



Nghiên cứu nhiệt phân nhựa từ rác sinh hoạt để sản xuất nhiên liệu Plastic pyrolysis from municipal solid waste for fuels production

Văn Đình Sơn Thọ*

Trường Hóa và Khoa học sư sống - Đại học Bách Khoa Hà Nội

*Email: tho.vandinhson@hust.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: 18/3/2024

Accepted: 10/5/2024

Published: 30/6/2024

Keywords:

Waste plastic, pyrolysis oil, waste FCC catalysts

ABSTRACT

Waste plastic originates from different sources. Currently, plastic mixed with solid municipal waste is separated for recycling and incineration. Waste plastic is derived from crude oil and can be converted into fuel by pyrolysis. This study conducted experiments on pyrolysis of plastic at 500°C, which was separated from household waste, and evaluated the properties of pyrolysis oil. Using FCC waste catalyst to improve the clouding point of pyrolysis oil products has been measured and discussed. Based on an experimental data, a process for plastic pyrolysis combination with vapor cracking unit is proposed and adapted to the infrastructure of a waste treatment plant in Central Vietnam.

1. Giới thiệu chung

Theo Báo cáo Hiện trạng môi trường quốc gia năm 2019, tổng khối lượng chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) phát sinh trên toàn quốc là 64.658 tấn/ngày với tỷ lệ thu gom CTRSH đô thị và nông thôn trung bình cả nước đạt lần lượt khoảng 92% và 66% [1]. Thành phần CTRSH được nhận định chủ yếu là thành phần hữu cơ tuy nhiên còn lẫn nhiều tạp chất khác như chất thải nhựa, kim loại, chất thải điện tử... Tỷ lệ chất thải nhựa, túi ni lông lẫn trong CTRSH có xu hướng ngày càng gia tăng trong bối cảnh phát triển kinh tế xã hội và nhu cầu lớn về nhựa sử dụng một lần do thói quen tiêu dùng.

Theo công bố năm 2023 của *The Circulate Initiative* đã khảo sát lượng rác của thành phố Hà Nội thải ra là 2,6 triệu tấn/năm trong đó có 500.000 tấn/năm rác thải nhựa và đã tái chế được khoảng 100.000 tấn/năm, thành phố Hồ Chí Minh thải ra là 3,4 triệu tấn/năm trong đó có 700.000 tấn/năm rác thải nhựa và đã tái chế được khoảng 100.000 tấn/năm và thành phố Đà

Nẵng thải ra là 400.000 tấn/năm trong đó có 150.000 tấn/năm rác thải nhựa và tái chế được khoảng 20.000 tấn/năm [2]. Trong báo cáo của Ngân hàng thế giới "Tóm tắt chính sách giảm thiểu nhựa dùng một lần ở Việt Nam", Việt Nam là một trong năm quốc gia gây ô nhiễm nhựa đại dương hàng đầu trên thế giới. Hàng năm, ước tính có khoảng 2,8 đến 3,1 triệu tấn chất thải nhựa được thải ra trên đất liền ở Việt Nam và ít nhất 10% trong số này đổ ra đại Dương [3].

Luật Bảo vệ môi trường 2020 quy định Trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất (EPR) đối với rác thải bao bì tại Việt Nam. Trong cơ chế EPR đối với loại bao bì sản phẩm, trách nhiệm của các doanh nghiệp cần đảm bảo bao bì sản phẩm được tái sử dụng hoặc tái chế, không làm ô nhiễm không khí, đất, sông ngòi và đại dương. Luật EPR còn mới ở Việt Nam và các nhà sản xuất chưa áp dụng thu hồi hoặc tái chế bao bì sau khi sử dụng thay vào đó các doanh nghiệp nộp tiền chi phí phát thải bao bì cho Quỹ bảo vệ môi trường.

Nhựa trong rác sinh hoạt có nguồn gốc từ dầu mỏ, nhựa tái chế có thể tái sử dụng cho mục đích đốt thu

hồi năng lượng hoặc tái chế. Trong thực tế hiện nay, các chất thải nhựa có thể tái chế đã được tách ra trong quá trình thu gom và xử lý. Phần nhựa còn lại lẫn trong rác thải được đốt tiêu hủy. Quá trình đốt cháy nhựa trong rác thải có đặc điểm là nhiệt trị cao và thuận tiện cho quá trình cháy tuy nhiên phát thải ra ô nhiễm thứ cấp do đó cần phải xử lý khí thải. Nhiệt phân nhựa cũng đã được tác giả S.Sharuddin thống kê đầy đủ trong đánh giá tổng quan về quá trình nhiệt phân các loại nhựa nguyên sinh, thảo luận các điều kiện của phản ứng và đánh giá các sản phẩm thu hồi được [4]. Tuy nhiên chưa có thống kê các nghiên cứu nhiệt phân nhựa từ rác thải sinh hoạt.

