



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)^{2020.01} C07C 2/08; C07C 9/04; B01J 7/00; (13) B
C07C 11/04



1-0047812

-
- (21) 1-2020-01875 (22) 09/07/2013
(62) 1-2015-00454
(86) PCT/US2013/049742 09/07/2013 (87) WO 2014/011646 16/01/2014
(30) 61/669,523 09/07/2012 US; 61/773,669 06/03/2013 US
(45) 25/06/2025 447 (43) 25/08/2020 389A
(73) LUMMUS TECHNOLOGY LLC (US)
2103 Research Forest Drive, The Woodlands, TX 77380, United States of America
(72) Rahul IYER (US); Alex TKACHENKO (US); Sam WEINBERGER (US); Erik, C.
SCHER (US); Guido RADAELLI (IT); Hatem HARRAZ (EG).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)
-

- (54) PHƯƠNG PHÁP GHÉP ĐÔI OXY HÓA METAN ĐỂ TẠO RA CÁC HỢP CHẤT
HYDROCACBON

(21) 1-2020-01875

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp ghép đôi oxy hóa metan để tạo ra các hợp chất hydrocacbon chứa ít nhất hai nguyên tử cacbon (các hợp chất C_{2+}), phương pháp này bao gồm các bước: (a) hướng dòng nguyên liệu chứa metan từ quy trình xử lý hydrocacbon vào trong lò phản ứng ghép đôi oxy hóa metan ở nhiệt độ của năp nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C ; (b) thực hiện một hoặc nhiều phản ứng OCM trong lò phản ứng OCM bằng cách sử dụng metan để tạo ra dòng ra của lò phản ứng chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} ; (c) tách dòng ra của lò phản ứng này thành ít nhất là dòng thứ nhất và dòng thứ hai, trong đó dòng thứ nhất có nồng độ C_{2+} thấp hơn so với dòng thứ hai, và trong đó dòng thứ hai có nồng độ C_{2+} cao hơn so với dòng sản phẩm OCM; và (d) hướng dòng thứ hai vào quy trình xử lý hydrocacbon nêu trên.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề xuất hệ thống xử lý khí tự nhiên và hóa dầu bao gồm các hệ thống lò phản ứng ghép đôi oxy hóa metan mà được tích hợp với các đầu vào và đầu ra của quy trình để kết hợp sử dụng các đầu vào và đầu ra khác nhau của các hệ thống khác nhau trong việc sản xuất các hydrocacbon cao từ khí tự nhiên và các nguyên liệu hydrocacbon khác.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cơ sở hạ tầng để xử lý hóa dầu có sẵn khắp nơi thế giới. Cơ sở hạ tầng này được triển khai trên hầu như mọi lục địa, hướng đến các ngành công nghiệp rộng rãi, và sử dụng nhiều loại hệ thống xử lý khác nhau của các công nghệ giống hoặc khác hẳn nhau.

Là phần cấu thành chính của cơ sở hạ tầng này, bản thân ngành công nghiệp khí liên quan đến nhiều thành phần từ các công nghệ khai thác, thu hồi, xử lý và chuyển hóa trong quá trình chuyển hóa khí tự nhiên thành các sản phẩm cuối hữu dụng. Riêng ở Mỹ, công nghiệp khí liên quan đến từ hàng trăm đến hàng ngàn nhà máy xử lý và phân đoạn. Các nhà máy này thường bao gồm toàn bộ thiết bị xử lý cần thiết để xử lý và tách khí tự nhiên thành các thành phần cấu tạo và thành phần có giá trị của nó, cũng như cơ sở hạ tầng phân phối khí cần thiết và cơ sở hạ tầng bảo quản và phân phối dùng cho nhiều loại sản phẩm khác, kể cả các sản phẩm lỏng.

Việc tiếp tục xử lý, chuyển hóa và/hoặc thương mại hóa các sản phẩm này có thể còn liên quan đến cơ sở hạ tầng bổ sung. Ví dụ, việc chuyển hóa etan từ khí thành hóa chất có giá trị hơn, ví dụ, các olefin, liên quan đến cơ sở hạ tầng chủ yếu dưới dạng thiết bị crackinh hơi, và cơ sở hạ tầng liên quan đến các thiết bị này. Tương tự, ở các khu vực địa lý khác, việc sản xuất olefin dựa vào bước chuyển hóa các sản phẩm phụ, hoặc naphta khi lọc dầu mỏ, qua các thao tác crackinh khác để tạo ra etylen và các olefin khác.

Như có thể hiểu được, các chi phí đầu tư cho mỗi nhà máy thuộc loại nêu trên có thể dao động từ hàng chục triệu đến hàng trăm triệu đôla. Ngoài ra, xét cả về năng lượng lẫn nguyên liệu, các nhà máy này đều có các đầu vào và đầu ra mà có các chi phí bổ sung liên quan đến chúng, cả về tài chính và các yếu tố khác mà có thể được tối ưu hóa hơn nữa về mặt chi phí và hiệu quả. Hơn nữa, vì các nhà máy khác nhau có xu hướng được tối ưu hóa đối với các yêu cầu cụ thể của thị trường (ví dụ, các sản phẩm, các điều kiện xử lý) ở nơi đặt các nhà máy, các nhà máy này có xu hướng được vận hành theo cách không linh hoạt, trong một số trường hợp không có tính linh hoạt hoặc lựa chọn để tối ưu hóa đối với thị trường nhất định của chúng, ví dụ, môi trường dầu hoặc môi trường khí cụ thể.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế đề xuất hệ thống xử lý khí tự nhiên và hóa dầu bao gồm hệ thống lò phản ứng ghép đôi oxy hóa metan mà được tích hợp với các đầu vào và đầu ra của quy trình để kết hợp sử dụng các đầu vào và đầu ra khác nhau của các hệ thống khác nhau trong việc sản xuất các hydrocacbon cao từ khí tự nhiên và các nguyên liệu hydrocacbon khác.

Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp để cho metan phản ứng trong quy trình ghép đôi oxy hóa metan (“OCM” – Oxidative Coupling of Metane) để tạo ra các sản phẩm chứa các hợp chất hydrocacbon có hai hoặc nhiều nguyên tử cacbon (trong bản mô tả này còn được gọi là “các hợp chất C_{2+} ”), và tách các sản phẩm này thành các dòng để dùng trong các quy trình tiếp theo khác nhau. Các hệ thống OCM và các phương pháp trong bản mô tả này có thể được tích hợp trong các quy trình xử lý hydrocacbon khác nhau. Sáng chế đề xuất các nhà máy xử lý tích hợp để tạo ra các hydrocacbon cao từ khí tự nhiên và các nguyên liệu hydrocacbon khác.

Trong một số ví dụ, các nhà máy hoặc các hệ thống xử lý bao gồm hệ thống lò phản ứng OCM tích hợp mà tạo ra các thành phần khác nhau của sản phẩm OCM của nó, hoặc các đầu ra khác, làm đầu vào đối với các hệ thống khác nhau trong nhà máy xử lý, bao gồm, ví dụ, các nhà máy tinh chế, các hệ thống chiết, các hệ thống phân đoạn và các nhà máy tương tự. Theo cách khác hoặc ngoài ra, các hệ thống lò phản ứng OCM

tích hợp được bố trí mà tiếp nhận các đầu ra hoặc các dòng sản phẩm khác nhau của các cụm hoặc các hệ thống khác nhau trong các nhà máy xử lý này.

Có lợi, nếu cơ sở hạ tầng xử lý hiện có có thể được cải tiến đối với các phương pháp và các hệ thống xử lý mới mà không cần chi phí nguồn đầu tư đáng kể trong việc trang bị các bộ phận mới cho cơ sở hạ tầng đó, trong một số trường hợp việc tận dụng ưu thế của đầu vào và đầu ra khác nhau của các nhà máy này để tạo ra giá trị lớn hơn nhiều từ cùng một cơ sở hạ tầng hoặc cơ sở hạ tầng tương tự, các nguyên liệu thô, và/hoặc các lưu trình công nghệ.

Theo một khía cạnh, phương pháp ghép đôi oxy hóa metan để tạo ra các hợp chất hydrocacbon chứa ít nhất hai nguyên tử cacbon (các hợp chất C_{2+}) bao gồm các bước (a) hướng dòng nguyên liệu chứa metan từ quy trình xử lý hydrocacbon vào trong lò phản ứng ghép đôi oxy hóa metan (OCM), trong đó lò phản ứng OCM được tạo kết cấu để tạo ra các hợp chất C_{2+} từ metan, và trong đó quy trình xử lý hydrocacbon là quy trình không OCM; thực hiện một hoặc nhiều phản ứng OCM trong lò phản ứng OCM bằng cách sử dụng metan để tạo ra dòng sản phẩm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} ; và tách dòng sản phẩm này thành ít nhất dòng thứ nhất và dòng thứ hai, trong đó dòng thứ nhất có nồng độ C_{2+} thấp hơn so với dòng thứ hai, và trong đó dòng thứ hai có nồng độ C_{2+} cao hơn so với dòng sản phẩm.

Theo một số phương án, quy trình xử lý hydrocacbon là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên. Theo một số phương án, ít nhất một phần của dòng thứ nhất được hướng vào trong lò phản ứng OCM.

Trong một số trường hợp, nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai thấp hơn khoảng 90%. Theo một số phương án, nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai thấp hơn khoảng 80%. Trong một số trường hợp, nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai thấp hơn khoảng 70%. Theo một số phương án, nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai thấp hơn khoảng 60%. Trong một số trường hợp, dòng thứ nhất có nồng độ của các hợp chất C_{2+} thấp hơn khoảng 50%.

Trong một số trường hợp, dòng sản phẩm được tách trong nhiều nhất ba cụm tách. Theo một số phương án, dòng sản phẩm được tách trong ít nhất hai cụm tách.

Trong một số trường hợp, bước tách có sự trợ giúp của sự hấp phụ dao động áp suất. Theo cách khác hoặc ngoài ra, bước tách có sự trợ giúp của việc tách ở nhiệt độ cực thấp. Theo cách khác hoặc ngoài ra, bước tách có sự trợ giúp của sự hấp phụ dao động nhiệt độ.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp ghép đôi oxy hóa metan để tạo ra các hợp chất hydrocarbon chứa ít nhất hai nguyên tử cacbon (các hợp chất C_{2+}) bao gồm các bước (a) hướng dòng nguyên liệu chứa metan vào trong lò phản ứng ghép đôi oxy hóa metan (OCM), trong đó lò phản ứng OCM được tạo kết cấu để tạo ra các hợp chất C_{2+} từ metan; (b) thực hiện một hoặc nhiều phản ứng OCM trong lò phản ứng OCM bằng cách sử dụng metan để tạo ra dòng sản phẩm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} ; (c) tách dòng sản phẩm này thành ít nhất dòng thứ nhất và dòng thứ hai, trong đó dòng thứ nhất có nồng độ C_{2+} thấp hơn so với dòng thứ hai, và trong đó dòng thứ hai có nồng độ C_{2+} cao hơn so với dòng sản phẩm; và (d) hướng dòng thứ hai vào trong quy trình xử lý hydrocarbon, trong đó quy trình xử lý hydrocarbon là quy trình không OCM.

Theo một số phương án, quy trình xử lý hydrocarbon là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên. Theo một số phương án, dòng sản phẩm được tách trong nhiều nhất ba cụm tách.

Trong một số trường hợp, nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai bằng khoảng 20% nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong phần của quy trình xử lý hydrocarbon mà dòng thứ hai được hướng vào trong đó. Theo một số phương án, nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai bằng khoảng 5% nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong phần của quy trình xử lý hydrocarbon mà dòng thứ hai được hướng vào trong đó.

Trong một số trường hợp, bước tách được trợ giúp bằng cách hấp phụ dao động áp suất. Theo một số phương án, bước tách được trợ giúp bằng cách tách ở nhiệt độ cực thấp. Theo một số phương án, dòng nguyên liệu được hướng vào trong lò phản ứng OCM với sự trợ giúp của hệ thống bơm.

Theo khía cạnh khác, hệ thống ghép đôi oxy hóa metan (OCM) bao gồm (a) quy trình xử lý hydrocarbon không OCM mà tạo ra dòng nguyên liệu chứa metan; (b) lò phản ứng OCM được nối thông lỏng với quy trình xử lý hydrocarbon không OCM, trong

đó là phản ứng OCM (i) là đầu nạp dòng nguyên liệu, và (ii) sinh ra, từ metan, dòng sản phẩm chứa các hợp chất C_{2+} và các tạp chất không phải C_{2+} ; và (c) ít nhất một cụm tách tiếp theo, và được nối thông lỏng với, lò phản ứng OCM, trong đó ít nhất một cụm tách (i) là đầu nạp dòng sản phẩm, và (ii) tách các hợp chất C_{2+} ra khỏi ít nhất một phân nhóm chứa các tạp chất không phải C_{2+} .

Trong một số trường hợp, quy trình xử lý hydrocacbon không OCM là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên. Theo một số phương án, hệ thống còn bao gồm quy trình xử lý hydrocacbon không OCM ở phía sau của ít nhất một cụm tách. Theo một số phương án, ít nhất một cụm tách bao gồm cụm hấp phụ dao động áp suất. Theo một số phương án, ít nhất một cụm tách bao gồm cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp.

Theo một số phương án, các tạp chất không C_{2+} chứa một hoặc nhiều nguyên tử nitơ (N_2), nguyên tử oxy (O_2), nước (H_2O), argon (Ar), cacbon monoxit (CO), cacbon đioxit (CO_2) và metan (CH_4).

Theo một khía cạnh khác, hệ thống ghép đôi oxy hóa metan (OCM) bao gồm (a) lò phản ứng OCM mà (i) là đầu nạp dòng nguyên liệu chứa metan, và (ii) sinh ra, từ metan, dòng sản phẩm chứa các hợp chất C_{2+} và các tạp chất không phải C_{2+} ; (b) ít nhất một cụm tách tiếp theo, và được nối thông lỏng với, lò phản ứng OCM, trong đó ít nhất một cụm tách (i) là đầu nạp dòng sản phẩm, và (ii) tách các hợp chất C_{2+} ra khỏi ít nhất một phân nhóm chứa các tạp chất không phải C_{2+} vào trong dòng xử lý chứa ít nhất một phân nhóm chứa các hợp chất C_{2+} ; và (c) quy trình xử lý hydrocacbon không OCM ở phía sau, và được nối thông với, ít nhất một cụm tách, trong đó quy trình xử lý hydrocacbon không OCM là đầu nạp của dòng xử lý để dùng trong một hoặc nhiều quy trình không OCM.

Theo một số phương án, quy trình xử lý hydrocacbon không OCM là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên. Theo một số phương án, hệ thống còn bao gồm quy trình xử lý hydrocacbon không OCM ở phía sau của ít nhất một cụm tách. Theo một số phương án, ít nhất một cụm tách bao gồm cụm hấp phụ dao động áp suất.

Trong một số trường hợp, ít nhất một cụm tách bao gồm cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp tích hợp quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) với quy trình xử lý hydrocacbon bao gồm các bước (a) hướng dòng nguyên liệu chứa metan vào trong lò phản ứng ghép đôi oxy hóa metan (OCM), trong đó lò phản ứng OCM được tạo kết cấu để tạo ra các hợp chất C_{2+} từ metan; (b) thực hiện một hoặc nhiều phản ứng OCM trong lò phản ứng OCM bằng cách sử dụng metan để tạo ra dòng sản phẩm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} ; (c) tách dòng sản phẩm này thành ít nhất một dòng thứ nhất và dòng thứ hai, trong đó dòng thứ nhất có nồng độ C_{2+} thấp hơn so với dòng thứ hai, và trong đó dòng thứ hai có nồng độ C_{2+} cao hơn so với dòng sản phẩm; và (d) hướng dòng thứ hai vào trong dòng xử lý của quy trình xử lý hydrocacbon tại điểm mà ở đó nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng xử lý chênh lệch lớn nhất là khoảng 10% so với nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai.

Trong một số trường hợp, điểm mà ở đó dòng thứ hai đi vào quy trình xử lý hydrocacbon có nồng độ của các hợp chất C_{2+} chênh lệch cao nhất là khoảng 5% so với nồng độ của một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai. Theo một số phương án, nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai cao hơn nồng độ của các hợp chất C_{2+} tại điểm mà ở đó dòng thứ hai đi vào quy trình xử lý hydrocacbon.

Theo một số phương án, quy trình xử lý hydrocacbon là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng (NGL) hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên. Theo một số phương án, dòng sản phẩm này còn chứa các tạp chất không phải C_{2+} . Theo một số phương án, dòng thứ hai có nồng độ của các tạp chất không phải C_{2+} thấp hơn so với dòng thứ nhất. Theo một số phương án, ở bước (d), dòng thứ hai được hướng vào trong dòng xử lý tại điểm mà ở đó nồng độ của các hợp chất C_{2+} thấp hơn nhiều nhất là 10% so với nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp cô các hydrocacbon có ít nhất hai nguyên tử cacbon (C_{2+}) bao gồm bước (a) đưa chất lưu chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} và các tạp chất không phải C_{2+} vào trong lò ở áp suất thứ nhất, trong đó lò này chứa môi trường hấp phụ, trong đó khi đưa chất lưu vào trong lò này, chất lưu được cho tiếp xúc với môi

trường hấp phụ; (b) thay đổi áp suất trong lò này đến áp suất thứ hai để giải phóng (i) ít nhất một phân nhóm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} hoặc (ii) các tạp chất không phải C_{2+} ra khỏi môi trường hấp phụ, nhờ đó tách ít nhất một phân nhóm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} ra khỏi các tạp chất không phải C_{2+} ; và (c) thu hồi ít nhất một phân nhóm bao gồm một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} .

Theo một số phương án, một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} là các hydrocarbon có hai đến năm nguyên tử cacbon. Theo một số phương án, các hợp chất C_{2+} bao gồm etylen. Theo một số phương án, môi trường hấp phụ được chọn từ nhóm bao gồm than hoạt tính, silicagel, nhôm oxit và zeolit. Theo một số phương án, áp suất thứ hai cao hơn áp suất thứ nhất. Theo một số phương án, áp suất thứ hai thấp hơn áp suất thứ nhất.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp thu hồi các hydrocarbon có hai hoặc nhiều nguyên tử cacbon (C_{2+}) từ quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) bao gồm các bước (a) hướng dòng nguyên liệu chứa metan vào trong lò phản ứng ghép đôi oxy hóa metan (OCM), trong đó lò phản ứng OCM được tạo kết cấu để tạo ra các hợp chất C_{2+} từ metan; (b) thực hiện một hoặc nhiều phản ứng OCM trong lò phản ứng OCM bằng cách sử dụng metan để tạo ra dòng sản phẩm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} ; (c) cho dòng sản phẩm qua bước hấp phụ dao động áp suất (PSA) để tạo ra ít nhất dòng thứ nhất và dòng thứ hai, trong đó dòng thứ nhất có nồng độ C_{2+} thấp hơn so với dòng thứ hai.

Trong một số trường hợp, giữa bước (b) và bước (c), phương pháp này còn bao gồm bước làm khô sản phẩm. Theo một số phương án, cho dòng sản phẩm qua bước PSA tách C_{2+} ra khỏi metan và các tạp chất. Trong một số trường hợp, dòng thứ nhất chứa metan và các tạp chất.

Theo một số phương án, phương pháp này còn bao gồm, tiếp sau bước (c), bước tách metan ra khỏi các tạp chất. Theo một số phương án, phương pháp này còn bao gồm bước, đưa ít nhất một phần của metan trở lại lò phản ứng OCM. Theo một số phương án, các tạp chất bao gồm argon (Ar), hydro (H_2), cacbon monoxit (CO), cacbon đioxit (CO_2), nitơ (N_2), hoặc hỗn hợp của các tạp chất này theo cách bất kỳ. Theo một số phương án, ít nhất 95% tạp chất được loại ra ở bước PSA.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp thu hồi các hydrocarbon có hai hoặc nhiều nguyên tử cacbon (C_{2+}) từ quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) bao gồm bước (a) cấp, từ lò phản ứng OCM, dòng sản phẩm chứa các hợp chất C_{2+} , các tạp chất, và metan; (b) tách dòng sản phẩm này để tạo ra ít nhất (i) dòng thứ nhất giàu tạp chất, (ii) dòng thứ hai giàu metan, và (iii) dòng thứ ba giàu hợp chất C_{2+} ; và (c) làm nguội dòng thứ ba để ngưng tụ các hợp chất C_{2+} .

Trong một số trường hợp, dòng thứ nhất này chứa lượng tạp chất ít nhất là khoảng 70%. Theo một số phương án, dòng thứ hai chứa lượng metan ít nhất là khoảng 70%. Theo một số phương án, dòng thứ ba chứa lượng C_{2+} ít nhất là khoảng 70%. Theo một số phương án, các tạp chất bao gồm argon (Ar), hydro (H_2), cacbon monoxit (CO), cacbon đioxit (CO_2), nitơ (N_2), hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng.

Theo một số phương án, lưu lượng khối của dòng thứ ba là thấp hơn 30% lưu lượng khối của dòng sản phẩm. Theo một số phương án, phương pháp này còn bao gồm bước cho dòng thứ hai chảy vào trong lò phản ứng. Theo một số phương án, phương pháp này còn bao gồm bước cho dòng thứ ba chảy vào trong quy trình xử lý hydrocarbon. Theo một số phương án, phương pháp này còn bao gồm bước cho dòng nguyên liệu chứa metan từ quy trình xử lý hydrocarbon chảy vào trong lò phản ứng OCM. Theo một số phương án, dòng thứ ba được làm nguội trong cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp.

Theo khía cạnh khác, phương pháp tích hợp quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) với quy trình xử lý hydrocarbon bao gồm các bước (a) cấp, từ lò phản ứng OCM, dòng sản phẩm chứa các hợp chất hydrocarbon chứa hai hoặc nhiều nguyên tử cacbon (C_{2+}) và metan; (b) tách dòng sản phẩm này thành dòng thứ nhất giàu metan và dòng thứ hai giàu hợp chất C_{2+} ; và (c) đốt metan trong dòng thứ nhất để tạo ra năng lượng dùng trong quy trình xử lý hydrocarbon.

Trong một số trường hợp, metan đã đốt được hướng qua bộ trao đổi nhiệt mà được kết nối với dòng xử lý của quy trình xử lý hydrocarbon. Theo một số phương án, quy trình xử lý hydrocarbon là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng (NGL) hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống xử lý khí tự nhiên bao gồm hệ thống lò phản ứng OCM bao gồm ít nhất một lò phản ứng thứ nhất có ít nhất một chất xúc tác OCM thứ nhất đặt trong đó. Hệ thống này còn bao gồm một hoặc nhiều hệ thống chiết để tách ít nhất một hợp chất hydrocacbon ra khỏi ít nhất một hợp chất không phải hydrocacbon, và hệ thống phân đoạn để tách ít nhất hai hợp chất hydrocacbon khác. Hệ thống này còn bao gồm đường ống nối nhau, đường ống nối nhau này nối thông lòng một hoặc nhiều cửa nạp hoặc cửa xả của hệ thống lò phản ứng OCM với một hoặc nhiều cửa nạp hoặc cửa xả của một hoặc nhiều hệ thống chiết và hệ thống phân đoạn.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp xử lý khí tự nhiên, bao gồm hệ thống lò phản ứng OCM chứa ít nhất một lò phản ứng thứ nhất có ít nhất một chất xúc tác OCM thứ nhất đặt trong đó. Hệ thống này còn có hệ thống chiết để tách ít nhất một hợp chất không phải hydrocacbon ra khỏi ít nhất một hợp chất hydrocacbon, và hệ thống phân đoạn để tách ít nhất hai hợp chất hydrocacbon khác. Hệ thống này còn có đường ống nối nhau, đường ống nối nhau nối thông lòng một hoặc nhiều cửa nạp hoặc cửa xả của hệ thống lò phản ứng OCM vào một hoặc nhiều cửa nạp hoặc cửa xả của một hoặc nhiều hệ thống phân đoạn và hệ thống chiết.

Sáng chế còn đề xuất phương pháp và hệ thống tạo ra các hợp chất hydrocacbon. Phương pháp này bao gồm bước cho metan và không khí/oxy tiếp xúc với chất xúc tác OCM ở các điều kiện phản ứng OCM trong hệ thống lò phản ứng thứ nhất để tạo ra sản phẩm OCM, sản phẩm OCM chứa hai hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon khác. Sau đó, sản phẩm OCM đã được tạo ra trong bước tiếp xúc sau đó được chuyển đến hệ thống phân đoạn mà nối thông lòng với hệ thống lò phản ứng thứ nhất. Tiếp đó, ít nhất một hợp chất hydrocacbon trong sản phẩm OCM được tách ra khỏi ít nhất một hợp chất hydrocacbon khác trong sản phẩm OCM trong hệ thống phân đoạn.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp và hệ thống tạo ra các hợp chất hydrocacbon, bao gồm bước cho metan và không khí/oxy tiếp xúc với chất xúc tác OCM ở các điều kiện phản ứng OCM trong hệ thống lò phản ứng thứ nhất để tạo ra sản phẩm OCM, sản phẩm OCM chứa một hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon và ít nhất một hợp chất không phải hydrocacbon. Sản phẩm OCM được tạo ra trong bước tiếp xúc

được chuyển đến hệ thống chiết mà nối thông lỏng với hệ thống lò phản ứng thứ nhất. Ít nhất một hợp chất hydrocacbon trong sản phẩm OCM được tách ra khỏi ít nhất một hợp chất hydrocacbon khác hoặc hợp chất không phải hydrocacbon trong sản phẩm OCM.

Sáng chế còn đề xuất hệ thống xử lý hydrocacbon tích hợp mà bao gồm cả thiết bị crackinh hơi được tạo kết cấu để chuyển hóa một hoặc nhiều hydrocacbon no thành một hoặc nhiều hydrocacbon không no, và hệ thống lò phản ứng OCM được tạo kết cấu để chuyển hóa metan thành etylen. Hai hệ thống này đều được nối thông lỏng ở các cửa xả của chúng với cửa nạp của hệ thống phân đoạn hydrocacbon tích hợp sao cho các dòng chứa C_{2+} ra khỏi từng thiết bị crackinh hơi và hệ thống lò phản ứng OCM được đi vào trong hệ thống phân đoạn.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra một hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon mong muốn, bao gồm bước hướng nguyên liệu hydrocacbon thứ nhất chứa các hydrocacbon no vào thiết bị crackinh hơi để tạo ra dòng chứa hydrocacbon không no. Phương pháp này còn bao gồm bước hướng nguyên liệu hydrocacbon thứ hai chứa metan vào hệ thống lò phản ứng OCM để tạo ra dòng chứa etylen. Các dòng thu được, ví dụ, dòng chứa hydrocacbon không no và dòng chứa etylen, cả hai đều được hướng đến hệ thống phân đoạn tích hợp, ví dụ, hệ thống phân đoạn tích hợp chung, để tạo ra một hoặc nhiều dòng sản phẩm hydrocacbon mong muốn.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp và hệ thống tạo ra các hợp chất hydrocacbon, bao gồm bước cho metan và không khí/oxy tiếp xúc với chất xúc tác OCM ở các điều kiện phản ứng OCM trong hệ thống lò phản ứng thứ nhất để tạo ra sản phẩm OCM, sản phẩm OCM chứa một hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon khác. Sản phẩm OCM được tạo ra ở bước tiếp xúc được chuyển đến hệ thống oligome hóa tích hợp để tạo ra một hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon cao từ một hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon trong sản phẩm OCM. Một hoặc nhiều hydrocacbon cao được tạo ra trong hệ thống oligome hóa sau đó được chuyển đến hệ thống phân đoạn mà nối thông lỏng với hệ thống oligome hóa để tách ít nhất một hợp chất hydrocacbon trong sản phẩm OCM ra khỏi ít nhất một hydrocacbon cao.

Theo một khía cạnh khác, các hệ thống và phương pháp xử lý khí tự nhiên bao gồm hệ thống lò phản ứng OCM để xử lý khí tự nhiên để tạo ra sản phẩm OCM, hệ thống lò phản ứng OCM bao gồm hệ thống chiết nhiệt năng được kết nối nhiệt với hệ thống lò phản ứng OCM nhằm loại bỏ nhiệt năng ra khỏi hệ thống lò phản ứng OCM. Hệ thống này còn bao gồm cụm phân đoạn khí tự nhiên để tách một hoặc nhiều thành phần hydrocacbon trong một hoặc nhiều khí tự nhiên hoặc sản phẩm OCM ra khỏi ít nhất một sản phẩm hydrocacbon khác trong khí tự nhiên hoặc sản phẩm OCM. Hệ thống này còn có một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt được kết nối nhiệt với mỗi hệ thống chiết nhiệt năng và cụm phân đoạn, để đưa nhiệt năng từ hệ thống chiết nhiệt năng đến cụm phân đoạn nhằm làm nóng khí tự nhiên hoặc sản phẩm OCM trong cụm phân đoạn để tách một hoặc nhiều thành phần hydrocacbon trong khí tự nhiên hoặc sản phẩm OCM ra khỏi ít nhất một sản phẩm hydrocacbon khác trong khí tự nhiên hoặc sản phẩm OCM.

Theo một khía cạnh khác, các hệ thống và phương pháp xử lý khí tự nhiên bao gồm hệ thống chiết để tách metan ra khỏi các NGL trong khí tự nhiên, hệ thống chiết này có cửa xả thoát giàu metan, và còn có hệ thống lò phản ứng OCM có cửa nạp mà nối thông lỏng với cửa xả thoát giàu metan của hệ thống chiết. Hệ thống này còn có hệ thống loại bỏ nhiệt năng nhằm loại bỏ nhiệt năng ra khỏi hệ thống lò phản ứng OCM, và bộ trao đổi nhiệt được kết nối nhiệt với mỗi hệ thống loại bỏ nhiệt năng và đầu nối thông nằm giữa cửa xả thoát giàu metan và cửa nạp lò phản ứng OCM, nhằm làm nóng dòng thoát giàu metan ra khỏi hệ thống chiết đến nhiệt độ lớn hơn 400°C.

Theo một khía cạnh khác, các hệ thống và phương pháp xử lý khí tự nhiên bao gồm hệ thống lò phản ứng OCM, nồi hơi được kết nối nhiệt với lò phản ứng OCM, để tạo ra hơi từ nhiệt năng tạo ra bởi lò phản ứng OCM, và máy phát điện được kết nối với nồi hơi để tạo ra điện từ hơi tạo ra bởi nồi hơi.

Theo một khía cạnh khác, các phương pháp và các hệ thống để gom CO₂ bao gồm các bước, trong hệ thống lò phản ứng OCM, cho metan và không khí/oxy tiếp xúc với chất xúc tác OCM trong các điều kiện phản ứng OCM để tạo ra dòng sản phẩm chứa một hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon và CO₂, tách CO₂ ra khỏi một hoặc nhiều hợp

chất hydrocacbon trong dòng sản phẩm trong hệ thống chiết được tích hợp với hệ thống lò phản ứng OCM, và gom CO₂ tách được ra khỏi dòng sản phẩm.

Các khía cạnh bổ sung và các ưu điểm của sáng chế sẽ dễ dàng trở nên hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực liên quan từ phần mô tả chi tiết dưới đây, trong đó chỉ các phương án minh họa trong bản mô tả được thể hiện và mô tả. Rõ ràng rằng, bản mô tả này có các phương án khác nhau và khác nữa, và một số chi tiết của các phương án thực hiện có khả năng có các cải biến theo các khía cạnh rõ ràng khác mà đều nằm trong phạm vi của sáng chế. Do đó, các hình vẽ và phần mô tả chỉ mang tính minh họa, và không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các dấu hiệu mới của sáng chế được nêu dưới đây với đặc điểm trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Các dấu hiệu và các ưu điểm theo sáng chế sẽ trở nên dễ hiểu hơn nhờ dựa vào phần mô tả chi tiết dưới đây mà thể hiện các phương án minh họa, trong đó các nguyên tắc theo sáng chế được sử dụng, và các hình hoặc hình vẽ kèm theo (trong bản mô tả này còn được gọi là “Hình” và “các Hình”), trong đó:

Hình 1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các sản phẩm của quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) được tích hợp với quy trình xử lý các hydrocacbon;

Hình 2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện metan dành cho quy trình OCM đã được tạo ra theo quy trình xử lý các hydrocacbon;

Hình 3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện metan dành cho quy trình OCM đã được tạo ra theo quy trình xử lý các hydrocacbon và các sản phẩm của quy trình OCM được tích hợp với quy trình xử lý các hydrocacbon;

Hình 4 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện nhiệt từ quy trình OCM được tích hợp với quy trình xử lý các hydrocacbon;

Hình 5 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện quy trình OCM có môđun tách bao gồm thiết bị sấy và cụm thu hồi nitơ;

Hình 6 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện quy trình OCM có môđun tách bao gồm tầng C₂₊ và/hoặc thiết bị hấp phụ dao động áp suất;

Hình 7 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ về nhà máy tinh chế;

Hình 8 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ về nhà máy khí;

Hình 9 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ tích hợp quy trình OCM với nhà máy tinh chế;

Hình 10 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ tích hợp quy trình OCM với nhà máy khí;

Hình 11 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ tích hợp quy trình oxy hóa loại hydro của etan thành etylen hoặc propan thành propylen (ODH) với nhà máy tinh chế;

Hình 12 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ về cụm thu hồi chất thơm;

Hình 13 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ tích hợp quy trình ODH và hóa lỏng etylen (ETL) với nhà máy tinh chế;

Hình 14 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về nhà máy xử lý khí tự nhiên;

Hình 15 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về các thao tác vận hành cụm chính của nhà máy crackinh hơi;

Hình 16 là hình vẽ dạng sơ đồ khối thể hiện các điểm mà các cửa nạp và cửa xả của hệ thống lò phản ứng OCM có thể được tích hợp vào trong các hệ thống hoặc nhà máy xử lý khí tự nhiên;

Hình 17 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống lò phản ứng OCM đoạn nhiệt được tích hợp vào trong vị trí thứ nhất trong nhà máy xử lý khí tự nhiên;

Hình 18 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống lò phản ứng OCM đoạn nhiệt được tích hợp vào trong vị trí thứ hai trong nhà máy xử lý khí tự nhiên;

Hình 19 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống lò phản ứng OCM đoạn nhiệt và hệ thống tách ở nhiệt độ cực thấp hệ thống được tích hợp vào trong nhà máy crackinh hơi; và

Hình 20 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện việc tích hợp các hệ thống nhiệt năng từ hệ thống lò phản ứng OCM vào trong các quy trình quản lý nhiệt dành cho các hệ thống xử lý khác bên trong nhà máy xử lý khí tự nhiên.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mặc dù các phương án khác nhau của sáng chế đã được thể hiện và bộc lộ trong bản mô tả này, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực liên quan cần phải hiểu rõ rằng các phương án này chỉ được đưa ra làm ví dụ. Đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực liên quan, các biến thể, thay đổi, và thay thế có thể xảy ra mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Cần phải hiểu rằng các phương án thay thế khác nhau đối với các phương án của sáng chế được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được sử dụng.

