การศึกษาและออกแบบการผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก
The Study and Design of Crude Oil Production from Plastic Waste

เดช เหมือนขาว[1] ยงยุทธ ดุลยกุล[2] และชัยยุทธ มีงาม[3]
[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์: 085 8887753
E-mail: dechmaunkhaw@yahoo.com
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
1 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์: 089 1976371
E-mail: dyongyuth@gmail.com
[3]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
160 ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์: 083 1715652
E-mail: chai-2528@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและออกแบบการผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ในการออกแบบการผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก ออกแบบชุดให้ความร้อนทนอุณหภูมิสูงสุด 600 องศาเซลเซียส การทดลองผลิตน้ำมันดิบด้วยที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส น้ำหนักขยะพลาสติก 4.4 5.9 และ 7.4 กิโลกรัม ผลการวิจัยพบว่า น้ำหนักขยะพลาสติก 7.4 กิโลกรัม และอัตราของน้ำมันดิบที่สูงกว่า

คำสำคัญ: ไพโรไลซิส โพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง น้ำมันดิบ

Abstract

The research were to studied and design of crude oil production from Waste Plastic by pyrolysis process. The design of production of crude oil from plastic waste. Design to heating temperature of resistant up to 600 degrees Celsius. 600 °C. The Experiments of crude oil production form waste plastic at 400 °C, the weight of waste plastic 4.4 5.9 and 7.4 Kilograms. The results of this were follow; the weight of waste plastic 7.4 Kilograms. and the rate of crude oil per the waste plastic is higher than.

Keywords: Pyrolysis, High density polyethylene (HDPE), Crude oil

1. บทนำ

พลาสติกเป็นวัสดุที่ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในการดำรงชีวิตเพื่อความทันสมัยและความสะดวกสบาย เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุที่มีสมบัติเด่นหลายประการ เช่น ความหนาแน่นต่ำ ทนทานและมีความยืดหยุ่นสูง น้ำหนักเบาเหมาะสำหรับการใช้งานด้านต่าง ๆ ตั้งแต่บรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ยานยนต์ เฟอร์นิเจอร์ ของเล่นเด็กตลอดจนอุปกรณ์ในงานก่อสร้าง นอกจากนี้ยังเป็นวัสดุที่ถูกนำมาทำเป็นภาชนะ หรือของใช้แบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง เนื่องจากมีราคาถูก ส่งผลให้ขยะพลาสติกเป็นปัญหาสำคัญของหลายชุมชน โดยทั่วไปแหล่งที่มาของขยะพลาสติกจะมาจากการค้า อุตสาหกรรม ก่อสร้าง การเกษตร บ้านเรือน และเหมืองแร่ [1] สำหรับปัญหาขยะพลาสติกนับวันมีปริมาณการทิ้งมากขึ้น แม้จะมีการนำพลาสติกบางส่วนกลับมารีไซเคิลแต่เมื่อนำพลาสติกเหล่านั้นมาใช้ซ้ำหลายครั้ง คุณภาพและความสวยงามก็ลดลงและต้องคำนึงถึงความสะอาดและความปลอดภัย เมื่อเทียบการนำเอาขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่และการรีไซเคิลกับขยะพลาสติกที่ถูกทิ้งนั้นยังถือว่าเป็นแค่เพียงส่วนน้อยเท่านั้น สำหรับการกำจัดขยะพลาสติกที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป คือ การฝังกลบหรือการเผาทำลาย ซึ่งวิธีการดังกล่าวส่งผลเสียกับสภาพแวดล้อม เกิดมลภาวะและเป็นอันตรายต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก

ในปัจจุบันการจัดการขยะพลาสติกให้เป็นแหล่งพลังงานในรูปแบบของก๊าซเชื้อเพลิงและน้ำมันนั้นจะใช้กระบวนการที่เรียกรวมกันว่า กระบวนการพีจีแอล (PGL Process) ซึ่งย่อมาจากกระบวนการย่อย 3 กระบวนการคือ กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) และกระบวนการลิควิแฟรกชัน (Liquefaction) โดยทั้ง 3 กระบวนการมีความเหมือนกันก็คือ เป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนแก่สารใดสารหนึ่ง เพื่อย่อยสลายโมเลกุลของสารนั้นให้มีขนาดเล็กลงในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อย แต่ด้วยกระบวนการผลิตและสภาวะที่แตกต่างกันทำให้กระบวนการไพโรไลซิสจะให้ก๊าซและน้ำมันเป็นผลิตภัณฑ์ กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันจะให้ก๊าซสังเคราะห์และกระบวนการทำลิควิแฟรกชันนั้นอาจจะมีการเติมตัวทำละลายเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์ด้วย เพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตน้ำมันเป็นผลิตภัณฑ์หลัก ดังนั้นเป็นแนวทางในการกำจัดขยะพลาสติกและเกิดประโยชน์จากการกำจัดขยะพลาสติกจึงได้เลือกกระบวนการไพโรไลซิส ซึ่งเป็นกระบวนการที่ให้ก๊าซและน้ำมันเป็นผลิตภัณฑ์ มาใช้ในกระบวนการกำจัดขยะพลาสติก และผลจากกระบวนการดังกล่าวจะได้น้ำมันเชื้อเพลิงและลดปริมาณขยะพลาสติกลง รวมทั้งลดความยุ่งยากในการหาหลุมทิ้งขยะแห่งใหม่ โดยทำการสร้างเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก และพิจารณาเลือกพลาสติกประเภทโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene : HDPE) ซึ่งมีมากที่สุดจากขยะพลาสติก [2]

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก

2.2 เพื่อสร้างและทดสอบเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก

3. แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัยและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการไพโรไลซิสดังในภาพที่ 1 เป็นกระบวนการแตกตัวหรือสลายตัวของสารประกอบหรือวัสดุต่าง ๆ ด้วยความร้อนปานกลางที่อุณหภูมิประมาณ 400 - 800 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนในปริมาณที่น้อยมาก โดยทั่วไปผลผลิตที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซ ของเหลวและของแข็ง เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นปฐมภูมิ (Primary Product) อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่ใช้ เช่น อุณหภูมิ อัตราเร็วในการให้ความร้อน สำหรับกระบวนการไพโรไลซิสผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมากที่สุดคือ ของเหลวหรือน้ำมัน ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิสเป็นความร้อนทางอ้อมที่ให้แก่ เครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซิส แล้วถ่ายเทไปให้กับวัตถุที่อยู่ข้างในด้วยอุณหภูมิ

ภาพที่ 1 กระบวนการเทคโนโลยีไพโรไลซิส [1]

ปิโตรเคมีย้อนกลับดังในภาพที่ 2 ขยะพลาสติกซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหรืออาจจะเรียกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีองค์ประกอบประเภทเดียวกับน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ หรือก๊าซธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี โดยเริ่มจากการนำเอาปิโตรเลียมที่ขุดได้ ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำมันและก๊าซธรรมชาติมาเข้ากระบวนการแยกเป็นน้ำมันและก๊าซชนิดต่าง ๆ ดังนั้นเราจึงต้องมีเทคโนโลยีที่ดีที่จะกำจัดขยะปิโตรเคมีเหล่านี้ เทคโนโลยีเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานจึงเป็นเทคโนโลยีที่สามารถกำจัดขยะปิโตรเคมีพร้อมกับการผลิตพลังงานหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากขยะปิโตรเคมี

ภาพที่ 2 กระบวนการปิโตรเคมี [4]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยผลกระทบของสิ่งปนเปื้อนต่อองค์ประกอบที่มีต่อการสังเคราะห์น้ำมันเชื้อเพลิง โดยกระบวนการไพโรไลซิสของถุงพลาสติกประเภทโพลิโพรพิลีน พบว่าสิ่งปนเปื้อนทุกชนิดมีผลทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงเมื่อเทียบกับถุงพลาสติกแบบไม่มีสิ่งปนเปื้อนใดเลยที่ให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง 78 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Thermo Gravimetric Analyzer พบว่าองค์ประกอบของน้ำมันส่วนใหญ่ที่ได้จากการไพโรไลซิสจากขยะพลาสติกเป็นน้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซินและน้ำมันเตา [2] สำหรับการรีไซเคิลขยะพลาสติกเป็นน้ำมันจากกระบวนการเผาไหม้เพื่อให้ได้น้ำมัน โดยทำการจัดเตรียมพลาสติกเพื่อป้อนเข้าสู่เตาเผาที่อุณหภูมิความร้อน เพื่อให้สารมลพิษต่าง ๆ ที่ปนมากับก๊าซและสารระเหิดจะถูกทำลายหมด พลาสติกจากการเผาจะถูกหลอมละลายเป็นของเหลวและเปลี่ยนสภาพไปเป็นก๊าซ เมื่อก๊าซถูกทำให้เย็นลงจะมีขี้ผึ้ง (Wax) เกิดขึ้นจึงต้องมีการดักขี้ผึ้งก่อน พร้อมปรับสภาพของก๊าซและส่งไปควบแน่นด้วยระบบหล่อเย็นจนเป็น น้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนก๊าซที่ไม่กลั่นตัวก็จะถูกนำไปให้ความร้อนแก่หัวเผาก๊าซเพื่อให้ความร้อนแก่ตัวเอง [3] ในส่วนของขยะพลาสติกและยางรถยนต์เก่าได้มีการศึกษาโดยเฉพาะขยะปิโตรเคมีที่ผลิตจากบ้านเรือนและภาคอุตสาหกรรมการผลิต ยกตัวอย่างเช่น ยางรถยนต์มีไฮโดรคาร์บอน โดยวิธีการเปลี่ยนขยะเหล่านี้ให้เป็นพลังงานแปรรูปที่มีค่าความร้อนที่สูงกว่าเป็นก๊าซเชื้อเพลิงและน้ำมัน [4] การผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก โดยทำการทดลองเผาเม็ดพลาสติก โพลิโพรพิลีน (Polypropylene) และโพลิเอทิลีน (Polyethylene) ทำการทดลองหาข้อมูลตัวแปรสำคัญในการไพโรไลซิส [5] สำหรับการศึกษาเชื้อเพลิงเหลวจากขยะพลาสติก โดยทำการศึกษาผลของอุณหภูมิของการทำปฏิกิริยาการเปลี่ยนพลาสติกผสมให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวโดยใช้และไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา HZSM - 5 [6],[7] และศึกษาการไพโรไลซิสจากขยะพลาสติกโดยทำการทดลองสองวิธีคือ วิธีแรกการไพโรไลซิสโดยไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา และวิธีที่สองการไพโรไลซิสโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา [8] และการไพโรไลซิสโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงเหมือนกับไฮโดรคาร์บอนเหลว จากพลาสติกประเภทโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) [9]

4. วิธีดำเนินงาน

จากการศึกษาและทดลองเพื่อหาแนวทางในการออกแบบการสร้างเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ซึ่งจากหลักการการทำงานของกระบวนการไพโรไลซิส จึงได้นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก โดยมีแนวคิดเพื่อการออกแบบ เพื่อหาความเหมาะสมของการออกแบบสร้างเครื่องผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกแล้วจึงทำการออกแบบเครื่องผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก

4.1 การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก

4.1.1 คำนวณหาปริมาตรภายในชุดให้ความร้อนดังนี้

$$V = \left(\frac{\pi}{4}\right)(D^2)(H) \quad \text{.....(1)}$$

แทนค่าในสมการ (1) จะได้ปริมาตรภายในชุดให้ความร้อน

$$V = \left(\frac{\pi}{4}\right)(30^2)(50)$$
$$= 35342.9\ cm^3$$

∴ ปริมาตรภายในชุดให้ความร้อนจะเท่ากับ 35342.9 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4.1.2 การหาอัตราส่วนในการทดลอง จากการทดลองตวงขยะพลาสติกโดยมีปริมาตรเท่ากับ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วทำการชั่งน้ำหนักขยะพลาสติกที่ตวง ซึ่งขยะพลาสติกดังกล่าวมีน้ำหนักเท่ากับ 208.8772 กรัม ถ้าชุดให้ความร้อนมีปริมาตร 35342.9 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้น ความจุขยะพลาสติกน้ำหนักสูงสุด 7.3823 กิโลกรัม ดังแสดง