Nâng cấp sản phẩm lỏng của quá trình nhiệt phân đạt tiêu chuẩn kỹ thuật về chất lượng nhiên liệu xăng, diesel cần qua nhiều quá trình xử lý và tinh chế. Để có thể sử dụng hạ tầng của các nhà máy chế biến dầu mỏ để xử lý các sản phẩm nhiệt phân biomass (sinh khối) hoặc chất thải, khái niệm Co-processing (đồng xử lý) đã được triển khai trong thực tế. Tác giả C. Lindfords đã đề cập đến quá trình đồng xử lý sản phẩm bio-oil có nguồn gốc từ sinh khối và thảo luận về vai trò của các khu vực đồng xử lý trong nhà máy lọc hóa dầu [5]. Tác giả M. Pšenička đã đánh giá quá trình đồng xử lý của dầu nhiệt phân cao su và nhựa tái chế với dầu thô và ảnh hưởng tới các quá trình chế biến [6]. Việc sử dụng sản phẩm lỏng của quá trình nhiệt phân nhựa có thể làm nguyên liệu để đồng xử lý cho nhà máy lọc dầu và đây đang là một hướng công nghệ mới đang được triển khai thí điểm.

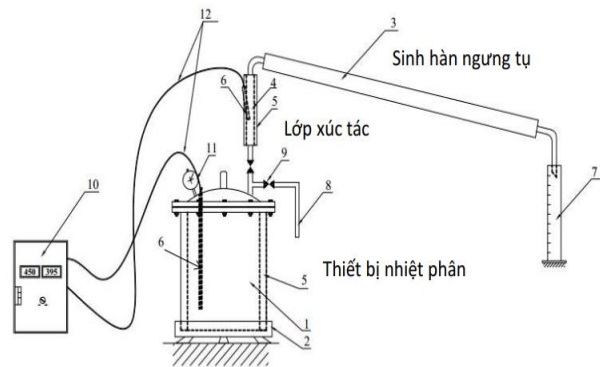
Hiện trạng tại Việt Nam, công nghệ nhiệt phân đã được áp dụng để xử lý chất thải và đặc biệt là xử lý cao su và cặn dầu. Sản phẩm của quá trình nhiệt phân là dầu (sản phẩm lỏng) và than đen (sản phẩm rắn) được đăng ký tiêu chuẩn cơ sở và cung ứng cho các hộ công nghiệp để sử dụng là nhiên liệu đốt thay thế dầu FO. Sản phẩm khí sinh ra trong quá trình nhiệt phân hiện nay được sử dụng làm nhiên liệu cung cấp nhiệt cho quá trình nhiệt phân. Quá trình nhiệt phân không cần đến sử dụng năng lượng từ nguồn bên ngoài mà bản thân nó đã tái tạo và thu hồi chất thải thành nhiên liệu. Công nghệ và thiết bị nhiệt phân đầu tiên được nhập khẩu từ nước ngoài và hiện nay đã được nội địa hóa và sản xuất trong nước. Với mục tiêu nghiên cứu để định hướng ứng dụng tại các đơn vị đã có hệ thống nhiệt phân và nâng cấp hệ thống sẵn có để nhiệt phân nhựa tái chế, chúng tôi khảo sát quá trình nhiệt phân nhựa thải kết hợp với sử dụng xúc tác thải của quá trình cracking dầu cặn (xúc tác FCC) đang thu gom tại nhà máy lọc dầu Dung Quất để cải thiện chất lượng của sản phẩm lỏng. Các kết quả thảo luận về chất

lượng dầu thu được từ quá trình nhiệt phân, cân bằng năng lượng và định hướng áp dụng công nghệ cũng được thảo luận.

2. Thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu

Hiện nay rác thải sinh hoạt tại khu Liên hiệp xử lý chất thải của huyện Bình Sơn đang được thu gom 70 tấn/ngày. Rác sinh hoạt đưa vào máy xé bao, qua lồng sàng phân loại theo kích thước. Phần plastic là nylon và bao bì nhựa chủ yếu có kích thước lớn hơn 60mm và tiếp tục được phân loại bằng tuyến gió. Lượng nylon, plastic thu hồi được tiếp tục phân loại để một phần tái chế và một phần đưa đi đốt tiêu hủy.

