การศึกษาเตาเผาระบบไพโรไลซิส
A STUDY OF PYROLYSIS FURNACE SYSTEM

การัณยภาส ไชยขันธ์
ชนัฐพงศ์ จิรรัตนวงศ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การศึกษาเตาเผาระบบไพโรไลซิส
A STUDY OF PYROLYSIS FURNACE SYSTEM

การัณยภาส ไชยขันธ์
ชนัฐพงศ์ จิรรัตนวงศ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
b.00265972
i.
TB 00275

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF PYROLYSIS FURNACE SYSTEM

KARANYAPHAT CHAIKHAN
CHANATPONG CHIRARATANAWONG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาเตาเผาระบบไพโรไลซิส
	A Study of Pyrolysis Furnace Systems
ชื่อนักศึกษา	นายการัณยภาส ไชยขันธ์ รหัสนักศึกษา 55051453
	นายชนัฐพงศ์ จิรรัตนวงศ์ รหัสนักศึกษา 55051535
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กาจปัญญา สุวรรณสุโข
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร.ตะวัน สุขน้อย

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.อาภาภรณ์ สกุลการะเวก ประธานกรรมการ	
ดร.พิศาล สุขวิสูตร กรรมการ	
ผศ.ดร.ภัทรียา ดำรงศักดิ์ กรรมการ	
ดร.กาจปัญญา สุวรรณสุโข อาจารย์ที่ปรึกษา	
รศ.ดร.ตะวัน สุขน้อย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาเตาเผาระบบไพโรไลซิส
ชื่อนักศึกษา นายการัณยภาส ไชยขันธ์ รหัสนักศึกษา 55051453
นายชนัฐพงศ์ จิรรัตนวงศ์ รหัสนักศึกษา 55051535
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา ฟิสิกส์
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.)
ปีการศึกษา 2558
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.กาจปัญญา สุวรรณสุโข
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.ตะวัน สุขน้อย

บทคัดย่อ

ขยะพลาสติกเป็นขยะที่มีแหล่งกำเนิดทั้งจากภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ดังนั้นวิธีการจัดการขยะพลาสติกในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นการฝังกลบในหลุมฝังกลบหรือเผาทำลายในเตาเผาขยะ กระบวนการรีไซเคิลเป็นเม็ดพลาสติก หากพิจารณาถึงโครงสร้างของขยะพลาสติกแล้วขยะพลาสติกจะมีโครงสร้างเป็นสารไฮโดรคาร์บอนซึ่งเป็นสารประกอบประเภทเดียวกันกับน้ำมันเชื้อเพลิงดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำขยะพลาสติกมารีไซเคิลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง การนำขยะพลาสติกมารีไซเคิลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถทำได้โดยใช้วิธีการที่เรียกว่า “ไพโรไลซิส”

โครงงานพิเศษศึกษาเตาเผาระบบไพโรไลซิสโดยใช้พลาสติกชนิด LDPE(Low Density Polyethylene) เป็นวัตถุดิบเริ่มต้น ทำการศึกษาการทำงานของระบบและทดลองระบบเตาเผาระบบไพโรไลซิส ได้แก่ ส่วนไฟฟ้า ส่วนเครื่องป้อน ส่วนเตาปฏิกรณ์ ส่วนระบบแก๊ส ส่วนควบแน่น และปริมาณน้ำมัน ผลการทดลองพบว่า ในส่วนของเครื่องป้อนได้อัตราการไหลของพลาสติกเท่ากับ 300 กรัมต่อชั่วโมงโดยความเร็วของมอเตอร์เท่ากับ 5 เฮิรตซ์ ในส่วนของเตาปฏิกรณ์ได้อัตราเวลาทำปฏิกิริยาในเตาปฏิกรณ์ (Resident time) ของความเร็วรอบของมอเตอร์ในแต่ละความเร็วรอบ 5 7 10 เท่ากับ 81 70 65 นาที ตาลำดับ ในส่วนของระบบแก๊สสมการของ Calibration of mass flow controller เท่ากับ y = 0.6786x - 3.2143 yคือปริมาณแก๊สที่เป็นจริง Xคือปริมาณแก๊สที่แสดงผลบน mass flow controller ในส่วนของการควบแน่น อุณหภูมิที่ใช้ทำการควบแน่นเท่ากับ 5 $^{\circ}$C ในส่วนของปริมาณน้ำมัน จากการทดลองได้เกิดอุบัติเหตุขึ้นทำให้ไม่ได้ผลการทดลองในส่วนนี้

คำสำคัญ: ขยะพลาสติก เครื่องป้อน เตาปฏิกรณ์ น้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	A Study of Pyrolysis Furnace Systems
Students	Mr.Karunyapas Chaikhun Student ID 55051040
	Mr.Chanatpong Chirarattanawong Student ID 55051041
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)
Department	Physics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2015
Advisor	Dr.Kajpanya Suwansukho
Co-advisor	Assoc.Prof.Dr.Tawan Sooknoi

Abstract

Plastic Waste have birthplace from household and industrial sector Wastrel whom can't decompose naturally so how to deal plastic waste in now Most is landfill or burn in kiln, Recycling process to plastic beads, If consider structure of plastic In plastic waste have structure is Hydrocarbon Which is same kind compound with Fuel, So then be possible is will take plastic waste come recycle to Fuel, Plastic waste come recycle to oil can make by use "Pyrolysis Process"

This special project studied the Pyrolysis process by use plastic type LDPE (Low Density Polyethylene) is raw material a study operation of systems and sample systems of pyrolysis furnace systems include Electronic systems Feeder Reactor Gas Cooling and Oil volume, Result found in feeder systems have flow rate is 300g/hr and speed of motor is 5Hz, Reactor systems have resident time in any vale of speed motor who equal 5,7,10, and their result is 81,70,65 min in order, Gas systems got celebration of mass flow controller digital equation is Y=0.6786X-3.1423 Y is volume gas on output, X is volume gas on display of mass flow controller, Condenser used temperature 5 $^{\circ}$C and Oil volume experimentation was born accident get don have result

Keywords: Feeder, Fuel, plastic waste, Reactor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความร่วมมือของทุกๆท่าน ขอขอบพระคุณ ดร.กาจปัญญา สุวรรณสุโข และ รศ.ดร. ตะวัน สุขน้อย ที่คอยให้คำปรึกษาดูแลอย่างใกล้ชิดและให้ความช่วยเหลือแนะนำที่ดีในการปรับปรุงข้อบกพร่องในการทำโครงงานพิเศษและขอขอบพระคุณกรรมการสอบโครงงานพิเศษ คือ ดร. อาภาภรณ์ สกุลการะเวก และ ผศ.ดร.ภัทรียา ดำรงศักดิ์ และ ดร.พิศาล สุขวิสูตร ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ สาขาวิชาเคมี ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ในการทำโครงงานพิเศษให้สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่อาคารฝึกงานทางอุตสาหกรรมเคมีและพอลิเมอร์ที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือ

ขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนคอยเลี้ยงดูและอบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจเป็นแรงผลักดันในการทำโครงงานพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงเพื่อนๆ และบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวมา ผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

การัณยภาส ไชยขันธ์
ชนัฐพงศ์ จิรรัตนวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
คำย่อและสัญลักษณ์	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มา และความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 แนวทางการดำเนินการวิจัย	1
1.5 แนวทางการดำเนินการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก	3
2.2 ประเภทขยะพลาสติก	3
2.3 เทคโนโลยีกระบวนการไพโรไลซิส	4
2.4 Resident time	8
2.5 Condenser	8
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	10
3.1 วิธีการศึกษากระบวนการไพโรไรซิส	10
3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์	15
3.3 วัตถุดิบ	16
3.4 การไพโรไลซิส	17
3.5 วิเคราะห์ปัญหาของระบบเดิม	17
3.6 แนวทางการแก้ไข	17
บทที่ 4 ผลการศึกษา	18
4.1 ส่วนของ Electronic System	18
4.2 ส่วนของ Feeder	18
4.3 ส่วนของ Reactor	20
4.4 ส่วนของ Gas	21
4.5 ส่วนของ Condenser	24
4.6 ปริมาณน้ำมัน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	25
5.1 สรุปผลการศึกษา	25
5.2 ข้อเสนอแนะ	25
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แนวทางการดำเนินการวิจัย	2
4.3 ตาราง Resident time	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภท พอลิเอทิลีน	3
2.2 ผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภท พอลิสไตรีน	4
2.3 ผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภท พอลิโพรไพลีน	4
2.4 แผนผังกระบวนการเทคโนโลยีไพโรไลซิส	5
2.5 ระบบการทำงานเทคโนโลยีไพโรไลซิส	6
2.6 เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดคงที่แสดงในระบบแบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-Batch)	6
3.1 เครื่องไพโรซิส	10
3.2 ทำการเช็คระบบไฟโดยใช้โวลต์มิเตอร์	11
3.3 Heater ในส่วนของ Feeder	11
3.4 Feeder	11
3.5 ทำการแยกส่วนออกจากตัวเครื่อง	12
3.6 Temp control ปรับอุณหภูมิที่ 170 องศาเซลเซียส	12
3.7 เตาเผาไพโรไรซิส(Reactor)	13
3.8 Temp control ของ Reactor	13
3.9 Diagram Gas Systems	14
3.10 Cooling	14
3.11 Condenser	14
3.11 Temp controller ยี่ห้อ OMRON E5CN	15
3.12 อินเวอร์เตอร์ปรับรอบมอเตอร์	15
3.13 สายไฟทนความร้อน	15
3.14 โวลต์มิเตอร์	15
3.15 Regulator Gas	16
3.16 Mass Flow Controller ชนิด Digital	16
3.17 Mass Flow Controller ชนิด Analog	16
3.18 พลาสติกชนิด LDPE	16
4.1.1 เช็คแรงดันไฟฟ้าในระบบ	28
4.2.1 Heater ทั้งหมด 5 อัน	19
4.2.2 การทดลองในส่วน Feeder	19
4.2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วรอบ f(Hz) กับน้ำหนักต่อเวลา (Kg/hr.)	19
4.3.1 รูปการทดลองในส่วน Reactor	20
4.4.1 ส่วนของ Reactor	21
4.4.2 ส่วนของขวดแก้วที่ใส่สำหรับกากพลาสติก	21
4.4.3 ไดอะแกรมของระบบแก๊ส	22
4.4.3 Flow Meter แบบ Digitalสำหรับต่อเข้ากับ Reactor	22
4.4.4 Flow Meter แบบ Analog สำหรับต่อเข้ากับขวดแก้ว	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
4.4.1 กราฟ Calibration curve ของ Flow meter	23
4.5.1 เครื่อง Cooling	24
4.5.2 Condenser	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
PE	พอลิเอทิลีน
PS	พอลิสไตรีน
PP	พอลิโพรไพลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญ

ในปัจจุบันปัญหาทางสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่สำคัญที่พูดถึงกันทั่วโลก จำนวนการใช้พลาสติกที่เพิ่มขึ้นและย่อยสลายได้ยาก จึงทำให้เป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญมาก การเอาขยะพลาสติกที่ทิ้งกลับมาทำประโยชน์ การเอาขยะพลาสติกมาเผาจึงเป็นวิธีการกำจัดขยะพลาสติกอย่างไม่มีทางเลือกเพราะเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัดที่สุด ซึ่งทำให้เกิดมลพิษทางอากาศอีกทั้งยังเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยใช่เหตุอีกด้วย ดังนั้นการนำขยะพลาสติกมาแปรรูปเป็นพลังงาน เป็นทางเลือกที่น่าจะมีการสนับสนุน เพราะจะเป็นการ ลดขยะพลาสติกที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบัน การนำขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นมาแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนจะช่วยลดปัญหาได้หลายด้าน เช่น การจัดหาสถานที่สำหรับการฝังกลบขยะ ซึ่งนับวันจะหาได้ยาก ยิ่งขึ้นได้เป็นอย่างดี เพราะขยะพลาสติกเป็นขยะที่มีปริมาตรมาก แต่มีความหนาแน่นต่ำ ทำให้เปลืองเนื้อ ที่ในการฝังกลบ ทั้งยังช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกที่กำจัดยาก ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมเพราะขยะพลาสติก ต้องใช้เวลาในการย่อยสลายนานเป็นร้อยปี และยังเป็นวัตถุดิบพลังงานทดแทนช่วยลดปัญหาวิกฤติ พลังงานได้ โดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสพลาสติก

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบเทคโนโลยีไพโรไลซิสพลาสติก
2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเตาไพโรไลซิส
3) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้การการเรียนรู้ของตนเองมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาและทำการพัฒนาเตาเผาไพโรไลซิสที่มีอยู่แล้วที่ได้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น รวมถึงการซ่อมบำรุงเตาเผาในส่วนที่ไม่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ได้จริง

1.4 แนวทางการดำเนินการวิจัย

โครงงานนี้ใช้เวลาในการศึกษาและจัดทำรวมทั้งหมด 10 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือน พฤษภาคม 2559 แสดงตามตาราง

ตารางที่ 1 แนวทางการดำเนินการวิจัย

แนวการดำเนินงาน	ระยะเวลา
เสนอหัวข้อ	สิงหาคม 2558 – ตุลาคม 2558
ศึกษาข้อมูล	กันยายน 2558 – มกราคม 2559
ทดลองและออกแบบอุปกรณ์	ธันวาคม 2559 – เมษายน 2559
ทดลองและเก็บข้อมูล	กุมภาพันธ์ 2559 – พฤษภาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้รับความรู้เกี่ยวกับกระบวนการไพโรไลซิส
2) เข้าใจหลักการทำงานของกระบวนการไพโรไลซิส
3) ได้นำเอาเทคโนโลยีไพโรไลซิสนำมาประยุกต์ใช้อย่างมีคุณค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก

ขยะพลาสติก เป็นขยะปิโตรเลียม มีทั้งจากภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม ที่ถูกทิ้งอยู่เป็นจำนวนมาก โดยขยะเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติและเป็นภาระในการกำจัด ขยะพลาสติกโดยมากจะถูกคัดแยกแล้วนำกลับไปใช้ใหม่หรือรีไซเคิลเป็นเม็ดพลาสติกแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ถ้าวิเคราะห์ถึงโครงสร้างของขยะพลาสติก จะมีสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นสารองค์ประกอบหลักประเภทเดียวกับน้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าสามารถนำขยะพลาสติกที่มีอยู่มากมายเหล่านี้มาแปรรูปเปลี่ยนเป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้ เราก็จะมีแหล่งวัตถุดิบพลังงานขนาดใหญ่ที่สามารถผลิตพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนได้

การนำขยะพลาสติกมาแปรรูปเป็นพลังงาน เป็นทางเลือกที่น่าจะมีการสนับสนุน เพราะจะเป็นการลดขยะพลาสติกที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบัน การนำขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นมาแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนจะช่วยลดปัญหาได้หลายด้าน เช่น การจัดหาสถานที่สำหรับการฝังกลบขยะ ซึ่งนับวันจะหาได้ยากยิ่งขึ้นได้เป็นอย่างดี เพราะขยะพลาสติกเป็นขยะที่มีปริมาตรมาก แต่มีความหนาแน่นต่ำ ทำให้เปลืองเนื้อที่ในการฝังกลบ ทั้งยังช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกที่กำจัดยาก ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมเพราะขยะพลาสติกต้องใช้เวลาในการย่อยสลายนานเป็นร้อยปี และยังเป็นวัตถุดิบพลังงานทดแทนช่วยลดปัญหาวิกฤติพลังงานได้

2.2 ประเภทขยะพลาสติก

ขยะพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิสต้องเป็นประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) ซึ่งเป็นชนิดที่ถูกความร้อนแล้วจะหลอมตัว กลายเป็นของเหลวได้ ได้แก่

2.2.1 พอลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) แบ่งเป็น HDPE, LDPE

รูปที่ 2.1 ผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภท พอลิเอทิลีน

ผลิตภัณฑ์ทั่วไป ได้แก่ ขวดใส่สารเคมี ขวดใส่น้ำ ลังหรือกล่องบรรจุสินค้า ภาชนะต่างๆ เครื่องเล่นของเด็ก ถุงเย็น ถาดทำน้ำแข็ง ชิ้นส่วนแบตเตอรี่ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ฉนวนไฟฟ้า ถุงใส่ของ แผ่นฟิล์มสำหรับห่อของ โต๊ะ และเก้าอี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 พอลิสไตรีน (Polystyrene: PS)

รูปที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภท พอลิสไตรีน

ผลิตภัณฑ์ทั่วไป ได้แก่ ถ้วยจาน แก้วน้ำ ช้อนส้อม กล่องบรรจุอาหารและผลไม้เทียม ไม้บรรทัด อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ของเล่น ขวดหรือกระปุกใส่ยา เฟอร์นิเจอร์บางอย่าง ชิ้นส่วนในตู้เย็น โฟมกันแตกสำหรับบรรจุภัณฑ์ และฉนวนความร้อน

2.2.3 พอลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP)

รูปที่ 2.3 ผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภท พอลิโพรไพลีน

ผลิตภัณฑ์ทั่วไป ได้แก่ กล่องเครื่องมือ ปกแฟ้มเอกสาร กล่องและตลับเครื่องสำอาง เครื่องใช้ในครัวเรือน กล่องบรรจุอาหาร วัสดุบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรม อุปกรณ์การแพทย์ ขวดใส่สารเคมี กระป๋องน้ำมันเครื่อง กระสอบข้าว และถุงบรรจุปุ๋ย

2.3.เทคโนโลยีกระบวนการไพโรไลซิส

2.3.1 กระบวนการไพโรไลซิส

กระบวนการไพโรไลซิส คือ กระบวนการแตกตัวหรือสลายตัวของสารประกอบ หรือวัสดุต่างๆ ด้วยความร้อนปานกลาง ที่อุณหภูมิประมาณ 400 – 800 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจน หรือมีออกซิเจนในปริมาณที่น้อยมาก โดยทั่วไปผลผลิตที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามสภาวะ คือ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซ ของเหลว (ซึ่งโดยทั่วไปมีคุณสมบัติคล้ายน้ำมัน) และของแข็ง (Char) เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นปฐมภูมิ (Primary product)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

