

SẢN XUẤT CÁC SẢN PHẨM HÓA DẦU TỪ KHÍ THIÊN NHIÊN MỎ CÁ VOI XANH

Trương Minh Huệ, Lê Dương Hải
Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Thị Hoài Ân
Viện Dầu khí Việt Nam
Email: huetm@pvpro.com.vn

Tóm tắt

Mỏ khí Cá Voi Xanh được phát hiện năm 2011 với trữ lượng lớn (khoảng 150 tỷ m³ thu hồi) mở ra cơ hội phát triển ngành công nghiệp hóa dầu từ khí tại miền Trung Việt Nam. Ngoài định hướng khí sử dụng cho điện và công nghiệp, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam ưu tiên sử dụng khoảng 1,7 tỷ m³/năm khí Cá Voi Xanh (tương đương với 1,0 tỷ m³/năm khí hydrocarbon) cho việc phát triển hóa dầu từ khí. Khí Cá Voi Xanh với đặc tính giàu CO₂ (~30% thể tích), hướng chế biến hóa dầu phù hợp là sản xuất methanol với sản lượng lớn rồi chuyển hóa methanol thành các olefin bằng công nghệ methanol to propylene (MTP) hay methanol to olefin (MTO) và từ đó sản xuất các dẫn xuất của olefin. Qua sàng lọc sơ bộ về thị trường, công nghệ và hiệu quả kinh tế, một số sản phẩm dẫn xuất của olefin tiềm năng gồm: chuỗi ethylene (HDPE, SM/PS, MMA) và chuỗi propylene (PP Copo, các hóa chất acrylic acid, 2-EH, n-butanol và các dẫn xuất 2-EHA, n-butyl acrylate). Từ các sản phẩm tiềm năng, 6 sơ đồ tổ hợp hóa dầu từ khí Cá Voi Xanh với tiêu hao khí khoảng 1,7 tỷ m³/năm được đề xuất và đánh giá về khía cạnh kỹ thuật và kinh tế. Trong đó, 3 tổ hợp được đánh giá khả thi về mặt kinh tế gồm: tổ hợp MTP sản xuất PP Copo, tổ hợp MTO sản xuất PP-PS-hóa chất hoặc sản xuất PS-MMA và hóa chất. Tuy nhiên, qua đánh giá đầy đủ các tiêu chí về công nghệ sản xuất, khả năng tiêu thụ sản phẩm, tổng mức đầu tư và hiệu quả kinh tế của các sơ đồ tổ hợp, tổ hợp MTP sản xuất PP Copo được đánh giá phù hợp nhất để đầu tư sau khi mỏ khí Cá Voi Xanh đi vào khai thác năm 2023.

Từ khóa: Cá Voi Xanh, hóa dầu từ khí, chế biến sâu khí.

1. Các giả thiết và phương pháp luận

Các giả thiết và nguồn thông tin dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu:

- Thời điểm khí thiên nhiên mỏ Cá Voi Xanh được đưa vào khai thác từ năm 2023;
- Thành phần, tính chất khí Cá Voi Xanh sử dụng cho sản xuất hóa dầu được giả định là khí Cá Voi Xanh sau xử lý H₂S bằng phương pháp hấp thụ vật lý, không tách loại CO₂ và N₂. Thành phần cơ bản khí Cá Voi Xanh gồm: CH₄ 58,52%, CO₂ 30,5%, N₂ 9,05%, C₂₊ 1,93%, H₂S < 30ppmv;
- Định hướng sản xuất hóa dầu từ khí Cá Voi Xanh kế thừa từ các kết quả nghiên cứu trước là đi theo hướng sản xuất methanol, sử dụng methanol để sản xuất các olefin sau đó sản xuất các dẫn xuất khác. Nghiên cứu này sẽ xác định cụ thể các dẫn xuất của ethylene/propylene nên sản xuất trên cơ sở rà soát thị trường cũng như cập nhật các yếu tố về công nghệ và hiệu quả kinh tế;
- Các cơ sở thông tin dữ liệu tính toán phục vụ cho nghiên cứu gồm:

+ Thông tin cung cấp từ các nhà bản quyền công nghệ Haldor Topsoe (nhà máy methanol), UOP (nhà máy MTO), Lurgi (nhà máy MTP);

+ Các báo cáo thị trường CEH 2014 (IHS) của hơn 300 sản phẩm hóa chất trên thế giới, các khu vực và một số quốc gia;

+ Thông tin dữ liệu kinh tế về sản xuất theo tài liệu PEP Yearbook 2014 (IHS) của hơn 1.400 quy trình trên thế giới;

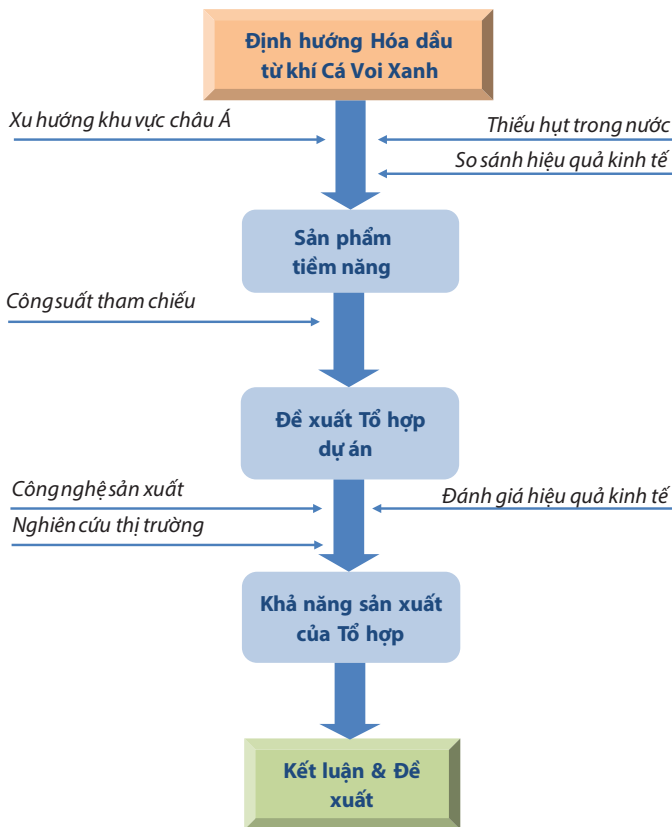
+ Dự báo giá dài hạn của các sản phẩm hóa dầu và các sản phẩm trung gian theo các kịch bản giá dầu 45, 70 và 100USD/thùng do Nexant thực hiện.

Phương pháp thực hiện của nhóm tác giả gồm các bước chính như Hình 1.