Nhựa tái chế sau khi thu được được cắt nhỏ và định hình lại theo nhu cầu. Nhựa tái chế được phân tích các chỉ tiêu theo TCVN như độ ẩm (TCVN 172:1997), hàm lượng tro (TCVN 173:1995), hàm lượng chất bốc (TCVN 174:2011) và nhiệt trị (TCVN200:1995). Sử dụng phương pháp phân tích nhiệt (STA 409 Netzsch, PTN Lọc hóa dầu và Vật liệu xúc tác, ĐHBKHN) để đánh giá nhiệt độ bắt đầu phân hủy của nhựa và khoảng nhiệt độ phù hợp cho quá trình nhiệt phân. Sử dụng các thiết bị phân tích hiện đại như đo diện tích bề mặt, phân bố lỗ xốp (Micromeritics 2010 - PTN Lọc hóa dầu và Vật liệu xúc tác, ĐHBKHN) và chụp kích thước bề mặt xúc tác FCC thải bằng kính hiển vi điện tử FeSEM – Hitachi 4800 (Viện Vệ Sinh dịch tễ Trung Ương).



Hình 1: Hệ thống nhiệt phân nhựa tái chế (1. Thiết bị nhiệt phân, 2. Thiết bị gia nhiệt, 3. Sinh hàn, 4. Ống đựng xúc tác, 5. Bảo ôn, 6. Đo nhiệt độ, 7. Ống đựng sản phẩm, 8. Ống xả áp, 9. Van xả áp, 10. Thiết bị điều khiển nhiệt độ, 11. Áp kế, 12. Dây tín hiệu)

Hệ thống nhiệt phân và kết hợp với quá trình cracking pha hơi được thực hiện theo mô hình thí nghiệm (hình 1). Sơ đồ gồm thiết bị nhiệt phân có thể tích 3000 ml, thiết bị gia nhiệt có thể gia nhiệt tới 550°C và hệ thống điều khiển nhiệt độ đưa vào tín hiệu của cặp nhiệt điện. Hơi quá trình nhiệt phân sẽ hình thành và đi qua ống

đựng xúc tác. Ống đựng xúc tác cũng gồm hệ thống gia nhiệt và điều khiển nhiệt độ. Hơi hydrocacbon sẽ qua hệ thống sinh hàn làm lạnh để ngưng tụ sản phẩm lỏng. Phân tích tính chất của sản phẩm lỏng và sản phẩm rắn thực hiện theo các tiêu chuẩn hiện hành. Khi thực hiện quá trình nhiệt phân thì không bổ sung xúc tác vào thiết bị số 4, khi thực hiện quá trình nhiệt phân và cracking ở pha hơi thì xúc tác được bổ sung vào thiết bị số 4 để đánh giá vai trò của xúc tác ảnh hưởng tới nhiệt độ đồng đặc của dầu thu được.

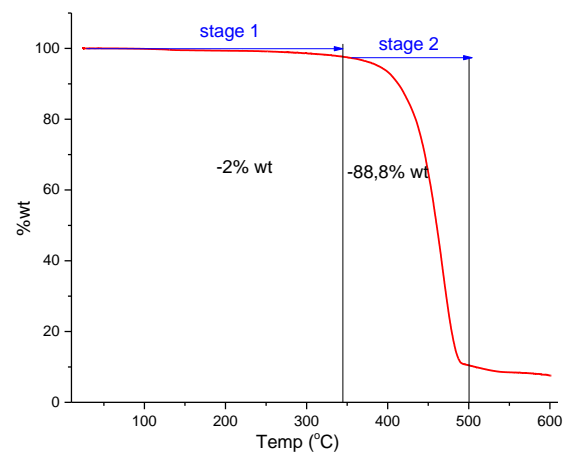
3. Kết quả và thảo luận

Nhựa được phân loại từ rác sinh hoạt của Khu liên hiệp xử lý rác tại huyện Bình Sơn, Quảng Ngãi. Theo số liệu ghi chép, thành phần nhựa trong rác sinh hoạt khoảng từ 7-9% khối lượng rác thu gom và gồm nhiều loại khác nhau. Sau khi phân loại nhựa bằng phương pháp thủ công và loại nhựa PVC, tiếp tục băm nhỏ và đùn ép định dạng để phục vụ tái chế. Mẫu nhựa được phân tích thành phần kỹ thuật và kết quả cho thấy độ ẩm của nhựa tái chế là 1,68% và đó là độ ẩm vật lý, hàm lượng chất bốc lớn của nhựa tái chế là 84,45% và hàm lượng cacbon cố định là 2,07%. Nhựa tái chế có nhiệt trị 9.039 Kcal/kg và có hàm lượng tro 11,3%. Nếu so sánh với S.Sharuddin thì chất bốc của các loại nhựa nguyên sinh đều cao hơn 90% và hàm lượng tro đều nhỏ hơn 3% [4]. Sự khác nhau về chất bốc và hàm lượng tro là do nguồn gốc nhựa nguyên sinh và nhựa tái chế. Hàm lượng tro lớn là do trong quá trình tái chế có thể lẫn hàm lượng vô cơ khác hoặc trong quá trình sản xuất nhựa các loại chất độn và phụ gia được bổ sung vào trong quá trình sản xuất để tăng cơ lý tính của sản phẩm. Với số liệu về chất bốc có thể dự đoán rằng một phần lớn nhựa tái chế đã chuyển hóa thành hơi và khí dưới tác dụng của nhiệt.