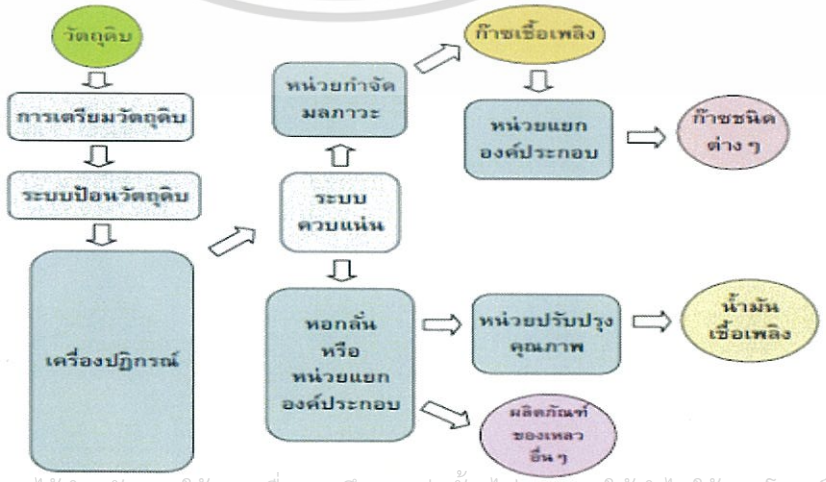
อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่ใช้ เช่น อุณหภูมิ อัตราเร็วในการให้ความร้อน เป็นต้น แต่โดยตัวกระบวนการไพโรไลซิสเองแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมากที่สุด คือ ของเหลวหรือน้ำมัน

ความร้อนที่ให้แก่กระบวนการไพโรไลซิส เป็นความร้อนทางอ้อมที่ให้แก่เครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซิส แล้วถ่ายเทไปให้กับวัตถุที่อยู่ข้างในด้วยอุณหภูมิ โดยทั่วไปของกระบวนการไพโรไลซิส คือ ประมาณ 400 – 800 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้เกิดผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด คือ ก๊าซ ของเหลว และของแข็ง ที่เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นปฐมภูมิ เมื่อนำเอาผลิตภัณฑ์ขั้นปฐมภูมิมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น การนำเอาน้ำมันที่เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นปฐมภูมิมาผ่านกระบวนการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง เพื่อผลิตคาร์บอนแบล็ก คาร์บอนแบล็กนั้นก็จะเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิ

ปฏิกิริยาที่เกิดในกระบวนการไพโรไลซิสประกอบด้วย ขั้นแรก การสลายตัวของสารที่ระเหยง่ายออกจากวัตถุดิบ (Devolatilization) ขั้นที่สอง เป็นการแตกตัวของวัตถุดิบเอง โดยที่องค์ประกอบที่สามารถแตกตัวได้ที่สภาวะที่ใช้ก็จะแตกตัวออกมาเป็นโมเลกุลที่เล็กลง และเล็กลงเรื่อยๆ ตามเวลาที่ให้ หรืออุณหภูมิที่กำหนด จนกระทั่งเกิดการแตกตัวที่สมบูรณ์ของวัตถุดิบ โดยอุณหภูมิแต่ละขั้นแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการให้ความร้อนและเวลามากเกินไป สารที่ได้จากการแตกตัวของวัตถุดิบจะกลับมารวมตัวกัน เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งอาจจะกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าออกจากกระบวนการ หรือเป็นของแข็งข้นเหนียวติดอยู่ตามอุปกรณ์ต่างๆ ได้ ดังนั้น ภาวะที่ใช้ในการไพโรไลซิสจะต้องขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ด้วย การมีความรู้อย่างดีเกี่ยวกับวัตถุดิบที่ป้อนเข้ากระบวนการ จะทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพในปริมาณที่สูง และไม่ก่อให้เกิดผลผลิตที่ไม่ต้องการ หรือก่อให้เกิดผลผลิตที่ทำให้ต้องหยุดการผลิตชั่วคราว เพื่อทำการซ่อมแซมอุปกรณ์

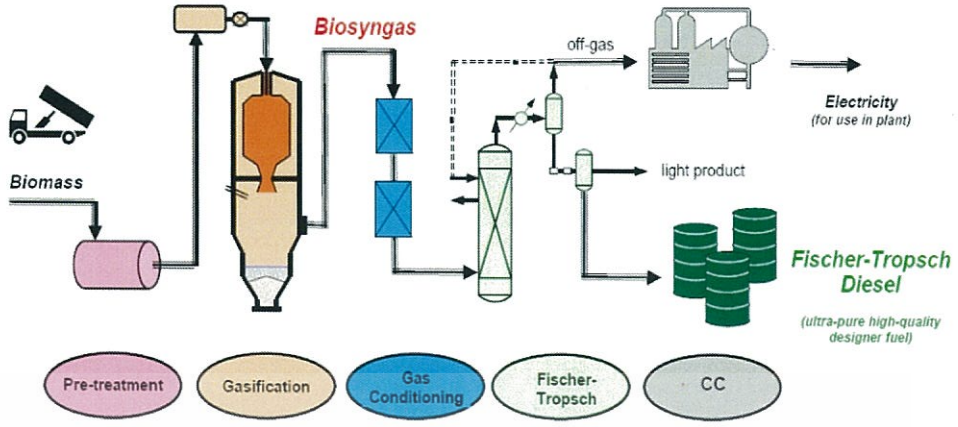
ในบางครั้ง อาจมีการเติมไฮโดรเจน หรือไอน้ำเข้าในกระบวนการไพโรไลซิสด้วย ทั้งเพื่อเปลี่ยนการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมันมีความเสถียรมากขึ้น เนื่องจากไฮโดรเจนจะเข้าไปรบกวนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยออกซิเจนที่มีอยู่ในเนื้อของวัตถุดิบ การเติมน้ำในปริมาณไม่มากเกินไปเข้าไปเป็นตัวกลางในกระบวนการไพโรไลซิส จะทำให้ไปเพิ่มความดันให้กับกระบวนการ ทำให้วัตถุดิบเกิดเป็นของไหลได้ง่าย และทำให้ถ่านที่ได้จากกระบวนการมีค่าพื้นที่ผิวสูงขึ้น (ในกรณีที่ต้องการถ่านกัมมันต์ (หรือถ่านดูดซับ) เป็นต้น

ภาพรวมส่วนประกอบกระบวนการไพโรไลซิส



รูปที่ 2.3 แผนผังกระบวนการเทคโนโลยีไพโรไลซิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



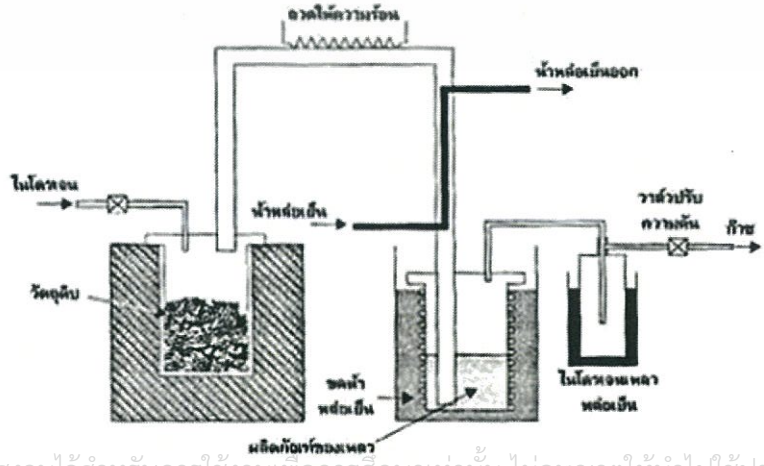
รูปที่ 2.4 ระบบการทำงานเทคโนโลยีไพโรไลซิส

2.3.2 เครื่องปฏิกรณ์ประเภทต่างๆ

จากการศึกษาผลงานวิจัยต่างๆ พบว่า เครื่องอุปกรณ์ต้นแบบของเทคโนโลยีไพโรไลซิสสำหรับพลาสติกที่สำคัญนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ตามลักษณะองค์ประกอบและการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ ได้แก่

2.3.2.1 เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดคงที่ (Fixed-Bed Reactors)

เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดคงที่เป็นเครื่องปฏิกรณ์ที่มีการออกแบบอย่างง่ายให้มีการบรรจุวัตถุดิบคงที่ภายในเครื่อง โดยวัตถุดิบจะไม่มีการเคลื่อนที่เลยขณะที่ถูกให้ความร้อนและจนกระทั่งแตกตัวหมด สิ่งที่เคลื่อนที่ในเครื่องปฏิกรณ์ก็คือ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของไหลซึ่งไหลออกจากระบบได้โดยการนำพาของก๊าซเฉื่อย ด้วยความดันภายใน หรือด้วยการดูดออกโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ (รูปที่ 2.5) เครื่องปฏิกรณ์ชนิดนี้เป็นปฏิกรณ์อย่างง่ายที่สุด จึงนิยมใช้กันมากในระดับการทดลองในห้องปฏิบัติการ การทดสอบการผลิตเบื้องต้นไม่ต้องใช้วัตถุดิบมากนัก แต่ในระดับการผลิตมีการนำระบบนี้มาใช้เช่นกัน ข้อเสียของเครื่องปฏิกรณ์ชนิดนี้ก็คือ จะต้องมีการเปิดฝาของเครื่องปฏิกรณ์ทุกครั้งหลังจากที่ปฏิบัติการเสร็จไปแล้วครั้งหนึ่ง เพื่อนำเอาผลผลิตที่เป็นของแข็งออกจากเครื่องปฏิกรณ์และป้อนวัตถุดิบชุดใหม่ลงไป เป็นครั้งๆ ไป (Batch Systems) ดังนั้น ระบบการผลิตจึงเป็นในรูปแบบกึ่งต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่องเท่านั้น (Batch or Semi-Continuous Batch Reactor System)