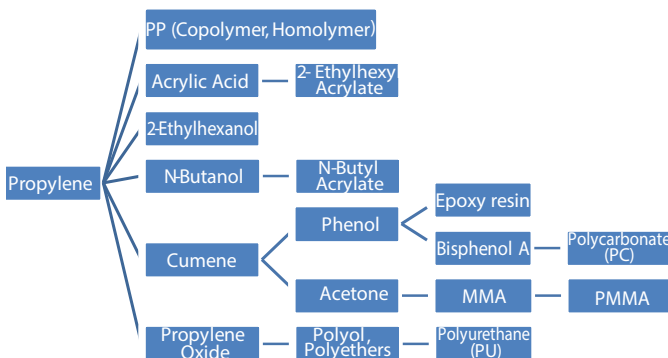
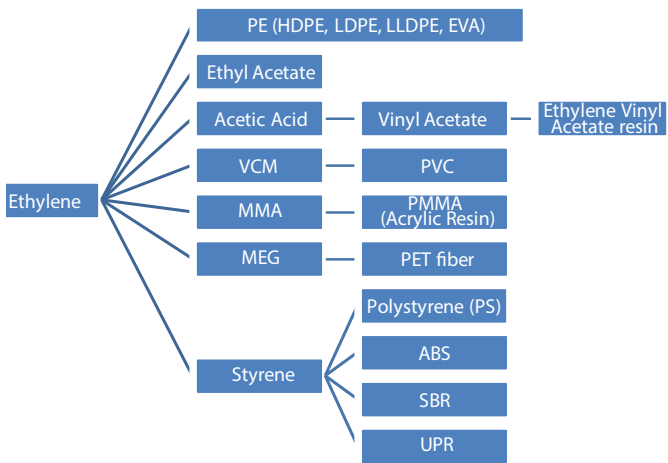
2. Các sản phẩm tiềm năng

Các tiêu chí xác định sản phẩm tiềm năng:

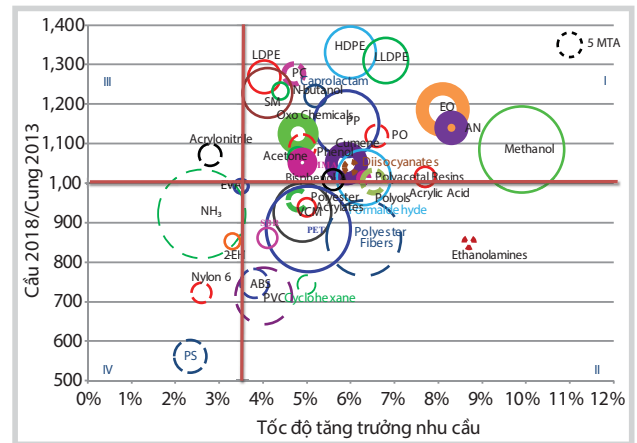
- Thiếu hụt nội địa: ước tính thiếu hụt nội địa đủ lớn hơn khoảng công suất tối thiểu của dây chuyền sản xuất (theo thống kê của PEP Yearbook);
- Tiềm năng xuất khẩu là sản phẩm có tiềm năng xuất khẩu ở khu vực châu Á: tốc độ tăng trưởng nhu cầu > 20%/năm (tương đương 3,5%/năm) hoặc tỷ lệ nhu cầu năm 2018/công suất năm 2013 > 1;
- Chuỗi công nghệ khả thi là dẫn xuất của các olefin (ethylene và propylene), tiêu hao nguyên liệu chính trong



Hình 1. Phương pháp thực hiện nghiên cứu



Hình 2. Các hướng sản xuất dẫn xuất từ ethylene và propylene



Nguồn: IHS, PVPro

Hình 3. Bản đồ dự báo thị trường hóa chất khu vực châu Á năm 2018

quá trình sản xuất khi kết nối trong tổ hợp phù hợp với công suất ethylene/propylene từ quá trình MTO/MTP;

- Hiệu quả kinh tế: ước tính hiệu quả kinh tế sơ bộ các dự án sản xuất các sản phẩm hóa dầu (riêng lẻ) bằng tỷ suất sinh lợi nội tại (IRR).

Danh mục các sản phẩm hóa chất tiềm năng nhất được đề xuất gồm:

- Chuỗi ethylene:

+ PE (HDPE);

+ Nhóm SM/PS;

+ Nhóm MMA;

- Chuỗi propylene:

+ PP (Copo);

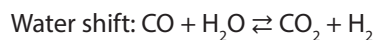
+ Nhóm các hóa chất: Acrylic acid, nhóm oxo alcohol (gồm 2-EH, n-butanol) và các dẫn xuất (gồm 2-EHA, n-butyl acrylate).

3. Công nghệ sản xuất các sản phẩm hóa dầu

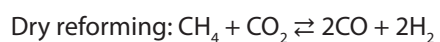
3.1. Chuyển hóa khí thiên nhiên thành methanol

Công nghệ sản xuất methanol gồm 2 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Sản xuất khí tổng hợp ($H_2 + CO$). Khí thiên nhiên sẽ được chuyển hóa thành khí tổng hợp ở điều kiện nhiệt độ cao với sự có mặt của xúc tác (Ni), qua 2 phản ứng chính sau:



Ngoài ra, khi có mặt CO_2 trong khí thiên nhiên và xúc tác thích hợp, trong quá trình sản xuất khí tổng hợp còn xảy ra phản ứng reforming khô sau:



Bảng 1. Đánh giá tiềm năng thị trường hóa chất khu vực châu Á

TT	Sản phẩm	Thiếu hụt nội địa		Công suất tối thiểu (nghìn tấn/năm)	Thị trường châu Á năm 2013 - 2018		
		Năm 2014	Năm 2022		Tăng trưởng nhu cầu (%)	Nhu cầu năm 2018/công suất năm 2013	Nhóm ^(*)
1	PE	-1050	-704	-	5,6		I
	HDPE	-527	-379	175	6,0	1,33	I
	LDPE	-373	-218	200	4,0	1,27	I
	LLDPE	-149	-98	200	6,8	1,31	I
2	PP	-860	-403	-	5,9	1,15	
	PP Homo	-493	-484	63			I
	PP Copo impact	-129	-220	100			
3	PETxs	-329	-217	225	6,3	0,86	II
4	VCM	-251	0	250	4,9	0,93	II
5	PVC	-206	-584	50	4,0	0,71	II
6	PTA	-206	-296	125	6,0	0,94	II
7	Methanol	-140	-282	-	9,9	1,08	I
8	PS	-126	-294	57	2,3	0,56	IV
9	ABS	-107	-206	25	3,8	0,75	II
10	EVA	-103	-232	23	3,5	0,99	II
11	Polyete polyol	-94	-156	5	6,5	1,00	II
12	UPR	-83	-88	15	4,8	0,96	II
13	MEG	-78	-122	200	4,3	1,82	I
14	Acrylic resin (PMMA)	-68	-95	5	4,2	0,74	II
15	SM	-65	-84	227	4,1	1,23	I
16	PU	-58	-88	3	5,3		
17	Polyamides (Nylon)	-58	-71	2	2,6	0,72	IV
18	Polycarbonate (PC)	-53	-77	12	4,7	1,28	I
19	Ethyl acetate	-50	-87	50	5,0	0,81	II
20	2-Ethylhexanol (2-EH)	-26	-27	17	4,8	1,12	I
21	Butyl acrylate (n-BA)	-28	-41	50	5,0	0,94	II
22	Epoxyd	-22	-31	1	4,5		
23	Diphenylmethane diisocyanate	-21	-33	5	6,0	1,04	II
24	DOP	-20	-37	34	6,0		
25	MMA	-18	-10	45	4,9	1,05	I
26	Toluene diisocyanate	-17	-32	23	6,0	1,04	II
27	POM	-13	-23	10	6,3	1,01	II
28	Acetic acid	-12	-17	60	5,0	0,76	II
29	Acetone	-11	-15	34	4,8	1,07	I
30	SBR	-55	-105	35	4,1	0,86	II

Nguồn: Thông tin thương mại, số liệu hải quan, IHS, PVPro

(*) Phân nhóm về thị trường châu Á theo bản đồ hóa chất tại Hình 3.