Nói chung, thuật ngữ “ C_{2+} ” được dùng trong bản mô tả để chỉ hợp chất chứa hai hoặc nhiều nguyên tử cacbon. Các hợp chất C_{2+} gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, alkan, alken, alkyn, aldehyt, keton, este thơm và axit carboxylic chứa hai hoặc nhiều nguyên tử cacbon. Các ví dụ về các hợp chất C_{2+} bao gồm etan, eten, etyn, propan, propen và propyn.

Nói chung, thuật ngữ “các tạp chất không C_{2+} ” được dùng trong bản mô tả này để chỉ nguyên liệu mà không bao gồm các hợp chất C_{2+} . Các ví dụ về các tạp chất không phải C_{2+} bao gồm nitơ (N_2), oxy (O_2), nước (H_2O), argon (Ar), hydro (H_2) cacbon monoxit (CO), cacbon đioxit (CO_2) và metan (CH_4).

Nói chung, thuật ngữ “nhà máy xử lý khí tự nhiên” được dùng trong bản mô tả này để chỉ nhà máy mà tiếp nhận một hoặc nhiều khí tự nhiên hoặc NGL, và tạo ra nhiều hơn một sản phẩm từ các đầu vào này.

Nói chung, thuật ngữ “chuyển hóa metan” được dùng trong bản mô tả này để chỉ tỷ lệ phần trăm hoặc phân đoạn của metan được đưa vào phản ứng mà được chuyển hóa thành sản phẩm khác với metan.

Nói chung, thuật ngữ “mức độ chọn lọc C_{2+} ” được dùng trong bản mô tả này để chỉ tỷ lệ phần trăm của tất cả cacbon chứa các sản phẩm của phản ứng ghép đôi oxy hóa metan (OCM) mà là các sản phẩm mong muốn hoặc nói cách khác là các sản phẩm C_{2+} ưu tiên, ví dụ, etan, etylen, propan, propylen, v.v. Mặc dù mức độ chọn lọc C_{2+} được

nêu là chủ yếu, có thể thấy rằng mức độ chọn lọc có thể được nêu trên quan điểm của của sản phẩm bất kỳ trong số các sản phẩm mong muốn, ví dụ, chỉ có C_2 , hoặc chỉ C_2 và C_3 .

Nói chung, thuật ngữ “hiệu suất C_{2+} ” được dùng trong bản mô tả này để chỉ lượng cacbon mà được kết hợp vào sản phẩm C_{2+} ở dạng tỷ lệ phần trăm của lượng cacbon được đưa vào trong lò phản ứng ở dạng metan. Tỷ lệ này thường được tính là sản phẩm của việc chuyển hóa và mức độ chọn lọc chia cho số lượng của nguyên tử cacbon trong sản phẩm mong muốn. Hiệu suất C_{2+} thường là phép cộng hiệu suất của các thành phần C_{2+} khác nhau có trong các thành phần C_{2+} được nhận dạng, ví dụ, hiệu suất etan + hiệu suất etylen + hiệu suất propan + hiệu suất propylen v.v.).

Nói chung, thuật ngữ “quy trình OCM” được dùng trong bản mô tả này để chỉ quy trình mà sử dụng hoặc về cơ bản sử dụng phản ứng ghép đôi oxy hóa metan (OCM).

Nói chung, thuật ngữ “quy trình không OCM” được dùng trong bản mô tả này để chỉ quy trình mà không sử dụng hoặc về cơ bản không sử dụng phản ứng ghép đôi oxy hóa metan. Các ví dụ về các quy trình mà có thể là quy trình không OCM bao gồm quy trình xử lý hydrocacbon không OCM, ví dụ, lọc dầu, quy trình hóa lỏng hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên.

Nói chung, thuật ngữ “về cơ bản tương đương” được dùng trong bản mô tả này trong phạm vi nồng độ metan, có nghĩa là nồng độ metan bằng khoảng 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 10%, hoặc 5% nồng độ metan thường đi vào trong loạt phân đoạn hiện có của nhà máy khí hoặc nhà máy crackinh.

Tích hợp OCM với các quy trình xử lý hydrocacbon

Sáng chế đề xuất việc tích hợp quy trình ghép đôi oxy hóa metan (“OCM”) và tùy ý hoặc ngoài ra, các quy trình oxy hóa loại hydro của etan thành etylen hoặc propan thành propylen (“ODH”) và các hệ thống vào trong khí tự nhiên và các quy trình và nhà máy hóa dầu hiện có khác để có được các ưu điểm về tính linh hoạt của nguyên liệu, hiệu quả năng lượng, và tính linh hoạt để tạo ra tốt hơn các nhóm sản phẩm từ các quy trình này. Cụ thể, bằng cách đề xuất quy trình OCM tích hợp với các quy trình khác, có thể khai thác ưu điểm của tính bổ sung giữa các quy trình OCM với các quy trình hóa

dầu hoặc khí khác này để cải thiện một hoặc tất cả các tính linh hoạt của nguyên liệu, độ linh hoạt nhóm sản phẩm, hiệu quả năng lượng, và các thông số quy trình có lợi khác. Trong khi việc tích hợp này đem lại các lợi ích cho các quy trình và hệ thống khác nhau, để dễ minh họa, nó sẽ được bộc lộ một cách chi tiết liên quan đến việc tích hợp vào trong các quy trình xử lý hydrocacbon hiện có (ví dụ, các quy trình NGL khí tự nhiên, các quy trình sản xuất olefin từ etan, etan/propan, và/hoặc naphta, cũng như tinh chế dầu mỏ).

Quy trình OCM có thể coi như metan đầu vào và tạo ra một hoặc nhiều hydrocacbon sản phẩm (hoặc đầu ra), như các hợp chất C_{2+} , cũng như nhiệt từ phản ứng tỏa nhiệt. Quy trình OCM có thể được tạo điều kiện thuận lợi bởi chất xúc tác. Ví dụ, quy trình OCM là như sau: $2CH_4 + O_2 \rightarrow C_2H_4 + 2H_2O$.

Dựa vào các hình vẽ, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau chỉ các phần giống nhau trong toàn bộ các hình vẽ. Có thể thấy rằng các hình vẽ và các dấu hiệu trên các hình vẽ này không nhất thiết được vẽ theo đúng tỷ lệ.

Đầu vào metan (CH_4) có thể được cấp từ các nguồn khác nhau, và các sản phẩm ra khỏi quy trình OCM có thể được hướng vào trong các quy trình tiếp theo khác nhau. Quy trình OCM có thể được tích hợp với quy trình xử lý hydrocacbon theo các cách bất kỳ. Hình 1 thể hiện ví dụ về việc tích hợp quy trình OCM với quy trình xử lý các hydrocacbon 100. Quy trình xử lý hydrocacbon có thể nhận nguyên liệu 102 bất kỳ và chuyển hóa nó thành một hoặc nhiều sản phẩm 104 bằng cách sử dụng các cách thao tác bất kỳ (ví dụ, 106 và 108), như tinh chế, phân đoạn NGL, crackinh etan hoặc các thao tác xử lý hydrocacbon khác. Trong một số trường hợp, trong các quy trình OCM, metan (ví dụ, từ nguồn địa chất, sinh vật học, hoặc nguồn hydrocacbon công nghiệp) 110 được nạp vào quy trình OCM 112 (ví dụ, lò phản ứng OCM) để tạo ra các hợp chất C_{2+} . Các hợp chất C_{2+} có thể được tích hợp với quy trình xử lý các hydrocacbon. Trong một số trường hợp, các hợp chất C_{2+} có thể được làm giàu và/hoặc tinh lọc trong môđun tách 114, ví dụ, để ít nhất gần như phù hợp với thành phần của dòng trong quy trình xử lý các hydrocacbon có các hợp chất C_{2+} 108.

Hình 2 thể hiện ví dụ khác về việc tích hợp với quy trình xử lý các hydrocarbon. Trong trường hợp này, metan được cấp từ dòng của quy trình xử lý hydrocarbon có metan 106. Metan có thể được chuyển hóa thành các hợp chất C_{2+} trong quy trình 112 và, trong một số trường hợp, được tách trong quy trình 114 để tạo ra dòng sản phẩm có các hợp chất C_{2+} 200.

Ví dụ khác nữa được thể hiện trên Hình 3. Trong ví dụ này, metan được cấp từ dòng của quy trình xử lý hydrocarbon có metan 106, chuyển hóa thành các hợp chất C_{2+} trong quy trình 112, tùy ý được tách trong quy trình 114, và tích hợp với dòng của quy trình xử lý các hydrocarbon 108 chứa các hợp chất C_{2+} .

Các quy trình OCM có thể là các quy trình tỏa nhiệt, tạo ra nhiệt mà có thể được dùng cho việc sử dụng trong các quy trình khác nhau. Trong một số trường hợp, quy trình OCM được tích hợp về mặt năng lượng, trong một số trường hợp ngoài việc tích hợp của các dòng nguyên liệu. Hình 4 thể hiện ví dụ mà nhiệt 400 được truyền từ lò phản ứng OCM 112 đến phần của quy trình xử lý hydrocarbon cần nhiệt 106. Trong một số trường hợp, metan còn được rút ra khỏi quy trình xử lý các hydrocarbon và/hoặc các hợp chất C_{2+} được cấp vào quy trình xử lý các hydrocarbon. Metan rút ra hoặc dư có thể được đốt để tạo ra năng lượng cho quy trình xử lý các hydrocarbon.

Sáng chế đề xuất các dạng quy trình xử lý hydrocarbon khác nhau mà có thể được tích hợp với quy trình OCM và các ví dụ về các bước tách (ví dụ, các bước tách cất thô) có thể được thực hiện.

Các hệ thống xúc tác tích hợp

Theo một số phương án, các nhà máy hoặc hệ thống xử lý hóa dầu hoặc khí hiện có được tích hợp với các quy trình và các hệ thống mới để tạo ra quy trình tổng thể có giá trị cao và hiệp đồng. Trong một số trường hợp, các quy trình phản ứng xúc tác gia tăng giá trị bổ sung và các hệ thống lò phản ứng được tích hợp vào trong các nhà máy và các hệ thống khí tự nhiên hoặc xử lý hóa dầu thông thường khác để tiếp nhận một hoặc nhiều đầu ra của các nhà máy và các hệ thống này và/hoặc tạo ra một hoặc nhiều đầu vào vào trong các nhà máy và các hệ thống này, nhằm cải thiện các ưu điểm hiệu quả thu được từ tổ hợp các quy trình và riêng các quy trình này. Trong một số trường

hợp, các hệ thống lò phản ứng xúc tác được tích hợp này sẽ thường (1) tiếp nhận một hoặc nhiều dòng sản phẩm trung gian hoặc sau cùng từ các quy trình được thực hiện trong các nhà máy này để chuyển hóa có xúc tác dòng sản phẩm trung gian hoặc sau cùng này thành các nguyên liệu có giá trị hơn hoặc dễ quản lý hơn nhiều, (2) đóng góp một hoặc nhiều dòng sản phẩm trung gian hoặc sau cùng để tiếp tục được xử lý bên trong một hoặc nhiều cụm xử lý khác bên trong các nhà máy này, và/hoặc (3) đóng góp và/hoặc sử dụng nhiệt năng được yêu cầu hoặc được tạo ra bởi các hệ thống xử lý này.

Các nhà máy xử lý tích hợp cuối cùng có thể nâng cao một cách đáng kể hiệu quả và khả năng sinh lợi, cả về mặt các sản phẩm được tạo ra dưới dạng hàm số của các nguyên liệu thô được tiêu thụ, các loại nguyên liệu được sử dụng, các loại các sản phẩm được tạo ra, lẫn về mặt các yêu cầu năng lượng để vận hành các nhà máy này. Do đó, tác động của các nhà máy này đến môi trường có thể được giảm một cách đáng kể, cả về mặt giảm phế thải lẫn giảm tiêu thụ năng lượng từ bên ngoài.

Trong một số trường hợp, các hệ thống lò phản ứng tích hợp để thực hiện các phản ứng xúc tác tỏa nhiệt có thể được sử dụng để chuyển hóa các thành phần khí tự nhiên thành các thành phần có giá trị hơn, như để chuyển hóa metan và etan thành các alkan, olefin cao hơn, và các nhóm tương tự. Các ví dụ về các phản ứng này bao gồm các phản ứng xúc tác tỏa nhiệt để, ví dụ, ghép đôi oxy hóa metan (OCM - Oxidative Coupling of Methane), cũng như oxy hóa loại hydro (ODH - Oxidative Dehydrogenation) của, ví dụ, etan, propan và các hydrocacbon khác.

Việc ghép đôi oxy hóa metan ("OCM") thành etylen có thể bao gồm phản ứng dưới đây: $2\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (xem, ví dụ: Zhang, Q., *Journal of Natural Gas Chem.*, 12:81, 2003; Olah, G. "*Hydrocarbon Chemistry*", Ed. 2, John Wiley & Sons (2003)). Phản ứng này là tỏa nhiệt ($\Delta H = -67\text{kcal/mol}$) và thường được thể hiện diễn ra ở nhiệt độ rất cao ($>700^\circ\text{C}$). Mặc dù cơ cấu phản ứng chi tiết có thể được đặc trưng không đầy đủ, và không bị ràng buộc bởi lý thuyết, nhưng bằng chứng thử nghiệm cho rằng hóa chất gốc tự do có thể có liên quan (Lunsford, *J. Chem. Soc., Chem. Comm.*, 1991; H. Lunsford, *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, 34:970, 1995). Trong phản ứng này, metan (CH_4) có thể được hoạt hóa trên bề mặt xúc tác, tạo ra các gốc metyl mà sau đó

liên kết trong pha khí để tạo ra etan (C_2H_6), tiếp theo loại hydro thành etylen (C_2H_4). Vài chất xúc tác đã thể hiện hoạt tính đối với OCM, bao gồm các dạng khác nhau của sắt oxit và các oxit của vanadi, molybden, coban, platin, rodi, lithi, zirconi, vàng, bạc, mangan, xeri, magie, lantan, natri, kẽm và hỗn hợp của chúng (ví dụ, V_2O_5 , MoO_3 , Co_3O_4 , Pt-Rh, Li/ ZrO_2 , Ag-Au, Au/ Co_3O_4 , Co/Mn, CeO_2 , MgO, La_2O_3 , Mn_3O_4 , Na_2WO_4 , MnO, ZnO), trên các nền khác nhau. Nhiều yếu tố phụ gia cũng có thể là hữu dụng kết hợp với các chất xúc tác nêu trên.

Từ khi phản ứng OCM lần đầu tiên được biết đến ba mươi năm trước, phản ứng này là mục đích của mối quan tâm thương mại và khoa học chuyên sâu. Trong một số trường hợp, các giới hạn cơ bản của phương pháp thông thường đối với hoạt hóa môi liên kết C-H xuất hiện nhằm giới hạn hiệu suất của phản ứng hút này ở các điều kiện vận hành thực tế. Đặc biệt, nhiều ấn phẩm từ các phòng thí nghiệm công nghệ và học thuật đã thể hiện một cách nhất quán hiệu quả đặc trưng của mức độ chọn lọc cao đối với mức chuyển hóa thấp của metan, hoặc mức độ chọn lọc thấp đối với sự chuyển hóa cao (J.A. Labinger, *Cat. Lett.*, 1:371, 1988). Do bị giới hạn bởi ngưỡng chuyển hóa/lựa chọn này, một số chất xúc tác OCM không vượt quá 20% đến 25% hiệu suất C_2 kết hợp (tức là, etan và etylen). Trong một số trường hợp, các mức chuyển hóa và chọn lọc cao này là ở khoảng nhiệt độ rất cao ($>800^\circ C$), áp suất thấp, và vận tốc không gian theo giờ thấp. Các chất xúc tác và các hệ thống mới đã được phát triển, tuy nhiên, chúng có thể vận hành trong vùng nhiệt độ thấp với hiệu suất/mức độ lựa chọn cao hơn (xem, ví dụ: Đơn yêu cầu cấp patent Mỹ đã công bố số 2012/0041246, và 2013/0023709).

Mặc dù được mô tả chủ yếu về mặt tích hợp hệ thống lò phản ứng OCM, các hệ thống lò phản ứng bổ sung cũng có thể được tích hợp, như các hệ thống lò phản ứng ODH. Trong một số trường hợp, việc loại hydro oxy hóa (oxidative dehydrogenation - ODH) đối với các alkan nhẹ đưa ra phương thức hấp dẫn đối với các alken, do, giống như phản ứng OCM, phản ứng này là tỏa nhiệt và tránh được hạn chế nhiệt động học của các con đường không oxy hóa bằng cách tạo ra nước dưới dạng sản phẩm phụ. Ngoài ra, sự tích tụ cacbon trong quá trình ODH có thể được giảm một cách đáng kể, dẫn đến hoạt tính xúc tác ổn định. Tuy nhiên, hiệu suất của các alken thu được theo quy trình

ODH có thể được hạn chế trên hầu hết các chất xúc tác do việc đốt alken thành CO và CO₂ (ví dụ, đốt CO_x).

Theo một khía cạnh, bản mô tả này đề xuất các hệ thống lò phản ứng OCM kiểu modun mà có thể được tạo cấu hình để “cắm” vào, và theo một số khía cạnh, được tích hợp vào trong các nhà máy xử lý khí tự nhiên hiện có. Như vậy, nhà máy xử lý khí có thể tiếp nhận khí tự nhiên và sản xuất khí tự nhiên sẵn trong đường ống cũng như các NGL, hoặc nó có thể tiếp nhận các NGL và phân đoạn chúng để tạo ra hai hoặc nhiều sản phẩm NGL khác từ đó. Trong một số trường hợp, cấu hình cụ thể và loại nhà máy xử lý sẽ phụ thuộc vào nguyên liệu được tiếp nhận và các sản phẩm được tạo ra từ đó, và trong nhiều trường hợp có thể bao gồm, ví dụ, các nhà máy phân đoạn NGL, các thiết bị phân đoạn, các nhà máy trung gian, và các nhà máy tương tự, mà thỏa mãn các điều kiện nêu trên.

Theo một số khía cạnh, các nhà máy xử lý bao gồm một hoặc nhiều cụm chiết và cụm phân đoạn, và tùy ý một hoặc nhiều cụm xử lý bổ sung (ví dụ, mà không cần trang bị thêm tùy chỉnh cho các nhà máy như vậy). Ngoài ra, các hệ thống lò phản ứng OCM tích hợp có thể được tích hợp và được tạo kết cấu để tiếp nhận một hoặc nhiều dòng thoát từ các cụm xử lý khác bên trong các nhà máy này như dòng nguyên liệu vào hệ thống lò phản ứng OCM, đóng góp một hoặc nhiều dòng thoát vào một hoặc nhiều cụm xử lý khác bên trong các nhà máy này như dòng nguyên liệu vào các cụm này, sử dụng nhiệt năng sinh ra ở nơi khác trong nhà máy để thực hiện phản ứng OCM, và/hoặc đóng góp nhiệt năng cho các hệ thống và các cụm xử lý khác ở nơi khác trong nhà máy.

Hệ thống lò phản ứng OCM được dùng trong bản mô tả này thường bao gồm một hoặc nhiều lò phản ứng mà chứa nguyên liệu xúc tác OCM thích hợp, thường là cùng với các bộ phận hệ thống bổ sung. Nhiều loại chất xúc tác OCM đã được bộc lộ trước đây, ví dụ, trong patent Mỹ số 5,712,217; patent Mỹ số 6,403,523 và patent Mỹ số 6,576,803, mà toàn bộ nội dung của chúng được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn. Trong khi các chất xúc tác này đã được thấy để xúc tác phản ứng OCM, đối với hầu hết các chất xúc tác này, các phản ứng được thực hiện trong các điều kiện mà kém thực tế hoặc kém kinh tế hơn, tức là ở nhiệt độ và/hoặc áp suất rất cao (ví dụ, lớn hơn

800°C). Một số chất xúc tác tạo ra sự chuyển hóa và mức độ chọn lọc mà cho phép chuyển hóa metan kinh tế ở các điều kiện vận hành thực tế. Các ví dụ về các chất xúc tác này được bộc lộ trong, ví dụ, công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2012/0041246 và công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2013/0023709, mà toàn bộ nội dung của chúng được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn.

Các sản phẩm đã được tạo ra từ các phản ứng xúc tác này thường bao gồm CO, CO₂, H₂, H₂O, các hydrocacbon C₂+, như etylen, etan, và các alkan và alken cao hơn. Theo một số phương án, các hệ thống lò phản ứng OCM thực hiện việc chuyển hóa metan, ví dụ, thành phần metan trong khí tự nhiên, thành các sản phẩm hydrocacbon mong muốn cao hơn (etan, etylen, propan, propylen, các butan, các pentan, v.v.) được gọi chung là các hợp chất C₂+ với hiệu suất cao. Cụ thể, diễn tiến của phản ứng OCM được bàn luận chung về mặt chuyển hóa metan, mức độ chọn lọc C₂+, và hiệu suất C₂+

Trong một số trường hợp, các hệ thống lò phản ứng OCM thường tạo ra mức độ chuyển hóa metan bằng ít nhất 10% trên mỗi lần xử lý trong một hệ thống lò phản ứng tích hợp (ví dụ, một hệ thống lò phản ứng đẳng nhiệt hoặc hệ thống lò phản ứng đoạn nhiệt đa tầng tích hợp), với mức độ chọn lọc C₂+ bằng ít nhất 50%, ở nhiệt độ cửa nạp lò phản ứng nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C và ở áp suất cửa nạp của lò phản ứng nằm trong khoảng từ 15 pao (6803,88g) trên mỗi inơ vuông (psig) (103,42kPa) và khoảng 150psig (1034,21kPa). Trong một số trường hợp, mức độ của một lần chuyển hóa bằng 10% hoặc lớn hơn với mức độ chọn lọc bằng 60% hoặc lớn hơn, và trong một số trường hợp, mức độ chuyển hóa bằng 15% hoặc lớn hơn, với mức độ chọn lọc bằng 50% hoặc lớn hơn, hoặc thậm chí mức độ chọn lọc bằng 60% hoặc lớn hơn. Tương tự, trong một số trường hợp, áp suất cửa nạp của lò phản ứng là nằm trong khoảng từ 15psig (103,42kPa) đến khoảng 135psig (930,79kPa), trong một số trường hợp, thấp hơn khoảng 120psig (827,37kPa), thấp hơn khoảng 100psig (689,47kPa), thấp hơn khoảng 90psig (620,53kPa), thấp hơn khoảng 85psig (586,05kPa), hoặc thấp hơn khoảng 80psig (551,58kPa), hoặc thậm chí thấp hơn khoảng 70psig (482,63kPa). Trong một số trường hợp, áp suất cửa nạp lò phản ứng nằm trong khoảng từ 30psig (206,84kPa) đến khoảng 100psig (689,47kPa), hoặc thậm chí nằm trong khoảng từ 30psig (206,84kPa) đến khoảng 90psig (620,53kPa), hoặc 85psig (586,05kPa), hoặc 80psig (551,58kPa), (ví dụ,

khi đạt được mức độ lựa chọn và mức độ chuyển hóa, nêu trên). Trong một số trường hợp, các chất xúc tác được sử dụng trong các hệ thống lò phản ứng này có khả năng tạo ra mức độ chuyển hóa và mức độ chọn lọc đã nêu ở các điều kiện lò phản ứng được mô tả về nhiệt độ và áp suất. Trong một số trường hợp, nhiệt độ nguyên liệu hoặc ở cửa nạp của lò phản ứng thường hầu như tương ứng với nhiệt độ “báo tắt” thấp nhất hoặc nhiệt độ mới phản ứng đối với chất xúc tác hoặc hệ thống. Nói cách khác, các khí nguyên liệu có thể được tiếp xúc với chất xúc tác ở nhiệt độ mà ở đó phản ứng OCM có khả năng được bắt đầu khi đưa vào lò phản ứng. Vì phản ứng OCM là tỏa nhiệt, một khi đạt được nhiệt độ báo tắt, nhiệt của phản ứng có thể được mong đợi để duy trì phản ứng ở nhiệt độ xúc tác thích hợp, và thậm chí sinh ra nhiệt dư.

Theo một số phương án, các lò phản ứng OCM và các hệ thống lò phản ứng, khi thực hiện phản ứng OCM, vận hành ở áp suất nằm trong khoảng từ 15psig (103,42kPa) đến khoảng 125psig (861,84kPa) ở nhiệt độ nêu trên, trong khi tạo ra mức độ chuyển hóa và mức độ chọn lọc nêu trên, và trong một số trường hợp, ở các áp suất thấp hơn 100psig (689,47kPa) (ví dụ, nằm trong khoảng từ 15psig (103,42kPa) đến khoảng 100psig (689,47kPa), hoặc thậm chí thấp hơn khoảng 90psig (620,53kPa)).

Các ví dụ về các nguyên liệu xúc tác được bộc lộ trong, ví dụ, công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2012/0041246 và công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2013/0023709, mà toàn bộ nội dung của nó được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn. Các chất xúc tác có thể chứa khối nguyên liệu xúc tác, ví dụ, có hình thái học chưa xác định tương đối hoặc, trong một số trường hợp, nguyên liệu xúc tác chứa, ít nhất một phần, sợi nano chứa các nguyên liệu xúc tác. Ở dạng bất kỳ, các chất xúc tác được sử dụng theo bản mô tả này có thể được sử dụng một cách cụ thể ở phạm vi toàn bộ các điều kiện phản ứng nêu trên, hoặc ở phạm vi các điều kiện được nêu hẹp hơn. Tương tự, các nguyên liệu xúc tác có thể được cấp nằm trong khoảng các dạng và các hình thái lớn hơn khác, ví dụ, như các hỗn hợp gồm các nguyên liệu có các hoạt tính xúc tác khác, các hỗn hợp gồm các chất xúc tác và các nguyên liệu hơi trơ hoặc các nguyên liệu pha loãng, được kết hợp thành dạng ép, viên, hoặc nguyên khối, hoặc các dạng tương tự. Phạm vi của các dạng và các hình thái xúc tác mang tính minh họa được bộc lộ trong, ví dụ, đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/901,319, nộp ngày 23 tháng 5 năm 2013, toàn

bộ nội dung của chúng được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn đối với mọi mục đích.

Các lò phản ứng được sử dụng cho thực hiện phản ứng OCM trong lò phản ứng OCM các hệ thống theo sáng chế có thể bao gồm một hoặc nhiều lò phản ứng riêng biệt, mỗi bình chứa nguyên liệu xúc tác OCM, mà nối lỏng với nguồn metan và nguồn chất oxy hóa như tiếp tục được bộc lộ trong bản mô tả này. Khí nguyên liệu chứa metan có thể được tiếp xúc với nguyên liệu xúc tác trong các điều kiện thích hợp đối với sự bắt đầu và tiến triển của phản ứng bên trong lò phản ứng để xúc tác bước chuyển hóa metan thành etylen và các sản phẩm khác.

Ví dụ, hệ thống lò phản ứng OCM có thể bao gồm một hoặc nhiều lò phản ứng theo tầng vận hành ở các điều kiện đẳng nhiệt hoặc đoạn nhiệt, để thực hiện các phản ứng OCM. Đối với các hệ thống lò phản ứng đoạn nhiệt, các hệ thống lò phản ứng có thể bao gồm một, hai, ba, bốn, năm hoặc nhiều lò phản ứng theo tầng được bố trí liên tiếp nhau, mà chúng được nối thông lỏng sao cho khí thoát hoặc “khí sản phẩm” của một lò phản ứng được hướng, ít nhất một phần, vào cửa nạp của lò phản ứng tiếp theo. Các lò phản ứng liên tầng này có thể mang lại hiệu suất cao hơn cho quy trình tổng thể, bằng cách cho phép chuyển hóa có xúc tác metan chưa phản ứng trước đó. Các lò phản ứng đoạn nhiệt này thường được đặc trưng bởi sự vắng mặt của hệ thống điều khiển nhiệt tích hợp được sử dụng để duy trì gradien nhiệt độ rất nhỏ hoặc gần như không có ngang qua lò phản ứng. Do không có hệ thống kiểm soát nhiệt độ tích hợp, bản chất tỏa nhiệt của phản ứng OCM có thể gây ra gradien nhiệt độ ngang qua lò phản ứng là dấu hiệu chỉ báo về tiến trình của phản ứng, khi nhiệt độ cửa nạp có thể nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C, trong khi nhiệt độ cửa xả nằm trong khoảng từ 700°C đến 900°C. Nói chung, các gradien nhiệt độ này có thể nằm trong khoảng từ 100°C đến 500°C. Trong một số trường hợp, các lò phản ứng đoạn nhiệt được xếp tầng, có các hệ thống làm mát liên tầng để đi qua phản ứng xúc tác triệt để hơn mà không phát sinh nhiệt độ cực hạn, ví dụ, hơn 900°C.

Khi vận hành, khí nguyên liệu chứa metan có thể được đưa vào trong phía cửa nạp của lò phản ứng, ví dụ, lò phản ứng thứ nhất trong lò phản ứng hệ thống xếp tầng. Bên

trong lò phản ứng này, metan có thể được chuyển hóa thành các hydrocacbon C_2+ , cũng như các sản phẩm khác, như nêu trên. Ít nhất một phần dòng khí sản phẩm sau đó có thể làm nguội đến nhiệt độ thích hợp và được đưa vào trong tầng phản ứng sau đó để tiếp tục phản ứng xúc tác. Trong một số trường hợp, dòng thoát từ lò phản ứng trước, mà trong một số trường hợp có thể bao gồm metan chưa phản ứng, có thể mang lại ít nhất một phần của nguồn metan đối với lò phản ứng tiếp theo. Nguồn chất oxy hóa và nguồn metan, tách từ metan chưa phản ứng ra khỏi tầng lò phản ứng thứ nhất, cũng có thể thường được kết nối với cửa nạp của mỗi lò phản ứng tiếp theo.

Trong một số trường hợp, các hệ thống lò phản ứng có thể bao gồm một hoặc nhiều lò phản ứng ‘đẳng nhiệt’, mà duy trì gradien nhiệt độ tương đối thấp ngang qua chiều dài hoặc chiều sâu của toàn bộ tầng của lò phản ứng, ví dụ, nằm giữa khí nạp và khí xả hoặc khí sản phẩm, qua sự có mặt của chi tiết kiểm soát nhiệt độ tích hợp, như các hệ thống làm mát mà tiếp xúc các bề mặt trao đổi nhiệt trên lò phản ứng để loại bỏ nhiệt dư, và duy trì gradien nhiệt độ phẳng hoặc gần như phẳng nằm giữa cửa nạp và cửa xả của lò phản ứng. Nói chung, các lò phản ứng này sử dụng muối nóng chảy hoặc các hệ thống làm mát khác mà vận hành ở nhiệt độ thấp hơn 593°C . Như đối với các hệ thống đoạn nhiệt, các hệ thống lò phản ứng đẳng nhiệt có thể bao gồm một, hai, ba, mười hoặc nhiều lò phản ứng mà có thể được tạo kết cấu kiểu nối tiếp hoặc song song. Các hệ thống lò phản ứng để thực hiện các phản ứng xúc tác này cũng đã được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/900,898, nộp ngày 23 tháng 5 năm 2013, toàn bộ nội dung của nó được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn đối với mọi mục đích.

