

สร้างเครื่องกำจัดขยะพลาสติกขนาดเล็กสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ*

Build a disposal Waste Plastic Machine small for transforming Waste Plastic into Crude Oil*

จิระศักดิ์ เพ็งคุณ** ประสพชัย ศิลาอ่อน***
Jeerasak Pengkun ** Prasopchai Silaon ***

บทคัดย่อ

โครงการสร้างเครื่องกำจัดขยะพลาสติกขนาดเล็กสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบนี้ใช้หลักการแปรสภาพขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันโดยใช้กระบวนการเผาไหม้แบบไพโรไลซิส ซึ่งเป็นการเผาไหม้ภายใต้สภาวะที่ไร้ออกซิเจนรวมทั้งทำการควบแน่นไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้คืนสภาพกลับเป็นของเหลว พร้อมทั้งบริสุทธิ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผสมในไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เหลือจากการควบแน่นด้วยวิธีการดูดซับด้วยน้ำปูนใส ซึ่งเครื่องกำจัดขยะพลาสติกขนาดเล็กสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบนี้ประกอบด้วย ถังเร่งปฏิกิริยาจำนวน 1 ถัง ถังหล่อเย็นจำนวน 1 ถัง หอควบแน่นไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำนวน 2 หอ และหอทำบริสุทธิ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 1 หอ

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องกำจัดขยะพลาสติกขนาดเล็กสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบที่สร้างขึ้นพบว่าสามารถแปรสภาพขยะพลาสติกแบบถุงบางที่มีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ให้เป็นน้ำมันดิบ 600 กรัม และก๊าซผสมที่สามารถติดไฟได้จำนวนหนึ่ง โดยในขณะทำการทดสอบจะควบคุมอุณหภูมิถึงเร่งปฏิกิริยาไว้สูงสุด 400 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่หอควบแน่นต่ำสุด 25 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งทดสอบที่ความดันบรรยากาศ

คำหลัก : ประเภทขยะพลาสติก, เทคโนโลยีการกำจัดขยะ, เครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ

Abstract

The project to build a disposal waste plastic machine small for transforming waste plastic into crude oil is based on transforming plastic waste into oil by the combustion process of pyrolysis. This is burning under anaerobic conditions, including the condensation of vapor hydrocarbons into liquid to restore it. Pure carbon dioxide mixture in vapor hydrocarbons remaining after condensation by mix lime water absorption. Disposal waste Plastic machine small for transforming waste plastic into crude oil consists of Catalyst chassis number 1 cylinder, condensing tower vapor number 2 towers, and the absorption tower for pure carbon dioxide number 1 tower.

The test run of a disposal waste plastic machine small for transforming waste plastic into crude oil that. It can be converted into a plastic garbage bag certain, weight one kilogram into oil 600 grams and Methane gas mixture, it can be flammable number one. While the test is controlled catalytic tank to a maximum of 400 degrees Celsius and the minimum temperature at which condensation tower 25 degrees Celsius and at atmospheric pressure test.

Keyword: Types of plastic waste, technology for the degradation of polymer by heat and waste disposal, disposal Waste Plastic Machine small for transforming waste plastic into crude oil

Corresponding Author: * ได้รับงบประมาณสนับสนุนงานวิจัยจากโรงเรียนช่างฝีมือทหาร

**เรื่ออากาศตรี แผนกช่างยานยนต์ กองการฝึกและศึกษา โรงเรียนช่างฝีมือทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ E-mail jirasak2529@gmail.com

***พันตรี แผนกไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กองการฝึกและศึกษา โรงเรียนช่างฝีมือทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

ความเป็นมาของและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันโรงเรียนช่างฝีมือทหารได้จัดทำการเรียนการสอนเกี่ยวกับการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อฝึกให้นักเรียนช่างฝีมือทหารเกิดความคิดริเริ่มในการนำองค์ความรู้ที่ได้เรียนมาสร้างชิ้นงานที่สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งในภาคเรียนที่ผ่านมา มีนักเรียนช่างฝีมือทหารกลุ่มหนึ่งได้สร้างเครื่องเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมัน จากการตรวจสอบพบว่าเครื่องดังกล่าวสามารถทำการเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันได้จริง แต่เครื่องเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันที่นักเรียนช่างฝีมือทหารสร้างขึ้นมานั้นยังมีประสิทธิภาพต่ำทำให้น้ำมันที่ผลิตได้ต่อหน่วยยังนับว่าต่ำหากเทียบกับเครื่องเปลี่ยนขยะพลาสติกเป็นน้ำมันที่ขายตามท้องตลาดประกอบกับปัจจุบันปัญหาขยะพลาสติกเป็นปัญหาที่นับวันจะเพิ่มมากขึ้นทุกปี แม้จะมีการตื่นตัวในการนำขยะพลาสติกที่ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำหลายครั้ง แต่ก็ยังไม่ค่อยได้รับความนิยมเนื่องจากคุณภาพของพลาสติกรวมทั้งความสะดวกและความปลอดภัยมักจะเสื่อมตามระยะเวลา เมื่อเทียบสัดส่วนการนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่กับขยะพลาสติกที่ถูกทิ้งในแต่ละวันจะพบว่าสัดส่วนการนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่งผลให้ปริมาณขยะพลาสติกที่ตกค้างในระบบมีจำนวนมากที่ต้องนำไปกำจัดทิ้งด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วประเทศไทยจะนิยมใช้การฝังกลบและการเผาเนื่องจากมีความสะดวกรวดเร็วรวมทั้งมีค่าใช้จ่ายถูก แต่สองวิธีดังกล่าวกลับมีผลเสียกับสภาพแวดล้อมเช่น ควันไอเสียจากการเผาทำลายขยะพลาสติกจะก่อให้เกิดมลภาวะและเป็นอันตรายอย่างมากต่อสภาพแวดล้อม ประกอบกับปัจจุบันชุมชนบ้านพักอาศัยข้าราชการโรงเรียนช่างฝีมือทหาร มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นทุกๆปี โดยเฉลี่ยแล้วในแต่ละวันขยะที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันของประชากรที่พักอาศัยอยู่ในเขตโรงเรียนช่างฝีมือทหารจะมีขยะเกิดขึ้นเกิดขึ้นประมาณวันละ 1.5 ตันต่อวัน หากแยกขยะออกมาแล้วจะพบว่าขยะพลาสติกมากถึง ถึงร้อยละ 80 ของปริมาณขยะทั้งหมด ส่วนขยะที่เหลือจะเป็นขยะสดและขยะที่เป็นโลหะรวมทั้งวัสดุอื่นๆ จากการวิจัยพบว่าขยะพลาสติกใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายเองตามธรรมชาติประมาณ 400 - 500 ปี จึงส่งผลให้ขยะดังกล่าวตกค้างตามธรรมชาติเป็นภาระในการกำจัดหรือทำลาย โดยมากแล้วขยะที่เกิดจากชุมชนโรงเรียนช่างฝีมือทหารจะถูกส่งไปกำจัดโดยวิธีการฝังกลบด้วยรถขนขยะของสำนักงานเขตจตุจักรซึ่งโรงเรียนช่างฝีมือทหารจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเก็บขยะเหล่านี้ แม้ว่าขยะอาจถูกคัดแยกแล้วนำกลับไปรีไซเคิลเป็นเม็ดพลาสติกเพื่อนำกลับมาใช้งานใหม่อีกครั้ง แต่หากเราวิเคราะห์ถึงโครงสร้างพื้นฐานของขยะพลาสติกเหล่านี้จะพบว่าพลาสติกเกิดจากการรวมตัวของพันธะสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักประเภทเดียวกับน้ำมันเชื้อเพลิง คณะผู้รับผิดชอบโครงการจึงมีแนวคิดว่าจะนำขยะพลาสติกที่มีอยู่ปริมาณมากเหล่านี้มาแปรรูปให้เปลี่ยนเป็นพลังงานเชื้อเพลิง โดยผ่านกระบวนการเปลี่ยนขยะเป็นน้ำมันด้วยกรรมวิธีการไพโรไลซิส

เพื่อกำจัดขยะและแปรรูปขยะให้สามารถนำกลับมาใช้งานอีกครั้งในรูปแบบน้ำมันดิบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้รับผิดชอบโครงการจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาและออกแบบสร้างเครื่องกำจัดขยะที่สามารถเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการออกแบบสร้างเครื่องกำจัดขยะและเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบที่มีขนาดเล็ก

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประเภทพลาสติก

2.1.1 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) พอลิเมอร์ประเภทนี้จะมีโครงสร้างโมเลกุลของสายโซ่ พอลิเมอร์เป็นแบบเส้นตรงหรือแบบกิ่งสั้นๆสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายบางชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและหลอมเหลวเป็นของเหลวหนืดเนื่องจากโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่พันกันอยู่สามารถเคลื่อนที่ผ่านกันไปมาได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อนและเมื่อเย็นตัวลงก็จะแข็งตัว ซึ่งการหลอมเหลวและเย็นตัวจะสามารถกลับไปกลับมาได้โดยไม่ทำให้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพ หรือโครงสร้างของพอลิเมอร์เปลี่ยนแปลงมากนัก พลาสติกประเภทนี้สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้โดยการบด และหลอมด้วยความร้อนเพื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีก แต่พลาสติกประเภทนี้มีข้อเสียและขีดจำกัดของการใช้งาน คือไม่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ เพราะอาจเกิดการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงไป ได้แก่ PE, PP, PET, Nylon, และ PMMA เป็นต้น [3]

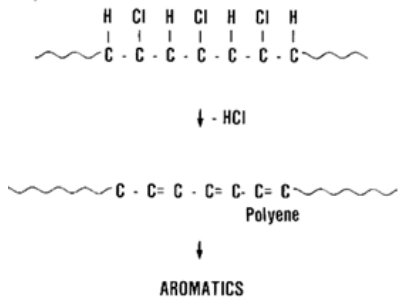
2.1.2 เทอร์โมเซตติง (Thermosetting) พอลิเมอร์ประเภทนี้จะมีโครงสร้างเป็นแบบร่างแห ซึ่งจะหลอมเหลวได้ในขั้นตอนการขึ้นรูปครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นทำให้เกิดพันธะเชื่อมโยระหว่างโมเลกุลทำให้พอลิเมอร์มีรูปร่างที่ถาวร ไม่สามารถหลอมเหลวได้อีกเมื่อได้รับความร้อน ได้แก่ ฟีนอลิครีซิน อีพอกซี และโพลียูรีเทน เป็นต้น [3]

