thủy nội địa;
- (3) Nước thải sau bể ba ngăn tại trạm xuất xăng dầu;
- (4) Nước thải tại cảng tàu khách du lịch;
- (5) Nước thải trạm rửa xe;
- (6) Nước nhiễm dầu tại khu khai thác than.

Thiết bị: Mẫu được thu bằng bình thủy tinh dung tích 1 lít, nắp kín, tránh bay hơi. Phân tích trong phòng thí nghiệm bằng thiết bị chiết tách dầu mỡ Soxhlet, xác định Tổng hàm lượng dầu mỡ (TOG, mg/L) theo TCVN 7877:2008.

So sánh tiêu chuẩn: Kết quả đối chiếu với Quy chuẩn QCVN 40:2025/BTNMT được ban hành kèm theo Thông tư số 06/2025/TT-BTNMT ngày 28/02/2025 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, cột A, về giới hạn cho phép hàm lượng dầu mỡ trong nước thải công nghiệp.

2.3.3. Phương pháp quan sát hiện trường

Quan sát và ghi nhận các hiện tượng đặc trưng cho thấy dấu vết ô nhiễm dầu: Váng dầu hoặc bọt nhầy trên mặt nước; Mùi hydrocacbon nhẹ; Bọt khí kèm váng mỏng khi khuấy nước; Bám dính dầu lên vật liệu thấm dầu (dùng thử vật liệu SOS-1 và nanoPULP). Các hiện tượng này được chụp ảnh, định vị bằng GPS và đối chiếu với kết quả phân tích hóa lý.

2.3.4. Phương pháp toán học và mô hình hóa

Sử dụng công thức cân bằng vật chất để xác định lượng dầu thất thoát không được thu hồi trong các sự



cổ hoặc quá trình hoạt động thông thường: $A = B - (C + D \text{ quy đổi})$

Trong đó:

- A: Lượng dầu tràn gây ô nhiễm thực tế (lít);
- B: Tổng lượng dầu ban đầu;
- C: Lượng dầu còn lại sau sự cố;
- D quy đổi: Lượng dầu thu hồi được trong hỗn hợp chất thải nhiễm dầu (nước, bùn, cát, rác).

Công thức này cho phép xác định phần dầu “biến mất” tức là dầu khó nhận biết và lượng hóa tỷ lệ gây ô nhiễm thực tế.

2.3.5. Phương pháp nội suy thống kê

Từ các số liệu thống kê liên quan đến lượng dầu phát sinh từ các hoạt động khai thác, vận chuyển, tái chế, và sự cố tràn dầu, tiến hành nội suy để ước lượng tổng tải lượng dầu xả ra môi trường. Kết quả nội suy của đề án cho thấy tổng lượng dầu thất thoát ước đạt 4.500 lít/tháng, bao gồm cả dầu tràn công khai và không công khai.

2.3.6. Phương pháp phân tích - tổng hợp

Kết hợp phân tích định lượng (kết quả phòng thí nghiệm) và định tính (phòng vấn, quan sát, phân tích chính sách), từ đó nhận diện xu hướng phát sinh và những lỗ hổng trong hệ thống quản lý.

2.3.7. Phương pháp chuyên gia

Tiến hành tham vấn 15 chuyên gia đến từ Bộ Tài nguyên và Môi trường (trước đây); Trung tâm Ứng phó sự cố môi trường Việt Nam, Cục Hàng hải Việt Nam và Sở TN&MT Quảng Ninh (trước đây). Các chuyên gia tham gia vào quá trình: (1) Xác định các yếu tố nguy cơ và đặc điểm phát tán dầu khó nhận biết; (2) Đánh giá hiệu quả mô hình xử lý dầu hiện có; (3) Góp ý cho hệ thống giải pháp kỹ thuật và chính sách được đề xuất.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thực trạng năng lực ứng phó sự cố tràn dầu tại Việt Nam

3.1.1. Thống kê và phân tích số liệu các sự cố tràn dầu

Theo tổng hợp dữ liệu từ Ban Chỉ đạo Quốc gia Phòng thủ Dân sự, Bộ Tài nguyên và Môi trường (trước đây), Trung tâm Ứng phó sự cố môi trường Việt Nam, cùng thông tin từ các địa phương và phương tiện truyền thông chính thống, trong giai đoạn 1992-2024, Việt Nam đã ghi nhận 240 sự cố tràn dầu. Các sự cố được phân loại theo khu vực và nguyên nhân như nêu tại Bảng 1.