Các hệ thống lò phản ứng OCM thường còn bao gồm các hệ thống kiểm soát nhiệt mà được tạo kết cấu để duy trì profin nhiệt hoặc nhiệt độ mong muốn ngang qua hệ thống tổng thể lò phản ứng, hoặc các lò phản ứng riêng lẻ. Trong phạm vi các hệ thống lò phản ứng đoạn nhiệt, các hệ thống kiểm soát nhiệt có thể bao gồm, ví dụ, các bộ trao đổi nhiệt nằm trước, nằm sau hoặc nằm giữa các lò phản ứng xếp hàng bên trong hệ thống tổng thể để duy trì profin nhiệt độ mong muốn ngang qua một hoặc nhiều lò phản ứng. Trong phạm vi các lò phản ứng thực hiện các phản ứng tỏa nhiệt, như phản ứng OCM, các hệ thống kiểm soát nhiệt này còn tùy ý bao gồm các hệ thống kiểm soát để điều biến dòng chất phản ứng, ví dụ, khí nguyên liệu chứa metan và chất oxy hóa, vào

trong các lò phản ứng đáp lại phản hồi thông tin nhiệt độ, để điều biến các phản ứng để đạt được các profin nhiệt của các lò phản ứng bên trong vùng nhiệt độ mong muốn. Các hệ thống này cũng đã được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/900,898, trước đó đã được đưa vào đây bằng cách viện dẫn.

Đối với các lò phản ứng đẳng nhiệt, các hệ thống kiểm soát nhiệt này có thể bao gồm các bộ phận nêu trên, cũng như các bộ phận trao đổi nhiệt tích hợp, như các bộ trao đổi nhiệt tích hợp được lắp vào trong các lò phản ứng, như các bộ trao đổi nhiệt/lò phản ứng có vỏ/ống, khi khoảng trống được tạo ra xung quanh lò phản ứng hoặc một hoặc nhiều lò phản ứng hoặc các ống đi qua đó. Môi trường trao đổi nhiệt sau đó có thể được cho đi qua khoảng trống để loại bỏ nhiệt ra khỏi các ống phản ứng riêng lẻ. Môi trường trao đổi nhiệt sau đó có thể được cho đi đến bộ trao đổi nhiệt bên ngoài để làm nguội môi trường trước khi tái tuần hoàn vào trong lò phản ứng.

Trong một số trường hợp, sản phẩm của các hệ thống lò phản ứng OCM được tích hợp vào trong các nhà máy xử lý được chuyển sang các bộ phận xử lý bổ sung nhằm tạo ra các hydrocacbon cao, ví dụ, các hydrocacbon C_3+ từ các sản phẩm của phản ứng OCM. Cụ thể, các hydrocacbon C_2+ thu được từ quy trình phản ứng OCM, và tùy ý bao gồm các quy trình chiết nêu trên hoặc ở trước các quy trình chiết này, được xử lý tiếp để chuyển hóa các hydrocacbon C_2+ , như etylen, thành các hydrocacbon thậm chí cao hơn, các hydrocacbon giống C_3+ , các NGL, các hydrocacbon vòng, hoặc các alkan mạch thẳng và mạch nhánh, các chất thơm. Trong một số trường hợp, mặc dù thường được gọi là dòng thoát ra khỏi hệ thống lò phản ứng OCM, dòng thoát từ các tầng lò phản ứng riêng lẻ có thể được dẫn để đi theo các bước xử lý, bao gồm, ví dụ, loại metan, khi các hợp chất C_2+ đã được tách được dẫn đến quy trình khác, trong khi các dòng giàu metan được cho đi qua các tầng phản ứng tiếp theo. Kết quả là, các hiệu quả trong việc xử lý và mức độ cân bằng phản ứng có thể được kiểm soát theo cách thuận lợi trong nhiều tầng.

Để dễ mô tả, các quy trình bổ sung này thường được gọi trong bản mô tả này là các quy trình “oligome hóa”, mặc dù thuật ngữ này bao hàm nhiều loại phản ứng khác nhau. Tương tự, các hệ thống hoặc cụm xử lý để thực hiện các phản ứng này thường

được gọi trong bản mô tả này là “các hệ thống oligome hóa” hoặc “các cụm”, mặc dù thuật ngữ kỹ thuật này bao gồm các phản ứng khác nhau để chuyển hóa các hydrocacbon cao từ các hydrocacbon C₂, ví dụ, etan và etylen. Các ví dụ về các phản ứng này bao gồm, ví dụ; oligome hóa đích của etylen tùy ý tiếp theo là hydro hóa để tạo ra các phân bố hẹp của các alkan mạch thẳng hoặc mạch nhánh như các butan, các hexan, các octan, các decan, các dodecan, các tetradecan, v.v., oligome hóa không hướng đích của etylen, tùy ý tiếp theo là hydro hóa, để tạo ra các phân bố rộng của các alkan mạch thẳng hoặc mạch nhánh như các hydrocacbon bên trong phạm vi C₄ đến C₁₆+, đime hóa etylen thành các buten tiếp theo là đime hóa thành các i-octan, oligome hóa không hướng đích đối với etylen, tùy ý tiếp theo là hydro hóa để tạo ra hỗn hợp gồm các chất thơm, các alkan, các alken, mà về lý thuyết là nguyên liệu pha xăng, oligome hóa không hướng đích đối với etylen, tùy ý tiếp theo là hydro hóa để tạo ra hỗn hợp gồm mạch nhánh, các alkan vòng và không phân nhánh mà về lý thuyết là diezen hoặc nguyên liệu pha nhiên liệu phản lực, oligome hóa không hướng đích của etylen để tạo ra các phân bố hẹp của các chất thơm, như benzen, toluen và các xylene (được gọi chung là “BTX”), hoặc benzen, toluen, etyl-benzen, xylene (“BTEX”), để dùng làm nguyên liệu hóa chất. Nói chung, nhiều trong số các quy trình oligome hóa liên quan đến các phản ứng xúc tác và các hệ thống lò phản ứng để chuyển hóa các hydrocacbon C₂+ thành các hydrocacbon cao. Tính chất và cấu hình của hệ thống xúc tác và lò phản ứng oligome hóa có thể phụ thuộc vào loại sản phẩm cụ thể được mong muốn. Theo một số phương án, phản ứng oligome hóa xảy ra trên chất xúc tác không đồng nhất trong lò phản ứng kiểu tầng cố định (đoạn nhiệt hoặc đẳng nhiệt) mặc dù các phương pháp và các quy trình đối với các chất xúc tác đồng nhất là thích hợp, và chúng có thể được sử dụng kết hợp như quy trình không đồng nhất nhằm đime hóa etylen thành các buten và quy trình đồng nhất đối với các buten thành các octen. Nhiều loại quy trình chuyển hóa khác nữa mà có thể được tích hợp vào trong các quy trình được bộc lộ trong bản mô tả này, bộc lộ trong, ví dụ, đơn yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 61/734,865, nộp ngày 7 tháng 12 năm 2012, do đó toàn bộ nội dung của nó được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn toàn bộ đối với mọi mục đích.

Trong một số trường hợp, các đầu ra của các quy trình bổ sung, ví dụ, các quy trình oligome hóa, có thể được dẫn qua các thao tác đơn vị tích hợp của nhà máy xử lý khí, nhà máy crackinh hoặc các nhà máy xử lý khác. Ví dụ, các quy trình tách có thể được áp dụng một cách đồng đều cho các sản phẩm oligome hóa do chúng là các sản phẩm OCM và các sản phẩm crackinh. Ngoài ra, các sản phẩm oligome hóa có thể được dẫn vào trong các quy trình cụm phía trước, bao gồm các thiết bị crackinh, để crackinh ngược các LAO hoặc các hydrocacbon khác cao hơn để tạo ra nhiều sản phẩm khác nhau.

Để dễ mô tả, ngoài một hoặc nhiều lò phản ứng và các ống và đường ống kết hợp, thuật ngữ “hệ thống lò phản ứng OCM” thường còn bao gồm các bộ phận mà cho phép sẵn sàng tích hợp quy trình OCM vào trong nhà máy hoặc đường xử lý khí hiện có. Như vậy, các hệ thống lò phản ứng này OCM có thể bao gồm các bộ trao đổi nhiệt nhằm tăng nhiệt độ của các khí nguyên liệu để đạt đến nhiệt độ thích hợp để xúc tác, cũng như làm nguội các khí sản phẩm để đáp ứng các yêu cầu nhiệt độ trong các bước xử lý tiếp sau. Tương tự, các hệ thống lò phản ứng này có thể bao gồm các máy nén, các bơm và có bộ phận tương tự, để ứng dụng các áp suất thích hợp nhằm phân phối các khí nguyên liệu hoặc các dòng tái chế vào trong các hệ thống lò phản ứng và/hoặc các dòng sản phẩm vào các cụm xử lý khác, ví dụ, cụm tách hoặc cụm phân đoạn.

Bước tách

Các hydrocacbon cao (C_2+) được tạo ra trong lò phản ứng OCM có thể được tích hợp với (ví dụ, được cấp vào) quy trình xử lý hydrocacbon như được bộc lộ trong bản mô tả này. Trong một số trường hợp, việc tích hợp với quy trình xử lý hydrocacbon có thể sử dụng thiết bị tách từ quy trình xử lý các hydrocacbon, nhờ đó loại bỏ hoặc làm giảm lượng thiết bị tách vốn cần thiết để bổ sung bộ phận OCM vào quy trình xử lý các hydrocacbon hiện có. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, các bước tách được thực hiện trên dòng sản phẩm OCM trước khi được cấp vào trong quy trình xử lý hydrocacbon. Các bước tách có thể đạt được các mục đích bất kỳ, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, làm phù hợp hợp phần của dòng sản phẩm OCM với dòng của quy trình xử lý các hydrocacbon mà nó được tích hợp vào đó và/hoặc làm giảm thể tích của dòng (ví dụ,

bằng cách làm giàu một phần C_2+). Sáng chế còn đề xuất quy trình và hệ thống để thực hiện các phương pháp đã nêu.

Một số quy trình tách để thu hồi các hợp chất C_2+ từ các dòng sản phẩm OCM bao gồm việc áp dụng bước tách ở nhiệt độ cực thấp như đã được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/739,954 (“PROCESS FOR SEPARATING HYDROCARBON COMPOUNDS”), mà được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn đối với mọi mục đích. Tuy nhiên, bước tách ở nhiệt độ cực thấp có thể là tốn do nhu cầu năng lượng cao nên sáng chế đề xuất phương pháp thực hiện bước tách “cắt thô” ban đầu để loại bỏ các tạp chất và các hợp chất trợ, nhờ đó cô dòng C_2+ và làm giảm một cách có hiệu quả lượng khí đi vào cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp theo đơn vị sản phẩm mong muốn, nhờ đó làm giảm chi phí tách ở nhiệt độ cực thấp. Bước tách cắt thô này có thể là có lợi nếu nguồn oxy dùng cho phản ứng OCM là không khí.

Các bước tách có thể được thực hiện trong môđun tách bao gồm số lượng bất kỳ của các phần thiết bị riêng biệt (cụm vận hành) làm việc cùng nhau để thực hiện việc tách. Trong một số trường hợp, môđun tách có 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, hoặc nhiều phần thiết bị hơn. Các cụm tách có thể được bố trí liên tiếp nhau, song song nhau, hoặc cả hai (ví dụ, một số cụm bố trí liên tiếp nhau và một số khác bố trí song song nhau).

Theo một khía cạnh, phương pháp thu hồi các hydrocarbon có hai hoặc nhiều nguyên tử cacbon (C_2+) từ việc ghép đôi oxy hóa metan (OCM) bao gồm bước cấp dòng sản phẩm OCM chứa các hydrocarbon C_2+ , các tạp chất, và metan chưa phản ứng. Trong một số trường hợp, dòng sản phẩm OCM được cung cấp bằng cách thực hiện phản ứng OCM. Lượng metan thích hợp bất kỳ có thể được chuyển hóa thành các hydrocarbon C_2+ (ví dụ, ít nhất là 1%, ít nhất là 3%, ít nhất là 5%, ít nhất là 10%, hoặc ít nhất là 20%).

Sau đó, phương pháp này có thể bao gồm bước thực hiện việc tách mà tạo ra dòng thứ nhất chứa các tạp chất và/hoặc các thành phần trợ, tạo ra dòng thứ hai giàu metan, và tạo ra dòng thứ ba giàu hydrocarbon C_2+ . Ba dòng có thể được cấp bằng cách thực hiện việc tách. Trong một số trường hợp, việc tách bao gồm sự hấp phụ dao động áp suất. Phương pháp này có thể bao gồm sự hấp phụ dao động nhiệt độ (TSA), làm nguội,

tạo áp suất, và/hoặc bơm chân không dòng thứ ba để ngưng tụ các hydrocacbon C_2+ . Theo một ví dụ, phương pháp bao gồm TSA, làm nguội, tạo áp suất, bơm chân không, và sau đó làm nguội dòng thứ ba để ngưng tụ các hydrocacbon C_2+ .

Trong một số trường hợp, dòng thứ hai được chảy vào trong lò phản ứng OCM, nhờ đó tái chế metan chưa phản ứng. Trong một số trường hợp, dòng thứ hai được đốt cháy hoặc được dùng làm nhiên liệu trong quy trình xử lý các hydrocacbon. Như được bộc lộ trong bản mô tả này, nhiệt đã được tạo ra bởi lò phản ứng OCM có thể được tích hợp với phần thích hợp bất kỳ trong quy trình xử lý hydrocacbon. Trong một số trường hợp, dòng thứ ba (chứa các hydrocacbon C_2+) được cho chảy vào trong quy trình xử lý các hydrocacbon.

Dòng thứ nhất có thể bao gồm tỷ lệ lớn thích hợp bất kỳ giữa các tạp chất và/hoặc các thành phần trơ (tức là làm giảm lượng nguyên liệu đang đi vào cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp). Trong một số trường hợp, khoảng 60%, khoảng 70%, khoảng 80%, khoảng 90%, hoặc khoảng 95% các tạp chất và/hoặc các thành phần trơ mà ra khỏi lò phản ứng OCM được tách vào trong dòng thứ nhất. Trong một số trường hợp, ít nhất là khoảng 60%, ít nhất là khoảng 70%, ít nhất là khoảng 80%, ít nhất là khoảng 90%, hoặc ít nhất là khoảng 95% các tạp chất và/hoặc các thành phần trơ mà ra khỏi lò phản ứng OCM được tách vào trong dòng thứ nhất. Trong một số trường hợp, các tạp chất và/hoặc các thành phần trơ thu được từ không khí. Các tạp chất và/hoặc các thành phần trơ có thể là hợp chất bất kỳ, nhưng trong một số trường hợp bao gồm argon (Ar), hydro (H_2), cacbon monoxit (CO), cacbon đioxit (CO_2), nước (H_2O), nitơ (N_2), hoặc hỗn hợp bất kỳ của các thành phần này.

Việc tách cất thô được bộc lộ trong bản mô tả này có thể giảm lưu tốc thể tích của dòng thứ ba so với lưu tốc thể tích của dòng sản phẩm OCM. Theo một số phương án, lưu tốc thể tích của dòng thứ ba là khoảng 5%, khoảng 10%, khoảng 15%, khoảng 20%, khoảng 30%, khoảng 35%, khoảng 40%, khoảng 45%, hoặc khoảng 50% lưu tốc thể tích của dòng sản phẩm OCM ở nhiệt độ và áp suất không đổi. Trong một số trường hợp, lưu tốc thể tích của dòng thứ ba lớn nhất là khoảng 5%, lớn nhất là khoảng 10%, lớn nhất là khoảng 15%, lớn nhất là khoảng 20%, lớn nhất là khoảng 30%, lớn nhất là

khoảng 35%, lớn nhất là khoảng 40%, lớn nhất là khoảng 45%, hoặc lớn nhất là khoảng 50% lưu tốc thể tích của dòng sản phẩm OCM ở nhiệt độ và áp suất không đổi.

Hình 5 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về quy trình thực hiện các bước tách (ví dụ, trước khi tích hợp của với quy trình xử lý hydrocacbon. Trong một số trường hợp, metan (ví dụ, khí tự nhiên) 502 được làm nóng 504 và được phun vào trong lò phản ứng OCM 506. Nguồn oxy (ví dụ, không khí) 508 cũng có thể được làm nóng 510 và được phun vào trong lò phản ứng OCM. Trong một số trường hợp, khí tự nhiên và không khí được làm nóng trong cùng thiết bị làm nóng.

Trong một số trường hợp, các sản phẩm được tạo ra trong lò phản ứng OCM (ví dụ, các hydrocacbon C_2+) được tách ra khỏi dòng thoát lò phản ứng OCM qua sự hấp thụ hóa học. Ví dụ về sự hấp thụ hóa học có thể đạt được bằng cách cho tiếp xúc dòng thoát hỗn hợp lò phản ứng thể khí với dung dịch trong nước hoặc hữu cơ chứa các ion kim loại (như đồng và bạc) có thể liên kết với các olefin chứa trong dòng thoát lò phản ứng. Sau đó, các olefin được chứa trong dung dịch có thể được cất trong thao tác đơn được thiết kế thích hợp (ví dụ, cột nạp hoặc cột xếp khay) qua việc giảm áp suất và/hoặc tăng nhiệt độ.

Các sản phẩm được tạo ra trong lò phản ứng OCM (ví dụ, các hydrocacbon C_2+) cũng như các tạp chất, các thành phần trơ (ví dụ, argon, nitơ, nước) và metan chưa phản ứng có thể được cấp vào trong môđun tách bao gồm một hoặc nhiều cụm vận hành như được thể hiện theo đường nét đứt 512. Trong một số trường hợp, môđun tách làm giảm việc nén phía trước của dòng thứ ba khoảng 40%, khoảng 50%, khoảng 60%, khoảng 70%, khoảng 80%, hoặc khoảng 90% so với việc tách ở nhiệt độ cực thấp. Theo một số phương án, môđun tách làm giảm việc nén phía trước của dòng thứ ba ít nhất là khoảng 40%, ít nhất là khoảng 50%, ít nhất là khoảng 60%, ít nhất là khoảng 70%, ít nhất là khoảng 80%, ít nhất là khoảng 90%, ít nhất là khoảng 95%. Môđun tách có thể loại bỏ các cụm amin và/hoặc các cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp. Cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp có thể được thể bằng cụm làm lạnh nhỏ hơn trong một số trường hợp.

Trong một số trường hợp, môđun tách bao gồm thiết bị sấy 514 và cụm thu hồi nitơ 516. Như được thể hiện trong bản mô tả này, các sản phẩm từ lò phản ứng OCM

ban đầu có thể được cấp vào trong thiết bị sấy 514 mà ở đó nước 535 được loại bỏ. Lượng nước thích hợp bất kỳ có thể được loại bỏ, bao gồm ít nhất là 80%, ít nhất là 90%, ít nhất là 95%, ít nhất là 99%, hoặc ít nhất là 99,9%.

Tiếp theo thiết bị làm khô 514, các thành phần còn lại có thể được cấp vào trong cụm thu hồi nitơ (Nitrogen Recovery Unit - NRU) 516. NRU có thể là loại thao tác đơn bất kỳ. Trong một số trường hợp, NRU là cụm hấp phụ dao động áp suất (PSA). NRU thường tách các hydrocacbon 518 (ví dụ, metan và các hydrocacbon cao) ra khỏi các khí khác như các tạp chất và các thành phần trơ 520. Các tạp chất và các thành phần trơ bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, argon (Ar), hydro (H_2), cacbon monoxit (CO), cacbon đioxit (CO_2), và nitơ (N_2). Trong một số trường hợp, các tạp chất và các thành phần trơ bao gồm một số metan chưa phản ứng (CH_4). NRU 516 thường loại bỏ đại đa số các tạp chất và các thành phần trơ 520, tuy nhiên một số các tạp chất và các thành phần trơ có thể được loại ra ở phần khác của quy trình này (ví dụ, ở dòng 535). Trong một số trường hợp, NRU loại bỏ khoảng 60%, khoảng 70%, khoảng 80%, khoảng 90%, khoảng 95%, khoảng 97%, khoảng 99%, hoặc khoảng 99,5% tạp chất và thành phần trơ (ví dụ, khi so sánh lưu lượng của dòng 520 với dòng 535). Theo một số phương án, NRU loại bỏ ít nhất là khoảng 60%, ít nhất là khoảng 70%, ít nhất là khoảng 80%, ít nhất là khoảng 90%, ít nhất là khoảng 95%, ít nhất là khoảng 97%, ít nhất là khoảng 99%, hoặc ít nhất là khoảng 99,5% các tạp chất và các thành phần trơ.

Dòng hydrocacbon 518 ra khỏi NRU 516 có thể được cấp vào trong một hoặc nhiều máy nén 522. Các máy nén thường nhỏ hơn và/hoặc cần ít năng lượng hơn so với các máy nén cần thiết khi không có môđun tách 512 (tức là do đại đa số các tạp chất và các thành phần trơ). Trong một số trường hợp, các máy nén có kích thước khoảng 10%, khoảng 20%, khoảng 30%, khoảng 40%, khoảng 50%, khoảng 60%, khoảng 70%, hoặc khoảng 80% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, các máy nén có kích thước nhỏ hơn khoảng 10%, nhỏ hơn khoảng 20%, nhỏ hơn khoảng 30%, nhỏ hơn khoảng 40%, nhỏ hơn khoảng 50%, nhỏ hơn khoảng 60%, nhỏ hơn khoảng 70%, hoặc nhỏ hơn khoảng 80% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, kích thước của các máy nén nằm trong khoảng từ 10% và 60% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số

trường hợp, các máy nén cần khoảng 10%, khoảng 20%, khoảng 30%, khoảng 40%, khoảng 50%, khoảng 60%, khoảng 70%, hoặc khoảng 80% năng lượng so với năng lượng cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, các máy nén cần ít hơn khoảng 10%, ít hơn khoảng 20%, ít hơn khoảng 30%, ít hơn khoảng 40%, ít hơn khoảng 50%, ít hơn khoảng 60%, ít hơn khoảng 70%, hoặc ít hơn khoảng 80% năng lượng so với năng lượng cần thiết khi không có môđun tách.

Dòng hydrocacbon nén 524 có thể được cấp vào trong cụm làm lạnh 526. Cụm làm lạnh có thể làm giảm nhiệt độ của các hydrocacbon đã nén sao cho một hoặc nhiều hydrocacbon được ngưng tụ. Trong một số trường hợp, nhiệt độ được làm giảm ở các tầng sao cho một loạt hydrocacbon khác nhau được ngưng tụ theo nhiệt độ sôi của chúng. Ví dụ, các hydrocacbon có ba hoặc nhiều cacbon có thể được ngưng tụ trước tiên 528 (ví dụ, ở nhiệt độ thấp hơn -42°C). Nhiệt độ có thể được hạ tiếp sao cho etan (C_2H_6) được ngưng 530. Trong một số trường hợp, nhiệt độ được làm giảm (trong một hoặc nhiều tầng) sao cho etylen (C_2H_4) ngưng tụ 532 (ví dụ, ở nhiệt độ thấp hơn -103°C).

Trong một số trường hợp, metan chưa phản ứng 533 được trả về lò phản ứng OCM 506, một cách trực tiếp hoặc qua thiết bị làm nóng 504. Các tạp chất và các thành phần tro có thể được lấy ra khỏi phần bất kỳ của quy trình này, kể cả cụm làm lạnh 535.

Các cụm làm lạnh thường nhỏ hơn và/hoặc cần ít năng lượng hơn so với các cụm là cần thiết khi không có môđun tách 512 (tức là vì đại đa số các tạp chất và các thành phần tro). Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh có kích thước khoảng 10%, khoảng 20%, khoảng 30%, khoảng 40%, khoảng 50%, khoảng 60%, khoảng 70%, hoặc khoảng 80% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, kích thước của cụm làm lạnh là nhỏ hơn khoảng 10%, nhỏ hơn khoảng 20%, nhỏ hơn khoảng 30%, nhỏ hơn khoảng 40%, nhỏ hơn khoảng 50%, nhỏ hơn khoảng 60%, nhỏ hơn khoảng 70%, hoặc nhỏ hơn khoảng 80% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh nằm trong khoảng từ 10% và 60% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh cần khoảng 10%, khoảng 20%, khoảng 30%, khoảng 40%, khoảng 50%, khoảng 60%, khoảng 70%, hoặc khoảng 80% năng lượng so với năng lượng cần thiết

khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh cần ít hơn khoảng 10%, ít hơn khoảng 20%, ít hơn khoảng 30%, ít hơn khoảng 40%, ít hơn khoảng 50%, ít hơn khoảng 60%, ít hơn khoảng 70%, hoặc ít hơn khoảng 80% năng lượng so với năng lượng là cần thiết khi không có môđun tách.

Việc bổ sung tầng C_2+ (ví dụ, tầng tách hoặc tầng cô) vào môđun tách 512 được thể hiện trên Hình 5 có thể giảm kích thước và/hoặc năng lượng cần thiết trong cụm làm lạnh và/hoặc cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp. Tầng C_2+ có thể là cụm bất kỳ mà làm tăng nồng độ của các hợp chất C_2+ (ví dụ, cụm hấp phụ dao động áp suất (PSA), cụm hấp phụ dao động nhiệt độ (TSA), thiết bị tách kiểu màng, cụm hấp phụ dầu gầy, cụm hấp phụ bạc (Ag), và các cụm tương tự). Sáng chế đề xuất việc sử dụng cụm sự hấp phụ dao động áp suất (PSA) để cô các hydrocacbon có nhiều hơn hoặc bằng hai nguyên tử cacbon (C_2+), trong một số trường hợp có từ hai đến năm cacbon (C_{2-5}).

Theo một khía cạnh, phương pháp cô các hydrocacbon có hai đến năm cacbon (C_{2-5}) bao gồm bước đưa chất lưu (ví dụ, dòng sản phẩm OCM) chứa các hợp chất C_2+ , trong một số trường hợp các hợp chất C_{2-5} , vào trong lò ở áp suất thứ nhất. Lò này có thể chứa môi trường hấp phụ.

Môi trường hấp phụ có thể môi trường bất kỳ thích hợp đối với thực hiện PSA. Trong một số trường hợp, môi trường là rây phân tử. Môi trường có thể là nguyên liệu vi xốp mà có thể hấp phụ một cách chọn lọc các khí và/hoặc chất lỏng. Trong một số trường hợp, chúng là zeolit tổng hợp như nhôm silicat kim loại tinh thể. Môi trường có thể có cỡ lỗ thích hợp bất kỳ bao gồm khoảng 1 ăngstrom, khoảng 2 ăngstrom, khoảng 3 ăngstrom, khoảng 4 ăngstrom, khoảng 5 ăngstrom, khoảng 6 ăngstrom, khoảng 7 ăngstrom, khoảng 8 ăngstrom, khoảng 9 ăngstrom, hoặc khoảng 10 ăngstrom. Trong một số trường hợp, môi trường có cỡ lỗ lớn nhất là khoảng 1 ăngstrom, lớn nhất là khoảng 2 ăngstrom, lớn nhất là khoảng 3 ăngstrom, lớn nhất là khoảng 4 ăngstrom, lớn nhất là khoảng 5 ăngstrom, lớn nhất là khoảng 6 ăngstrom, lớn nhất là khoảng 7 ăngstrom, lớn nhất là khoảng 8 ăngstrom, lớn nhất là khoảng 9 ăngstrom, hoặc lớn nhất là khoảng 10 ăngstrom. Trong một số trường hợp, môi trường có cỡ lỗ nhỏ nhất khoảng 1 ăngstrom, nhỏ nhất khoảng 2 ăngstrom, nhỏ nhất khoảng 3 ăngstrom, nhỏ nhất khoảng

4 ăngstrom, nhỏ nhất khoảng 5 ăngstrom, nhỏ nhất khoảng 6 ăngstrom, nhỏ nhất khoảng 7 ăngstrom, nhỏ nhất khoảng 8 ăngstrom, nhỏ nhất khoảng 9 ăngstrom, hoặc nhỏ nhất khoảng 10 ăngstrom.

Trong các trường hợp khác, chất hấp phụ có thể được thiết kế một cách thích hợp để liên kết về mặt hóa học với các thành phần đã chọn của dòng thoát lò phản ứng. Ví dụ, chất hấp phụ có thể chứa các kim loại đặc thù (như đồng hoặc bạc) mà có thể liên kết với các olefin trong dòng thoát lò phản ứng.

Tiếp theo, áp suất trong lò này được thay đổi đến áp suất thứ hai. Áp suất thứ nhất có thể cao hơn áp suất thứ hai hoặc áp suất thứ hai có thể cao hơn áp suất thứ nhất. Phương pháp còn có thể bao gồm bước quay vòng qua hai hoặc nhiều điều kiện áp suất, hoặc thay đổi áp suất theo cách thích hợp bất kỳ sao cho các hợp chất C_2+ (ví dụ, C_2-5) được tách. Theo một ví dụ, áp suất có thể được gia tăng với sự trợ giúp của máy nén. Theo một ví dụ, áp suất có thể được làm giảm với sự trợ giúp của bơm.

Ví dụ, áp suất có thể được gia tăng để tạo ra lực dẫn động mà dẫn động các hợp chất C_2+ vào trong môi trường hấp phụ. Áp suất có thể được làm giảm để giải hấp các hợp chất C_2+ ra khỏi môi trường hấp phụ. PSA có thể có chức năng hấp phụ hoặc giải hấp theo cách ưu tiên một hoặc nhiều loại này so với các loại khác. Ví dụ, môi trường hấp phụ có thể được chọn lọc sao cho, với sự thay đổi áp suất, các hợp chất C_2+ được hấp phụ vào, hoặc được giải hấp ra khỏi, môi trường hấp phụ, trong khi các loại khác, các hợp chất không C_2+ (ví dụ, N_2 , O_2 , H_2O), không hấp phụ vào trong hoặc giải hấp ra khỏi môi trường hấp phụ.

Trong một số ví dụ, dòng sản phẩm từ lò phản ứng OCM được hướng vào trong cụm PSA ở áp suất thứ nhất (P1). Tiếp theo, áp suất được thay đổi từ áp suất thứ nhất đến áp suất thứ hai (P2) để tách một cách chọn lọc các hợp chất C_2+ trong dòng sản phẩm từ các hợp chất không có C_2+ . Áp suất có thể được chọn lọc sao cho tỷ lệ giữa áp suất thứ nhất và áp suất thứ hai ($P2/P1$) ít nhất là khoảng 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 1000, 10.000, hoặc 100.000.

Tiếp theo, các hợp chất C_2+ được thu hồi từ lò này. Các hợp chất C_2+ có thể chứa etan, etylen, propan, propylen, butan, hoặc các hydrocacbon có nhiều cacbon hơn, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Trong một số ví dụ, các hợp chất C_2+ là các hợp chất C_{2-5} .

Theo một khía cạnh, phương pháp thu hồi các hydrocacbon có hai hoặc nhiều nguyên tử cacbon (C_2+) từ quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) bao gồm bước làm khô sản phẩm khí từ lò phản ứng OCM, thực hiện sự hấp phụ dao động áp suất (PSA) để tách C_2+ ra khỏi metan và các tạp chất, tách metan ra khỏi các tạp chất, và trả metan về lò phản ứng OCM.

Ví dụ về quy trình được thể hiện trên Hình 6, khi các bộ phận đánh số giống nhau thể hiện thiết bị và/hoặc các dòng nguyên liệu tương tự so với Hình 5, mô đun tách có thể bao gồm tầng C_2+ 602. Tầng C_2+ có thể là tầng tách và/hoặc tầng cô. Trong một số trường hợp, tầng C_2+ là cụm hấp phụ dao động áp suất (PSA).

Trong một số ví dụ, tầng C_2+ thu hồi tỷ lệ cao của các hợp chất C_2+ mà được tạo ra trong lò phản ứng OCM 506. Ví dụ, tầng C_2+ có thể thu hồi khoảng 75%, khoảng 80%, khoảng 85%, khoảng 90%, khoảng 95%, khoảng 97%, khoảng 99%, khoảng 95,5%, hoặc khoảng 99,9% các hợp chất C_2+ mà được tạo ra trong lò phản ứng OCM. Trong một số trường hợp, tầng C_2+ thu hồi ít nhất là khoảng 75%, ít nhất là khoảng 80%, ít nhất là khoảng 85%, ít nhất là khoảng 90%, ít nhất là khoảng 95%, ít nhất là khoảng 97%, ít nhất là khoảng 99%, ít nhất là khoảng 95,5%, hoặc ít nhất là khoảng 99,9% các hợp chất C_2+ mà được tạo ra trong lò phản ứng OCM.

Trong một số trường hợp, tầng C_2+ thu hồi các hợp chất C_2+ ở nồng độ cao. Ví dụ, dòng giàu hợp chất C_2+ có thể chứa khoảng 20%, khoảng 30%, khoảng 40%, khoảng 50%, khoảng 60%, khoảng 70%, khoảng 80%, khoảng 90%, hoặc khoảng 95% các hợp chất C_2+ theo khối lượng. Trong một số trường hợp, dòng giàu hợp chất C_2+ có thể chứa ít nhất là khoảng 20%, ít nhất là khoảng 30%, ít nhất là khoảng 40%, ít nhất là khoảng 50%, ít nhất là khoảng 60%, ít nhất là khoảng 70%, ít nhất là khoảng 80%, ít nhất là khoảng 90%, hoặc ít nhất là khoảng 95% các hợp chất C_2+ theo khối lượng.

