



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0035666

(51)⁷ C10L 1/04; F23C 13/08; C10L 1/183; (13) B
C10G 45/04

(21) 1-2019-04790

(22) 12/02/2018

(86) PCT/US2018/017855 12/02/2018

(87) WO2018/148675 16/08/2018

(30) 62/458,002 12/02/2017 US; 62/589,479 21/11/2017 US

(45) 25/05/2023 422

(43) 25/11/2019 380A

(73) MAGEMA TECHNOLOGY, LLC (US)

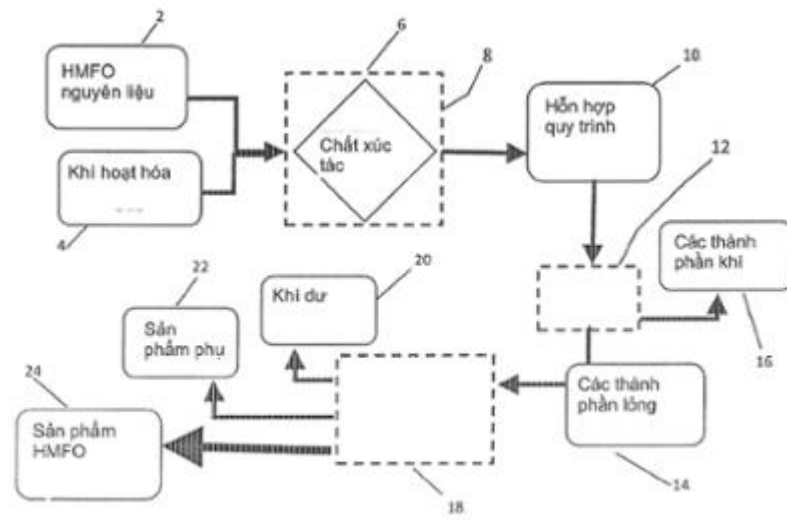
1328 Dian, Houston, TX 77008, United States of America

(72) KLUSSMANN, Bertrand, R. (US); MOORE, Michael, J. (US).

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) QUY TRÌNH VÀ THIẾT BỊ LÀM GIẢM CHẤT GÂY Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG TRONG NGUYÊN LIỆU DẦU NHIÊN LIỆU NẶNG DÙNG TRONG NGÀNH HÀNG HẢI

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình để làm giảm các chất gây ô nhiễm môi trường trong nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải (heavy marine fuel oil - HMFO) theo tiêu chuẩn ISO 8217, quy trình này bao gồm các bước: trộn một lượng nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải với một lượng hỗn hợp khí hoạt hóa để tạo ra hỗn hợp nguyên liệu; cho hỗn hợp nguyên liệu tiếp xúc với một hoặc nhiều chất xúc tác để tạo thành hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu; tách thành phần lỏng của dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải của hỗn hợp xử lý khỏi thành phần khí và thành phần hydrocacbon phụ phẩm của hỗn hợp xử lý và xả ra sản phẩm dầu nhiên liệu nặng. Sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải tuân thủ ISO 8217 đối với dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải và có hàm lượng lưu huỳnh tối đa (theo ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 0,05% trọng lượng đến 0,5% trọng lượng. Sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải có thể được sử dụng nguyên dạng hoặc làm hỗn hợp gốc cho dầu nhiên liệu nặng có hàm lượng lưu huỳnh thấp hoặc cực thấp tuân thủ theo ISO 8217, IMO MARPOL phụ lục VI (sửa đổi). Ngoài ra, sáng chế cũng mô tả thiết bị để thực hiện quy trình nêu trên.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực chế biến dầu mỏ, và cụ thể hơn đến quy trình và thiết bị để làm giảm chất gây ô nhiễm môi trường trong nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Có hai loại dầu nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải, dầu nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải dựa trên chưng cất, và dầu nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải dựa trên cặn. Nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải dựa trên chưng cất, còn được gọi là dầu khí dùng trong ngành hàng hải (marine gas oil - MGO) hoặc dầu điezen dùng trong ngành hàng hải (marine diesel oil - MDO) bao gồm các phân đoạn dầu mỏ được tách ra từ dầu thô trong nhà máy lọc dầu thông qua quy trình chưng cất. Dầu khí (còn được gọi là điezen trung bình) là sản phẩm trung gian của quá trình chưng cất dầu mỏ trong khoảng nhiệt độ sôi và độ nhớt nằm giữa dầu hỏa và dầu bôi trơn chứa hỗn hợp hydrocacbon C_{10-19} . Dầu khí được sử dụng để đun nấu trong gia đình và được sử dụng cho thiết bị nặng như cần cẩu, máy ủi, máy phát điện, máy xúc gầu, máy kéo và máy gặt đập liên hợp. Nói chung, việc tối đa hóa sự thu hồi dầu khí từ cặn là cách sử dụng nguyên liệu kinh tế của các nhà tinh chế bởi vì họ có thể cracking dầu khí thành xăng có giá trị và sản phẩm chưng cất. Dầu điezen này tương tự như dầu khí có điezen chứa chủ yếu là hỗn hợp hydrocacbon C_{10} đến C_{19} , bao gồm khoảng 64% hydrocacbon béo, 1 - 2% hydrocacbon olefin, và 35% hydrocacbon thơm. Điezen hàng hải có thể chứa tới 15% dòng cặn xử lý, và tùy ý lên đến không quá 5% thể tích hydrocacbon thơm đa vòng (asphalten). Điezen nhiên liệu chủ yếu được sử dụng làm nhiên liệu vận tải đường bộ và làm thành phần pha trộn với dầu hỏa để tạo thành nhiên liệu máy bay phản lực hàng không.

Nhiên liệu dựa trên cặn hoặc dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải (heavy marine fuel oil - HMFO) bao gồm hỗn hợp cặn xử lý – phân đoạn mà không sôi hoặc bốc hơi ngay cả dưới điều kiện chân không, và có hàm lượng asphalten nằm

trong khoảng từ 3 đến 20 phần trăm tính theo trọng lượng. Asphalten là các hydrocacbon đa vòng lớn và phức tạp với xu hướng tạo thành các kết tủa phức tạp và sáp. Khi asphalten kết tủa, chúng rất khó hòa tan và được mô tả là bùn thải lắng đọng trong thùng nhiên liệu trong ngành vận tải biển và ngành công nghiệp dự trữ nhiên liệu ở cảng biển.

Các tàu lớn đi biển dựa vào HMFO để cung cấp năng lượng cho động cơ diesel hai kỳ trong hơn 50 năm qua. HMFO là hỗn hợp pha trộn của các chất thơm, sản phẩm chưng cất và cặn được tạo ra trong quy trình lọc dầu thô. Các sản phẩm điển hình được bao gồm trong chế phẩm HMFO bao gồm: sản phẩm đáy tháp không khí (nghĩa là, cặn không khí), đáy tháp chân không (nghĩa là, cặn chân không), dầu tuần hoàn nhẹ FCC (LCO), dầu tuần hoàn nặng FCC (HCO) còn được gọi là FCC đáy, bùn dầu FCC, dầu khí nặng và dầu cracking chậm (DCO), hydrocacbon thơm nhiều vòng, dầu động cơ vận chuyển đất khai hoang và các phân đoạn nhỏ (dưới 20% theo thể tích) của dầu máy cắt, dầu hỏa hoặc diesel để thu được độ nhớt mong muốn. HMFO có hàm lượng chất thơm cao hơn nhiên liệu chưng cất dùng cho ngành hàng hải nêu trên. Thành phần của HMFO rất phức tạp và thay đổi theo nguồn dầu thô và các quy trình lọc hóa dầu được sử dụng để chiết xuất các sản phẩm có giá trị cao nhất từ thùng dầu thô. Hỗn hợp các thành phần thường đặc trưng bởi tính nhớt, có hàm lượng lưu huỳnh cao và hàm lượng kim loại cao, và asphalten cao, làm cho HMFO là một sản phẩm của quy trình tinh chế có giá trị trên mỗi thùng dầu giá trị nhỏ hơn so với giá trị của chính nguyên liệu thô dầu tạo ra nó.

Các số liệu thống kê trong ngành công nghiệp đã chỉ ra rằng khoảng 90% lượng HMFO được bán chứa 3,5% trọng lượng lưu huỳnh. Với tổng sản lượng tiêu thụ HMFO trên toàn thế giới ước tính khoảng 300 triệu tấn mỗi năm, lượng lưu huỳnh dioxit hàng năm của ngành vận tải tàu ước tính là hơn 21 triệu tấn mỗi năm. Phát xạ từ việc đốt HMFO trên các con tàu biển đóng góp đáng kể vào cả ô nhiễm không khí toàn cầu lẫn mức độ ô nhiễm không khí cục bộ.

MARPOL, công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm từ tàu biển, do tổ chức hàng hải quốc tế (IMO) quản lý đã được ban hành để ngăn chặn ô nhiễm từ tàu biển. Năm 1997, một phụ lục mới đã được thêm vào MARPOL; Các quy định về ngăn ngừa ô nhiễm không khí từ tàu biển - Phụ lục VI để giảm thiểu khí thải từ tàu biển (SOx, NOx, ODS, VOC) và vai trò của chúng đối với ô nhiễm không khí. Phụ lục VI sửa đổi

thu hẹp thêm giới hạn khí thải đã được thông qua trong tháng 10 năm 2008 có hiệu lực từ ngày 1 tháng 7 năm 2010 (sau đây gọi là phụ lục VI (sửa đổi) hoặc đơn giản là phụ lục VI).

MARPOL, Phụ lục VI (sửa đổi) đã thiết lập một bộ giới hạn phát thải nghiêm ngặt cho hoạt động của các tàu lớn trong khu vực kiểm soát phát thải chỉ định (ECA). Các ECA theo MARPOL, Phụ lục VI (sửa đổi) là: i) Vùng biển Baltic - như được định nghĩa trong phụ lục I của MARPOL - chỉ SO_x; ii) Khu vực biển Bắc - như được định nghĩa trong phụ lục V của MARPOL - chỉ SO_x; iii) Bắc Mỹ - như được định nghĩa trong phụ lục VII của phụ lục VI của MARPOL - SO_x, NO_x và PM; và, iv) Khu vực biển Caribbean của Hoa Kỳ - như được định nghĩa trong phụ lục VII của phụ lục VI của MARPOL - SO_x, NO_x và PM.

Phụ lục VI (sửa đổi) đã được luật hóa tại Hoa Kỳ bằng Đạo luật ngăn ngừa ô nhiễm từ tàu biển (APPS). Theo thẩm quyền của APPS, cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (EPA), tham khảo ý kiến của lực lượng bảo vệ bờ biển Hoa Kỳ (USCG), ban hành các quy định kết hợp bằng cách tham khảo toàn văn của MARPOL, Phụ lục VI (sửa đổi). Xem 40 CFR § 1043.100 (a) (1), ngày 1 tháng 8 năm 2012, hàm lượng lưu huỳnh tối đa của tất cả các loại dầu nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải được sử dụng trên các tàu biển hoạt động ở vùng biển Hoa Kỳ/ECA không thể vượt quá 1,00% trọng lượng (10.000 ppm) và vào ngày 1 tháng 1 năm 2015, hàm lượng lưu huỳnh tối đa của tất cả các loại dầu nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải được sử dụng trong ECA Bắc Mỹ đã giảm xuống 0,10% trọng lượng (1.000 ppm). Tại thời điểm thực hiện, chính phủ Hoa Kỳ chỉ ra rằng các hãng tàu lớn phải chuẩn bị kỹ để tuân thủ tiêu chuẩn về lưu huỳnh trong dầu dùng trong ngành hàng hải theo ECA của Hoa Kỳ 0,10% trọng lượng (1.000 ppm) theo tiêu chuẩn lưu huỳnh dầu nhiên liệu. Để khuyến khích việc tuân thủ, EPA và USCG đã từ chối coi chi phí của dầu nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp được tuân thủ là cơ sở hợp lệ để tuyên bố rằng dầu nhiên liệu phù hợp không có sẵn để mua. Trong năm năm qua, đã có một động lực kinh tế rất mạnh mẽ để đáp ứng nhu cầu của ngành hàng hải đối với HMFO có hàm lượng lưu huỳnh thấp, tuy nhiên các giải pháp khả thi về mặt kỹ thuật vẫn chưa được đề xuất. Nhu cầu này vẫn tiếp tục tồn tại và khẩn cấp đối với quy trình và phương pháp để tạo thành HMFO lưu huỳnh thấp phù hợp với yêu cầu khí thải theo phụ lục VI, MARPOL.

Vì ECA, tất cả các tàu lớn đang hoạt động trên biển hoạt động cả ở bên ngoài và bên trong các ECA này phải hoạt động dựa trên các loại dầu nhiên liệu khác nhau dùng trong ngành hàng hải để phù hợp các giới hạn tương ứng và đạt được hiệu quả kinh tế tối đa. Trong những trường hợp như vậy, trước khi vào ECA, tàu được yêu cầu phải thay đổi hoàn toàn việc sử dụng dầu nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải tuân thủ ECA và phải thực hiện đầy đủ các thủ tục đã quy định bằng văn bản về cách thức thực hiện. Tương tự, việc thay đổi từ sử dụng dầu nhiên liệu phù hợp ECA sang HMFO sẽ không bắt đầu cho đến khi đi ra khỏi ECA. Với mỗi lần thay đổi, cần thiết là lượng dầu nhiên liệu phù hợp ECA trên tàu phải được ghi lại, với ngày, thời gian và vị trí của tàu khi hoàn thành việc thay đổi trước khi đi vào hoặc bắt đầu thay đổi sau khi đi ra khỏi các khu vực này. Hồ sơ này phải được lập ở dạng nhật ký theo quy định của quốc gia mà tàu mang cờ, không có bất kỳ yêu cầu cụ thể nào đối với hồ sơ được lập, ví dụ, trong sổ ghi chép dầu phụ lục I của tàu biển.

Phụ lục VI (sửa đổi) cũng đặt ra các giới hạn toàn cầu về phát thải lưu huỳnh oxit và nitơ oxit từ khí thải của tàu biển và các hạt vật chất và cảm phát thải có chủ ý các chất làm suy giảm tầng ozon như hydro-cloflocacbon. Trong MARPOL, Phụ lục VI sửa đổi, giá trị tối đa cho lưu huỳnh toàn cầu đối với HMFO giảm xuống còn 3,50% trọng lượng, có hiệu lực từ ngày 1 tháng 1 năm 2012; sau đó tiếp tục giảm xuống 0,50% trọng lượng, có hiệu lực từ 1 tháng năm 2020. Quy định này đã trở thành đề tài bàn luận nhiều trong cả ngành công nghiệp vận tải biển lẫn ngành công nghiệp nhiên liệu cho vận chuyển biển và ngành công nghiệp tiếp nhận nhiên liệu ở cảng. Với giới hạn toàn cầu này, tất cả các tàu biển phải sử dụng HMFO có hàm lượng lưu huỳnh không hơn 0,50% trọng lượng. IMO đã nhiều lần chỉ ra cho ngành công nghiệp vận tải biển rằng mặc dù khả năng có sẵn nhiên liệu phù hợp hoặc giá nhiên liệu phù hợp nhưng việc phải tuân thủ giới hạn về hàm lượng lưu huỳnh 0,5% trọng lượng HMFO sẽ bắt đầu vào ngày 1 tháng 1 năm 2020 và IMO hy vọng thị trường dầu nhiên liệu sẽ giải quyết yêu cầu này. Đã có một động lực kinh tế mạnh mẽ để đáp ứng nhu cầu của ngành công nghiệp hàng hải quốc tế đối với HMFO có hàm lượng lưu huỳnh thấp, tuy nhiên các giải pháp khả thi về mặt kỹ thuật vẫn không được đề xuất. Do đó, vẫn có nhu cầu cấp thiết đối với quy trình và phương pháp để tạo ra HMFO có hàm lượng lưu huỳnh thấp tuân thủ các yêu cầu phát thải của MARPOL, Phụ lục VI.

Quy định IMO 14 cung cấp cả giá trị giới hạn và biện pháp thực hiện. Chúng có thể được chia thành các biện pháp gọi là chính (trong đó tránh sự tạo thành chất ô nhiễm) hoặc thứ cấp (trong đó chất ô nhiễm được tạo thành nhưng được loại bỏ trước khi thải dòng khí thải ra khí quyển). Không có hướng dẫn về biện pháp chính bất kỳ (có thể bao gồm, ví dụ, pha trộn trên tàu dầu nhiên liệu lỏng hoặc sử dụng nhiên liệu kép (khí/lỏng)). Trong biện pháp kiểm soát thứ cấp, các hướng dẫn (MEPC.184 (59)) đã được áp dụng cho hệ thống làm sạch khí thải; mà khi sử dụng các hệ thống này, sẽ không có ràng buộc bất kỳ về hàm lượng lưu huỳnh của dầu nhiên liệu như được dự trữ ngoài việc dựa trên giấy chứng nhận của hệ thống. Vì nhiều lý do kỹ thuật và kinh tế, các biện pháp kiểm soát thứ cấp đã bị các công ty vận tải lớn từ chối và không được áp dụng rộng rãi trong ngành vận tải biển. Việc sử dụng các biện pháp kiểm soát thứ cấp không được coi là giải pháp khả thi đối với ngành công nghiệp vận tải biển.