รูปที่ 2.5 เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดคงที่แสดงในระบบแบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-Batch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 เครื่องปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์ (Fluidized Bed Reactors)

เครื่องปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์เป็นเครื่องปฏิกรณ์ที่มีการออกแบบให้วัตถุดิบเกิดการเคลื่อนตัวในระบบปฏิกรณ์แบบปั่นป่วน (Turbulence) จนกระทั่งแตกตัวหมด วัตถุดิบที่ป้อนเข้าจะถูกย่อยให้มีขนาดเล็กเพียงพอที่จะสามารถเคลื่อนที่แบบปั่นป่วนได้อย่างอิสระและใช้พลังงานในการทำให้เกิดความปั่นป่วนน้อย จากนั้นวัตถุดิบจะถูกป้อนเข้าระบบแบบเป็นครั้งๆ ตามปริมาณที่ต้องการ เมื่อวัตถุดิบเข้าถึงภายในเครื่องปฏิกรณ์ที่มีการป้อนก๊าซตัวพาด้วยความเร็วสูงพอที่จะทำให้วัตถุดิบเคลื่อนตัวแบบปั่นป่วน (ระบบนี้เป็นระบบที่มีการผสมของก๊าซ-ของแข็ง) จากนั้นให้ความร้อนแก่ระบบจนกระทั่งวัตถุดิบแตกตัวหมดแล้วจึงจะป้อนวัตถุดิบเข้าอีกครั้งหนึ่ง การทำงานของระบบนี้จึงเป็นสามารถเรียกได้ว่าเป็นแบบต่อเนื่อง ตัวอย่างขององค์กรหรือบริษัทที่ผลิตและใช้เครื่องปฏิกรณ์ชนิดนี้ได้แก่ กลุ่มวิจัยของ Toyo Engineering Cop,; Japan Gasoline Co.; Prof. Sinn; Prof. Kaminsky; Sumitmoto Shipbuild & Machinery Co.; Nippon Zeon; Japan Gasoline Co.)

เครื่องปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์สามารถแบ่งออกตามลักษณะการเคลื่อนตัวของวัตถุดิบในเครื่องปฏิกรณ์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

ก) เครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์แบบฟองก๊าซ (Bubbling Fluidized Bed) ซึ่งเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อทำให้เกิดการไหลของวัตถุดิบแบบปั่นป่วน ตามการเคลื่อนที่ของฟองก๊าซที่ป้อนเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์ การทำงานเริ่มจากการป้อนก๊าซที่เป็นตัวพาเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์พร้อมกับป้อนวัตถุดิบ และ/หรือ ตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าไปด้วย ความเร็วของก๊าซที่ใช้จะทำให้เกิดการรวมตัวของวัตถุดิบและก๊าซ แล้วทำให้วัตถุดิบเกิดการเคลื่อนตัวแบบปั่นป่วน และเกิดการยกตัวขึ้นไปตามทิศทางการไหลของก๊าซ (ซึ่งโดยส่วนมากจะเป็นการเคลื่อนตัวขึ้นตามความสูงของเครื่องปฏิกรณ์) เกิดการเคลื่อนที่แบบปั่นป่วนภายในระบบอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งวัตถุดิบแตกตัวหมด ความเร็วของก๊าซที่ใช้จะต้องเหมาะสมเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของอนุภาควัตถุดิบอย่างปั่นป่วน (ณ จุดนี้เรียกว่าสถานะคงที่) แต่จะต้องไม่สูงเกินไปจนทำให้ก๊าซนั้นพาเอาอนุภาคของแข็งไปอุดอยู่ตรงบริเวณทางออกของเครื่องปฏิกรณ์ หรือพาเอาอนุภาคขนาดเล็กผ่านออกไปจากระบบ

ข) เครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์แบบไหลเวียน (Circulating Fluidized Bed) ซึ่งเป็นเครื่องปฏิกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อทำให้เกิดการไหลเวียนของวัตถุดิบ (และ/หรือ ตัวเร่งปฏิกิริยา) ในเครื่องปฏิกรณ์แบบปั่นป่วน การทำงานก็จะคล้ายกับเครื่องปฏิกรณ์แบบฟองก๊าซ คือมีการใช้ก๊าซเป็นตัวนำพา แต่มีที่ต่างกันคือตรงที่มีการไหลเวียนของวัฏภาคของแข็ง ซึ่งในที่นี้หมายถึง ตัวเร่งปฏิกิริยา คำว่า “ไหลเวียน” (Circulating) นั้นมีนัยบ่งบอกถึงคุณลักษณะสำคัญ 2 ประการ คือ การแยก เอาวัฏภาคที่เป็นของแข็งออกจากเครื่องปฏิกรณ์ และการหมุนเวียนเอาของแข็งนั้นกลับไปใช้ใหม่ในระบบ

สิ่งหนึ่งที่ทำให้เชื่อและมั่นใจว่าเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์นั้น สามารถทำงานได้อย่างคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ก็คือ การใช้งานในอุตสาหกรรมแล้วได้ผลดี เช่น ในอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน มีการนำเครื่องปฏิกรณ์ชนิดนี้ไปใช้ในการแตกตัวของน้ำมันหนัก (FCC Unit) ข้อดีของเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์ สำหรับกระบวนการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน (Arena and Mastellone,2006) มีดังนี้

• มีการผสมรวมตัวกันอย่างดีของวัตถุดิบที่เกิดจากการเคลื่อนตัวแบบปั่นป่วน ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนและเกิดการแตกตัวได้ดี การกระจายตัวของอุณหภูมิเป็นไปอย่างทั่วถึงและคงที่ ไม่ทำให้เกิดจุดที่ร้อนหรือเย็นจนเกินไปในเครื่องปฏิกรณ์ ส่งผลให้ง่ายต่อการทำงานและการควบคุมระบบเป็นไปได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• ช่วงอุณหภูมิการทำงานค่อนข้างต่ำกว่าเครื่องปฏิกรณ์ชนิดอื่นๆ

• การถ่ายเทมวลและความร้อนเกิดขึ้นได้ดีกว่าเครื่องปฏิกรณ์ชนิดอื่น

• การเคลื่อนตัวของของแข็งในเครื่องปฏิกรณ์ เป็นเหมือนตัวนำพาความร้อนไปในขณะเคลื่อนที่ด้วย ดังนั้น การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว (โดยเฉพาะกับเครื่องปฏิกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ หรือการถ่ายเทความร้อนระหว่างเครื่องปฏิกรณ์คู่) ทำให้เกิดถ่านโค้กหรือน้ำมันดินได้ นอกจากนี้ การเคลื่อนตัวของตัวเร่งปฏิกิริยาของของแข็งนั้น ทำให้สามารถเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาได้โดยง่ายในกรณีที่ตัวเร่งหมดสภาพการใช้งาน ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง

• ระบบมีความยืดหยุ่นสูง สามารถใช้ก๊าซตัวนำพาได้หลายชนิด สามารถใช้กับช่วงอุณหภูมิที่กว้างได้ และสามารถปรับเวลาที่วัตถุดิบอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ได้อย่างสะดวก

• ใช้เวลาในการซ่อมบำรุงน้อย และค่าการซ่อมบำรุงต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปฏิกรณ์อื่นๆ ที่มีส่วนที่ร้อนและเคลื่อนไหวเหมือนกัน ทำให้มีความยืดหยุ่นในการลงทุนสูง เหมาะสมกับการลงทุนทั้งในโรงงานขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่

เครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์แบบไหลเวียน มีข้อดีมากกว่าเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์แบบฟองก๊าซ เนื่องจากเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์แบบไหลเวียนนั้น (1) ไม่ต้องอาศัยการเกิดฟองก๊าซในการทำงาน ทำให้มีการสัมผัสกันระหว่างก๊าซและของแข็งได้มากขึ้น (2) มีขนาดหน้าตัดเครื่องปฏิกรณ์ที่เล็กกว่า ทำให้เพิ่มความเร็วเชิงเส้นในเครื่องปฏิกรณ์ (3) สามารถควบคุมการถ่ายเทความร้อนได้มากกว่า โดยการควบคุมความเร็วของแข็งที่เคลื่อนที่หมุนวน (4) มีโอกาสน้อยกว่าที่อนุภาคของแข็งจะจับตัวหรือรวมกันเป็นก้อน (5) มีการผสมกันของของที่อยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ในเชิงรัศมี ทำให้ไม่จำเป็นต้องมีช่องทางป้อนของแข็งเป็นจำนวนมาก และ (6) มีอัตราการเคลื่อนที่ของของแข็งที่เร็วกว่า