Sử dụng phương pháp phân tích nhiệt để đánh giá nhiệt độ phân hủy của nhựa tái chế bằng cách gia nhiệt mẫu trong dòng nitơ từ nhiệt độ phòng lên đến 600°C và kết quả thể hiện ở hình 2. Có thể thấy rằng giai đoạn trước 300°C chỉ có sự thay đổi khối lượng là 2% chính là quá trình thoát ẩm vật lý. Quá trình phân hủy nhiệt của nhựa bắt đầu từ nhiệt độ 350°C và kết thúc tại 500°C với sự giảm khối lượng lên đến 88,9%. Có thể thấy rằng quá trình chỉ xảy ra theo 1 giai đoạn và trong khoảng nhiệt độ hẹp. Điều này cho thấy quá trình nhiệt phân nhựa tái chế là tương đối thuận lợi và nhiệt độ nhiệt phân chỉ cần duy trì khoảng 450° – 500°C. Khoảng nhiệt độ này cũng hoàn toàn phù hợp với khoảng nhiệt độ mà S.Sharuddin đã thống kê trong nghiên cứu của mình [4].

Mô hình thí nghiệm quá trình nhiệt phân nhựa được thể hiện ở hình 1 và quá trình nhiệt phân được tiến hành ở 500°C. Trong quá trình nhiệt phân, sản phẩm lỏng, sản phẩm rắn được thu hồi, xác định khối lượng và đo lường các tính chất đặc trưng của nhiên liệu. Dựa vào cân bằng khối lượng và cân bằng nhiệt lượng có thể tính được nhiệt lượng của thành phần khí sinh ra trong quá trình nhiệt phân và kết quả tiêu biểu thể hiện ở bảng 1.

Thực nghiệm cho thấy sản phẩm lỏng chiếm 55,7% , sản phẩm rắn là 18,5% và sản phẩm khí chiếm đến 25,8% Trong sản phẩm rắn có 11,3% hàm lượng tro. Nếu chỉ tính toán đến lượng hydrocacbon có trong nhựa (không tính đến hàm lượng tro – dry ash fee) thì hiệu suất sản phẩm lỏng là 62,8%, sản phẩm khí là 29,1% và 8,1% là phần rắn. Nhiệt trị của sản phẩm lỏng và sản phẩm rắn đo được là 9.337 Kcal/kg và 1.381 Kcal/kg và dựa vào cân bằng vật chất và cân bằng năng lượng tính toán được nhiệt trị của sản phẩm khí là 10.528 Kcal/kg. Kết quả cho thấy rằng 33,9% nhiệt lượng của nhựa tái chế được chuyển thành khí trong quá trình nhiệt phân và khí hydrocacbon này nên được sử dụng để cung cấp nhiệt cho quá trình nhiệt phân hoặc tiếp tục tinh chế để thu được các sản phẩm khí có giá trị cao.



Hình 2: Kết quả phân tích nhiệt TG của nhựa tái chế

Bảng 1: Cân bằng vật chất và cân bằng năng lượng quá trình nhiệt phân nhựa tái chế

	Tỷ lệ thành phần (kl%)	Tỷ lệ thành phần (tính theo ash free) (%)	Nhiệt trị (Kcal/kg)	Cân bằng nhiệt lượng cho các sản phẩm (%)
Nguyên liệu	100		9,039	
Rắn	18,5	8,1	1.381	1.2
Lỏng	55,7	62,8	9.337	64,9
Khí	25,8	29,1	10.528	33,9

Tính chất của sản phẩm lỏng, sản phẩm rắn được thể hiện ở bảng 2. Sản phẩm lỏng có nhiệt độ sôi đều thuộc phân đoạn xăng và tỷ lệ phân đoạn xăng chiếm 20% thể tích, phân đoạn dầu nhẹ - LCO chiếm 60% thể tích và phân đoạn nhiệt độ sôi > 360°C chiếm 20% thể tích. Nhiệt trị dầu là 9.337 Kcal/kg tuy nhiên nhiệt độ đông đặc của sản phẩm là 45°C do đó quá trình vận chuyển và sử dụng cần hệ thống gia nhiệt. Do nhựa thải là các polymer mạch dài và thẳng nên quá trình nhiệt phân sẽ dễ gãy mạch và tạo ra sản phẩm lỏng. Sản phẩm lỏng là các hydrocacbon mạch thẳng và có phân tử lượng thấp hơn và có nhiệt độ đông đặc cao. Để giảm nhiệt độ đông đặc của sản phẩm lỏng cần phải cắt mạch thành các phân tử hydrocacbon mạch ngắn hơn nữa.

Bảng 2: Tính chất của sản phẩm lỏng và rắn

Thông số	Phương pháp thử	Giá trị
Sản phẩm lỏng		
Quan sát	Mắt thường	Chất lỏng màu vàng đồng đặc ở nhiệt độ thường
Nhiệt trị (Kcal/kg)	TCVN 200	9.337
Khối lượng riêng (kg/m ³)	TCVN 6594	825
Điểm đông đặc (°C)	TCVN 3753	45
Tỷ lệ % theo phân bố		
Xăng (< 215°C)	TCVN	20
Dầu nhẹ LCO (215-360°C)	2696	60
Nhiệt độ sôi > 360°C		20
Sản phẩm rắn		
Quan sát	Mắt thường	Dạng bột mịn
Nhiệt trị (Kcal/kg)	TCVN 200	1,381
Hàm lượng tro	TCVN 173	85.5%
	SiO ₂	35.1
	Al ₂ O ₃	10.7
Thành phần oxit kim loại trong tro (%) – Đo bằng máy ICP-MS Agilent 7700X	Fe ₂ O ₃	5.3
	CaO	17.7
– LE địa chất khoáng sản.	MgO	3.9
	K ₂ O	8.7
	Na ₂ O	6.8

Sản phẩm rắn hình thành sau quá trình nhiệt phân là bột mịn màu đen. Nhiệt trị sản phẩm là 1.381 Kcal/kg và hàm lượng chất không cháy chiếm đến 85.5%. Hàm lượng chất không cháy được tồn tại trong sản phẩm rắn có thành phần chủ yếu là SiO₂ và CaO, Al₂O₃ là do trong nhựa có nhiều phụ gia vô cơ được bổ sung vào trong quá trình sản xuất sản phẩm hoặc có thể bị lẫn

các chất vô cơ trong quá trình tái chế thu hồi nhựa. Với chỉ tiêu phân tích sản phẩm rắn của quá trình nhiệt phân thì có thể áp dụng QCVN 41:2011/BTNMT về đồng xử lý chất thải nguy hại tại nhà máy xi măng. Chất rắn của quá trình nhiệt phân không chỉ cung cấp bổ sung nguồn oxit kim loại Silic, nhôm và canxi thay thế một phần nguyên liệu cho quá trình sản xuất xi măng mà còn có thêm nhiệt trị cho quá trình cháy, góp phần giảm tiêu thụ than trong quá trình sản xuất xi măng.

Dầu nhiệt phân có đặc điểm là nhiệt độ đông đặc cao và không thuận lợi cho quá trình vận chuyển, tồn chứa và sử dụng. Để có thể sử dụng sản phẩm dầu nhiệt phân thì hạ tầng kỹ thuật cần có thiết bị gia nhiệt cho quá trình vận chuyển hàng hóa do đó phải đầu tư thêm cho hệ thống tồn chứa và vận chuyển với chi phí cao. Để có thể ứng dụng được nhiên liệu này và sử dụng được hạ tầng đã có về phân phối sản phẩm, việc hạ thấp nhiệt độ đông đặc của dầu nhiệt phân là điều cần thiết. Hiện nay tại đơn vị xử lý chất thải ở Bình Sơn có hệ thống nhiệt phân thùng quay đang được sử dụng để nhiệt phân cao su, cặn dầu để sản xuất dầu tái chế và sử dụng dầu tái chế làm nhiên liệu đốt. Với công nghệ hiện có không thể áp dụng nhiệt phân cho nhựa vì nhiệt độ đông đặc của sản phẩm lỏng cao sẽ gây tắc trên hệ thống ngưng tụ sản phẩm và tăng áp trên toàn tuyến. Để có thể hạ nhiệt độ đông đặc của sản phẩm thì cần phải cắt mạch của sản phẩm lỏng hơn nữa và sử dụng xúc tác cho quá trình nhiệt phân. Xúc tác sử dụng để cracking nhựa tái chế cần phải rẻ tiền để không phải tái sinh và cần có độ axit yếu để tránh bề gãy quá sâu tạo ra nhiều sản phẩm khí và phân đoạn xăng.