$1000\ cm^3$ = น้ำหนักขยะพลาสติก 208.8772 g

$$35342.9\ cm^3 = \frac{208.8772\ g \times 35342.9\ cm^3}{1000\ cm^3}$$
$$= 7382.3259\ g$$
$$\approx 7.4\ \text{กิโลกรัม}$$

4.2 การคำนวณปริมาณความร้อนของชุดให้ความร้อน

4.2.1 การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ให้กับโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ปริมาณของโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ใช้ในการหลอม 7.3823 กิโลกรัม ซึ่งมีความร้อนจำเพาะเท่ากับ 2.25 กิโลจูลต่อกิโลกรัมเคลวิน และมีความร้อนแฝงของการหลอมละลายเท่ากับ 0.15 กิโลจูลต่อกิโลกรัม โดยจะให้ความร้อนตั้งแต่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หรือ 303 เคลวิน จนถึงอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส หรือ 873 เคลวิน จากนั้นกำหนดเวลาในการหลอมโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง 7.3823 กิโลกรัม ได้ทั้งหมดภายในเวลาไม่เกิน 100 นาที ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ใช้เพื่อทำให้โพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง 7.3823 กิโลกรัม หลอมละลายได้ดังนี้

$$q_k = \frac{mC_p(T_1 - T_2) + mY}{t} \quad \text{.....(2)}$$

แทนค่าในสมการ 2 จะได้ปริมาณความร้อนเท่ากับ

$$q_{k1} = \frac{[7.3823 \times 2.25 \times (873 - 303)] + (7.3823 \times 0.15)}{100 \times 60}$$
$$= 1.5781\ \text{กิโลจูลต่อวินาที}$$
$$= 1578\ \text{วัตต์}$$

∴ ปริมาณความร้อนที่ใช้กับโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง 7.3823 กิโลกรัม หลอมละลายที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ในเวลา 100 นาที จะเท่ากับ 1578 วัตต์

4.2.2 การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านพื้นด้านล่างของชุดให้ความร้อนเมื่อต้องการความร้อนภายในชุดให้ความร้อนเท่ากับ 600 องศาเซลเซียส หรือ 873 เคลวิน และอุณหภูมิผิวนอกของชุดให้ความร้อนไม่เกิน 100 องศาเซลเซียสหรือ 373 เคลวินโดยพื้นด้านล่างของชุดให้ความร้อนมีเหล็กแผ่นหนา 0.0015 เมตร มีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 36 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน พื้นที่ของผนังพื้นด้านล่างของชุดให้ความร้อนที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหลของความร้อนเท่ากับ 0.18 ตารางเมตร สามารถคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านพื้นด้านล่างของชุดให้ความร้อนได้ดังนี้

$$q_k = \frac{T_1 - T_2}{\left[\left(\frac{L}{kA}\right)A + \left(\frac{L}{kA}\right)B + \left(\frac{L}{kA}\right)C\right]} \quad \text{.....(3)}$$

แทนค่าในสมการ (3) จะได้ปริมาณความร้อนเท่ากับ

$$q_{k2} = \frac{(873 - 373)}{\left(\frac{0.0015}{36 \times 0.18}\right)}$$
$$= \frac{500}{2.3148 \times 10^{-4}}$$
$$= 216\ \text{วัตต์}$$