2.4 Resident time

Resident time คือ ระยะเวลาที่สารทำปฏิกิริยาภายในเตาปฏิกรณ์ ตั้งแต่เริ่มทำปฏิกิริยาจนกระทั่งสารทำปฏิกิริยาเสร็จ

2.5 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

บทบาทและหน้าที่ของคอนเดนเซอร์คือ เมื่อไอสารความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงความดันสูงออกจากเครื่องอัดแล้วจะเข้าคอนเดนเซอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวถ่ายเทความร้อนออกจากสารความเย็น ซึ่งสารความเย็นนั้นรับความร้อนมาจากที่อีเวปอเรเตอร์และจากกระบวนการอัด การถ่ายเทความร้อนให้กับไอสารความเย็นนี้ จะมีการถ่ายเทความร้อนจนไอสารความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวอีก

สำหรับสมรรถนะของเครื่องคอนเดนเซอร์จะสูงหรือไม่นั้น เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบต้องคำนึงคือ ควรออกแบบอย่างไรจึงจะช่วยให้คอนเดนเซอร์ปฏิบัติหน้าที่ได้ตามที่ต้องการ และข้อสำคัญจะต้องให้คอนเดนเซอร์มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่สามารถทำได้เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต รูปแบบของคอนเดนเซอร์เป็นประเด็นสำคัญในการออกแบบซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. ประเภทระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condensers)
2. ประเภทระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ (Evaporative Condensers)
3. ประเภทระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากประเภททั้งสามของคอนเดนเซอร์ แสดงถึงลักษณะการถ่ายเทความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ เพื่อทำให้ไอสารความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาณุพงศ์ ตันติ๊ดนัย และ ณัฐวิทย์ พรหมมา ได้ศึกษาผลของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลง(Downdraft Gasifier) โดยใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ เพื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สซิไฟเออร์ที่มีผลเนื่องจากการปรับค่าอัตราส่วนสมมูล (Equivalent Ratio; ER) โดยคานวณค่าความร้อนจากปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่วัดได้ เตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดไหลลงที่ใช้มีลักษณะเป็นคอคอด โดยกาหนดขนาดของคอคอด คือ ความกว้างของชั้นรีดักชัน ความสูงของชั้นรีดักชันและมุมเอียงของชั้นเผาไหม้ เท่ากับ 140 มิลลิเมตร 75 มิลลิเมตรและ 80 องศา ตามลาดับ และใช้ค่าอัตราส่วนสมมูลระหว่าง 0.1 ถึง 0.9

กาญนา สุภาผล , วรรตัน์ ปตัรประกร ทำกาการศึกษาการแปรสภาพขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยวิธีการไพโรไล ซิสที่ใช้ดินขาว (Kaolin Clay) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยใช้ถุงบรรจุอาหารประเภทพอลิโพรพิลีนเป็นตัวแทนของ กลุ่มตัวอย่างขยะพลาสติก นอกจากนี้ยังทำการศึกษาผลกระทบจากการที่ถุงขยะพลาสติกมีสิ่งปนเปื้อนแตกต่าง กันส่งผลต่อปริมาณและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างไร เริ่มจากการทดลองหาปริมาณของ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมสำหรับการไพโรไลซิส (Pyrolysis) พบว่าอยู่ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณถุงพลาสติก ผลของสิ่งปนเปื้อนซึ่งในที่นี้สิ่งปนเปื้อนที่เราทำการศึกษาคือ น้ำมันถั่วเหลือง นมถั่วเหลือง กะทิ น้ำซุป และแกงกะทิ พบว่าสิ่งปนเปื้อนทุกชนิดมีผลทำให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงเมื่อเทียบกับถุงพลาสติกแบบไม่มีสิ่ง ปนเปื้อนใดเลยที่ให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง 78 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้สิ่งปนเปื้อนจะส่งผลกระทบมากหรือน้อยขึ้นอยู่ กับปริมาณของสิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในถุงพลาสติก โดยน้ำนมถั่วเหลืองส่งผลต่อการลดลงของปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง มากกว่าสิ่งปนเปื้อนชนิดอื่น สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการไพโรไลซิส ถุงพลาสติก จะทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Thermo Gravimetric Analyzer (TGA) และเครื่อง Fourier Transform IR Spectrometer (FTIR) จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Thermo Gravimetric Analyzer พบว่า องค์ประกอบของน้ำมันส่วนใหญ่ที่ได้จากการไพโรไลซิจากขยะพลาสติกเป็นน้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซินและ น้ำมันเตา ตามลำดับ และเมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Fourier Transform IR Spectrometer โครงสร้างหลักๆที่เกิดขึ้นจะเป็นกลุ่มหมู่ฟังก์ชัน alkane และกลุ่มฟังก์ชัน alkene ส่วนในน ้ามัน เชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมสิ่งปนเปื้อนกับน้ำมัน ในช่วงแรกๆ จะเกิดหมู่ฟังก์ชัน ของน้ำ –O-H เกิดขึ้นและค่อยๆ หมดไปในช่วงเวลาต่อมานับจากหยดแรกของการเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 วิธีการศึกษากระบวนการไพโรไรซิส

ในส่วนของโครงงานพิเศษนี้เราได้ดำเนินการศึกษากระบวนการไพโรไรซิส ตั้งแต่เริ่มต้นมีด้วยกัน 5 ขั้นตอนประกอบด้วย Electronic system , Feeder , Reactor , Gas system , Cooling system และ การ Pyrolysis โดยขั้นตอนการศึกษาจะไล่ทำทีละขั้นตามลำดับ

- ในส่วนของ Electronic เพื่อทำการซ้อมแซม heater ที่ไม่ทำงาน
- ในส่วนของ Feeder เพื่อทำการหาอัตราการไหลของพลาสติก
- ในส่วนของ Reactor เพื่อทดสอบการทำงานของ reactor และหาค่า resident time
- ในส่วนของระบบ Gas เพื่อหาจุดที่แก๊สเกิดการรั่ว
- ในส่วนของ Condenser เพื่อทดสอบการทำงานของ condenser
- ในส่วนของการ Pyrolysis ทำการวัดปริมาณน้ำมัน เพื่อที่จะหาอัตราปริมาณน้ำมันต่อพลาสติก

รูปที่ 3.1 เครื่องไพโรไรซิส

3.1.1 ตรวจสอบระบบวงจรไฟฟ้า (Electronic system)

ในส่วนนี้เราได้ทำการเช็คระบบไฟภายในกล่องวงจรไฟฟ้า โดยวิธีเช็คระบบเราได้ทำการนำโวลต์มิเตอร์มาเช็คสายไฟทีละเส้นว่าสายไฟแต่ละเส้นได้แรงดันไฟฟ้าถึง 220 V หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

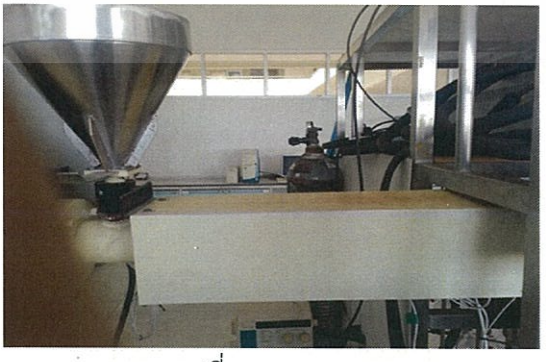
รูปที่ 3.2 ทำการเช็คระบบไฟโดยใช้โวลต์มิเตอร์

นอกจากนี้ระบบวงจรไฟฟ้าได้เช็คระบบในส่วนของ Heater แต่ละตัวว่ามีตัวไหนเสียหายหรือไม่เพื่อความปลอดภัยในการทดลอง

รูปที่ 3.3 Heater ในส่วนของ Feeder

3.1.2 Feeder

ความหมายของ Feeder คือการป้อนวัตถุดิบเข้าไปในเครื่องแต่ในขั้นตอนนี้จะเป็นในส่วนของการทดลองเพื่อหาค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการป้อนวัตถุดิบเข้าไปยัง Reactor



รูปที่ 3.4 Feeder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

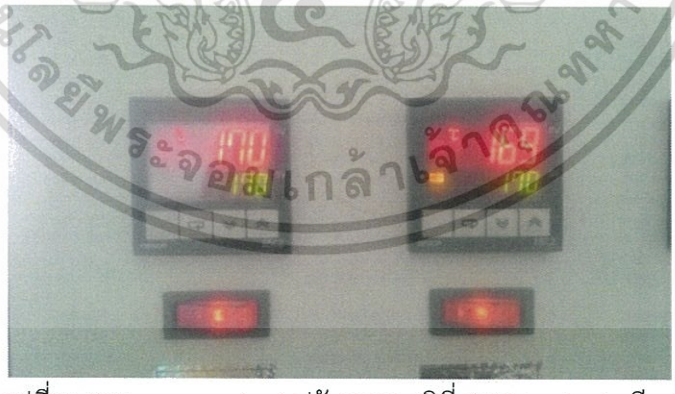
-ทำการตรวจเช็คระบบไฟที่จ่ายให้ Heater โดยการเปิด Temp Controller แล้ววัดไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์วัด