Giải pháp kiểm soát chính: Tập trung vào việc tuân thủ các yêu cầu trong MARPOL là các giải pháp kiểm soát chính để làm giảm mức lưu huỳnh trong nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải trước khi đốt dựa trên việc thay thế HMFO bằng nhiên liệu thay thế. Tuy nhiên, việc chuyển đổi từ HMFO sang nhiên liệu thay thế đặt ra một loạt vấn đề cho các hãng tàu, nhiều trong số đó vẫn chưa được nhận thức trong ngành công nghiệp vận tải biển hoặc ngành công nghiệp lọc dầu. Do những rủi ro tiềm ẩn đối với các hệ thống chuyển động của tàu biển (như hệ thống nhiên liệu, động cơ, v.v.) khi tàu biển chuyển đổi sử dụng loại nhiên liệu, quy trình chuyển đổi phải được thực hiện một cách an toàn và hiệu quả để tránh mọi sự cố kỹ thuật. Tuy nhiên, mỗi loại nhiên liệu thay thế đều có những hạn chế cả về kinh tế và kỹ thuật liên quan đến cơ sở hạ tầng vận chuyển lẫn hệ thống tiếp nhận nhiên liệu ở cảng dựa trên HMFO được sử dụng bởi ngành vận tải biển đã trải qua vài thập kỷ.

LNG: Giải pháp kiểm soát chính phổ biến nhất trong ngành công nghiệp vận tải biển là sử dụng LNG làm nhiên liệu chính hoặc bổ sung cho HMFO. Ngày càng có nhiều tàu sử dụng khí tự nhiên hóa lỏng (LNG) làm nhiên liệu chính. Khí tự nhiên dưới dạng nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải dùng cho các động cơ đốt trong và trong động cơ diesel dẫn đến lượng khí thải oxit lưu huỳnh không đáng kể. Những lợi ích của khí tự nhiên đã được công nhận trong quá trình phát triển IMO của bộ luật quốc tế về tàu biển sử dụng khí và nhiên liệu điểm sôi nhanh thấp (Flashpoint) khác (bộ luật IGF), được thông qua vào năm 2015. Tuy nhiên LNG đặt ra cho ngành

công nghiệp hàng hải những thách thức trong hoạt động bao gồm: việc lưu trữ trên tàu chất lỏng đông lạnh trong môi trường biển sẽ yêu cầu công đoạn cải tạo và thay thế rộng rãi hệ thống lưu trữ nhiên liệu trong các hầm chứa và hệ thống vận chuyển nhiên liệu của tàu; nguồn cung LNG chưa phổ biến tại các cảng lớn trên thế giới; cập nhật trình độ và đào tạo thủy thủ đoàn về việc vận hành động cơ nhiên liệu LNG hoặc động cơ nhiên liệu kép được yêu cầu trước khi đi biển.

Nhiên liệu sinh học không chứa lưu huỳnh: Một giải pháp chính được đề xuất khác thúc đẩy sự tuân thủ các yêu cầu MARPOL là thay thế HMFO bằng nhiên liệu sinh học không chứa lưu huỳnh. Điezen sinh học đạt được một số thành công nhất định trong việc thay thế dầu điezen có nguồn gốc từ dầu mỏ tuy nhiên nguồn cung vẫn bị hạn chế. Metanol được sử dụng trên một số dịch vụ đi biển ngắn ở biển bắc ECA cho phà và các tàu chở hàng khác. Việc sử dụng rộng rãi nhiên liệu sinh học, như điezen hoặc metanol sinh học, đưa ra nhiều thách thức cho chủ tàu và ngành công nghiệp dự trữ nhiên liệu. Những thách thức này bao gồm: cần có khả năng tương thích hệ thống của nhiên liệu và thích ứng của các hệ thống nhiên liệu hiện tại; vấn đề lẫn nước khi bảo quản lâu dài metanol và điezen sinh học từ nước và ô nhiễm sinh học; lượng nhiệt của metanol và điezen sinh học trên mỗi tấn thấp hơn đáng kể so với HMFO; và metanol có áp suất hơi cao và gây ra những lo ngại về an toàn nghiêm trọng liên quan đến việc chớp cháy.

Thay thế dầu nhiên liệu nặng bằng dầu khí hoặc dầu điezen dùng trong ngành hàng hải: Một giải pháp chính thứ ba đã được đề xuất là chỉ cần thay thế HMFO bằng dầu khí dùng trong ngành hàng hải (MGO) hoặc dầu điezen dùng trong ngành hàng hải (MDO). Khó khăn lớn thứ nhất là sự hạn chế về nguồn cung đối với nguyên liệu chưng cất toàn cầu, chiếm hơn 90% MGO và MDO. Đã có báo cáo rằng công suất dự phòng có hiệu quả để sản xuất MGO nhỏ hơn 100 triệu tấn mỗi năm dẫn đến việc thiếu hụt hàng năm đối với nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải hơn 200 triệu tấn mỗi năm. Các nhà máy lọc dầu không chỉ thiếu khả năng tăng sản lượng MGO, mà họ không có động lực kinh tế vì giá trị cao hơn và biên độ cao hơn có thể thu được từ nhiên liệu điezen có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp dùng cho các hệ thống vận tải đường bộ (ví dụ như xe tải, hệ thống vận chuyển khối, hệ thống giao thông, thiết bị xây dựng hạng nặng, v.v.).

Pha trộn: Một giải pháp chính khác là pha trộn HMFO với các nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp hơn như dầu diesel dùng trong ngành hàng hải có hàm lượng lưu huỳnh thấp (0,1% trọng lượng lưu huỳnh) để thu được sản phẩm HMFO có hàm lượng lưu huỳnh 0,5% trọng lượng. Theo cách thức pha trộn thẳng (dựa trên pha trộn thẳng) cứ 1 tấn HSFO (3,5% lưu huỳnh) cần 7,5 tấn nguyên liệu MGO hoặc MDO có 0,1% trọng lượng lưu huỳnh để thu được mức lưu huỳnh trong HSFO là 0,5% trọng lượng. Người có kỹ năng trong lĩnh vực pha trộn nguyên liệu sẽ hiểu ngay ra rằng việc pha trộn này sẽ tác động rất lớn đến các tính chất chủ yếu của HMFO, đặc biệt độ nhớt và tỷ trọng sẽ bị thay đổi đáng kể. Hơn nữa, quy trình pha trộn này có thể tạo ra loại nhiên liệu có độ nhớt và tỷ trọng thay đổi và có thể không còn đáp ứng các yêu cầu đối với HMFO.

Các vấn đề phức tạp hơn nữa có thể phát sinh khi HMFO pha trộn được đưa vào cơ sở hạ tầng tiếp nhận nhiên liệu ở cảng và hệ thống trên tàu biển có thiết kế khác và dùng cho HMFO không pha trộn. Ngoài ra, cũng nguy cơ không tương thích thực sự khi hai loại nhiên liệu được pha trộn. Việc pha trộn một loại nhiên liệu chưng cất chủ yếu là parafin (MGO hoặc MDO) với HMFO có hàm lượng chất thơm cao thường có mối liên hệ với độ hòa tan kém của asphalten. Nhiên liệu pha trộn có khả năng dẫn đến sự kết tủa asphalten và/hoặc nguyên liệu parafin cao từ nguyên liệu chưng cất tạo thành bùn khó xử lý trong thùng chứa nhiên liệu. Bùn trong thùng chứa nhiên liệu gây tắc hệ thống lọc và tách, bơm vận chuyển và các đường ống, tích tụ bùn trong bể dự trữ, dính vào bơm phun nhiên liệu (lắp động trên pít tông và thân pít tông), và bít kín vòi phun nhiên liệu. Các nguy cơ như vậy đối với hệ thống chuyển động chính là không được chấp nhận đối với các tàu chở hàng trên đại dương mở rộng.

Cuối cùng, việc pha trộn HMFO với các sản phẩm chưng cất dùng trong ngành hàng hải (MGO hoặc MDO) là không khả thi về mặt kinh tế. Việc phối trộn sẽ thường lấy sản phẩm có giá trị cao (dầu khí dùng trong ngành hàng hải (MGO) chứa 0,1%S hoặc diesel dùng trong ngành hàng hải (MDO)) và pha trộn nó với HMFO chứa hàm lượng lưu huỳnh cao nhưng có giá trị thấp với tỷ lệ từ 7,5 đến 1 để tạo ra HMFO thành phẩm tuân thủ IMO/MARPOL (nghĩa là, dầu nhiên liệu nặng chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp 0,5% trọng lượng dùng trong ngành hàng hải - LSHMFO). LSHMFO được mong đợi là sẽ được bán ở mức giá thấp hơn tính trên cơ sở tấn so với giá trị của hai nguyên liệu pha trộn nếu bán riêng.

Xử lý cặn: Trong nhiều thập kỷ qua, trọng tâm của các nỗ lực nghiên cứu trong ngành công nghiệp lọc dầu liên quan đến quy trình xử lý các loại dầu nặng (dầu thô, dầu hạn chế, hoặc dầu cặn) đã dịch chuyển sang các tính chất của các loại dầu lọc giá trị thấp để tạo ra các loại dầu nhẹ hơn với giá trị cao hơn. Một khó khăn đó là dầu thô, dầu không chế và cặn có thể không ổn định và chứa lưu huỳnh, nitơ, phospho, kim loại (đặc biệt là vanadi và niken) và asphalten với hàm lượng cao. Việc nhiều niken và vanadi dẫn đến sự khó khăn trong vấn đề loại bỏ các chelat bằng porphyrin. Vanadi và niken porphyrin và hợp chất kim loại hữu cơ khác tạo ra hiện tượng ô nhiễm chất xúc tác và ăn mòn trong nhà máy lọc dầu. Lưu huỳnh, nitơ, và phospho, được loại bỏ vì chúng là các chất tác động bất lợi đã được biết rõ đối với các chất xúc tác là kim loại quý (bạch kim và paladi) được sử dụng trong xử lý diễn ra sau tháp chưng cất khí quyển hoặc chân không.

Trong nhiều năm qua, việc xử lý các dòng cặn trong khí quyển hoặc chân không cũng đã được biết là gặp nhiều khó khăn và là đối tượng của các nghiên cứu và đánh giá. Nhiều quy trình chuyển hóa cặn dầu đã được phát triển, trong đó mục tiêu đầu tiên là, 1) tạo ra sản phẩm hydrocacbon có giá trị hơn, tốt hơn là thuộc phạm vi của các sản phẩm chưng cất; và 2) thu gom các chất gây ô nhiễm như lưu huỳnh, nitơ, phospho, kim loại và asphalten thành một dạng (than cốc, cặn cốc nặng, dầu bùn FCC) để loại bỏ khỏi dòng lọc (hay còn gọi là dòng tinh luyện). Việc kiểm soát chặt chẽ các điều kiện phản ứng (nhiệt độ cao và áp suất) để tạo ra sản phẩm hydrocacbon nhẹ hơn và tinh khiết hơn, tăng thời gian hoạt động của chất xúc tác và loại bỏ lưu huỳnh, nitơ, phospho, kim loại và asphalten khỏi dòng tinh chế là các biện pháp đã được biết rõ và khả thi.

Trong các quy trình này, cũng đã biết rõ rằng bản chất của nguyên liệu có ảnh hưởng đáng kể đến các sản phẩm được sản xuất, thời gian hoạt động của chất xúc tác và cuối cùng là tính khả thi về mặt kinh tế của quy trình. Bài báo kỹ thuật đại diện: Động học xử lý hydro dầu cặn cho hệ thống chất xúc tác được phân cấp: Các ảnh hưởng của nguyên liệu ban đầu và nguyên liệu đã qua xử lý, đã cho thấy “Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng hoạt tính thay đổi đáng kể, tùy thuộc vào nguyên liệu sử dụng cho các thử nghiệm. Nghiên cứu này chứng tỏ tầm quan trọng của việc lựa chọn đúng đắn nguyên liệu được sử dụng trong việc đánh giá hiệu suất và sàng lọc chất xúc tác ứng viên cho các hệ thống chất xúc tác phân cấp để xử lý hydro cặn”. Từ kết quả

này, người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng các điều kiện để xử lý hydro cận thành công trong không khí không phải là điều kiện để xử lý hydro cận trong chân không mà cũng không phải là các điều kiện để xử lý hydro cận bằng cách nhiệt phân, và v.v.. Điều kiện phản ứng mang lại sự thành công phụ thuộc vào nguyên liệu. Vì lý do này, nhà máy lọc dầu phức hợp hiện đại có nhiều bộ phận xử lý hydro, mỗi bộ phận xử lý dòng hydrocacbon cụ thể với mục tiêu tạo ra các hydrocacbon nhẹ mong muốn và có giá trị đồng thời tạo ra sản phẩm có thể sử dụng được trong quy trình tiếp sau đó.

Một khó khăn nữa hay gặp phải trong xử lý cận dầu nặng và các hydrocacbon nặng khác là sự bất ổn cố hữu của mỗi dòng tinh luyện trung gian. Người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng trong thực tế có nhiều lý do cho việc xử lý riêng biệt các dòng tinh luyện. Một lý do như vậy là bản chất khó đoán của asphalten chứa trong mỗi dòng. Asphalten là các hydrocacbon lớn và phức tạp, có xu hướng kết tủa khỏi dòng hydrocacbon tinh luyện. Người có kỹ năng trong lĩnh vực này cũng biết rằng ngay cả khi thực hiện các thay đổi nhỏ trong thành phần hoặc điều kiện vật lý (nhiệt độ, áp suất) đều có thể làm kết tủa asphalten mà đã hòa tan trong dung dịch. Ngay khi kết tủa khỏi dung dịch, asphalten có thể nhanh chóng làm tắc các đường ống dẫn quan trọng, các van điều khiển, các thiết bị cảm biến quan trọng bên ngoài (ví dụ cảm biến nhiệt độ và áp suất) và thường dẫn đến sự cố nghiêm trọng làm gián đoạn hoạt động và rất tốn chi phí để khắc phục và buộc phải ngừng vận hành một số bộ phận hoặc toàn bộ nhà máy lọc dầu. Vì lý do này mà trong một thời gian dài, các nhà máy lọc dầu không pha trộn các dòng sản phẩm trung gian (như cận chung cất trong khí quyển, cận chung cất trong chân không, dầu bùn FCC, v.v.) và xử lý từng dòng trong các lò phản ứng riêng biệt.

Tóm lại, kể từ khi công bố tiêu chuẩn MARPOL để làm giảm mức lưu huỳnh trong HMFO trên toàn cầu, các nhà máy tinh chế dầu thô đã không có động lực để tạo ra các sản phẩm có hàm lượng lưu huỳnh thấp thay thế cho HMFO. Mặc dù có các ưu đãi của chính phủ và động lực kinh tế mạnh mẽ và nhu cầu của ngành công nghiệp vận tải biển quốc tế, các nhà máy lọc dầu có rất ít lý do kinh tế để giải quyết vấn đề loại bỏ các chất gây ô nhiễm môi trường khỏi HMFO. Thay vào đó, ngành công nghiệp lọc dầu toàn cầu tập trung vào việc tạo ra giá trị lớn hơn từ mỗi thùng dầu bằng cách tạo ra hydrocacbon nhẹ (nghĩa là, dầu diezen và xăng) và ngày càng có xu hướng tăng cường tập trung các chất gây ô nhiễm môi trường vào các dòng có giá trị thấp (ví dụ, cận) và

các sản phẩm (than cốc dầu mỏ, HMFO). Các công ty vận tải cũng thường tập trung vào các giải pháp ngắn hạn, chẳng hạn như lắp đặt các bộ phận làm sạch, hoặc đưa ra các giới hạn sử dụng diesel có hàm lượng lưu huỳnh thấp dùng trong ngành hàng hải có chi phí đắt và dầu khí dùng trong ngành hàng hải làm sản phẩm thay thế cho HMFO. Tại các vùng biển mở rộng (vùng biển không cấm), hầu hết nếu không phải tất cả các công ty vận tải lớn đều tiếp tục sử dụng nhiên liệu sống có hiệu quả kinh tế nhất, đó là HMFO. Vẫn còn nhu cầu lâu dài và chưa được đáp ứng đối với quy trình và thiết bị để loại bỏ các chất gây ô nhiễm môi trường (nghĩa là lưu huỳnh, nitơ, phospho, kim loại đặc biệt là vanadi và niken) khỏi HMFO mà không làm thay đổi chất lượng và tính chất mà làm cho HMFO trở thành biện pháp cung cấp năng lượng cho tàu đi biển kinh tế và khả thi nhất. Hơn nữa, vẫn còn nhu cầu lâu dài và chưa được đáp ứng đối với HMFO chứa hàm lượng lưu huỳnh thấp (nghĩa là 0,5% trọng lượng lưu huỳnh) hoặc rất thấp (0,10% lưu huỳnh) mà tuân thủ IMO cũng như phù hợp với tính chất khối được yêu cầu cho HMFO theo ISO 8217 để có thể bán được.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích chung của sáng chế là giảm chất gây ô nhiễm môi trường trong dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải (Heavy Marine Fuel Oil - HMFO) bằng quy trình giảm thiểu sự thay đổi của các tính chất mong muốn của HMFO và giảm thiểu việc tạo ra các sản phẩm phụ hydrocacbon không cần thiết (nghĩa là, hydrocacbon là các sản phẩm chưng cất nhẹ có số lượng nguyên tử cacbon C1-C8 và naptha thô (C5-C20)).