Dòng chứa các hợp chất C_2+ đã thu hồi 604 có thể được nạp vào máy nén 522 và cụm làm lạnh 526 để phân đoạn như được bộc lộ trong bản mô tả này. Dòng kiệt trong

các hợp chất C_2+ 606 có thể được nạp vào cụm thu hồi nitơ (NRU) như được bộc lộ trong bản mô tả này. Như được thể hiện trên Hình 6, NRU 516 có thể thu hồi metan chưa phản ứng và cấp nó vào trong máy nén 608. Máy nén có thể làm tăng áp suất đến áp suất thích hợp bất kỳ (ví dụ, áp suất của lò phản ứng OCM 506). Trong một số trường hợp, máy nén tăng áp suất khoảng từ 10 đến 20 pao (từ 4535920g đến 9071840g) (trên mỗi inxơ vuông. Metan nén có thể được tái tuần hoàn về lò phản ứng OCM 506.

Việc kết hợp tăng C_2+ 602 trong môđun tách 512 có thể giảm thêm kích thước và/hoặc giảm các yêu cầu năng lượng của cụm làm lạnh 526 (tức là cụm làm lạnh được thể hiện trên Hình 6 có thể nhỏ hơn và/hoặc cần ít năng lượng hơn so với cụm làm lạnh như được thể hiện trên Hình 5). Việc giảm tiếp kích thước làm lạnh và/hoặc yêu cầu năng lượng có thể là kết quả của việc loại bỏ metan chưa phản ứng ra khỏi dòng giàu C_2+ 604 và/hoặc loại bỏ hầu hết (ví dụ, ít nhất là 80%, ít nhất là 90%, hoặc ít nhất là 95%) các tạp chất và/hoặc các hợp chất trở ra khỏi dòng giàu C_2+ 604.

Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh có kích thước khoảng 0,5%, khoảng 1%, khoảng 2%, khoảng 3%, khoảng 4%, khoảng 5%, khoảng 6%, khoảng 7%, khoảng 8%, khoảng 10%, khoảng 12%, khoảng 15%, hoặc khoảng 20% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh có kích thước nhỏ hơn khoảng 0,5%, nhỏ hơn khoảng 1%, nhỏ hơn khoảng 2%, nhỏ hơn khoảng 3%, nhỏ hơn khoảng 4%, nhỏ hơn khoảng 5%, nhỏ hơn khoảng 6%, nhỏ hơn khoảng 7%, nhỏ hơn khoảng 8%, nhỏ hơn khoảng 10%, nhỏ hơn khoảng 12%, nhỏ hơn khoảng 15%, hoặc nhỏ hơn khoảng 20% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh có kích thước nằm trong khoảng từ 2% và 5% so với kích thước cần thiết khi không có môđun tách.

Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh cần khoảng 0,5%, khoảng 1%, khoảng 2%, khoảng 3%, khoảng 4%, khoảng 5%, khoảng 6%, khoảng 7%, khoảng 8%, khoảng 10%, khoảng 12%, khoảng 15%, hoặc khoảng 20% năng lượng so với năng lượng cần thiết khi không có môđun tách. Trong một số trường hợp, cụm làm lạnh cần ít hơn khoảng 0,5%, ít hơn khoảng 1%, ít hơn khoảng 2%, ít hơn khoảng 3%, ít hơn khoảng 4%, ít hơn khoảng 5%, ít hơn khoảng 6%, ít hơn khoảng 7%, ít hơn khoảng 8%, ít hơn

khoảng 10%, ít hơn khoảng 12%, ít hơn khoảng 15%, hoặc ít hơn khoảng 20% năng lượng so với năng lượng cần thiết khi không có môđun tách.

Trong một số trường hợp, việc tách không đem lại dòng sản phẩm tinh khiết hoàn chỉnh. Thành phần của dòng sản phẩm OCM có thể được điều chỉnh bằng cách sử dụng các bước tách được bộc lộ trong bản mô tả này. Trong một số trường hợp, dòng sản phẩm OCM được điều chỉnh để phù hợp hơn với thành phần của dòng xử lý hydrocacbon mà dòng sản phẩm OCM được tích hợp vào đó.

Theo một khía cạnh, phương pháp tích hợp quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) với quy trình xử lý hydrocacbon bao gồm bước thực hiện phản ứng OCM trên dòng nguyên liệu chứa metan để tạo ra dòng sản phẩm chứa các hợp chất C_2+ , thực hiện việc tách trên dòng sản phẩm này để tạo ra dòng được làm giàu và cho dòng được làm giàu này chảy vào trong quy trình xử lý hydrocacbon. Quy trình xử lý hydrocacbon có thể không giới hạn ở quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng (NGL) hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên.

Trong một số trường hợp, dòng được làm giàu không bao gồm các hợp chất C_2+ tinh lọc. Tức là, nồng độ của các hợp chất C_2+ có thể là khoảng 10%, khoảng 20%, khoảng 30%, khoảng 40%, khoảng 50%, khoảng 60%, khoảng 70%, khoảng 80%, hoặc khoảng 90% theo khối lượng. Trong một số trường hợp, nồng độ của các hợp chất C_2+ thấp hơn khoảng 10%, nhỏ hơn khoảng 20%, nhỏ hơn khoảng 30%, nhỏ hơn khoảng 40%, nhỏ hơn khoảng 50%, nhỏ hơn khoảng 60%, nhỏ hơn khoảng 70%, nhỏ hơn khoảng 80%, hoặc nhỏ hơn khoảng 90% theo khối lượng.

Dòng được làm giàu có thể tương đối giàu các hợp chất C_2+ hơn so với dòng sản phẩm OCM. Trong một số trường hợp, tỷ lệ giữa nồng độ của các hợp chất C_2+ trong dòng được làm giàu so với dòng sản phẩm OCM là khoảng 1,1, khoảng 1,3, khoảng 1,5, khoảng 2, khoảng 3, khoảng 3,5, khoảng 4, khoảng 4,5, khoảng 5, khoảng 6, khoảng 8, khoảng 10, khoảng 15, khoảng 20, hoặc khoảng 50. Trong một số trường hợp, tỷ lệ giữa nồng độ của các hợp chất C_2+ trong dòng được làm giàu so với dòng sản phẩm OCM ít nhất là khoảng 1,1, ít nhất là khoảng 1,3, ít nhất là khoảng 1,5, ít nhất là khoảng 2, ít nhất là khoảng 3, ít nhất là khoảng 3,5, ít nhất là khoảng 4, ít nhất là khoảng 4,5, ít nhất

là khoảng 5, ít nhất là khoảng 6, ít nhất là khoảng 8, ít nhất là khoảng 10, ít nhất là khoảng 15, ít nhất là khoảng 20, hoặc ít nhất là khoảng 50.

Bước tách cắt thô có thể được áp dụng để làm phù hợp thành phần của dòng sản phẩm OCM với thành phần của dòng hydrocacbon mà nó được tích hợp vào đó. Việc thực hiện bước tách cắt thô có thể diễn ra sao cho các thông số vận hành của quy trình xử lý hydrocacbon không cần thiết phải điều chỉnh khi được tích hợp với OCM. Dòng sản phẩm OCM có thể bao gồm các hợp chất C_2+ , các tạp chất, các thành phần trơ, và metan chưa phản ứng, nồng độ của hỗn hợp bất kỳ của các hợp chất này có thể được làm gần như phù hợp với nồng độ của dòng hydrocacbon mà dòng sản phẩm OCM được tích hợp vào đó. Trong một số trường hợp, một hoặc nhiều nồng độ được làm phù hợp đến 0,5%, khoảng 1%, khoảng 2%, khoảng 5%, khoảng 7%, khoảng 10%, khoảng 15%, khoảng 20%, khoảng 30%, khoảng 40%, hoặc khoảng 50%. Trong một số trường hợp, một hoặc nhiều nồng độ được làm phù hợp để nằm trong khoảng cao nhất là 0,5%, nằm trong khoảng cao nhất là 1%, nằm trong khoảng cao nhất là 2%, nằm trong khoảng cao nhất là 5%, nằm trong khoảng cao nhất là 7%, nằm trong khoảng cao nhất là 10%, nằm trong khoảng cao nhất là 15%, nằm trong khoảng cao nhất là 20%, nằm trong khoảng cao nhất là 30%, nằm trong khoảng cao nhất là 40%, hoặc nằm trong khoảng cao nhất là 50%.

Trong một số trường hợp, phản ứng OCM được thực hiện ở nhiệt độ cửa nạp nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C. Phương pháp này còn có thể bao gồm bước cho dòng được làm giàu này chảy vào trong quy trình xử lý hydrocacbon như lọc dầu, quy trình hóa lỏng (NGL) hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên.

Theo một khía cạnh, phương pháp tích hợp quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) với quy trình xử lý hydrocacbon bao gồm bước thực hiện phản ứng OCM trên dòng nguyên liệu chứa metan để tạo ra dòng sản phẩm chứa các hợp chất C_2+ , thực hiện việc tách trên dòng sản phẩm để làm giàu các hợp chất C_2+ , nhờ đó tạo ra dòng được làm giàu; và cho dòng được làm giàu này chảy vào trong quy trình xử lý hydrocacbon ở điểm trong quy trình xử lý hydrocacbon nơi mà nồng độ của các hợp chất C_2+ được làm gần như phù hợp với nồng độ của các hợp chất C_2+ trong dòng được làm giàu. Trong

một số trường hợp, quy trình xử lý hydrocacbon là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng (NGL) hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên.

Theo một khía cạnh, phương pháp tích hợp quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) với quy trình xử lý hydrocacbon bao gồm bước thực hiện phản ứng OCM trên dòng nguyên liệu chứa metan để tạo ra dòng sản phẩm chứa các hợp chất C_2+ và các tạp chất, thực hiện việc tách trên dòng sản phẩm này để rút hết các tạp chất, nhờ đó tạo ra dòng đã hết tạp chất; và cho dòng đã hết tạp chất này chảy vào trong quy trình xử lý hydrocacbon ở điểm trong quy trình xử lý hydrocacbon nơi mà nồng độ của các tạp chất là chênh lệch ít hơn 10% so với nồng độ của các tạp chất trong dòng đã hết tạp chất. Trong một số trường hợp, quy trình xử lý hydrocacbon là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng (NGL) hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên.

Tích hợp với nhà máy tinh chế

Nhà máy lọc dầu và nhà máy lọc dầu mỏ là nhà máy xử lý công nghiệp nơi mà dầu thô được xử lý và được tinh chế thành các sản phẩm hữu dụng hơn như naphta dầu mỏ, xăng, nhiên liệu diezen, nền atphan, dầu làm nóng, kerosen, và khí dầu mỏ hóa lỏng. Các nhà máy lọc dầu thường là lớn, các tổ hợp công nghiệp rộng mở với hệ thống đường ống dàn trải trên toàn bộ, để đưa các dòng chất lưu giữa các cụm xử lý hóa học lớn. Theo nhiều cách, các nhà máy lọc dầu áp dụng nhiều công nghệ và có thể được coi là các loại nhà máy hóa chất. Nguyên liệu dầu thô thường được xử lý bởi nhà máy so với dầu. Thông thường, có các kho dầu (kho chứa) tại hoặc gần nhà máy lọc dầu để dự trữ nguyên liệu dầu thô nạp cũng như các sản phẩm lỏng khối lớn.

Quy trình OCM có thể được tích hợp với nhà máy lọc dầu theo cách thích hợp bất kỳ, như rút từ dòng bất kỳ có metan, cho các hợp chất C_2+ chảy vào trong nhà máy lọc dầu ở vị trí dòng bất kỳ chấp nhận hoặc có thể chấp nhận các hợp chất C_2+ , và/hoặc truyền nhiệt giữa quy trình OCM và nhà máy lọc dầu.

Trong một số trường hợp, nhà máy lọc dầu tạo ra “khí thải” chứa metan mà có thể được chuyển hóa thành các hợp chất C_2+ trong quy trình OCM. Trong một số trường hợp, khí thải được đốt ở bên trong các lò hoặc các hệ thống khác của nhà máy xử lý, ví dụ, để sinh nhiệt, hoặc nó có thể được đốt không nhằm mục đích nào khác ngoài việc

loại bỏ (đốt cháy) trong nhà máy lọc dầu. Việc tích hợp nhà máy lọc dầu với quy trình OCM tạo ra cách để nhà máy lọc dầu thu lại giá trị bổ sung từ nguồn nguyên liệu dầu mỏ của nhà máy, bằng cách thu lại các giá trị từ phần mà thường được xem là khí thải hoặc thành phần có giá trị thấp, ví dụ, khí nhiên liệu.

Hình 7 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện nhà máy lọc dầu. Các chi tiết bổ sung có thể được thấy trong “Petroleum Refining in Nontechnical Language, 4th Edition” của William Leffler xuất bản ngày 13 tháng 11 năm 2008, mà được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn. Như được thể hiện, nguyên liệu dầu mỏ 700 có thể được chia giữa bộ đốt cháy 702 và thiết bị giảm độ nhớt 704. Bộ đốt cháy có thể cấp thiết bị giảm độ nhớt và cụm crackinh xúc tác (CCU) 706. Thiết bị giảm độ nhớt có thể giảm lượng dầu cần được tạo ra trong việc chưng cất dầu thô và tăng hiệu suất của các bước chưng ở giữa (ví dụ, bằng cách crackinh nhiệt các phân tử hydrocacbon lớn nhờ làm nóng trong lò để làm giảm độ nhớt và tạo ra lượng nhỏ các hydrocacbon nhẹ). CCU có thể chuyển hóa các phân đoạn hydrocacbon phân tử lượng cao (ví dụ, phân tử lượng nằm trong khoảng từ 200 gam đến 600 gam/phân tử) thành xăng có phân tử lượng thấp hơn, các khí olefin, và các sản phẩm khác. Trong một số trường hợp, CCU là thiết bị crackinh xúc tác chất lưu chấp nhận nguyên liệu có nhiệt độ sôi ban đầu là 340°C hoặc cao hơn. Phần nguyên liệu ra khỏi CCU có thể được nạp vào cụm alkyl hóa 708. Trong một số trường hợp, cụm alkyl hóa chuyển hóa isobuten và các alken có phân tử lượng thấp (ví dụ, propen và buten) với sự có mặt của chất xúc tác axit mạnh. Nhà máy lọc dầu cũng có thể sản xuất nhiên liệu cần 730.

Nguyên liệu đưa vào cụm chưng cất 710 có thể thu được từ dầu mỏ 700 hoặc các chất dẫn xuất của chúng. Các hợp chất có phân tử lượng cao ra khỏi cụm chưng cất 710 cũng có thể được cấp vào CCU. Các hợp chất sôi trung gian có thể được loại ra dưới dạng các phân đoạn khác nhau mà cần được chuyển hóa thành nhiên liệu chưng cất 712 và nhiên liệu phản lực 714 chẳng hạn. Trong một số trường hợp, các phân đoạn được tách tạp chất bằng hydro 716 (ví dụ, để loại bỏ lưu huỳnh). Hình 7 thể hiện hai bộ tách tạp chất bằng hydro 716 (tức là một cho nhiên liệu chưng cất 712 và một cho nhiên liệu phản lực 714), song có thể có số lượng bộ tách bất kỳ. Các hợp chất sôi ở nhiệt độ thấp hơn trong cột chưng cất có thể được nạp vào bộ chia 716 mà chia dòng nạp vào giữa bộ

trùng chỉnh 718 và bộ đồng phân 720. Trong một số trường hợp, bộ trùng chỉnh, còn được gọi là bộ trùng chỉnh xúc tác, chuyển hóa naptha thường có tỷ lệ octan thấp thành các sản phẩm lỏng có trị số octan cao mà được gọi là các sản phẩm trùng chỉnh, thành phần của xăng 722. Trong một số trường hợp, bộ đồng phân chuyển hóa các phân tử tuyến tính thành các phân tử mạch nhánh octan cao hơn để pha trộn vào xăng hoặc cấp vào các cụm alkyl hóa.

Các khí ra khỏi các cụm chưng cất 710 có thể được cấp vào trong nhà máy khí 724. Nhà máy khí có thể tạo ra, trong số các sản phẩm khác, lưu huỳnh 726 và khí nhiên liệu 728.

Hình 8 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện nhà máy khí 724. Khí 800 có thể được cấp vào trong máy nén 802 tiếp theo là bộ tách pha 804. Các pha ra khỏi bộ tách pha có thể được tách giữa bộ hấp thụ 806 và cột cất lại butan 808. Một số nguyên liệu ra khỏi cột cất lại butan có thể được trả về bộ hấp thụ 806 và một số có thể được cho chảy lên trên cột cất lại propan 810. Cột cất lại propan có thể tạo ra phân đoạn propan 812 và dẫn các butan lên trên cột cất lại isobutan 814. Cột cất lại isobutan có thể chia dòng butan nạp thành phân đoạn iso-butan 816 và n-butan 818. Bộ hấp thụ 806 cũng có thể dẫn các khí có phân tử lượng nhỏ hơn (C_2 -) đến bộ hấp thụ xấp 820. Theo một số phương án, các khí C_2 - 822 được tích hợp với các quy trình OCM hoặc ODH như được bộc lộ trong bản mô tả này.

Hình 9 thể hiện ví dụ về việc tích hợp quy trình OCM 900 với nhà máy khí 724 của nhà máy tinh chế. Metan có thể được rút từ các nguồn địa chất và/hoặc sinh vật học 902 (ví dụ, khí tự nhiên) và/hoặc từ nhà máy khí 904 hoặc phần thích hợp khác của nhà máy lọc dầu. Trong một số trường hợp, sản phẩm OCM 906 được nạp vào nhà máy khí 724 nơi mà nó có thể được tách thành một hoặc nhiều phân đoạn. Trong một số trường hợp, các bước tách được thực hiện trước khi sản phẩm OCM được dẫn vào trong nhà máy khí (không được thể hiện). Trong một số trường hợp, cacbon đioxit ra khỏi nhà máy khí 908 được dùng trong việc tận thu dầu mỏ (Enhanced Oil Recovery - EOR). Hình 10 thể hiện ví dụ về việc tích hợp quy trình OCM với nhà máy khí một cách chi

tiết hơn trong đó các bộ phận đánh số giống nhau tương tự như các bộ phận đã được bộc lộ trên Hình 8 và Hình 9.

Theo một số phương án, các quy trình OCM, ODH, và/hoặc etylen thành chất lỏng (“ETL”) được bộc lộ trong bản mô tả này được tích hợp với nhà máy tinh chế. Hình 11 thể hiện các ví dụ bổ sung về việc tích hợp này với nhà máy khí 724. Propan 1100 có thể được rút hết khỏi nhà máy khí và đưa qua quy trình ODH 1102 để tạo ra propylen. Propylen 1104 có thể được tách ra khỏi propan chưa phản ứng 1106 trong bộ tách 1108. Dòng propan chưa phản ứng 1106 theo cách khác có thể được cấp trở lại lò phản ứng ODH 1102. Dòng propan chưa phản ứng 1106 theo cách khác có thể được dùng làm chất pha loãng vào lò phản ứng ETL (không được thể hiện). Một số propylen 1110 có thể được cấp vào trong cụm alkyl hóa 708. Trong một số trường hợp, lò phản ứng ETL (không được thể hiện) có thể tạo ra butan (ví dụ, iso-butan, n-butan, hoặc hỗn hợp của chúng) mà có thể được cấp vào trong cụm alkyl hóa 708. Trong một số trường hợp, lượng propylen được cấp vào trong cụm alkyl hóa là lớn hơn so với trường hợp với sự không có mặt của tích hợp OCM, ODH, và/hoặc ETL. Theo cách khác, nếu dòng thoát OCM qua các bước tách thay cho nhà máy khí như nêu trên, hydro tách được có thể được cấp vào trong các cụm tách tạp chất bằng hydro 716.

Trong một số ví dụ, các quy trình OCM, ODH, và/hoặc ETL tạo ra các khí (ví dụ, các sản phẩm, các sản phẩm phụ, các khí chưa xử lý, và/hoặc các khí được nạp từ không khí được dùng làm nguồn oxy). Các khí này có thể được tách trong nhà máy khí. Như được thể hiện trên Hình 11, hydro (H_2) ra khỏi nhà máy khí 1112 có thể được cấp vào trong một hoặc nhiều cụm tách tạp chất bằng hydro 716. Trong một số trường hợp, hydro là lượng hydro lớn hơn sẽ có mặt khi không có sự tích hợp OCM, ODH, và/hoặc ETL.

Như được bộc lộ trong bản mô tả này, nói chung các nhà máy tinh chế có thể tạo ra hỗn hợp gồm hydrocarbon thơm thường được biết là BTX. Hình 12 thể hiện ví dụ về cụm thu hồi chất thơm, mà là quy trình để thu hồi BTX từ nhà máy tinh chế. Các hydrocarbon có BTX 1200 (ví dụ, xăng cất trực tiếp và/hoặc sản phẩm trùng chính) có thể được cấp vào trong cụm tách thứ nhất 1202 mà loại bỏ các hydrocarbon nhẹ hơn so với benzen (tức là, có phân tử lượng thấp hơn và/hoặc nhiệt độ sôi thấp hơn) 1204.

Nguyên liệu còn lại có thể được cấp vào trong cụm tách thứ hai 1206 mà loại bỏ các hydrocarbon nặng hơn so với toluen (tức là có phân tử lượng lớn hơn và/hoặc nhiệt độ sôi cao hơn) 1208. Nguyên liệu còn lại ra khỏi cụm tách thứ hai (ví dụ, đã được biết là “phần cất giữa” và chứa các phần cô thơm) có thể được cấp vào trong cụm thu hồi chất thơm 1210. Cụm thu hồi chất thơm 1210 có thể tách phần cất giữa thành BTX 1212 và phần tinh lọc 1214. Trong một số trường hợp, phần tinh lọc là thành phần pha trộn xăng chấp nhận được.

Theo một số phương án, các quy trình xử lý etylen thành chất lỏng (Ethylene To Liquids - “ETL”), hoặc OCM và ETL, và/hoặc ODH và ETL được bộc lộ trong bản mô tả này được tích hợp với nhà máy tinh chế (ví dụ, nhà máy tinh chế có cụm thu hồi chất thơm). Hình 13 thể hiện nhà máy tinh chế có cụm thu hồi chất thơm 1300 để sản xuất BTX 1302 (với sản phẩm phụ tinh lọc 1304 mà là thích hợp, ví dụ, để pha trộn với xăng). Theo một số phương án, cụm thu hồi chất thơm được bổ sung các hydrocarbon từ các quy trình OCM, ODH, và/hoặc ETL tích hợp.

Như được thể hiện trên Hình 13, etan 1306 có thể được rút ra khỏi nhà máy khí 724 và chuyển hóa thành etylen trong lò phản ứng ODH 1308. Môđun tách 1310 có thể tách etylen ra khỏi etan chưa phản ứng 1312. Trong một số trường hợp, etylen bổ sung 1320 được tạo ra môđun tách 1310. Etylen có thể được cấp vào trong quy trình xử lý etylen thành chất lỏng (ETL) 1314 để chuyển hóa thành các hydrocarbon có phân tử lượng cao hơn (C_2+). Các hydrocarbon có phân tử lượng cao hơn có thể được chuyển sang cụm tách ETL 1316 nơi mà propan và butan 1318 tùy ý được trả về nhà máy khí hoặc cụm alkyl hóa. Các phân đoạn khác ra khỏi cụm tách ETL có thể được pha trộn với xăng 722 hoặc được cấp vào trong cụm thu hồi chất thơm 1300.

Các phản ứng tỏa nhiệt có thể xuất hiện trong một hoặc nhiều cụm OCM, ODH và ETL. Nhiệt phản ứng có thể được thu hồi để tạo ra hơi, một phần nhiệt có thể được dùng để cung cấp nhiệt hoặc để cấp năng lượng cho các cụm OCM, ODH và ETL này. Phần nhiệt còn lại có thể được cấp cho nhà máy lọc dầu hoặc có thể được dùng để cấp năng lượng mà được xuất ra ngoài giới hạn xử lý của các cụm OCM, ODH và ETL.

Các hình vẽ khác thể hiện việc tích hợp với nhà máy tinh chế chỉ mang tính minh họa và không nhằm giới hạn. Các phương án bổ sung có thể dễ dàng được tạo ra bằng cách kết hợp các ví dụ được thể hiện trên các hình vẽ từ Hình 7 đến Hình 13. Trong một số trường hợp, nhiệt năng và/hoặc điện năng được tích hợp với nhà máy lọc dầu (ví dụ, nhiệt từ phản ứng OCM tỏa nhiệt có thể được chuyển sang vị trí bất kỳ trong nhà máy lọc dầu mà cần đến nhiệt).

Tích hợp với việc xử lý khí tự nhiên

Nếu so với dầu thô, khí tự nhiên hiện nay ở trạng thái cung cấp tương đối dư thừa, đặc biệt là các vị trí có thể tiếp cận và sẵn có, như ở Bắc Mỹ. Nếu xét trên tầm cỡ quốc gia, khí dự trữ bên trong nước Mỹ hiện nằm trong số lớn nhất trên thế giới, cung cấp không chỉ nguồn thiên nhiên có giá trị cao, mà còn còn đem lại khả năng độc lập về năng lượng lớn hơn cho nước Mỹ. Tuy nhiên, việc khai thác các nguồn dự trữ này có thể đặt ra các thách thức khác biệt với các thách thức đang gặp phải và khắc phục của ngành công nghiệp khai thác dầu. Trong một số trường hợp, việc vận chuyển khí tự nhiên quy mô lớn thường được hoàn tất bởi đường ống, mà có thể tạo nên các yêu cầu cơ sở hạ tầng đất tiền. Các đường ống khí có chiều dài lớn thường đòi hỏi chất lượng khí ổn định và có thể dự đoán để thực hiện chức năng một cách an toàn và kinh tế. Ví dụ, mật độ năng lượng và áp suất hơi của khí cần được dịch chuyển theo chiều dài lớn thường được yêu cầu nằm trong khoảng thông số kỹ thuật định trước. Kết quả là, công nghiệp khí phải cần đến việc xây dựng các nhà máy xử lý nằm gần các mỏ khí mà ở đó khí tự nhiên nạp thô chứa các tạp chất như CO_2 , N_2 , nước, các hợp chất được điều tiết như kim loại nặng, và các thành phần có giá trị bao gồm C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , và C_5+ được tách thành các khí và chất lỏng dễ quản lý hơn mà có thể ví dụ được vận chuyển bởi các phương tiện có chi phí thấp hơn và thích hợp hơn, ví dụ, các đường ống mang thông thường, xe lửa, xe tải, v.v.

Các nhà máy này thường tiếp nhận khí tự nhiên, tùy theo nguồn khí, mà thường là bao gồm hỗn hợp gồm các lượng thay đổi của metan, các hydrocacbon cao (ví dụ, C_2+), hơi nước, hydro sulfua (H_2S), cacbon đioxit, heli, nitơ, và các hợp chất khác.

Việc xử lý khí tự nhiên thường liên quan đến việc tách các tạp chất khác nhau, các hydrocacbon cao và các chất lưu ra khỏi khí, để tạo ra loại khí mà thường được biết là khí tự nhiên khô “chất lượng đường ống”. Các đường ống vận chuyển chủ yếu thông thường áp đặt các hạn chế về sự bổ sung khí tự nhiên mà được phép vào trong đường ống. Điều đó có nghĩa là trước khi khí tự nhiên có thể được vận chuyển nó cần phải được xử lý một cách thích hợp để đáp ứng các yêu cầu của đường ống. Etan, propan, butan, các pentan và các hydrocacbon khác cao hơn mà được lấy ra khỏi khí tự nhiên này thường được biết là “khí tự nhiên lỏng” (Natural Gas Liquid - NGL). Các NGL có thể các sản phẩm phụ có giá trị của việc xử lý khí tự nhiên, và do đó thường cũng được thu hồi trong các nhà máy này. Các NGL có thể bao gồm etan, propan, butan, iso-butan, và xăng tự nhiên. Các NGL này thường được bán riêng rẽ từ khí sẵn sàng cho đường ống, và có thể có nhiều mục đích sử dụng khác nhau; kể cả cung cấp các nguyên liệu thô cho các nhà máy lọc dầu hoặc nhà máy hóa dầu, và làm các nguồn năng lượng, trong khi các thành phần tách được khác được dùng trong các ứng dụng khác, ví dụ, nhằm làm gia tăng thu hồi dầu.

Trong khi một số bước xử lý có thể được hoàn thành tại hoặc gần đầu giếng khí (xử lý hiện trường), như được nêu trong bản mô tả này, việc xử lý hoàn chỉnh khí tự nhiên thường diễn ra ở một hoặc nhiều nhà máy xử lý mà thường nằm trong khu vực sản xuất khí tự nhiên. Khí tự nhiên chiết được có thể được vận chuyển đến các nhà máy xử lý này qua mạng đường ống gom, mà thường là các ống chịu áp suất thấp, có đường kính nhỏ. Hệ thống gom phức có thể bao gồm các đường ống hàng ngàn dặm, liên kết các nhà máy xử lý với trên 100 giếng trong vùng này.

Ngoài bước xử lý được thực hiện ở đầu giếng và ở nhà máy xử lý tập trung hóa, đôi khi một số bước xử lý bổ sung cũng được thực hiện ở “các nhà máy chiết trung gian”. Các nhà máy này thường nằm trên các hệ thống đường ống chính. Mặc dù khí tự nhiên mà đến được các nhà máy chiết ở giữa này thường đã có chất lượng đường ống, trong một số trường hợp khí này vẫn còn có lượng nhỏ các NGL hoặc các tạp chất khác, mà có thể được chiết ở các nhà máy trung gian đó.

Thực tế của việc xử lý khí tự nhiên đến mức độ chất lượng khí khô trong đường ống có thể rất phức tạp, song thông thường có bốn quy trình chính để loại bỏ các tạp chất khác nhau: loại bỏ phần ngưng và dầu, loại bỏ nước, loại nước glycol và loại nước đối với chất làm khô rắn. Ngoài bốn quy trình này, các thiết bị làm nóng và các tháp rửa thường được lắp đặt, thường tại hoặc gần đầu giếng. Các tháp rửa có tác dụng loại bỏ sơ bộ cát và các hạt tạp chất cỡ lớn khác. Bộ làm nóng có thể đảm bảo rằng nhiệt độ của khí không giảm quá thấp (ví dụ, sao cho việc ngưng tụ nước không mong muốn diễn ra). Với khí tự nhiên mà chứa lượng nước quá thấp, các hydrat khí tự nhiên có thể có xu hướng tạo ra khi nhiệt độ hạ thấp. Các hydrat này thường là các hợp chất rắn hoặc bán rắn, giống như nước đá dạng tinh thể, và việc tích tụ chúng có thể ngăn cản đường khí tự nhiên đi qua các van và các hệ thống gom. Để làm giảm sự xuất hiện của các hydrat, cụm làm nóng bằng cách đốt khí tự nhiên cỡ nhỏ thường được lắp dọc theo đường ống gom mỗi khi các hydrat có thể tạo ra.

Như được nêu trong bản mô tả này, khí tự nhiên ra trực tiếp từ giếng có thể chứa nhiều khí tự nhiên lỏng mà thường được loại bỏ. Hầu hết các NGL được loại ra để đáp ứng các thông số kỹ thuật của đường ống mang thông thường, thường được gọi là bước chiết cần thiết. Khi khí tự nhiên lỏng (NGL) có các giá trị kinh tế đủ cao dưới dạng các sản phẩm tách, việc loại bỏ nhiều hơn lượng nhỏ nhất của các NGL chứa trong dòng khí có thể trở nên kinh tế, tình huống này thường được gọi là bước chiết tùy ý. Việc loại bỏ khí tự nhiên lỏng thường diễn ra trong nhà máy xử lý tương đối tập trung, và áp dụng các kỹ thuật tương tự như các bước mà được áp dụng để loại nước khí tự nhiên. Nói chung, có hai bước cơ bản để xử lý khí tự nhiên lỏng trong dòng khí tự nhiên. Thứ nhất, chất lỏng được chiết ra khỏi khí tự nhiên. Thứ hai, khí tự nhiên lỏng này tự được tách ra, giảm về gốc của chúng hoặc các thành phần tinh khiết hơn.

Tích hợp với bước chiết NGL

Các NGL ban đầu có thể được chiết từ dòng khí tự nhiên. Ở bước xử lý khí thông thường, có hai kỹ thuật cơ bản nhằm loại bỏ các NGL ra khỏi dòng khí tự nhiên: phương pháp hấp thụ và quy trình giãn nở ở nhiệt độ thấp, còn được gọi là quy trình tách hoặc

chiết ở nhiệt độ thấp. Theo hiệp hội các nhà xử lý khí, hai quy trình này hiện nay xử lý khoảng 90% tổng sản lượng khí tự nhiên lỏng.