2.2 กระบวนการเสื่อมสลายของพอลิเมอร์ด้วยความร้อน

การเสื่อมสลายของพอลิเมอร์หนึ่งตัวเกิดจากการที่พันธะที่ต่างกันหลายพันธะแตกตัวและพันธะแต่ละชนิดจะมีการแตกตัวได้หลายพันธะ โดยจะเกิดขึ้นในกรณีที่มีสายโซ่ของพอลิเมอร์หลายสาย แต่ถ้ามีสายโซ่ของพอลิเมอร์เพียงสายเดียวการแตกตัวของพอลิเมอร์ก็อาจไม่เกิดขึ้นเพราะทันทีที่พันธะของพอลิเมอร์สายใดสายหนึ่งแตกตัวน้ำหนักโมเลกุลของสายโซ่พอลิเมอร์ก็จะเริ่มลดลงการเสื่อมสลายของพอลิเมอร์ก็จะเริ่มเกิดขึ้น โดยการเสื่อมสลายของพอลิเมอร์ด้วยความร้อนสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.2.1 การกำจัดหมู่ข้าง (Side group elimination) การกำจัดหมู่ข้างจะเกิดขึ้น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการกำจัดหมู่ข้างๆสายโซ่หลัก (Back bone) ของพอลิเมอร์ออกให้เหลือไว้แต่

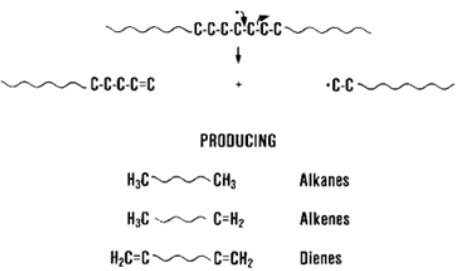
พอลิเมอร์หลักของ Polyene ที่ไม่เสถียร โดยโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ จะทำปฏิกิริยาต่อเป็น ขั้นตอนที่สอง จะเกิดโมเลกุลที่เป็นวง (Aromatic molecules) การขาดออกของ (Scission) ของโมเลกุล ทำให้มีขนาดเล็กกว่าเดิมที่เรียก Char [2]



รูปที่1 แสดงการเสื่อมสลายของพอลิเมอร์ แบบการกำจัดหมู่ข้าง (Side-group elimination) [2]

2.2.2 การแตกแบบสุ่ม (Random Scission)

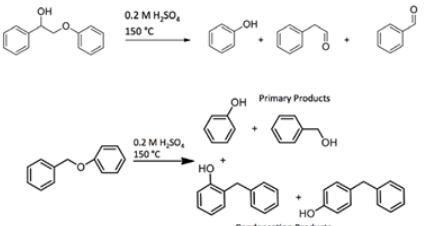
การขาดออกจากกันของสายโซ่ (Chain Scission) จะทำให้พันธะต่างๆ ของพอลิเมอร์ หลักจะขาดออกจากกันบางจุดแบบสุ่ม ซึ่งในการขาดออกจากกันนั้นจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระ (Free radicals) ที่มีคาร์บอนไม่เท่ากันในการแตกออกของ PE จะทำให้เกิดโมเลกุลที่มีพันธะคู่อยู่ที่ปลายข้างหนึ่ง ปกติพอลิเมอร์ที่ไม่แตกตัวเป็นมอนอเมอร์เท่า PE จะสามารถสลายตัวด้วยการดึงให้ขาดด้วยความร้อน (Thermal Stress) ออกเป็นส่วนย่อยๆ ที่สามารถแตกตัวอีกเป็นทอดๆ จนเป็นมอนอเมอร์ที่มีขนาดเล็กที่สุดของมัน[2]



รูปที่2 แสดงการเสื่อมสลายของพอลิเมอร์ แบบการแตกแบบสุ่ม (Random Scission)[2]

2.2.3 การหลุดออกเป็นมอนอเมอร์ (Depolymerization)

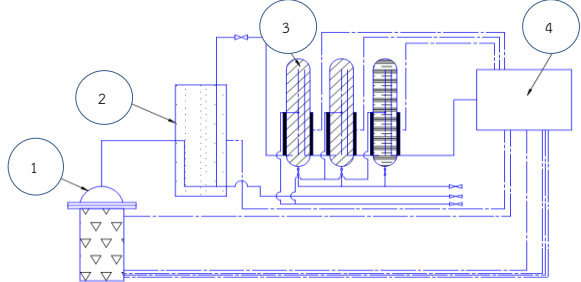
การหลุดออกของมอนอเมอร์จากปลายของสายโซ่พอลิเมอร์นั้นเป็นกลไกย้อนกลับ (Revers mechanism) ของปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน กลไกการหลุดออกของมอนอเมอร์อีกครั้งจะเกิดขึ้นได้เมื่อได้รับอุณหภูมิร้อนสูงเหมือนกับการสลายเศษส่วนไม่เท่ากันในเชิงสถิติ [2]



รูปที่3 แสดงการเสื่อมสลายของพอลิเมอร์ แบบการหลุดออกเป็นมอนอเมอร์ (Depolymerization) [2]

วิธีดำเนินการวิจัย

- 3.1 การออกแบบเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบมีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วนดังนี้
 - ส่วนที่ 1 เตาเผาขยะแบบไพโรไลซิส
 - ส่วนที่ 2 ถังหล่อเย็นด้วยน้ำ
 - ส่วนที่ 3 หอคอยควบแน่นและหอทำบริสุทธิ์ก๊าซด้วยน้ำปูนใส
 - ส่วนที่ 4 ชุดควบคุมและเซ็นเซอร์ตรวจจับ



รูปที่4 แสดงอุปกรณ์และวงจรควบคุมเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ

คุณสมบัติของเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ

ตารางที่ 1

ข้อมูลของเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ				
น้ำหนักสุทธิ (Kg)	ขนาด (ก x ย x ส) (m)	เตาเผาให้ความร้อนสูงสุด (°C)	หอคอยควบแน่นทำ ความเย็นต่ำสุด (°C)	กระแสไฟฟ้า (Watt/volte-Hz.)
250	1.3 x 2 x 2	400	25	3,000/220-50

3.2 หลักการทำงานของเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบมีดังนี้

ขั้นตอนแรก กระบวนการจะแยกโมเลกุลขยะพลาสติกให้กลายเป็นไอด้วยอุณหภูมิสูงสุด 400 องศาเซลเซียส โดยใช้ความร้อนจากฮีตเตอร์ขนาด 3,000 วัตต์ สองชุดเป็นตัวกำเนิดความร้อน เมื่อขยะพลาสติกสัมผัสความร้อนจะเริ่มเปลี่ยนรูปทรงและแตกตัวกลายเป็นไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ขั้นตอนที่สอง ไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่แตกตัวจะไหลไปตามท่อทางผ่านถึงหล่อเย็นด้วยน้ำที่บรรจุ น้ำ ซึ่งภายในถึงหล่อเย็นด้วยน้ำจะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นหากพบว่าน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ไฟที่ไปเลี้ยงฮีตเตอร์ให้ความร้อนต่อถึงแรงปฏิกิริยาชุดที่สองจะถูกตัดวงจรทำให้อุณหภูมิที่ท่อส่งก๊าซลดลงส่งผลให้อุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นลดลงด้วยตามลำดับ จุดที่ถึงน้ำหล่อเย็นนี้ไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดควบแน่นสูงกลุ่มแรกจะเริ่มกลั่นตัวกลายเป็นของเหลวเรียกว่า น้ำมันดิบ

ขั้นตอนที่สาม ไอของไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอนส่วนที่เหลือจากขั้นตอนที่สองจะไหลไปตามท่อเข้าสู่หอคอยควบแน่น หอที่ 1 โดยหอคอยควบแน่นนี้จะถูกควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ระหว่าง 250 -350 องศาเซลเซียส เมื่อไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไหลผ่านหอคอยนี้ จะเกิดการควบแน่นและกลั่นตัวเป็นของเหลว เรียกว่า น้ำมันดีเซล

ขั้นตอนที่สี่ ไอของไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอนส่วนที่เหลือจากขั้นตอนที่สามจะไหลไปตามท่อเข้าสู่หอคอยควบแน่น หอที่ 2

ที่ถูกควบคุมอุณหภูมิไว้ระหว่าง 25 -140 องศาเซลเซียส เมื่อไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไหลผ่านหอชุดนี้จะเกิดการกลั่นตัวเป็นของเหลว เรียกว่า น้ำมันเบนซิน

ขั้นตอนสุดท้าย เมื่อไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะไหลผ่านหอที่สามซึ่งภายในบรรจุน้ำปูนใสไว้เพื่อดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่หลงเหลือจากการควบแน่นไม่ให้รั่วไหลออกสู่บรรยากาศ เมื่อไอสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไหลผ่านหอที่ดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามแล้วก๊าซที่ได้จะมีคุณสมบัติเป็นก๊าซผสมที่สามารถติดไฟได้และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในปริมาณต่ำ

การทดสอบ

การทดสอบเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบนั้นจะทดสอบ 2 กรณีดังนี้

-กรณีที่ 1 ทำการทดสอบการเปลี่ยนขยะให้เป็นน้ำมันดิบที่อุณหภูมิเตาเผาสูงสุด 400 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิหอควบแน่นต่ำสุดที่ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาทดสอบ 60 นาทีภายใต้สภาวะความดันบรรยากาศ วัดจุดดับที่ใช้ทดสอบมี 3 ชนิดคือ ถุงพลาสติกใสบางน้ำ ขวดพลาสติกใส ขวดพลาสติกขุ่นขาว แต่ละชนิดมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 1,000 กรัม

-กรณีที่ 2 ทำการทดสอบการเปลี่ยนขยะให้เป็นน้ำมันดีเซลและเบนซิน ที่อุณหภูมิเตาเผาสูงสุด 400 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิหอควบแน่นต่ำสุด 25 องศาเซลเซียสสำหรับการทดลองการเปลี่ยนขยะเป็นน้ำมันเบนซิน และอุณหภูมิหอควบแน่นต่ำสุด 250 องศาเซลเซียสสำหรับการทดลองการเปลี่ยนขยะเป็นน้ำมันดีเซล โดยใช้ระยะเวลาทดสอบ 60 นาที ภายใต้สภาวะความดันบรรยากาศ วัดจุดดับที่ใช้ทดสอบมี 3 ชนิดคือ ถุงพลาสติกใสบางน้ำ ขวดพลาสติกใส ขวดพลาสติกขุ่นขาว แต่ละชนิดมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 1,000 กรัม

ผลการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่าเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ

ตารางที่ 2

ข้อมูลผลการทดสอบเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ			
ชนิดพลาสติก	ถุงพลาสติกใสบาง	ขวดพลาสติกใสบาง	ขวดพลาสติกขุ่นขาว
น้ำหนัก (g)	1,000	1,000	1,000
ปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ (g)	600	560	538
มีเศษพลาสติกเหลือ (g)	0	100	270

กรณีที่ 1พบว่าสามารถเปลี่ยนขยะพลาสติกชนิดถุงพลาสติกใสบางให้เป็นน้ำมันดิบได้ดีกว่าขยะพลาสติกชนิดแบบขวดโดยพบว่าขยะชนิดถุงพลาสติกใสบาง 1,000 กรัมสามารถเปลี่ยนเป็นน้ำมันดิบได้ถึง 600 กรัม โดยไม่เหลือเศษพลาสติกในเตาเผาส่วนพลาสติกชนิดขวดทั้งแบบใสและขุ่นจะมีเศษพลาสติกที่ไม่หลอมละลายคงเหลือตกค้างภายในถังเร่งปฏิกิริยาจำนวนหนึ่ง เนื่องจากมาจากเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบที่สร้างขึ้นทำอุณหภูมิไม่ถึงจุดหลอมละลายของเนื้อพลาสติกแบบขวดใสและขุ่น

