การขับเคลื่อนเทคโนโลยีเพื่อความมั่นคงบนฐานทรัพยากรธรรมชาติ : การเพิ่มมูลค่าขยะรีไซเคิลมูลค่าต่ำด้วยเทคโนโลยีไพโรไลซิส

ดร. พิชาวีร์ เอี่ยมสำอางค์
สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BCG ECONOMY : โมเดลขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยในโลกหลังโควิด

พลังงานกับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ

ประเทศไทยจำเป็นต้องจัดหาแหล่งพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการของประเทศในระยะยาว

ก่อน พ.ศ. 2551 ประเทศไทยนำเข้าพลังงานในสัดส่วนร้อยละ 60 ของการใช้พลังงานในประเทศ

ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตพลังงานทดแทนในระดับสูง เนื่องจากมีผลผลิตทางการเกษตร ขยะ และของเสียจากกระบวนการผลิตจำนวนมาก รวมถึงพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่เอื้อต่อการผลิตเป็นพลังงานทดแทนให้เพิ่มขึ้น

ในปี 2579 เป้าหมายผลิตพลังงานทดแทนให้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ *15.5 เป็นร้อยละ 30 ในปี 2579*

ที่มาของโครงการ

ประกาศจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เรื่อง นโยบายด้านการบริหารจัดการขยะและขยะอันตราย พ.ศ.2560

ข้อ 3 ให้ทุกส่วนงานและหน่วยงานของมหาวิทยาลัยพิจารณาดำเนินการภายใต้กรอบนโยบายด้านการบริหารจัดการขยะและขยะอันตราย เพื่อให้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาเป็นต้นแบบการจัดการขยะเหลือศูนย์ (Zero waste management) ดังต่อไปนี้

1) เลือกใช้วัสดุ วัตถุดิบ และวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามแนวทางที่มหาวิทยาลัยกำหนด
2) ลดปริมาณการเกิดขยะและคัดแยกขยะมูลฝอยและขยะอันตราย ตามหลักการ 3Rs ได้แก่ การลดการใช้ทรัพยากรและลดการเกิดขยะ(Reduce) การใช้ซ้ำและใช้ให้คุ้มค่า (Reuse) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)
3) บริหารจัดการและพัฒนาระบบที่สนับสนุนการลด คัดแยก และจัดการขยะและขยะอันตรายที่มีประสิทธิภาพตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนและหน่วยงานต่างๆ
4) **ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรมในการจัดการขยะและขยะอันตราย**
5) สอดแทรกความรู้เรื่องการลด คัดแยก และจัดการขยะและขยะอันตรายในบทเรียน หรือการเรียนการสอน รวมทั้งส่งเสริมกิจกรรมที่สร้างวินัยและจิตสำนึก ให้กับบุคลากรทุกระดับ รวมทั้งนิสิตและนักเรียน เพื่อให้เกิดวัฒนธรรมองค์กรการจัดการขยะอย่างยั่งยืนและใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

ที่มาของโครงการ

CHULA ZERO WASTE
TOGETHER WE CAN

Chula Zero Waste (2560-2564) ซึ่งมีเป้าหมายที่จะลดปริมาณขยะเหลือทิ้ง ภายในมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ภายในปี 2564 ประกอบด้วย 6 แผนงาน 18 โครงการ โดยความร่วมมือกันของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมและสำนักบริหารระบบกายภาพร่วมกับเครือข่ายภาคีในจุฬาฯ

1 ใน 18 โครงการที่สำคัญ

โครงการลดแยกขยะในสำนักงาน

ปัญหาหลัก คือ ขยะรีไซเคิลบางประเภทที่ผ่านการแยกขยะอย่างดีแล้ว แต่ไม่สามารถขายเป็นขยะรีไซเคิลได้

การดำเนินงาน ณ ปัจจุบัน คือ การส่งขยะมูลค่าต่ำไปเผาเป็นพลังงานร่วมที่เตาเชื้อเพลิงของโรงปูนซีเมนต์บริษัทอินทรี อีโคไซเคิล จำกัด ที่จังหวัดสระบุรี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นศูนย์เรียนรู้/สถานปฏิบัติการวิจัย การใช้พลังงานสีเขียวให้กับมหาวิทยาลัย ภาครัฐ และภาคเอกชน โดยการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตรายอย่างเหมาะสมเพื่อการผลิตพลังงานอย่างครบวงจร

2. เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ความเข้าใจในรูปแบบเทคโนโลยีการเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ให้แก่ อาจารย์ บุคลากร เจ้าหน้าที่ นิสิตนักศึกษา และบุคคลทั่วไป

3. เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการและการใช้วัตถุดิบพลังงานทดแทนให้มีประสิทธิภาพ

4. เพื่อสนับสนุนบุคลากร เจ้าหน้าที่ นิสิตนักศึกษา ให้มีส่วนร่วมในการผลิตและการใช้พลังงานทดแทน

ประเภทพลาสติกเพื่อนำมาไพโรไรซิส

พอลิเอทิลีน (Polyethylene : PE)
แบ่งเป็น HDPE และ LDPE
เช่น ขวดสารเคมี ขวดน้ำ ถุงเย็น
ลัง หรือ กล่องบรรจุสินค้า

พอลิโพรพิลีน (Polypropylene : PP)
เช่น กล่องบรรจุอาหาร กล่องเครื่องมือ
ปกแฟ้มเอกสาร เครื่องใช้ในครัวเรือน
กล่องและตลับเครื่องสำอาง

พอลิสไตรีน (Polystyrene: PS)
เช่น ถ้วยจาน แก้วน้ำ ช้อนส้อม
กล่องบรรจุอาหารและผลไม้เทียม