Ở bước hấp thụ NGL, dầu hấp thụ có ái lực đối với các NGL thường được dùng theo nhiều cách tương tự như glycol (có ái lực đối với nước khi được dùng trong quy trình loại nước). Trước khi dầu hấp thụ đã nhận các NGL bất kỳ, nó thường được gọi là dầu hấp thụ “nghèo”. Trong một số trường hợp, khí tự nhiên được cho đi qua tháp hấp thụ, nó được cho tiếp xúc với dầu hấp thụ, mà tiếp nhận, hoặc hấp thụ, tỷ lệ cao của các NGL. Dầu hấp thụ “giàu”, lúc này chứa các NGL, có thể ra khỏi tháp hấp thụ qua phần đáy. Lúc này, nó thường là hỗn hợp gồm dầu hấp thụ, propan, các butan, các pentan, và các hydrocacbon nặng hơn khác. Dầu giàu có thể được cấp vào trong dầu gầy còn lại, khi hỗn hợp này có thể được làm nóng đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ sôi của các NGL, song thấp hơn nhiệt độ sôi của dầu. Nói chung, quy trình này cho phép thu hồi khoảng 75% butan, và 85% đến 90% pentan và các hydrocacbon nặng hơn ra khỏi dòng khí tự nhiên.

Quy trình hấp thụ cơ bản nêu trên có thể được cải biến để cải thiện hiệu quả của nó, hoặc để chiết các NGL cụ thể chẳng hạn. Trong phương pháp hấp thụ dầu đã làm lạnh, khi dầu gầy được làm mát qua bước làm lạnh, mức độ thu hồi propan có thể lớn hơn 90% trong một số trường hợp, và khoảng 40% etan có thể chiết được từ dòng khí tự nhiên trong một số trường hợp. Việc chiết các NGL khác, nặng hơn có thể gần đến 100% bằng cách áp dụng quy trình này (ví dụ, ít nhất là 90%, ít nhất là 95%, ít nhất là 99%, hoặc ít nhất là 99,9%).

Các quy trình chiết ở nhiệt độ thấp cũng có thể được dùng để chiết các NGL từ khí tự nhiên, và ngày nay thường được sử dụng nhiều hơn. Trong khi sự hấp thụ các phương pháp có thể chiết hầu như toàn bộ các NGL nặng hơn (ví dụ, ít nhất 95%), các hydrocacbon nhẹ hơn, như etan, thường là khó khăn hơn để thu hồi từ dòng khí tự nhiên. Trong một số trường hợp, là kinh tế nếu để lại một cách đơn giản các NGL nhẹ hơn trong dòng khí tự nhiên. Tuy nhiên, nếu việc chiết etan và các hydrocacbon nhẹ hơn khác là kinh tế, thì việc xử lý ở nhiệt độ thấp có thể được áp dụng để đạt được tỷ lệ thu hồi cao. Trong một số trường hợp, việc xử lý ở nhiệt độ thấp bao gồm việc giảm nhiệt

độ của dòng khí đến khoảng âm 120 độ Fahrenheit (-28,88°C). Trong một số trường hợp, các NGL ngưng tụ sau đó được vận chuyển đến các quy trình tiếp theo trong khi các thành phần khí (ví dụ, metan và nitơ và các khí khác) được rút hết ở dạng khí.

Trong một số trường hợp, các hệ thống chiết được dùng trong bản mô tả này vận hành để tách các hợp chất không phải hydrocacbon, như CO₂, N₂, và nước ra khỏi các hợp chất hydrocacbon, ví dụ, các NGL, mà còn có chức năng loại metan đối với dòng khí (ví dụ, tách metan ra khỏi các hydrocacbon cao và các NGL). Như vậy, các cụm chiết có thể tách một hoặc nhiều hợp chất không phải hydrocacbon từ một hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon, hoặc, khi có chức năng như cột cất lại metan, có thể tách ít nhất một thành phần hydrocacbon, tức là metan, từ ít nhất một thành phần hydrocacbon khác, tức là các hợp chất C₂+

Có nhiều cách để làm lạnh khí đến nhiệt độ này, song quy trình giãn nở tuabin thường có hiệu quả nhất. Trong quy trình này, các chất làm lạnh bên ngoài có thể được áp dụng để làm nguội dòng khí tự nhiên. Sau đó, tuabin giãn nở có thể được sử dụng để làm giãn nở một cách nhanh chóng các khí lạnh, mà có thể khiến nhiệt độ hạ xuống ở mức độ đáng kể. Việc hạ nhiệt độ nhanh này có thể ngưng etan và các hydrocacbon khác trong dòng khí, trong khi duy trì metan ở dạng khí. Quy trình này có thể cho phép thu hồi khoảng 90% đến 95% etan ban đầu trong dòng khí. Ngoài ra, tuabin giãn nở thường có khả năng chuyển hóa một số năng lượng được giải phóng khi dòng khí tự nhiên được giãn nở vào trong bước nén lại dòng thoát metan thể khí, do đó tiết kiệm các chi phí năng lượng liên quan đến việc chiết etan.

Bước chiết các NGL ra khỏi dòng khí tự nhiên có thể tạo ra khí sạch hơn, tự nhiên hơn, cũng như cho phép chiết hoàn toàn hơn các hydrocacbon có giá trị mà là chính các NGL này (nếu so với việc không chiết các NGL).

Tích hợp với việc phân đoạn lỏng khí tự nhiên

Một khi các hydrocacbon cao, ví dụ, etan và các NGL, đã được lấy ra khỏi dòng khí tự nhiên, chúng thường được bể gãy thành các thành phần chính của chúng mà từng thành phần có thể có giá trị riêng. Quy trình này thường được áp dụng để thực hiện nhiệm vụ được gọi là phân đoạn. Các quy trình phân đoạn thường thực hiện trên cơ sở

hiệt độ sôi chênh lệch của các hydrocarbon khác nhau trong dòng NGL. Trong một số trường hợp, bước phân đoạn được thực hiện trong cùng nhà máy như các bước xử lý khí trước đó, ví dụ, loại nước, khử axit và chiết/loại metan, trong khi trong các trường hợp khác, bước phân đoạn xảy ra trong nhà máy riêng các NGL hợp phần được phân phối vào đó.

Toàn bộ quy trình phân đoạn có thể được chia thành các bước, bắt đầu với việc loại bỏ các NGL nhẹ hơn ra khỏi dòng. Khi vận hành, việc phân đoạn có thể xuất hiện ở các tầng nơi mà các hydrocarbon khác được bay hơi, từng thành phần một, tên của thiết bị phân đoạn cụ thể phản ánh chức năng của nó, do thiết bị này thường được đặt tên cho hydrocarbon mà được bay hơi. Do đó, quy trình này thường bao gồm, theo thứ tự, cột cất lại etan, mà tách etan ra khỏi dòng NGL còn lại, cột cất lại propan; mà tách propan ra khỏi dòng NGL còn lại, và cột cất lại butan, mà làm bay hơi các butan. Trong một số trường hợp, dòng còn lại sau đó về cơ bản chứa các pentan và các hydrocarbon nặng hơn trong dòng NGL. Các butan được tách thường cũng được cho đi qua bộ chia butan hoặc cột cất lại isobutan, mà có thể tách isobutan và các butan thường. Trong một số trường hợp, hệ thống phân đoạn, cho dù được đề cập đến toàn bộ hoặc các cụm phân đoạn riêng biệt, ví dụ, cột cất lại propan, thường là vận hành để tách ít nhất một thành phần hydrocarbon như propan, từ ít nhất một thành phần hydrocarbon khác, như butan, pentan, v.v. Trong một số trường hợp, việc tách không được hoàn toàn. Ví dụ, cột cất lại etan có thể loại bỏ ít hơn 100% etan ra khỏi dòng NGL còn lại. Tương tự, các cụm phân đoạn sau riêng biệt có thể loại bỏ ít hơn 100% các hợp chất tương ứng của chúng. Nói chung, các bước phân đoạn này có thể loại bỏ một lượng đáng kể và chủ yếu của hợp chất mà nó được nhằm đến, ra khỏi dòng NGL còn lại, ví dụ, nhiều hơn 50%, nhiều hơn 60%, nhiều hơn 75% và thậm chí nhiều hơn 90% hoặc 95%.

Hình 14 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các quy trình và các hệ thống thành phần chính trong nhà máy xử lý khí tự nhiên thông thường. Như được thể hiện trong ví dụ này, khí thô ra khỏi giếng khí hoặc nguồn khác 1402, mà có thể được xử lý tại giếng hoặc cụm hoặc nhà máy xử lý trung gian khác để loại bỏ nước và các chất ngưng khác, ví dụ, ở bước 1404, được vận chuyển đến nhà máy xử lý. Khí thô nạp 1406 sau đó được xử lý trong cụm/bước loại khí axit 1408, để loại bỏ hydro sulfua bất kỳ hoặc các khí mài

mòn khác 1410. Các hợp chất được loại ra chứa lưu huỳnh hoặc “khí axit” có thể tiếp tục được xử lý, ví dụ, trong cụm lưu huỳnh 1412, và việc xử lý bổ sung để tạo ra lưu huỳnh nguyên tố và các khí đuôi, mà có thể tiếp tục được xử lý và/hoặc đốt.

Khí đã khử axit 1414 sau đó được cho đi qua cụm loại nước 1416 để tiếp tục loại bỏ nước, và sau đó được cho đi qua một hoặc nhiều cụm tinh chế bổ sung 1418, ví dụ, để loại bỏ các tạp chất khác, như thủy ngân. Khí tự nhiên tinh lọc sau đó được đi vào trong cụm chiết 1420, mà có thể là bộ chiết ở nhiệt độ thấp mà chứa cụm giãn nở tuabin ở nhiệt độ thấp 1420a và cụm loại nitơ ở nhiệt độ thấp 1420b, để tách metan trong dòng giàu metan 1422a, và nitơ 1422b ra khỏi dòng NGL 1424. Thành phần giàu metan thu được sau đó được cho đi qua như khí tự nhiên sẵn trong đường ống, ví dụ, chuyển sang đường ống khí để bán ra thị trường, hoặc như được mô tả chi tiết hơn trong bản mô tả này, có thể được cho xử lý tiếp. Như được nêu trong bản mô tả này, hệ thống chiết 1420 tùy ý có thể bao gồm cụm chiết dầu gầy thay cho cụm chiết ở nhiệt độ thấp.

Sản phẩm chứa NGL đã loại metan thu được 1424, bao gồm etan và các hydrocacbon khác cao hơn (được gọi chung trong bản mô tả này là các thành phần C_2+), sau đó được cho đi qua loạt phân đoạn 1426 thường bao gồm cụm khử etan 1428 mà làm bay hơi các hydrocacbon C_2 1430 và đưa các chất lưu còn lại hoặc “các chất ở đáy” 1432 đến cụm khử propan 1434. Cụm khử propan, đến lượt mình, làm bay hơi các khí C_3 1436, và đưa các chất ở đáy còn lại 1438 đến cụm khử butan 1440, mà làm bay hơi các butan 1442, để lại các pentan và các hydrocacbon bậc cao hơn trong dòng 1444. Sau đó, từng dòng hydrocacbon bậc cao 1430, 1436, 1442 và 1444 có thể được xử lý bổ sung, ví dụ, qua các cụm khử lưu huỳnh hoặc các bộ chia butan.

Tích hợp với crackinh hơi

Như được bộc lộ trong bản mô tả này, việc xử lý hóa dầu quan trọng khác có thể tập trung chủ yếu vào việc sản xuất các olefin và các hydrocacbon khác cao hơn từ khí tự nhiên, hoặc các phân chưng dầu mỏ, như naphta. Cụ thể, các hydrocacbon no có thể được xử lý hoặc được chuyển hóa thành các hydrocacbon không no qua quy trình được gọi là crackinh hơi. Trong quy trình crackinh hơi, nguyên liệu hydrocacbon lỏng hoặc khí như naphta, dầu khí, khí dầu mỏ hóa lỏng (Liquefied Petroleum Gas - “LPG”), hoặc

etan có thể được pha loãng bằng hơi và được làm nóng trong một thời gian ngắn trong lò mà không có oxy. Nói chung, nhiệt độ của phản ứng là rất cao, ở khoảng 850°C hoặc cao hơn, song phản ứng chỉ được phép diễn ra rất ngắn. Trong các lò crackinh hiện đại, thời gian lưu được giảm đến mili giây để cải thiện hiệu suất, tạo ra các tốc độ khí nhanh hơn so với tốc độ âm thanh. Trong một số trường hợp, sau khi đạt đến nhiệt độ crackinh, khí được làm nguội nhanh để dừng phản ứng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu ống truyền hoặc bên trong ống tôi bằng cách sử dụng dầu tôi. Sau đó, sản phẩm tạo thành tiếp tục được xử lý để tách các sản phẩm có giá trị cao rõ rệt, như các olefin, từ các sản phẩm phụ không mong muốn và các khí nguyên liệu chưa phản ứng.

Trong một số trường hợp, nhiều bước xử lý được thực hiện trong các nhà máy crackinh hơi thông thường chia sẻ các nguyên tắc vận hành chung như các hệ thống được dùng trong nhà máy xử lý NGL hoặc các nhà máy xử lý khác. Ví dụ, nhiều hệ thống tách, như cột cất lại propan và/hoặc các hệ thống khử etan và các bộ chia C₂, thường được bao gồm trong các nhà máy crackinh để tách ra các thành phần chưa phản ứng như metan và etan, hoặc các sản phẩm phụ không mong muốn ra khỏi các dòng olefin thoát ra khỏi thiết bị crackinh.

Hình 15 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về hệ thống và quy trình crackinh hơi. Như được thể hiện, dòng khí nguyên liệu 1502, như naphta, hoặc etan từ nhà máy xử lý NGL nêu trên, được phân phối cùng với nguyên liệu hơi (không được thể hiện), đến lò 1504 của thiết bị crackinh. Tiếp theo việc crackinh, sản phẩm sau đó được tôi lạnh, ví dụ, trong bộ trao đổi kiểu ống truyền 1506. Khí thành phẩm sau đó được cho đi qua các bước nén và xử lý (1508 và 1510), mà có thể bao gồm, ví dụ, nén khí đa tầng, với mỗi tầng tiếp theo là làm mát và loại nước và hydrocacbon lỏng, cũng như xử lý khí để loại bỏ các thành phần khí axit, ví dụ, H₂S và CO₂, cũng như loại nước để loại bỏ nước, trước khi được chuyển sang đoạn có nhiệt độ thấp (hộp lạnh) 1511 để làm mát theo tầng và ngưng tụ các thành phần khác, để loại bỏ CO và hydro trong sản phẩm ra 1514. Sau đó, các thành phần lỏng khác nhau chất được cấp vào cột cất lại metan 1512 tách ra các hợp chất C₁ 1516, như metan, từ các hydrocacbon cao, ví dụ, các hợp chất C₂+ trong dòng 1518. Sau khi loại metan, dòng giàu C₂+ 1518 tiếp đó được cho đi qua các bước phân đoạn tiếp theo trong ví dụ, cột cất lại etan 1522, tách các thành phần C₂ ra khỏi các

hydrocacbon cao trong dòng 1528, lò phản ứng axetylen 1524, chuyển hóa axetylen trong dòng giàu C_2 thành etylen và etan, và bộ chia C_2 1526 tách etylen ra khỏi etan còn lại bất kỳ. Sau đó, dòng giàu etylen 1530 được thu hồi dưới dạng sản phẩm, trong khi etan còn lại thu hồi được từ bộ chia C_2 được tái tuần hoàn trở lại qua thiết bị lò crackinh 1504 trong dòng tái chế 1532.

Tích hợp quy trình xử lý khí OCM

Các hệ thống lò phản ứng và các quy trình OCM có thể được tích hợp vào trong các nhà máy xử lý khí tự nhiên hiện có hoặc xử lý hóa dầu khác trong một hoặc nhiều điểm cụ thể khác nhau trong các nhà máy này, và liên quan đến số lượng các đầu vào và đầu ra khác nhau của mỗi hệ thống hoặc của cả hệ thống OCM và các quy trình đơn vị của toàn bộ nhà máy xử lý. Cụ thể, các hệ thống lò phản ứng OCM có thể được tích hợp vào trong nhà máy xử lý thông thường như một hoặc cả là bên sản xuất các dòng nguyên liệu cho một hoặc nhiều cụm xử lý bên trong nhà máy xử lý, và/hoặc bên tiêu thụ các dòng sản phẩm từ một hoặc nhiều cụm xử lý bên trong nhà máy xử lý.

Trong một số trường hợp, việc tích hợp bao gồm các loại tích hợp khác nhau, kể cả, ví dụ, việc tích hợp xử lý qua việc liên hợp chất lưu hoặc khí bên trong dòng xử lý. Việc tích hợp chất lưu hoặc liên hợp hoặc kết hợp chất lưu thường để chỉ sự kết hợp chất lưu hoặc liên hợp chất lưu bền giữa hai hệ thống bên trong hệ thống hoặc nhà máy tổng thể. Sự liên thông bền này thường để chỉ mạng đường ống nối nhau kết hợp hệ thống này với hệ thống khác. Các đường ống nối nhau này có thể còn bao gồm các bộ phận bổ sung giữa hai hệ thống, như các bộ phận điều khiển, ví dụ, các bộ trao đổi nhiệt, các bơm, các van, các máy nén, bộ giãn nở tuabin, các cảm biến, cũng như các hệ thống lưu trữ và/hoặc vận chuyển khí hoặc chất lưu khác, ví dụ, các hệ ống, hệ đường ống, các bình lưu trữ, và các hệ thống riêng biệt, song thường là các hệ thống khép kín toàn bộ, như được phân biệt với hai hệ thống mà các nguyên liệu được vận chuyển từ hệ thống này đến hệ thống kia qua bộ phận không tích hợp bất kỳ, ví dụ, vận chuyển xe ô tô ray hoặc xe tải, hoặc các hệ thống không nằm trong cùng nhà máy hoặc các nhà máy liên kề. Khi được dùng trong bản mô tả này, liên kết chất lưu và/hoặc liên hợp chất lưu bao gồm liên hợp chất lưu hoàn chỉnh, ví dụ, khi toàn bộ dòng thoát từ điểm đã định như

cửa xả của lò phản ứng, được hướng đến cửa nạp của cụm khác mà lò phản ứng được nối thông với nó. Các kết nối hoặc liên hợp chất lưu là các kết nối một phần cũng được bao gồm trong bản mô tả này, ví dụ, chỉ một phần dòng thoát từ cụm thứ nhất đã định được dẫn đến cụm thứ hai kết nối thông. Ngoài ra, mặc dù đã mô tả về mặt kết nối thông, các kết nối này bao gồm các kết nối để vận chuyển chất lỏng hoặc chất khí hoặc cả hai.

Trong một số trường hợp, việc tích hợp để chỉ sự tích hợp nhiệt hoặc năng lượng, ví dụ, hệ thống lò phản ứng OCM, vào trong cơ sở hạ tầng năng lượng của nhà máy. Việc tích hợp này có thể còn bao gồm tích hợp không gian của hệ thống lò phản ứng OCM vào trong nhà máy xử lý thực thể, ví dụ, “các giới hạn xử lý bên trong” (Inside Battery Limits - IBL), hoặc nó có thể được tích hợp theo cách khác, song giới hạn xử lý bên ngoài (Outside Battery Limits - OBL) của nhà máy.

Hình 16 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các điểm tích hợp của hệ thống lò phản ứng OCM trong đường xử lý tổng thể của nhà máy xử lý khí tự nhiên được thể hiện trên Hình 14. Cụ thể, như được thể hiện trong ví dụ này, đầu vào OCM, được thể hiện dưới dạng sơ đồ như khối 1602, được thể hiện tích hợp vào trong và kết nối thông tạo nhiều điểm trong dòng xử lý, khi đầu ra hoặc sản phẩm của cụm xử lý cụ thể được nạp vào cửa nạp của hệ thống lò phản ứng OCM. Ví dụ, như được thể hiện, lò phản ứng OCM tùy ý được thể hiện nối thông với đầu ra của, ví dụ, cụm loại nước 1416 hoặc cụm tinh chế 1418, cụm chiết 1420b, và cụm khử etan 1428.

Theo phương án khác hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, đầu ra lò phản ứng OCM, được thể hiện dưới dạng sơ đồ như khối 1604, được thể hiện tích hợp, ví dụ, kết nối thông, với nhiều điểm trong dòng xử lý nơi mà các dòng sản phẩm của lò phản ứng OCM được cấp vào các cụm xử lý khác nhau của nhà máy tổng thể. Ví dụ, đầu ra OCM 1604 có thể tùy ý được nối thông với cửa nạp của cụm chiết 1420, loạt phân đoạn 1426, ví dụ, các cụm phân đoạn 1428, 1434 hoặc 1440, hoặc các cụm xử lý khác (không được thể hiện).

Tích hợp với nguyên liệu khí OCM

Theo một số phương án, hệ thống lò phản ứng OCM được kết nối ở phía sau của một hoặc nhiều cụm xử lý trong nhà máy xử lý khí nhờ đó các dòng sản phẩm ra khỏi

cụm xử lý này được cấp vào dòng nạp của hệ thống lò phản ứng OCM. Cụ thể, các cụm xử lý có một hoặc nhiều đầu ra, các dòng giàu metan và/hoặc chứa metan, có thể cung cấp các khí nguyên liệu vào hệ thống lò phản ứng OCM, để chuyển hóa metan thành các hydrocacbon cao. Tương tự, các đầu ra của hệ thống OCM thường có thể cung cấp các dòng nguyên liệu vào, và cải thiện cơ sở hạ tầng của nhiều hệ thống trong các cụm xử lý thông thường được sử dụng để tách, thay đổi và tinh chế các hỗn hợp hydrocacbon.

Trong một số trường hợp, hệ thống lò phản ứng OCM được tích hợp vào trong nhà máy xử lý hiện có tiếp nhận ít nhất một phần của khí tự nhiên khô, sạch có sẵn trong đường ống để chuyển hóa metan chứa trong khí này, thành các hydrocacbon cao, thay vì đưa phần khí khô đó qua cụm chiết và cụm phân đoạn. Trong một số trường hợp, cửa nạp vào hệ thống lò phản ứng OCM có thể được nối thông với cửa xả của cụm loại khí axit 1408, cụm loại nước 1416, hoặc, như được thể hiện, cụm tinh chế bổ sung 1418. Như đã nêu, việc nối thông này có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt, các bơm, các máy nén, hoặc các bộ phận tương tự để đưa khí khô vào hệ thống lò phản ứng OCM trong các điều kiện thích hợp đối với sự bắt đầu của phản ứng xúc tác OCM, ví dụ, nhiệt độ cửa nạp nằm trong khoảng từ 450°C đến 600°C, và áp suất bằng 1 atmophe hoặc lớn hơn, và tốt hơn, nếu nằm trong khoảng từ 15 pao (6803,88g) trên mỗi inơ vuông (psig) (103,42kPa) đến 150psig (1034,21kPa), 15psig (103,42kPa) đến 125psig (861,84kPa), hoặc thấp hơn 100psig (689,47kPa), hoặc nằm trong khoảng từ 15psig (103,42kPa) đến 100psig (689,47kPa).

Theo cách khác hoặc ngoài ra, hệ thống lò phản ứng OCM có thể được nối thông lỏng với một hoặc nhiều cửa xả của các cụm chiết 1420, để dẫn các dòng thoát giàu metan từ cụm chiết 1420 vào trong hệ thống lò phản ứng OCM để chuyển hóa metan thành etylen và các hydrocacbon khác, mà có thể được cho đi qua cụm chiết để tách etylen và các thành phần C₂+ khác ra khỏi các thành phần khí, ví dụ, CO, CO₂, N₂ và metan chưa phản ứng. Trong một số trường hợp, đầu ra này và đầu ra khác của các nhà máy xử lý thông thường được khai thác một cách có lợi. Ví dụ, trong một số trường hợp, CO₂ thu hồi được từ các sản phẩm lò phản ứng OCM và được tách trong cụm chiết có thể được vận chuyển qua đường ống hoặc xe tải, sử dụng tại chỗ, hoặc nói cách khác được dùng theo cách có lợi trong việc tận thu dầu mỏ (Enhanced Oil Recovery - EOR).

Tương tự, N_2 từ sản phẩm của lò phản ứng OCM và được tách trong cụm chiết tùy ý được thu hồi, và vận chuyển qua đường ống hoặc xe tải, sử dụng tại chỗ, hoặc theo cách khác sử dụng một cách có lợi trong, ví dụ, việc tận thu dầu mỏ (Enhanced Oil Recovery - EOR). Tương tự, H_2O từ sản phẩm của lò phản ứng OCM mà được tách trong cụm chiết OCM hoặc cụm tinh chế có thể được thu hồi và vận chuyển qua đường ống hoặc xe tải, được sử dụng tại chỗ, hoặc theo cách khác được sử dụng một cách có lợi, ví dụ, như chất lưu cắt phá.

Trong một số trường hợp, các dòng giàu etan từ loạt phân đoạn 1426, ví dụ, dòng thoát giàu etan từ cụm khử etan 1428, mà có thể chứa lượng metan nhỏ không được loại bỏ trước đó, có thể được tuần hoàn vào trong lò phản ứng OCM, riêng lẻ, hoặc kết hợp với một hoặc nhiều dòng giàu metan, chuyển hóa metan còn lại bất kỳ trong lò phản ứng OCM thành các hydrocacbon cao. Ngoài ra, dòng này còn làm chất trung gian trong quy trình OCM, trong cùng các điều kiện phản ứng của OCM, etan có mặt trong nguyên liệu OCM có thể được cho phản ứng và chuyển hóa thành etylen trong lò phản ứng OCM.

Các dòng giàu etan ra khỏi cột cất lại etan tương tự có thể được dẫn đến các hệ thống chuyển hóa etan. Các hệ thống chuyển hóa etan này bao gồm, ví dụ, các cụm crackinh hơi mà chuyển hóa etan thành etylen qua việc loại hydro không oxy hóa. Trong một số trường hợp, etan có thể được dẫn đến các hệ thống lò phản ứng bổ sung chứa các chất xúc tác để loại hydro oxy hóa ("ODH") cho etan với sự có mặt của nguồn oxy, để tạo ra etylen. Các chất xúc tác và các hệ thống để thực hiện các phản ứng ODH được bộc lộ, ví dụ, trong tài liệu: Cavani, et al., Catalysis Today (2007), Vol. 127 (1-4), 113-131, toàn bộ nội dung của nó được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn đối với mọi mục đích. Hơn nữa, các dòng xả của hệ thống khác với các hệ thống này có thể được tái chế thêm hoặc dẫn đến các cụm xử lý khác, nếu cần bên trong nhà máy.

Tích hợp với sản phẩm OCM

Theo một số phương án, hệ thống lò phản ứng OCM được bố trí trước một hoặc nhiều cụm xử lý trong nhà máy xử lý khí, sao cho các dòng sản phẩm ra khỏi hệ thống lò phản ứng OCM, được gọi là "các dòng sản phẩm OCM" hoặc "các khí thành phẩm OCM", có thể được xử lý tiếp bởi các cụm xử lý khác bên trong nhà máy.

Ví dụ, dòng sản phẩm của hệ thống lò phản ứng OCM, mà thường chứa các hydrocacbon C_2+ , cũng như CO, CO_2 , N_2 và metan chưa phản ứng và các sản phẩm khác, được cho đi qua cụm chiết 1420, như cụm chiết hai tầng ở nhiệt độ thấp 1420a và 1420b, tách etylen, etan, và hydrocacbon C_3 đến C_5+ khác, từ các thành phần là nguyên tử nitơ, CO và CO_2 , cũng như metan còn lại bất kỳ và các thành phần khí khác. Ví dụ về hệ thống chiết ở nhiệt độ thấp để xử lý các dòng sản phẩm OCM được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/739,954, nộp ngày 11 tháng 1 năm 2013, mà được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn đối với mọi mục đích. Tóm lại, các hệ thống chiết ở nhiệt độ thấp thường bao gồm ít nhất cụm tách thứ nhất và cụm tách thứ hai (ví dụ, cụm 1420a và cụm 1420b), nếu cụm thứ nhất (1420a) làm giảm nhiệt độ của khí nạp, ví dụ, khí tự nhiên chứa NGL, hoặc khí thành phẩm OCM. Nhằm mục đích bàn luận, các hệ thống tách được mô tả theo khí thành phẩm OCM. Cụm tách thứ nhất nằm trong hệ thống tách ở nhiệt độ cực thấp thường thực hiện chức năng như cột cất lại metan, do việc giảm nhiệt độ hóa lỏng các thành phần C_2+ để tạo ra phần ở đáy mà giàu C_2+ , trong khi thành phần khí còn lại, chủ yếu là metan và các thành phần N_2 được lấy ra khỏi phần trên của cụm này. Sau đó, thành phần metan này được cho đi qua cụm tách thứ hai (1420b) mà thực hiện chức năng là cụm loại nitơ bằng cách hóa lỏng thành phần metan và làm thoát hơi thành phần nitơ.

Tương tự, hệ thống lò phản ứng OCM cũng có thể được tạo ra mà nổi thông lỏng với cụm chiết đầu gây để tách các thành phần hydrocacbon nhẹ hơn ra khỏi các thành phần khí khác.

Trong một số trường hợp, dòng sản phẩm ra khỏi hệ thống lò phản ứng OCM, hoặc hệ thống oligome hóa tùy chọn, tùy ý được dẫn qua hệ thống phân đoạn, hoặc một hoặc nhiều cụm phân đoạn riêng biệt của nhà máy xử lý khí thông thường, tách các hydrocacbon nặng hơn, ví dụ, C_3 , C_4 hoặc các hydrocacbon C_5+ và các NGL, ra khỏi các hydrocacbon nhẹ hơn, ví dụ, etan và etylen. Trong các quy trình này, etan có thể được hút dưới dạng sản phẩm hoặc như đã được bộc lộ trong bản mô tả này, được đưa trở lại vào trong hệ thống lò phản ứng OCM hoặc vào quy trình chuyển hóa etan, ví dụ, như nêu trên. Trong một số trường hợp, sản phẩm OCM có thể được dẫn qua toàn bộ chiều dài của hệ thống phân đoạn, ví dụ, các cụm phân đoạn đa tầng, hoặc có thể được

dẫn qua phân nhóm riêng biệt hoặc bất kỳ của các cụm phân đoạn trong hệ thống phân đoạn tổng thể, ví dụ, chỉ qua cột cất lại etan, hoặc chỉ qua cột cất lại etan và/hoặc cột cất lại propan, v.v.

Trong một số trường hợp, việc tích hợp hệ thống lò phản ứng OCM theo kết cấu phía trước hoặc phía sau nếu so với một hoặc nhiều cụm xử lý bên trong nhà máy xử lý khí, là không loại trừ lẫn nhau, do trong nhiều trường hợp, lò phản ứng OCM sẽ tiếp nhận các đầu vào từ và tạo ra các đầu ra đến nhiều cụm xử lý khác trong nhà máy xử lý, và trong một số trường hợp sẽ nhận các đầu vào từ và tạo ra các đầu ra đến một cụm xử lý, ví dụ, cụm chiết ở nhiệt độ thấp hoặc cụm phân đoạn.

Hình 17 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một ví dụ về hệ thống lò phản ứng OCM được tích hợp vào trong nhà máy xử lý khí thông thường. Cụ thể, hình vẽ này thể hiện hệ thống lò phản ứng OCM đoạn nhiệt có tầng 1702 được kết nối với cửa xả của cụm tinh chế 1418 của nhà máy khí. Như được thể hiện, dòng khí khô, sạch 1720 từ cụm tinh chế 1418, mà có thể là một phần hoặc toàn bộ đầu ra của cụm tinh chế 1418 ở thời điểm cụ thể, được dẫn vào cửa nạp của lò phản ứng thứ nhất 1704 của hệ thống lò phản ứng OCM đoạn nhiệt có tầng 1702. Sau đó, dòng sản phẩm 1722 từ lò phản ứng 1704 được đưa ít nhất một phần vào trong cửa nạp của lò phản ứng 1706, dòng sản phẩm 1724 của nó, được đưa ít nhất một phần vào trong cửa nạp của lò phản ứng 1708. Trong đó hệ thống lò phản ứng đoạn nhiệt ba tầng 1702 được thể hiện, có thể thấy được rằng hai ba, bốn hoặc nhiều tầng có thể được sử dụng trong hệ thống đoạn nhiệt. Các hệ thống đoạn nhiệt có tầng này được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 13/900,898, nộp ngày 23 tháng 5 năm 2013, và được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn toàn bộ đối với mọi mục đích.

Như được thể hiện, khí khô, sạch bổ sung từ cụm tinh chế 1418 còn có thể lần lượt được đưa vào các lò phản ứng tiếp theo 1706 và 1708 ngoài dòng sản phẩm của lò phản ứng trước, ví dụ, các dòng sản phẩm 1722 và 1724, một cách tương ứng, như được thể hiện bởi các mũi tên nét đứt 1728 và 1730, để tạo ra nguồn metan bổ sung cho các lò phản ứng tiếp theo này.

Ngoài việc tiếp nhận ít nhất một phần dòng sản phẩm ra khỏi các cụm tinh chế 1418 của nhà máy, dòng sản phẩm OCM của hệ thống lò phản ứng OCM tổng thể, ví dụ, được thể hiện dưới dạng dòng thoát 1726 từ lò phản ứng 1708, còn có thể được đưa đến bước xử lý tiếp theo trong các cụm xử lý khác của nhà máy xử lý khí.