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất quy trình làm giảm các chất gây ô nhiễm môi trường trong dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải, quy trình này bao gồm các bước sau: trộn một lượng nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải với một lượng hỗn hợp khí hoạt hóa để tạo ra hỗn hợp nguyên liệu; cho hỗn hợp nguyên liệu này tiếp xúc với một hoặc nhiều chất xúc tác để tạo thành hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu; tiếp nhận hỗn hợp xử lý này và tách các thành phần lỏng trong sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải trong hỗn hợp xử lý ra khỏi thành phần khí và thành phần hydrocacbon dưới dạng sản phẩm phụ của hỗn hợp xử lý và xả sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất quy trình làm giảm chất gây ô nhiễm môi trường trong HMFO, quy trình này bao gồm các bước sau: trộn một lượng nguyên liệu HMFO với một lượng hỗn hợp khí hoạt hóa để tạo thành hỗn hợp nguyên liệu; cho hỗn hợp nguyên liệu này tiếp xúc với một hoặc nhiều chất xúc tác để tạo thành hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu; tiếp nhận hỗn hợp xử lý và tách thành phần lỏng của hỗn hợp xử lý khỏi thành phần khí thể tích lớn của hỗn hợp xử lý; tiếp nhận thành phần lỏng này và tách thành phần cặn bất kỳ và thành phần hydrocacbon dưới dạng sản phẩm phụ khỏi sản phẩm HMFO đã xử lý; và, xả sản phẩm HMFO đã xử lý.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất thiết bị để làm giảm các chất gây ô nhiễm môi trường trong nguyên liệu HMFO, thiết bị này có thùng chứa thứ nhất, thùng chứa thứ hai nối thông chất lỏng với thùng chứa thứ nhất và thùng chứa thứ ba nối thông chất lỏng với thùng chứa thứ hai và thùng chứa thứ hai và đường xả từ thùng chứa thứ ba để xả sản phẩm HMFO. Thùng chứa thứ nhất tiếp nhận lượng nguyên liệu HMFO được trộn với một lượng hỗn hợp khí hoạt hóa và cho hỗn hợp thu được tiếp xúc với một hoặc nhiều chất xúc tác trong các điều kiện xử lý nhất định để tạo thành hỗn hợp xử lý. Thùng chứa thứ hai tiếp nhận hỗn hợp xử lý từ thùng chứa thứ nhất và tách thành phần lỏng ra khỏi thành phần khí thể tích lớn trong hỗn hợp xử lý. Thành phần khí thể tích lớn được đưa đi xử lý tiếp. Thành phần lỏng được đưa sang thùng chứa thứ ba để tách thành phần cặn bất kỳ và thành phần hydrocacbon dưới dạng sản phẩm phụ (chủ yếu là hydrocacbon nhẹ và naptha thô) khỏi sản phẩm HMFO đã xử lý sau đó được xả ra.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là lưu đồ xử lý thể hiện quy trình để sản xuất sản phẩm HMFO;

Fig.2 là sơ đồ giản lược cơ bản thể hiện nhà máy sản xuất sản phẩm HMFO;

Fig.3a là sơ đồ giản lược cơ bản thể hiện biến thể thay thế thứ nhất của khu vực phản ứng trong nhà máy sản xuất sản phẩm HMFO theo phương án thứ hai;

Fig.3b là sơ đồ giản lược cơ bản thể hiện biến thể thay thế thứ hai của khu vực phản ứng trong nhà máy sản xuất sản phẩm HMFO theo phương án thứ hai.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các khái niệm của sáng chế được mô tả ở đây sử dụng các thuật ngữ đã được biết rõ trong lĩnh vực, tuy nhiên một số thuật ngữ nhất định được sử dụng có ý nghĩa dự kiến và các thuật ngữ này được định nghĩa dưới đây:

Dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải (HMFO) là một nhiên liệu thu được từ dầu mỏ tuân thủ tiêu chuẩn ISO 8217: 2017 về các tính chất khối của nhiên liệu dạng dầu cặn dùng trong ngành hàng hải ngoại trừ nồng độ của các chất gây ô nhiễm môi trường.

Chất gây ô nhiễm môi trường là thành phần hữu cơ và vô cơ của HMFO dẫn đến sự tạo thành nguyên liệu SO_x , NO_x và các hạt vật chất khi đốt cháy;

Nguyên liệu HMFO là nhiên liệu thu được từ dầu mỏ tuân thủ tiêu chuẩn ISO 8217: 2017 về các tính chất khối của nhiên liệu dạng dầu cặn dùng trong ngành hàng hải ngoại trừ nồng độ của các chất gây ô nhiễm môi trường, tốt hơn là nguyên liệu HMFO có hàm lượng lưu huỳnh lớn hơn tiêu chuẩn MARPOL toàn cầu là 0,5% trọng lượng lưu huỳnh, và tốt hơn nữa là và có hàm lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754) trong khoảng 5,0% trọng lượng đến 1,0% trọng lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754).

Sản phẩm HMFO là nhiên liệu thu được từ dầu mỏ tuân thủ tiêu chuẩn ISO 8217: 2017 về các tính chất khối của nhiên liệu dạng dầu cặn dùng trong ngành hàng hải và có hàm lượng lưu huỳnh thấp hơn tiêu chuẩn MARPOL toàn cầu là 0,5% trọng lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754) và tốt hơn nếu hàm lượng lưu huỳnh tối đa (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng 0,05% trọng lượng đến 1,0% trọng lượng.

Khí hoạt hóa: là hỗn hợp khí được sử dụng trong quy trình kết hợp với chất xúc tác để loại bỏ các chất gây ô nhiễm môi trường khỏi nguyên liệu HMFO.

Nối thông chất lỏng: là khả năng chuyển các chất lưu (hoặc chất lỏng, khí hoặc dạng kết hợp của chúng, mà có thể là các chất rắn lơ lửng) từ thùng chứa hoặc vị trí thứ nhất sang thùng chứa hoặc vị trí thứ hai, điều này có thể bao gồm các mối nối được tạo bởi các ống dẫn (cũng được gọi là đường ống), ống cuộn, van, bể chứa trung gian hoặc bể chảy tràn (cũng được gọi là thùng hình ống). **Chất lượng thương mại:** là mức chất lượng đối với dầu nhiên liệu dạng dầu cặn dùng trong ngành hàng hải sao cho nhiên liệu này phù hợp với mục đích thông thường được dự định (nghĩa là, đóng

vai trò làm nguồn nhiên liệu dạng cặn cho tàu biển) và có thể được bán thương mại và có thể dùng thay thế cho nhiên liệu nặng hoặc nhiên liệu dự trữ ở dạng dầu cặn.

Bbl hoặc bbl: là số đo tiêu chuẩn cho dầu; $1\text{bbl} = 0,1589873\text{m}^3$; hoặc $1\text{bbl} = 158,9873$ lít; hoặc $1\text{bbl} = 42,00$ gallon chất lỏng của Hoa Kỳ.

Bpd: là tên viết tắt cho Bbl mỗi ngày.

SCF: là chữ viết tắt cho feet khối tiêu chuẩn của khí; một feet khối tiêu chuẩn (ở $14,73\text{psi}$ và 60°F) bằng $0,0283058557$ mét khối tiêu chuẩn (ở $101,325\text{kPa}$ và 15°C).

Các khái niệm của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn trong phần mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó Fig.1 thể hiện lưu đồ dạng khối đã được khái quát hóa thể hiện quy trình làm giảm chất gây ô nhiễm môi trường trong nguyên liệu HMFO và quy trình sản xuất sản phẩm HMFO theo phương án thứ nhất. Một lượng định trước nguyên liệu HMFO (2) được trộn với một lượng định trước khí hoạt hóa (4) để tạo ra hỗn hợp nguyên liệu. Nguyên liệu HMFO được sử dụng này nói chung có tính chất vật lý khối và một số tính chất hóa học quan trọng cần cho dầu nhiên liệu dạng dầu cặn dùng trong ngành hàng hải phù hợp với ISO8217: 2017 ngoại trừ chất gây ô nhiễm môi trường. Đặc biệt hơn, khi chất gây ô nhiễm môi trường là lưu huỳnh, hàm lượng lưu huỳnh trong nguyên liệu HMFO có thể nằm trong khoảng từ 5,0% trọng lượng đến 1,0% trọng lượng. Nguyên liệu HMFO nên có tính chất vật lý khối được yêu cầu cho HMFO theo tiêu chuẩn ISO8217: 2017: độ nhớt động học tối đa ở 50°C (ISO 3104) nằm trong khoảng từ $180\text{ mm}^2/\text{giây}$ đến $700\text{ mm}^2/\text{giây}$ và tỷ trọng tối đa ở 15°C (ISO 3675) nằm trong khoảng $991,0\text{kg/m}^3$ đến $1010,0\text{ kg/m}^3$ và CCAI nằm trong khoảng từ 780 đến 870 và điểm chớp cháy (ISO 2719) không thấp hơn $60,0^\circ\text{C}$. Các tính chất khác của nguyên liệu HMFO liên quan đến việc tạo thành các hạt vật liệu (PM) bao gồm: tổng mức độ sa lắng tối đa – bị già hóa (ISO 10307-2) là 0,10% trọng lượng và cặn cacbon tối đa - phương pháp micro (ISO 10370) nằm trong khoảng từ 18,00% trọng lượng đến 20,00% trọng lượng, và hàm lượng nhôm tối đa cộng với silic (ISO 10478) là 60mg/kg . Chất gây ô nhiễm môi trường tiềm năng ngoài lưu huỳnh có thể có mặt trong nguyên liệu HMFO trên mức yêu cầu tiêu chuẩn ISO có thể bao gồm vanadi, niken, sắt, nhôm và silicon giảm đáng kể nhờ quy trình theo sáng chế. Tuy nhiên, người trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng lượng vanadi đóng vai trò như một chỉ số chung cho các chất gây ô nhiễm môi trường khác. Theo phương án được ưu tiên, hàm lượng vanadi tuân thủ ISO, do đó nguyên liệu MHFO có

hàm lượng vanadi tối đa (ISO 14597) nằm trong khoảng từ 350mg/kg đến 450ppm mg/kg.

Đối với các tính chất của khí hoạt hóa, khí hoạt hóa nên được chọn từ hỗn hợp gồm nitơ, hydro, cacbon dioxit, nước và metan. Hỗn hợp khí trong khí hoạt hóa phải có áp suất riêng phần của khí lý tưởng hydro p_{H_2} lớn hơn 80% tổng áp suất của hỗn hợp khí hoạt hóa (P) và tốt hơn là trong đó khí hoạt hóa có áp suất riêng phần của khí lý tưởng hydro p_{H_2} lớn hơn 95% tổng áp suất của hỗn hợp khí hoạt hóa (P). Người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng hàm lượng tính theo mol của khí hoạt hóa G là một tiêu chí khác, khí hoạt hóa phải có tỷ lệ mol hydro nằm trong khoảng từ 80% đến 100% tổng số mol hỗn hợp khí hoạt hóa, tốt hơn nữa là khí hoạt hóa có tỷ lệ mol hydro nằm trong khoảng từ 80% đến 99% tổng số mol hỗn hợp khí hoạt hóa.

Hỗn hợp nguyên liệu (nghĩa là hỗn hợp của nguyên liệu HMFO và khí hoạt hóa) được đưa đến các điều kiện về nhiệt độ và áp suất của quy trình và đưa vào thùng chứa thứ nhất, tốt hơn là thùng phản ứng, theo đó hỗn hợp nguyên liệu sau đó được cho tiếp xúc với một hoặc nhiều chất xúc tác (8) để tạo thành hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu.

Các điều kiện của quy trình được lựa chọn để tỷ lệ giữa lượng khí hoạt hóa so với lượng nguyên liệu HMFO là 250 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO đến 10.000 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO; và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2000scf khí/bbl nguyên liệu HMFO; 1 đến 5000 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO, tốt hơn nữa nằm trong khoảng từ 2500 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO đến 4500 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO. Các điều kiện của quy trình được chọn để tổng áp suất trong thùng chứa thứ nhất nằm trong khoảng từ 250psig đến 3000psig; tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1000psig đến 2500psig, đến tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1500psig đến 2200psig. Các điều kiện của quy trình được chọn để nhiệt độ được chỉ định trong thùng chứa thứ nhất nằm trong khoảng từ 500°F đến 900°F, tốt hơn là từ 650°F đến 850°F và tốt hơn nữa là trong khoảng từ 680°F đến 800°F. Các điều kiện của quy trình được chọn để tốc độ không gian theo giờ của chất lỏng trong thùng thứ nhất nằm trong khoảng từ 0,05 dầu/giờ/m³ chất xúc tác đến 1,0 dầu/giờ/m³ chất xúc tác, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,08 dầu/giờ/m³ chất xúc tác và 0,5 dầu/giờ/m³ chất xúc tác, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 dầu/giờ/m³ chất xúc tác và 0,3 dầu/giờ/m³ chất xúc tác để khử lưu huỳnh xuống mức lưu huỳnh của sản phẩm dưới 0,5% theo trọng lượng.

Người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng các điều kiện của quy trình được xác định để xem xét công suất thủy lực của đơn vị xử lý. Công suất thủy lực ví dụ cho đơn vị xử lý có thể nằm trong khoảng từ 100 bbl nguyên liệu HMFO/ngày đến 100.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày đến 60.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 5.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày đến 45.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày, và còn tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày và 30.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày.

Quy trình này có thể sử dụng một hoặc nhiều hệ thống xúc tác được chọn từ nhóm bao gồm: chất xúc tác dị thể kim loại chuyển tiếp được mang trên tầng sôi, chất xúc tác dị thể kim loại chuyển tiếp được mang trên tầng cố định, và dạng kết hợp của chất xúc tác kim loại chuyển tiếp được mang trên tầng sôi và chất xúc tác chuyển tiếp kim loại dị thể được mang trên tầng cố định. Người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng chất xúc tác dị thể là kim loại chuyển tiếp được mang trên tầng cố định là loại chất xúc tác dễ thực hiện nhất về mặt kỹ thuật và được ưu tiên. Chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể bao gồm chất mang chất xúc tác là một oxit vô cơ xốp và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp. Chất mang chất xúc tác là oxit vô cơ xốp ít nhất là một chất mang được lựa chọn từ nhóm bao gồm chất mang nhôm oxit, nhôm oxit/bo oxit, chất mang mang aluminosilicat chứa kim loại, chất mang nhôm oxit/phospho, chất mang nhôm oxit/hợp chất kim loại kiềm thổ, chất mang nhôm oxit/titan oxit và chất mang nhôm oxit/zircon oxit. Thành phần kim loại chuyển tiếp của chất xúc tác là một hoặc nhiều kim loại được lựa chọn từ nhóm bao gồm nhóm 6, 8, 9 và 10 của bảng tuần hoàn. Theo phương án được ưu tiên và minh họa, chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể là chất mang chất xúc tác là oxit vô cơ xốp và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp, trong đó chất mang chất xúc tác là oxit vô cơ xốp được ưu tiên là nhôm oxit và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp được ưu tiên là Ni -- Mo, Co--Mo, Ni -- W hoặc Ni - Co - Mo.

Hỗn hợp xử lý (10) được lấy ra khỏi thùng chứa thứ nhất (8) và dừng việc tiếp xúc với một hoặc nhiều chất xúc tác và được chuyển, thông qua việc nổi thông chất lỏng sang thùng chứa thứ hai (12), tốt hơn là thiết bị tách khí-lỏng hoặc thiết bị tách nóng và thiết bị tách lạnh, để tách các thành phần lỏng (14) của hỗn hợp xử lý khỏi thành phần khí có thể tích lớn (khởi khí) (16) của hỗn hợp xử lý. Thành phần khí (16)

được xử lý ở phân xưởng sản xuất phụ trợ bằng quy trình trực tiếp. Các thành phần khí này có thể bao gồm hỗn hợp của các thành phần khí hoạt hóa và các hydrocacbon nhẹ hơn (chủ yếu là metan, etan và propan nhưng có thể một ít naptha) mà có thể được tạo thành dưới dạng một phần của các hydrocacbon là sản phẩm phụ từ quy trình này.