ตารางที่ 3

ข้อมูลการทดสอบเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบ			
ชนิดพลาสติก	ถุงพลาสติกบาง	ขวดพลาสติกใส	ขวดพลาสติกขุ่นขาว
ชนิดน้ำมัน			
น้ำมันดิบ (g)	0	100	230
น้ำมันดีเซล (g)	50	100	108
น้ำมันเบนซิน (g)	550	360	200

กรณีที่ 2 พบว่าเครื่องกำจัดขยะพลาสติกสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบสามารถเปลี่ยนขยะพลาสติกชนิดถุงพลาสติกบางให้เป็นน้ำมันเบนซินได้ดีกว่าพลาสติกแบบขวด ส่วนพลาสติกแบบขวดนั้นจะให้ปริมาณน้ำมันดิบและน้ำมันดีเซลมากกว่าพลาสติกแบบถุงบาง

สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบการทำงานของเครื่องกำจัดขยะพลาสติกขนาดเล็กสำหรับเปลี่ยนขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบสามารถแปรสภาพขยะถุงพลาสติกใสบางให้เป็นน้ำมันดิบได้ดีกว่าพลาสติกแบบขวดโดยพบว่าขยะถุงพลาสติกใสบางน้ำหนักรวม 1,000 กรัม สามารถเปลี่ยนเป็นน้ำมันเบนซินได้ 600 กรัม และก๊าซผสมที่สามารถติดไฟได้จำนวนหนึ่ง ส่วนพลาสติกชนิดขวดทั้งแบบใสและแบบขุ่นนั้น เครื่องกำจัดขยะพลาสติกขนาดเล็กสำหรับเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันดิบสามารถเปลี่ยนขยะพลาสติกชนิดขวดให้เป็นน้ำมันดิบและน้ำมันดีเซลได้ดีกว่าน้ำมันเบนซินแต่จะมีเศษขวดพลาสติกบางส่วนที่ไม่หลอมละลาย เพียงแค่หดรัดตัวเสียรูปและจับตัวเป็นก้อนขนาดเล็ก สาเหตุเนื่องมาจากเครื่องกำจัดขยะพลาสติกขนาดเล็กที่สร้างขึ้นทำความร้อนไม่ถึงจุดที่จะทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของพลาสติกชนิดขวดจึงทำให้ขวดพลาสติกดังกล่าวไม่หลอมละลาย

ข้อเสนอแนะ

เครื่องกำจัดขยะพลาสติกขนาดเล็กที่สร้างขึ้นสามารถทำความร้อนได้ไม่สูงมากส่งผลให้ไม่สามารถหลอมละลายหรือแปรสภาพเนื้อขยะพลาสติกชนิดขวดได้หมด หากจะพัฒนาหรือต่อยอดควรเปลี่ยนขนาดของ ฮีตเตอร์ให้มีกำลังวัตต์ที่สูงขึ้นให้เหมาะสมกับขนาดของ ถังเร่งปฏิกิริยาเพื่อให้สามารถทำการหลอมละลายพลาสติกได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- เพชรดา เวณันท์และคณะ. การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย. วารสารสิ่งแวดล้อม ปีที่ 15 เล่มที่ 3
- พรชัย คดีกำจร. (2550). การพัฒนากระบวนการไพโรไลซิซายธรรมชาติเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์น้ำมันสำหรับยานยนต์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริรัตน์ จิตการคำ. (2551). จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงานทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิสราภรณ์ โล่ห์นารายณ์. (2557). แปรรูป ขยะพลาสติก เป็นน้ำมัน. สำนักจัดการคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ..

เครื่องมือสนับสนุนการฝึกวิชาทหาร ของนักเรียนช่างฝีมือทหาร

โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ในแต่ละปีจะเปิดรับสมัครบุคคลพลเรือนสำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.3) อายุ 15 - 18 ปีบริบูรณ์ เข้าศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกอบด้วยภาคปกติจำนวน และภาคสมทบจำนวน เมื่อนักเรียนที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกก่อนเปิดการศึกษาทางโรงเรียนจะจัดเตรียมความพร้อมในการดำเนินโครงการส่งเสริมพฤติกรรมนักเรียนใหม่ โดยเข้ารับการฝึกวิชาทหารเบื้องต้นในระหว่างเดือน เมษายน และพฤษภาคม ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูร้อนของประเทศ จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ของศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา ในห้วงเดือน เมษายน อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 35 – 46 องศาเซลเซียส เฉลี่ยประมาณ 38.3 องศาเซลเซียส ทำให้ส่งผลกระทบต่อการศึกษาของนักเรียนช่างฝีมือทหาร ผู้บัญชาการโรงเรียนช่างฝีมือทหาร (พลตรีพิสิทธิ์ ปฐมอม) มีนโยบายจัดทำแผนป้องกันความเสี่ยงการเกิดโรคลมร้อน (Heat Stroke) และให้กองการฝึกและศึกษาพัฒนาเครื่องมือในการป้องกันและสนับสนุนการฝึกของนักเรียนช่างฝีมือทหาร ประกอบด้วย ป้ายแสดงผลสนับสนุนการฝึกวิชาทหาร เพื่อควบคุมการฝึกอย่างมีมาตรฐาน และ อุโมงค์ม่านน้ำลดอุณหภูมิ เพื่อการป้องกันโรคลมแดดในเรื่องการพา และนำ

วัตถุประสงค์การวิจัย

- เพื่อสร้างเครื่องมือในการป้องกันความเสี่ยงการเกิดโรคลมร้อน (Heat Stroke) ในการฝึกของบุคคลพลเรือนในโครงการส่งเสริมพฤติกรรมนักเรียนใหม่โรงเรียนนักเรียนช่างฝีมือทหาร
- จัดทำต้นแบบเครื่องมือสนับสนุนการฝึกทางทหาร เพื่อสนับสนุนกองทัพ รวมถึงพัฒนานำผลงานสิ่งประดิษฐ์ของครู-อาจารย์ และ นชท. นำไปสู่การใช้งาน

โรคลมร้อน (Heat stroke)

ปกติคนเรามีกลไกในการปรับอุณหภูมิของร่างกาย ให้อยู่ประมาณ 37 องศาเซลเซียส (98.6 องศาฟาเรนไฮต์) อยู่ตลอดเวลา ถ้าร่างกายมีการสะสมความร้อนมาก เช่น การเผาผลาญอาหาร การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อร่างกายก็จะกำจัดความร้อนออกจากร่างกายโดยการแผ่รังสี คือ การกระจายความร้อนออกจากร่างกายไปยังอากาศที่อยู่รอบๆ ร่างกายซึ่งเย็นกว่า แต่ถ้าอากาศภายนอกร้อนเกิน 35 องศาเซลเซียส หรือร้อนกว่าอุณหภูมิของร่างกาย ร่างกายก็ไม่สามารถแผ่รังสีความร้อนออกไปข้างนอกร่างกายได้ นอกจากนี้ ร่างกายยังสามารถระบายความร้อนออกทางเหงื่อ ซึ่งเป็นกลไกที่เกิดขึ้นเมื่ออากาศภายนอก ร้อนกว่าภายในร่างกาย หรือขณะออกกำลังกาย แต่ถ้าอากาศภายนอกมีความชื้นสูง ก็จะทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนออกทางเหงื่อนั้นน้อยลงไป ดังนั้น การกำจัดความร้อนของร่างกายจะเป็นไปได้ยาก เมื่ออยู่ในอากาศที่ร้อนและชื้น ปกติร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานอยู่ตลอดเวลาเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต ทั้งนี้ตัวควบคุมระดับอุณหภูมิในร่างกาย คือ สมอสมองไฮโปทาลามัส/Hypothalamus (สมองใหญ่ส่วนอยู่ลึก) ส่วนอวัยวะอื่นๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย คือ ประสาท อัตโนมิติที่ควบคุม การเต้นของหัวใจ การหดและขยายตัวของหลอดเลือด ซึ่งเป็นตัวพาพา (Convection) ความร้อนให้กระจายไปทั่วตัว และผ่านความร้อนออกทางผิวหนังเป็นหลัก โดยการระเหย (Evaporation) คือทางเหงื่อ นอกจากนั้น ความร้อนบางส่วนออกไปกับลมหายใจ นอกจากการพา ดังกล่าวแล้ว เราเองยังช่วยระบายความร้อนจากร่างกายออกได้โดย

- การนำ (Conduction) เช่น การอาบน้ำ การวางกระเป๋าน้ำแข็ง
- การพา (Convection) เช่น การพัด การใช้พัดลม
- การแผ่กระจาย (Radiation) เช่น การสวมใส่เสื้อผ้าสีขาว หรือสีอ่อนเพื่อช่วยสะท้อนแสง อาทิตย์ออกไป
- การระเหย (Evaporation) เช่น การสวมใส่เสื้อผ้าหลวมๆ และใช้เนื้อผ้าที่ความร้อนระเหยได้ดี เช่น ผ้าฝ้าย 100%

เมื่ออุณหภูมิในสิ่งแวดล้อม (อากาศ) สูงขึ้น จะส่งผลให้ร่างกายเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงาน (Metabolic rate) ให้สูงขึ้นตามไปด้วย โดยมีการศึกษาพบว่า ร่างกายจะเพิ่มการเผาผลาญพลังงานเพิ่มสูงขึ้น 10% เมื่ออุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้นทุกๆ 0.6 องศาเซลเซียส ดังนั้นร่างกายจึงต้องมีการปรับตัว และเราเองต้องช่วยระบายความร้อนด้วยวิธีการดังกล่าวแล้ว ซึ่งถ้ากระบวนการระบายความร้อนทั้งหมดดังกล่าวแล้วทำได้ไม่ดี จะส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นจนก่อให้เกิดอาการ หรือโรคลมร้อน ตามมาในที่สุด โรคลมร้อน อาจเกิดขึ้นได้จากสาเหตุดังนี้