- ทำการเช็คอุณหภูมิของ Heater
- ทำการเช็คการทำงานของ Temp Controller
- ทำการเช็คการทำงานของ motor
- ทำการเช็คอัตราการไหลของพลาสติกเฉพาะในส่วนของ Feeder

เมื่อทำการเช็คระบบการทำงานของ Heater แล้วก็หาอัตราการไหลของพลาสติก

รูปที่ 3.5 ทำการแยกส่วนออกจากตัวเครื่อง

จากรูปที่ 3.5 ได้ทำการ Feed พลาสติกเพื่อวัดหาค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมโดยถอดตัวของ Feeder แยกออกจาก Reactor และทำการเปิดเครื่องแล้วปรับอุณหภูมิที่ 170 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.6 Temp control ปรับอุณหภูมิที่ 170 องศาเซลเซียส

จากนั้นทำการปรับค่าความเร็วรอบ โดยเราได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่หาได้คือ อัตราการไหลที่ 300 g/hr

จากนั้นทำการปรับค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมแล้วให้ทำการต่อส่วน Feeder เข้ากับส่วนของ Reactor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 Reactor (เตาปฏิกรณ์)

ในส่วนของ Reactor ก่อนอื่นต้องทำการหาค่า Residence time เพื่อหาค่าช่วงเวลาที่พลาสติกทำปฏิกิริยาในเตาเผา

รูปที่ 3.7 เตาเผาไพโรไรซิส(Reactor)

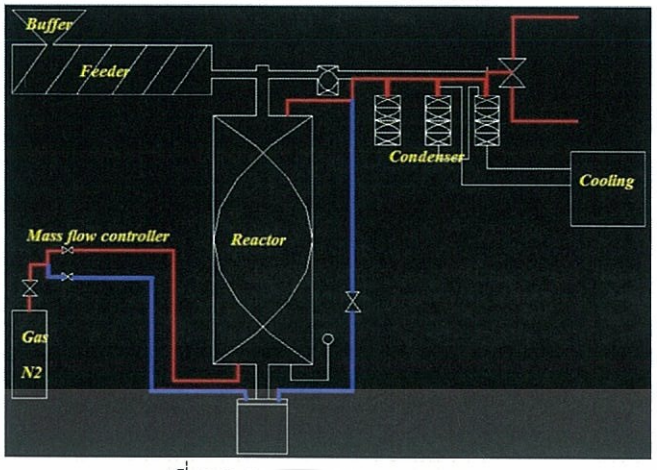
โดยขั้นตอนการทดสอบหาค่า Resident time จะปรับ Temp control ของ Reactor ที่ 250 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.8 Temp control ของ Reactor

3.1.4 Gas system (ระบบแก๊ส)

ในระบบ gas จะแยก input ออกเป็น 2 ทาง โดย input แรกจะเข้าในส่วนของ reactor และส่วนที่สองคือในส่วนขวดแก้วที่เก็บ กากพลาสติก โดยจะ Feed gas Nitrogen ในส่วนแรกที่ 50 cc/min แล้ววัดที่ Output ของระบบให้เท่ากับ 50 cc/min และในส่วนที่สองก็ทำเหมือนส่วนแรก แล้วก็วัดระบบทั้งหมด โดย Output ของระบบต้องเท่ากับ 100 cc/min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Diagram Gas Systems

3.1.5 Cooling system (ระบบหล่อเย็น)

ในขั้นตอนนี้จะจัดอยู่ในส่วนของ Condenser เพื่อให้ระบบภายในไม่ร้อนเกินไปและช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ดีขึ้น

รูปที่ 3.10 Cooling

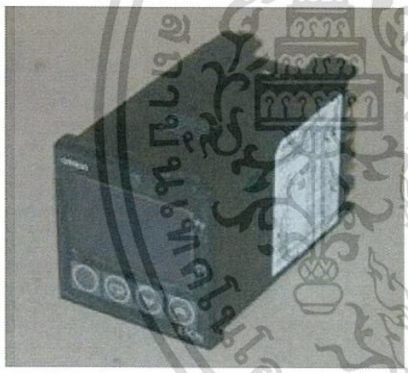
รูปที่ 3.11 Condenser

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.11 ทำการต่อสายโดยอินพุดจะอยู่ที่ด้านล่าง และอินพุดที่ด้านบน ซึ่งในส่วนนี้น้ำจะไหลเวียนภายใน Condenser อยู่ตลอดเวลา

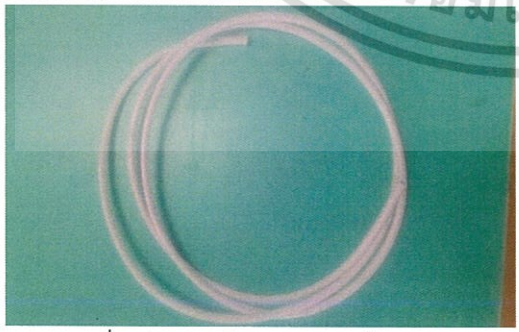
3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์

- Temp Controller ยี่ห้อ omron E5CN
- อินเวอร์เตอร์ปรับรอบมอเตอร์ ยี่ห้อ Frenic mini
- Heater
- สายไฟทนความร้อน
- ถุงมือกันความร้อน
- โวลต์มิเตอร์
- Temperature meter
- เครื่องชั่งสาร
- บิกเกอร์และหลอดทดลอง
- สายยาง
- Motor 3 phase



รูปที่ 3.11 Temp controller ยี่ห้อ OMRON E5CN

รูปที่ 3.12 อินเวอร์เตอร์ปรับรอบมอเตอร์



รูปที่ 3.13 สายไฟทนความร้อน

รูปที่ 3.14 โวลต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

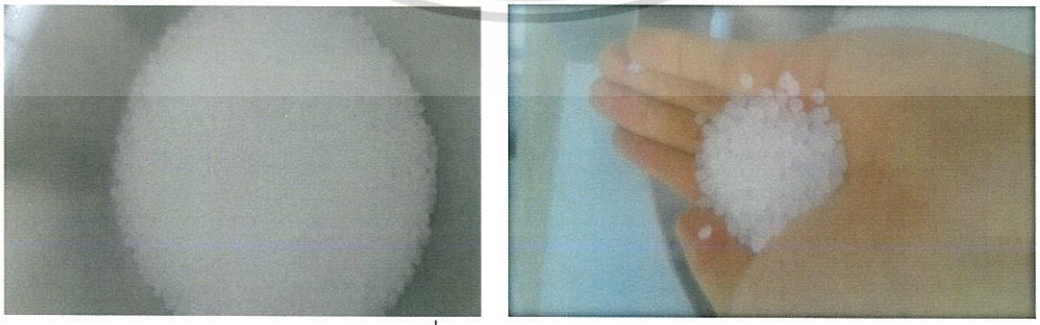
รูปที่ 3.15 Regulator Gas

รูปที่ 3.16 Mass Flow Controller ชนิด Digital

รูปที่ 3.17 Mass Flow Controller ชนิด Analog

3.3 วัตถุดิบ

- พลาสติกชนิด LDPE เป็นพลาสติกที่มีความนิ่ม เหนียว ยืดตัวได้มาก ใส ทนทาน แต่ไม่ค่อยทนต่อความร้อน



รูปที่ 3.18 พลาสติกชนิด LDPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การไพโรไลซิส

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

หาซื้อเม็ดพลาสติกชนิด LDPE และก็หาขวดพลาสติกชนิด LDPE นำมาบดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร

3.4.2 กระบวนการไพโรไลซิส

- นำเม็ดพลาสติกชนิด LDPE มาประมาณ 5 Kg
- นำเม็ดพลาสติกใส่ลงไปในช่อง Buffer ในส่วนของ Feeder
- ทำการไพโรไลซิส

3.5 วิเคราะห์ปัญหาของระบบเดิม

- จากการทดสอบเช็คระบบไฟฟ้า พบว่าการวางระบบไฟฟ้าตอนแรกไม่ค่อยดี ตรวจพบว่าไฟที่จ่ายออกมาไม่ถึง 220 V ทุกเส้น เลยทำให้ heater ไม่ทำงานครบทุกอัน
- จากการที่ heater ทำงานไม่ครบทุกอันทำให้ความร้อนไม่กระจายไม่ทั่วถึง
- จากการกระจายของความร้อนไม่ทั่วถึงจึงทำให้พลาสติกร้อนไม่สม่ำเสมอ
- การปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ช้าไปหรือไวไปทำให้อัตราการไหลของพลาสติกไม่เหมาะสม
- การปล่อยทิ้งไว้นานๆทำให้เกิดสนิม
- เนื่องจากพลาสติกเกิดการอุดตัน ก็จะทำให้เกิดการอุดตันของ gas อาจจะทำให้เกิดการระเบิดได้

3.6 แนวทางแก้ไข

- ตรวจเช็คดูระบบไฟฟ้าที่ไฟไม่ถึง 220 V ถอดสายไฟออก และนำสายไฟที่ไฟ 220 V มาต่อขนานเข้ากับ heater และใช้ Temp Controller ร่วมกัน
- ทดลองปรับรอบของมอเตอร์โดยปรับที่ อินเวอร์เตอร์ปรับรอบมอเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าเหมาะสมที่สุด
- ต้องเช็คระบบ gas ให้ดีที่สุดเพื่อป้องกันการอุดตันของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาและการทดสอบระบบเตาเผาไพโรไลซิสเพื่อกำจัดขยะพลาสติก ได้ทำการศึกษาวิจัยในส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