Thành phần lỏng (16) thông qua việc nổi thông chất lỏng được đưa vào thùng chứa thứ ba (18), tốt hơn là hệ thống tách sản phẩm dầu nhiên liệu, để tách thành phần khí dư bất kỳ (20) và thành phần hydrocacbon phụ phẩm (22) khỏi sản phẩm HMFO (24). Thành phần khí dư (20) có thể là hỗn hợp các khí được chọn từ nhóm bao gồm: nitơ, hydro, cacbon dioxit, hydro sulfua, hơi nước, hydrocacbon C1-C5. Khí dư này được xử lý ở phân xưởng sản xuất phụ trợ bằng quy trình trực tiếp, kết hợp với thành phần khí khác (16) được loại bỏ khỏi hỗn hợp xử lý (10) trong thùng thứ hai (12). Thành phần hydrocacbon lỏng dưới dạng sản phẩm phụ, mà là hydrocacbon ngưng tụ chắc chắn được tạo thành trong quy trình (22) có thể là hỗn hợp được lựa chọn từ nhóm bao gồm hydrocacbon C5-C20 (naptha thô) (naptha - điezen) và hydrocacbon (C4 -C8) lỏng nhẹ ngưng tụ khác có thể được sử dụng như một phần của bể trộn nhiên liệu động cơ hoặc được bán dưới dạng thành phần pha trộn vào xăng và dầu điezen trên thị trường mở.

Sản phẩm HMFO đã xử lý (24) thông qua việc nổi thông chất lỏng được xả qua vào bể chứa ở phân xưởng sản xuất phụ trợ bằng quy trình trực tiếp. Sản phẩm HMFO tuân thủ các tiêu chuẩn ISO8217: 2017 và có hàm lượng lưu huỳnh tối đa (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 0,05% trọng lượng đến 1,0% trọng lượng, tốt hơn là hàm lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng 0,05% trọng lượng đến 0,7% trọng lượng và tốt hơn là hàm lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng 0,1% trọng lượng đến 0,5% trọng lượng. Hàm lượng vanadi của sản phẩm HMFO cũng tuân thủ ISO với hàm lượng vanadi tối đa (ISO 14597) nằm trong khoảng từ 350mg/kg đến 450ppmmg/kg, tốt hơn là hàm lượng vanadi (ISO 14597) nằm trong khoảng 200mg/kg đến 300mg/kg và tốt hơn nữa là hàm lượng vanadi (ISO 14597) nằm trong khoảng từ 50mg/kg đến 100mg/kg.

Nguyên liệu HFMO phải có các tính chất vật lý khối tuân thủ ISO: độ nhớt động học tối đa ở 50°C (ISO 3104) nằm trong khoảng từ 180 mm²/giây đến 700mm²/giây; tỷ trọng tối đa ở 15°C (ISO 3675) nằm trong khoảng từ 991,0kg/m³ đến 1010,0kg/m³; CCAI nằm trong khoảng từ 780 đến 870; điểm chớp cháy (ISO 2719)

không thấp hơn 60,0°C, tổng mức sa lắng tối đa – già hóa (ISO 10307-2) là 0,10% trọng lượng; cặn cacbon tối đa - phương pháp micro (ISO 10370) nằm trong khoảng 18,00% trọng lượng đến 20,00% trọng lượng và hàm lượng nhôm tối đa cộng với silic (ISO 10478) là 60mg/kg.

Các sản phẩm HMFO sẽ có hàm lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 1% đến 10% hàm lượng lưu huỳnh tối đa của nguyên liệu đầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải. Nghĩa là, hàm lượng lưu huỳnh của sản phẩm sẽ được giảm khoảng 80% hoặc nhiều hơn khi so sánh với nguyên liệu HMFO. Tương tự, hàm lượng vanadi (ISO 14597) của sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải nằm trong khoảng từ 1% đến 10% hàm lượng vanadi tối đa của nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải. Người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng số liệu trên cho thấy hàm lượng lưu huỳnh và vanadi giảm đáng kể, điều đó cho thấy quy trình đã làm giảm đáng kể các chất gây ô nhiễm môi trường từ nguyên liệu HMFO đồng thời vẫn giữ lại được các tính chất mong muốn của HMFO tuân thủ ISO.

Một lưu ý khác là, thành phần khí dư là hỗn hợp các khí được chọn từ nhóm bao gồm: nitơ, hydro, cacbon dioxit, hydro sulfua, hơi nước, hydrocacbon C1-C5. Thiết bị tách amin sẽ loại bỏ hiệu quả lượng hydro sulfua mà sau đó có thể được xử lý bằng các công nghệ và quy trình đã biết đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực này. Theo một phương án minh họa được ưu tiên hơn, hydro sulfua được chuyển hóa thành lưu huỳnh nguyên tố bằng cách sử dụng quy trình Claus đã biết. Phương án thay thế sử dụng quy trình chuyên dụng để chuyển hóa hydro sulfua thành axit hydro sulfuric. Dù bằng cách nào thì lưu huỳnh cũng sẽ được loại bỏ khỏi môi trường trước khi đốt cháy HMFO trong động cơ của tàu. Khí sạch có thể xả ra ngoài, đốt hoặc tốt hơn là được tuần hoàn trở lại để sử dụng làm khí hoạt hóa.

Các thành phần hydrocacbon phụ phẩm là hỗn hợp của hydrocacbon C5-C20 (naptha thô) (naptha - điezen) có thể được chuyển vào bể pha trộn nhiên liệu cho động cơ hoặc bán qua trung gian cho nhà máy lọc dầu nối tiếp hoặc thậm chí sử dụng để đốt lò sưởi và động cơ đốt để cung cấp nhiệt và năng lượng cho quy trình này. Các hydrocacbon phụ phẩm này là kết quả của phản ứng hydrocracking nên có mặt với lượng nhỏ hơn 10% trọng lượng, tốt hơn là nhỏ hơn 5% trọng lượng và tốt hơn nhỏ ít hơn 2% trọng lượng toàn bộ khối lượng xử lý.

Mô tả nhà máy sản xuất: Phần dưới đây mô tả chi tiết hơn phương án minh họa của nhà máy sản xuất, Fig.2 là sơ đồ thể hiện nhà máy sản xuất thực hiện quy trình được mô tả ở trên để làm giảm chất gây ô nhiễm môi trường trong nguyên liệu HMFO để sản xuất sản phẩm HMFO theo phương án minh họa thứ hai. Phương án thay thế cho nhà máy sản xuất trong đó nhiều thiết bị phản ứng được sử dụng được cung cấp trên Fig.3a và Fig.3b cũng nằm trong phạm vi của sáng chế.

Bảng 2 và bảng 3 cung cấp ký hiệu dòng và ký hiệu thiết bị được sử dụng trên Fig.2.

Bảng 2 : Ký hiệu dòng được sử dụng trên Fig.2.		
ID của dòng	Tên	Mô tả
A	Nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải (HMFO)	Nguyên liệu HMFO là dòng hydrocacbon có lượng lưu huỳnh lớn hơn 10000 ppmw. Số lượng cacbon trong hydrocacbon dao động từ C ₁₂ đến C ₇₀₊ . Khoảng nhiệt độ sôi của dòng nằm trong khoảng từ 350°F đến 1110+°F.
A'	Nguyên liệu HMFO được tăng áp	Nguyên liệu HMFO được tăng áp để xử lý
A''	Nguyên liệu HMFO được tăng áp và gia nhiệt từng phần	Nguyên liệu HMFO được tăng áp để xử lý và được gia nhiệt từng phần
B	Sản phẩm HMFO	Các sản phẩm HMFO là dòng hydrocacbon có hàm lượng lưu huỳnh nhỏ hơn 5000 ppmw. Số lượng cacbon trong hydrocacbon C ₁₂ đến C ₇₀₊ . Khoảng nhiệt độ sôi của dòng nằm trong khoảng từ 350°F đến 1110+°F.
C	Khí hoạt hóa	Khí hoạt hóa được chọn từ hỗn hợp gồm nitơ, hydro, cacbon dioxit, hơi nước và metan, với áp suất riêng phần khí lý tưởng hydro p_{H_2} lớn hơn 80% tổng áp suất của hỗn hợp khí hoạt hóa (P).
C'	Tuần hoàn khí hoạt hóa	Được cung cấp từ thiết bị hấp thụ amin và được nén lại để đưa trở lại quy trình

C''	Thành phần của hoạt hóa	Được cung cấp từ OSBL
D	Hỗn hợp nguyên liệu	Hỗn hợp của nguyên liệu HMFO và khí hoạt hóa
D'	Hỗn hợp nguyên liệu gia nhiệt	Hỗn hợp của nguyên liệu HMFO và khí hoạt hóa được gia nhiệt đến điều kiện của quy trình
E	Dòng ra khỏi hệ thống phản ứng	Hỗn hợp sản phẩm từ hệ thống phản ứng
E'	Dòng ra khỏi hệ thống phản ứng được làm lạnh từng phần	Hỗn hợp sản phẩm từ hệ thống phản ứng
F	Thành phần khí trong dòng đi ra khỏi hệ thống phản ứng	Đưa đến thiết bị làm lạnh không khí bằng hơi tách nóng
F'	Thành phần khí đã làm lạnh trong dòng đi ra khỏi hệ thống phản ứng	Dòng khí được đưa đến thiết bị tách lạnh
F''	Thành khí đi ra khỏi thiết bị tách lạnh	Dòng khí được đưa đến thiết bị hấp thụ amin
G	Thành phần lỏng trong dòng đi ra khỏi hệ thống phản ứng	Dòng hydrocacbon được đưa đến hệ thống thiết bị tách sản phẩm dầu nhiên liệu
H	Hydrocacbon lỏng đi ra khỏi thiết bị tách lạnh	Dòng hydrocacbon được đưa đến hệ thống thiết bị tách sản phẩm dầu nhiên liệu
I	Nước lỏng ngưng tụ đi ra khỏi thiết bị tách lạnh	Được đưa đến OSBL để xử lý
J	Amin nghèo	Amin nghèo được nạp vào thiết bị hấp thụ amin để hấp thụ H ₂ S có trong hydro tuần hoàn.
K	Amin giàu	Sản phẩm amin giàu từ thiết bị hấp thụ amin chứa hydro sulfua đã hấp thụ.

L	Khí thải đã làm sạch	Khí thải đã làm sạch chứa hydro, hydrocacbon, hơi nước và hydro sulfua ở hàm lượng ppm.
M	Khí thoát khỏi thiết bị tách dầu nhiên liệu	Khí thoát khỏi thiết bị tách dầu nhiên liệu chứa hydro, hydro sulfua, hơi nước và hydrocacbon được đưa đến OSBL.

Bảng 3: Ký hiệu thiết bị được sử dụng trên Fig.2.

ID thiết bị	Tên	Mô tả
1	Thùng hình ống cấp dầu chảy tràn	Thùng tiếp nhận nguyên liệu HMFO từ OSBL và cung cấp thể tích chảy tràn thích hợp để đảm bảo thiết bị hoạt động trơn tru.
1b	Đường ống cấp từ thùng hình ống cấp dầu chảy tràn đến bơm cấp dầu	
1c	Đường ống xả nước từ thùng hình ống cấp dầu chảy tràn	Đường ống xả nước đến OSBL
3	Bơm cấp dầu	Bơm cung cấp dầu nhiên liệu ở áp suất cần cho quy trình.
3a	Đường ống từ bơm cấp dầu đến thiết bị cấp dầu/thiết bị trao đổi nhiệt sản phẩm	
5	Thiết bị cấp dầu/thiết bị trao đổi nhiệt sản phẩm	Thiết bị trao đổi chéo thu hồi nhiệt từ sản phẩm dầu để gia nhiệt thiết bị cấp dầu.
5a	Đường ống từ thiết bị cấp dầu/thiết bị trao đổi nhiệt sản phẩm đến thiết bị cấp liệu cho thiết bị phản ứng/thiết bị trao đổi nhiệt dòng ra	
7	Thiết bị cấp liệu cho thiết bị phản	Bộ trao đổi chéo thu hồi nhiệt từ dòng

	ứng/thiết bị trao đổi dòng ra	đi ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng chuyển sang thiết bị cấp liệu vào thiết bị phản ứng.
7a	Đường ống thiết bị cấp liệu cho thiết bị phản ứng/Thiết bị trao đổi dòng ra đến điểm trộn (X)	
9	Lò cấp liệu cho thiết bị phản ứng	Thiết bị đốt nóng bằng ngọn lửa gia nhiệt cho nguyên liệu trong thiết bị phản ứng đến nhiệt độ chỉ định ở đầu vào của thiết bị phản ứng.
9a	Đường ống từ điểm trộn (X) đến lò cấp liệu cho thiết bị phản ứng	
9b	Đường ống từ lò cấp liệu cho thiết bị phản ứng đến hệ thống thiết bị phản ứng	
11	Hệ thống thiết bị phản ứng	Hệ thống các thùng được nạp chất xúc tác.
11a	Đường ống từ hệ thống thiết bị phản ứng đến thiết bị cấp liệu cho thiết bị phản ứng/Thiết bị trao đổi dòng ra	
11b	Đường ống từ thiết bị cấp liệu cho thiết bị phản ứng/Thiết bị trao đổi dòng ra đến thiết bị tách nóng	
13	Thiết bị tách nóng	Thùng tiếp nhận dòng ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng sau khi được làm mát trong thiết bị cấp liệu cho thiết bị phản ứng/thiết bị trao đổi dòng ra
13a	Đường ống kết nối thiết bị tách nóng với đường ống 17b và thiết bị làm mát hơi không khí đi ra	

	khỏi thiết bị tách nóng.	
13b	Đường ống từ thiết bị tách nóng đến hệ thống tách sản phẩm dầu.	
15	Thiết bị làm mát hơi không khí đi ra khỏi thiết bị tách nóng	Thiết bị trao đổi nhiệt làm mát bằng không khí làm mát hơi từ thiết bị tách nóng.
15a	Đường ống kết nối thiết bị làm mát hơi không khí đi ra khỏi thiết bị tách nóng đến thiết bị tách lạnh.	
17	Thiết bị tách lạnh	Thùng tiếp nhận dòng đi ra khỏi thiết bị làm mát hơi không khí đi ra khỏi thiết bị tách nóng
17a	Đường ống kết nối thiết bị tách lạnh với thiết bị hấp thụ amin.	
17b	Đường ống kết nối thiết bị tách lạnh với đường ống 13b và hệ thống tách sản phẩm dầu	
17c	Đường ống xả nước từ thiết bị tách lạnh đến OSBL	
19	Hệ thống tách sản phẩm dầu	Cột tách và thiết bị phụ trợ và phương tiện cần thiết để loại bỏ hydro và hydro sulfua khỏi sản phẩm HMFO.
19a	Đường ống mang hơi thoát ra khỏi thiết bị tách sản phẩm dầu đến OSBL.	
19b	Đường ống xả cho sản phẩm HMFO sang OSBL.	
21	Thiết bị hấp thụ amin	Cột hấp thụ loại bỏ hydro sulfua khỏi hơi từ thiết bị tách lạnh để tạo thành dòng khí hoạt hóa tuần hoàn
21a	Đường ống cấp amin nghèo từ	

	OSBL	
21b	Đường ống xả amin giàu đến OSBL.	
21c	Đường ống tuần hoàn khí hoạt hóa từ thiết bị hấp thụ amin đến máy nén tuần hoàn	
21d	Đường ống cấp khí sạch đến OSBL.	
23	Máy nén tuần hoàn	Để nén khí hoạt hóa tái tuần đến áp suất áp suất thích hợp cho các điều kiện xử lý
23a	Đường ống tuần hoàn khí hoạt hóa từ máy nén tuần hoàn đến điểm trộn khí hoạt hóa bổ sung.	
23b	Đường ống cấp cho khí hoạt hóa bổ sung (C'') được cung cấp cho OSBL nối với đường ống tuần hoàn khí hoạt hóa (23a)	
23c	Đường ống để vận chuyển hỗn hợp khí tuần hoàn và khí hoạt hóa bổ sung được tạo thành đến điểm trộn X	

Trên Fig.2, nguyên liệu HMFO (A) được cấp từ phân xưởng sản xuất phụ trợ (OSBL, outside the battery limit) vào thùng hình ống cấp dầu chảy tràn (1) mà tiếp nhận nguyên liệu từ OSBL và cung cấp lượng lớn để đảm bảo bộ phận này hoạt động trơn tru. Nước bị cuốn theo trong nguyên liệu được loại bỏ khỏi HMFO cùng với nước được xả ra từ dòng (1c) để xử lý OSBL.

Nguyên liệu HMFO (A) được rút từ thùng hình ống cấp dầu chảy tràn (1) thông qua đường ống (1b) bằng bơm cấp dầu (3) và được tăng áp suất đến áp suất cần thiết cho quy trình này. HMFO đã tăng áp (A') sau đó đi qua đường ống (3a) đến thiết bị cấp dầu/thiết bị trao đổi nhiệt sản phẩm (5) trong đó nguyên liệu HMFO đã tăng áp

cấp (A') được gia nhiệt một phần bằng sản phẩm HMFO (B). Sản phẩm HMFO (B) là dòng hydrocacbon có hàm lượng lưu huỳnh ít hơn 5000 ppmw và tốt hơn là nhỏ hơn 1000 ppmw. Hydrocacbon trong nguyên liệu HMFO và sản phẩm HMFO thuộc khoảng C12 đến C70+ và khoảng nhiệt độ sôi nằm trong khoảng từ 350°F đến 1110+°F. Nguyên liệu HMFO tăng áp (A') đi qua đường ống (5a) tiếp tục được gia nhiệt dựa trên dòng đi ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng (E) trong thiết bị cấp liệu cho thiết bị phản ứng/thiết bị trao đổi dòng ra (7).