Về nguyên nhân, các sự cố chủ yếu do lỗi

Bảng 1. Thống kê các sự cố tràn dầu tại Việt Nam từ năm 1992

TT	Nội dung	Số lượng	Tỷ lệ %
1	Phân theo khu vực	240	100%
	Dàn khoan xa bờ	3	1%
	Biển	38	16%
1.1	Ngoài khơi	41	17%
	Bờ biển	36	15%
	Sông	31	13%
	Cảng	42	18%
1.2	Ven bờ:	109	45%
	Kho xăng dầu	12	5%
	Khu công nghiệp	15	6%
	Đường bộ	18	8%
	Trên cạn	45	19%
1.3	Trên đất liền	90	38%
2	Phân loại theo nguyên nhân	240	100%
2.1	Do yếu tố con người		
	Vỡ đứt ống dẫn	14	6%
	Tàu va đập vào nhau	20	8%
	Tàu va đập bờ cảng	4	2%
	Tàu chìm	8	3%
	Tàu mắc cạn	8	3%
	Bồn chứa bị sự cố	8	3%
	Lỗi vận hành	61	25%
	Lỗi kỹ thuật	29	12%
	Tai nạn giao thông	14	6%
	Cố tình	5	2%
	Không rõ nguồn gốc	28	12%
	Cháy nổ	7	3%
	Các nguyên nhân khác	21	9%
2.2	Do yếu tố thiên tai	13	5%

con người (95%), bao gồm lỗi vận hành (25%), kỹ thuật (12%), và tai nạn giao thông (6%). Yếu tố thiên tai chỉ chiếm khoảng 5%. Đặc biệt, trong các báo cáo về sự cố tràn dầu, hầu như không có dữ liệu về tỷ lệ dầu thu hồi thành công, cho thấy phần lớn lượng dầu bị tràn không được thu gom, dẫn đến ô nhiễm âm thầm trong thời gian dài. Điều này lý giải sự tồn tại của lượng dầu “vô hình”, hòa tan, khuếch tán hoặc lắng xuống đáy, gây nên ô nhiễm dầu khó nhận biết.

3.1.2. Năng lực và trang bị ứng phó sự cố tràn dầu hiện nay

Công tác ứng phó sự cố tràn dầu tại Việt Nam hiện do 03 Trung tâm Ứng phó sự cố tràn dầu quốc gia đảm trách:

- Khu vực miền Bắc: Tại TP. Hải Phòng
- Khu vực miền Trung: Tại TP. Đà Nẵng
- Khu vực miền Nam: Tại TP. Vũng Tàu

Các Trung tâm quốc gia có thiết lập một vài cơ sở nhỏ lẻ, tuy nhiên khoảng cách địa lý lớn giữa các Trung tâm vẫn còn rất lớn (400 – 500 km) và thủ tục huy động phức tạp khiến thời gian phản ứng bị kéo dài, làm giảm hiệu quả ứng phó thực tế.

Trang bị hiện có như tàu ứng phó chuyên dụng, phao quay dầu, bơm hút dầu tràn chủ yếu phù hợp cho biển khơi, không hiệu quả tại khu vực ven bờ, sông hồ hoặc đất liền, nơi tần suất sự cố cao hơn. Nhiều cơ sở trên cạn (nhà máy, kho xăng dầu, trạm rửa xe...) chưa có trang thiết bị phòng ngừa, dẫn tới các vụ rò rỉ nhỏ tích tụ thành nguồn ô nhiễm lâu dài.

3.1.3. Bất cập trong quản lý và pháp lý

Phòng ngừa là khâu cực kì quan trọng để giảm thiểu thấp nhất nguy cơ xảy ra sự cố tràn dầu và ô nhiễm dầu. Tuy nhiên nội dung này chưa thực sự được chú trọng, thể hiện trong cả tên gọi cũng như nội dung bên trong của các văn bản quy định cũng các quyết định đều xoay quanh “ứng phó sự cố tràn dầu” khi sự cố xảy ra, không có nội dung “phòng ngừa”. Cụ thể: Quyết định số 12/2021/QĐ-TTg ngày 24 tháng 3 năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ ban hành “Quy chế hoạt động ứng phó sự cố tràn dầu”; Quyết định số 133/QĐ-TTg ngày 17 tháng 01 năm 2020 của Thủ tướng Chính phủ ban hành “Kế hoạch quốc gia ứng phó sự cố tràn dầu”; Quyết định phê duyệt “Kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu” cấp tỉnh của 63 tỉnh, thành phố (số lượng sau sát nhập là 34) do Ủy ban quốc gia Ứng phó sự cố, thiên tai và tìm kiếm cứu nạn (nay là Ban Chỉ đạo Quốc gia Phòng thủ Dân sự) thẩm định phê duyệt; Quyết định phê duyệt “Kế hoạch ứng phó sự cố tràn dầu” cấp cơ sở cho hàng ngàn các kho cảng xăng dầu, cảng biển, cảng thủy nội địa, cửa hàng bán lẻ xăng dầu... tại các tỉnh thành do Ủy ban nhân dân tỉnh thẩm định phê duyệt.