Tại khu xử lý đang thu gom và xử lý xúc tác FCC của nhà máy Dung Quất. Xúc tác FCC thu được có dạng bột mịn. Khi tái sinh ở 600°C thì hàm lượng cốc còn lại trong xúc tác thải FCC là 4%. Phương pháp đo SEM xúc tác sau khi tái sinh cho thấy kích thước xúc tác có O₂ dài kích thước là 20-30 micromet và 80-100 micromet. Đo diện tích bề mặt xúc tác bằng phương pháp BET và kết quả đường hấp phụ và nhả hấp phụ N₂ cho thấy xúc tác có diện tích bề mặt là 154 m²/g có thể tích pore là 0.241 cm³/g với phân bố mao quản (nm) <5, 5-10, 10-50, >50 là 37%, 21%, 34% và 9%. Theo nghiên cứu của Jose Ferreira thì vai trò các lỗ xốp của xúc tác FCC rất quan trọng. Các pore lớn có độ axit thấp thì cho phép khuếch tán các phân tử hydrocacbon có kích thước lớn (dầu cặn) và thực hiện quá trình cracking sơ bộ, các pore trung bình có độ axit trung bình sẽ cracking dầu nhẹ hoặc dầu nặng và các tâm có độ axit lớn ở các pore nhỏ sẽ cracking gasoline và LPG [7].

Với thành phần dầu nhiệt phân thu được có nhiệt độ sôi trên 360°C chiếm đến 20%V và thành phần là các hydrocacbon có kích thước lớn, chúng cần phải bẻ gãy mạch để tạo ra các hydrocacbon có mạch ngắn hơn. Xúc tác FCC thải có lỗ xốp có thể tích macro và mesopore lớn và sẽ là vùng thực hiện quá trình cracking các hydrocacbon có kích thước lớn thành các hydrocacbon mạch ngắn và có thể sẽ giảm nhiệt độ đồng đặc của sản phẩm lỏng.

Với mục đích hướng tới ứng dụng tại các đơn vị xử lý chất thải, sử dụng xúc tác cracking ở pha hơi sẽ thuận tiện hơn cho việc áp dụng. Tiến hành khảo sát nhiệt phân nhựa tái chế và sử dụng xúc tác thải FCC ở pha hơi. Thí nghiệm nhiệt phân được tiến hành 5 lần liên tiếp tại 500°C với mục tiêu đánh giá khả năng cải thiện nhiệt độ đồng đặc của sản phẩm lỏng và đánh giá hoạt tính của xúc tác. Kết quả hiệu suất quá trình nhiệt phân được thể hiện ở bảng 3. Có thể thấy rằng bản chất của quá trình cracking xảy ra ở pha hơi nên sản phẩm rắn quá trình nhiệt phân ổn định khoảng 18 -