1. เกิดจากการเผชิญกับอากาศร้อน เช่น การเกิดคลื่นความร้อนมากกว่า 39.2 องศาเซลเซียส (102.5 องศาฟาเรนไฮต์) ติดต่อกันตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคลมร้อน ได้แก่ เด็กเล็ก ผู้ที่มีอายุมากกว่า 65 ปี คนอ้วน ผู้ที่มีโรคเรื้อรัง (เช่น โรคหัวใจ เบาหวาน โรคคอกพอกเป็นพิษ โรคพาร์กินสัน เป็นต้น) รวมทั้งผู้ที่กินยาบางชนิดที่ขัดขวางกลไกการกำจัดความร้อนออกจากร่างกาย (เช่น ยารักษาโรคจิต ยาแก้แพ้ ยา ที่ออกฤทธิ์แอนติโคลี-เนอร์จิก) ผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หรือผู้ติดยาเสพติด
2. เกิดจากการออกกำลังกายหรือทำงานใช้แรงกายอย่างหนัก ท่ามกลางอากาศที่ร้อนและชื้น หรือในห้องที่ร้อนและปิดมิดชิด ทำให้ร่างกายสร้างความร้อนมากเกินกว่าที่สามารถกำจัดออกไปได้ สาเหตุที่มักพบในคนหนุ่มสาวที่มีร่างกายแข็งแรง เช่น นักกีฬา นัก-วิ่งไกล คนงาน ทหาร เป็นต้น สาเหตุดังกล่าวทำให้ร่างกายไม่สามารถกำจัดความร้อนเป็นเหตุให้มีอุณหภูมิแกนของร่างกาย (โดยการ วัดทางทวารหนัก) ขึ้นสูงเกิน 41 องศาเซลเซียส (106 องศาฟาเรนไฮต์) ความร้อนจะทำให้อวัยวะต่างๆ ถูกทำลายจนทำหน้าที่ผิดปกติไป และเกิดปฏิกิริยาการอักเสบของร่างกาย ก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยรุนแรงขึ้นได้

อาการของผู้ป่วยโรคลมร้อน ผู้ป่วยจะมีอาการไข้สูงจัด ร่วมกับอาการทางสมอง เช่น เดินเซ สับสน มีพฤติกรรมแปลกๆ ประสาทหลอน เพ้อคลั่ง ชัก หหมดสติ บางคนอาจมีอาการอื่นๆ นามาก่อน เช่น อ่อนเพลีย เหนื่อยล้า ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ ตาพร่ามัว คลื่นไส้ อาเจียน ปวดตามกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อเป็นตะคริว กระสับกระส่าย เป็นต้น ผู้ป่วยมักมีไข้สูง อุณหภูมิวัดทางทวารหนักมากกว่า 41 องศาเซลเซียส (ยกเว้นในรายที่ได้รับการปฐมพยาบาลด้วยการลดอุณหภูมิมาก่อน ก็อาจตรวจไม่พบไข้หรือไข้ไม่สูงมาก) ชีพจรเต้นเร็ว หายใจหอบลึก ผิวหนังร้อนและมักมีเหงื่อออก (อาจพบผิวหนังแห้งไม่มีเหงื่อออกในระยะท้ายของโรค ซึ่งมักพบในกลุ่มที่เกิดจากคลื่นความร้อน มากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายมาก)

แนวทางการป้องกันและรักษาโรคลมร้อน การป้องกันโรคลมร้อน ได้แก่ การดูแลตนเองในเรื่อง ซึ่งที่สำคัญ คือ อย่าย่ำกลางแดด ควรอยู่ในที่อากาศถ่ายเทได้ดี สวมใส่เสื้อผ้าที่ระบายอากาศได้ดี มีเครื่องป้องกันเมื่อต้องออกแดด เช่น กางร่ม และต้องดื่มน้ำสะอาดให้ได้เพียงพอกับน้ำที่สูญเสียทางเหงื่อ คือ อย่างน้อย วันละ 8-10 แก้ว ผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับอากาศร้อน แต่ต้องออกกลางแจ้งอย่างต่อเนื่องในอากาศร้อน เป็นผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยโดยเฉพาะในระยะ 1-2 สัปดาห์แรก หลังจากนั้น สภาพร่างกายก็มีการปรับตัวทางสรีระและสามารถทนต่อการออกกลางแจ้งในความร้อนได้ดีขึ้น อันตรายจากการเจ็บป่วยอาจลดลงได้มากถ้าค่อยๆ เพิ่มระยะเวลาการออกกลางแจ้งในความร้อนทีละน้อย ร่วมกับการจัดให้ดื่มน้ำและเกลือแร่ในปริมาณที่เหมาะสม การเตรียมสภาพร่างกายให้ชินกับการออกกลางแจ้งในความร้อน ใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ ตามหลักสากลมีการกำหนดตารางการออกกลางแจ้งสำหรับผู้ที่มีได้คุ้นกับความร้อนมาก่อนตามที่แสดงในตารางที่ 1 และสำหรับการฝึกทางทหารใช้ธงสัญญาณเพื่อป้องกันการเจ็บป่วยจากโรคลมร้อน ตามตารางที่ 2

สำหรับการรักษา คือ การช่วยให้ร่างกายระบายความร้อนออกได้โดยเร็วที่สุด เช่น ประคบเย็นทั้งตัว และให้น้ำและเกลือแร่ชดเชยจากที่เสียไปกับเหงื่อ อาจโดยการดื่ม หรือ ทางหลอดเลือดขึ้นกับความรุนแรงของอาการ และการรักษา ประคับประคองตามอาการ เช่น ยาแก้ปวดศีรษะ เป็นต้น การดำเนินการที่ถูกต้องและการป้องกันการเจ็บป่วยจากความร้อน อาจทำได้โดยวัดดัชนีความร้อนและแจ้งให้ครูฝึกทราบ จัดให้มีการฝึกชินกับความร้อนในระยะ 1-2 สัปดาห์แรก และกำกับดูแลให้ทหารดื่มน้ำดื่มที่มากพอ

ตารางที่ 1 การจัดการฝึก/ออกกำลังเพื่อเตรียมสภาพร่างกายให้ชินกับการออกกำลังในความร้อน

วันที่ของการฝึก/ออกกำลัง	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย
1	1 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง
2	1.5 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง
3	2 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง
4	2.5 ชั่วโมง	2.5 ชั่วโมง
5	3 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง
6	4 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 การใช้ธงสัญญาณเพื่อป้องกันการเจ็บป่วยจากโรคลมร้อน

สัญญาณ/ระดับความปลอดภัย	ดัชนีความร้อน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	น้ำดื่ม อย่างน้อย (ลิตร/ชั่วโมง)	เวลาฝึก/เวลาพัก
ธงขาว/ ระดับ1	<27	55 - 60	½	ทำได้ต่อเนื่อง
ธงเขียว/ ระดับ2	27-28.9	60 - 65	½	50/10 นาที
ธงเหลือง/ ระดับ3	29-30.9	65 - 70	1	45/15 นาที
ธงแดง/ ระดับ4	31-31.9	70 - 75	1	30/30 นาที
ธงดำ/ ระดับ5	≥32	>75	1	20/40 นาที

ป้ายแสดงผลสนับสนุนการฝึกวิชาทหาร

เป็นการแสดงผลค่าของ วัน, เดือน, ปี, เวลา(ชั่วโมงและนาที), ค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และ ไฟแสดงสัญญาณหรือระดับความปลอดภัยในการฝึกแสดงในรูปแบบที่ 1 เพื่อให้ผู้ฝึกและผู้ได้รับการฝึก สามารถมองเห็นได้ระยะไกลภายในบริเวณพื้นที่ที่ทำการฝึก ภายในระบบมีไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าและแสดงผลของค่า วันเวลา (Real Time Clock) และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์พร้อมคำนวณค่าเพื่อแสดงระดับความปลอดภัยในการฝึก, เสียงสัญญาณการฝึกและการพัก รวมถึงคำนวณค่าเวลาในการฝึก ค่าเวลาในการพัก แบบอัตโนมัติแปรผันตามความสัมพันธ์กับตารางที่ 2 ทำให้ได้มาตรฐานในการฝึกและสอดคล้องกับป้องกันการเจ็บป่วยจากโรคลมร้อน



รูปที่ 2 ป้ายแสดงผลสนับสนุนการฝึกวิชาทหาร

ส่วนประกอบภายในระบบป้ายแสดงผลสนับสนุนการฝึกวิชาทหาร จากรูปที่ 3 เป็นระบบภายในซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA2560 เป็นตัวควบคุมหลัก ต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

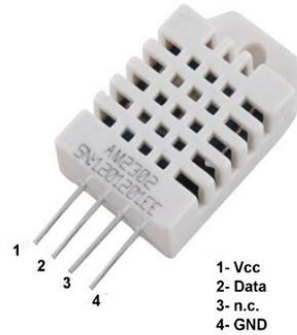
โมดูล DHT22 ซึ่งเป็นเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) แสดงในรูปแบบที่ ข้อมูลเชิงเทคนิค (Technical details) ดังนี้

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยงได้ในช่วง 3.3V ถึง 5.5V DC
- วัดอุณหภูมิได้ในช่วง -40 to 80 °C (± 0.5 °C accuracy)
- วัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง: 0 - 100 RH% (2 - 5% accuracy)
- อัตราการวัดสูงสุด: 0.5Hz

DHT22 Temperature-Humidity Sensor

- 3.3 to 6V power and I/O
- 1.5mA max current use during conversion
- 0-100% humidity readings with 2-5% accuracy
- -40 to 80°C temperature readings ± 0.5 °C accuracy
- Up to 0.5 Hz sampling rate (once every 2 seconds)
- 4 pins, 0.1" spacing

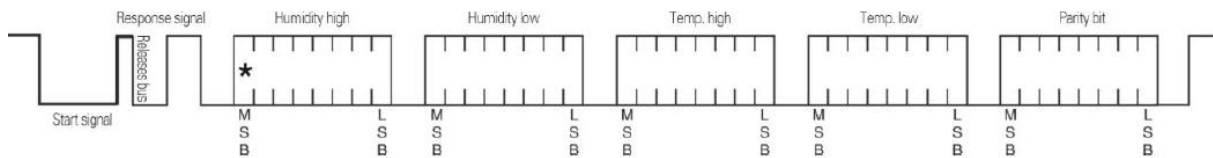
- 1) VCC
- 2) DATA (digital I/O)
- 3) Not Connected (N.C)
- 4) GND



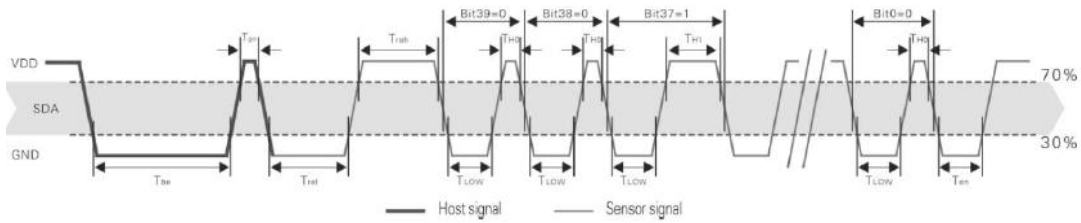
Note: Connect a 4.7K or 10K resistor between VCC and the DATA pin