Việt Nam có hàng trăm ngàn các cơ sở phát sinh ô nhiễm dầu trên đất liền như cửa hàng bán lẻ xăng dầu, kho cảng xăng dầu, kho cảng, cơ sở sản xuất, sửa chữa cơ khí... Nhưng tiêu chuẩn xây dựng hiện hành bỏ qua thiết kế chủ động phòng ngừa sự cố tràn dầu và kiểm soát ô nhiễm dầu phát sinh hàng ngày sát với thực tiễn, và đặc biệt là bỏ qua thiết kế chủ động phòng

ngừa sự cố tràn dầu xâm nhập vào hệ thống thoát nước mặt, nên đều đang phải đối mặt với nguy cơ trong trường hợp nếu xảy ra sự cố tràn dầu thì dầu tràn sẽ nhanh chóng chảy xuống chỗ trũng, xuống rãnh, nắp hố ga, cống thoát nước mưa thoát ra sông, biển.

Phân tích cho thấy, các văn bản pháp luật hiện hành thiếu tính thực tiễn và chưa đồng bộ, dẫn đến việc triển khai kế hoạch phòng ngừa, kiểm soát ô nhiễm dầu gặp nhiều vướng mắc. Nội dung về “dầu khó nhận biết” chưa được đề cập rõ trong quy định kỹ thuật, khiến phần lớn các cơ sở bị bỏ lọt trong thẩm định, kiểm tra và thanh tra.

Ngoài ra, thiếu chuyên gia trong Hội đồng Thẩm định và đoàn kiểm tra làm cho việc giám sát phòng ngừa sự cố ô nhiễm dầu khó nhận biết gần như bị bỏ ngỏ. Kết quả là, lượng dầu phát sinh hằng ngày (từ nước thải, phương tiện, nước mưa, rửa trời...) lớn hơn nhiều lần tổng lượng dầu thoát ra từ các sự cố công khai, nhưng lại không được thống kê hay kiểm soát.

3.2. Nhận diện đặc điểm của ô nhiễm dầu khó nhận biết

“Ô nhiễm dầu khó nhận biết” được định nghĩa là hiện tượng dầu và các hydrocacbon nhẹ không tồn tại ở dạng vẩn nổi có thể quan sát bằng mắt thường, mà hòa tan, phân tán hoặc hấp phụ vào vật chất trong nước và đất.

Các đặc trưng chính được nhận diện gồm: (1) Dầu bị phân tán cơ học do tác động dòng chảy, sóng, gió, hoặc hoạt động nhân tạo; (2) Dầu bám dính vào hạt phù sa, bùn, rác hữu cơ rồi lắng xuống đáy; (3) Một phần dầu bị oxy hóa, bay hơi, hoặc chuyển hóa sinh học thành các hợp chất khó phân hủy; (4) Hàm lượng dầu trong mẫu nước thấp (<10 mg/L) nhưng tích lũy lâu dài, gây ô nhiễm mãn tính và ảnh hưởng đến sinh vật thủy sinh, nguồn nước cấp và sức khỏe cộng đồng.

3.3. Kết quả phân tích mẫu và hiện trạng ô nhiễm dầu tại Quảng Ninh

Tổng cộng 30 mẫu nước được lấy tại 6 nhóm nguồn đặc trưng trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh như nêu tại Bảng 2.