ศึกษาในส่วนของกระบวนการไพโรไลซิส โดยศึกษาตั้งแต่อุปกรณ์ที่ติดตั้ง วิธีการคัดเลือกวัตถุดิบเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการผลิตภัณฑ์ การบริหารจัดการ และขั้นตอนการกำจัดขยะพลาสติกจนได้น้ำมันเชื้อเพลิงด้วยเตาเผาไพโรไลซิส

โดยการศึกษาและการทดสอบระบบเตาเผาไพโรไลซิสมีทั้งหมด 6 ส่วน

4.1 Electronic systems

4.2 Feeder

4.3 Reactor

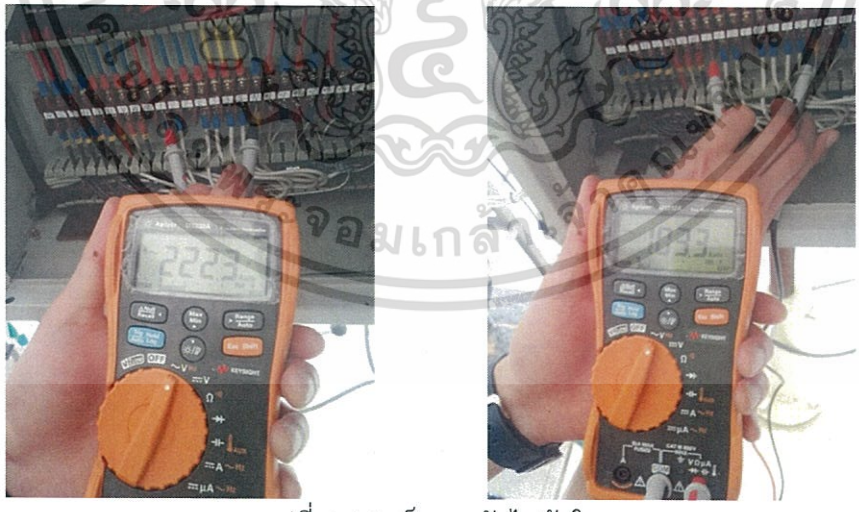
4.4 Gas

4.5 Condenser

4.6 Pyrolysis process

4.1 ส่วนของ Electronic Systems

ทำการเช็คระบบไฟฟ้าของระบบเตาเผาไพโรไลซิสโดยการเช็คแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 4.1.1 เช็คแรงดันไฟฟ้าในระบบ

4.2 ส่วนของ Feeder

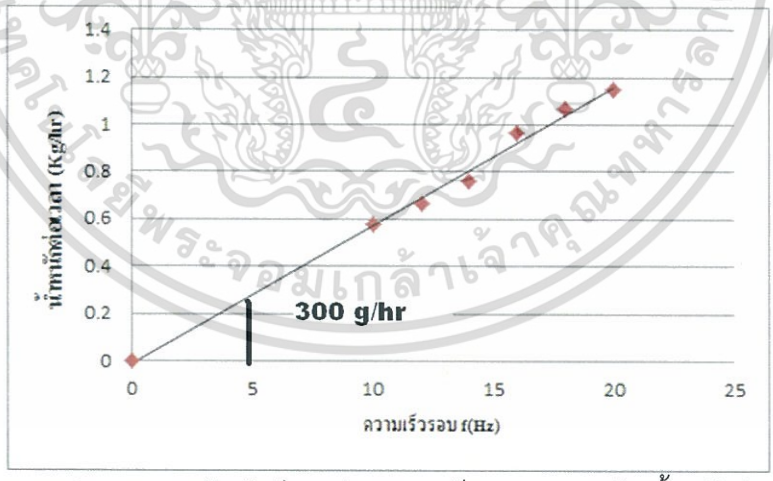
เมื่อทำการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่างๆในส่วนของ Feeder และทำการทดสอบและเก็บข้อมูลโดยการปรับความถี่ของ Motor ค่าต่างๆ เพื่อหาอัตราการไหลของพลาสติกเพื่อความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2.1 Heater ทั้งหมด 5 อัน

ซึ่ง Temp control ตั้งไว้ที่ 170 °C ทั้ง 2 ตัว

รูปที่ 4.2.2 การทดลองในส่วน Feeder



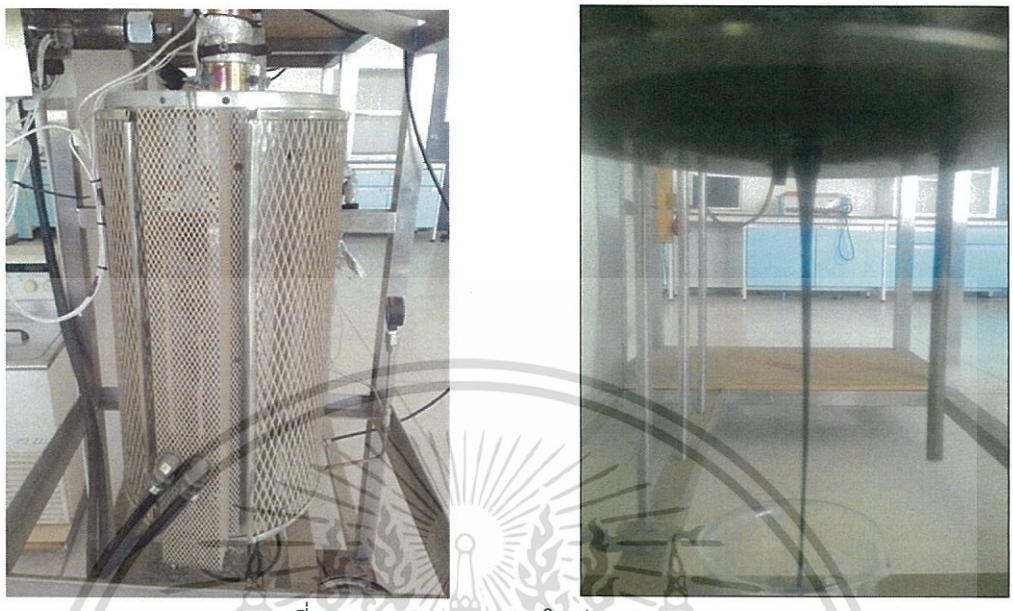
กราฟที่ 4.2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วรอบ f(Hz) กับ น้ำหนักต่อเวลา (Kg/hr.)

ในส่วนของกราฟรูปที่ 4.2.1 ได้ทำการปรับค่าความเร็วรอบมอเตอร์ที่ 10,12,14,16,18,20 Hz จะสังเกตว่าลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงโดยเราได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่หาได้คือ 5 Hz อัตราการไหลที่ 300 g/hr

ซึ่งได้ค่าอัตราการไหลของพลาสติกเท่ากับ 300g/hr ซึ่งได้ความเร็วรอบของ Motor เท่ากับ 5Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนของ Reactor



รูปที่ 4.3.1 รูปการทดลองในส่วน Reactor

ในส่วนของ Reactor ทำการเช็คระบบ Heater ในตัวถัง Reactor โดยการ heat reactor เริ่มที่ 200 องศาเซลเซียส แล้วก็เพิ่มเป็น 250 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 250 องศามีความเหมาะสมที่สุดสำหรับเช็คระบบ จากนั้น feed พลาสติกที่ 300 g/hr. ให้คงที่แล้ว เปิด Motor ของ reactor ให้ทำงานที่ 5,7,10 Hz ตามลำดับแล้วจับเวลาตั้งแต่เริ่ม Feed พลาสติกจนกว่าพลาสติกจะไหลคงที่ที่ 300 g/hr. ออกจากก้นถัง Reactor พบว่าค่า Residence Time มีค่าดังนี้

ความเร็วรอบ (Hz)	เวลาที่ใช้ (นาที)
5	81
7	70
10	65

ตารางที่ 4.3 ตารางเทียบระหว่าง ความเร็วรอบ f(Hz) กับเวลาที่ใช้ (นาที)

จากค่า Resident Time ที่ได้จากการทดลองนี้ จะนำไปเพื่อหาช่วงเวลาที่ พลาสติกทำปฏิกิริยาอยู่ภายใน Reactor เพื่อจะมีผลต่อการผลิตน้ำมันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ส่วนของระบบ Gas