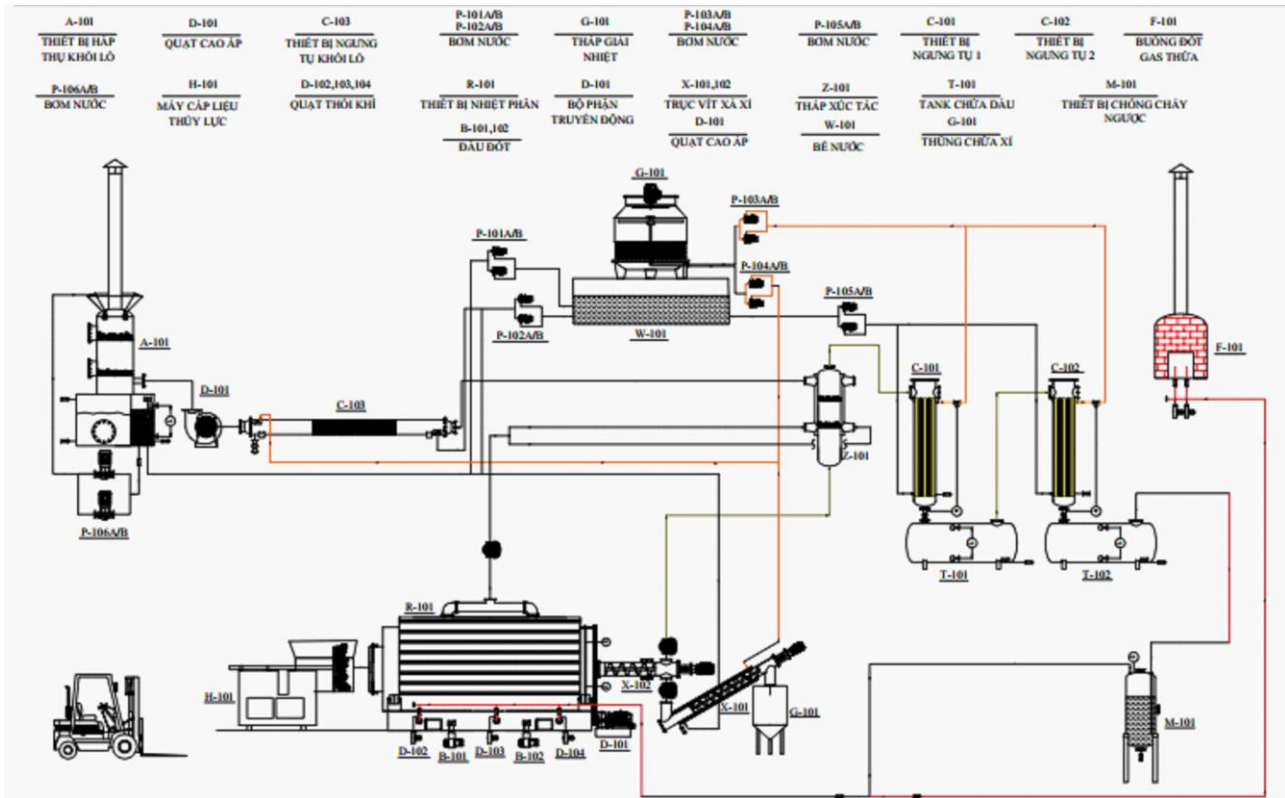
19% khối lượng. Sản phẩm lỏng thu được trong các lần thử nghiệm đều khoảng 52-53% khối lượng, tuy nhiên về phân bố nhiệt độ sôi có sự khác nhau rõ ràng. Với 2 lần thí nghiệm đầu tiên, phân đoạn có nhiệt độ sôi cao hơn 360°C giảm xuống 13% so với 20% khi không sử dụng xúc tác. Điều này có nghĩa xúc tác đóng vai trò quan trọng trong quá trình cracking hydrocacbon có kích thước lớn có trong pha hơi và nhiệt độ đồng đặc của dầu đã được cải thiện đáng kể. Với các lần thí nghiệm từ thứ 3 đến thứ 5 thì tỷ lệ phân đoạn nhiệt độ sôi cao hơn 360°C tăng lên và nhiệt độ đồng đặc của dầu cũng tăng. Điều này có nghĩa là xúc tác đã giảm dần hoạt tính do đó khả năng cracking các hydrocacbon mạch lớn đã giảm đi. Sau 5 lần thí nghiệm thì nhiệt trị của dầu khoảng 9.200 -9.400 Kcal/kg và nhiệt độ đồng đặc đã cải thiện giúp cho quá trình lưu chứa và phân phối sản phẩm được thuận tiện vì có thể sử dụng hạ tầng sẵn có của việc phân phối, tồn chứa và sử dụng sản phẩm dầu nhiệt phân cho mục đích công nghiệp và thương mại.

Bảng 3: Hiệu suất của quá trình nhiệt phân

Lần thực nghiệm	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5
Tỷ lệ sản phẩm					
Tỷ lệ rắn (%)	18	18	19	19	19
Tỷ lệ sp lỏng (%)	53	53	52	53	53
Tính chất của sản phẩm lỏng					
Phân đoạn xăng (%)	25	25	24	22	20
Phân đoạn LCO(%)	62	62	62	64	62
Phân đoạn > 360°C (%)	13	13	14	14	18
Nhiệt độ đồng đặc (°C)	20	20	23	25	25
Nhiệt trị (Kcal/kg)	9.403	9.300	9.465	9.254	9.356