Bảng 2. Hiệu quả kinh tế của các dự án sản xuất sản phẩm hóa dầu

TT	Sản phẩm	Công suất, (nghìn tấn/năm)	Nguyên liệu chính	IRR (%)
1	Methanol	1.200	Khí thiên nhiên mỏ Cá Voi Xanh	7,6
2	POM	20	Methanol	6,8
3	Ethylene, MTO 1:1	172	Methanol	4,9
4	Ethylene, MTO advanced	187	Methanol	6,6
5	HDPE	189	Ethylene	10,9
6	LDPE	185	Ethylene	1,4
7	LLDPE	190	Ethylene	8,1
8	EVA	120	Ethylene, vinyl acetate	-0,7
9	Acetic acid	200	Ethylene	-
10	Vinyl acetate	50	Acetic acid, acetylene	0,4
11	Ethyl acetate	50	Ethylene, acetic acid	-

Bảng 2. Hiệu quả kinh tế của các dự án sản xuất sản phẩm hóa dầu (tiếp)

TT	Sản phẩm	Công suất, (nghìn tấn/năm)	Nguyên liệu chính	IRR (%)
12	VCM	398	Ethylene	-
13	PVC	394	VCM	-2,6
14	MMA	240	Ethylene, methanol, formaldehyde	26,1
15	PMMA	20	MMA	-
16	MEG	228	Ethylene	4,1
17	PET	400	MEG, PTA	17,7
18	Styrene	428	Ethylene, benzene	15,8
19	PS	200	Styrene	10,6
20	SBR	140	Styrene, butadiene	1,3
21	ABS	100	Acrylonitril, butadiene, styrene	-
22	UPR	90	Styrene	-
23	Propylene, MTP	338	Methanol	16,9
24	PP Homo	300	Propylene	-4,3
25	PP Copo impact	360	Propylene, ethylene	22,8
26	Acrylic acid	210	Propylene	11,8
27	2-EHA	50	Acrylic acid, 2-EH	7,6
28	2-EH	60	Propylene	5,6
29	DOP	35	2-EH	-
30	n-Butanol	50	Propylene	11,5
31	n-Butyl acrylate	85	n-Butanol, acrylic acid	12,3
32	Cumene	148	Propylene, benzene	1,3
33	Acetone	68	Cumene	-
34	MMA	100	Acetone	26,4
35	Phenol	110	Cumene	-
36	BPA	109	Phenol	-
37	PC	100	BPA	-
38	Epoxy	30	Phenol, epichlorohydrin	26,7
39	PO	102	Propylene	-
40	Polyol, polyether	127	PO, EO	34,9
41	PU	60	Polyol, polyether	-

Nguồn: PVPro

Water shift: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

- Giai đoạn 2: Chuyển hóa khí tổng hợp thành methanol.

$2\text{H}_2 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}$

Khi có mặt CO_2 và xúc tác thích hợp, trong quá trình tổng hợp methanol còn có phản ứng sau:

$3\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

Công nghệ chuyển hóa khí thiên nhiên thành methanol đã được thương mại hóa rộng rãi trên thế giới với nhiều nhà bản quyền. Trong đó, Haldor Topsoe có nhiều kinh nghiệm nhất với các nhà máy hiện đang vận hành trên thế giới. Qua quá trình trao đổi thông tin, Haldor Topsoe đề xuất phương án chuyển hóa khí Cá Voi Xanh với tính chất đầu vào như thành phần sau xử lý H_2S bằng công nghệ hấp thụ vật lý, không tách loại CO_2 và N_2 như Hình 4.

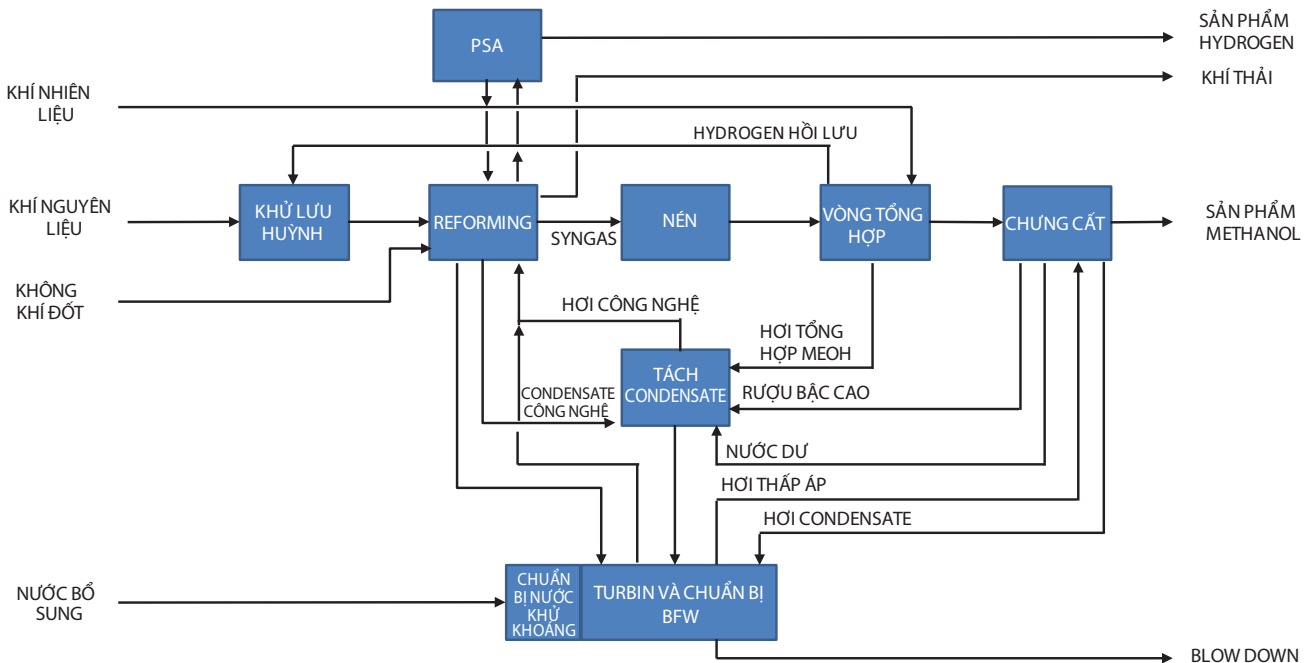
Với công suất dự kiến là 1.200 tấn methanol, lượng khí Cá Voi Xanh cần phải sử dụng cho nhà máy khoảng 1,67 triệu $\text{m}^3/\text{năm}$.

3.2. Chuyển hóa methanol thành các olefin

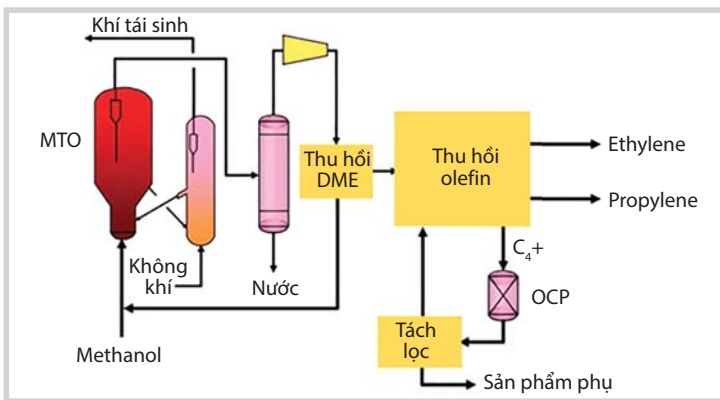
3.2.1. Chuyển hóa methanol thành các olefin (MTO)

MTO là một công nghệ mới đã được thương mại hóa trên thế giới với nhà bản quyền tiêu biểu là UOP. Trong quy trình công nghệ này, UOP sử dụng hệ thống gồm 1 thiết bị phản ứng dạng tầng sôi và 1 thiết bị tái sinh xúc tác để chuyển hóa methanol thành olefin ($\text{C}_{3=}$ và $\text{C}_{2=}$) với xúc tác độc quyền SAPO-34 do UOP sáng chế.