Waste from PE wax production

Pyrolysis

เชื้อเพลิงแก๊ส

เชื้อเพลิงเหลว
แก๊สโซลีน
ดีเซล
น้ำมันเตา, แว๊กซ์

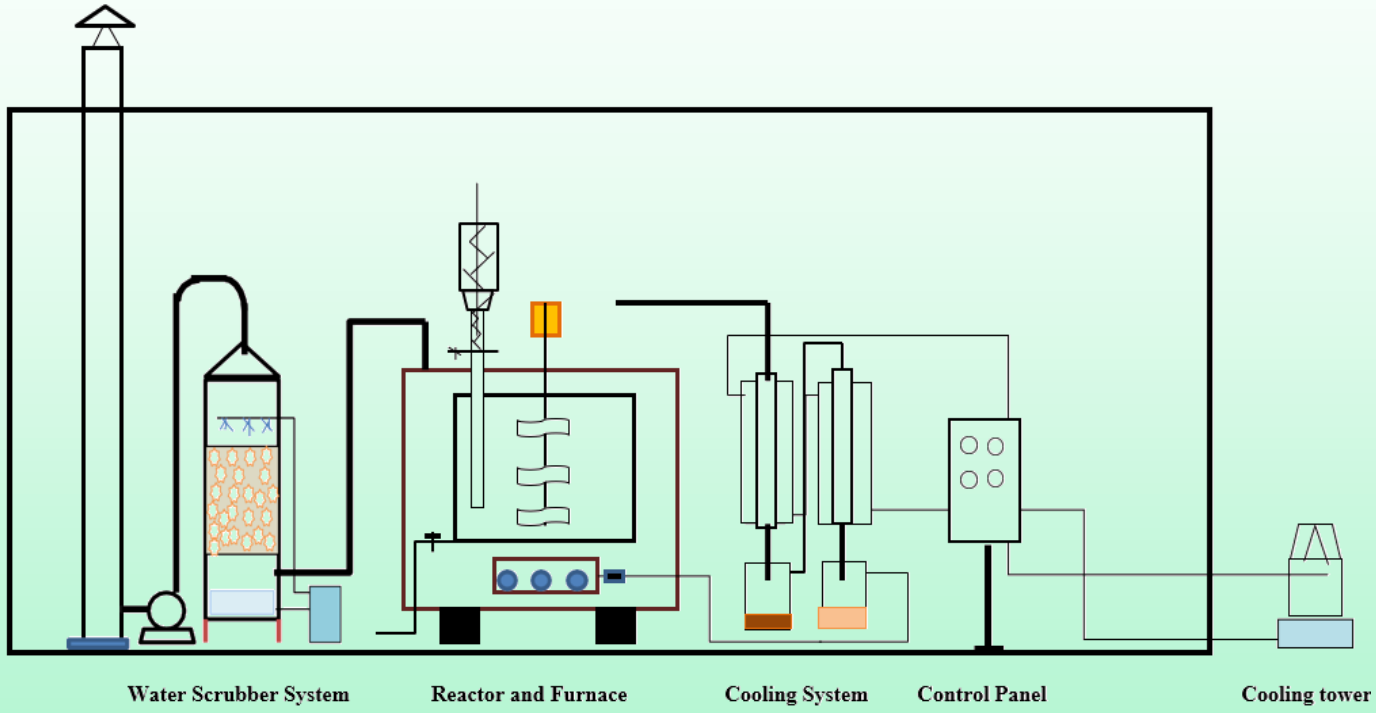
เชื้อเพลิงแข็ง
ถ่านชาร์

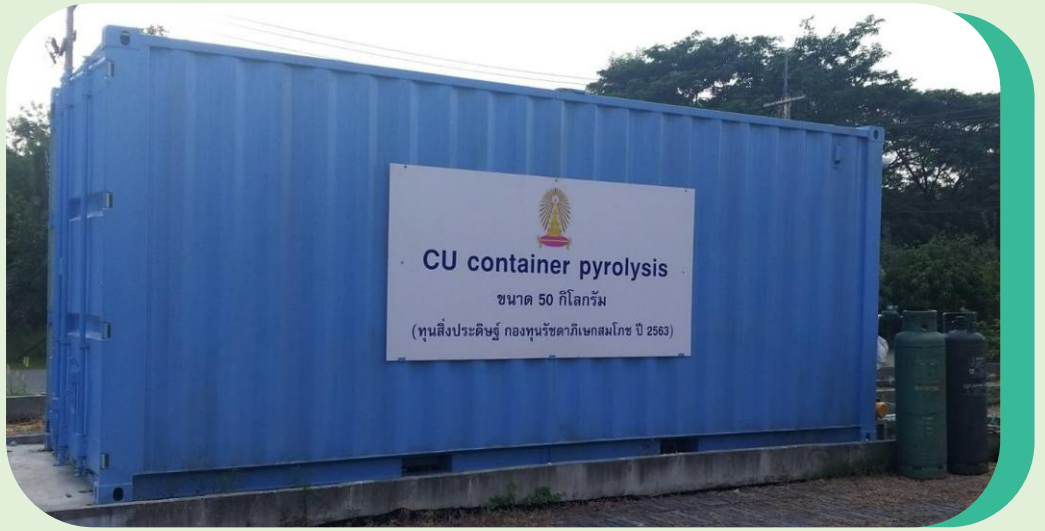
ไพโรไลซิส

- กระบวนการทางเคมีความร้อนที่เปลี่ยนรูปของชีวมวล พลาสติก รวมถึงยางที่ใช้แล้ว เป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าทางความร้อนสูงขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ถ่าน (charcoal) น้ำมัน (bio-oil) และก๊าซไม่กลั่นตัว (non-condensable gas)
- อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาปานกลางระหว่าง 500-800 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน

ที่มา: https://www.recyclingpyrolysisplant.com/news/industry_news/plastic_recycling_industry_project_report_726.html

คอนเทนเนอร์ไพโรไลซิสขนาด 50 กก./วัน
ติดตั้งที่ศูนย์เชื้อเพลิงและชีวมวลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิทยาเขตสระบุรี





อุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญ

1. Reactor and Furnace

รูปที่ 1 Reactor

รูปที่ 2 ชุดขับใบกวนและHopperป้อนพลาสติก

รูปที่ 3 Furnace

1) Reactor ประกอบด้วย

- ชุดใบกวน ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อม Gear Box ทดกำลัง
- ชุดป้อนพลาสติก ประกอบด้วย Hopper และระบบสกรูป้อน พร้อม Gear box ทด กำลัง และ Gate valve

อุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญ

2. Water Scrubber System

รูปที่ 7 Scrubber

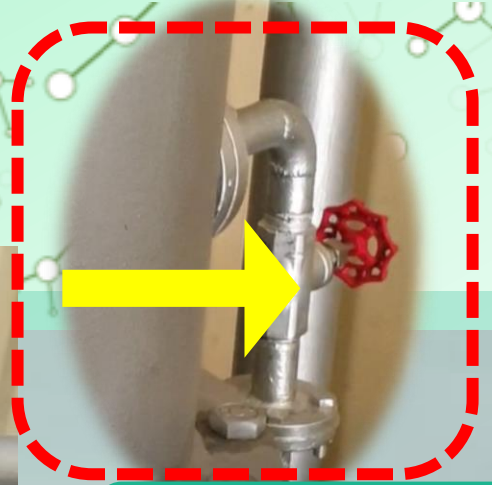
รูปที่ 8 Blower

ประกอบด้วย

- Scrubber ถังบำบัดไอร้อน ควันจาก Flue gas ภายในทาด้วยสี Epoxy เพื่อกันกรด
- Blower และปล่อง เพื่อดูดและระบายไอเผาไหม้หลังจากผ่านการบำบัดแล้ว

อุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญ

3. Cooling System



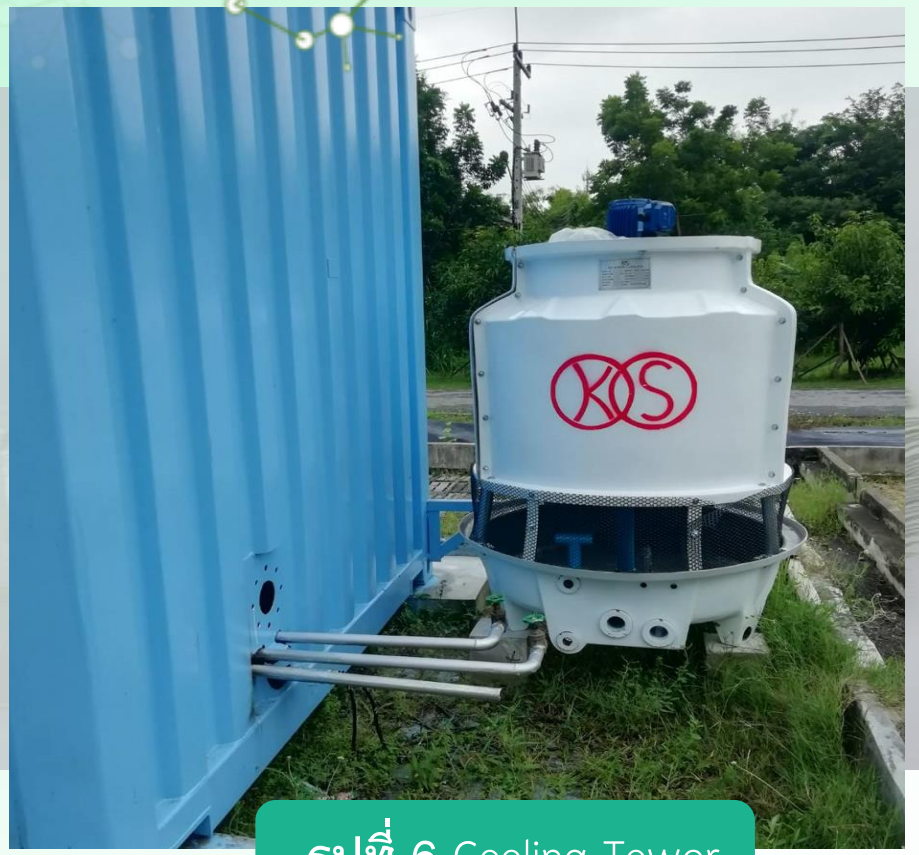
Ball Valve ปรับระดับน้ำ

รูปที่ 5 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำ (Condenser

Cooling System ประกอบด้วย

- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำ (Condenser) ที่ทำจากสแตนเลส
- ถังเก็บน้ำมัน ทำจากเหล็กจำนวน 2 ชุด