∴ อัตราการส่งผ่านความร้อนที่พื้นล่างของชุดให้ความร้อนเท่ากับ 216 วัตต์

4.2.3 การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านผนังชุดให้ความร้อน เมื่อความร้อนภายในชุดให้ความร้อนเท่ากับ 873 เคลวิน และต้องการอุณหภูมิผิวนอกของชุดให้ความร้อนไม่เกิน 373 เคลวิน โดยผนังด้านข้าง จะมี 2 ชั้น คือ ด้านในจะมีใยแก้วทนความร้อนความหนาเท่ากับ 0.065 เมตร มีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.04 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน และชั้นนอกสุดคือเหล็กแผ่นหนา 0.0015 เมตรมีค่าการนำความร้อนเท่ากับเท่ากับ 36 วัตต์ต่อเมตรเคลวินพื้นที่ของผนังด้านข้างที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหลของความร้อนเท่ากับ 1.04 ตารางเมตร

แทนค่าในสมการ (3) จะได้ปริมาณความร้อนเท่ากับ

$$q_{k3} = \frac{(873 - 373)}{\left[\left(\frac{0.065}{0.04 \times 1.04}\right) + \left(\frac{0.125}{36 \times 1.04}\right)\right]}$$
$$= \frac{500}{1.5625 + (3.3387 \times 10^{-3})}$$
$$= 319.32\ \text{วัตต์}$$

∴ อัตราการส่งผ่านความร้อนที่ผนังชุดให้ความร้อน เท่ากับ 319.32 วัตต์

4.2.4 การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านผนังด้านบนของชุดให้ความร้อน เมื่อความร้อนภายในชุดให้ความร้อนเท่ากับ 873 เคลวิน และต้องการอุณหภูมิผิวนอกของชุดให้ความร้อนไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส หรือ 373 เคลวิน โดยผนังด้านบนของชุดให้ความร้อน จะมีเหล็กแผ่นหนา 0.0015 เมตร มีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 36 วัตต์ต่อเมตรเคลวิล พื้นที่ของผนังด้านบนของชุดให้ความร้อน เท่ากับ 0.24 ตารางเมตร

แทนค่าในสมการ (3) จะได้ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านผนังชุดให้ความร้อน เท่ากับ

$$q_{k4} = \frac{(873 - 373)}{\left(\frac{0.0015}{36 \times 0.24}\right)}$$
$$= \frac{500}{1.736 \times 10^{-4}}$$
$$= 288\ \text{วัตต์}$$

∴ อัตราการส่งผ่านความร้อนที่ผนังด้านบนของชุดให้ความร้อนเท่ากับ 288 วัตต์

ดังนั้นปริมาณความร้อนที่ใช้กับชุดให้ความร้อนทั้งหมด เพื่อทำให้โพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง 7.3823 กิโลกรัม หลอมละลายที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ในเวลา 100 นาที จะเท่ากับ $q_{k1}+q_{k2}+q_{k3}+q_{k4}$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2401.32 วัตต์ ซึ่งปริมาณความร้อนดังกล่าวทำให้ชุดให้ความร้อนที่ได้สร้างขึ้นสามารถหลอมโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง 7.3823 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ในเวลา 100 นาที ตามที่กำหนดไว้ได้

4.3 การสร้างและการประกอบของเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกสามารถแยกเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

4.31. ตัวโครงชุดให้ความร้อนจะใช้เหล็กแผ่นหนา 1.5 มิลลิเมตร ม้วนขึ้นรูปเป็นลักษณะรูปทรงกระบอก ขนาดภายในเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ขนาดภายนอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 475 มิลลิเมตร สูง 700 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ตัวโครงชุดให้ความร้อน

4.3.2 ชุดให้ความร้อนใช้ฮีสเตอร์แบบแผ่นจำนวน 4 แผ่น ติดตั้งที่ผนังชุดให้ความร้อนกำลังไฟฟ้า 30 แอมป์ 220 โวลต์ ฮีสเตอร์ให้ความร้อนรอบชุดให้ความร้อนผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง สูง 400 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4