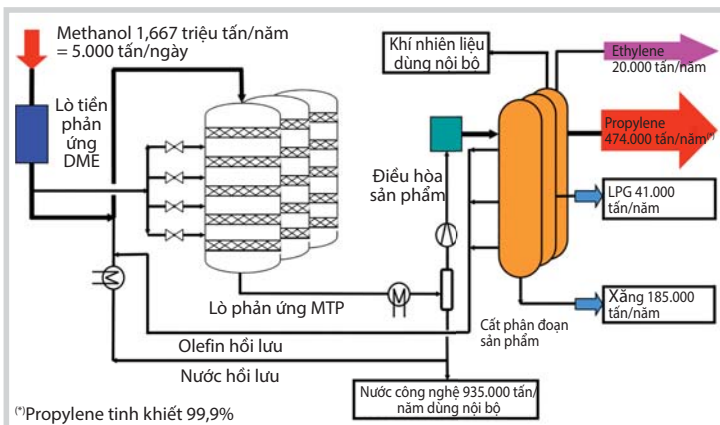
UOP đề xuất công nghệ MTO với tùy chọn bổ sung thêm cụm Cracking Olefin (OCP - Olefin Cracking Process). Một phần hoặc toàn bộ phân đoạn sản phẩm từ C_4 đến C_6 có thể tiếp tục được đưa qua cụm OCP để chuyển hóa chọn lọc thành các sản phẩm olefin nhẹ mà chủ yếu là



Hình 4. Sơ đồ công nghệ tổng hợp methanol của Haldor Topsoe



Hình 5. Sơ đồ công nghệ MTO cải tiến của UOP



Hình 6. Sơ đồ quy trình công nghệ MTP của Lurgi

Bảng 3. So sánh kinh nghiệm áp dụng công nghệ MTO và MTP

Số bản quyền	MTO (trong đó của UOP)	MTP (Lurgi)
Nhà máy đã hoạt động	4 (1)	2
Dự án đang triển khai	12 (6)	2

Nguồn: Technon OrbiChem, UOP, Lurgi

propylene. Đối với công nghệ này, trung bình cứ 2,6 tấn methanol sẽ sản xuất ra được 1 tấn hỗn hợp olefin. Tỷ lệ đặc trưng giữa dòng sản phẩm propylene và ethylene trong cụm thiết bị OCP là khoảng 4:1. Với việc bổ sung thêm cụm OCP, tỷ lệ giữa propylene/ethylene thương phẩm trên toàn quy trình công nghệ sẽ nâng lên trong khoảng từ 1,24 đến 1,8. Các sản phẩm thu được từ cụm OCP sau đó sẽ được phân tách bởi tháp chưng cất phân đoạn. Các sản phẩm C₃ và phân đoạn nhẹ hơn sẽ được đưa tới cụm thu hồi sản phẩm MTO, còn phần còn lại bao gồm C₄ và các phân đoạn nặng hơn được sử dụng như là một loại nhiên liệu sản phẩm phụ.

3.2.2. Chuyển hóa methanol thành propylene (MTP)

Công nghệ chuyển hóa methanol thành propylene đã có từ lâu và đã thương mại hóa trên thế giới với nhà bản quyền tiêu biểu là Lurgi với công nghệ Lurgi Methanol to Propylene (MTP®) Technology và Gas to Propylene (GTP) Technology. Trong công nghệ MTP, Lurgi sử dụng hệ thống gồm 3 thiết bị phản ứng tầng cố định mắc song song và xúc tác có độ chọn lọc cao trên nền chất mang zeolite.

Cân bằng vật chất của tổ hợp MTP được tính với lượng methanol nhập liệu tương ứng là 5.000 tấn/ngày và 3.300 tấn/ngày. Sản phẩm chính là C₃₌ và C₂₌. Các sản phẩm phụ gồm có khí nhiên liệu

(được tận dụng để cung cấp cho quy trình), LPG và xăng.

3.2.3. So sánh các hướng chuyển hóa methanol thành olefin

- Kinh nghiệm và phạm vi áp dụng

Các công nghệ chuyển hóa methanol thành olefin chỉ được áp dụng tại Trung Quốc, trong đó công nghệ MTO (bản quyền của UOP và các công ty khác của Trung Quốc) được áp dụng nhiều hơn so với MTP.

Với đặc trưng về độ chọn lọc sản phẩm olefin chỉ có propylene, do đó công nghệ MTP phù hợp với các dự án chỉ tập trung vào sản phẩm propylene.

- Cơ cấu sản phẩm

So sánh sơ bộ về cơ cấu sản phẩm của 2 công nghệ MTO và MTP cho thấy mặc dù tổng sản phẩm có giá trị tương đương (44%) nhưng công nghệ MTO có tích hợp OCP cho lượng olefin cao hơn (38%), lượng ethylene lớn còn công nghệ MTP cho sản phẩm chủ yếu là propylene. Ngoài ra, công nghệ MTO có sản phẩm là phân đoạn C₅₊ tương đối lớn, có hàm lượng olefin (30 - 60%) và aromatic (15 - 60%) tương đối cao nên hạn chế nhất định trong việc sử dụng để pha chế xăng.

- Cấu hình công nghệ và chi phí đầu tư

Xét về cấu hình công nghệ, công nghệ MTO sử dụng thiết bị phản ứng tầng sôi (và thêm cụm cracking sản phẩm phụ OCP khi được yêu cầu nâng tỷ lệ propylene/ethylene) còn công nghệ MTP sử dụng thiết bị phản ứng tầng cố định. Do đó, chi phí đầu tư của công nghệ MTO cao hơn so với công nghệ MTP.

Bảng 4. So sánh cơ cấu sản phẩm 2 công nghệ MTO và MTP

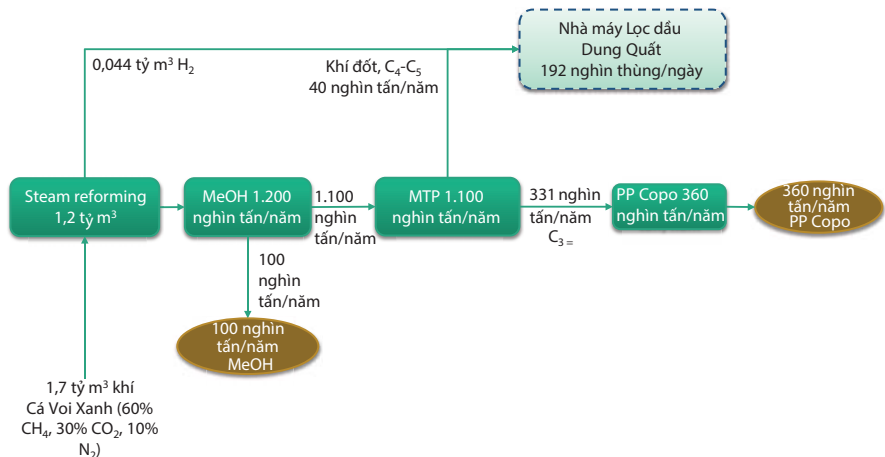
Nguyên liệu	MTO (tỷ lệ propylene/ethylene = 1,24)		MTP	
	Tấn/ngày	%	Tấn/ngày	%
Methanol	3.300		5.000	
Sản phẩm				
Propylene	696	21	1423	28
Ethylene	561	17	60	1
LPG	33	1	123	2
Hydrocarbon C ₅₊	46	1	556	11
Light Ends & Coke	109	3	36	1
Tổng olefin		38		29
Tổng sản phẩm giá trị		44		44