4. Cooling Tower



รูปที่ 6 Cooling Tower

Cooling Tower ประกอบด้วย

- หอระบายความร้อนด้วยน้ำ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญ

5.Control Panel

รูปที่ 9
ระบบไฟใน Control Panel

รูปที่ 10
ไฟแสดงสถานะการทำงาน

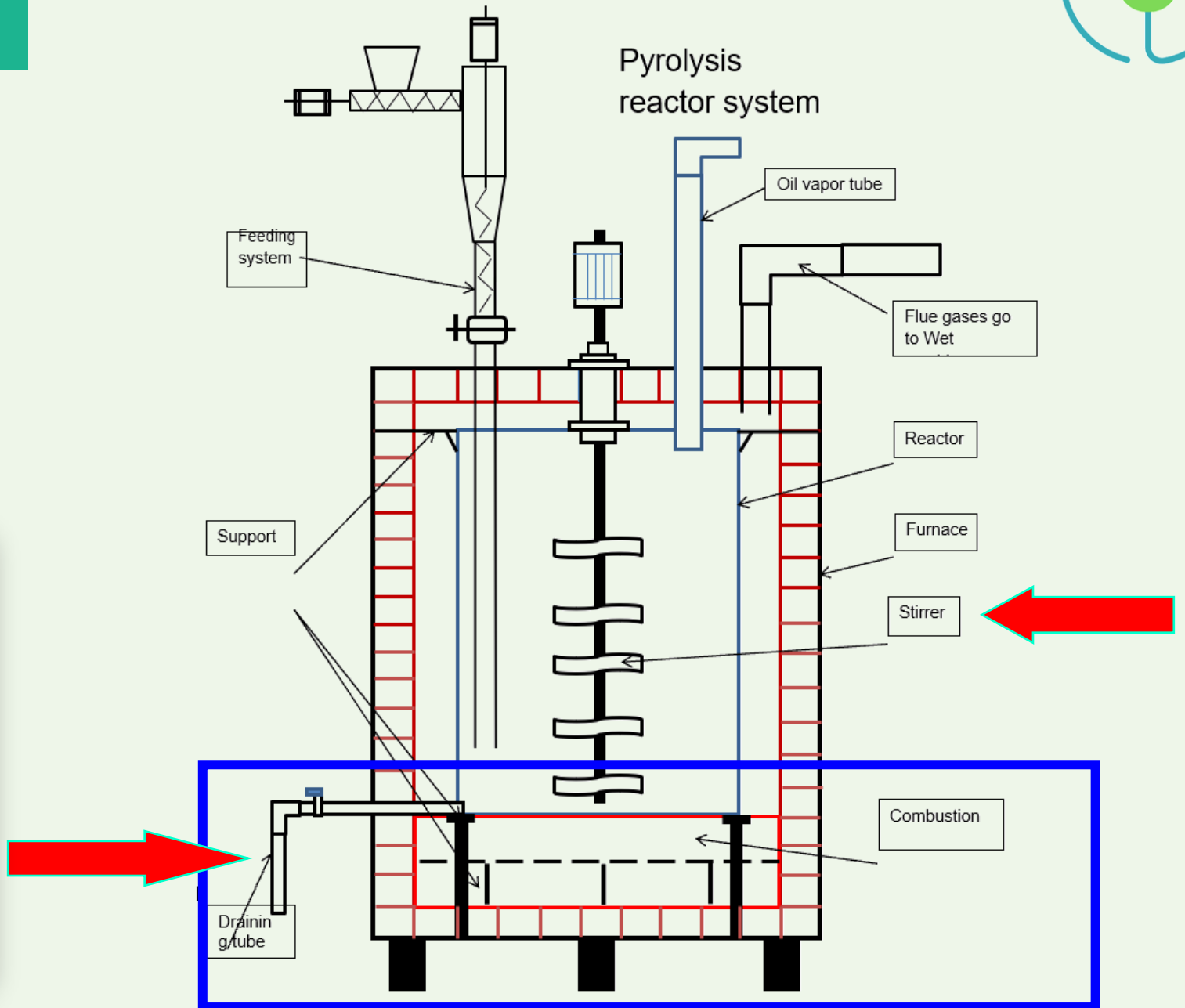
ประกอบด้วย

– Circuit Breaker ระบบตัดไฟอัตโนมัติ ระบบป้องกันไฟตกหรือไฟเกิน AC Voltmeterมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง ปุ่มเปิดปิด ปุ่มปิดระบบฉุกเฉิน