Dựa trên kết quả nghiên cứu quy mô phòng thí nghiệm và căn cứ công nghệ và thiết bị đang sẵn có của đơn vị, chúng tôi đề xuất mô hình công nghệ cho hệ thống nhiệt phân nhựa tái chế kết hợp với quá trình cracking xúc tác ở pha hơi (hình 3). Nhựa được thiết bị H-101 đưa liệu vào lò nhiệt phân R-101, lò nhiệt phân được gia nhiệt bằng các dầu đốt B-101/102 đến nhiệt độ 500°C. Trong quá trình nhiệt phân, hơi hydrocacbon sẽ hình thành và đi qua thiết bị cracking xúc tác Z-101. Thiết bị Z-101 cũng được gia nhiệt bằng khói lò (đi ra từ thiết bị R-101) lên nhiệt độ 500°C. Sản phẩm hơi sau quá trình cracking được đưa qua thiết bị ngưng tụ C-101 và C-102. Bản chất của O2 thiết bị trao đổi nhiệt là để tách hydrocacbon thành O2 sản phẩm có nhiệt độ sôi trong phân đoạn xăng và cao hơn phân đoạn xăng. Nhiệt độ sôi trên 210°C sẽ được

ngưng tụ và chứa trong thiết bị T-101 và nhiệt độ sôi thấp hơn được ngưng tụ và chứa trong thiết bị T-102. Nước làm lạnh trong quá trình ngưng tụ sẽ được bơm P-105A/B đưa về bể nước W-101 và được giải nhiệt bằng tháp giải nhiệt G-101. Hydrocacbon không ngưng sẽ qua thiết bị chống cháy ngược M-101 và quay lại lò đốt để đốt cấp nhiệt cho lò nhiệt phân. Trường hợp khí dư sẽ đưa về lò đốt khí F-101 để đốt cháy hoàn toàn trước khi xả ra ngoài. Tại lò nhiệt phân, khí đốt và dầu đốt sau khi cháy sẽ hình thành khói lò có nhiệt độ cao và sau đó được trao đổi nhiệt với hệ thống xúc tác cracking sẽ qua ống làm mát C-103. Khói lò sau khi giảm nhiệt độ sẽ qua quạt D-101 và qua hệ thống hấp thụ và rửa khí axit bằng dung dịch NaOH. Sau khi kết thúc quá trình nhiệt phân, sản phẩm rắn sẽ được đưa ra khỏi lò bằng thiết bị X-101, X-102 và chứa trong thùng G-101.



Hình 3: Sơ đồ hệ thống nhiệt phân và cracking xúc tác pha hơi

4. Kết luận

Thành phần nhựa trong rác thải sinh hoạt tại khu xử lý rác Bình Sơn là 7-9%. Nhựa tái chế tách ra từ rác sinh hoạt có nhiệt trị 9.039 Kcal/kg và hàm lượng chất bốc là 84.45%. Quá trình nhiệt phân phân nhựa xảy ra trong khoảng nhiệt độ 400°C – 500°C và thành phần dầu lỏng thu được chiếm tỷ lệ 55.7%. Dầu thu được có nhiệt trị 9.337Kcal/kg và nhiệt độ đông đặc 45°C. Khi sử dụng xúc tác thải FCC từ nhà máy lọc dầu Dung Quất có diện tích bề mặt là 154 m²/g để cracking ở pha hơi thì hiệu suất thu hồi sản phẩm lỏng giảm đi 5%, tuy nhiên sản phẩm lỏng thu được có nhiệt độ đông đặc thấp hơn và vẫn có nhiệt trị cao. Với nhiệt độ đông đặc dầu nhiệt phân 20-25°C thì hoàn toàn có thể sử dụng được hạ tầng sẵn có của nhà máy để nhiệt phân nhựa tái chế và sử dụng được dầu nhiệt phân thay thế dầu FO cho các hộ công nghiệp.

Tài liệu tham khảo

1. Báo cáo Hiện trạng môi trường quốc gia năm 2019, Chuyên đề quản lý chất thải rắn sinh hoạt, Bộ Tài Nguyên Môi Trường, NXB Dân Trí 2020.
2. The Circulate Initiative, Mapping Local Plastic Recycling Supply Chains: Insights from Selected Cities in India, Indonesia, Thailand and Vietnam in Vietnam, JANUARY 2023.
3. World bank, Báo cáo Tóm tắt Chính sách: Giảm thiểu nhựa dùng một lần ở Việt Nam, 2022.
4. S.Sharuddin, F.Abnisa, W.Daud, M.Aroua, Energy Conversion and Management 115 (2016) 308 – 326. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2016.02.037>
5. C. Lindfors, D.Elliott, W. Prins, A.Oasmaa, J. Lehtonen, Energy Fuels 37 (2023) 799–804. <https://doi.org/10.3390/en15207745>
6. M. Pšenička, A. Roudová, A. Vráblík, R. Černý, Energies 15(20) (2022) 7745. <https://doi.org/10.3390/en15207745>
7. J. Ferreira, E. Aguiar, D. Aranda, Catalysts 2023, 13(4) (2023) 784. <https://doi.org/10.3390/catal13040784>