Nguồn: Technon OrbiChem, UOP, Lurgi

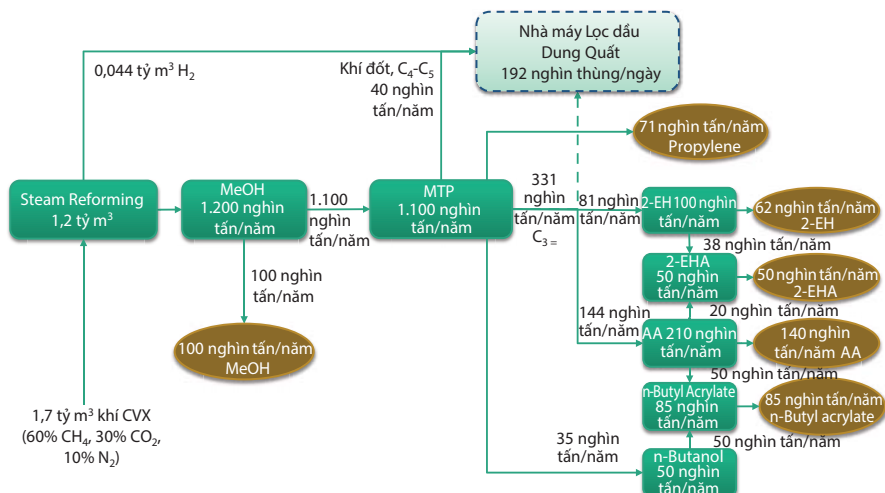
Bảng 5. So sánh chi phí đầu tư công nghệ MTO và MTP

Chi phí	MTO (UOP)	MTP (Lurgi)
Công suất (nghìn tấn olefin/năm)	550	515
Tổng vốn đầu tư (triệu USD)	~ 400	~ 215
Suất đầu tư		
Triệu USD/tấn methanol	0,10	0,16
Triệu USD/tấn olefin	0,71	0,51

Nguồn: PEP Year Book 2014



Hình 7. Sơ đồ tổ hợp hóa dầu MTP - PP



Hình 8. Sơ đồ tổ hợp MTP - hóa chất

Kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy công nghệ MTO được áp dụng nhiều hơn so với công nghệ MTP do sản xuất đồng thời cả ethylene và propylene, có thể linh hoạt trong việc thay đổi sản phẩm. Tuy nhiên, công nghệ MTO có suất đầu tư cao hơn so với công nghệ MTP. Do đó, việc đánh giá lựa chọn công nghệ phù hợp cho dự án sử dụng khí Cá Voi Xanh cần được tính toán thông qua hiệu quả kinh tế của toàn bộ dự án.

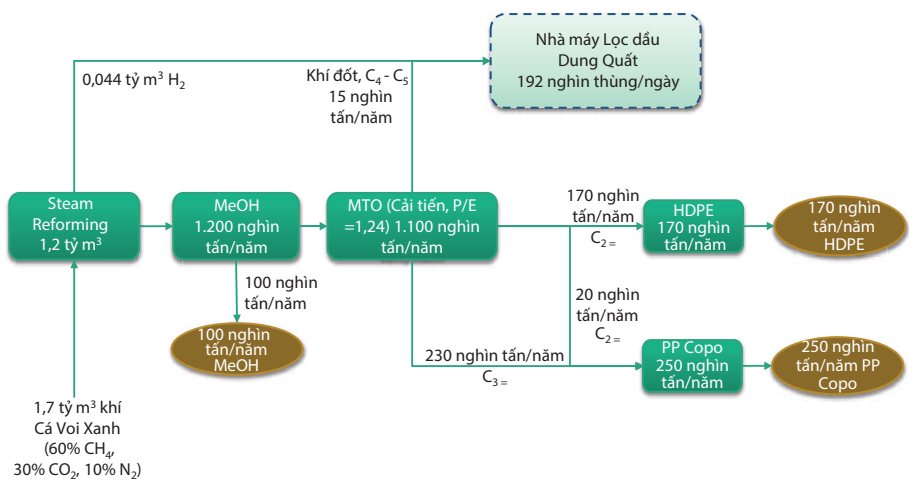
4. Các tổ hợp hóa dầu từ khí Cá Voi Xanh

Từ các dẫn xuất của ethylene và propylene nói trên, nhóm tác giả lập 2 mô hình tổ hợp hóa dầu MTP và 4 mô hình MTO để tiếp tục đánh giá. Cơ sở xác định công suất cho các phân xưởng gồm:

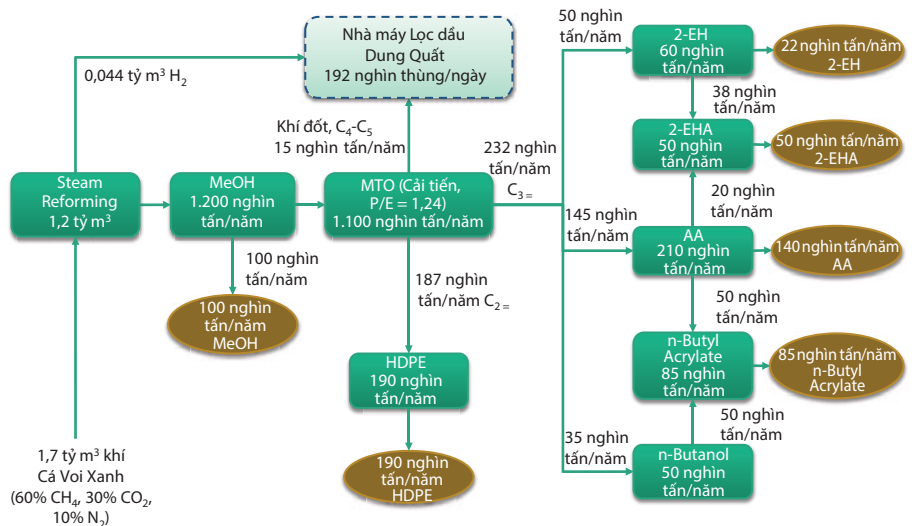
- Sản lượng methanol sản xuất được từ 1,7 tỷ m³ khí Cá Voi Xanh, sản lượng ethylene, propylene ước tính từ các xưởng MTO, MTP;
- Công suất tham chiếu trên thế giới cho việc sản xuất các sản phẩm hóa dầu (tức mức công suất trung bình theo thống kê trong tài liệu PEP Yearbook 2014).