Nguyên liệu HMFO đã gia nhiệt và tăng áp (A'') trong đường ống (7a) sau đó được trộn với khí hoạt hóa (C) được cung cấp thông qua đường ống (23c) tại điểm trộn (X) để tạo thành hỗn hợp nguyên liệu (D). Điểm trộn (X) có thể là hệ thống trộn khí/lỏng bất kỳ đã được biết rõ hoặc cơ cấu cuốn theo được biết rõ đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Hỗn hợp nguyên liệu (D) đi qua đường ống (9a) đến lò cấp liệu cho thiết bị phản ứng (9), tại đây hỗn hợp nguyên liệu (D) được gia nhiệt đến nhiệt độ xử lý chỉ định. Lò cấp liệu cho thiết bị phản ứng (9) có thể là lò đốt bằng lửa hoặc loại bất kỳ khác thuộc các loại lò đã biết đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này nếu nó sẽ làm tăng nhiệt độ của hỗn hợp nguyên liệu đến nhiệt độ mong muốn trong các điều kiện xử lý.

Hỗn hợp nguyên liệu đã gia nhiệt đầy đủ (D') đi ra khỏi lò cấp liệu cho thiết bị phản ứng (9) thông qua đường ống (9b) và được cấp vào hệ thống thiết bị phản ứng (11). Hỗn hợp nguyên liệu đã gia nhiệt đầy đủ (D') đi vào hệ thống thiết bị phản ứng (11), tại đây các chất gây ô nhiễm môi trường, như lưu huỳnh, nitơ, và kim loại được ưu tiên loại bỏ khỏi thành phần nguyên liệu HMFO của hỗn hợp nguyên liệu đã gia nhiệt đầy đủ. Hệ thống thiết bị phản ứng chứa chất xúc tác mà ưu tiên loại bỏ hợp chất lưu huỳnh trong thành phần nguyên liệu HMFO bằng cách cho chúng phản ứng với hydro trong khí hoạt hóa để tạo thành hydrosulfua. Hệ thống thiết bị phản ứng cũng thực hiện việc khử kim loại, khử nitơ, và hydro hóa mở rộng một lượng nhất định các chất thơm phức tạp và, tuy nhiên cũng xảy ra hiện tượng hydrocracking đối với một lượng nhỏ hydrocacbon. Các điều kiện của quy trình là áp suất riêng phần của hydro, áp suất phản ứng, nhiệt độ và thời gian lưu như được đo bằng vận tốc không gian theo thời gian sẽ được tối ưu hóa để thu được sản phẩm cuối cùng với chất lượng mong muốn. Phần bản luận chi tiết hơn về hệ thống thiết bị phản ứng, chất xúc tác, các điều

kiện của quy trình, và các khía cạnh khác của quy trình này được đưa ra dưới đây trong phần “Mô tả hệ thống thiết bị phản ứng”.

Dòng ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng (E) đi ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng (11) qua đường ống (11a) và thực hiện việc trao đổi nhiệt với nguyên liệu HMFO đã tăng áp (A') và gia nhiệt một phần trong thiết bị cấp liệu cho thiết bị phản ứng/thiết bị trao đổi dòng ra (7). Dòng ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng đã làm nguội một phần (E') sau đó chảy qua đường ống (11c) đến thiết bị tách nóng (13).

Thiết bị tách nóng (13) tách riêng các thành phần khí của dòng ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng (F) đi vào đường ống (13a) từ thành phần lỏng của dòng ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng (G) đi vào đường ống (13b). Thành phần khí trong dòng ra khỏi hệ thống thiết bị trong đường ống (13a) được làm mát bằng không khí trong thiết bị làm mát hơi không khí đi ra khỏi thiết bị tách nóng (15) và sau đó chảy qua đường ống (15a) đến thiết bị tách lạnh (17).

Thiết bị tách lạnh (17) tiếp tục tách riêng thành phần khí còn lại khỏi thành phần lỏng trong thành phần khí đã làm nguội trong dòng ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng (F'). Thành phần khí từ thiết bị tách lạnh (F) chảy vào đường ống (17a) và được cấp vào thiết bị hấp thụ amin (21). Thiết bị tách lạnh (17) cũng tách riêng hydrocacbon lỏng bất kỳ còn lại trong thiết bị tách lạnh (H) trong đường ống (17b) từ nước lỏng ngưng tụ bất kỳ trong bộ tách lạnh (I). Nước lỏng ngưng tụ trong bộ tách lạnh (I) được đưa đến OSBL qua đường ống (17c) để xử lý.

Các thành phần hydrocacbon lỏng trong dòng ra khỏi hệ thống thiết bị phản ứng từ thiết bị tách lạnh (G) trong đường ống (13b) và hydrocacbon lỏng từ thiết bị tách lạnh (H) trong đường ống (17b) được kết hợp lại và được cấp vào hệ thống tách sản phẩm dầu (19). Hệ thống tách sản phẩm dầu (19) sẽ loại bỏ hydro và hydro sulfua dư khỏi sản phẩm HMFO (B) được xả trong đường ống (19b) để OSBL lưu trữ. Dòng hơi thoát (M) từ hệ thống tách sản phẩm dầu trong đường ống (19a) có thể được đưa đến hệ thống khí nhiên liệu hoặc hệ thống đốt OSBL. Phần bản luận chi tiết hơn về hệ thống tách sản phẩm dầu được đưa ra trong phần “Mô tả hệ thống tách sản phẩm dầu”.

Thành phần khí từ thiết bị tách lạnh (F) trong đường ống (17a) chứa hỗn hợp của hydro, hydro sulfua và hydrocacbon nhẹ (chủ yếu là metan và etan). Dòng hơi (17a) này được cấp vào thiết bị hấp thụ amin (21), tại đây nó được cho được tiếp xúc với amin nghèo (J) được cung cấp bởi OSBL qua đường ống (21a) đến thiết bị hấp thụ

amin (21) để loại bỏ hydro sulfua từ khỏi các khí tạo thành dòng tuần hoàn của khí hoạt hóa (C'). Amin giàu (K) đã hấp thụ hydro sulfua đi ra từ đáy của thiết bị hấp thụ amin (21) và được gửi đến OSBL qua đường ống (21b) để tái sinh amin và thu hồi lưu huỳnh.

Hơi ở đỉnh của thiết bị hấp thụ amin trong đường ống (21c) được ưu tiên tuần hoàn đến quy trình dưới dạng khí hoạt hóa tuần hoàn (C') qua máy nén tuần hoàn (23) và đường ống (23a), tại đây nó được trộn với khí hoạt hóa bổ sung (C'') được cung cấp bởi OSBL qua đường ống (23b). Hỗn hợp của khí hoạt hóa tuần hoàn (C') và khí hoạt hóa bổ sung (C'') để tạo thành khí hoạt hóa (C) được sử dụng trong quy trình thông qua đường ống (23c) như đã nêu ở trên. Dòng khí sạch (H) được lấy từ hơi ở đỉnh của thiết bị hấp thụ amin qua đường ống (21c) và được đưa qua đường ống (21d) đến OSBL để tránh việc tích tụ hydrocacbon nhẹ hoặc các chất không ngưng tụ khác.

Mô tả hệ thống thiết bị phản ứng: Hệ thống thiết bị phản ứng (11) trên Fig.2 bao gồm một thùng phản ứng được nạp chất xúc tác xử lý và các bộ phận điều khiển, van và cảm biến như được người có kỹ năng trong lĩnh vực này yêu cầu.

Các hệ thống thiết bị phản ứng thay thế, trong đó nhiều thùng phản ứng có thể được sử dụng song song như được thể hiện trên Fig.3a hoặc nối tiếp theo tầng như được thể hiện trên Fig.3b có thể dễ dàng được thay thế cho hệ thống thiết bị phản ứng một thùng phản ứng (11) trên Fig.2. Trong phương án được thể hiện trên Fig.3a, mỗi Thùng phản ứng (11, 12a và 12b) cùng được nạp chất xúc tác xử lý và có thể được cung cấp hỗn hợp nguyên liệu đã gia nhiệt (D') thông qua đường ống chung (9b). Dòng ra từ mỗi trong số ba thiết bị phản ứng này được kết hợp lại trong đường ống chung (11a) và tạo thành dòng ra kết hợp từ thiết bị phản ứng (E) để xử lý tiếp như được mô tả ở trên. Cơ cấu được minh họa này cho phép ba thiết bị phản ứng tiến hành song song quy trình này theo cách cao gấp nhiều lần công suất thủy lực của toàn bộ hệ thống thiết bị phản ứng. Các van điều khiển và van chặn có thể được sử dụng để ngăn chặn nguyên liệu đi vào một thùng phản ứng (11) nhưng không phải là thùng phản ứng (12a) hoặc (12b). Theo cách này, một thùng phản ứng (11) có thể được bỏ qua và đặt ngoại tuyến để bảo trì và nạp lại chất xúc tác trong khi các thiết bị phản ứng còn lại (12a) hoặc (12b) tiếp tục tiếp nhận hỗn hợp nguyên liệu đã gia nhiệt (D'). Người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng việc bố trí các thùng phản ứng theo cách song song sẽ không bị giới hạn ở số lượng ở 3 thùng, mà nhiều thùng phản ứng khác có thể

được thêm vào như được thể hiện bằng thiết bị phản ứng được thể hiện bằng đường ống đứt nét (12x). Giới hạn duy nhất đối với số lượng thùng phản ứng song song là khoảng cách đặt và khả năng cung cấp hỗn hợp nguyên liệu đã gia nhiệt (D') cho mỗi thiết bị phản ứng hoạt động.

Trong phương án được thể hiện trên Fig.3b, các thùng phản ứng xếp tầng (14, 16 và 18) được nạp chất xúc tác xử lý có hoạt tính tương tự hoặc khác nhau đối với kim loại, lưu huỳnh hoặc các chất gây ô nhiễm môi trường khác cần loại bỏ. Ví dụ, thiết bị phản ứng (14) có thể được nạp chất xúc tác khử kim loại có hoạt tính cao, thùng phản ứng (16) có thể được nạp chất xúc tác khử kim loại/khử lưu huỳnh hoạt tính cân bằng, và thùng phản ứng (18) có thể được nạp chất xúc tác khử lưu huỳnh có hoạt tính cao. Điều này cho phép kiểm soát và cân bằng tốt hơn các điều kiện của quy trình (nhiệt độ, áp suất, tốc độ dòng chảy theo không gian, v.v.), theo đó nó có thể điều chỉnh cho mỗi loại chất xúc tác. Theo cách này, có thể tối ưu hóa các thông số trong mỗi thiết bị phản ứng tùy thuộc vào nguyên liệu được cấp vào tổ hợp thiết bị phản ứng/chất xúc tác và giảm thiểu các phản ứng hydrocracking. Như đối với phương án minh họa trước đó, có thể sử dụng song song nhiều thiết bị phản ứng theo kiểu nối tiếp xếp chồng (nghĩa là, 14x, 16x và 18x) và theo cách này, cách bố trí này tạo ra các lợi ích đã nêu (nghĩa là, cho phép một dãy thiết bị trực tuyến trong khi các dãy thiết bị khác “ngoại tuyến” để bảo trì hoặc cho phép tăng công suất nhà máy).

Các thiết bị phản ứng tạo nên hệ thống thiết bị phản ứng có thể là các thiết bị phản ứng kiểu tầng cố định, tầng sôi hoặc tầng bùn hoặc tổ hợp của các loại thiết bị phản ứng này. Như nêu trên, các thiết bị phản ứng kiểu tầng cố định được ưu tiên vì chúng dễ vận hành và bảo trì hơn.

Thùng phản ứng trong hệ thống thiết bị phản ứng được nạp một hoặc nhiều chất xúc tác xử lý. Thiết kế chính xác của hệ thống chất xúc tác xử lý sẽ là hàm của đặc tính nguyên liệu, các yêu cầu đối với sản phẩm và các giới hạn hoạt động và việc tối ưu hóa của chất xúc tác xử lý có thể được thực hiện bằng các thí nghiệm thử và sai thông thường đã biết đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Chất xúc tác xử lý bao gồm ít nhất một kim loại được lựa chọn từ nhóm bao gồm kim loại thuộc nhóm 6, 8, 9 và 10 của bảng tuần hoàn, và tốt hơn là hỗn hợp chất xúc tác kim loại chuyển tiếp như Ni -- Mo, Co -- Mo, Ni -- W hoặc Ni - Co - Mo được sử dụng. Tốt hơn là, kim loại được mang trên chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp.

Chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp ít nhất là một chất mang được lựa chọn từ nhóm bao gồm chất mang nhôm oxit, nhôm oxit/bo oxit, chất mang chứa aluminosilicat chứa kim loại, nhôm oxit/phospho, chất mang nhôm oxit/hợp chất kim loại kiềm thổ, chất mang nhôm oxit/titan oxit và chất mang nhôm oxit/zircon oxit. Chất mang xúc tác oxit vô cơ xốp được ưu tiên là nhôm oxit. Kích thước lỗ và khả năng tải nạp kim loại trên chất mang có thể được thay đổi một cách có hệ thống và được kiểm tra bằng nguyên liệu và điều kiện xử lý mong muốn để tối ưu hóa các tính chất của sản phẩm HMFO. Các hoạt động này là đã được biết rõ và thông thường đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này. Chất xúc tác trong (các) thiết bị phản ứng kiểu tầng cố định có thể được nạp dày đặc hoặc theo cục.

Việc lựa chọn chất xúc tác sử dụng bên trong và để tải nạp vào hệ thống thiết bị phản ứng có thể được ưu tiên để khử lưu huỳnh bằng cách thiết kế sơ đồ tải nạp chất xúc tác mà dẫn đến việc hỗn hợp nguyên liệu đầu tiên tiếp xúc với tầng chất xúc tác mà chất xúc tác ưu tiên khử kim loại chảy xuống dưới tầng chất xúc tác có hoạt tính hỗn hợp để khử kim loại và khử lưu huỳnh chảy xuống dưới tầng chất xúc tác có hoạt tính khử lưu huỳnh cao. Khi hoạt động, tầng thứ nhất có hoạt tính khử kim loại cao hoạt động như tầng bảo vệ cho tầng khử lưu huỳnh.

Mục tiêu của hệ thống thiết bị phản ứng là xử lý nguyên liệu HMFO ở mức độ cần thiết để đáp ứng thông số kỹ thuật của sản phẩm HMFO. Phản ứng khử kim loại, khử nitơ và hydro hóa hydrocacbon cũng có thể xảy ra ở mức độ nhất định khi các điều kiện của quy trình được tối ưu hóa để hiệu suất của hệ thống thiết bị phản ứng đạt mức khử lưu huỳnh yêu cầu. Tốt hơn là, quá trình hydrocracking được giảm thiểu để giảm khối lượng hydrocacbon được tạo thành dưới dạng sản phẩm phụ của quy trình là hydrocacbon. Mục tiêu của quy trình này là để loại bỏ một cách chọn lọc các chất gây ô nhiễm môi trường khỏi nguyên liệu HMFO và giảm thiểu sự tạo thành các sản phẩm phụ hydrocacbon không cần thiết (các hydrocacbon C1-C8).