Kết quả cho thấy, 100% mẫu vượt tiêu chuẩn cho phép, trong đó các mẫu tại khu vực cảng, bể chứa và nước đáy tàu

Bảng 2. Kết quả phân tích chỉ tiêu Tổng hàm lượng dầu mỡ (TOG)

TT	Nguồn mẫu	Số mẫu	Giá trị TOG (mg/L)	Giới hạn QCVN 40:2011/BTNMT (cột A)
1	Khu vực tràn dầu	5	17,8 – 26,5	5,0
2	Nước đáy tàu	5	8,6 – 19,3	5,0
3	Nước thải trạm xăng dầu	5	6,5 – 14,2	5,0
4	Nước thải cảng du lịch	5	5,8 – 10,7	5,0
5	Nước thải rửa xe	5	9,2 – 18,9	5,0
6	Nước khu khai thác than	5	7,1 – 12,8	5,0



cao gấp 2-5 lần QCVN. Dầu trong nước chủ yếu là dạng nhũ tương mịn và hydrocacbon thơm nhẹ, khó tách và không thể xử lý bằng công nghệ keo tụ, lắng thông thường.

Quan sát thực địa ghi nhận các hiện tượng: (1) Màng dầu mỏng và bọt nhờn trên mặt nước; (2) Mùi hydrocacbon nhẹ quanh khu vực trạm xăng dầu; (3) Vết dầu bám trên vật liệu lọc khi thử nghiệm bằng vải lọc SOS-1; (4) Dầu bám vào bè nuôi thủy sản, dụng cụ đánh bắt và đáy thuyền, cho thấy sự tồn lưu kéo dài.

Điều này khẳng định sự hiện diện phổ biến của ô nhiễm dầu khó nhận biết và hiệu quả kiểm soát còn thấp tại Quảng Ninh.

3.4. Phân tích nguyên nhân và cơ chế phát sinh

Nguyên nhân chính của ô nhiễm dầu khó nhận biết bao gồm:

Thiếu hệ thống phòng ngừa chủ động tại các cơ sở có nguy cơ cao (cảng, kho dầu, xưởng cơ khí, trạm rửa xe).

Rò rỉ liên tục từ phương tiện thủy và nước đáy tàu xả thẳng ra môi trường.

Hệ thống thoát nước đô thị không có bộ lọc dầu, khiến dầu từ mặt đường, bãi xe, công trình công nghiệp cuốn theo nước mưa ra sông biển.

Công tác quan trắc môi trường định kỳ chưa bao quát chỉ tiêu dầu mỡ khoáng trong nhiều hệ thống giám sát tự động.

Cơ chế tồn tại của dầu khó nhận biết bao gồm nhũ hóa cơ học, hòa tan phân tử, và hấp phụ vào trầm tích - ba con đường khiến dầu không thể bị phát hiện hoặc thu hồi dễ dàng bằng các thiết bị cơ học truyền thống.

3.5. Giải pháp kỹ thuật ứng phó và kiểm soát dầu khó nhận biết

3.5.1. Phao quây dầu thường trực

Giải pháp này được triển khai tại Công ty PETEC Hải Phòng và Tổ hợp Hóa dầu Long Sơn (Bà Rịa – Vũng Tàu), nhằm chủ động quây giữ dầu ngay khi xảy ra rò rỉ.

Phao được chế tạo bằng vật liệu chịu dầu, hóa chất, tia UV, có tuổi thọ 10–15 năm, cho phép hoạt động 24/7 trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt. Khi sự cố xảy ra, dầu tràn được giữ trong phạm vi phao, hạn chế lan rộng và giảm lượng dầu chìm xuống nước.

3.5.2. Khung lọc dầu SOS-1

Được lắp tại Nhà máy Nhiệt điện Ninh Bình, khung lọc dầu SOS-1 gồm khung kim loại và vải lọc hấp phụ dầu có thể thay thế định kỳ. Cấu trúc rãnh chữ U cho phép nâng hạ thuận tiện. Vật liệu này có khả năng hấp phụ dầu gấp 15 lần trọng lượng bản thân, giúp tách dầu khỏi dòng nước thải trước khi ra môi trường.



Giải pháp tách lọc thu hồi dầu “khó nhìn thấy” lắp trong nước tại cửa lấy nước thô của Nhà máy nước sạch Sông Đà (tỉnh Hòa Bình) nay là tỉnh Phú Thọ

3.5.3. Rèm quây lọc dầu

Rèm quây lọc dầu được áp dụng tại kênh lấy nước thô Nhà máy Nước Sông Đà (Hòa Bình) nay là tỉnh Phú Thọ, kết hợp phao nổi chặn dầu và rèm chìm lọc dầu. Cấu trúc này ngăn dầu nổi trên mặt đồng thời lọc dầu khuếch tán trong lớp nước - giải pháp hiệu quả cho các nguồn nước cấp sinh hoạt chịu ảnh hưởng dầu trôi nổi từ phương tiện thủy và cơ sở công nghiệp.