5. Thị trường sản phẩm

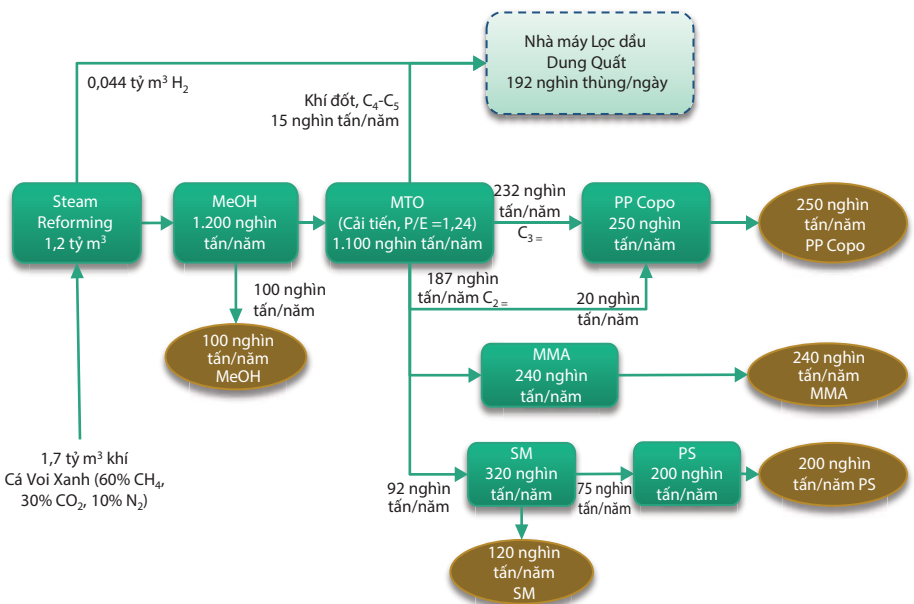
Các sản phẩm tiềm năng có thị trường khá tốt tại khu vực châu Á với nhu cầu tiêu thụ cao hơn so với sản lượng cung cấp và tốc độ tăng trưởng nhu cầu tương đối cao trong giai đoạn 2014 - 2019 theo dự báo của IHS. Các sản phẩm có thị trường tiêu thụ mạnh trong khu vực gồm: methanol, styrene monomer và các sản phẩm hạt nhựa như PE, PP, PS. Các sản phẩm hóa chất như acrylic acid, 2-ethylhexanol,



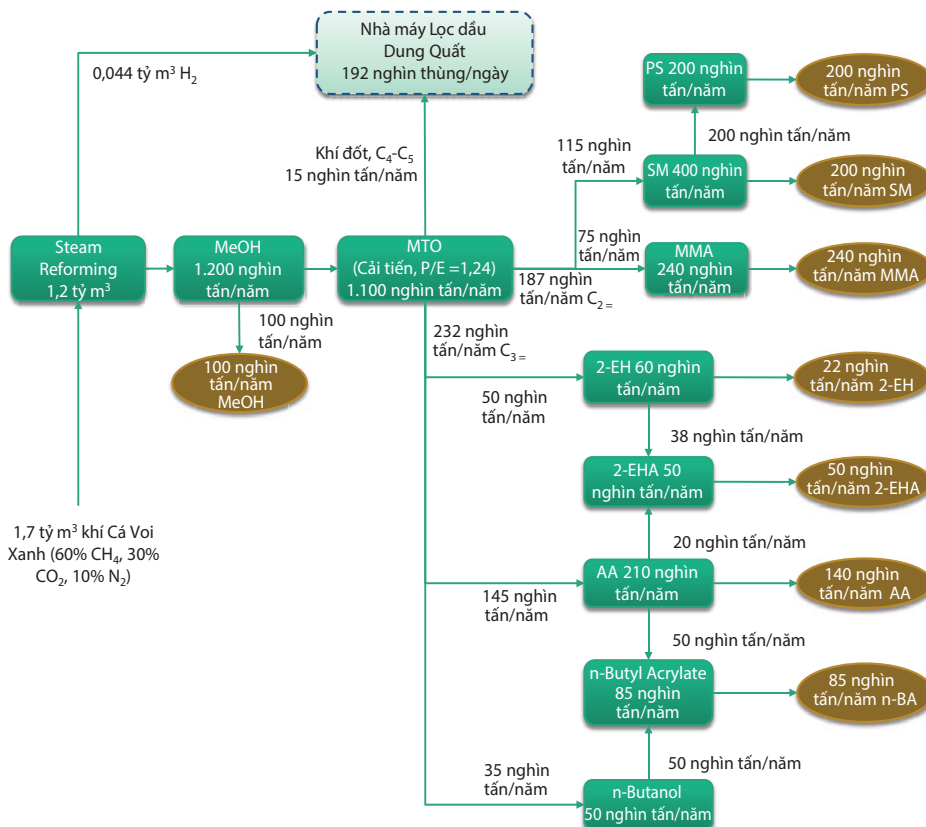
Hình 9. Sơ đồ tổ hợp hóa dầu MTO - PE/PP



Hình 10. Sơ đồ tổ hợp hóa dầu MTO - PE/hóa chất



Hình 11. Sơ đồ tổ hợp hóa dầu MTO - PP/SM-PS-MMA



Hình 12. Sơ đồ tổ hợp hóa dầu MTO - hóa chất/SM-PS-MMA

MMA và các acrylate esters có lượng thị trường khiêm tốn ở mức trên 2 triệu tấn/năm.

Sản lượng sản xuất các sản phẩm nghiên cứu tại khu vực châu Á khá cao tuy nhiên năng lực tiêu thụ cao hơn và không ngừng tăng trưởng dẫn đến tình trạng thiếu hụt chung khi xét trên phạm vi toàn khu vực. Các quốc gia nhập khẩu chính gồm: Trung Quốc, Nhật Bản, Ấn Độ, Hàn Quốc và một số quốc gia Đông Nam Á.

Nguồn sản phẩm hóa dầu phục vụ thị trường trong nước chủ yếu phải nhập khẩu, đặc biệt là hạt nhựa PE và PP.

Đối với nhựa PS, Công ty TNHH Polystyrene Việt Nam nhập khẩu hoàn toàn nguyên liệu SM để sản xuất nhựa PS.

Bảng 6. Thị trường các sản phẩm tiềm năng tại khu vực châu Á

Đơn vị tính: Triệu tấn

Sản phẩm	Sản lượng 2014	Tiêu thụ			Nước nhập khẩu	
		2014	2019	Tăng trưởng (%)		
Methanol ^(*)	30	37	61	9,9	Trung Quốc, Ấn Độ, Nhật Bản, Hàn Quốc	
HDPE	14	17	23	6,0	Trung Quốc, Ấn Độ	
PP	26	29	38	5,9	Trung Quốc	
AA ^(*)	2,4	2,7	3,4	5,2	Nhật Bản, Ấn Độ, Đài Loan, Thái Lan	
2-EH	2,6	2,7	3,2	3,6	Trung Quốc, Ấn Độ	
Acrylate esters ^(**)	2,1	2,1	2,6	5,0	Nhật Bản, Ấn Độ, Thái Lan	
SM	14	16	20	4,1	Trung Quốc, Ấn Độ, Đài Loan	
PS	GP/HIPS	5,2	4,8	5,3	2,1	Trung Quốc
	EPS	3,7	3,3	3,8	2,7	Ấn Độ, các nước Đông Nam Á
MMA	1,8	1,7	2,2	4,9	Trung Quốc, Hàn Quốc, Đài Loan	

(*) Số liệu năm 2013 - 2018; (**) Acrylate esters gồm: n-butyl acrylate, ethyl acrylate, 2-EHA, methyl acrylate và các acrylate khác