Cụ thể, như được thể hiện trên Hình 17, cửa xả của hệ thống lò phản ứng OCM 1702 mà được nối thông với cửa nạp của cụm chiết 1420 sao cho dòng sản phẩm OCM 1726 được đưa vào cụm chiết 1420, để tách các hydrocacbon cao, ví dụ, các thành phần C_2+ , trong dòng 1424, ra khỏi metan và nitơ dư bất kỳ bên trong dòng khí thành phẩm OCM 1726, ví dụ, trong cột cất lại metan ở nhiệt độ thấp 1420a. Các hydrocacbon cao này sau đó tùy ý được dẫn đến loạt phân đoạn 1426, ví dụ, các cụm 1428, 1434 và 1440, để tách các thành phần C_2+ khác nhau ra khỏi dòng sản phẩm đã loại metan 1424. Cụm phân đoạn này trong bản mô tả còn được gọi là cụm phân đoạn C_2+ . Sau đó, các thành phần chứa metan và nitơ tùy ý được dẫn qua cụm loại nitơ, ví dụ, cụm 1420b, để tách nitơ ra khỏi metan, mà sau đó metan tùy ý có thể được nạp lại vào trong hệ thống lò phản ứng OCM 1702 (không được thể hiện). Như nêu trên, cột cất lại metan ở nhiệt độ thấp, hệ thống tổng thể ở nhiệt độ thấp 1420, hoặc cụm tách tương tự có thể được định vị để tiếp nhận khí thoát ra khỏi các tầng của lò phản ứng riêng lẻ, ví dụ, các tầng 1704 và 1706, trái với việc chỉ nhận khí thành phẩm của hệ thống lò phản ứng OCM (dòng 1726), để lần lượt hút hết các hợp chất C_2+ ra khỏi các dòng 1722 và 1724, một cách lần lượt, trong khi đưa metan vào trong các tầng phản ứng tiếp theo để chuyển hóa. Sau đó, các dòng chứa C_2+ thu được được dẫn vào bước xử lý tiếp theo, ví dụ, trong loạt phân đoạn 1426. Như đã nêu, điều này sẽ đem lại các hiệu quả trong việc làm giảm các thất thoát sản phẩm C_2+ giữa các tầng, cũng như cải thiện các hiệu quả của các phản ứng dựa trên sự cân bằng dịch chuyển, ví dụ, nồng độ của chất phản ứng tương đối cao hơn trong mỗi tầng tiếp theo.

Hình 18 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện ví dụ về việc liên hợp hệ thống lò phản ứng OCM 1702 với cụm chiết 1420, và cụ thể là, cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp 1420b và hệ thống phân đoạn, ví dụ, qua cột cất lại etan 1428. Cụ thể, như được thể hiện, dòng thoát khí giàu metan 1820 ra khỏi cụm chiết ở nhiệt độ thấp 1420b được đưa dưới dạng khí nguyên liệu vào trong cửa nạp của lò phản ứng 1704. Như nêu trên, khí thành phẩm

từ lò phản ứng có tầng thứ nhất được cấp ít nhất một phần vào trong các lò phản ứng 1706 và 1708 tiếp theo, cùng với các nguyên liệu khí chứa metan bổ sung tùy ý 1822 và 1824 từ cửa xả của cụm chiết ở nhiệt độ thấp 1420b. Sau đó, dòng khí sản phẩm 1726 ra khỏi hệ thống lò phản ứng OCM 1702 được cấp vào trong loạt phân đoạn 1426 để tách ra các sản phẩm C_2+ thành phần khác nhau. Như được thể hiện, OCM tùy ý được cho đi qua cụm oligome hóa tùy ý 1832, để chuyển hóa các hydrocacbon C_2+ , ví dụ, etylen, thành các hydrocacbon cao, ví dụ, các hydrocacbon C_3+ , mà sau đó được chuyển sang hệ thống phân đoạn để tách các hydrocacbon khác cao hơn. Tùy ý, đầu ra của cụm oligome hóa 1832 có thể được chuyển đến hệ thống phân đoạn ở các điểm khác nhau, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, đầu vào hoặc đầu ra của các cụm 1428, 1434, 1440.

Theo cách khác, hoặc ngoài ra, dòng sản phẩm ra khỏi hệ thống lò phản ứng OCM được cấp ngược lại qua các cụm chiết 1420, như được thể hiện bởi đường nét đứt 1826 từ cửa xả của lò phản ứng 1708, để tách metan và/hoặc nitơ dư bất kỳ ra khỏi các sản phẩm OCM mong muốn, ví dụ, các sản phẩm C_2+ , như nêu trên.

Theo cách khác, hoặc ngoài ra, dòng sản phẩm ra khỏi hệ thống oligome hóa được cấp ngược lại qua các cụm chiết 1420, để tách metan và/hoặc nitơ dư bất kỳ ra khỏi các sản phẩm oligome hóa mong muốn, ví dụ, các sản phẩm C_2+ , như nêu trên.

OCM - Tích hợp thiết bị crackinh

Như với các nhà máy xử lý khí tự nhiên nêu trên, giá trị đáng kể có thể thu được từ việc tích hợp các hệ thống lò phản ứng OCM vào trong các nhà máy crackinh hiện có, như etan hoặc thiết bị crackinh naphta. Hình 19 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện việc tích hợp hệ thống OCM vào trong nhà máy crackinh. Như được thể hiện ở dạng sơ đồ được đơn giản hóa trên Hình 15, cụm crackinh thông thường, ví dụ, thiết bị crackinh naphta, bao gồm lò crackinh 1504 và các hệ thống tái 1506 liên kết chặt chẽ. Sau đó, các khí thành phẩm C_2+ ra khỏi thiết bị crackinh lần lượt được cho đi qua các hệ thống nén và xử lý thích hợp 1508 và 1510, trước khi đưa đến hộp làm lạnh và cột cất lại metan 1512 để tách metan và hydro dư bất kỳ có trong dòng thoát crackinh. Sau đó, dòng C_2+ 1518 được dẫn qua hệ thống tách hoặc hệ thống phân đoạn thường bao gồm cột cất lại

etan 1522 để tách các thành phần C_2 ra khỏi các hydrocacbon cao, ví dụ, C_3+ , bộ chuyển hóa axetylen 1524 mà chuyển hóa axetylen bất kỳ đã được tạo ra trong quá trình crackinh thành etylen, và bộ chia C_2 1526 để tách etylen (dòng 1530) ra khỏi etan (dòng 1532) trong khí thành phẩm, mà được tái tuần hoàn trở lại lò crackinh 1504.

Trong một số trường hợp, hệ thống lò phản ứng OCM được tích hợp vào trong nhiều nhà máy crackinh thông thường để tạo ra nhiều lợi ích, bao gồm tính linh hoạt của nguyên liệu, mức lựa chọn nhóm sản phẩm, và hiệu quả năng lượng.

Ví dụ về việc tích hợp được thể hiện dưới dạng sơ đồ trên Hình 19. Như được thể hiện, hệ thống lò phản ứng OCM 1702 cũng bao gồm một, hai, ba hoặc nhiều lò phản ứng OCM, như các lò phản ứng đoạn nhiệt có tầng 1704, 1706 và 1708, hoặc một, hai ba hoặc nhiều lò phản ứng đẳng nhiệt nối tiếp hoặc song song (không được thể hiện). Trái với các tích hợp nhất định bên trong các nhà máy xử lý khí, bên trong quy trình crackinh, hệ thống lò phản ứng OCM không thể dùng chung nguyên liệu với nhà máy phía dưới. Cụ thể, như nêu trên, lò phản ứng OCM sử dụng metan, và khí tự nhiên làm nguyên liệu chính của nó, ví dụ, trong dòng khí nguyên liệu 1902, trong khi nguyên liệu của thiết bị crackinh (dòng 1502) nói chung sẽ là etan ra khỏi các NGL, LPG, hoặc naphta. Tuy nhiên, bằng cách cung cấp nguồn etylen thay thế, trong khi dựa vào nhiều thao tác đơn tương tự để tạo ra nó, hệ thống lò phản ứng OCM tích hợp bên trong nhà máy crackinh tạo ra các ưu điểm đáng kể về tính linh hoạt của nguyên liệu. Cụ thể, sự biến động tiêu cực về giá nguyên liệu và/hoặc mức độ sẵn có của naphta hoặc etan ra khỏi các NGL có thể được loại bỏ một phần, gần như hoàn toàn hoặc loại bỏ hoàn toàn qua sự chuyển đổi một phần hoặc đáng kể của nhà máy từ nhà máy crackinh được cấp naphta hoặc etan thành nhà máy OCM được cấp metan. Trong một số trường hợp, nguyên liệu metan dùng cho OCM có thể đến từ metan được tạo ra từ quy trình crackinh hơi vốn thường được đốt để tạo ra năng lượng cho quy trình crackinh thu nhiệt.

Như được thể hiện, khí nguyên liệu chứa metan 1902 thường bao gồm thành phần khí oxy hóa, ví dụ, không khí hoặc không khí được làm giàu, được phân phối vào hệ thống lò phản ứng OCM 1702 và được tiếp xúc với chất xúc tác OCM chứa trong đó ở các điều kiện phản ứng OCM như được bộc lộ trong bản mô tả này. Như được thể hiện,

khí thành phẩm OCM 1726, ví dụ, bao gồm etylen, metan, etan, và nitơ, cũng như các khí khác, như CO và CO₂, được cho đi qua bộ trao đổi nhiệt và máy nén (không được thể hiện) trước khi được đi vào trong cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp 1906 (bao gồm, ví dụ, các cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp 1420a và 1420b trên Hình 14) để tách nitơ, CO và CO₂, và loại bỏ ít nhất một số trong các metan còn lại có mặt trong khí OCM. Sau đó, dòng giàu C₂+ ra khỏi cụm tách (dòng 1908), chứa etylen, etan, các hydrocacbon C₃+, cũng như metan dư bổ sung được chuyển đến các cụm xử lý tiếp theo của thiết bị crackinh mà được tích hợp nối thông, ví dụ, được nối thông qua việc nối hoặc nối thông lỏng. Cụ thể, các dòng thoát thành phẩm này ra khỏi cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp 1906 có thể được dẫn vào trong, ví dụ, hộp lạnh 1511 và cột cất lại metan 1512 để tách metan dư bất kỳ, cũng như hydro, CO và CO₂ còn lại bất kỳ. Đối với việc tích hợp này, việc loại metan trong phần cột cất lại metan của cụm ở nhiệt độ thấp kết hợp với lò phản ứng OCM, ví dụ, loại metan trong cụm vận hành ở nhiệt độ thấp 1420a, tốt hơn là có thể được làm phù hợp để đạt nồng độ metan/C₂+ mà gần bằng nồng độ mà cột cất lại metan của thiết bị crackinh, ví dụ, cột cất lại metan 1512, được tạo kết cấu để hướng đến. Do dựa vào khả năng loại metan hiện có của thiết bị crackinh, cụm tách vận hành ở nhiệt độ thấp kết hợp với lò phản ứng OCM, ví dụ, cụm vận hành ở nhiệt độ thấp 1906, được dỡ bỏ, và có thể được trang bị với công suất được giảm tương ứng, đem lại các tiết kiệm chi phí đáng kể. Trong một số trường hợp, cách tiếp cận tương tự có thể được sử dụng trong hệ thống nhà máy xử lý khí nêu trên. Cụ thể, và có dựa vào Hình 17, thao tác loại metan bổ sung có thể được đưa vào trong dòng 1726, để gần như tương đương với lượng metan có trong đầu ra OCM có lượng metan vận hành của cụm chiết hiện có của nhà máy, ví dụ, cụm 1420. Trong cả thiết bị crackinh và hệ thống xử lý khí, điều này dẫn đến việc giảm đáng kể chi phí đầu tư, do nó cho phép các thao tác có chi phí thấp hơn để tích hợp vào các thao tác tách có chi phí cao hơn hiện có.

Sau đó, các sản phẩm C₂+ có thể được đưa vào trong loạt phân đoạn của thiết bị crackinh, ví dụ, cột cất lại etan 1522, lò phản ứng axetylen 1524 và bộ chia C₂ 1526, để thu hồi etylen và tái tuần hoàn etan trở lại lò crackinh 1504.

Ngoài việc tạo ra tính linh hoạt nguyên liệu cho nhà máy crackinh, hệ thống lò phản ứng OCM tích hợp cũng có thể tạo ra tính linh hoạt ở mức chọn lọc nhóm sản

phẩm, bằng cách cho phép nói lỏng tính nghiêm ngặt của quy trình crackinh. Cụ thể, tỷ lệ giữa etylen và các sản phẩm phụ, ví dụ, propylen, v.v., trong quy trình crackinh là hàm số của tính nghiêm ngặt crackinh, mà có thể là hàm số của các điều kiện phản ứng. Vì nhu cầu cao nhất thường là đối với etylen, các thiết bị crackinh có xu hướng được vận hành để tối đa hóa việc sản xuất etylen và giảm thiểu các sản phẩm phụ, thường có tỷ lệ của etylen và propylen, ví dụ, lớn hơn 2, bằng cách sử dụng nguyên liệu naphta. Tuy nhiên, bằng cách hỗ trợ việc sản xuất etylen qua việc sử dụng hệ thống lò phản ứng OCM tích hợp, độ nghiêm ngặt của quy trình crackinh có thể được điều chỉnh, ví dụ, đến tỷ lệ giữa etylen và propylen nhỏ hơn 2, nhỏ hơn hoặc bằng 1,5, nhỏ hơn hoặc bằng 1,25, nhỏ hơn hoặc bằng 1, hoặc nhỏ hơn, bằng cách sử dụng nguyên liệu naphta, để tạo ra lượng sản phẩm phụ lớn hơn do có thể tính được một cách thận trọng về mặt kinh tế theo các điều kiện thị trường hiện có tại thời điểm đó. Việc tối ưu hóa nhóm sản phẩm có thể đặc biệt hữu ích trong việc môi trường crackinh naphta nơi mà việc sản xuất các sản phẩm phụ là có ý nghĩa hơn nhiều so với trong môi trường crackinh etan, nếu các sản phẩm phụ không quan trọng thường được tạo ra.

Trong một số trường hợp, nhà máy crackinh được hỗ trợ bằng cách sử dụng hệ thống lò phản ứng OCM tích hợp với lượng nhiều hơn khoảng 5% etylen được tạo ra trên cơ sở trọng lượng tính theo trọng lượng, nhiều hơn khoảng 10% etylen được tạo ra, trên cơ sở trọng lượng tính theo trọng lượng. Trong một số trường hợp, nhà máy crackinh được hỗ trợ bằng cách sử dụng hệ thống lò phản ứng OCM tích hợp với lượng ít nhất là khoảng 20%, ít nhất là khoảng 30%, và trong một số trường hợp lớn hơn khoảng 40% hoặc thậm chí 50%. Theo một số phương án, ít nhất là 2%, ít nhất là 5%, ít nhất là 10%, ít nhất là 20%, ít nhất là 30%, ít nhất là 40%, hoặc ít nhất là 50% etylen được tạo ra bởi nhà máy tích hợp được tạo ra trực tiếp từ phần lò phản ứng OCM.

Theo một số phương án, sự đóng góp của hệ thống OCM tích hợp, đã được tính trên cơ sở trọng lượng tính theo trọng lượng khi kể cả etylen tạo ra được từ OCM do tổng lượng etylen tạo ra được từ nguyên liệu của lò phản ứng OCM (tức là, kể cả etylen được tạo ra trực tiếp từ phản ứng OCM, cũng như etylen từ etan được crackinh mà được tạo ra bởi các lò phản ứng OCM), nằm trong khoảng từ 10% đến 50%, nằm trong khoảng

từ 20% đến 50%, nằm trong khoảng từ 30% đến 50%, hoặc nằm trong khoảng từ 40% đến 50%.

Theo một số phương án, để tạo ra mức độ linh hoạt sản phẩm hơn nữa, dòng thoát OCM tùy ý có thể được dẫn vào trong cụm oligome hóa etylen (đoạn nhiệt hoặc các lò phản ứng đẳng nhiệt được mô tả trên đây) mà được thiết kế để xuất ra dải hẹp hydrocarbon thơm, ví dụ, benzen, toluen và xylen (BTX) hoặc benzen, toluen, etylbenzen, và các xylen (BTEX), đối với phần của dòng ra OCM. Cùng với mức độ linh hoạt vận hành nêu trên, kết cấu này đặc biệt có thể cung cấp khả năng để thay đổi tính nghiêm ngặt của các cụm crackinh kết hợp với cụm OCM và cụm oligome hóa etylen theo lựa chọn để sản xuất ra hỗn hợp mong muốn chứa etylen, propylen, các olefin C4 và C5, và tạo ra tính linh hoạt bổ sung theo mức độ lựa chọn nhóm sản phẩm của hệ thống tổng thể để tạo ra lượng lớn hơn các hợp chất thơm có giá trị cao.

Tích hợp năng lượng

Nhiệt năng, điện năng, công cơ học, hoặc dạng năng lượng khác bất kỳ có thể được truyền giữa các quy trình được bộc lộ trong bản mô tả này (ví dụ, OCM, ODH) và hydrocarbon hoặc các quy trình khác (ví dụ, các quy trình không OCM như các nhà máy tinh chế, các nhà máy xử lý khí tự nhiên, các thiết bị crackinh). Năng lượng có thể được chuyển sang quy trình OCM hoặc từ quy trình OCM tại điểm thích hợp bất kỳ và theo cách thích hợp bất kỳ (ví dụ, bằng cách sử dụng bộ trao đổi nhiệt).

Ngoài việc tích hợp các nguyên liệu của lò phản ứng OCM và các sản phẩm vào các nhà máy xử lý hydrocarbon thông thường, ví dụ, các nhà máy xử lý khí tự nhiên, các nhà máy tinh chế, các thiết bị crackinh, v.v., hoặc các cụm hoặc các hệ thống thành phần của chúng, sáng chế còn đề xuất việc tích hợp năng lượng của quy trình OCM vào trong các hệ thống hiện có. Cụ thể, bằng cách khai thác nhiệt năng được tạo ra trong phản ứng OCM tỏa nhiệt cao, các hệ thống nhiệt của nhà máy hiện có có thể được tăng, ví dụ, các thiết bị làm nóng và các nồi hơi, nhằm làm giảm hiệu quả năng lượng tổng thể mà là cần thiết để được sinh ra một cách riêng rẽ để kiểm soát các cụm xử lý khác trong nhà máy này.

Như nêu trên, trong một số trường hợp, OCM là phản ứng tỏa nhiệt cao mà vận hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°C đến 950°C, tùy theo hệ thống và quy trình lò phản ứng được sử dụng, và trong trường hợp bất kỳ ở nhiệt độ nạp nguyên liệu vào lò phản ứng nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C. Do đó, sự bắt đầu của phản ứng OCM có xu hướng cần nạp nhiệt năng ban đầu để nâng cao nhiệt độ của các chất phản ứng và các chất xúc tác đến nhiệt độ bắt đầu phản ứng thích hợp, hoặc nhiệt độ “tắt”. Ngay khi bắt đầu, bản chất tỏa nhiệt của phản ứng thường tạo ra đủ nhiệt năng để duy trì phản ứng. Ngoài ra, do quy trình xúc tác OCM có xu hướng tạo ra nhiệt năng, quy trình này trở nên cần thiết để loại bỏ nhiệt năng từ một hoặc nhiều hệ thống lò phản ứng và/hoặc các dòng khí thành phẩm, để quản lý một cách có hiệu quả phản ứng xúc tác và các bước xử lý tiếp theo. Trong một số trường hợp, sự dư nhiệt năng có thể được dùng làm một hoặc cả hai nguồn năng lượng và nguồn nhiệt cho các thao tác vận hành nhà máy khác. Trong một số kết cấu, nhiệt độ phản ứng tổng thể có thể dao động từ nhiệt độ tắt nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C, nhiệt độ đầu ra lò phản ứng lớn nhất lên đến 950°C, tùy thuộc vào việc liệu hệ thống lò phản ứng có được vận hành theo cấu hình đẳng nhiệt hoặc đoạn nhiệt không.

Trong một số trường hợp, và dựa vào, ví dụ, nhà máy phân đoạn khí tự nhiên, nhiệt năng sinh ra được do phản ứng OCM có thể được lấy ra khỏi các dòng khí thành phẩm OCM, hoặc trong trường hợp các hệ thống lò phản ứng đẳng nhiệt, môi trường trao đổi nhiệt khác, để làm nóng các thành phần khác của cụm phân đoạn, ví dụ, cột cất lại etan, v.v.. Nói cách khác, thay vì tạo nhiệt năng riêng biệt để dẫn động các bước xử lý trong nhà máy xử lý, hệ thống lò phản ứng OCM tạo ra một phần hoặc toàn bộ nhiệt năng này. Hệ thống này còn tạo ra giá trị gia tăng từ hệ thống lò phản ứng OCM, ngoài việc tạo ra các sản phẩm hydrocarbon có giá trị cao.

Ví dụ, dựa vào quy trình được thể hiện trên Hình 20, các dòng khí thành phẩm OCM, ví dụ, các dòng sản phẩm trung gian OCM 1722 và/hoặc 1724, và/hoặc dòng sản phẩm OCM cuối cùng 1726, có thể được cho đi qua một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt, ví dụ, các bộ trao đổi nhiệt 2002 và 2004, để làm giảm nhiệt độ của khí thành phẩm OCM đến nhiệt độ thích hợp để lần lượt đưa vào các lò phản ứng tiếp theo 1706 và 1708. Tương tự, dòng khí thành phẩm OCM 1726 có thể được cho đi qua bộ trao đổi nhiệt

2006, để làm giảm nhiệt độ của dòng đó đến mức độ thích hợp đối với các bước xử lý tiếp theo. Hơi, nước hoặc môi trường trao đổi nhiệt bất kỳ khác được cho đi qua các bộ trao đổi nhiệt 2002, 2004 và/hoặc 2006 được dẫn qua một hoặc nhiều cột cất lại etan 1428, cột cất lại propan 1434 và/hoặc cột cất lại butan 1440, để tạo ra nhiệt năng dùng trong việc làm bay hơi các thành phần trong quy trình phân đoạn. Nhiệt năng này có thể được sử dụng riêng hoặc để hỗ trợ công suất nổi hơi hiện có của nhà máy xử lý, và giảm năng lượng cần thiết đối với công suất nổi hơi đó.

Ngoài ra, nhiệt năng lấy ra được khỏi hệ thống lò phản ứng OCM hoặc các dòng sản phẩm còn có thể được sử dụng để làm nóng các dòng xử lý khác trong nhà máy. Ví dụ, ngoài việc được sử dụng nhằm làm nóng dòng nguyên liệu của hệ thống lò phản ứng OCM đến nhiệt độ xúc tác thích hợp, nhiệt năng ra khỏi các dòng sản phẩm OCM hoặc các hệ thống lò phản ứng có thể được sử dụng để làm nóng các dòng NGL đã ngưng tiếp theo bước chiết ở nhiệt độ chiết thấp của các NGL này từ dòng khí tự nhiên hoặc đầu ra khí của lò phản ứng OCM. Hệ thống này được thể hiện dưới dạng sơ đồ trên Hình 20.

Trong một số trường hợp, khi sử dụng việc truyền nhiệt giữa dòng NGL được làm mát ra khỏi bộ chiết ở nhiệt độ thấp, dòng NGL đồng thời được làm nóng, trong khi làm mát môi trường trao đổi nhiệt mà được dùng để làm mát các dòng sản phẩm OCM.

Theo cách khác, hoặc ngoài ra, nhiệt năng lấy ra được khỏi hệ thống OCM có thể được chuyển hóa thành điện năng. Ví dụ, các khí thành phẩm, hoặc trong trường hợp các lò phản ứng đẳng nhiệt, môi trường trao đổi nhiệt mà được mang nhiệt ra khỏi lò phản ứng này, có thể được cho đi qua bộ trao đổi nhiệt để tạo ra hơi mà được sử dụng để dẫn động tuabin của máy phát điện. Sau đó, điện năng thu được có thể được sử dụng để tăng công suất dùng cho các hệ thống vận hành bổ sung của nhà máy, như hệ thống chiếu sáng, các hệ thống văn phòng, các bơm, và các hệ thống kiểm soát khác. Trong các trường hợp này, hệ thống phát điện cấu thành cụm xử lý, để tích hợp năng lượng của các lò phản ứng OCM vào trong nhà máy xử lý này. Cụ thể, nhiệt năng ra khỏi hệ thống lò phản ứng OCM được chuyển đến máy phát điện để tạo ra điện từ hơi, lần lượt, năng lượng điện được chuyển đến một hoặc nhiều cụm xử lý khác bên trong nhà máy, hoặc đến các thao tác vận hành khác bên trong nhà máy, thậm chí ngược trở lại lưới điện.

Như nêu trên liên quan đến việc tích hợp nguyên liệu và sản phẩm của các hệ thống lò phản ứng OCM trong nhà máy hoặc hệ thống xử lý khí, các hệ thống lò phản ứng OCM có thể có tích hợp đa điểm vào trong hệ thống xử lý khí về nguyên liệu, sản phẩm, nhiệt năng và điện năng, và có thể, trong một số trường hợp được kết hợp như hầu hết hoặc toàn bộ các khía cạnh nêu trên. Ví dụ, nguyên liệu nạp vào lò phản ứng OCM có thể có nguồn gốc từ dòng thoát của cụm chiết, trong khi sản phẩm của hệ thống lò phản ứng OCM có thể được cấp cho cụm chiết của nhà máy tổng thể. Nhiệt năng thu được từ hệ thống lò phản ứng OCM tỏa nhiệt có thể đồng thời được sử dụng để tăng công suất nồi hơi dùng để vận hành các hệ thống phân đoạn và hoặc làm nóng các khí nguyên liệu dùng trong hệ thống lò phản ứng OCM. Hơn nữa, hơi dư thừa sinh ra từ hệ thống lò phản ứng OCM tỏa nhiệt có thể đồng thời được dùng để phát điện bằng cách sử dụng hệ thống máy phát điện từ hơi thông thường. Tổ hợp bất kỳ có sự tích hợp đa điểm có thể được thực hiện.

Như với các nhà máy xử lý NGL nêu trên, việc chuyển hóa năng lượng và tái sử dụng cũng có thể được áp dụng cho các nhà máy crackinh nhằm mục đích tạo hơi có “chủ ý”, ví dụ, để dẫn động các tuabin, các nồi hơi, các máy nén, v.v.. Cụ thể, nhiệt đã được tạo ra bởi các hệ thống lò phản ứng OCM có thể được sử dụng để trợ giúp hoặc thay thế các nồi hơi thường được dùng trong các thao tác crackinh. Tương tự, các dòng đã nguội hoặc môi trường trao đổi nhiệt, có thể được tuần hoàn qua các bộ trao đổi nhiệt trong lò phản ứng hệ thống OCM, để làm nguội các dòng thoát ra khỏi hệ thống này. Ngoài ra, nhiệt năng có thể lại được chuyển hóa thành điện năng, như nêu trên.

Trong một số trường hợp, các hệ thống tích hợp có thể được dùng để tạo ra và gom cacbon đioxit để dùng trong các quy trình khí tự nhiên còn lại khác. Cụ thể, toàn bộ cacbon đioxit đã được tái chế trong ngành công nghiệp dầu và khí, ví dụ, trong các quy trình tận thu dầu mỏ (Enhanced Oil Recovery - “EOR”). Trong các quy trình EOR, CO₂ được phun vào các vỉa dầu để thay thế dầu từ đá xốp, cũng như giảm độ nhớt.

Carbon đioxit (CO₂) được tạo ra dưới dạng sản phẩm phụ trong phản ứng OCM có thể được tách trong quy trình chiết. Tuy nhiên, thay vì loại bỏ, CO₂ có thể được gom để sử dụng. CO₂ gom được có thể được lưu trữ tại chỗ ở nhà máy hoặc nó có thể được vận

chuyển đến địa điểm mà nó sẽ được sử dụng, như mỏ dầu. Việc vận chuyển này có thể được thực hiện bằng xe tải, tàu hỏa hoặc vận chuyển đường ống, tùy theo lượng CO₂ cần vận chuyển. Ngoài việc sử dụng sản phẩm “phế thải” từ hệ thống tổng thể nhằm mục đích có ích, việc sử dụng CO₂ theo cách có lợi cũng có thể đem lại cho bên vận hành nhà máy khí các cơ sở về cacbon để bán hoặc giao dịch với các bên tạo ra hiệu ứng nhà kính khác. Các cơ sở này có thể mang lại giá trị bổ sung để tạo điều kiện thuận lợi cho bên vận hành từ các hệ thống tích hợp OCM được bộc lộ trong bản mô tả này.

Bằng cách sử dụng metan chưa phản ứng làm nhiên liệu trong quy trình xử lý các hydrocacbon

Nói chung, các phản ứng OCM không được thực hiện với sự chuyển hóa hoàn toàn (ví dụ, không phải toàn bộ metan mà đi vào lò phản ứng OCM được chuyển hóa thành các hydrocacbon C₂+). Metan chưa phản ứng có thể được tái tuần hoàn trở lại lò phản ứng OCM trong một số trường hợp (ví dụ, tiếp theo bước tách). Ứng dụng khác của metan chưa phản ứng đã được bộc lộ trong bản mô tả này là đốt metan trong quy trình xử lý hydrocacbon (tức là để tạo ra năng lượng).

Theo một khía cạnh, phương pháp tích hợp quy trình ghép đôi oxy hóa metan (OCM) với quy trình xử lý hydrocacbon bao gồm bước cấp dòng sản phẩm OCM chứa các hydrocacbon C₂+ và metan chưa phản ứng, thực hiện việc tách mà tạo ra dòng thứ nhất giàu metan và tạo ra dòng thứ hai giàu hydrocacbon C₂+, và đốt dòng thứ nhất để tạo ra năng lượng dùng cho quy trình xử lý hydrocacbon. Quy trình xử lý hydrocacbon có thể không giới hạn ở quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng (NGL) hoặc quy trình crackinh khí tự nhiên.

Từ phần mô tả trên đây, cần phải hiểu rằng trong khi các hệ thống cụ thể đã được minh họa và mô tả, các cải biến khác nhau có thể được tạo ra từ và được xem là nằm trong bản mô tả này. Sáng chế cũng không chỉ giới hạn ở các ví dụ cụ thể được bộc lộ trong phạm vi bản mô tả này. Trong khi sáng chế đã được bộc lộ có dựa vào bản mô tả nêu trên, phần mô tả và minh họa các các phương án thực hiện ưu tiên không được hiểu là được thực hiện mang mục đích giới hạn. Hơn thế nữa, cần phải hiểu rằng tất cả các khía cạnh theo sáng chế không chỉ giới hạn ở các cấu hình, các minh họa cụ thể hoặc

các tỷ lệ tương đối được nêu trong bản mô tả này mà nó phụ thuộc vào nhiều loại điều kiện và các biến thể. Các cải biến khác nhau về dạng thức và chi tiết của các phương án của sáng chế là hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực liên quan. Do đó, sáng chế được xem là còn bao gồm tất cả các thay đổi, biến thể và phương án tương đương. Các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo được xem là xác định phạm vi của sáng chế và các phương pháp và các cấu trúc nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ này và các phương án tương đương của chúng cũng nằm trong phạm vi này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp ghép đôi oxy hóa metan để tạo ra các hợp chất hydrocacbon chứa ít nhất hai nguyên tử cacbon (các hợp chất C_{2+}), phương pháp này bao gồm các bước:

(a) hướng dòng nguyên liệu chứa metan từ quy trình xử lý hydrocacbon vào trong lò phản ứng ghép đôi oxy hóa metan (Oxidative Coupling of Methane - OCM) ở nhiệt độ cửa nạp nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C , trong đó lò OCM được vận hành ở các điều kiện đoạn nhiệt mà không có hệ thống kiểm soát nhiệt tích hợp dùng để duy trì rất ít hoặc không có gradien nhiệt độ qua lò phản ứng OCM, trong đó lò phản ứng OCM được tạo kết cấu để thực hiện một hoặc nhiều phản ứng OCM để tạo ra dòng ra của lò phản ứng chứa các hợp chất C_{2+} từ metan nêu trên, trong đó quy trình xử lý hydrocacbon nêu trên là quy trình không OCM, trong đó trong một hoặc nhiều phản ứng OCM, lò phản ứng OCM có profin nhiệt độ dương đi qua lò phản ứng OCM, trong đó profin nhiệt độ dương bao gồm nhiệt độ thứ nhất của dòng nguyên liệu và nhiệt độ thứ hai của dòng ra của lò phản ứng, và trong đó nhiệt độ thứ hai lớn hơn nhiệt độ thứ nhất;

(b) thực hiện một hoặc nhiều phản ứng OCM trong lò phản ứng OCM bằng cách sử dụng metan để tạo ra dòng ra của lò phản ứng chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} ;

(c) tách dòng ra của lò phản ứng này thành ít nhất là dòng thứ nhất và dòng thứ hai, trong đó dòng thứ nhất có nồng độ C_{2+} thấp hơn so với dòng thứ hai, và trong đó dòng thứ hai có nồng độ C_{2+} cao hơn so với dòng sản phẩm OCM; và

(d) hướng dòng thứ hai vào quy trình xử lý hydrocacbon nêu trên.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó quy trình xử lý hydrocacbon là quy trình lọc dầu, quy trình hóa lỏng khí tự nhiên hoặc quy trình crackinh.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một phần dòng thứ nhất nêu trên được hướng vào trong lò phản ứng OCM.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai thấp hơn khoảng 90%.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó dòng thứ nhất này có nồng độ của các hợp chất C_{2+} thấp hơn khoảng 50%.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dòng ra của lò phản ứng được tách trong nhiều nhất ba thiết bị tách.
7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó dòng ra của lò phản ứng được tách trong nhiều nhất hai thiết bị tách.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tách được trợ giúp bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tách được trợ giúp bằng cách tách ở nhiệt độ cực thấp.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dòng thứ nhất và dòng thứ hai được hướng vào quy trình xử lý hydrocacbon.
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong dòng thứ hai là khoảng 20% nồng độ của các hợp chất C_{2+} trong một phần của quy trình xử lý hydrocacbon mà dòng thứ hai được hướng vào trong đó.
12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dòng ra của lò phản ứng còn chứa các tạp chất không C_{2+} .
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó tạp chất không C_{2+} chứa một hoặc nhiều trong số nitơ (N_2), nước (H_2O), argon (Ar), cacbon monoxit (CO), cacbon đioxit (CO_2) và metan (CH_4).
14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó dòng thứ hai nêu trên có nồng độ tạp chất không C_{2+} thấp hơn so với dòng thứ nhất.
15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} là các hydrocacbon có hai đến năm nguyên tử cacbon.
16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hợp chất C_{2+} chứa etylen.
17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tốc độ dòng chất theo khối lượng của dòng thứ hai thấp hơn khoảng 30% tốc độ dòng chất theo khối lượng của một phần của quy trình xử lý hydrocacbon mà dòng thứ hai được hướng vào đó.
18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tách được trợ giúp nhờ hệ thống chiết dầu gầy.
19. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tách bao gồm các bước:

(i) đưa dòng ra của lò phản ứng chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} và các tạp chất không C_{2+} vào trong bình ở áp suất thứ nhất, trong đó bình này chứa môi trường hấp phụ, trong đó khi đưa dòng ra của lò phản ứng vào trong bình, dòng này được cho tiếp xúc với môi trường hấp phụ;

(ii) thay đổi áp suất trong bình đến áp suất thứ hai để giải phóng (i) ít nhất một phân nhóm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} hoặc (ii) các tạp chất không C_{2+} ra khỏi môi trường hấp phụ, nhờ đó tách ít nhất một phân nhóm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} ra khỏi các tạp chất không C_{2+} ; và

(iii) thu hồi ít nhất một phân nhóm chứa một hoặc nhiều hợp chất C_{2+} đã nêu trong dòng thứ hai.