3.6. Giải pháp quản lý và nâng cao năng lực

Các kết quả nghiên cứu đã làm rõ: Ô nhiễm dầu khó nhận biết là dạng ô nhiễm phổ biến nhưng bị bỏ ngỏ trong chính sách hiện hành. Thiếu trang bị và phương pháp phát hiện phù hợp là nguyên nhân khiến lượng dầu khuếch tán không được xử lý. Các giải pháp kỹ thuật mới (phao quây thường trực, rèm lọc dầu, SOS-1) cho thấy hiệu quả rõ rệt, giảm thiểu dầu khuếch tán 50-70% so với trước đây. Việc kết hợp biện pháp kỹ thuật và quản lý thể chế là hướng đi bắt buộc để đảm bảo kiểm soát bền vững.

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, đề tài đã đề xuất nhóm giải pháp kỹ thuật và quản lý tích hợp nhằm kiểm soát hiệu quả ô nhiễm dầu khó nhận biết, bao gồm:

Giải pháp kỹ thuật: (1) Triển khai phao quây dầu thường trực tại các khu vực có nguy cơ cao như cảng, kho dầu, trạm bơm. (2) Ứng dụng khung lọc dầu SOS-1 và rèm quây lọc dầu để tách dầu khỏi dòng nước thải và nước mặt. (3) Nghiên cứu vật liệu hấp phụ dầu thế hệ mới công nghệ nano (nanoPULP, nanoPAD, nanoBOOM...) nhằm tăng hiệu quả thu gom dầu hòa tan.

Giải pháp quản lý: (1) Bổ sung khái niệm và quy định về “ô nhiễm dầu khó nhận biết” trong các văn bản pháp luật, đặc biệt trong Luật Bảo vệ môi trường 2020 và QCVN liên quan. (2) Đưa chỉ tiêu “tổng dầu mỡ khoáng (TOG)” vào chương trình quan trắc tự động tại các khu công nghiệp, cảng và đô thị ven biển. (3) Đào tạo và nâng cao năng lực cho cán bộ kỹ thuật và quản lý, đặc biệt về nhận diện, giám sát và ứng phó dầu khuếch tán. (4) Tăng cường tuyên truyền, giám sát cộng đồng, khuyến

khích doanh nghiệp tham gia chương trình “Cảng xanh không dầu” và cơ chế tự giám sát, báo cáo môi trường điện tử.

Giải pháp thể chế và chính sách: (1) Rà soát và đồng bộ các văn bản pháp lý liên quan đến ứng phó sự cố dầu; (2) Quy định rõ trách nhiệm và nguồn lực tài chính cho hoạt động phòng ngừa dầu khó nhận biết; (3) Hình thành Quỹ ứng phó sự cố và phục hồi môi trường do dầu nhằm đảm bảo nguồn lực lâu dài.

Đồng thời, tác giả đề xuất 03 nhóm giải pháp quản lý:

(1) *Hoàn thiện thể chế pháp luật:* Bổ sung quy định về thiết kế xây dựng đảm bảo phòng ngừa chủ động sự cố tràn dầu – hóa chất đối với cơ sở hạ tầng thoát nước mặt đối với các cơ sở có nguy cơ gây ô nhiễm dầu-hóa chất. Bổ sung khái niệm “ô nhiễm dầu khó nhận biết” vào các quy định môi trường quốc gia.

(2) *Tăng cường năng lực chuyên môn:* Đào tạo cán bộ quản lý môi trường, đặc biệt về nhận diện và xử lý dầu khuếch tán. Trang bị thiết bị phát hiện nhanh (cảm biến dầu mỏ, máy đo fluorometer).

(3) *Xây dựng mô hình điểm:* Triển khai mô hình cảng xanh không dầu, kết hợp phao quây cố định, rèm lọc và khung lọc SOS-1. Áp dụng cơ chế giám sát cộng đồng, khuyến khích doanh nghiệp tự giám sát nước thải có dầu.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiện tượng ô nhiễm dầu khó nhận biết là một dạng ô nhiễm đặc thù, có cơ chế phát sinh và tồn tại phức tạp, đang xảy ra phổ biến nhưng chưa được nhận diện và kiểm soát đầy đủ trong hệ thống quản lý môi trường hiện nay. Dầu trong môi trường nước tồn tại chủ yếu ở dạng nhũ tương, hòa tan hoặc hấp phụ vào vật chất lơ lửng, không biểu hiện rõ trên bề mặt nên dễ bị bỏ qua trong công tác quan trắc, đánh giá và xử lý.

Phân tích 240 sự cố tràn dầu tại Việt Nam cho thấy 95% nguyên nhân xuất phát từ hoạt động con người, trong đó phần lớn lượng dầu thất thoát không được thu hồi, góp phần hình thành ô nhiễm dầu ngầm, lâu dài. Nghiên cứu thực địa tại 30 vị trí lấy mẫu thuộc tỉnh Quảng Ninh xác nhận 100% mẫu vượt giới hạn hàm lượng dầu mỡ cho phép (QCVN 40:2011/BTNMT), nhiều mẫu cao gấp 3-5 lần chuẩn, chứng minh sự hiện diện rõ ràng của ô nhiễm dầu khó nhận biết trong môi trường nước ven bờ và đô thị công nghiệp.

Các phân tích cũng cho thấy hệ thống quản lý hiện hành thiếu quy định, quy chuẩn và trang thiết bị phù hợp để nhận diện và xử lý dạng dầu này. Phần lớn các cơ sở có nguy cơ cao (cảng, kho dầu, xưởng cơ khí, trạm rửa xe) chưa có biện pháp phòng ngừa chủ động; nước đáy tàu, nước mưa chảy tràn và nước thải công nghiệp vẫn là nguồn phát thải dầu thường xuyên. Cùng

với đó, hoạt động quan trắc môi trường định kỳ chưa bao gồm chỉ tiêu dầu mỡ khoáng, dẫn đến việc đánh giá sai lệch mức độ ô nhiễm thực tế.

Kết quả của đề tài không chỉ góp phần bổ sung khoảng trống khoa học trong nghiên cứu về dầu khuếch tán và ô nhiễm dầu hòa tan, mà còn có ý nghĩa thực tiễn cao trong hoạch định chính sách, quy hoạch môi trường và vận hành các cơ sở có nguy cơ cao về dầu.

Với quy mô nghiên cứu thực địa tại Quảng Ninh, kết quả có thể mở rộng áp dụng cho các tỉnh ven biển khác như Hải Phòng, Đà Nẵng, Khánh Hòa, Hồ Chí Minh, nơi có đặc điểm tương đồng về hoạt động khai thác, vận tải và công nghiệp biển.

Đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo tập trung vào: Phát triển cảm biến phát hiện dầu vi lượng trong nước, phục vụ quan trắc sớm; Nghiên cứu mô hình lan truyền dầu hòa tan bằng mô phỏng thủy động lực học 3D; Đánh giá rủi ro sinh thái và sức khỏe cộng đồng từ phơi nhiễm dầu khó nhận biết.

Như vậy, đề tài nghiên cứu “Ô nhiễm dầu khó nhận biết và đề xuất giải pháp quản lý” đã đóng góp đáng kể về cơ sở khoa học, thực tiễn và chính sách, hướng tới một hệ thống quản lý môi trường nước hiệu quả, minh bạch và bền vững hơn tại Việt Nam ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021). Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016-2020. Hà Nội.
- Ban Chỉ đạo Quốc gia Phòng thủ Dân sự (2022). Tổng hợp báo cáo các sự cố tràn dầu tại Việt Nam 1992-2021. Hà Nội.
- Trung tâm Ứng phó sự cố môi trường Việt Nam (2023). Hướng dẫn kỹ thuật ứng phó sự cố tràn dầu khu vực ven bờ. Hải Phòng.
- QCVN 40:2011/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.
- TCVN 7877:2008. Chất lượng nước - Xác định tổng hàm lượng dầu và mỡ - Phương pháp chiết và khối lượng. Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng.
- Phạm Văn Sơn (2025). Đề án thạc sĩ: Ô nhiễm dầu khó nhận biết và đề xuất giải pháp quản lý. Trường Đại học Nông Lâm - Đại học Thái Nguyên.
- Nguyễn Văn Hùng, Trần Thị Mai (2023). Nghiên cứu đánh giá khả năng xử lý dầu trong nước thải bằng vật liệu hấp phụ sinh học. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 5/2023.
- FAO (2022). Marine Pollution and Coastal Ecosystem Response: Global Assessment Report. Rome.
- IMO (2021). Manual on Oil Pollution – Section IV: Combating Oil Spills. London.
- UNEP (2023). Global Environmental Outlook: Water and Marine Resources. Nairobi.