รูปที่ โมดูล DHT22

ในการอ่านข้อมูลจากไอซีนั้นจะใช้ขาสัญญาณเพียงเส้นเดียวคือ DATA (หรือ SDA) แบบสองทิศทางและในสถานะปกติสัญญาณ DATA จะเป็น HIGH ในการอ่านข้อมูลแต่ละครั้ง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องกำหนดให้ขา DATA เป็นเอาต์พุต และสร้างบิต START ซึ่งจะต้องเป็น LOW อย่างน้อย 800 ไมโครวินาที จากนั้นจึงให้เป็น HIGH อย่างน้อย 20 ไมโครวินาที หลังจากนั้นเป็นการรอการตอบกลับ (response) และจากไอซี ขา DATA จะถูกเปลี่ยนเป็นอินพุต สำหรับการเริ่มต้นของการตอบกลับไอซี จะดึงสัญญาณลงเป็น LOW และปล่อยให้เป็น HIGH ช่วงละ 80 ไมโครวินาที โดยประมาณ (เรียกว่า Response Bit) จากนั้นจึงจะเป็นการส่งข้อมูลที่ละบิต รวม 40 บิต (ช่วง LOW ตามด้วยช่วง HIGH) ช่วง LOW ของแต่ละบิต จะกว้างเท่ากัน แต่จะต่างกันในช่วง HIGH สำหรับบิตที่มีค่าเป็น 0 หรือ 1 (ใช้ความกว้างช่วง HIGH ในการจำแนกค่าของบิต) การทำงานที่กล่าวมาแสดงดังรูปที่



รูปที่ แสดงลำดับของข้อมูลบิตในการอ่านค่าจากไอซีทั้งหมด 5 ไบต์ (40 บิต) สองไบต์แรกสำหรับความชื้น สองไบต์ต่อมาสำหรับอุณหภูมิ และไบต์สุดท้ายเป็น checksum หรือ parity bits

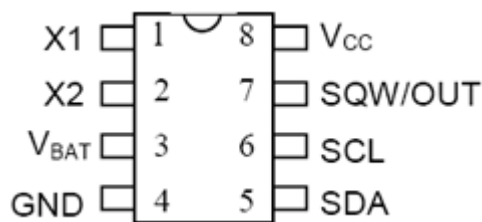


รูปที่ แสดงลำดับของข้อมูลบิตในการอ่านค่าจากไอซีและความกว้างของช่วง LOW และ HIGH

การใช้งาน RTC (Real Time Clock) ด้วย DS1307

ระบบฐานเวลา เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลาย ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เองก็มีไทมเมอร์เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริงได้เช่นกัน แต่เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้ต่อเมื่อมีไฟเลี้ยงเท่านั้น ดังนั้นการใช้ไทมเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างฐานเวลาจริงจึงไม่เหมาะสมในบางแอปพลิเคชัน

DS1307 เป็น IC ฐานเวลาของดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas Semiconductor) มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I2C ซึ่งเป็นแบบ 2 wire สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง (bi-direction bus) ฐานเวลาของ DS1307 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปี ได้ ระบบเวลาสามารถทำงานโหมดรูปแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง AM/PM ก็ได้ ภายมีระบบตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS1307 สามารถสวิตช์ไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่ และทำงานต่อไป โดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ โครงสร้างมีขาทั้งหมด 8 ขาดังแสดงในรูปที่ 1 และมีรายละเอียดการทำงานของขาต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 1 ตำแหน่งขาไอซี RTC DS1307

VCC: ใช้ต่อไฟเลี้ยง +5V

GND: ใช้ต่อกราวด์

VBAT: ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3V เพื่อรักษาการทำงาน ในกรณีที่ไม่มีไฟเลี้ยงจ่าย

SDA: ขารับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C

SCL: ขาสัญญาณนาฬิกาสำหรับการรับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C

SQW/OUT: ขาเอาต์พุตสัญญาณ Square Wave สามารถเลือกความถี่ได้

X1, X2: ใช้ต่อกับคริสตัลความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz เพื่อสร้างฐานเวลาจริงให้กับ IC

ระบบบัสข้อมูลแบบ I2C (Inter-IC Communication) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทฟิลิปส์ (Philips) การรับส่งข้อมูลใช้สายสัญญาณเพียงแค่ 2 เส้น คือสายสัญญาณข้อมูล SDA (Serial Data line) และสายสัญญาณนาฬิกา SCL (Serial Clock line) มีการทำงานเป็นแบบ Master, Slave โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Master (ไมโครคอนโทรลเลอร์) จะควบคุมการรับส่งข้อมูล และควบคุมสัญญาณนาฬิกาบน SCL ส่วนอุปกรณ์ Slave (DS1307) นั้นจะทำงานภายใต้การควบคุมของอุปกรณ์ Master

การต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัส I2C นั้นสามารถทำได้โดยต่อตัวต้านทาน Pull up ดังแสดงในรูปที่ 2 ในกรณีที่ต้องการต่อร่วมกับอุปกรณ์ Slave หลายตัว ก็สามารถทำได้โดยต่ออุปกรณ์ Slave ขนานกันไป การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ Master กับ Slave แต่ละตัวนั้น จะถูกแยกโดย Address ของอุปกรณ์ Slave ซึ่งจะถูกส่งจากอุปกรณ์ Master ไปยังอุปกรณ์ Slave ก่อนเริ่มการรับส่งข้อมูล

การรับส่งข้อมูลแบบ I2C นั้นมีข้อกำหนดอยู่ 2 ประการด้วยกันคือ

การรับส่งข้อมูลจะเริ่มขึ้นได้เมื่อบัสมีสถานะว่างเท่านั้น

ในช่วงที่ทำการรับส่งข้อมูลอยู่ สายสัญญาณ SDA ต้องไม่เปลี่ยนสถานะในช่วงที่ SCL มีสถานะเป็นลอจิก “1” ถ้า SDA มีการเปลี่ยนสถานะในช่วงที่ SCL เป็นลอจิก “1” จะถือว่าเป็นสัญญาณควบคุมการรับส่งข้อมูล

สถานะของการรับส่งข้อมูลแบบ I2C สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 สถานะด้วยกันดังแสดงในรูปที่ 3 และมีรายละเอียดดังนี้

สถานะว่าง (Bus not busy): สัญญาณ SDA และ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้

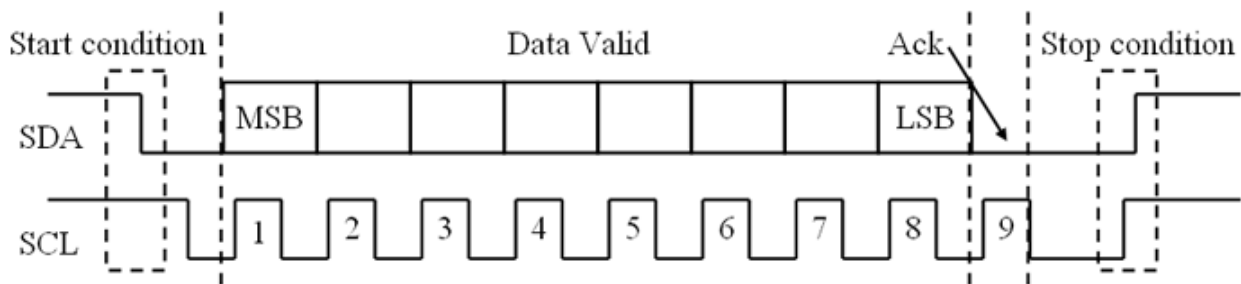
เริ่มส่งข้อมูล (Start data transfer): มีการเปลี่ยนระดับสัญญาณของ SDA จาก High เป็น Low ในขณะที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้

หยุดส่งข้อมูล (Stop data transfer): มีการเปลี่ยนระดับสัญญาณของ SDA จาก Low เป็น High ในขณะที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้

รับส่งข้อมูล (Data valid): มีการรับส่งข้อมูลผ่านสายสัญญาณ SDA โดยข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งในช่วงที่ SCL มีระดับเป็น High โดยในช่วงที่ SCL มีสถานะเป็น High อยู่ SDA จะต้องไม่เกิดการเปลี่ยนระดับสัญญาณ

SDA จะเปลี่ยนระดับของสัญญาณ ในช่วงที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น Low เท่านั้น ตามมาตรฐานการส่งข้อมูล แบบ I2C นี้สามารถส่งข้อมูลด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 100 kHz ที่โหมดการทำงานธรรมดา และ 400 kHz ที่โหมดการทำงานแบบเร็ว แต่สำหรับ DS1307 สามารถทำงานได้ในโหมดธรรมดาเท่านั้น

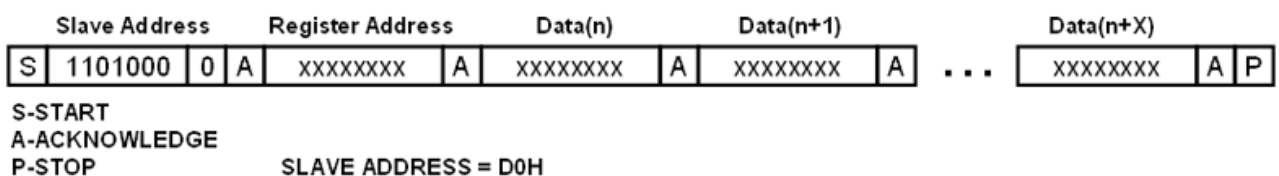
ตอบรับ (Acknowledge): เกิดขึ้นหลังจากที่มีการรับส่งข้อมูลครบแล้ว โดยอุปกรณ์ Master ต้องสร้างสัญญาณ Clock บน SCL เพิ่มอีกลูก อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับข้อมูลจะดึงระดับสัญญาณบน SDA ให้เป็น Low เพื่อให้ตัวส่งรับรู้ว่าตัวรับได้รับข้อมูลครบแล้ว



รูปที่ 3 การรับส่งข้อมูลผ่านบัส I2C

ในการรับส่งข้อมูลผ่านบัส I2C อุปกรณ์ Master จะเป็นผู้สร้างสัญญาณ Clock บน SDA และเป็นตัวควบคุมสถานะ Start และ Stop เพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูลทั้งหมด

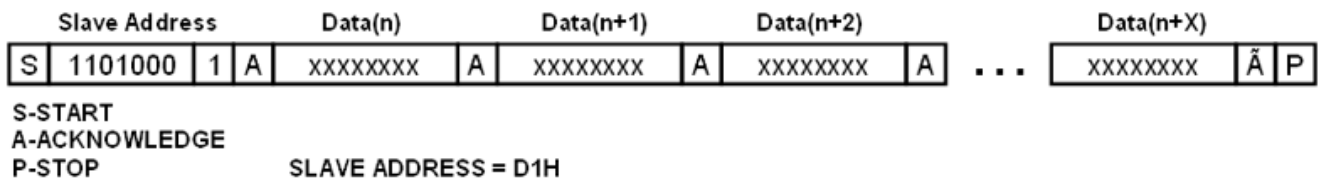
การส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ DS1307 ดังแสดงในรูปที่ 4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องสร้างสถานะ Start ก่อน จากนั้นต้องส่ง Address ของ DS1307 ขนาด 7 บิตซึ่งมีค่าเป็น 1101000 และตามด้วยบิตระบทิศทางของข้อมูล ในกรณีที่เป็นกรเขียนข้อมูลลง DS1307 จะต้องเป็น “0” จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งตำแหน่ง Address ภายในรีจิสเตอร์ของ DS1307 ที่ต้องการเขียนข้อมูลลง แล้วจึงค่อยเขียนข้อมูลลง โดยในการส่งข้อมูลแต่ละไบต์จะต้องรอบิต Ack จาก DS1307 ทุกไบต์ เมื่อส่งจนครบแล้ว ถึงจะสร้างสถานะ Stop เพื่อกลับสู่สถานะว่าง