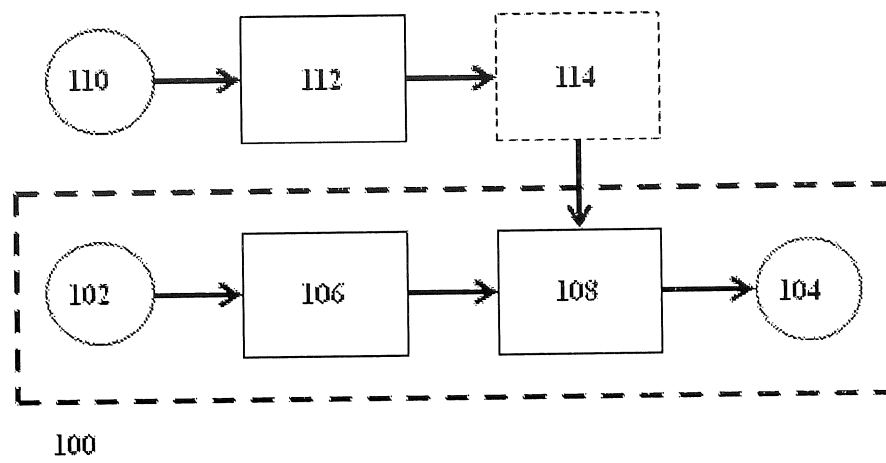
20. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tách được trợ giúp bởi một hoặc nhiều thiết bị khử etan, thiết bị khử propan và thiết bị khử butan.

21. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lò phản ứng OCM có áp suất thấp hơn 150psig (1034,21kPa), và trong đó một hoặc nhiều phản ứng OCM có tỷ lệ chuyển hóa metan ít nhất là 10% trong một quy trình xử lý và độ chọn lọc C_{2+} ít nhất là 50%.

22. Phương pháp theo điểm 16, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước, sau bước (b) và trước bước (c), chuyển dòng ra của lò phản ứng đến hệ thống oligome hóa để tạo ra một hoặc nhiều hợp chất hydrocacbon cao hơn từ các hợp chất C_{2+} trong dòng ra của lò phản ứng.

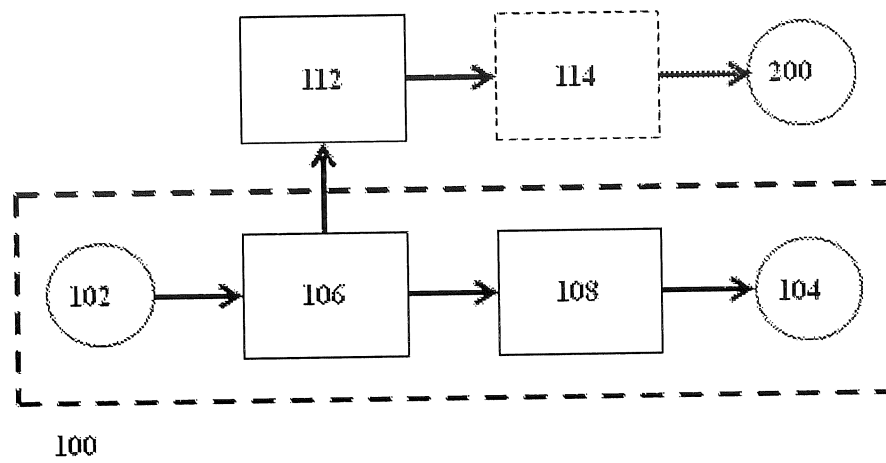
23. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tách được thực hiện bằng cách sử dụng ít nhất một phần của năng lượng nhiệt sinh ra từ một hoặc nhiều phản ứng OCM.