Các điều kiện của quy trình trong mỗi thùng phản ứng phụ thuộc vào nguyên liệu, chất xúc tác được sử dụng và các đặc tính cuối cùng mong muốn của sản phẩm HMFO mong muốn. Việc thay đổi các điều kiện nêu trên có thể được thực hiện bởi người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này và điều này có thể được xác định bằng cách chạy thí điểm nhà máy và tối ưu hóa một cách có hệ thống đối với quy trình này. Từ quan điểm này, đã phát hiện ra rằng áp suất vận hành, nhiệt độ vận hành theo quy

định, tỷ lệ của khí hoạt hóa so với nguyên liệu HMFO, áp suất riêng phần của hydro trong khí hoạt hóa và vận tốc trong không gian đều là những thông số quan trọng cần xem xét. Áp suất vận hành theo quy định của hệ thống thiết bị phản ứng phải nằm trong khoảng 250psig đến 3000psig, tốt hơn là trong khoảng từ 1000psig đến 2500psig và tốt hơn là trong khoảng từ 1500psig đến 2200psig. Nhiệt độ hoạt động theo quy định của hệ thống thiết bị phản ứng nằm trong khoảng từ 500°F đến 900 F, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 650°F đến 850°F và tốt hơn nữa giữa 680°F đến 800 F. Tỷ lệ giữa lượng khí hoạt hóa ứng so với lượng nguyên liệu HMFO nên nằm trong khoảng từ 250 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO đến 10.000 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO, tốt hơn là từ 2000 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO đến 5000 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO và tốt hơn nữa nằm trong khoảng từ 2500 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO đến 4500 SCF khí/bbl nguyên liệu HMFO. Khí hoạt hóa nên được lựa chọn từ hỗn hợp của nitơ, hydro, cacbon dioxit, hơi nước, và metan, để khí hoạt hóa có áp suất riêng phần của khí lý tưởng hydro p_{H_2} lớn hơn 80% tổng áp suất của hỗn hợp khí hoạt hóa (P) và tốt hơn là khí hoạt hóa có áp suất riêng phần của khí lý tưởng hydro p_{H_2} lớn hơn 95% tổng áp suất của hỗn hợp khí hoạt hóa (P). Khí hoạt hóa có thể có tỷ lệ mol hydro nằm trong khoảng 80% tổng số mol hỗn hợp khí hoạt hóa và tốt hơn nữa khí hoạt hóa có tỷ lệ mol hydro nằm trong khoảng từ 80% đến 99% tổng số mol hỗn hợp khí hoạt hóa. Vận tốc không gian theo giờ chất lỏng trong hệ thống thiết bị phản ứng phải nằm trong khoảng từ 0,05 dầu/giờ/m³ chất xúc tác đến 1,0 dầu/giờ/m³ chất xúc tác; tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,08 dầu/giờ/m³ chất xúc tác đến 0,5 dầu/giờ/m³ chất xúc tác và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 dầu/giờ/m³ chất xúc tác đến 0,3 dầu/giờ/m³ chất xúc tác để đạt được khả năng khử lưu huỳnh để mức lưu huỳnh trong sản phẩm dưới ngưỡng 0,1ppmw.

Tỷ lệ công suất thủy lực của hệ thống thiết bị phản ứng nên nằm trong khoảng từ 100 bbl nguyên liệu HMFO/ngày đến 100.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày đến 60.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày, tốt hơn nữa nằm trong khoảng từ 5.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày đến 45.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày, và thậm chí tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày đến 30.000 bbl nguyên liệu HMFO/ngày. Công suất thủy lực mong muốn có thể đạt được trong hệ thống thiết bị phản ứng một thiết bị phản ứng hoặc trong hệ thống thiết bị phản ứng có nhiều thiết bị phản ứng.

Mô tả hệ thống tách sản phẩm dầu: Hệ thống tách sản phẩm dầu (19) bao gồm một cột tách và thiết bị phụ trợ và các phương tiện cần thiết để loại bỏ hydro, hydro sulfua và hydrocacbon nhẹ hơn diesel khỏi sản phẩm HMFO. Hệ thống này cũng đã được người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này biết đến và phần mô tả khái quát chức năng của nó được cung cấp ở đây. Chất lỏng từ thiết bị tách nóng (13) và thiết bị tách lạnh (7) được cấp vào cột tách sản phẩm dầu (19). Việc tách hydro và hydro sulfua và hydrocacbon nhẹ hơn diesel có thể được thực hiện thông qua môi trường đun sôi lại, hơi sống hoặc môi trường tách khác. Hệ thống tách sản phẩm dầu (19) có thể được thiết kế với hệ thống trên đầu bao gồm bình ngưng tụ trên đầu, trống hồi lưu và bơm hồi lưu hoặc có thể được thiết kế mà không có hệ thống trên đầu. Các điều kiện của thiết bị tách sản phẩm dầu có thể được tối ưu hóa để kiểm soát các tính chất khối của sản phẩm HMFO, cụ thể hơn là độ nhớt và tỷ trọng.

Mô tả hệ thống hấp thụ amin: Hệ thống hấp thụ amin (21) bao gồm một cột tiếp xúc với lỏng khí và thiết bị phụ trợ và các phương tiện cần thiết để loại bỏ khí ô nhiễm (ví dụ, hydro sulfua) từ nguyên liệu hơi trong thiết bị tách lạnh để khí sạch thu được có thể tuần hoàn và được sử dụng làm khí hoạt hóa. Các hệ thống này là đã biết rõ đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này, phần mô tả khái quát chức năng của hệ thống này được cung cấp ở đây. Hơi từ thiết bị tách lạnh (17) được cấp vào cột/hệ thống tiếp xúc (19). Amin nghèo (hoặc các loại khác thích hợp cho các chất lưu hoặc thiết bị tách khí ô nhiễm) được cung cấp từ OSBL được sử dụng để tinh chế hơi từ thiết bị tách lạnh để loại bỏ hydro sulfua một cách hiệu quả. Hệ thống hấp thụ amin (19) có thể được thiết kế có hệ thống sấy khí để loại bỏ hơi nước bất kỳ bị cuốn vào khí hoạt hóa tuần hoàn (C').

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ sau đây cung cấp các phương án minh họa cụ thể hơn cho người có kỹ năng trong lĩnh vực này để thực hiện quy trình được mô tả trên đây và được yêu cầu bảo hộ ở đây.

Ví dụ 1:

Tổng quan: Mục đích của việc chạy thí điểm là để chứng minh rằng nguyên liệu HMFO có thể được xử lý thông qua thiết bị phản ứng được nạp chất xúc tác có trên thị trường ở điều kiện quy định để loại bỏ chất gây ô nhiễm môi trường, cụ thể là lưu

huỳnh và chất gây ô nhiễm khác từ HMFO để sản xuất sản phẩm HMFO tuân thủ MARPOL, đó là quy trình sản xuất dầu nhiên liệu nặng ít lưu huỳnh (LS- HMFO) hoặc nhiều lưu huỳnh (USL-HMFO) dùng trong ngành hàng hải.

Thiết lập đơn vị thí điểm: Đơn vị thí điểm sẽ được thiết lập với hai thiết bị phản ứng dung tích 434cm³ được bố trí nối tiếp để xử lý nguyên liệu HMFO. Thiết bị phản ứng đầu tiên được nạp với hỗn hợp gồm chất xúc tác hydro hóa khử kim loại (HDM) có sẵn trên thị trường và chất xúc tác hydro-chuyển tiếp (HDT) có sẵn trên thị trường. Người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng lớp chất xúc tác HDT có thể được tạo thành và tối ưu hóa bằng cách sử dụng hỗn hợp các chất xúc tác HDM và HDS kết hợp với vật liệu trợ để thu được mức độ hoạt động trung gian/chuyển tiếp mong muốn. Thiết bị phản ứng thứ hai được nạp hỗn hợp của chất xúc tác hydro-chuyển tiếp (HDT) có sẵn trên thị trường và chất xúc khác hydro-khử lưu huỳnh (HDS) có sẵn trên thị trường. Theo cách khác, có thể tải nạp vào thiết bị phản ứng thứ hai chỉ chất xúc tác hydro-khử lưu huỳnh có sẵn trên thị trường. Người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng các đặc tính cụ thể của nguyên liệu HMFO có thể ảnh hưởng đến tỷ lệ chất xúc tác HDM, HDT và HDS trong hệ thống thiết bị phản ứng. Quy trình kiểm tra một cách có hệ thống các hỗn hợp khác nhau với cùng nguyên liệu sẽ mang lại một hỗn hợp chất xúc tác tối ưu cho nguyên liệu và các điều kiện phản ứng bất kỳ. Đối với ví dụ này, ví dụ, thiết bị phản ứng thứ nhất sẽ được nạp 2/3 chất xúc tác hydro-khử kim loại và 1/3 chất xúc tác hydro-chuyển tiếp. Thiết bị phản ứng thứ hai toàn bộ được nạp chất xúc tác hydro-khử lưu huỳnh. Các chất xúc tác trong mỗi thiết bị phản ứng được trộn với các hạt thủy tinh (khoảng 50% theo thể tích) để cải thiện sự phân phối chất lỏng và kiểm soát tốt hơn nhiệt độ của thiết bị phản ứng. Đối với lần chạy thử nghiệm này, nên sử dụng các chất xúc tác có sẵn trên thị trường: HDM: Albemarle loại KFR 20 hoặc tương đương; HDT: Albemarle loại KFR 30 hoặc tương đương; HDS: Albemarle loại KFR 50 hoặc KFR 70 hoặc tương đương. Khi hoàn thành việc thiết lập đơn vị thí điểm, các chất xúc tác có thể được hoạt hóa bằng cách sulfua hóa chất xúc tác này sử dụng dimetyldisulfua (DMDS) theo cách đã biết rõ đối với người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Vận hành đơn vị thí điểm: Sau khi hoàn thành bước hoạt hóa, đơn vị thí điểm đã sẵn sàng tiếp nhận nguyên liệu HMFO và nguyên liệu khí hoạt hóa. Trong ví dụ này, khí hoạt hóa có thể là khí hoạt hóa dùng trong kỹ thuật hoặc tốt hơn là khí hydro. Hỗn

hợp nguyên liệu HMFO và khí hoạt hóa sẽ được cung cấp cho nhà máy thí điểm ở các tốc độ và điều kiện vận hành theo quy định: tốc độ cấp dầu: 108,5ml/giờ (vận tốc không gian = 0,25/giờ); tỷ lệ hydro/dầu: 570 Nm³/m³ (3200 scf/bbl); nhiệt độ của thiết bị phản ứng: 372°C (702°F); áp suất đầu ra của thiết bị phản ứng: 13,8MPa (g) (2000psig).

Người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng tốc độ và các điều kiện có thể được điều chỉnh và tối ưu hóa một cách có hệ thống tùy thuộc vào các đặc tính của nguyên liệu để đáp ứng các yêu cầu đối với sản phẩm mong muốn. Đơn vị này sẽ được đưa đến trạng thái ổn định cho từng điều kiện và có thể hoàn thành đầy đủ việc lấy các mẫu dùng cho các phép kiểm tra phân tích. Việc lựa chọn nguyên liệu cho từng điều kiện không nên được hoàn thành trước khi chuyển sang điều kiện tiếp theo.

Tác động dự kiến đến các đặc tính của nguyên liệu HMFO là: hàm lượng lưu huỳnh (% trọng lượng): giảm ít nhất 80%; hàm lượng kim loại (% trọng lượng): giảm ít nhất 80%; hàm lượng MCR/Asphalten (% trọng lượng): giảm ít nhất 30%; hàm lượng nitơ (% trọng lượng): giảm ít nhất 20%; sản lượng C1-Naptha (% trọng lượng): không vượt quá 3,0% và tốt hơn là không vượt quá 1,0%.

Các điều kiện của quy trình trong các đơn vị thí điểm có thể được điều chỉnh một cách hệ thống theo bảng 4 để đánh giá tác động của các điều kiện của quy trình và tối ưu hóa hiệu suất của quy trình cho các chất xúc tác cụ thể và nguyên liệu HMFO được sử dụng.

Bảng 4 : Tối ưu hóa các điều kiện của quy trình				
Trường hợp	Tốc độ cấp HC (ml/giờ), [LHSV (/giờ)]	Nm ³ H ₂ /m ³ dầu/scf H ₂ /bbl dầu	Nhiệt độ (°C/°F)	Áp suất (MPa (g)/psig)
Cơ sở	108,5 [0,25]	570/3200	372/702	13,8/2000
Tt	108,5 [0,25]	570/3200	362/684	13,8/2000
T2	108,5 [0,25]	570/3200	382/720	13,8/2000
L1	130,2 [0,30]	570/3200	372/702	13,8/2000
L2	86,8 [0,20]	570/3200	372/702	13,8/2000
H1	108,5 [0,25]	500/2810	372/702	13,8/2000
H H2	108,5 [0,25]	640/3590	372/702	13,8/2000
S1	65,1 [0,15]	620/3480	385/725	15,2/2200

Theo cách này, các điều kiện của đơn vị thí điểm có thể được tối ưu hóa để thu được sản phẩm HMFO chứa lưu huỳnh dưới 0,5% trọng lượng và tốt hơn là sản phẩm HMFO chứa 0,1% trọng lượng lưu huỳnh. Các điều kiện để sản xuất ULS-HMFO (nghĩa là sản phẩm HMFO chứa 0,1% trọng lượng lưu huỳnh) sẽ là: tốc độ cấp nguyên liệu HMFO: 65,1ml/giờ (vận tốc không gian = 0,15/giờ); tỷ lệ hydro/dầu: 620 Nm³/m³ (3480 scf/bbl); nhiệt độ của thiết bị phản ứng: 385°C (725°F); áp suất đầu ra của thiết bị phản ứng: 15 MPa (g) (2200psig).

Bảng 5: Tóm tắt các tác động dự kiến đối với các tính chất chính của HMFO.

Bảng 5 Tác động dự kiến của quy trình lên các tính chất chính của HMFO			
Tính chất	Tối thiểu	Thông thường	Tối đa
Chuyển hóa/loại bỏ lưu huỳnh	80%	90%	98%
Chuyển hóa/loại bỏ kim loại	80%	90%	100%
Giảm MCR	30%	50%	70%
Giảm Asphalten	30%	50%	70%
Chuyển hóa nito	10%	30%	70%
Sản lượng C1 đến Naptha	0,5%	1,0%	4,0%
Tiêu thụ hydro (scf/bbl)	500	750	1500

Bảng 6 liệt kê các phép kiểm tra phân tích được thực hiện để xác định đặc tính của nguyên liệu HMFO và sản phẩm HMFO. Các phép kiểm tra phân tích bao gồm các phép thử phân tích theo yêu cầu ISO cho nguyên liệu HMFO và sản phẩm HMFO để đánh giá định lượng và giao dịch trong thương mại phù hợp với tiêu chuẩn ISO về cặn nhiên liệu dùng trong ngành hàng hải. Các thông số khác được cung cấp để người có kỹ năng trong lĩnh vực này có thể hiểu và đánh giá được hiệu quả của quy trình theo sáng chế.

Bảng 6: Phép kiểm tra phân tích và quy trình kiểm tra	
Hàm lượng lưu huỳnh	ISO 8754 hoặc ISO 14596 hoặc ASTM D4294
Tỷ trọng @ 15°C	ISO 3675 hoặc ISO 12185
Độ nhớt động học @ 50°C	ISO 3104

Điểm rót được, °C	ISO 3016
Điểm chớp cháy, °C	ISO 2719
CCAI	ISO 8217, PHỤ LỤC B
Hàm lượng tro	ISO 6245
Tổng trầm tích - tuổi	ISO 10307-2
Cặn micro cacbon, % khối lượng	ISO 10370
H ₂ S, mg/kg	IP 570
Số axit	ASTM D664
Nước	ISO 3733
Chất gây ô nhiễm cụ thể	IP 501 hoặc IP 470 (trừ khi có quy định khác)
Vanadi	hoặc ISO 14597
Natri	
Nhôm	hoặc ISO 10478
Silic	hoặc ISO 10478
Canxi	hoặc IP 500
Kẽm	hoặc IP 500
Phospho	IP 500
Nicken	
Sắt	
Chung cất	ASTM D7169
Tỷ lệ C: H	ASTM D3178
Phân tích SARA	ASTM D2007
Asphalten, % trọng lượng	ASTM D6560
Tổng nito	ASTM D5762
Phân tích thành phần khí thoát ra	Sắc ký khí FID hoặc tương đương

Bảng 7 bao gồm kết quả của phép kiểm tra phân tích đối với nguyên liệu HMFO và kết quả của phép kiểm tra phân tích đối với sản phẩm HMFO mong đợi từ quy trình theo sáng chế mà sản xuất LS- HMFO. Người có kỹ năng trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng trong các điều kiện này, mức độ cracking hydrocacbon sẽ được giảm thiểu

đến mức thấp hơn nhiều so với 10%, tốt hơn là dưới 5% và thậm chí tốt hơn nữa là dưới 1% tổng khối lượng cân bằng.

Bảng 7: Kết quả phân tích		
	Nguyên liệu HMFO	Sản phẩm HMFO
Hàm lượng lưu huỳnh, % khối lượng	3,0	0,3
Tỷ trọng ở 15°C, kg/m ³	990	950 ⁽¹⁾
Độ nhớt động học ở 50°C, mm ² /giây	380	100 ⁽¹⁾
Điểm rót được, C	20	10
Điểm chớp cháy, C	110	100 ⁽¹⁾
CCAI	850	820
Hàm lượng tro, % khối lượng	0,1	0,0
Tổng trầm tích - được già hóa, % khối lượng	0,1	0,0
Cặn micro cacbon, % khối lượng	13,0	6,5
H ₂ S, mg/kg	0	0
Số axit, mg KO/g	1	0,5
Nước, % thể tích	0,5	0
Chất gây ô nhiễm cụ thể, mg/kg		
Vanadi	180	20
Natri	30	1
Nhôm	10	1
Silic	30	3
Canxi	15	1
Kẽm	7	1
Phospho	2	0
Nicken	40	5
Sắt	20	2
Chung cất, °C/°F		
IBP	160/320	120/248
5% trọng lượng	235/445	225/2 437
10% trọng lượng	290/554	270/518

30% trọng lượng	410/770	370/698
50% trọng lượng	540/1004	470/878
70% trọng lượng	650/1202	580/1076
90% trọng lượng	735/1355	660/1220
FBP	820/1508	730/1346
Tỷ lệ C: H (ASTM D3178)	1,2	1,3
Phân tích SARA		
Các hợp chất no	16	22
Chất thơm	50	50
Nhựa	28	25
Các asphalten	6	3
Asphalten, % trọng lượng	6,0	2,5
Tổng nitơ, mg/kg	4000	3000
Lưu ý: (1) Tính chất dự kiến sẽ được điều chỉnh lên giá trị cao hơn bằng cách cách loại bỏ nguyên liệu nhẹ sau quy trình xử lý thông qua việc chưng cất hoặc tách khỏi sản phẩm HMFO.		