รูปที่ 4 การเขียนข้อมูลอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I2C

การรับข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ดังแสดงในรูปที่ 5 เริ่มแรกไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องสร้างสถานะ Start ก่อน จากนั้นต้องส่ง Address ของ DS1307 ขนาด 7 บิตซึ่งมีค่าเป็น 1101000 และตามด้วยบิตระบทิศทางของข้อมูล ในกรณีที่เป็นกรอ่านข้อมูลจาก DS1307 จะต้องเป็น “1” จากนั้นจึงค่อยรับข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ทีละไบต์ โดยตำแหน่งที่อ่านเข้ามาจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งรีจิสเตอร์พอยท์เตอร์ ซึ่งจะเป็นตำแหน่งท้ายสุดที่ได้ทำการเขียนข้อมูลไว้ เมื่ออ่านข้อมูลครบแต่ละไบต์อุปกรณ์ Master

ต้องส่ง Acknowledge บิตกลับไปให้อุปกรณ์ Slave ด้วย ในกรณีที่เป็นการไปครั้งสุดท้าย อุปกรณ์ Master ต้องส่ง “not acknowledge” กลับไป



รูปที่ 5 การอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I2C

ภายใน DS1307 มีรีจิสเตอร์ภายในใช้เก็บข้อมูลเวลาขนาด 7 ไบต์ 00H-06H ดังแสดงในรูปที่ ข้อมูลค่าเวลา และวันที่จะถูกเก็บอยู่ในรูปของเลขฐาน 10 สามารถเลือกได้ว่าให้ทำงานแบบ 12 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง โดยกำหนดที่บิตที่ 6 ที่แอดเดรส 02H โดยถ้าเป็น “1” จะเป็นการทำงานในโหมด 12 ชั่วโมง และเมื่อเลือกแบบ 12 ชั่วโมง ที่บิต 5 ในแอดเดรส 02H นั้นจะใช้แสดงค่า AM/PM โดยถ้าบิตนี้เป็น “1” จะเป็น PM ในกรณีที่แสดงแบบ 24 ชั่วโมง บิตนี้จะใช้ในการแสดงค่าของหลักสิบในของหน่วยชั่วโมงด้วย

	BIT 7							BIT 0	
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS			00-59	
	0	10 MINUTES			MINUTES			00-59	
	0	12 / 24	10 HR A/P	10 HR	HOURS			01-12 00-23	
	0	0	0	0	0	DAY		1-7	
	0	0	10 DATE			DATE			
	0	0	0	10 MONTH	MONTH			01-12	
	10 YEAR			YEAR			00-99		
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	

รูปที่ 6 รีจิสเตอร์ภายในไอซีฐานเวลา DS1307

ที่แอดเดรส 07H เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ SQW/OUT โดยมีรายละเอียดดังนี้

OUT (Out control): ใช้ควบคุมเอาต์พุต

SQWE (Square Wave Enable): ใช้ควบคุมออสซิลเลเตอร์ภายใน DS1307 โดยถ้าบิตนี้เป็น “1” จะเป็นการเปิดออสซิลเลเตอร์

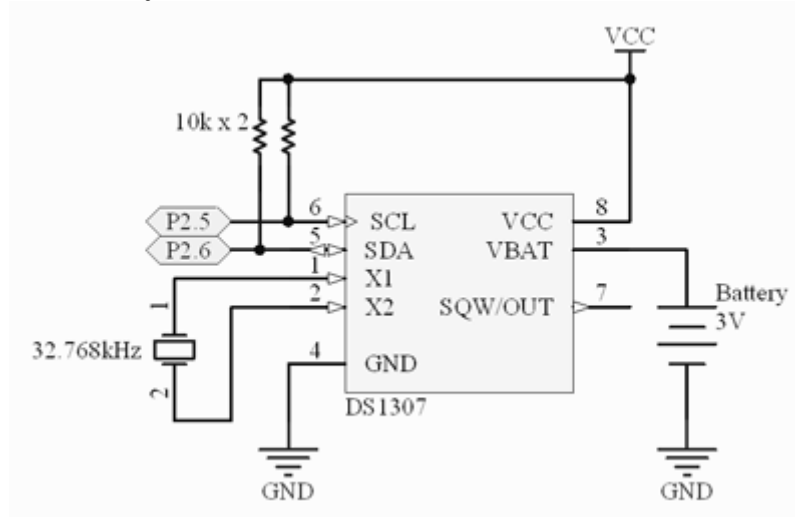
RS (Rate Select): ใช้ควบคุมความถี่ของ Square Wave เมื่อเปิดการทำงานของออสซิลเลเตอร์ โดยสามารถปรับเปลี่ยนความถี่ได้ 4 ความถี่ด้วยกันดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การควบคุมความถี่ออสซิลเลเตอร์ด้วยการเซตบิต RS1, RS0

RS1	RS0	SQW OUTPUT FREQUENCY
0	0	1 Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

ในการทดลองได้ต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 โดยใช้พอร์ต P2.5 และ P2.6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น บัส I2C ต่อกับ SCL และ SDA ของ DS1307 ดังแสดงในรูปที่ 7 ส่วนขาสัญญาณ SQW/OUT นั้นไม่ได้ใช้สร้างสัญญาณให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ใช้การวนลูปคอยตรวจสอบค่าภายในรีจิสเตอร์ของ DS1307 แทน

ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม และแสดงผล ได้ใช้โปรแกรม HyperTerminal เป็นโปรแกรมติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม ด้วยอัตราข้อมูล 9600 bps ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 วงจรใช้งาน DS1307 ที่ใช้ในการทดลอง

ในส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ ได้เขียนให้ไมโครคอนโทรลเลอร์คอยตรวจสอบพอร์ตอนุกรม และรีจิสเตอร์ภายใน DS1307 ในกรณีที่มีข้อมูล “r” เข้ามาทางพอร์ตอนุกรมไมโครคอนโทรลเลอร์จะเขียนข้อมูลเวลา, วันที่, เดือน และปี ที่เก็บอยู่ใน Flash memory ลงในรีจิสเตอร์ของ DS1307 รวมทั้งตั้งให้ DS1307 ทำงานในโหมด 24 ชั่วโมง ส่วนในกรณีที่มีข้อมูล “s” เข้ามาทางพอร์ตอนุกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์จะแสดงข้อมูลเวลา, วันที่, เดือน และปี ออกมาทางพอร์ตอนุกรมดังแสดงในรูปที่ 8 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะคอยวนตรวจสอบรีจิสเตอร์ภายใน DS1307 ที่ตำแหน่ง 01H ซึ่งใช้เก็บค่าเวลาหน่วยนาที่ เมื่อค่าภายในรีจิสเตอร์นี้เปลี่ยนไป ไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านข้อมูลเวลา ชั่วโมง และนาที่ ภายในรีจิสเตอร์ของ DS1307 ขณะนั้นออกมา และส่งข้อมูลนั้นออกมาแสดงผลทางพอร์ตอนุกรมดังแสดงในรูปที่ 8

ข้อปรับปรุงแก้ไข

ระบบฐานเวลาจริงจากเดิมอ่านค่าจากไอซีประเภท Real Time Clock ซึ่งจะต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองเพื่อทำให้วงจรภายในทำงานรักษาเวลา หากแหล่งจ่ายไฟสำรองหมดจะต้องมีการตั้งค่าเวลาใหม่ ทำให้ไม่สะดวกต่อผู้ใช้ หรือแม้สร้างความสะดวก สะดวกโดยการออกแบบปุ่มกดเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานแต่ก็อาจจะเกิดข้อผิดพลาดทางเทคนิคขึ้นได้ จึงควรออกแบบระบบฐานเวลาจากโมดูล GPS ซึ่งเป็นมาตรฐานมากกว่าได้ค่าจากฐานเวลาจริงเพราะรับสัญญาณค่าฐานเวลาจากดาวเทียม แต่ปัญหาอาจเกิดขึ้นได้จาก GPS เมื่อรับดาวเทียมไม่ได้

ยกระดับมาตรฐานการฝึก
อุโมงค์ม่านน้ำลดอุณหภูมิ

เอกสารอ้างอิง

1. แนวทางการปฏิบัติเพื่อป้องกัน ภาวะวิกฤติจากความร้อนในกองทัพเรือ ฝ่ายเวชกรรมป้องกัน กองพันพยาบาล กรมสนับสนุน หน่วยบัญชาการต่อสู้อากาศยานและรักษาฝั่ง กองทัพเรือ
2. คู่มือป้องกันโรคลมร้อน (Heat Stroke) สำหรับการฝึกทางทหาร กรมแพทย์ทหารบก

ผลขององศาการฉีดน้ำมันต่อสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันพร้าวที่ผลิตจากสารเร่ง
ปฏิกิริยาต่างชนิด

Effect of Injection Timing onto Performance and Emission of Diesel Engine using Coconut Oil
Produced from different Catalyst
พิพัฒน์พงศ์ ปรีเปรม¹, อานนท์ บำรุงพืช²

บทคัดย่อ

ปัจจุบันพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในประเทศและทั่วโลกเริ่มมีปริมาณที่น้อยลง เนื่องจากมีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นเห็นได้จากการเจริญเติบโตของประเทศทั้งด้านคมนาคมและขนส่งจึงมีความจำเป็นที่จะใช้เชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์และเรือเพื่อการขนส่งสินค้า ส่วนมากจะเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซลที่ให้พลังงาน และกำลังสูงเพราะเป็นเชื้อเพลิงที่มีปริมาณไฮโดรคาร์บอนมากเนื่องจากปริมาณไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันสูง แต่เมื่อมีความต้องการใช้เชื้อเพลิงดีเซลมากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณเชื้อเพลิงลดลง จึงได้มีการศึกษาพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนที่ได้จากพืชและสัตว์มีหลายวิธีเช่น การกลั่น การหมัก การบีบอัด การสกัด เพื่อนำผลผลิตที่ได้มาผสมกับสารตั้งต้นและเติมสารเร่งปฏิกิริยา และย่น้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ที่ใช้แล้วมาผสมโดยเติมสารตัวเร่งปฏิกิริยาจากน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการกรองกากหรือสิ่งสกปรกเรียกว่าไบโอดีเซล โดยพืชที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลส่วนใหญ่จะเป็นน้ำมันพืชที่ได้จากวัตถุดิบ เช่น ปาล์ม ถั่วเหลือง มะพร้าว ซึ่งเป็นพืชที่นิยมทำการเพาะปลูกมากภายในประเทศไทย ได้มีการอุปโภคบริโภค แต่การที่จะนำน้ำมันจากพืชจำพวกนี้มาใช้ประโยชน์โดยตรงอาจเป็นไปได้ยากเมื่อเกิดเป็นไขได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำ จึงได้มีการนำน้ำมันพืชที่ได้จากการผลิตมาเติมสารตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยกระบวนการทางเคมี เพื่อป้องกันการเกิดเป็นไขน้ำมันเมื่ออุณหภูมิต่ำ สารเคมีที่เติมคือเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธ์ มีสถานะเดียว กับสารตั้งต้นซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวตัวเร่งปฏิกิริยาเบสที่ใช้อยู่ทั่วไปได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ Ca(OH)₂ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยาที่นิยมใช้และมีคุณภาพสูง และนำมาทำการศึกษาค้นคว้าทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลเล็กสูบเดียว 4 จังหวะเพื่อหาสมรรถนะเครื่องยนต์ ต่างๆ อาทิ เช่น แรงม้า แรงบิด อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อุณหภูมิความร้อนของไอเสีย เพื่อเปรียบเทียบเมื่อทำการเปลี่ยนองศาการฉีดระเบิด