ภาพที่ 4 ชุดให้ความร้อน

จากการศึกษาสามารถออกแบบชุดให้ความร้อนเพื่อหลอมขยะพลาสติกโดยใช้ขดลวดความต้านทาน ซึ่งทนความร้อนได้สูงสุด 600 องศาเซลเซียส โดยมีโครงสร้างทำด้วยวัสดุเหล็กกล้าและระบบไฟฟ้าที่ใช้ 220 โวลต์ มีกำลัง 6000 วัตต์ ความจุขยะพลาสติกน้ำหนักสูงสุด 7.4 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 5

ภาพที่ 5 เครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก

4.4 ขั้นตอนการทดลอง

4.4.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกเป็นขยะพลาสติกที่ผ่านการย่อยและเป็นพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง ดังแสดงในภาพที่ 6

ภาพที่ 6 พลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง

4.4.2 การทดลองเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1) ทำการคัดแยกขยะพลาสติกโดยการแยกฝาและฉลากออกให้เหลือแต่พลาสติกชนิดโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง เนื่องจากพลาสติกต่างชนิดกันมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น ความแข็ง ความนิ่ม ความใส ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 การคัดแยกขยะพลาสติก

2) พลาสติกชนิดโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง จะถูกนำมาย่อยให้เป็นชิ้นเล็กขนาดประมาณ 1/4 - 1/2 นิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 8

ภาพที่ 8 การย่อยขยะพลาสติก

3) ล้างทำความสะอาดพลาสติก ซึ่งในขั้นตอนนี้ฝุ่นและสิ่งสกปรกที่ติดมากับขยะพลาสติกจะถูกกำจัดออกไป จึงทำให้ได้ขยะพลาสติกที่สะอาดซึ่งในการทดลองนี้การทำความสะอาดขยะพลาสติกที่ผ่านการย่อยจะถูกทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างพลาสติก โดยใช้เวลาในการล้าง 20 นาที ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 การล้างทำความสะอาดขยะพลาสติกที่ผ่านการย่อย

4) ชิ้นพลาสติกจะถูกทำให้แห้งโดยการตากแดดหรือใช้อากาศร้อน ในการทดลองนี้จะใช้ขยะพลาสติกที่ได้จากการล้างมาทำให้แห้งโดยเครื่องสลัดแห้งใช้เวลาในการสลัดแห้ง 10 นาที ดังแสดงในภาพที่ 10

ภาพที่ 10 การสลัดพลาสติกให้แห้งโดยเครื่องสลัดแห้ง

5) ชั่งน้ำหนักขยะพลาสติกที่ได้จากเครื่องสลัดแห้งตามปริมาณที่กำหนดและตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องผลิตน้ำมันดิบ

ภาพที่ 11 ขยะพลาสติกที่ผ่านการล้างและสลัดแห้ง

6) เติมขยะพลาสติกที่ในเครื่องและปิดช่องเติมขยะพลาสติก แล้วทำการเปิดเครื่องและปรับตั้งอุณหภูมิในการผลิตน้ำมันดิบ ดังแสดงในภาพที่ 12

ภาพที่ 12 การเติมขยะพลาสติกและการปรับตั้งอุณหภูมิ

4.4.3 ขั้นตอนการทดลองผลิตน้ำมันดิบ ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส การทดสอบเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกเบื้องต้น ภายหลังจากขั้นตอนการดำเนินการสร้างและประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันเรียบร้อยแล้ว จึงได้การทดสอบเครื่องผลิตน้ำมันดิบเบื้องต้น โดยกำหนดอุณหภูมิเบื้องต้นในการให้ความร้อนขยะพลาสติก เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันดิบ ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 การทดสอบผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกเบื้องต้น

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ขยะพลาสติก (กิโลกรัม)	ปริมาณมันดิบ (ลิตร)	เวลา (นาที)	ผงถ่าน (กิโลกรัม)
350	5	3.4	435	0.6
400	5	3.6	416	0.4
450	5	3.5	403	0.5