Sản phẩm HMFO được sản xuất theo quy trình của sáng chế đạt giới hạn ULS-HMFO (nghĩa là, sản phẩm HMFO có 0,1% trọng lượng lưu huỳnh) bằng cách thay đổi một cách có hệ thống các thông số của quy trình, ví dụ vận tốc không gian thấp hơn hoặc sử dụng nguyên liệu HMFO có hàm lượng lưu huỳnh ban đầu thấp.

Ví dụ 2: RMG-380 HMFO

Thiết lập đơn vị thí điểm: Đơn vị thí điểm được thiết lập như được nêu ở trên trong ví dụ 1 với các thay đổi sau: thiết bị phản ứng thứ nhất được nạp: lớp thứ nhất (lớp trên) là 70% thể tích chất xúc tác hydro khử kim loại Albemarle loại KFR 20 và lớp thứ hai (lớp dưới) là 30% chất xúc tác hydro-chuyển tiếp Albemarle loại KFR 30. Thiết bị phản ứng thứ hai được nạp lớp thứ nhất (lớp trên) là 20% chất xúc tác hydro-chuyển tiếp Albemarle loại KFR 30 và lớp thứ hai (lớp dưới) là 80% thể tích chất xúc tác hydro-khử lưu huỳnh. Các chất xúc tác được hoạt hóa bằng cách sulfua hóa chất xúc tác bằng dimetyldisulfua (DMDS) theo cách đã được người có kỹ năng trong lĩnh vực này biết rõ.

Vận hành đơn vị thí điểm: Sau khi hoàn thành bước hoạt hóa, đơn vị thí điểm đã ở trạng thái sẵn sàng tiếp nhận nguyên liệu HMFO và nguyên liệu khí hoạt hóa. Khí hoạt hóa có thể là khí hoạt hóa dùng trong kỹ thuật hoặc tốt hơn là khí hydro. Nguyên liệu HMFO là HMFO tuân thủ theo tiêu chuẩn ISO 8217: 2017 có bán trên thị trường và giao dịch được, ngoại trừ hàm lượng lưu huỳnh cao (2,9% trọng lượng). Hỗn hợp nguyên liệu HMFO và khí hoạt hóa được cung cấp cho nhà máy thí điểm với tốc độ và điều kiện như được thể hiện trong bảng 8 dưới đây. Các điều kiện được thay đổi để tối ưu hóa mức lưu huỳnh trong nguyên liệu sản phẩm HMFO.

Bảng 8: Các điều kiện của quy trình					Sản phẩm HMFO
Trường hợp	Tốc độ cấp HC (ml/giờ), [LHSV (/giờ)]	Nm ³ H ₂ /m ³ dầu/scf H ₂ /bbl dầu	Nhiệt độ (°C/°F)	Áp suất (MPa (g)/psig)	Lưu huỳnh (% theo trọng lượng)
Cơ sở	108,5 [0,25]	570/3200	371/700	13,8/2000	0,24
Tt	108,5 [0,25]	570/3200	362/684	13,8/2000	0,53
T2	108,5 [0,25]	570/3200	382/720	13,8/2000	0,15
L1	130,2 [0,30]	570/3200	372/702	13,8/2000	0,53
S1	65,1 [0,15]	620/3480	385/725	15,2/2200	0,10
P1	108,5 [0,25]	570/3200	371/700	/1700	0,56
T2/P1	108,5 [0,25]	570/3200	382/720	/1700	0,46

Số liệu phân tích cho một mẫu đại diện của nguyên liệu HMFO và các mẫu đại diện của sản phẩm HMFO được cung cấp dưới đây:

Bảng 7: Kết quả phân tích - HMFO (RMG-380)			
	Nguyên liệu	Sản phẩm	Sản phẩm
Hàm lượng lưu huỳnh, % khối lượng	2,9	0,3	0,1
Tỷ trọng ở 15°C, kg/m ³	988	932	927
Độ nhớt động học ở 50°C, mm ² /giây	382	74	47
Điểm rót được, °C	-3	-12	-30
Điểm chớp cháy, °C	116	96	90
CCAI	850	812	814

Hàm lượng tro, % khối lượng	0,05	0,0	0,0
Tổng trầm tích - được già hóa, % khối lượng	0,04	0,0	0,0
Cặn micro cacbon, % khối lượng	11,5	3,3	4,1
H ₂ S, mg/kg	0,6	0	0
Số axit, mg KO/g	0,3	0,1	> 0,05
Nước, % thể tích	0	0,0	0,0
Chất gây ô nhiễm cụ thể, mg/kg			
Vanadi	138	15	<1
Natri	25	5	2
Nhôm	21	2	<1
Silic	16	3	1
Canxi	6	2	<1
Kẽm	5	<1	<1
Phospho	<1	2	1
Nicken	33	23	2
Sắt	24	số 8	1
Chưng cất, °C/°F			
IBP	178/352	168/331	161/332
5% trọng lượng	258/496	235/445	230/444
10% trọng lượng	298/569	270/518	264/507
30% trọng lượng	395/743	360/680	351/664
50% trọng lượng	517/962	461/862	439/822
70% trọng lượng	633/1172	572/1062	552/1026
90% theo trọng lượng	> 720/> 1328	694/1281	679/1254
FBP	> 720 /> 1328	> 720/> 1328	> 720 /> 1328
Tỷ lệ C: H (ASTM D3178)	1,2	1,3	1,3
Phân tích SARA			
Các hợp chất no	25,2	28,4	29,4
Chất thơm	50,2	61,0	62,7
Nhựa	18,6	6,0	5,8

Các asphalten	6,0	4,6	2,1
Asphalten, % trọng lượng	6,0	4,6	2,1
Tổng nitơ, mg/kg	3300	1700	1600

Như nêu ở trên trong bảng 7, cả hai nguyên liệu HMFO và sản phẩm HMFO đều thể hiện các đặc tính khối theo quan sát phù hợp với ISO 8217: 2017 cho dầu nhiên liệu cặn có thể giao dịch trong ngành hàng hải, ngoại trừ hàm lượng lưu huỳnh của sản phẩm HMFO đã giảm đáng kể như đã nêu ở trên khi so sánh ở trên với nguyên liệu HMFO.

Người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng sản phẩm HMFO nêu trên được sản xuất bởi quy trình theo sáng chế đạt được không chỉ giới hạn LS-HMFO tuân thủ ISO 8217: 2017 (nghĩa là, hàm lượng lưu huỳnh là 0,5% trọng lượng) mà cũng đạt được cả giới hạn ULS- HMFO tuân thủ ISO 8217: 2017 (nghĩa là, hàm lượng lưu huỳnh là 0,1% trọng lượng).

Ví dụ 3: RMK-500 HMFO

Nguyên liệu cho thiết bị phản ứng thí điểm được sử dụng trong ví dụ 2 ở trên được đổi sang HMFO loại RMK-500 tuân thủ theo tiêu chuẩn ISO 8217: 2017 và có thể giao dịch được, ngoại trừ việc nó có hàm lượng các chất gây ô nhiễm môi trường cao (ví dụ lưu huỳnh (3,3% trọng lượng)). Đặc tính khối khác của nguyên liệu HMFO có hàm lượng lưu huỳnh cao, RMK-500, được cung cấp dưới đây:

Bảng 8 Kết quả phân tích - Nguyên liệu HMFO (RMK-500)	
Hàm lượng lưu huỳnh, % khối lượng	3,3
Tỷ trọng @ 15°C, kg/m ³	1006
Độ nhớt động học @ 50°C, mm ² /giây	500

Hỗn hợp nguyên liệu HMFO (RMK-500) và khí hoạt hóa được cung cấp cho nhà máy thí điểm ở tốc độ và điều kiện và mức lưu huỳnh thu được trong bảng dưới đây:

Bảng 9: Các điều kiện của quy trình						Sản phẩm (RMK-500)
Trường	Tốc độ nạp	Nm ³	H ₂ /m ³	Nhiệt độ	Áp suất	Lưu

hợp	HC (ml/giờ), [LHSV (/giờ)]	dầu/scf H ₂ bbl dầu	(°C/°F)	(MPa (g)/psig)	huỳnh,% theo trọng lượng.
A	108,5 [0,25]	640/3600	377/ 710	13,8/2000	0,57
B	95,5 [0,22]	640/3600	390/735	13,8/2000	0,41
C	95,5 [0,22]	640/3600	390/735	11,7/1700	0,44
D	95,5 [0,22]	640/3600	393/740	10,3/1500	0,61
E	95,5 [0,22]	640/3600	393/740	17,2/2500	0,37
F	95,5 [0,22]	640/3600	393/740	8,3/1200	0,70
G	95,5 [0,22]	640/3600	416/780	8,3/1200	0,37

Sản phẩm HMFO thu được (RMK-500) thể hiện các đặc tính khối theo quan sát phù hợp với nguyên liệu HMFO(RMK-500), ngoại trừ hàm lượng lưu huỳnh đã giảm đáng kể như được nêu trong bảng trên.

Người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng sản phẩm HMFO nêu trên được sản xuất bởi quy trình theo sáng chế có LS- HMFO (nghĩa là, hàm lượng lưu huỳnh là 0,5% trọng lượng) có đặc tính khối của dầu nhiên liệu căn RMK-500 tuân thủ ISO 8217: 2017. Cần phải hiểu rằng quy trình này có thể được thực hiện thành công trong các điều kiện không hydrocracking (nghĩa là, ở nhiệt độ và áp suất thấp hơn) mà làm giảm đáng kể quá trình hydrocracking nguyên liệu. Cần lưu ý rằng khi áp suất được tăng lên đến giá trị cao hơn nhiều (ví dụ E), sản phẩm có hàm lượng lưu huỳnh thấp hơn sẽ thu được, tuy nhiên đã quan sát thấy rằng có sự gia tăng hydrocacbon nhẹ và sản lượng naphta thô.

Người có kỹ năng trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng các thay đổi có thể được tạo ra đối với các phương án minh họa được mô tả ở trên mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Do đó, cần hiểu rằng sáng chế được mô tả ở đây không bị giới hạn ở các phương án hoặc các ví dụ minh họa đã bộc lộ, mà nó còn được dự định bao gồm các cải biến nằm trong phạm vi của sáng chế như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình làm giảm các chất gây ô nhiễm môi trường trong nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải, quy trình này bao gồm các bước sau:

trộn một lượng dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải với khí hoạt hóa chứa một lượng khí hydro để tạo ra hỗn hợp nguyên liệu;

cho hỗn hợp nguyên liệu nêu trên tiếp xúc với thành phần chất xúc tác bao gồm ít nhất chất xúc tác hydro hóa khử kim loại và chất xúc tác hydro hóa khử lưu huỳnh để tạo ra hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu;

tiếp nhận hỗn hợp xử lý và tách thành phần lỏng của hỗn hợp xử lý dưới dạng sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng cho ngành hàng hải khỏi thành phần khí và sản phẩm phụ là thành phần hydrocacbon của hỗn hợp xử lý; và

xả sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng cho ngành hàng hải;

trong đó trong bước tạo ra hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu, hỗn hợp nguyên liệu này được cho tiếp xúc với tầng xúc tác thứ nhất để khử kim loại và sau đó được cho tiếp xúc với tầng xúc tác thứ hai để khử lưu huỳnh, và tầng xúc tác thứ nhất hoạt động như một tầng bảo vệ của tầng xúc tác thứ hai để các chất gây ô nhiễm môi trường được loại bỏ một cách chọn lọc khỏi nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng cho ngành hàng hải,

trong đó trong bước tạo ra hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu, thành phần chất xúc tác còn bao gồm chất xúc tác chuyển hydro,

hỗn hợp nguyên liệu này được cho tiếp xúc tuần tự với lớp trên thứ nhất chứa chất xúc tác hydro hóa khử kim loại và lớp dưới thứ nhất chứa chất xúc tác chuyển hydro, và hơn nữa, hỗn hợp nguyên liệu được cho tiếp xúc tuần tự với lớp trên thứ hai chứa chất chuyển hydro và lớp dưới thứ hai chứa chất xúc tác hydro hóa khử lưu huỳnh,

thành phần chất xúc tác bao gồm chất mang xúc tác oxit vô cơ xốp và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp,

chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp bao gồm ít nhất một chất mang được chọn từ nhóm bao gồm nhôm oxit, chất mang nhôm oxit/bo oxit, chất mang chứa aluminosilicat chứa kim loại, chất mang nhôm oxit/phospho, chất mang nhôm oxit/hợp chất kim loại kiềm thổ, chất mang nhôm oxit/titan oxit và chất mang nhôm oxit/ziricon oxit, và

chất xúc tác kim loại chuyển tiếp bao gồm một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm bao gồm các nhóm 6, 8, 9 và 10 của Bảng tuần hoàn.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải có các tính chất khối phù hợp với ISO 8217:2017 và có hàm lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 5,0% trọng lượng đến 1,0% trọng lượng.

3. Quy trình theo điểm 1, trong đó sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải có các tính chất khối phù hợp với ISO 8217:2017 và có hàm lượng lưu huỳnh tối đa (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 0,05% trọng lượng đến 1,0% trọng lượng.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó khí hoạt hóa có áp suất riêng phần của khí lý tưởng hydro (P_{H_2}) lớn hơn 80% tổng áp suất của hỗn hợp khí hoạt hóa (P), tỷ lệ giữa lượng khí hoạt hóa với lượng nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải sao cho lượng khí hoạt hóa nằm trong khoảng từ 250 scf/bbl đến 10,000 scf/bbl tính theo nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải, tổng áp suất trong thùng thứ nhất là 250 psig đến 3000 psig, nhiệt độ chỉ định trong thùng thứ nhất nằm trong khoảng từ 500°F đến 900°F, và vận tốc không gian theo giờ của chất lỏng trong hệ thống thiết bị phản ứng nằm trong khoảng từ 0,05 (dầu)/giờ/ m^3 (chất xúc tác) đến 1,0 (dầu)/giờ/ m^3 (chất xúc tác).

5. Quy trình làm giảm các chất gây ô nhiễm môi trường trong nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải, quy trình này bao gồm các bước sau đây:

trộn lượng nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải với hỗn hợp khí hoạt hóa chứa một lượng khí hydro để tạo ra hỗn hợp nguyên liệu;

cho hỗn hợp nguyên liệu tiếp xúc với thành phần chất xúc tác bao gồm ít nhất là chất xúc tác hydro hóa khử kim loại và chất xúc tác hydro hóa khử lưu huỳnh để tạo ra hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu;

tiếp nhận hỗn hợp xử lý và tách thành phần lỏng của hỗn hợp xử lý khỏi thành phần khí thể tích lớn của hỗn hợp xử lý;

tiếp nhận thành phần lỏng và tách thành phần khí dư và sản phẩm phụ là thành phần hydrocarbon từ sản phẩm dầu nhiên liệu nặng được sử dụng trong ngành hàng hải; và

xả sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải;

trong đó trong bước tạo ra hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu, hỗn hợp nguyên liệu này được cho tiếp xúc với tầng xúc tác thứ nhất để khử kim loại và sau đó được cho tiếp xúc với tầng xúc tác thứ hai để khử lưu huỳnh, và tầng xúc tác thứ nhất hoạt động như một lớp bảo vệ của tầng xúc tác thứ hai để các chất gây ô nhiễm môi trường được loại bỏ một cách chọn lọc khỏi nguyên liệu đầu nhiên liệu nặng dùng cho ngành hàng hải,

trong đó trong bước tạo ra hỗn hợp xử lý từ hỗn hợp nguyên liệu, thành phần chất xúc tác còn bao gồm chất xúc tác chuyển hydro,

hỗn hợp nguyên liệu được cho tiếp xúc tuần tự với lớp trên thứ nhất chứa chất xúc tác hydro hóa khử kim loại và lớp dưới thứ nhất chứa chất xúc tác chuyển hydro, và hơn nữa, hỗn hợp nguyên liệu được cho tiếp xúc tuần tự với lớp trên thứ hai chứa chất chuyển hydro và lớp dưới thứ hai chứa chất xúc tác hydro hóa khử lưu huỳnh,

một hoặc nhiều chất xúc tác được chọn từ nhóm gồm chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể được mang trên tầng sôi, chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể được mang trên tầng cố định, và dạng kết hợp của chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể được mang trên tầng sôi và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể được mang trên tầng cố định.

6. Quy trình theo điểm 5, trong đó nguyên liệu đầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải có các tính chất khối phù hợp với ISO 8217:2017 và có hàm lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 5,0% trọng lượng đến 1,0% trọng lượng.

7. Quy trình theo điểm 6, trong đó nguyên liệu đầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải có độ nhớt động học tối đa ở 50°C (ISO 3104) nằm trong khoảng từ 180 mm²/giây đến 700 mm²/giây, tỷ trọng tối đa ở 15°C (ISO 3675) nằm trong khoảng từ 991,0 kg/m³ đến 1010,0 kg/m³, CCAI nằm trong khoảng từ 780 đến 870, và điểm chớp nháy (ISO 2719) không thấp hơn 60,0°C, tổng lượng sa lắng tối đa – già hóa (ISO 10307-2) là 0,10% trọng lượng, cặn cacbon tối đa – phương pháp micro (ISO 10370) nằm trong khoảng từ 18,00% trọng lượng đến 20,00% trọng lượng, hàm lượng vanadi tối đa (ISO 14597) nằm trong khoảng từ 350 mg/kg đến 450 mg/kg, và hàm lượng nhôm cộng với silic tối đa (ISO 10478) là 60 mg/kg.

8. Quy trình theo điểm 6, trong đó khí hoạt hóa có áp suất riêng phần của khí lý tưởng hydro (P_{H2}) lớn hơn 90% tổng áp suất của hỗn hợp khí hoạt hóa (P).

9. Quy trình theo điểm 6, trong đó tỷ lệ giữa lượng khí hoạt hóa với lượng nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải sao cho lượng khí hoạt hóa nằm trong khoảng từ 250 scf/bbl đến 10,000 scf/bbl tính theo nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải, tổng áp suất trong thùng thứ nhất nằm trong khoảng từ 250 psig đến 3000 psig, nhiệt độ chỉ định trong thùng thứ nhất nằm trong khoảng từ 500°F đến 900°F, và vận tốc không gian theo giờ của chất lỏng trong thùng thứ nhất nằm trong khoảng từ 0,05 (dầu)/giờ/m³ (chất xúc tác) đến 1,0 (dầu)/giờ/m³ (chất xúc tác).

10. Quy trình theo điểm 5, trong đó chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể bao gồm chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp,

chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp bao gồm ít nhất một chất mang được chọn từ nhóm bao gồm nhôm oxit, chất mang nhôm oxit/bo oxit, chất mang chứa aluminosilicat chứa kim loại, chất mang nhôm oxit/phospho, chất mang nhôm oxit/hợp chất kim loại kiềm thổ, chất mang nhôm oxit/titan oxit và chất mang nhôm oxit/zircon oxit, và

chất xúc tác kim loại chuyển tiếp bao gồm một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm bao gồm các nhóm 6, 8, 9 và 10 của Bảng tuần hoàn.

11. Quy trình theo điểm 10, trong đó chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể bao gồm chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp, chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp được ưu tiên là nhôm oxit và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp được ưu tiên là Ni--Mo, Co--Mo, Ni-W, hoặc Ni-Co-Mo.

12. Quy trình theo điểm 5, trong đó sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải có các tính chất khối phù hợp với ISO 8217:2017 và hàm lượng lưu huỳnh tối đa (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 0,05% trọng lượng đến 0,5% trọng lượng.

13. Quy trình theo điểm 5, trong đó sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải độ nhớt động học lớn nhất ở 50°C (ISO 3104) nằm trong khoảng từ 180 mm²/giây đến 700 mm²/giây, tỷ trọng tối đa ở 15°C (ISO 3675) nằm trong khoảng từ 991,0 kg/m³ đến 1010,0 kg/m³, CCAI nằm trong khoảng từ 780 đến 870, điểm chớp nháy (ISO 2719) không thấp hơn 60,0°C, tổng lượng sa lắng tối đa – già hóa (ISO 10307-2) là 0,10% trọng lượng, cặn cacbon tối đa – phương pháp micro (ISO 10370) nằm trong khoảng từ 18,00% trọng lượng đến 20,00% trọng lượng, hàm lượng lưu huỳnh tối đa (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 0,05% trọng lượng đến

1,0% trọng lượng, hàm lượng vanadi tối đa (ISO 14597) nằm trong khoảng từ 350 mg/kg đến 450 mg/kg, và hàm lượng nhôm cộng với silic tối đa (ISO 10478) là 60 mg/kg.

14. Thiết bị để làm giảm các chất gây ô nhiễm môi trường trong nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải, thiết bị này bao gồm:

thùng thứ nhất dưới dạng hệ thống thiết bị phản ứng tiếp nhận một lượng nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải được trộn với khí hoạt hóa chứa một lượng khí hydro và cho hỗn hợp nhận được tiếp xúc với thành phần chất xúc tác bao gồm ít nhất một chất xúc tác hydro hóa khử kim loại và chất xúc tác hydro hóa khử lưu huỳnh để tạo ra hỗn hợp xử lý;

thùng thứ hai nối thông chất lỏng với thùng thứ nhất, thùng thứ hai tiếp nhận hỗn hợp xử lý từ thùng thứ nhất và tách thành phần lỏng của hỗn hợp xử lý khỏi thành phần khí thể tích lớn của hỗn hợp xử lý;

thùng thứ ba nối thông chất lỏng với thùng thứ hai, thùng thứ ba tiếp nhận thành phần lỏng của hỗn hợp xử lý và loại bỏ thành phần khí dư và sản phẩm phụ là thành phần hydrocacbon khỏi thành phần lỏng của hỗn hợp xử lý để tạo ra sản phẩm nhiên liệu dầu nặng dùng trong ngành hàng hải; và

phương tiện để xả sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải;

thùng thứ nhất bao gồm tầng chất xúc tác thứ nhất để khử kim loại mà hỗn hợp nguyên liệu được cho tiếp xúc với tầng chất xúc tác thứ nhất và thứ hai để khử lưu huỳnh và loại bỏ có chọn lọc các chất gây ô nhiễm môi trường khỏi nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải,

trong đó nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải có các tính chất khối phù hợp với ISO 8217:2017 và có hàm lượng lưu huỳnh (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 5,0% trọng lượng đến 1,0% trọng lượng,

trong đó trong thùng thứ nhất, thành phần chất xúc tác còn bao gồm chất xúc tác chuyển hydro,

quy trình này bao gồm:

lớp trên thứ nhất chứa chất xúc tác hydro hóa khử kim loại tiếp xúc với hỗn hợp nguyên liệu;

lớp dưới thứ nhất chứa chất xúc tác chuyển hydro;

lớp trên thứ hai chứa chất xúc tác chuyển hydro; và

lớp dưới thứ hai chứa chất xúc tác hydro hóa khử lưu huỳnh,

chất xúc tác kim loại chuyển tiếp dị thể bao gồm chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp, chất mang chất xúc tác oxit vô cơ xốp được ưu tiên là nhôm oxit và chất xúc tác kim loại chuyển tiếp được ưu tiên Ni--Mo, Co--Mo, Ni-W, hoặc Ni-Co-Mo.

15. Thiết bị theo điểm 14, trong đó sản phẩm dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải có hàm lượng lưu huỳnh tối đa (ISO 14596 hoặc ISO 8754) nằm trong khoảng từ 1% đến 10% hàm lượng lưu huỳnh tối đa của nguyên liệu dầu nhiên liệu nặng dùng trong ngành hàng hải.

1/3

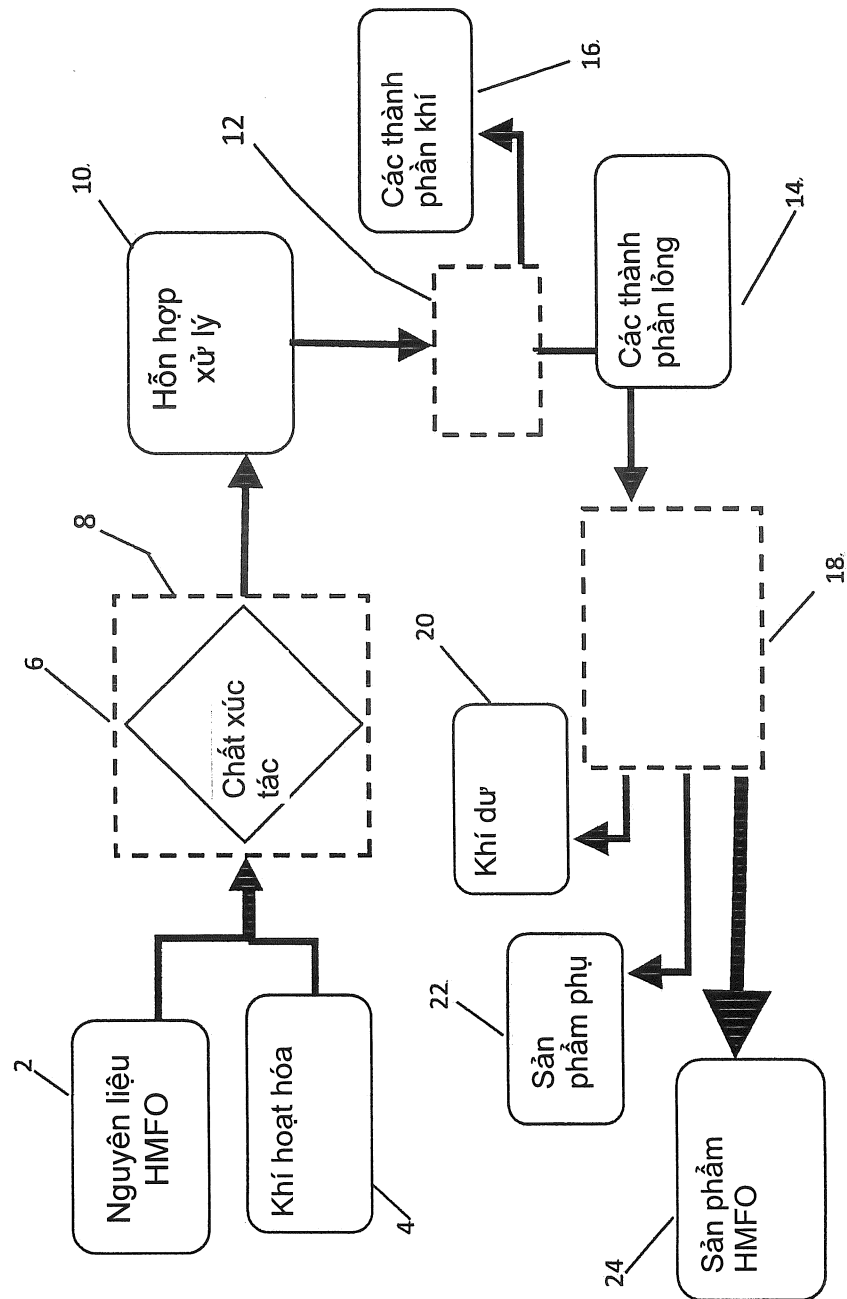


FIG. 1

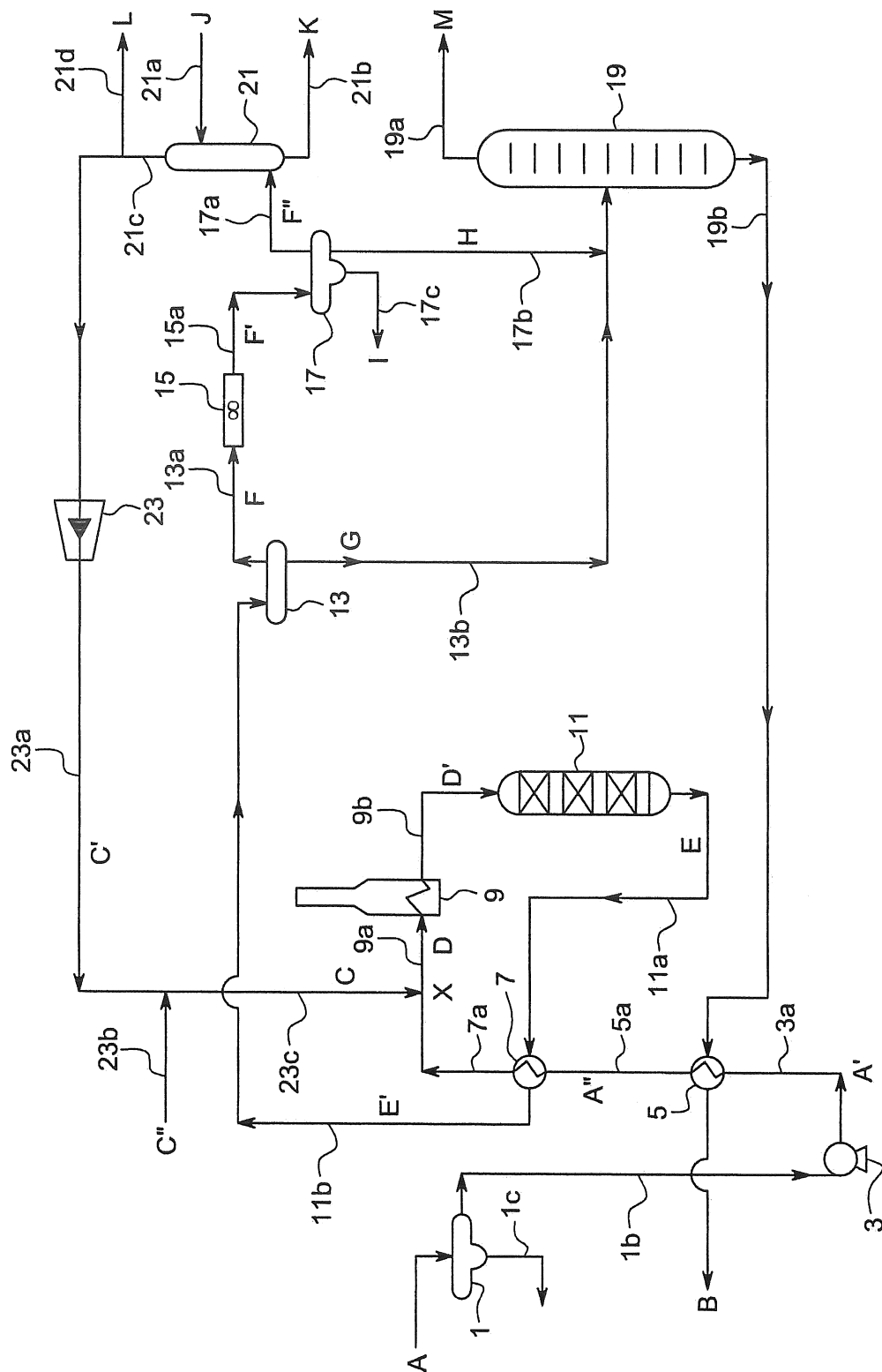


FIG. 2

3/3

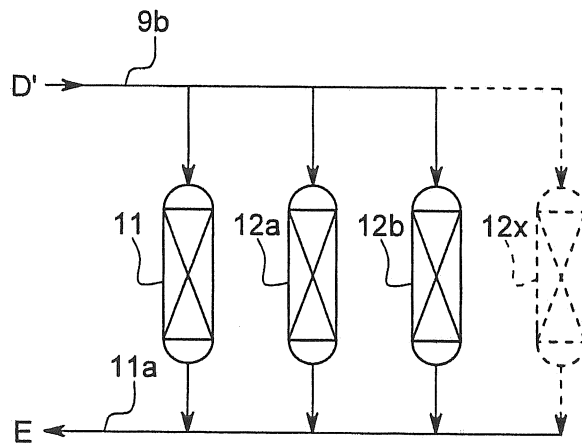


FIG. 3A

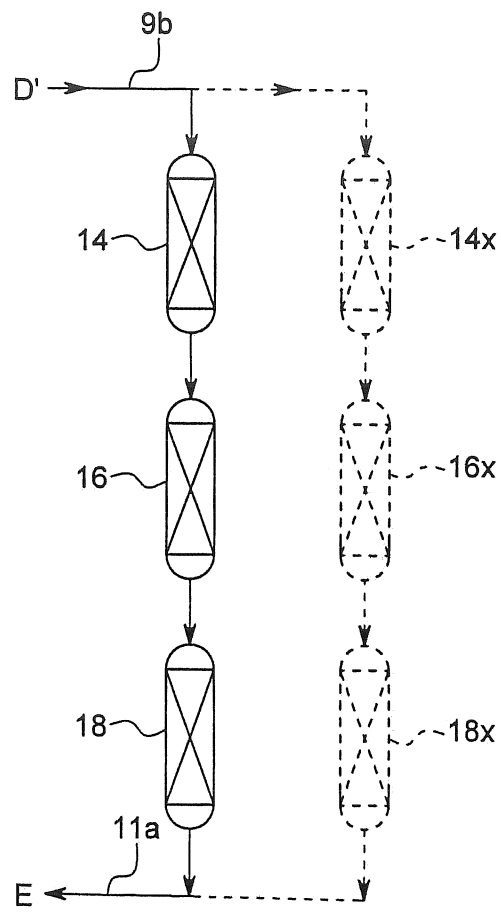


FIG. 3B