คำสำคัญ : น้ำมันมะพร้าว, สารเร่งปฏิกิริยา, องศาการฉีดน้ำมัน

1,2 แผนกช่างยานยนต์, กองการฝึกและศึกษา, โรงเรียนช่างฝีมือทหาร, อีเมล pipatpong.preprem@hotmail.com

Abstract

Coconut oil can be used to produce the biodiesel using as alternative fuel for diesel engine. However the variation of the catalysts in the biodiesel production process can affect to the biodiesel properties and performance. Moreover the injection timing of the diesel engine can also affect the engine performance and emissions. Therefore this research objective is to study the effect of injection timing of the coconut biodiesel produced from the different catalysts onto the engine performance and emissions. For engine testing, the coconut biodiesel made from KOH 0.5%wt and NaOH 0.5%wt catalysts were tested in the 12 kW single cylinder diesel engine to compare the engine performance and emissions with the diesel fuel at 10, 15 and 20° BTDC of injection timing.

As a result, for the engine performance, both 0.5% KOH and 0.5% NaOH coconut biodiesel fuels can produce power and torque output higher than diesel fuel at any injection timing. Furthermore the 0.5% KOH coconut biodiesel produced the highest output around 10.7 kW@2100 rpm at 15° BTDC. For the emissions, both coconut biodiesels produced emissions such as carbon monoxide, nitrogen oxide and PM less than diesel fuel.

Keywords : Biodiesel, Catalyst, Injection Timing, Engine Testing

1. บทนำ

เนื่องด้วยโรงเรียนช่างฝีมือทหาร สถาบันวิชาการ ป้องกันประเทศได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของพลังงานทดแทน โดยน้ำมันมะพร้าวสามารถใช้ในการการผลิตไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน เพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลที่ได้จากกระบวนการปิโตรเลียมได้ อย่างไรก็ตามแต่ในกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลผลของชนิดตัวเร่งปฏิกิริยามีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีเซลเปลี่ยนแปลงไป รวมไปถึงองค์การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ ดังนั้นในบทความนี้จึงได้ทำการศึกษาผลกระทบขององค์การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีผลต่อประสิทธิภาพและมลพิษที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานน้ำมันไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซลได้อย่างเหมาะสม

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบขององค์การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันไบโอดีเซลต่อสมรรถนะและมลพิษของเครื่องยนต์ดีเซล

3. ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำมัน

ในกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาต่างชนิดกันคือ NaOH และ KOH โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 5% โดยน้ำหนักต่อน้ำมันมะพร้าว 100 ml ผสมกับ 20% โดยปริมาตรของเมทานอล 95% [2] เมทานอลและตัวเร่งปฏิกิริยาถูกผสมด้วยวิธีการกวนที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที โดยใช้เวลาในการกวนประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการเทน้ำมันปาล์มมาผสมกับเมทานอลที่ผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยา โดยให้อุณหภูมิในขณะที่ทำการผสมที่ 60 องศาเซลเซียส ทำการกวนให้ผสมกันโดยใช้แท่งกวนแม่เหล็กที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที เมื่อทุกส่วนผสมเข้ากันได้แล้วปล่อยให้ส่วนผสมทิ้งไว้ 30 นาทีและทำการแยกชั้นกรีเซอร์อินออก คุณสมบัติ น้ำมันได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ด้านล่าง

ตารางที่ 1 แสดงค่าคุณสมบัติน้ำมัน

Type of Fuel	Viscosity(cst)	Heating Value(cal/g)
Diesel	3.3	11127

coconut biodiesel 0.5%(KOH)	4.69	9233
coconut biodiesel 0.5%(NaOH)	4.2	9339

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว 4 จังหวะ ระบายความร้อนด้วยน้ำ ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแบบฉีดตรง โดยข้อมูลของเครื่องยนต์ตามตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลของเครื่องยนต์

Engine Specification	
YANMAR	TF 90 DI-L
TYPE	1cylinder, 4 stroke
Combustion chamber	Direction injection
Bore x Stroke	85 x 87
Capacity	493 cc
Power	12(kw)@2400rpm
Compression ratio	16.6:1
Timing injection	20° bTDC
Pressure of injection	200 bar
injecter	Bosch type

โดยหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงทำการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 20 องศา ก่อนศูนย์ตายบนที่แรงดัน 200 บาร์ โดยเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบถูกต่อพ่วงด้วยไดนาโมมิเตอร์รุ่น ANAKA TYPE P-1.5 เพื่อใช้ในการทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 1 สำหรับอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ในการวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดชนิด K-type และทำการวัดแก๊สคาร์บอนมอนอกออกไซด์ (CO), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x), สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC), ด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส HORIBA MEXA-584L

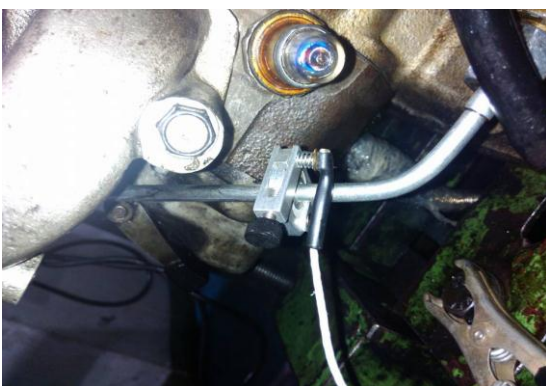
3.2 ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองในงานวิจัยนี้ทำการทดลอง โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์ตั้งแต่ 1200 ถึง 2400 รอบต่อนาที ที่องศาการฉีด 10°, 15° และ 20° ก่อนศูนย์ตายบน ด้วยน้ำมันมะพร้าวที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

ต่างชนิดกันเทียบกับน้ำมันดีเซล คือ น้ำมันมะพร้าว 0.5% (KOH) และ 0.5% (NaOH) โดยเริ่มต้นทำการทดสอบที่ห้องศากการฉีดมาตรฐาน 20° bTDC (ค่ามาตรฐานจากโรงงาน) โดยความเร็วรอบเริ่มต้นคือ 1200 รอบต่อนาที และทำการปรับเพิ่มขึ้นครั้งละ 300 รอบต่อนาที ภายใต้งื่อนไขภาระของเครื่องยนต์สูงสุด (แรงสุด) เมื่อทำการทดสอบที่ 20° bTDC (ค่ามาตรฐานจากโรงงานผลิต) ทำการปรับแผ่นชิมรองปั้มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อเปลี่ยนองศาการฉีดของน้ำมันเชื้อเพลิงไปที่ 10 bTDC และ 15 bTDC ตามลำดับและทำการทดลองภายใต้งสถานะเดียวกับองศาการฉีดมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบสมถนะของน้ำมันต่างชนิดที่องศาการฉีดต่างกัน



รูปที่ 1 แสดงภาพแผ่นชิมปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง



รูปที่ 2 แสดงภาพขั้นตอนปรับตั้งองศาฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

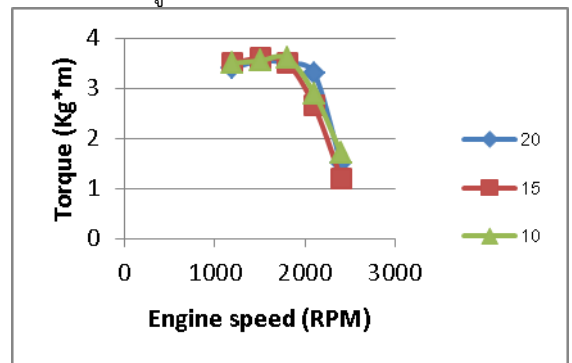
4. ผลการทดลอง

4.1. ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องยนต์

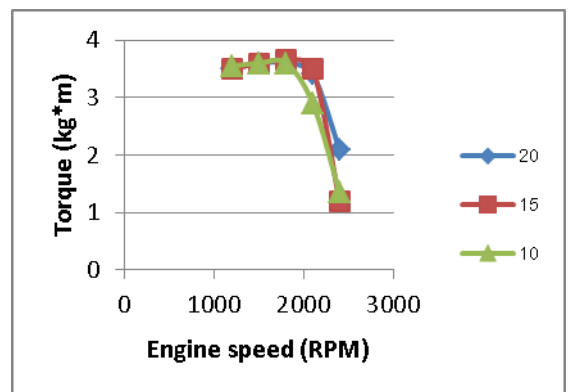
4.1.1. แรงบิดเครื่องยนต์

ผลประสิทธิแรงบิดเครื่องยนต์ในงานวิจัยชิ้นนี้ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำแรงบิดเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นโดยที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที คือความเร็วรอบที่ทำให้แรงบิดของเครื่องยนต์มีค่าสูงสุดทุกชนิดของน้ำมัน ค่าแรงบิดสูงสุดของน้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าว 0.5%(KOH) และ ไบโอดีเซล 0.5% (NaOH) ที่ 20° ก่อนศูนย์ตายบน คือ 4.95, 5.02 และ 4.95 กิโลกรัม-เมตร

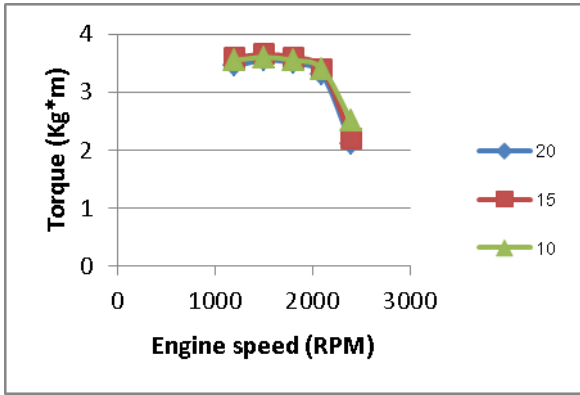
โดยที่องศาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับน้ำมันมะพร้าว 0.5%(KOH), น้ำมันมะพร้าว 0.5%(NaOH) และน้ำมันดีเซลที่ให้ค่าแรงบิดสูง คือ 15° bTDC โดยค่าแรงบิดสูงสุดที่ได้คือ 5.02, 5.02 และ 5.02 kg.m ตามลำดับ โดยที่น้ำมันมะพร้าว 0.5%(NaOH) ให้ค่าแรงบิดที่สูงสุด โดยมากกว่าน้ำมันดีเซลคิดเป็นร้อยละ 1.4%. [3] แม้ว่าค่าความร้อนจำเพาะของเชื้อเพลิงของดีเซลจะสูงกว่าไบโอดีเซล แต่ด้วยค่าความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิงของน้ำมันมะพร้าวสูงกว่า ทำให้น้ำมันไบโอดีเซลถูกฉีดเข้าห้องเผาไหม้ได้สูงกว่า