1/20

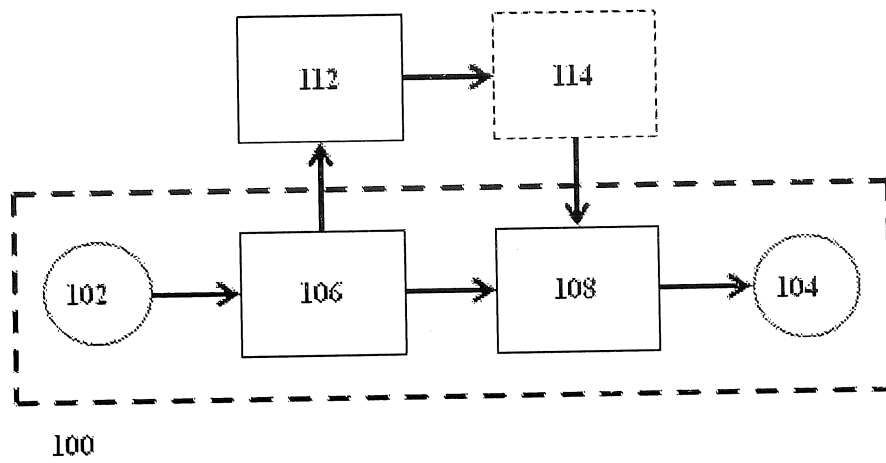


Hình 1

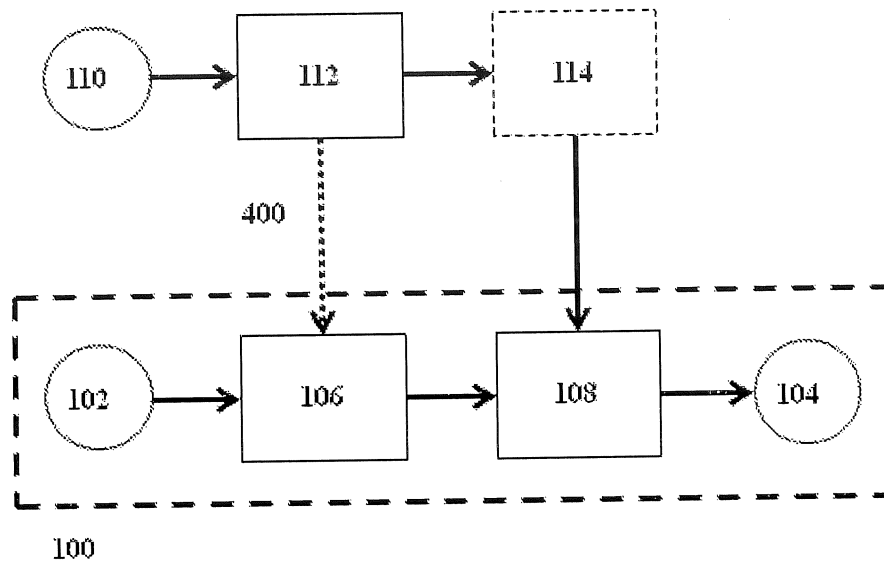
2/20



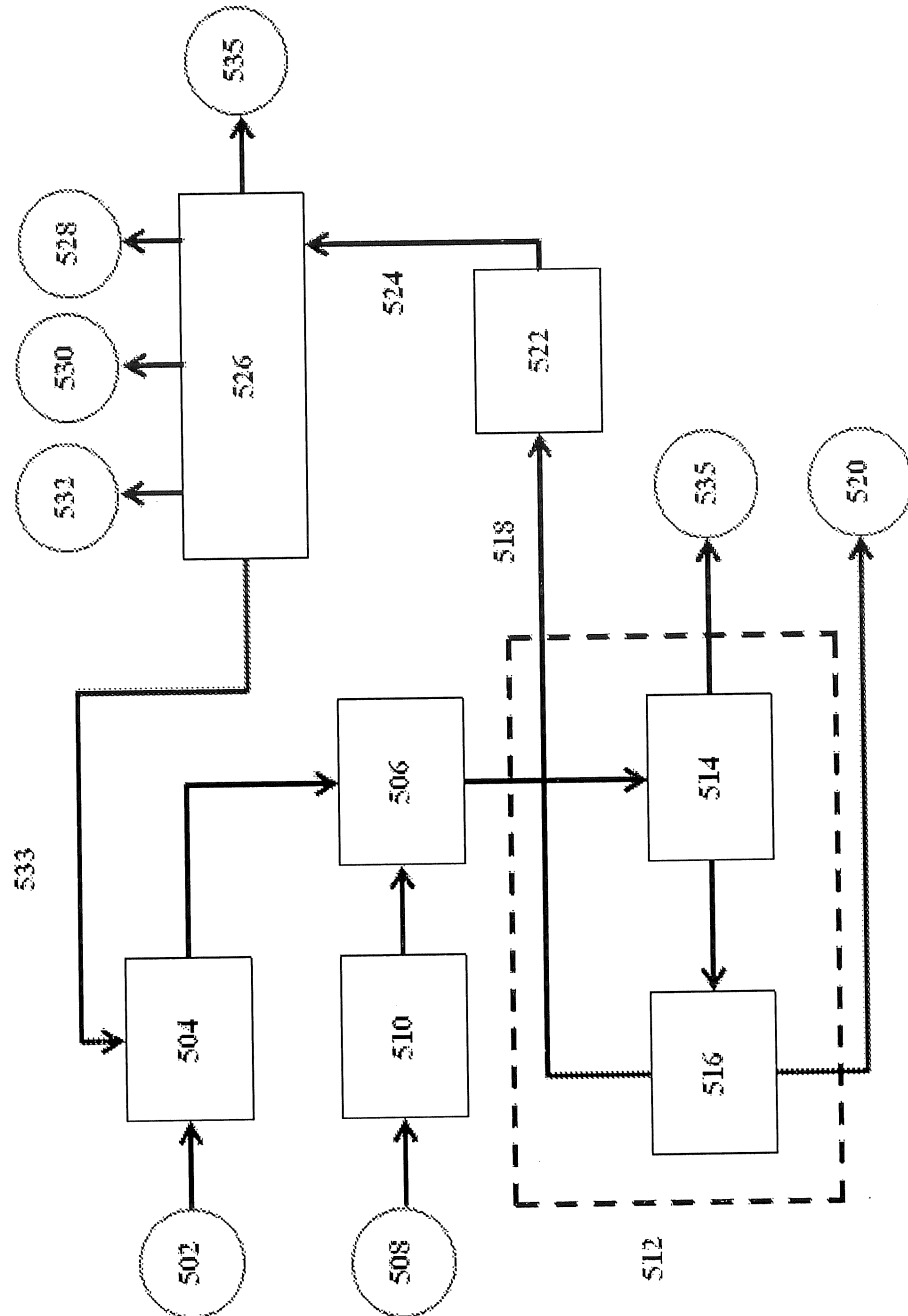
Hình 2



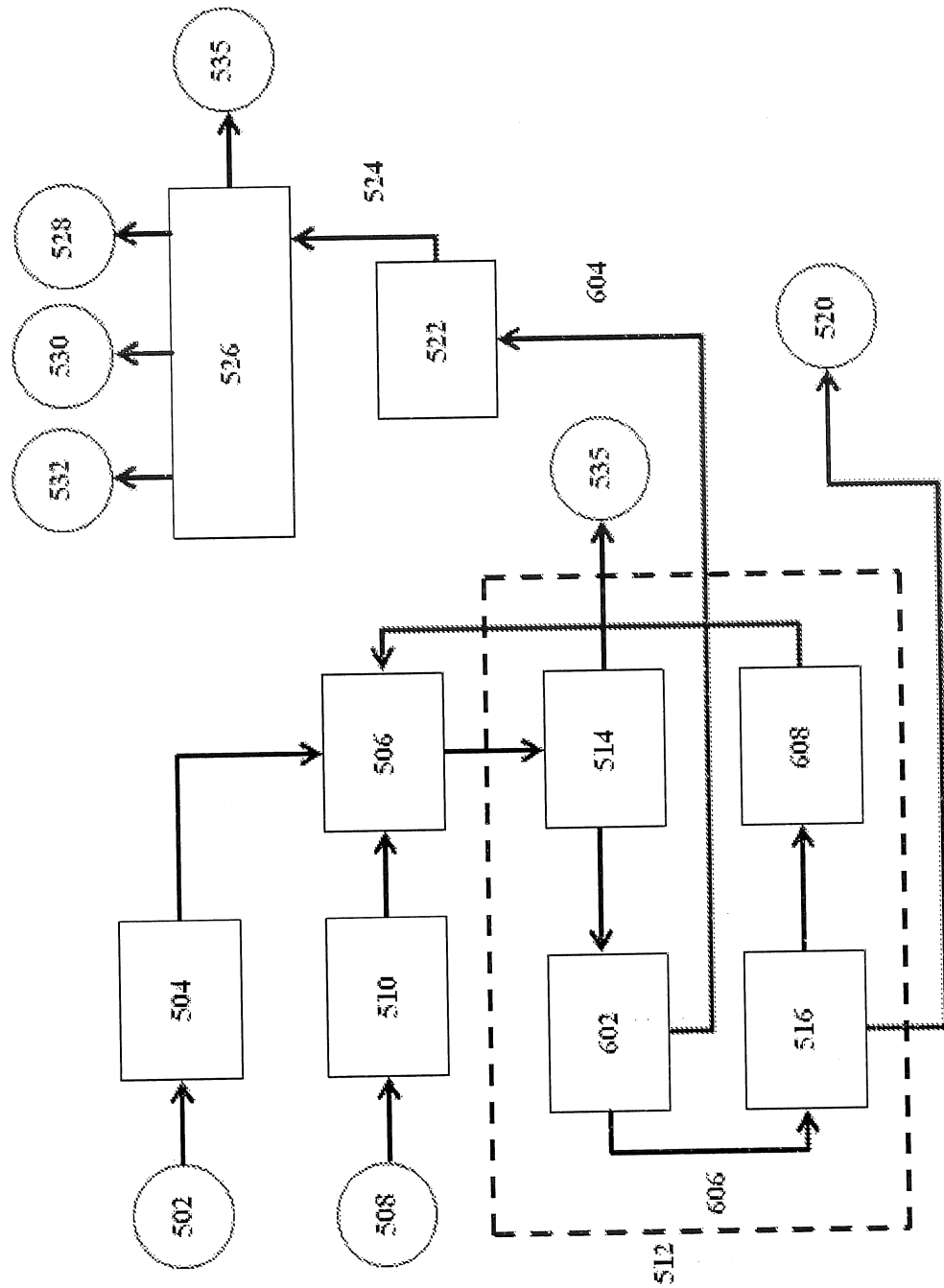
Hình 3



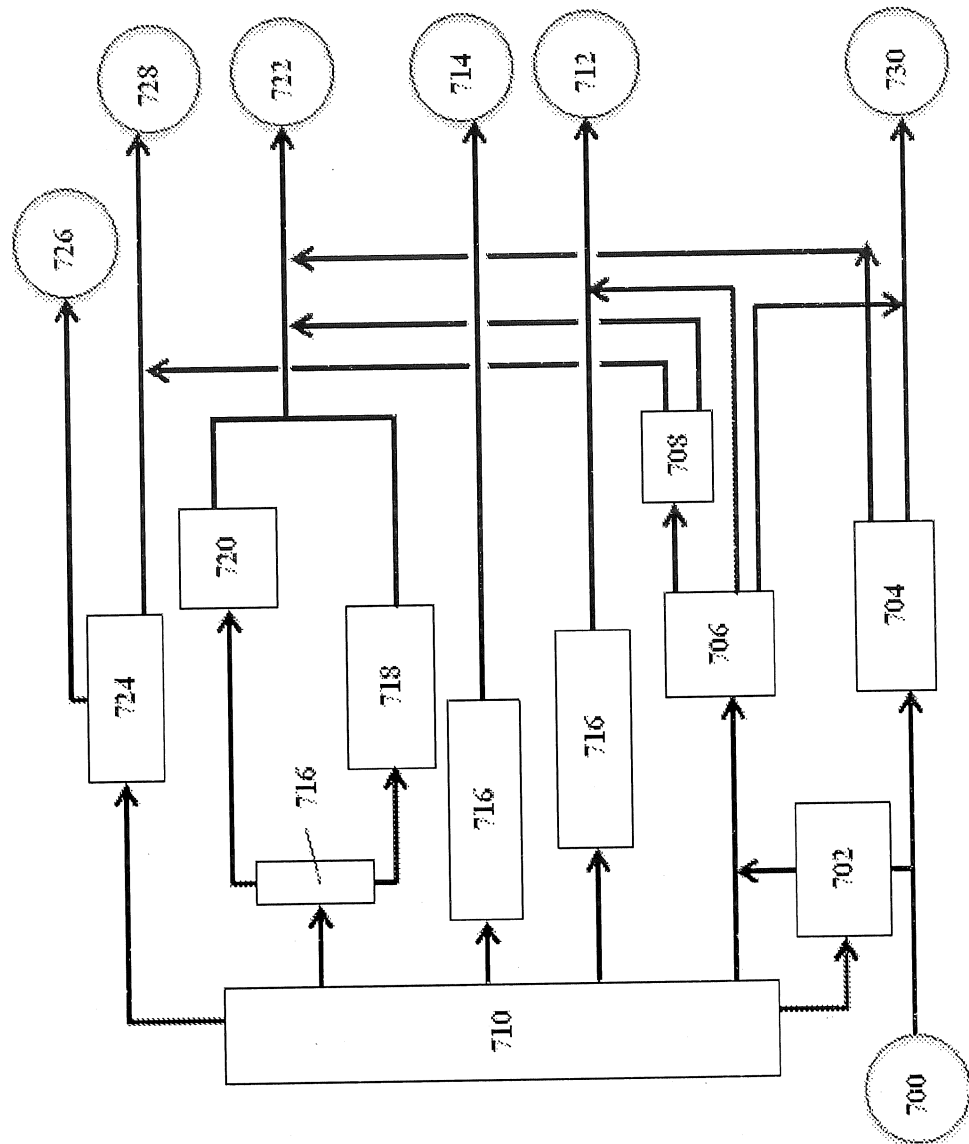
Hình 4



Hình 5

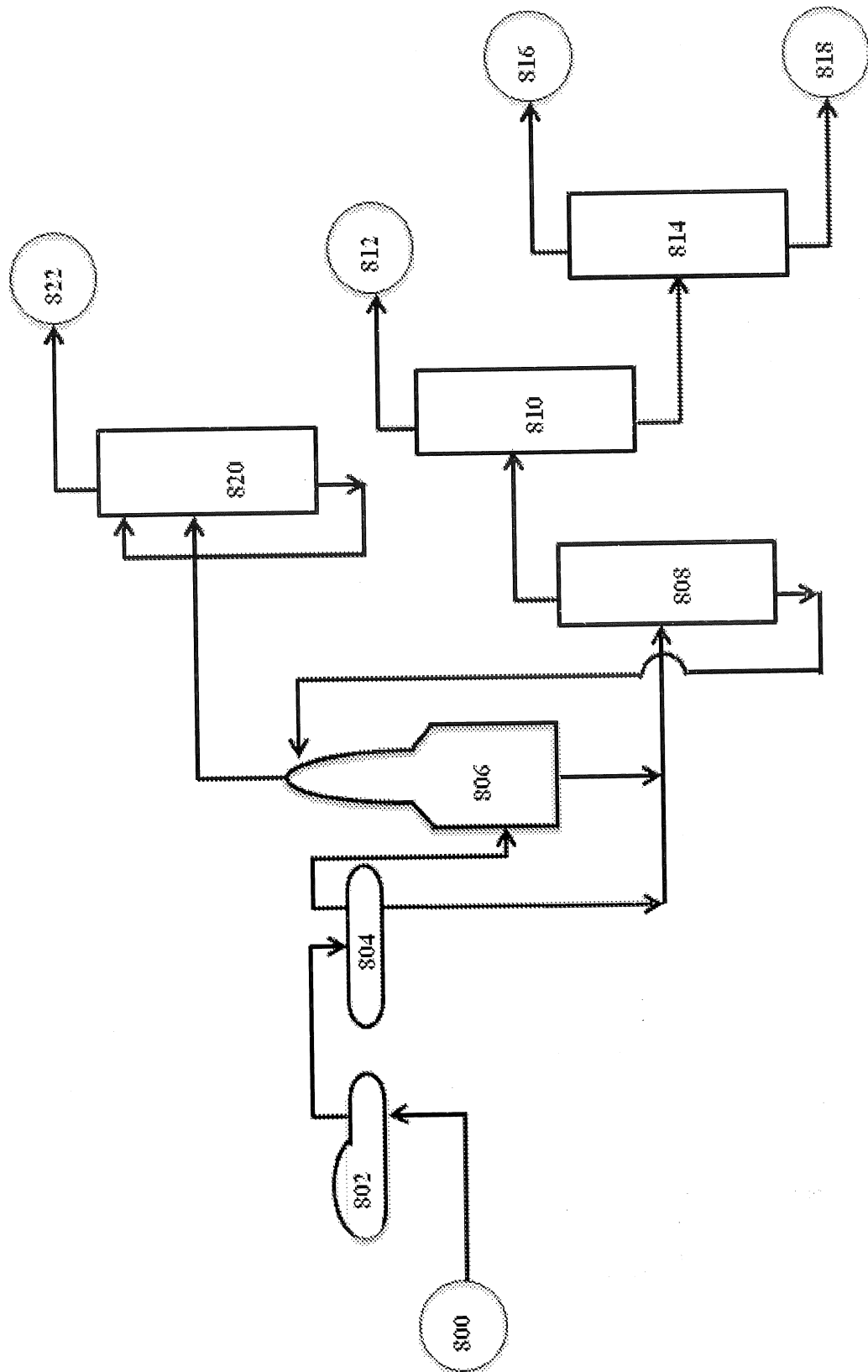


Hình 6



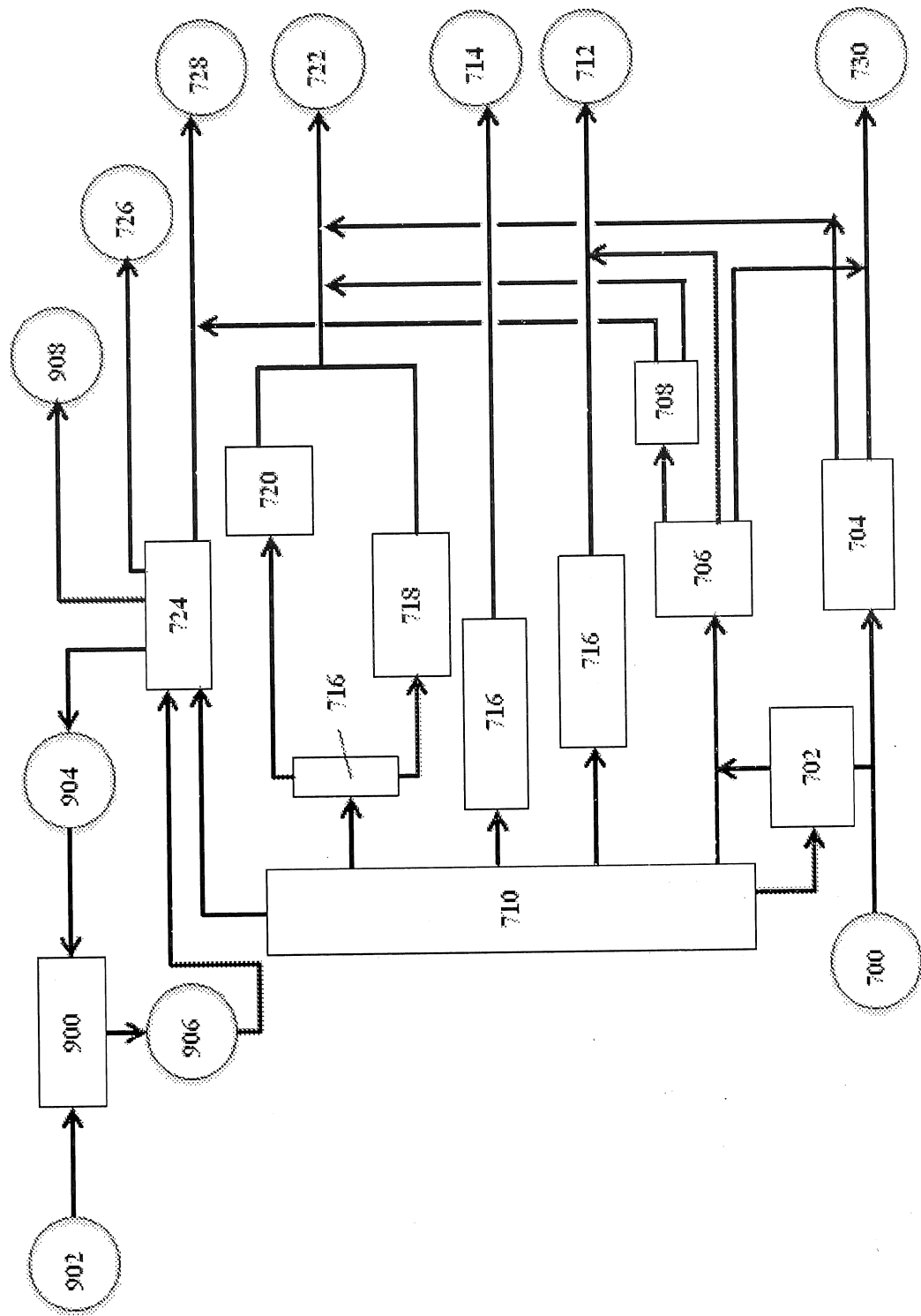
Hình 7

8/20

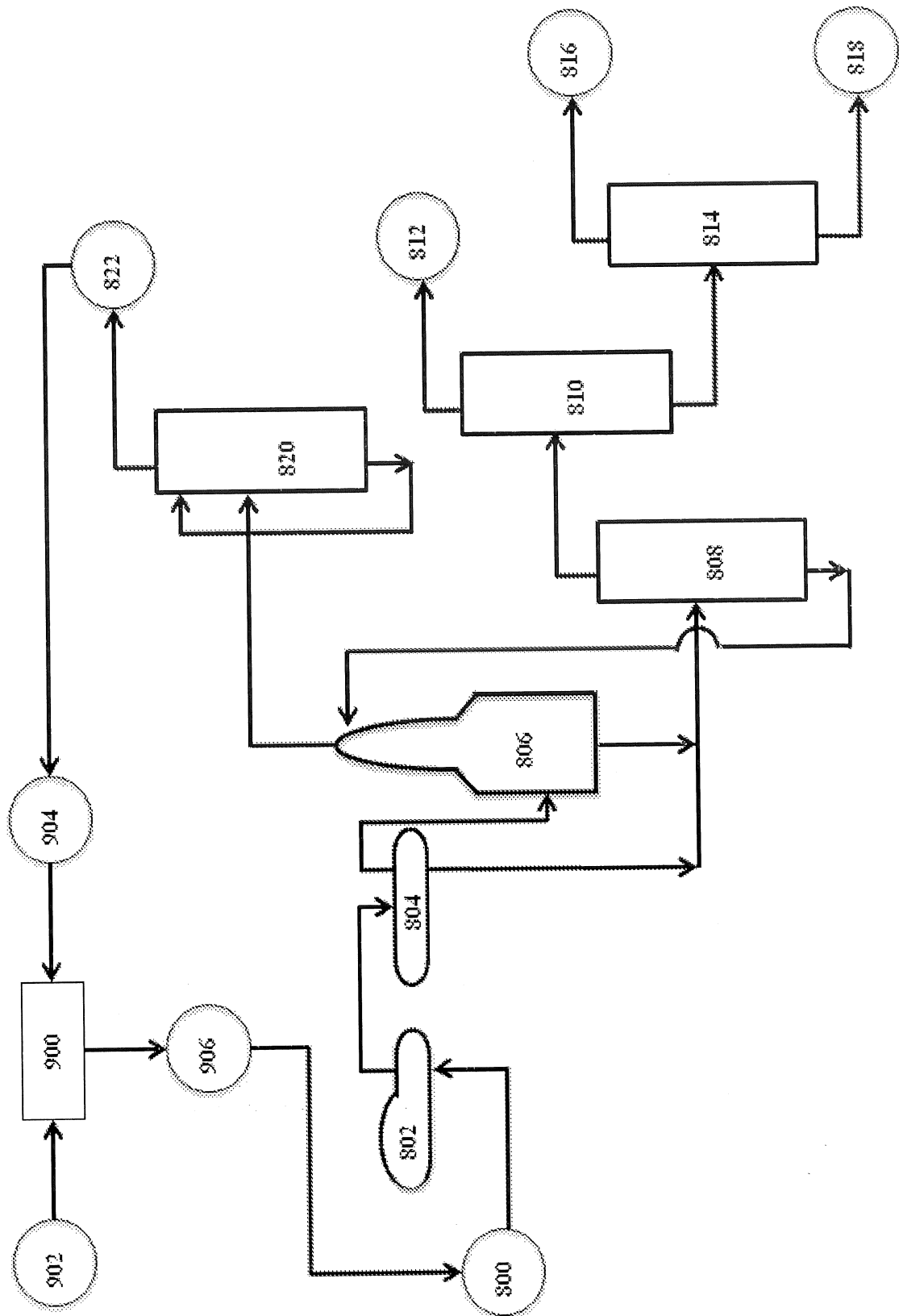


Hình 8

9/20

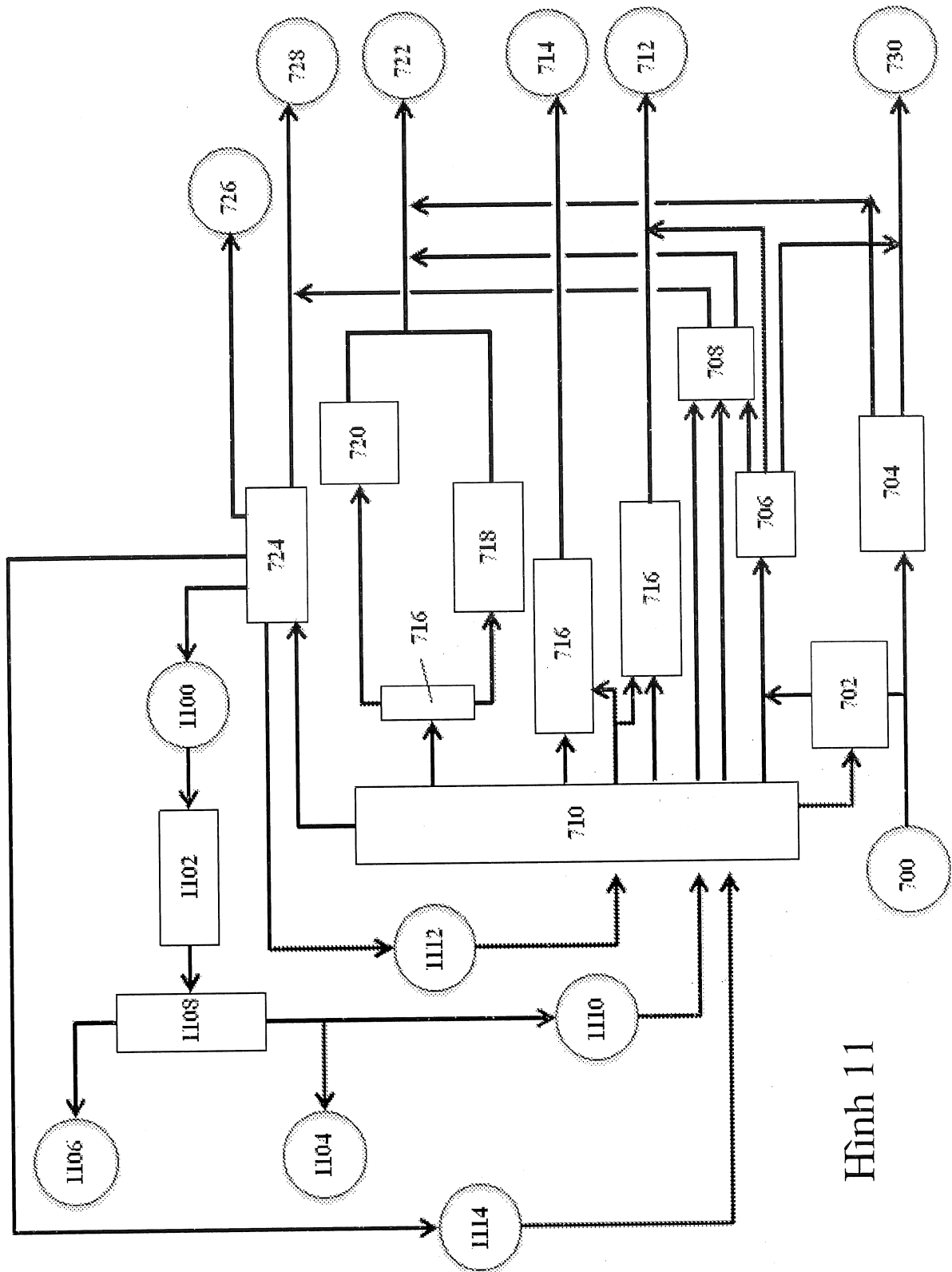


Hình 9



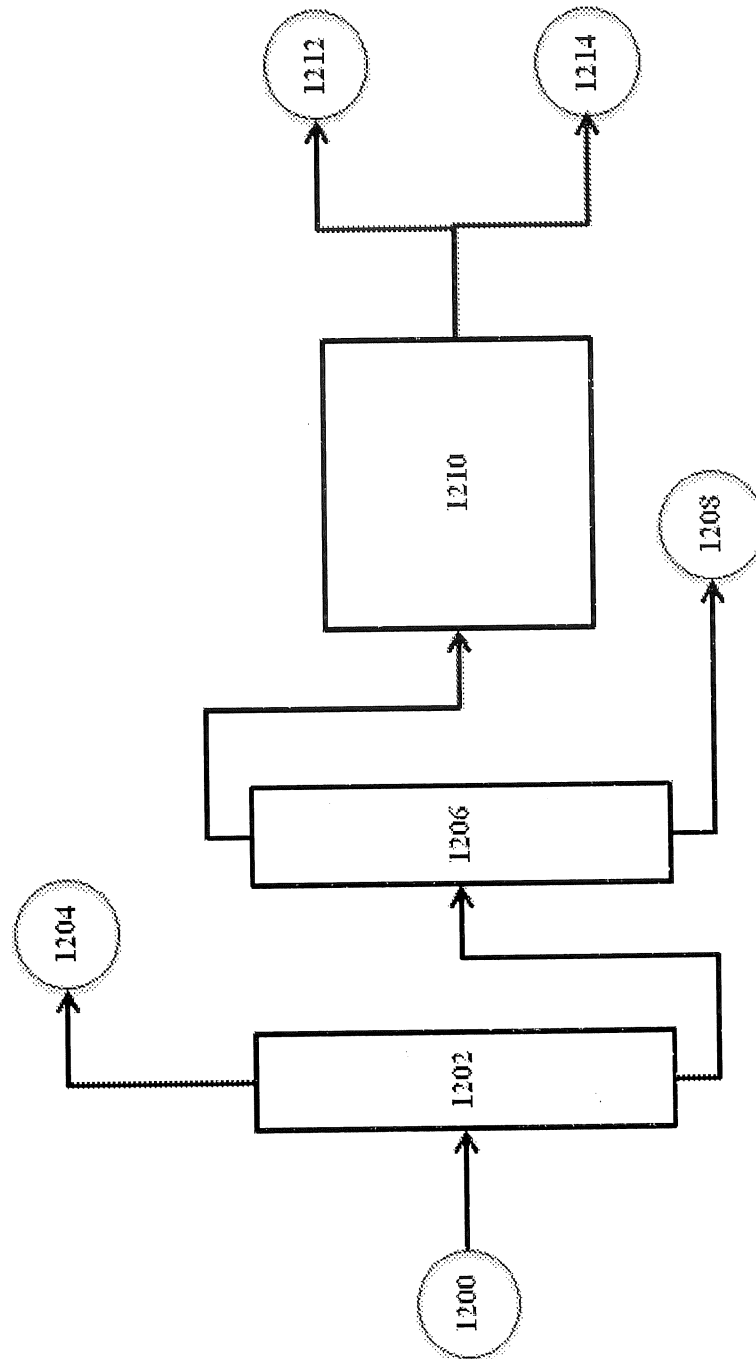
Hình 10

11/20

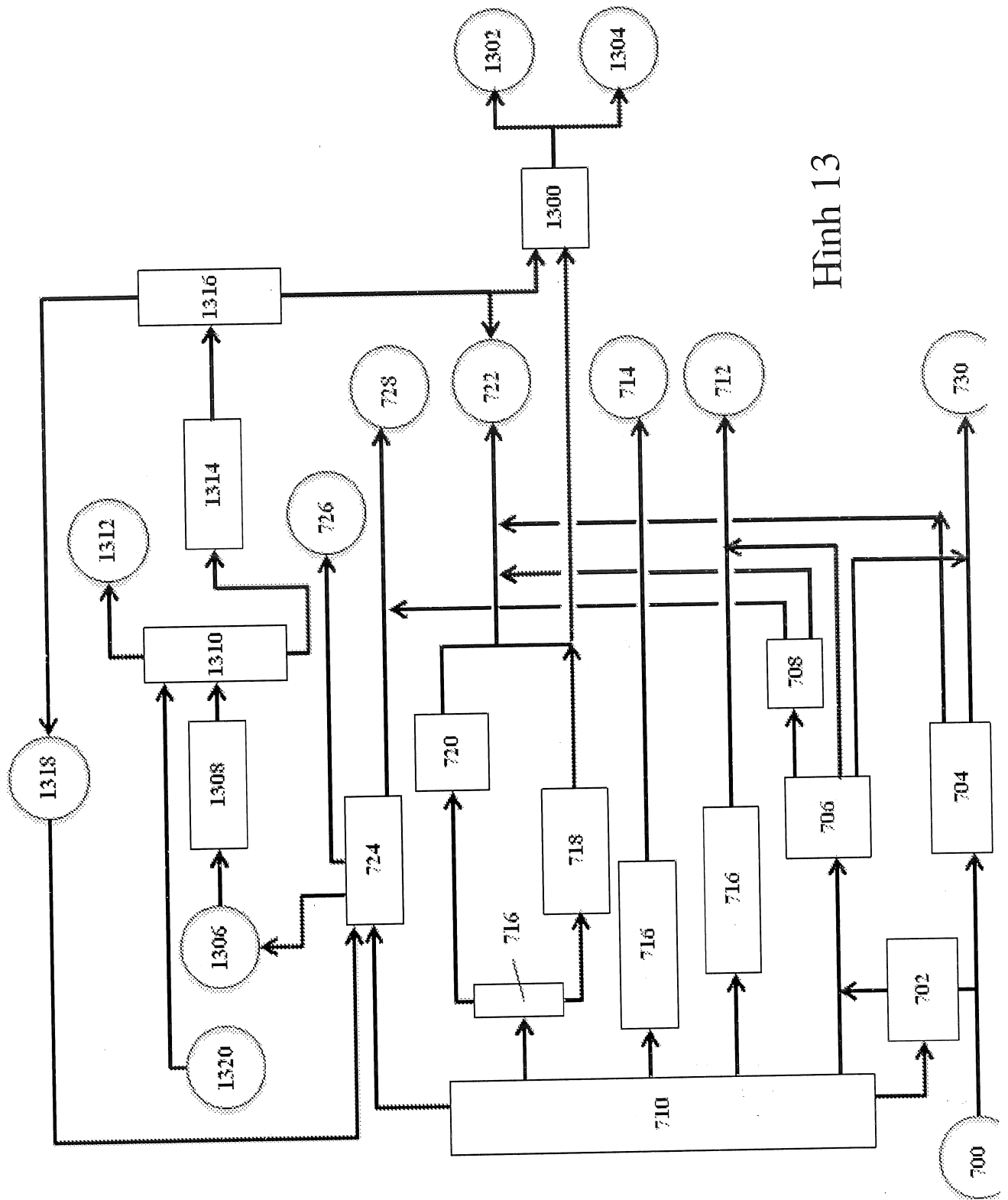


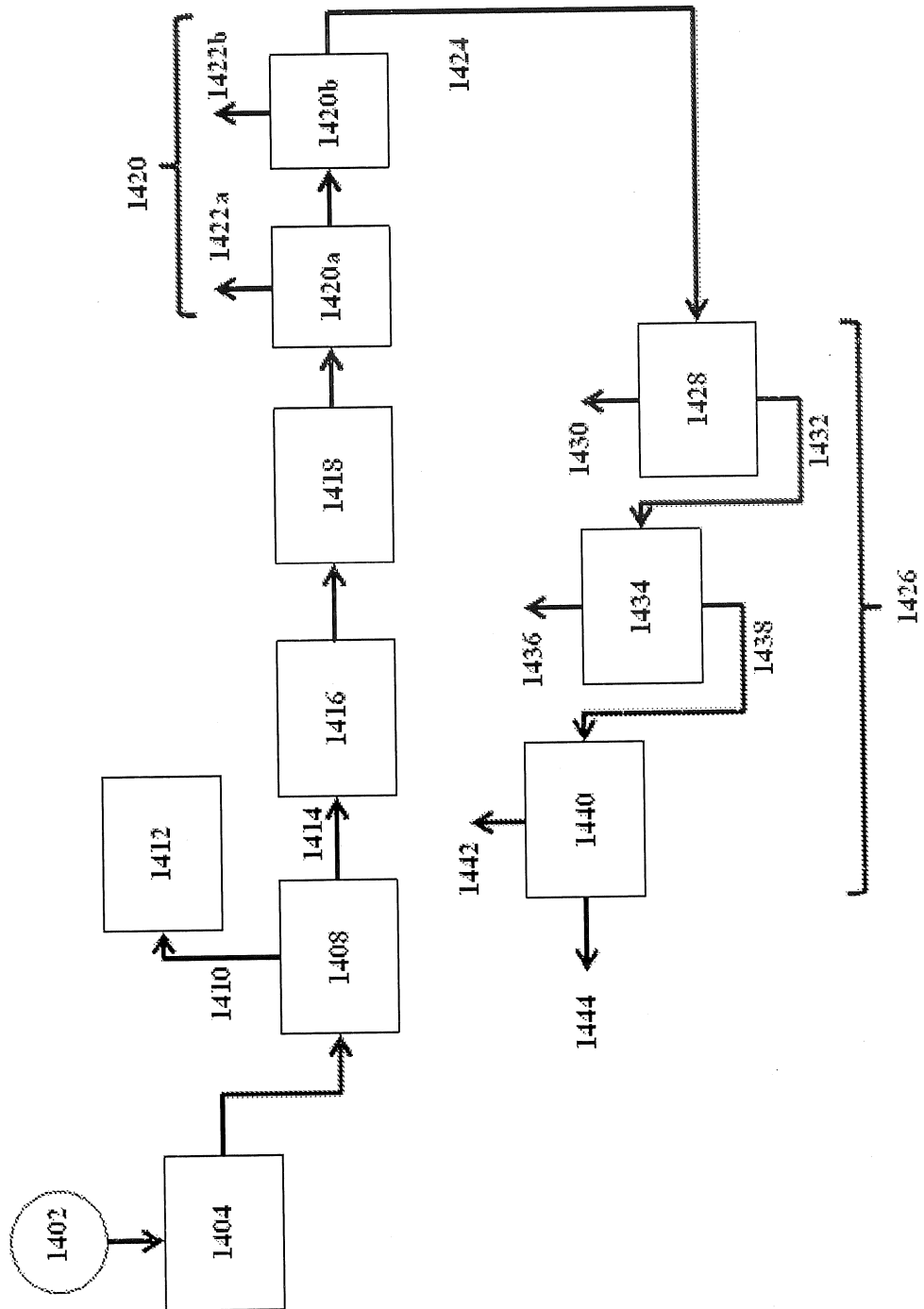
Hình 11

12/20

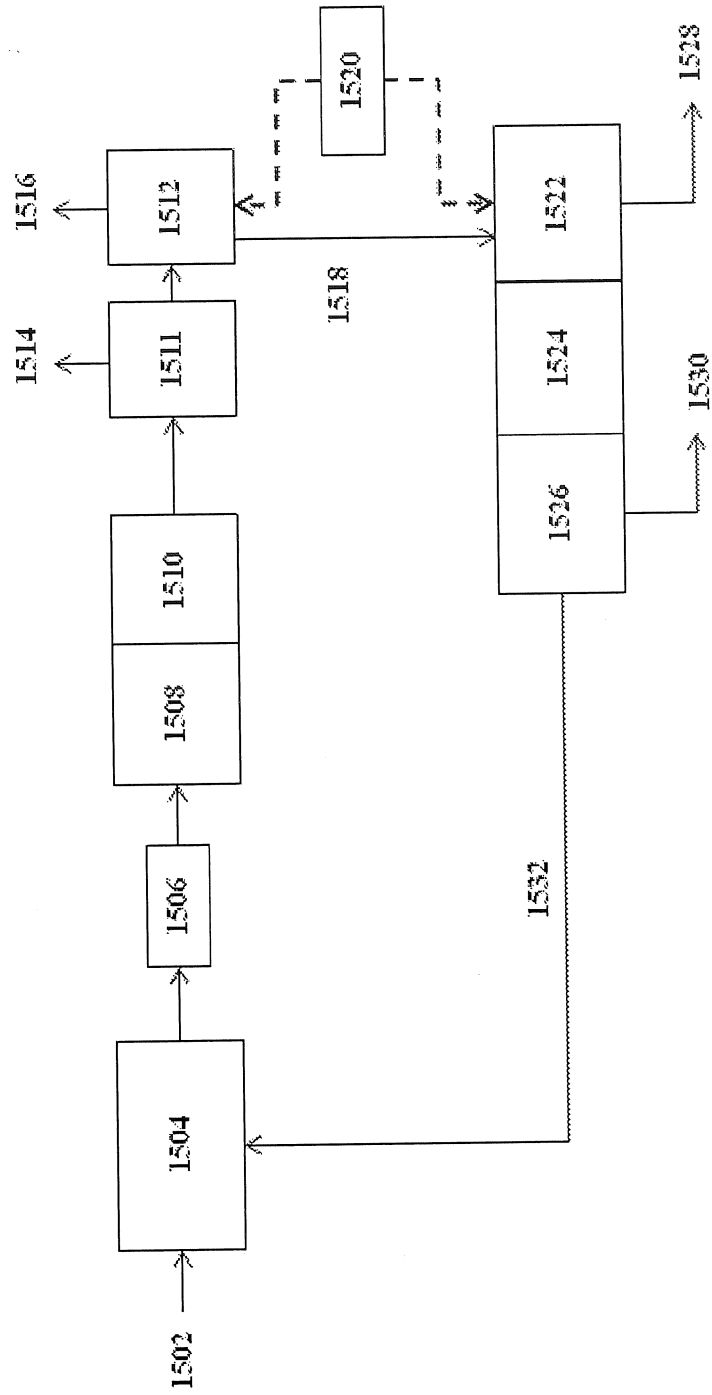


Hình 12

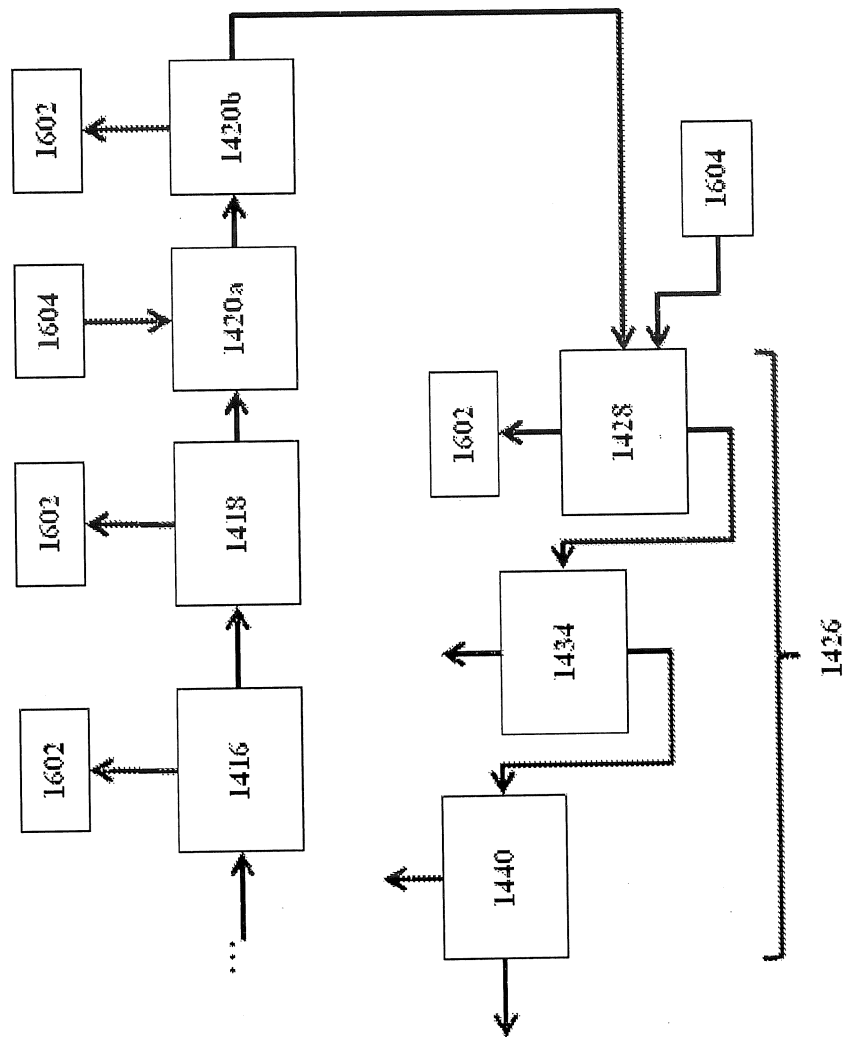




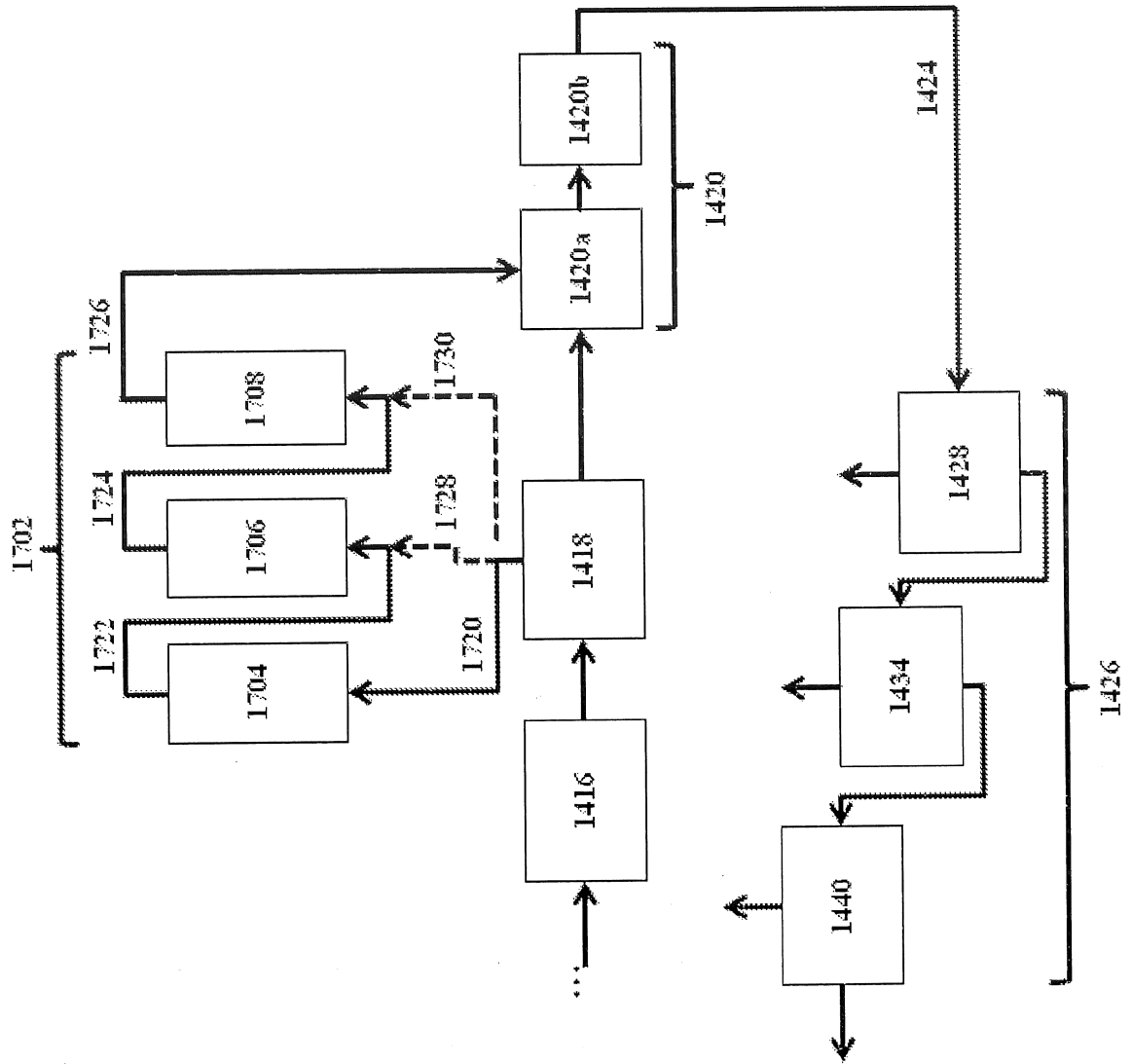
Hình 14



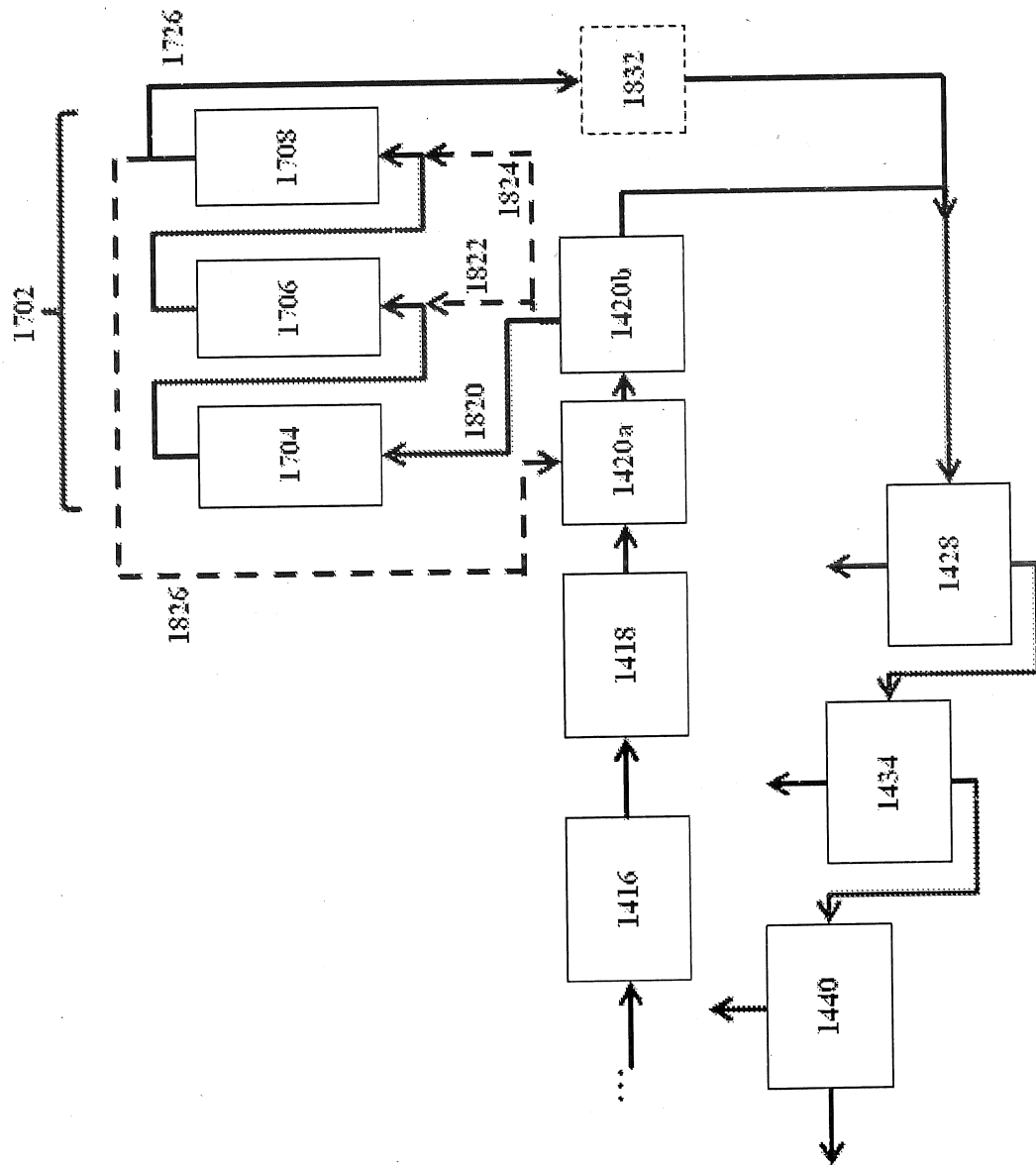
Hình 15



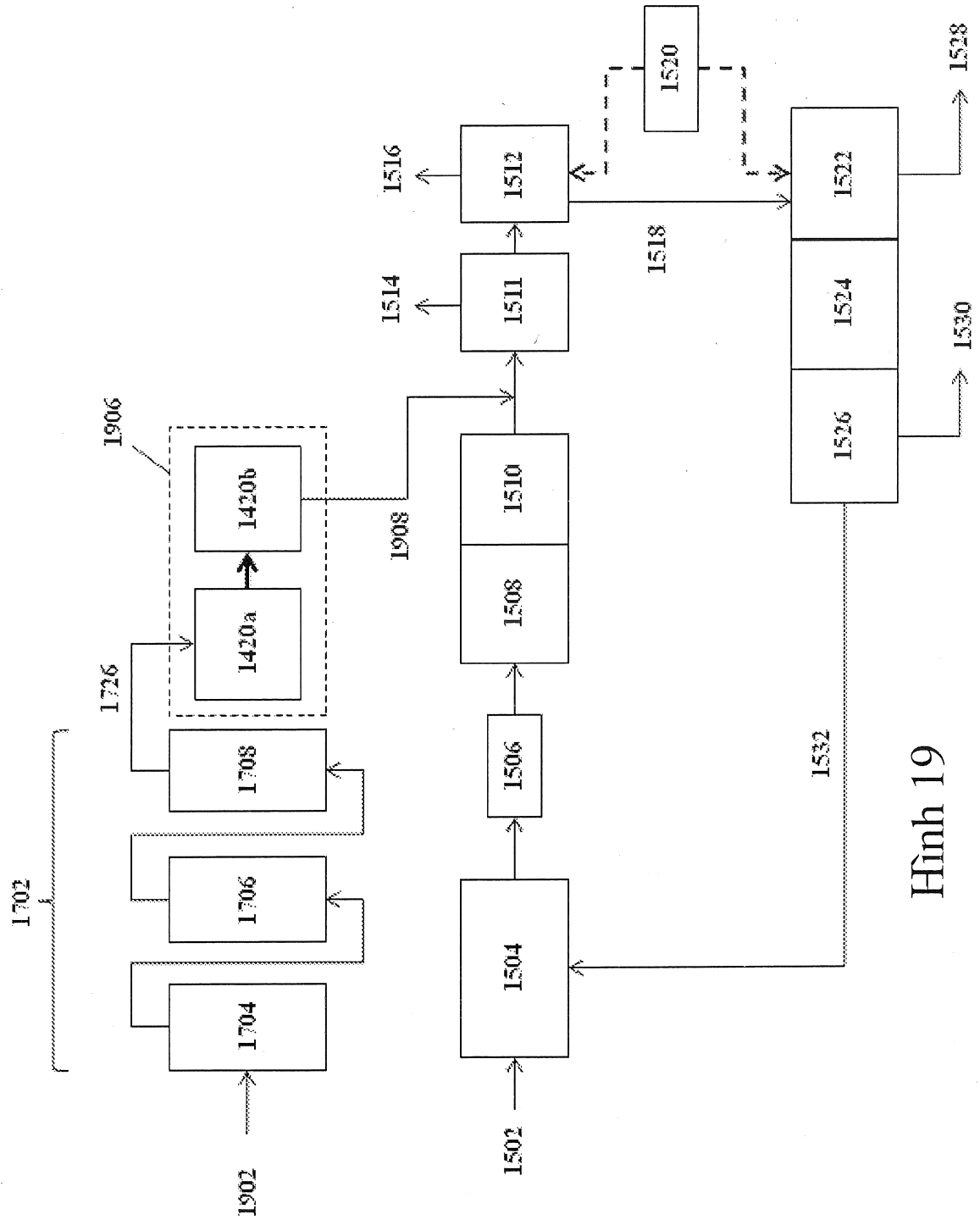
Hình 16



Hình 17

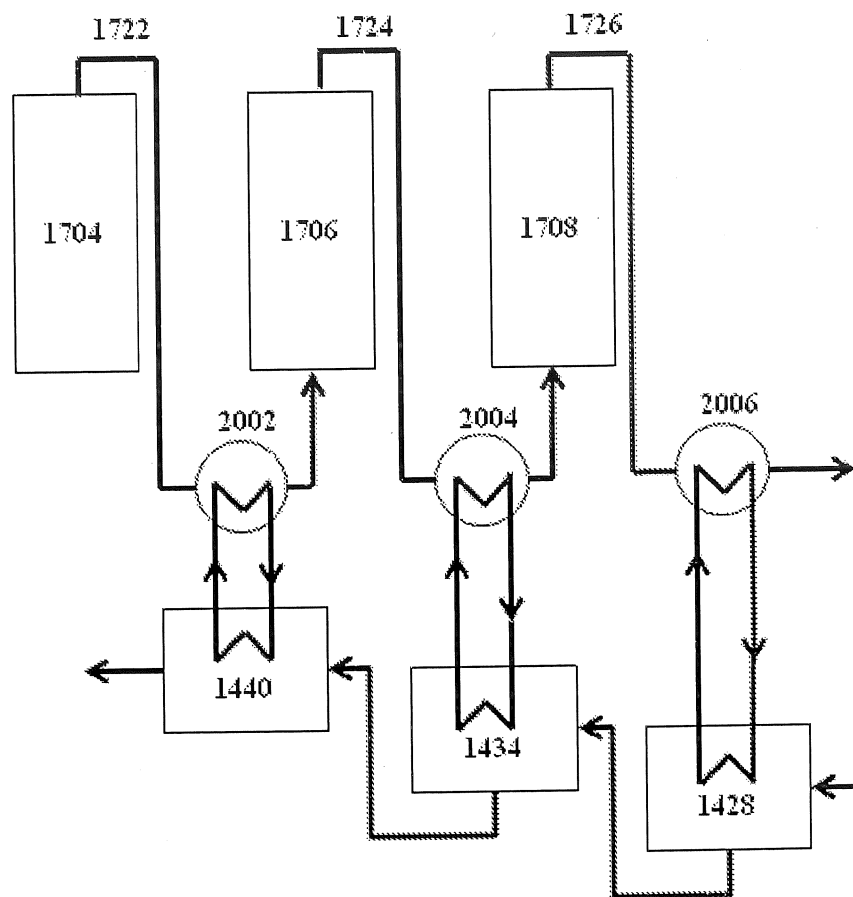


Hình 18



Hình 19

20/20



Hình 20