Bảng 7. Dự báo nhu cầu các sản phẩm tiềm năng đến năm 2030 tại Việt Nam

Đơn vị tính: Nghìn tấn

Sản phẩm	Nhu cầu				% tăng trưởng (2015 - 2030)	Công suất dự kiến	Ứng dụng
	2014	2020	2025	2030			
HDPE	527	781	908	1.012	4,0	450	Các sản phẩm đúc thổi
PP	854	1.286	1.532	1.762	4,5	976	Dệt sợi, nhựa công nghiệp, nhựa gia dụng, bao bì mềm, bao bì cứng
PS	180	302	424	531	6,9	128	Nhựa gia dụng, nhựa công nghiệp, các thiết bị điện tử
2-EH	26	27	27	27	27	-	Nguyên liệu sản xuất DOP
SM	67	153	167	178	4,0	-	Nguyên liệu sản xuất nhựa PS, dung môi
Methanol	140	293	322	348	7,3	-	Sản xuất formalin
MMA	18	31	46	58	7,6	-	Nguyên liệu sản xuất nhựa acrylic
AA	1	2	2	3	6,6	-	Nguyên liệu ngành keo dán, dệt nhuộm, polymer nhũ...

Nguồn: PVPro

Doanh nghiệp này sản xuất khoảng 54 nghìn tấn/năm, đáp ứng 30% tổng nhu cầu trong nước năm 2014.

Thị trường methanol trong nước phục vụ cho ngành sản xuất formalin, với lượng tiêu thụ năm 2014 khoảng 140 nghìn tấn. Đối với các dự án sản xuất hóa dầu từ khí Cá Voi Xanh, methanol đóng vai trò sản phẩm trung gian để chuyển hóa thành các olefin giá trị cao, có thể xem xét xuất bán khoảng 100 nghìn tấn/năm để phục vụ nhu cầu trong nước.

2-EH là nguyên liệu dùng để sản xuất DOP, được nhập khẩu chủ yếu phục vụ nhu cầu cho nhà máy sản xuất DOP của Công ty TNHH Hóa chất LG VINA công suất 40 nghìn tấn/năm. Do đó, nhu cầu tiêu thụ 2-EH sẽ phụ thuộc vào nhu cầu sản xuất (tăng thêm/mở rộng công suất) của nhà máy.

MMA, AA và n-butyl acrylate được dùng làm nguyên liệu sản xuất nhựa acrylic, hoặc làm phụ gia cho các ngành công nghiệp sơn, polymer nhũ, keo dán. Hiện nay, Việt Nam chỉ có một số nhà máy sản xuất nhựa acrylic, dùng để sản xuất keo dán và mica tấm. Nhựa mica tấm ngày càng được người tiêu dùng ưa chuộng do tính năng dẻo và không dẫn điện, nhiệt nên khả năng sản xuất nhựa acrylic cũng từ đó tăng lên. Do vậy, nhu cầu tiêu thụ các nguyên liệu MMA, AA, n-butyl acrylate này sẽ phụ thuộc vào nhu cầu sản xuất và tiêu thụ của nhựa acrylic.

Các loại hóa chất khác như n-butanol và 2-EHA có

lượng tiêu thụ không đáng kể tại Việt Nam, do đó được định hướng xuất khẩu đến các nước trong khu vực.

6. Tổng mức đầu tư - Hiệu quả kinh tế các tổ hợp

6.1. Cơ sở tính toán

- Tổng mức đầu tư các tổ hợp được tính toán dựa trên cơ sở dữ liệu PEP Yearbook 2014 (IHS), thông tin nhà bản quyền công nghệ và kinh nghiệm thực hiện báo cáo nghiên cứu khả thi các dự án hóa dầu của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Chế biến Dầu khí (PVPro) - Viện Dầu khí Việt Nam (VPI).

- Vòng đời dự án: 20 năm;

- Cơ cấu vốn vay/vốn chủ sở hữu:

+ 70% vốn vay, lãi suất vay Việt Nam đồng 10%/năm;

+ 30% vốn chủ sở hữu, chi phí sử dụng vốn chủ sở hữu ước tính là 12%/năm (trong trường hợp nhà đầu tư nước ngoài đầu tư sẽ đòi hỏi chi phí sử dụng vốn cao hơn, khoảng 20%/năm).

- Chi phí sử dụng vốn bình quân của dự án (WACC): 9,2%/năm;

- IRRmin dự án: 13,2% (theo Quyết định số 1531/QĐ-DKVN ngày 29/2/2012 về việc ban hành Quy định về quy trình và tiêu chí đánh giá, thẩm định và quyết định đầu tư các dự án của Tập đoàn Dầu khí Việt Nam (ngoại trừ các dự án tìm kiếm - thăm dò - khai thác dầu khí));

Bảng 8. Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế các tổ hợp

Tiêu chí	Đơn vị tính	MTP			MTO		
		Hóa chất	PP	PE/PP	PE/Hóa chất	PP/SM-PS-MMA	Hóa chất/ SM-PS-MMA
IRR	%	11,0	13,7	9,7	9,0	15,9	14,3
NPV@IRRmin	Triệu USD	-250	32	-353	-595	490	252
Tổng mức đầu tư	Triệu USD	1.854	1.087	1.708	2.473	2.733	3.535
Thời gian hoàn vốn		7 năm 2 tháng	5 năm 9 tháng	7 năm 11 tháng	8 năm 5 tháng	4 năm 10 tháng	5 năm 5 tháng
Giá khí tối đa chấp nhận được ^(*)	USD/mmBtu	7,9	9,5	7,2	5,7	11,9	10,7

^(*) Giá khí tại năm đầu tiên vận hành (năm 2023)

Bảng 9. Kết quả chấm điểm xếp hạng các tổ hợp hóa dầu (thang điểm 10)

Tiêu chí	Cụm MTP			Cụm MTO		
	Hóa chất	PP	PE/PP	PE/Hóa chất	PP/SM-PS-MMA	Hóa chất /SM-PS-MMA
Tổng mức đầu tư	6,9	10,0	7,5	4,3	3,3	0,0
Giá khí tối đa chấp nhận được	3,4	6,1	2,4	0,0	10,0	8,0
Tiêu thụ trong nước	5,4	6,8	9,3	6,5	6,8	4,6
Thị trường khu vực	7,5	10,0	10,0	8,5	7,6	7,0
% nguyên liệu trong tổ hợp/tổng nguyên liệu	10,0	9,9	10,0	10,0	8,3	8,0
Điểm trung bình	6,6	8,6	7,8	5,9	7,2	5,5
Xếp hạng	4	1	2	5	3	6

- Khấu hao đều trong thời gian 10 năm;
- Thuế thu nhập doanh nghiệp: 20%/năm;
- Giá các sản phẩm, nguyên liệu áp dụng cho các dự án được căn cứ trên giá dự báo Nexant theo kịch bản cơ sở giá dầu trung bình (70USD/thùng dầu Brent) đến năm 2035. Trong đó, giá xuất khẩu ước tính thấp hơn khoảng 5% so với giá bán trong nước;
- Giá khí thiên nhiên được áp theo công thức bằng 79% so với giá dầu FO (quy đổi theo nhiệt trị). Giá dầu FO được dự báo đến năm 2035 theo căn cứ kịch bản giá dầu Brent trung bình được thực hiện bởi Nexant;
- Ngoài ra, một số giá các sản phẩm, nguyên liệu khác (không có nguồn gốc từ dầu khí) được dựa trên bộ dữ liệu về giá theo PEP Yearbook 2014 và dự báo tăng 2%/năm. Tiêu hao nguyên liệu và sản lượng sản phẩm trong nước được căn cứ theo tài liệu PEP Yearbook 2014 và thông tin từ các nhà bản quyền công nghệ.