ในส่วนของระบบ Gas จะแยกออกเป็น 2 ส่วน

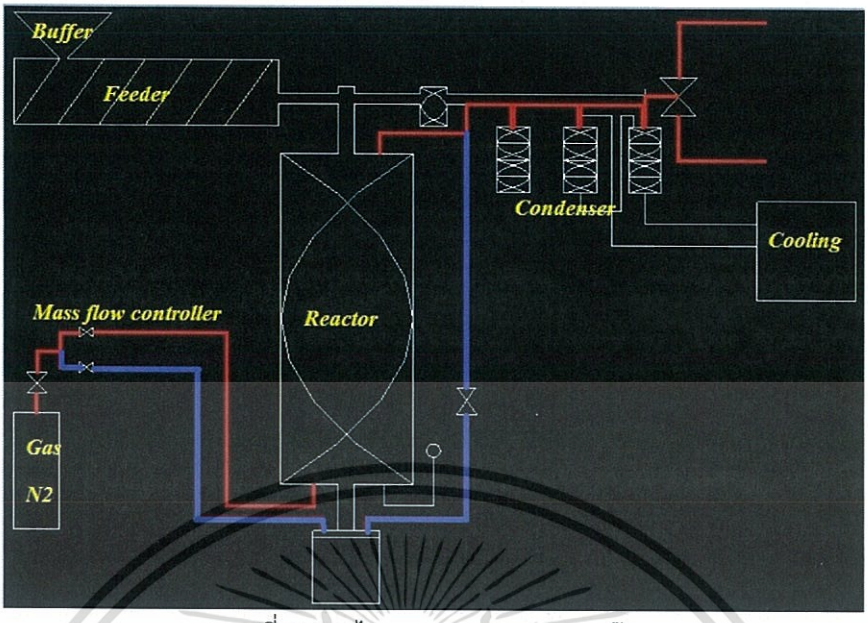
- ส่วนของ Reactor

รูปที่ 4.4.1 ส่วนของ Reactor

- ส่วนของขวดแก้ว

รูปที่ 4.4.2 ส่วนของขวดแก้วที่ใส่สำหรับกากพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.3 ไดอะแกรมของระบบแก๊ส

ระบบแก๊สในส่วนของ Reactor

ระบบแก๊สในส่วนของขวดแก้ว

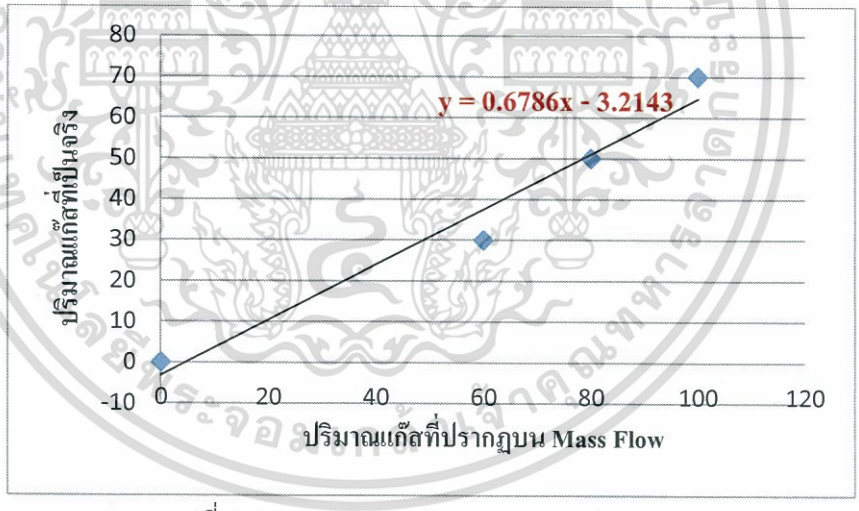
ในการตรวจเช็คระบบแก๊สเป็นส่วนที่สำคัญมากเพราะว่าเมื่อเกิดการอุดตันของแก๊สอาจจะทำให้เครื่องระเบิดได้ โดยการตรวจเช็คเริ่มด้วยการหาถังแก๊สไนโตรเจนมาแล้วนำ Regulator มาต่อเข้ากับถังแก๊สแล้วอีกฝั่งต่อเข้ากับระบบของเตาเผาเมื่อต่อเข้าระบบก็จะแยกออกเป็นสองทาง คือเข้า Reactor กับแยกเข้าขวดแก้ว ก่อนเข้า reactor กับขวดแก้วก็จะต่อเข้า Flow Controller Meter

รูปที่ 4.4.3 Mass Flow Controller แบบ Digitalสำหรับต่อเข้ากับ Reactor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4.4 Mass Flow Controller แบบ Analog สำหรับต่อเข้ากับขวดแก้ว

แต่เมื่อทดสอบ Mass flow controller แบบ Digital พบว่า Output ของ Meter ไม่เท่ากับที่แสดงผล และได้ทำการทดสอบหา Calibration ของ Flow meter โดยนำ Output ของ mass flow controller digital มาต่อเข้า input ของ mass flow controller analog เพื่อจะใช้mass flow controller analog เป็นตัวเทียบ ได้ผลดังต่อไปนี้



กราฟที่ 4.4.1 Calibration curve ของ Flow meter

เมื่อ Set ที่ Flow meter ทั้ง Reactor และของขวดแก้ว ไว้ที่ 50 cc/min ทั้งสองอันแล้วก็ทำการวัดปริมาตรแก๊สที่ Output ของระบบเตาเผาทั้งหมด พบว่ามีเท่ากับ 100 cc/min แสดงว่าระบบแก๊สในเตาเผาสามารถทำงานได้เป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ส่วนของ Condenser

ในส่วนของ Condenser จะใช้ตัว Cooling ในการทดสอบ

รูปที่ 4.5.1เครื่อง Cooling

รูปที่ 4.5.2 Condenser

ในการทดสอบระบบ Condenser ทำการปรับอุณหภูมิของ Cooling ที่ 5 $^{\circ}$C ทดสอบแล้วระบบยังใช้งานได้ปกติ

4.6 กระบวนการ Pyrolysis

จากการทดลอง กระบวนการไพโรไลซิส ได้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการทดลอง ทำให้ในส่วนนี้ไม่มีผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ไพโรไลซิสเป็นวิธีการทางเคมีความร้อน โดยใช้ความร้อนเพื่อสลายโมเลกุลของสสารที่มีขนาดใหญ่ให้เป็นขนาดเล็ก ในสภาพที่เป็นสุญญากาศ โดยจะได้ก๊าซที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอนซึ่งเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างหลักทางเคมีของพลาสติก ซึ่งประกอบไปด้วย สารไฮโดรคาร์บอนที่สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ วัตถุดิบหลักที่นำมาใช้ในโครงการนี้คือ พลาสติก จึงได้ทำการเก็บข้อมูลวิธีการจัดการเตาไพโรไลซิสในโครงการนี้ตั้งแต่ชนิดของพลาสติก ปัญหา และผลกระทบกระบวนการไพโรไลซิส และการใช้พลาสติกกับกระบวนการไพโรซิส การคัดเลือกวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากพลาสติก เพื่อให้สามารถนำมาเป็นแนวทางการจัดทำ คู่มือการปฏิบัติงาน ที่จะบอกเล่าถึงกระบวนงานว่าต้องทำอะไร ที่ไหน เมื่อไรอย่างไร และทำไม

นอกจากนี้ในการศึกษาและการทดลอง ทำให้ทราบขอมูลในส่วนต่างๆดังนี้

1. อัตราการไหลของพลาสติกในส่วนของ Feeder เท่ากับ 300 g/hr
2. ความเร็วของ Motor ในส่วนของ Feeder มีค่าเท่ากับ 5Hz
3. Reactor ในส่วนของ Reactor ได้ค่าของ Resident Time มีอยู่ 3 ค่า คือ ความเร็วรอบ 5Hz, 7Hz, 10Hz ได้ค่า Resident time คือ 81, 70, 65 นาที
4. ความเร็วของ Motor ในส่วนของ Reactor อยู่ในช่วง 5 Hz – 15 Hz
5. สมการการ Celibate ของ Mass Flow Controller เท่ากับ y = 0.6786x - 3.2143 yคือปริมาณแก๊สจริง xคือปริมาณแก๊สที่แสดงบน mass flow controller
6. ปัญหาของเครื่อง Pyrolysis นี้ คือในส่วนของระบบไฟฟ้า กับ ในส่วนของการอุดตันของแผ่นปิดขวดแก้วสำหรับกากพลาสติก
7. สาเหตุหลักๆที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการทดลองคือ การอุดตันของพลาสติก

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัญหาหลักของเตาเผาไพโรไลซิสนี้คือ การทำให้แผ่นรองที่ติดกับขวดแก้วเก็บกากพลาสติกนั้นร้อนอยู่ตลอด เพราะในการทดลองไพโรไลซิส ตัวแผ่นรองนี้กลายเป็น Heat sink ดังนั้นต้องทำการติดตั้ง Heater อีกตัวตรงแผ่นนี้ให้ร้อนตลอด และอีกอย่างหนึ่งคือสถานที่ในการติดตั้งเครื่อง ควรจะเป็นที่โล่งๆ ไม่เป็นที่ปิด เพราะการระบายอากาศเป็นไปได้ลำบาก และหากเกิดอุบัติเหตุ เช่น การระเบิด ไฟไหม้ อาจจะทำให้ไฟไหม้ลุกลามไปห้องอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศิริรัตน์จิตการค้า. “จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงาน ทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม”.สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[2] พรชัย คติกำจร. การพัฒนากระบวนการไพโรไลซิสยางธรรมชาติเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำมัน สำหรบยานยนต์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปกร; 2550. มณีรัตน์ ปัญญพงษ์. มทร.ธัญบุรี แปลงขยะลาสตกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง.ค้นเมื่อ 5 มกราคม 2559,จาก http://learning.eduzones.com Wojtowicz, M.A., and Serio, M.A. Pyrolysis of scrap tires: Can it be profitable?. USA: ChemTech. 1996.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้