จากตาราง 1 การทดสอบผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกเบื้องต้นโดยอุณหภูมิ 350 400 และ 450 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทดลองคือ อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ใช้ขยะพลาสติก 5 กิโลกรัม ปริมาณน้ำมันดิบประมาณ 3.6 ลิตร ปริมาณผงถ่านประมาณ 0.4 กิโลกรัม ใช้เวลาในการทดลอง 416 นาที ดังนั้น

ในการทดลองผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกจึงได้กำหนดการทดลองดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการออกแบบการรทดลองในการผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กำลังการผลิต (%)								
	60			80			100		
	น้ำหนักขยะพลาสติก (กิโลกรัม)								
400	4.4	4.4	4.4	5.9	5.9	5.9	7.4	7.4	7.4

5. ผลการทดลอง

การทดลองผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกด้วยเครื่องผลิตน้ำมันดิบจะทำการทดลอง โดยใช้ขยะพลาสติกประเภทโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ที่กำลังการผลิต 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรและเทียบเป็นน้ำหนักขยะพลาสติก โดยที่กำลังการผลิต 60 เปอร์เซ็นต์จะมีน้ำหนักขยะพลาสติก 4.4 กิโลกรัม ที่กำลังการผลิต 80 เปอร์เซ็นต์จะมีน้ำหนักขยะพลาสติก 5.9 กิโลกรัม และที่กำลังการผลิต 100 เปอร์เซ็นต์จะมีน้ำหนักขยะพลาสติก 7.4 กิโลกรัม โดยใช้อุณหภูมิในการทดลองที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เมื่อทำการทดลองผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกตามอุณหภูมิที่กำหนดแล้ว จะได้ปริมาณน้ำมัน ปริมาณผงถ่าน และเวลาที่ใช้ในการทดลองจนขยะพลาสติกกลายเป็นผงถ่านทั้งหมด ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการทดลองผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

กำลังการผลิต (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนักขยะพลาสติก (กิโลกรัม)	ครั้ง	ปริมาณน้ำมันดิบ (ลิตร)	ปริมาณผงถ่าน (กิโลกรัม)	เวลา (นาที)
60	4.4	1	2.5	0.8	367
		2	2.6	0.8	375
		3	2.3	1.0	371
		เฉลี่ย	2.47	0.87	371
80	5.9	1	3.8	0.7	395
		2	3.8	0.6	406
		3	3.7	0.6	390
		เฉลี่ย	3.76	0.63	397
100	7.4	1	5.2	0.4	420
		2	4.9	0.6	416
		3	5.0	0.5	424
		เฉลี่ย	5.03	0.5	420

ภาพที่ 13 น้ำมันดิบจากขยะพลาสติกที่ผลิตได้

ภาพที่ 14 ผงถ่านจากกระบวนการผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก

6. การอภิปรายผล

จากการทดลองผลิตน้ำมันดิบด้วยเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส โดยใช้ขยะพลาสติกประเภทโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ที่กำลังการผลิต 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรและเทียบเป็นน้ำหนักขยะพลาสติก โดยที่กำลังการผลิต 60 เปอร์เซ็นต์จะมีน้ำหนักขยะพลาสติก 4.4 กิโลกรัม ที่กำลังการผลิต 80 เปอร์เซ็นต์จะมีน้ำหนักขยะพลาสติก 5.9 กิโลกรัม และที่กำลังการผลิต 100 เปอร์เซ็นต์จะมีน้ำหนักขยะพลาสติก 7.4 กิโลกรัม ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ปริมาณน้ำมันดิบและผงถ่านที่ได้จากการทดลองผลิตน้ำมันดิบ

น้ำหนักขยะพลาสติก (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักขยะพลาสติก	ปริมาณน้ำมันดิบ (ลิตร)	ปริมาณผงถ่าน (กิโลกรัม)
4.4	60	2.46 (56.06%)	0.87 (19.69%)
5.9	80	3.76 (63.83%)	0.63 (10.72%)
7.4	100	5.03 (68.02%)	0.50 (6.75%)

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการทดลองเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก

7.1.1 จากการทดลองเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส โดยใช้ที่ปริมาณ 4.4 5.9 และ 7.4 กิโลกรัม พบว่าที่ขยะพลาสติกเป็นวัตถุดิบที่ปริมาณ 7.4 กิโลกรัม ให้ปริมาณน้ำมันดิบให้ปริมาณ 5.03 ลิตร หรือหากเปรียบเทียบกับขยะพลาสติกเป็นวัตถุดิบที่ใช้กับน้ำมันดิบที่ได้ คือ 68.02 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกสามารถนำไปใช้ในการผลิตน้ำมันดิบได้

7.1.2 เครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกที่สร้างขึ้นมีวิธีการทำงานที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งานและการบำรุงรักษา

7.2 ข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกนั้น เพื่อให้เครื่องผลิตน้ำมันดิบมีประสิทธิภาพสูงสุดที่จะนำไปสู่การใช้งานจริง พบว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

7.2.1 ควรออกแบบชุดเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกให้สามารถถอดแยกชิ้นส่วนได้ทุกชิ้นเพื่อง่ายแก่การดูแลบำรุงรักษา

7.2.2 ควรออกแบบชุดเครื่องผลิตน้ำมันดิบจากขยะพลาสติกให้สามารถป้อนเติมขยะพลาสติกและการนำผงถ่านออกจากกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

7.2.3 อุณหภูมิที่เกิดขึ้นบริเวณผนังชุดให้ความร้อนบริเวณโดยรอบจะมีอุณหภูมิที่สูง ควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันอันตราย เพื่อไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับผนังชุดให้ความร้อนโดยตรง

8. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้การสนับสนุนเครื่องมือจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยและความเอื้อเฟื้อจากบุคคลต่าง ๆ ในฐานะผู้ช่วยนักวิจัย คือ คุณณัฐพงศ์ บิลภัชร์ คุณปุรเชษฐ์ ขุนทอง และคุณอรุณี เมืองแดง นอกจากนี้ยังมีบุคคลท่านอื่นที่ให้ความช่วยเหลือ ซึ่งทางคณะผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

9. การอ้างอิง

[1] ศิริรัตน์ จิตการค้า. (2551). จากขยะสู่น้ามัน : เทคโนโลยีผลิตพลังงานทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] กาญนา สุภาผล และวรรัตน์ ปัตรประกร. (2554). ผลกระทบของสิ่งปนเปื้อนต่อองค์ประกอบที่มีต่อการสังเคราะห์น้ำมันเชื้อเพลิง โดยกระบวนการไพโรไลซิสของถุงพลาสติกประเภทพอลิโพรพิลีน. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[3] พรรรัตน์ เพชรภักดี และกฤษฎา จันทรเสนา. (2551). พลังงานทางเลือกการรีไซเคิลขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน. สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม : สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

[4] ศิริรัตน์ จิตการค้า. (2553). น้ำมันจากขยะพลาสติกและยางรถยนต์เก่า. วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] จำนงค์ ธำรงมาศ. (2552). การผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก ปีที่ 2. ภาควิชาฟิสิกส์ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[6] Tanaporn Eakkanalaksamee. (2005). Liquid fuel from co-processing of plastic waste. Master of science in appropriate technology for resources and environmental development : Mahidol Universiy.

[7] Baoying Shi, Yufeng Wang andChengzhi Chuai. (2007). Pyrolysis of plastic wastes to fuel oil with and without catalyst. Guangdong Dongguan Quality Supervision Testing Center Dongguan : China

[8] Engr. C. O. Osueke and Engr. I. O. Ofondu. (2009). Conversion of waste plastics (polyethylene) to fuel by means of pyrolysis. Department of Mechanical Engineering. Enugu State University of Science & Technology Enugu : Nigeria.

[9] Ammar S. Abbas and Sawsan D. A. Shubar. (2008.) Pyrolysis of High-density Polyethylene for the Production of Fuel - like Liquid Hydrocarbon. Chemical Engineering Department. College of Engineering : University of Baghdad. Iraq.