6.2. Đánh giá và xếp hạng các tổ hợp

Hiệu quả kinh tế của 6 tổ hợp (Bảng 8) tiếp tục được đánh giá, chấm điểm theo các tiêu chí đã đặt ra trong mục tiêu nghiên cứu ban đầu, nhằm xếp hạng và đề xuất tổ hợp hóa dầu từ khí thiên nhiên phù hợp. Các tiêu chí để đánh giá gồm: tổng mức đầu tư, giá khí tối đa chấp nhận được, thị trường sản phẩm trong nước, thị trường khu vực, tỷ lệ nguyên liệu trong tổ hợp/tổng nguyên liệu (Bảng 9).

Từ các phân tích, đánh giá các tổ hợp cho thấy phương án sản xuất MTP từ đó sản xuất PP là phương án tối ưu để đầu tư sản xuất hóa dầu từ khí Cá Voi Xanh khi xem xét đầy đủ các yếu tố về tổng mức đầu tư, hiệu quả kinh tế, thị trường sản phẩm trong và ngoài nước cũng như mức độ chủ động về nguyên liệu.

Kết quả phân tích độ nhạy cho thấy hiệu quả kinh tế các tổ hợp có độ nhạy cao nhất đối với giá sản phẩm, tiếp theo là giá khí thiên nhiên và tỷ lệ vận hành, thấp nhất đối với tổng mức đầu tư.

7. Kết luận

- Định hướng chế biến sâu đối với khí Cá Voi Xanh với công suất 1,7 tỷ m³ khí thiên nhiên/năm là sản xuất khí tổng hợp, methanol, từ đó chuyển hóa thành olefin và các dẫn xuất. Việc sản xuất methanol từ nguồn khí thiên nhiên giàu CO₂ (30%) sẽ tận dụng được thành phần CO₂ (có nhiệt trị bằng 0) nên sẽ tiết kiệm được khoảng 10% nhiệt trị khí đầu vào. Ngoài ra, nếu đem khí giàu CO₂ (30%) và N₂ (10%)

để sản xuất điện thì không có lợi về năng lượng do không sinh nhiệt.

- Từ các sản phẩm tiềm năng, 6 sơ đồ tổ hợp hóa dầu từ khí Cá Voi Xanh với tiêu hao khí khoảng 1,7 tỷ m³/năm được đề xuất và đánh giá về khía cạnh kỹ thuật và kinh tế. Trong đó, 3 tổ hợp được đánh giá khả thi về mặt kinh tế gồm: tổ hợp MTP - PP, tổ hợp MTO sản xuất PP-PS-hóa chất hoặc sản xuất PS-MMA và hóa chất. Tuy nhiên, qua đánh giá đầy đủ các tiêu chí về công nghệ sản xuất, khả năng tiêu thụ sản phẩm, tổng mức đầu tư và hiệu quả kinh tế của của các sơ đồ tổ hợp, tổ hợp MTP sản xuất PP Copo được đánh giá phù hợp nhất để đầu tư sau khi mỏ khí Cá Voi Xanh đi vào khai thác năm 2023, với tổng mức đầu tư gần 1,1 tỷ USD, đạt hiệu quả kinh tế với giá khí tối đa chấp nhận được khoảng 9,5 USD/triệu Btu tại năm 2023;

- Lộ trình đầu tư tổ hợp MTP - PP thích hợp nhất là đầu tư 2 giai đoạn, trong đó nhà máy methanol đầu tư vào năm 2021 và nhà máy propylene, PP đầu tư vào năm 2019. Tuy nhiên, cần có các điều kiện hỗ trợ để thực hiện như cần có đối tác hợp tác nước ngoài để đảm bảo cung cấp ổn định nguyên liệu 1.100 nghìn tấn methanol/năm và đảm bảo lộ trình đầu tư các nhà máy. Nếu các điều kiện hỗ trợ không thực hiện được thì tổ hợp nên đầu tư vào 1 giai đoạn.

Tài liệu tham khảo

1. Viện Dầu khí Việt Nam (VPI). *Đánh giá, xếp hạng các dự án chế biến sâu khí*. 2014.
2. Viện Dầu khí Việt Nam (VPI). *Sơ sánh đánh giá và đề xuất phương án công nghệ loại bỏ H₂S trong khí từ mỏ Cá Voi Xanh*. 2015.
3. IHS. *Process economics program yearbook*. 2014.
4. IHS. *Chemical economics handbook reports*. 2014.
5. Malcolm A.Kelland. *Production chemicals for the oil and gas industry*. CRC Press. 2009.
6. ATKearney. *Chemical industry vision 2030: A European perspective*. 2012.
7. CEFIC. *Landscape of the European chemical industry*. 2014.
8. Deloitte. *The decade ahead - Preparing for an unpredictable future in the global chemical industry*. 2010.
9. ATKearney. *Success factors for the European chemical business - Chemicals vision 2030. Summit of chemical, pharmaceutical, plastics and rubber industries of Slovenia*. 2012.

10. Foster Wheeler. *Technology review report*. 2015.
11. Haldor Topsoe. *Petrovietnam Gas (PV Gas) Vietnam blue whale CO₂ - rich utilization methanol - EOR - 30% CO₂ - H₂ export*. Block Diagram Process Flow Diagram. 2015.
12. Abdullah Saad Dughaiter. *Conversion of Dimethyl-Ether to olefins over HZSM-5: Reactivity and kinetic modeling*. The University of Western Ontario. 2014.

Production of petrochemicals from natural gas of Ca Voi Xanh field

Truong Minh Hue, Le Duong Hai
 Nguyen Anh Tuan, Nguyen Thi Hoai An
 Vietnam Petroleum Institute
 Email: huetm@pvpro.com.vn

Summary

The discovery of Ca Voi Xanh gas field in 2011 with a large reserve (about 150 billion m³ recoverable) opened up the opportunity to develop a gas-based petrochemical industry in the central region of Vietnam. Besides using gas for power generation and industrial purposes, the Vietnam Oil and Gas Group has given priority to use up to 1.7 billion m³ of Ca Voi Xanh gas per year (equivalent to 1.0 billion m³ of hydrocarbon) for petrochemical production. With high content of CO₂ (30% vol.), the suitable processing route for Ca Voi Xanh gas is methanol production, then converting methanol to olefins (MTO/MTP technology) and olefin derivatives. Through preliminary screening of market demand, production technologies and economic efficiency, potential olefin derivatives were selected, including ethylene chain (HDPE, SM/PS, and MMA) and propylene string (PP copolymer, the acrylic acids chemicals, 2-EH, n-butanol and 2-EHA derivatives, and n-butyl acrylate). 6 petrochemical complex schemes with Ca Voi Xanh gas consumption of about 1.7 billion m³ per year were evaluated and ranked. Based on assessment criteria such as production technology, product market opportunity, total investment and economic efficiency, the complex which has MTP technology to produce polypropylene copolymer has been rated the most potential for investment in 2023 after Ca Voi Xanh field is put into operation.

Key words: Ca Voi Xanh, petrochemical production from gas, deep gas processing.