– Digital temperature control Type K จำนวน 3 ชุด (วัดอุณหภูมิในเตาเผา, Reactor และไอร้อนออก) พร้อมระบบแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิในเตาเผาสูงเกินกำหนด

ตัวเครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซิส

ช่องสำหรับเดรนกาก



การเดินระบบไพโรไลซิส

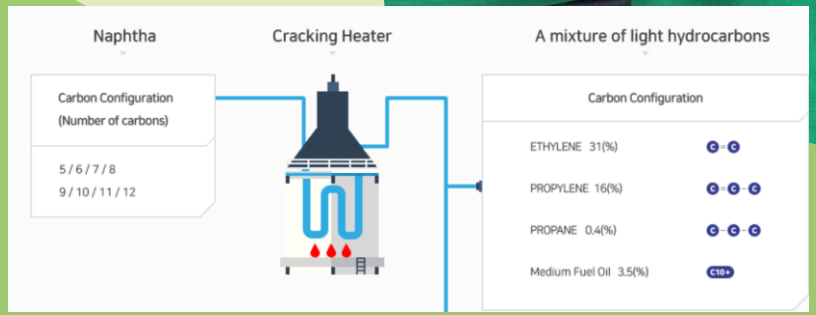
ตัวอย่างขยะพลาสติกในการทดลอง

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติ Raw Materials	LDPE	PS	PET	PP
Proximate analysis, wt% dry basis				
Moisture	0.5	–	0.37	0.43
Fixed carbon	0.12	0.1	11.91	0.39
Volatile matter	96.95	99.9	87.72	99.18
Ash	Undetectable	Undetectable	Undetectable	Undetectable
Carbon	*83.0*	*91.72*	*62.1*	*86.42*
Hydrogen	16.75	7.96	4.4	12.28
Nitrogen	–	–	–	–
Sulfur	0.25	–	–	0.17
Heating value (MJ/kg)	*42.42*	*42.28*	*23.12*	*45.73*

ผลการวิเคราะห์และทดสอบ DISTILLATION ของเชื้อเพลิงเหลว

ชื่อตัวอย่าง	Test Item	Test Method	Unit	Results
LDPE	%Distillation	ASTM D2887	wL%	
	Naphtha			*60.20*
	Kerosene			19.90
	Diesel			19.10
	Long Residue			0.80
PET	%Distillation	ไม่มีเชื้อเพลิงเหลวออกมาจากระบบ		
	Naphtha			
	Kerosene			
	Diesel			
	Long Residue			
PP oil	%Distillation	ASTM D2887	wL%	
	Naphtha			*90.70*
	Kerosene			7.50
	Diesel			1.80
	Long Residue			0.00
PS oil	%Distillation	ASTM D2887	wL%	
	Naphtha			*91.70*
	Kerosene			7.90
	Diesel			0.40
	Long Residue			0.00

สัดส่วนของ Naphtha ที่สูงในผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลว แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมในการนำมาปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้กลายเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเหลว



ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเหลว และ กาก

LDPE

PS

PP

ตารางข้อมูลคุณภาพน้ำมันไพโรไลซิส

	Requirements	Test method	Residual Fuel Oil	LDPE	PP	PS
1	Sulphur Content (%wt)	ASTM D4294	2	–	–	–
2	Viscosity at 50 cSt	ASTM D445	7	0.92	0.80	0.62
3	Flash point	ASTM D93	60	ต่ำกว่า 30	ต่ำกว่า 30	ต่ำกว่า 30
4	Pour point	ASTM D97	24	มากกว่า -26	ต่ำกว่า -24	-23
5	Heat content (cal/g)	ASTM D240	10,000	9,218.80	9,160.57	7,222.70
6	Color	ASTM D1500	8	–	–	–

อ้างอิงจากมาตรฐานคุณภาพน้ำมันเตาตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานปี 2562 ฉบับที่ 2
http://elaw.doeb.go.th/document_doeb/TH/676TH_0001.pdf

การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

- ฟอกสีน้ำมันด้วย Activated Clay

Batch

200 ml oil/ 40 g Activated Clay

(กวนผสม แล้วกรอง)

Continuous

น้ำมันไหลผ่าน pack bed

ของ Activated Clay

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION