



Phương tiện kỹ thuật bảo vệ môi trường biển khỏi ô nhiễm

Bởi:

PGS. TS. NGŨT Phạm Văn Huân

Phương tiện kỹ thuật bảo vệ môi trường biển khỏi ô nhiễm hiện hành dùng để loại bỏ các chất độc hại từ các nguồn thải tàu biển cũng như để chống rò rỉ dầu thường xuyên xảy ra khi khai thác các dàn khoan trên thềm lục địa hay trong sự cố với các tàu chở dầu.

Việc phòng ngừa ô nhiễm môi trường biển khỏi các nguồn trên đất liền qua dòng nước sông hay qua khí quyển chỉ có thể bằng cách áp dụng trên toàn cầu các công nghệ công nghiệp sạch không thải và các phương pháp sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên.

Công nghệ không chất thải như là cơ sở bảo vệ môi trường tự nhiên khỏi ô nhiễm

Chất thải - đó là chỉ số khách quan của trình độ khoa học kỹ thuật của nền sản xuất. Nó là kết quả hoặc là của nền sản xuất chưa hoàn thiện, hay chưa thực hiện đến khâu cuối cùng, hoặc là sản phẩm chưa tìm được lĩnh vực sử dụng hợp lý. Được biết rất nhiều thí dụ, khi “các phế thải” đã trở thành nguyên liệu hay là sản phẩm quý và tìm được lĩnh vực sử dụng hiệu quả. Hiện nay, có nhiều công trình khoa học kỹ thuật về sử dụng hiệu quả lượng phế thải công nghiệp, sinh hoạt và nông nghiệp. Bây giờ điều rất quan trọng là cải tổ tất cả các phương pháp công nghệ theo nguyên lý công nghệ không thải, có chủ định thu hồi nhiệt lượng thế vị thấp, các chất lỏng, rắn và khí.

Giai đoạn đầu tiên và quan trọng nhất trên con đường tạo ra nền sản xuất không thải trong tất cả các lĩnh vực sản xuất – đó là tạo ra những hệ thống quay vòng nước khép kín. Việc xây dựng các sơ đồ công nghệ quay vòng nước khép kín phải dựa trên các phương pháp làm sạch cục bộ, loại trừ việc hòa trộn nước thải tạo ra sau các công đoạn, ứng dụng rộng rãi các phương pháp hấp thụ, chiết suất, màng lọc và các phương pháp lý – hóa tích cực khác.

Theo những quan niệm của viện sĩ B. N. Laskorin (1988), trong các ngành công nghiệp chủ chốt đang đề xuất những hướng ưu tiên như sau, xây dựng các hướng công nghệ này trong thời gian sắp tới có thể thúc đẩy giải quyết nhanh các vấn đề bảo vệ môi trường.

Trong *ngành năng lượng*, chuyển đổi các nhà máy nhiệt điện sang nhiên liệu khí không lưu huỳnh và nhiên liệu lỏng, xây dựng các phương pháp hiệu năng cao làm sạch khí khói khỏi các ôxy nitơ, điôxit lưu huỳnh và sơn khí, tái chế tổng hợp cặn khói và bãi thải cặn khói, tạo ra hệ thống quay vòng nước khép kín, loại trừ sự hình thành nước thải.

Trong *ngành công nghiệp khai thác mỏ*, vấn đề khai thác tổng hợp lòng đất cần phải hướng tới hoàn thiện các phương pháp làm giàu với mục đích nhận được tất cả các hợp phần có ích, làm sạch nước mỏ và sử dụng chúng hợp lý, cải tạo lại đất.

Trong *ngành công nghiệp luyện kim* tiến hành thiết lập những luận chứng khoa học - lý thuyết cho các sơ đồ quay vòng nước khép kín (không phát thải vào môi trường) đối với tất cả các nhà máy và hệ thống làm giàu kim loại và luyện kim.

Trong *ngành công nghiệp hóa học và hóa dầu*, để sinh thái hóa ngành, áp dụng các phương pháp màng lọc, hấp thụ và chiết, xây dựng các phương pháp chế tạo phân bón sinh thái sạch và các phương tiện nâng cao thu hoạch, các chất thay thế cho hóa chất gây hại tới môi trường cũng như các chất phân hủy sinh học nhanh và dễ đồng hóa trong môi trường tự nhiên.

Trong *ngành công nghiệp senlulô ? giấy* hiện nay nổi lên vấn đề xây dựng công nghệ hoà tan dung môi hữu cơ và các phương pháp khác tái chế tổng hợp gỗ, các phương pháp sản xuất giấy và các tôn khô, chuyển sang những sơ đồ quay vòng nước khép kín.

Ở trình độ phát triển khoa học và kỹ thuật hiện nay, tất cả những vấn đề nêu có thể được giải quyết ngay trong những thập niên tới đây.

Bảo vệ môi trường biển trong khi khai thác tàu biển

Những nguồn ô nhiễm môi trường biển do tàu thuyền là các khí thải của các hệ thống năng lượng tàu, chất thải nhiên liệu và dầu mỡ, nước thải máy, nước thải bong tàu và hệ thống đối trọng, phế thải từ các hệ thống động cơ phản ứng, nước thải sinh hoạt, mọi rác thải rắn sinh hoạt và sản xuất. Nhiệm vụ bảo vệ môi trường trong trường hợp này là làm sao không để vượt quá mức ô nhiễm cho phép. Điều này được giải quyết theo hai hướng: 1) xây dựng các hệ thống chu trình kín sử dụng lại một lượng thải chính; 2) làm sạch và giảm thiểu độ tính của phế thải chắc chắn đi vào môi trường biển.

Do đốt cháy nhiên liệu không hoàn toàn, sự ôxy các tạp chất và tồn tại cặn lắng trong nhiên liệu và dầu mỡ, trong thành phần khí thải có thể có tới 1 % các chất độc, bao gồm CO, các ôxy nitơ N_xO_y , SO_2 , các hydrô cacbua không cháy hết C_xH_y , cặn rắn cacbon

tự do (bồ hóng), benzapiren độc tính cao, hợp chất của chì. Để làm sạch và trung hoà các chất thải khí của các thiết bị năng lượng tàu, người ta sử dụng các phương pháp sau (Iudiski, 1978).

Các lò trung hoà xúc tác. Tác động của các lò trung hoà xúc tác dựa trên sự ôxy hóa không cháy các sản phẩm nhiên liệu cháy không hết CO và C_xH_y thành CO_2 và H_2O , cũng như phân hủy NO_x thành O_2 và N_2 . Trong các lò trung hoà nhiệt độ thấp ($t < 150^\circ C$) người ta sử dụng các chất xúc tác ôxit (hỗn hợp các hạt Mn, CuO, Cr, Fe và những chất khác), hiệu quả có thể đạt khoảng 50 %. Trong các lò trung hoà nhiệt độ cao ($t > 300^\circ C$), hiệu quả đến 90 %, người ta sử dụng các chất xúc tác dạng V_2O_5 . Các chất trung hoà thường được đặt trong các buồng tập trung thải hoặc trong các ống dẫn khói.

Các lò trung hoà cháy. Đó là những buồng đặc biệt, nơi những nguyên tố cháy của khí thải có thể cháy đến hết ở nhiệt độ $700-850^\circ C$. Muốn vậy, người ta đưa thêm nhiên liệu bổ sung hay đặt thêm bộ phận nung nóng vào trong lò. Ôxit cacbon, các andehyt, chất lơ lửng trong nhiên liệu và dầu bị ô xy hóa tới CO_2 và H_2O , nhưng những chất không cháy không biến đổi.

Các lò trung hoà lỏng. Đây là những bộ phận, ở đó khí thải được cho đi qua lớp chất lỏng (thường là nước). Trong đó các chất hoà tan (andehyt, ôxit lưu huỳnh, ôxit nito bậc cao) bị vô hiệu hóa, cạn khói, các sơn khí dạng lỏng của dầu mỡ và nhiên liệu bị chất lọc, các phần tử nhiên liệu nóng đỏ bị làm nguội. Chỉ còn các ôxit cacbon và ôxit nito giữ nguyên.

Các hệ thống kết hợp. Sử dụng đồng thời một số phương pháp trung hoà là hợp lý nhất. Thí dụ, trong một hệ thống các khí thải được đốt cháy hết trong buồng trung hoà nhiệt độ cao, sau đó sử dụng trong tua bin khí và máy sinh hơi nước tinh chế, ở đây chúng mất đi một phần năng lượng, sau đó được chuyển tới trung hoà lỏng.

Nhiệm vụ trung hoà nước thải tàu được giải quyết bằng hai phương pháp (Ansevich và nnk., 1979): 1) lắp đặt trên tàu tời chuyên dụng thể tích đủ lớn để thu gom và bảo quản nước thải, sau đó chuyển tới các thiết bị thu gom ngoài tàu; 2) lắp đặt thiết bị (hệ thống) xử lý nước thải đến các tiêu chuẩn cho phép trực tiếp trên tàu và sau đó thu gom theo các quy tắc.

Trên tàu người ta sử dụng ba phương pháp chính làm sạch nước thải: 1) *phương pháp sinh học*, dựa trên sự ôxy hóa sinh hóa các chất thải bằng bùn hoạt tính; đảm bảo mức làm sạch cao khỏi chất lơ lửng và giảm BOD đáng kể, khả năng tự động hóa hoàn toàn và làm sạch lượng nước thải lớn, mức phân hủy chất hữu cơ cao và lượng cặn ít; 2) *phương pháp vật lý*, bao gồm lọc, ly tâm hóa, tách đăi, lắng đọng v.v... 3) *phương pháp lý hóa*, đảm bảo làm đông đặc, hấp phụ và ôxy hóa các phần tử hạt tinh trong nước thải.

Việc chống nhiễm nước thải sau khi đã làm sạch được thực hiện bằng phương pháp clo hóa, ôzon hóa, điện phân hoặc là tác động siêu âm.

Với mục đích tách các sản phẩm dầu khỏi nước thải người ta thường sử dụng các hệ thống làm sạch thô và làm sạch tinh.

Làm sạch thô được thực hiện bằng các thiết bị phân tách dạng lắng cặn, trong đó các phân tử thô của sản phẩm dầu được tách ra khỏi nước.

Nguyên lý hoạt động của các thiết bị phân tách dạng lắng cặn là phân chia hỗn hợp nước dầu dưới tác động của nội năng của hệ phân tán. Tốc độ dòng nước trong máy phân tách cần phải nhỏ hơn tốc độ nâng lên của các phân tử dầu. Các phân tử với đường kính 2–5 mm nổi lên với tốc độ 100 mm/s, còn các phân tử nhỏ hơn 0,8 mm thì nổi lên rất chậm, thành thử chúng bị dòng nước mang đi. Vì vậy, đường đi của chất lỏng trong máy phân tách được kéo dài bằng cách cấu tạo các lưới đi vòng vèo, các vách ngăn, vòi phun, các bề mặt hình xoắn v.v...

Làm sạch tinh được thực hiện trong các bộ lọc kiểu liên kết và tách dải. Trong các bộ lọc kiểu liên kết, các phân tử nhỏ sản phẩm dầu lớn dần bằng cách liên kết với nhau khi hỗn hợp đi qua vật liệu liên kết (len, sợi thủy tinh, sợi tổng hợp, polipropilen). Dưới tác động các lực khối, những phân tử lớn của sản phẩm nổi lên, đi vào buồng thu dầu, từ đó được tách ra và đi vào téc. Trong các bộ lọc kiểu tách dải, hỗn hợp làm sạch được hòa trộn với các bọt không khí rất nhỏ, những bọt không khí này nổi lên và lôi cuốn theo các phân tử dầu, tạo thành bọt nước dầu, sau đó được tách ra đi vào téc thu gom. Mức làm sạch đến 99 %, nồng độ các sản phẩm dầu sót lại không quá 6 mg/l.

Với mục đích bảo vệ môi trường, trong hạm tàu biển hiện đại người ta thiết kế những chi tiết sao cho nhiên liệu được đốt cháy hoàn toàn và loại trừ những rò rỉ.

Với việc khai thác những đội tàu chở dầu thì vấn đề làm sạch nước thải thường gặp những khó khăn đáng kể. Thí dụ, sau khi bốc dỡ tàu chở dầu cỡ 100 nghìn tấn, trên đáy và thành của các khoang chứa luôn giữ lại một lớp dầu dính (dư chết) với trọng lượng đến 500 tấn. Trước đây, người ta đã rửa các tàu chở dầu đơn giản bằng nước nóng và sau đó thì đổ khối lượng nước lớn khỏi tàu.

Hiện nay người ta thường sử dụng phương pháp nhũ hóa của Viện Hải dương học và Viện hóa lý, Viện hàn lâm Khoa học Liên Xô (Nesterova, 1984). Phương pháp này tránh được việc đổ thải các chất ô nhiễm dầu vào biển trong khi rửa các bề mặt kim loại, các khoang chứa, téc, bể, bình chứa trên các tàu chở dầu. Bề mặt kim loại được rửa khỏi dầu dư bằng tia dung dịch thuốc loại ML (ML-51, ML-52, ML-72, ML-80). Dưới tác động cơ học, nhiệt học và lý hóa tạo nên nhũ trực tiếp (dầu trong nước) với thời gian tồn tại định trước rất nhỏ, sau đó tự phân chia ra thành dầu và dung dịch rửa. Các loại thuốc dạng ML trong quá trình làm sạch không tạo ra các chất nhũ nghịch độ nhớt cao và bền

vững (nước trong dầu) và có thể sử dụng nhiều lần (đến 20 lần). Phương pháp nhũ hóa đảm bảo làm sạch các bình chứa theo chu trình kín không thải nước rửa. Hiệu quả làm sạch lớn tới mức, sau khi rửa dầu trong khoang chứa có thể vận chuyển thực phẩm – đường hay ngũ cốc. Dầu thu gom được sử dụng. Như vậy, mỗi tấn thuốc có thể nhận được hàng trăm tấn dầu tái sinh. Tính theo toàn ngành vận tại biển Liên Xô, phương pháp này tiết kiệm được gần 350 nghìn tấn dầu trong một năm.

Những biện pháp chống tràn dầu

Trong trường hợp dầu tràn thành đám rộng hoặc vết dầu, thì trước tiên phải ngăn không cho vết dầu lan rộng, sau đó lấy dầu khỏi bề mặt biển.

Trong các vùng nước gần cảng, việc ngăn chặn sự lan truyền các đám dầu được có thể bằng cách sử dụng những vật cản nổi thiết kế dưới dạng các ống có những tấm chắn. Khi dòng chảy có vận tốc không lớn hơn 75 cm/s, người ta đặt những chướng ngại vật tương tự thành từng khúc hay dưới một góc so với bờ làm sao để dầu được dòng chảy đẩy vào phía bờ và tích tụ ở đó.

Khi tốc độ dòng chảy dưới 40 cm/s, có thể sử dụng rào cản khí. Không khí dưới áp suất được đưa vào ống dẫn có đục lỗ đặt dưới đáy biển, những bong bóng khí thoát ra tạo nên dòng nước thăng, dòng này tạo nên sóng đứng trên mặt (hàng rào nước). Nước chảy ngược theo hai phía rào cản và ngăn cản chuyển động của dầu.

Vai trò đặc biệt thuộc về các chất thu lượm, chúng làm tăng độ dày của váng dầu và giảm đáng kể diện tích tràn dầu. Đó là axit cacbon lỏng, cồn, ête, gliserit v.v... Chỉ tiêu hiệu quả thu lượm chính – đó là áp suất loang ra:

$$\pi = \sigma_0 - \sigma, \quad (10.1)$$

ở đây π – áp suất mặt của lớp đơn chất hoạt tính mặt, N/m; σ_0 – sức căng bề mặt của nước, N/m; σ – sức căng mặt của nước bị phủ bởi chất hoạt tính mặt, N/m.

Giá trị áp suất π_p , tạo nên bởi các lớp đơn chất thu lượm, cân bằng với các lăng kính của chất không loang. π_p càng cao thì độ dày lớp (h) mà ở đó chất thu lượm tập trung các sản phẩm dầu tràn, càng lớn. Mối liên hệ giữa các chỉ số này có dạng sau (Murasov, Sokhin, 1980):

$$h^2 = \frac{2(\pi_p - S)}{g\rho_1(\rho_0 - \rho_1)}, \quad (10.2)$$

ở đây S – hệ số loang dầu trên nước, N/m; g – gia tốc rơi tự do (981 cm/s^2); ρ_0 – mật độ nước, g/cm^3 ; ρ_1 – mật độ dầu, g/cm^3 .

Từ đây suy ra rằng để tác động có hiệu quả tới ô nhiễm, π_p phải lớn hơn hệ số loang dầu. Nếu một số sản phẩm dầu có S đến 30 mN/m , thì π_p phải không nhỏ hơn 35 mN/m . Để tạo ra những lớp đơn với giá trị π_p như trên, lượng chất thu lượm phải không ít hơn 5 mg/m^2 . Tuy nhiên, trên thực tế để đảm bảo khôi phục nhanh vầng dầu sau khi nó bị gió và sóng làm tan rã, người ta dùng lượng chất dư $5-10$ lần.

Phương tiện thu lượm CN-79, chế tạo tại Viện Hải dương học, Viện hàn lâm Khoa học Liên Xô và Viện “Liên hiệp khoa học, thiết kế công trình biển”, đã thử nghiệm thành công ở cảng Odesa (Nesterova, 1984).

Việc tách dầu khỏi mặt biển được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau.

Để bơm hút các vầng dầu người ta thường sử dụng các máy phân tách khác nhau. Thông thường đó là những thùng chứa hình phễu, gắn trên các phao có bơm để hút lấy vầng dầu cùng với lớp nước mỏng. Một vài thiết bị có trang bị các vách cản nổi cứng, gắn dưới một góc với máy phân tách, cho phép tập trung dầu từ một đám rộng đến 20 m . Công suất của các máy phân tách dạng bè trôi bằng $10-100$ tấn dầu một giờ.

Năm 1967, ở cảng Odesa xuất hiện chiếc tàu gom rác dầu đầu tiên, xây dựng theo thiết kế của Phòng thiết kế trung tâm Hắc Hải. Phần mũi tàu có khe rộng $4-8 \text{ m}$ làm nơi nước thoát. Van điều tiết di động chia cắt lớp nước bên trên ($3-4 \text{ cm}$) có chứa dầu và rác. Hỗn hợp này đi vào tàu vào bể chứa chuyên dụng, ở đây người ta lấy rác ra, dầu sót lại được bơm vào các khoang thu gom. Hiện nay, tại các thương cảng và cảng cá ở Liên Xô có gần 200 tàu tương tự hoạt động, thu gom gần 20 nghìn tấn dầu và hàng chục nghìn mét khối rác thải mỗi năm.

Năm 1978, ở cảng Ilichovsk bắt đầu xây dựng tàu bảo vệ tự nhiên lớn đầu tiên trên thế giới “Svetlomor”, chuyên dùng để thu gom những vết dầu tràn sự cố ở vùng biển khơi. “Svetlomor” được tái tạo từ tàu chở dầu kiểu “Kazbek”. Trên đó người ta lắp đặt các thiết bị gom dầu, các máy bơm mạnh, những thùng chứa lắng đọng để tách dầu, những thiết bị để làm sạch mặt biển bằng các hóa phẩm. Các thiết bị gom dầu của “Svetlomor”

bao quát được đám nước rộng hơn 60 m và gom từ đó đến 800 tấn dầu một giờ với hiệu suất thu gom 80 %.

Một phương pháp tách các váng dầu khác dựa trên độ nhớt cao của dầu và khả năng bám dính của nó lên các bề mặt cứng. Một số bộ thu gom có chứa số lượng lớn các dây truyền cu roa bằng neopren, khi các dây tiếp xúc với váng dầu thì dầu bị quét và đưa máy phân tách. Một số máy thu gom khác sử dụng nguyên lý ống trụ quay. Tốc độ tách dầu từ các váng bằng các phương pháp này là 4500 lít/giờ.

Cơ sở của một số biện pháp thu gom dầu là người ta lợi dụng sự tung toé trên mặt biển của parafin lỏng hoặc dung dịch các phiến polyvinhil trong chất bay hơi. Sau khi ngưng kết vật liệu thì dầu ở lại trong các khoang xốp của nó, còn các cục vón của hỗn hợp được tách ra bằng các phương pháp cơ học.

Những vật liệu tổng hợp xốp không thấm nước có khả năng thu gom dầu một cách hiệu quả được sử dụng rộng rãi. Thí dụ, chất hấp thụ làm từ perlit kị nước thu gom dầu từ mặt biển tới 98 %. Một số tấm bọt cao su làm từ ête phức hợp sau 5 phút hấp thụ lượng dầu bằng 18–20 lần lớn hơn khối lượng của chính nó và sau khi ép hết dầu ra có thể sử dụng được nhiều lần (Nesterova, 1984). Bọt oleophil xé vụn hấp thụ dầu 100 lần lớn hơn khối lượng của chính nó (Nelson–Smit, 1977).

Sử dụng các chất chuyên dụng – chất phân tán – có mục đích chia nhỏ các váng dầu, chuyển chúng thành nhũ tương và làm tăng tốc độ phân hủy sinh hóa dầu. Các phương tiện phân tán cần có tính mềm dẻo sinh học, không độc hại đối với sinh vật biển và đảm bảo độ bền vững tối ưu của nhũ tương thậm chí cả khi tồn tại trong nước. Các chất DN-75, EPN-5 chế tạo tại Viện Hải dương học hoàn toàn thoả mãn những đòi hỏi trên. Trong các lần thử nghiệm ở biển Bantich, hàm lượng dầu trên mặt biển đã giảm từ 1,97 xuống còn 0,33 mg/l nhờ beroll-198 (Thụy Điển), còn 1,22 mg/l nhờ correxit-7664 (Mỹ), còn 0,23 mg/l nhờ DN-75, còn 0,06 mg/l nhờ EPN-5 (Nesterova, 1984).

Cũng có thể tách dầu bằng các tác nhân sinh học. Thí dụ, một cá thể thân giáp bộ chân kiếm *Calanus* có thể tiêu thụ đến 150 μg dầu một ngày, còn với cả quần thể dày đặc thì lượng tiêu thụ là 0,3 g/(m³.ngày). Các sinh vật lọc nước, như trai Hắc Hải, có khả năng tách được qua mang đến 200 mg dầu từ 1 lít nước dưới dạng giả lắng, cấu tạo từ chất nhớt với các giọt dầu. Tất cả các động vật này không ăn lượng dầu mà chúng nuốt vào, mà làm cho dầu dễ trở thành thức ăn cho các vi sinh vật. Người ta đã biết tới hơn 100 loài vi khuẩn ôxy hóa được các sản phẩm dầu. Trong điều kiện đủ khí, các vi khuẩn thực tế phân hủy tất cả các hydrocacbua từ metan cho đến những gốc nặng nhất. Những hợp chất C₁₀ – C₁₆ là dễ phá hủy nhất. Những chất thơm trong số đó phù hợp nhất đối với vi khuẩn. Trong lớp mặt của trầm tích đáy, khi hàm lượng ôxy dưới 0,5 mg/l và pH < 6,0, thì các loại nấm mốc và nấm men có khả năng phân hủy dầu hơn vi khuẩn. Thí dụ, các nhà nghiên cứu đã quan sát thấy sự tăng trưởng của *Penicillium* và *Candida* trên các hydrocacbua parafin và olephin.

Tại vịnh Mexico, mật độ bình thường của nhiều loại nấm men hiếm khi vượt quá 10 cá thể trong 100 ml nước, nhưng sau khi dầu tràn từ mỏ dầu thì số lượng chúng đã tăng đến 500–1000. Vì vậy, để làm sạch nước biển khỏi dầu người ta đã đề ra một phương pháp sản xuất ra những bao nhỏ chứa vi sinh vật và các chất cần thiết cho nó (các men và muối dinh dưỡng) và rải trên những vùng biển ô nhiễm.

Như vậy, để loại trừ dầu khỏi mặt nước có rất nhiều phương pháp. Mỗi phương pháp có những ưu điểm và nhược điểm nhất định. Việc áp dụng các phương pháp phối hợp với trật tự: cơ học – hấp thụ – phân tán – sinh học là có triển vọng nhất.