(a)

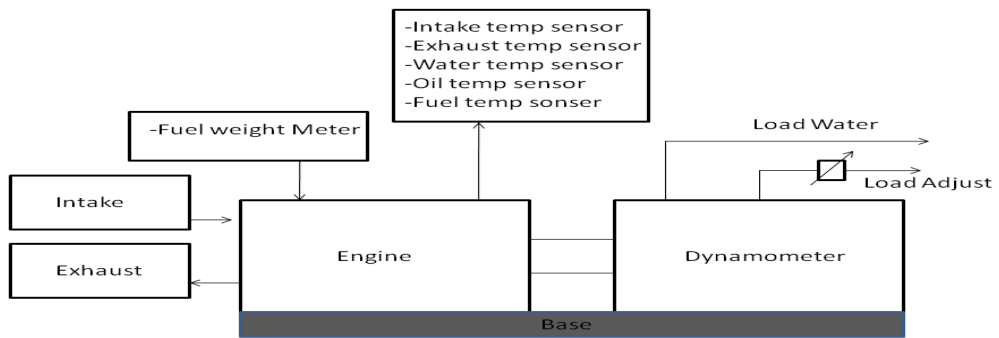


(b)



(c)

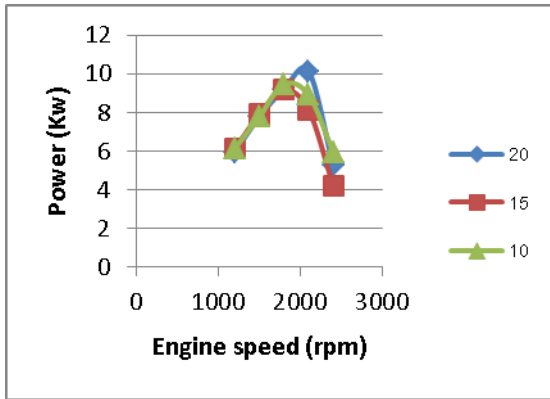
รูปที่ 3. ค่าของแรงบิดที่สภาวะเร่งสุด (full load) (a)
 น้ำมันดีเซล (b) น้ำมันไบโอดีเซล 0.5% (KOH) (c)
 น้ำมันไบโอดีเซล 0.5% (NaOH)



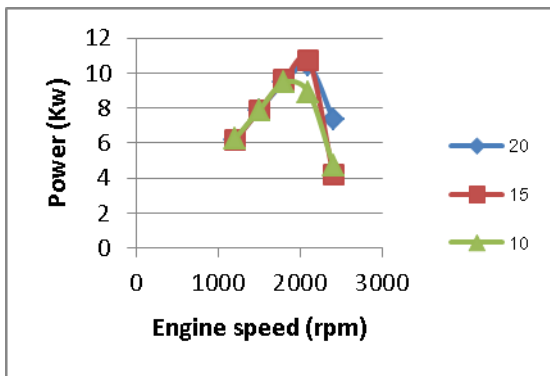
รูปที่ 4 แสดงแผนผังการเตรียมเครื่องทดสอบและอุปกรณ์ตรวจวัด

4.1.2. แรงม้าเบรค

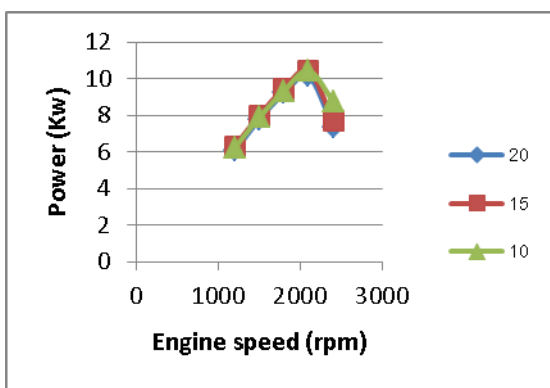
แรงม้าเบรคคือการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและความเร็วรอบ โดยค่าแรงม้าที่ได้แสดงในรูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้าที่ได้ออกมาจากการทดสอบและแรงบิด โดยแนวโน้มของแรงม้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนรอบของเครื่องยนต์และสูงสุดที่รอบ ประมาณ 2400 รอบต่อนาที โดยที่องศาการฉีดมาตรฐาน 20 (องศาก่อนศูนย์ตายบน) ให้แรงม้าที่ 10.1, 10.4, และ 10.1 กิโลวัตต์ ของน้ำมัน ดีเซล, น้ำมันมะพร้าว 0.5% (KOH), และ น้ำมันมะพร้าว 0.5% (NaOH) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามที่องศาการฉีด 15 องศา ก่อนศูนย์ตายบน ให้กำลังที่สูงที่สุด คือ 8.1, 10.7, และ 10.4 สำหรับน้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าว 0.5% (KOH) และ น้ำมันมะพร้าว 0.5% (NaOH) ตามลำดับ



(a)



(b)

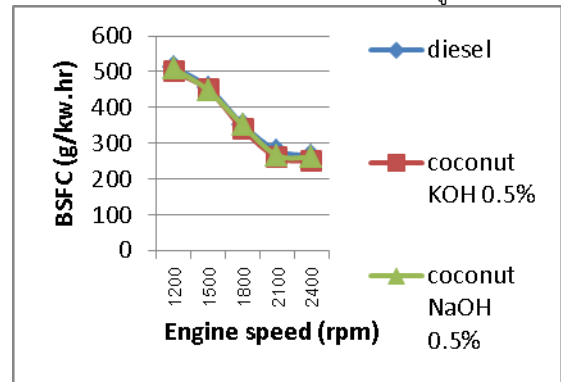


(c)

รูปที่. 5. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับความเร็วยรอบของเครื่องยนต์ (a) น้ำมันดีเซล (b) น้ำมันมะพร้าว 0.5% (KOH) (c) น้ำมันมะพร้าว 0.5% (NaOH).

4.2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค

อัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะเบรค คือ อัตราส่วนระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกำลังเครื่องยนต์ โดยจากการวิจัยพบว่า ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรค ที่องศาการฉีด 15 องศา ก่อนศูนย์ตายบน ให้ค่าประสิทธิภาพสูงสุด คือ 373, 360.2, และ 366.8 กรัมต่อกิโลวัตต์ ชั่วโมง ของน้ำมันดีเซล, น้ำมันมะพร้าว 0.5% KOH , น้ำมันมะพร้าว 0.5% NaOH ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของน้ำมันมะพร้าว 0.5% KOH ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล 3.55% และ น้ำมันมะพร้าว 0.5% NaOH ต่ำกว่า 1.69% ซึ่งสอดคล้องกับ Herchel et al. [5] ซึ่งให้เหตุผลไว้ว่า แม้ว่าค่าความร้อนจำเพาะของเชื้อเพลิงของน้ำมันดีเซลจะสูงกว่าน้ำมันมะพร้าวทั้ง 2 ชนิด แต่ด้วยความหนาแน่นของน้ำมันมะพร้าวที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลจึงทำให้ค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคสูงกว่าน้ำมันดีเซล



รูปที่ 6 แสดงค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรคที่องศาการฉีด 15 องศา ก่อนศูนย์ตายบน

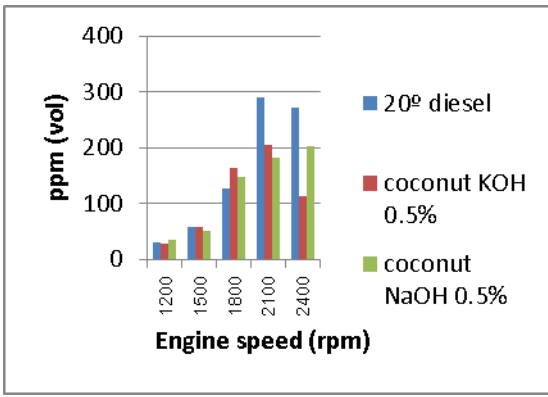
4.3 ผลการวิเคราะห์แก๊สไอเสีย

ผลการวิเคราะห์แก๊สไอเสียของน้ำมันดีเซล น้ำมันมะพร้าว 0.5% KOH, น้ำมันมะพร้าว 0.5% NaOH บว่าค่าแก๊ส CO, HC จะลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น

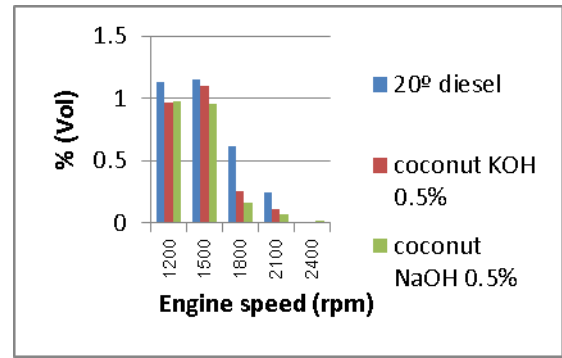
สำหรับค่า NOx มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยของแก๊ส CO, HC, NOx ของน้ำมันมะพร้าวทั้งสองประเภทมีแนวโน้มน้อยกว่าน้ำมันดีเซล

4.3.1 แก๊สไนโตรเจนออกไซด์

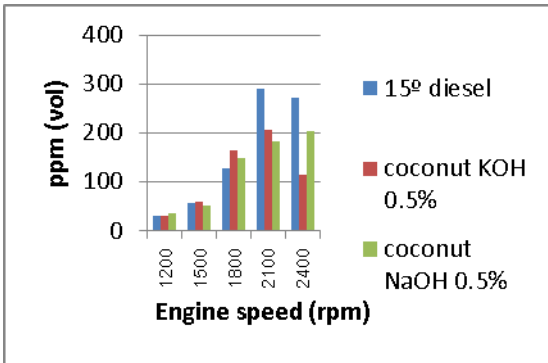
ผลของแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ที่ได้จากการทดสอบเครื่องยนต์ของน้ำมันทุกชนิดที่สภาวะเร่งสุด แสดงผลตามรูปที่ 7 จากกราฟแสดงค่าไนโตรเจนออกไซด์ โดยค่าจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกันกับน้ำมันทุกชนิดและไนโตรเจนออกไซด์มีแนวโน้มลดลงเมื่อปรับองศาการฉีดลดลง



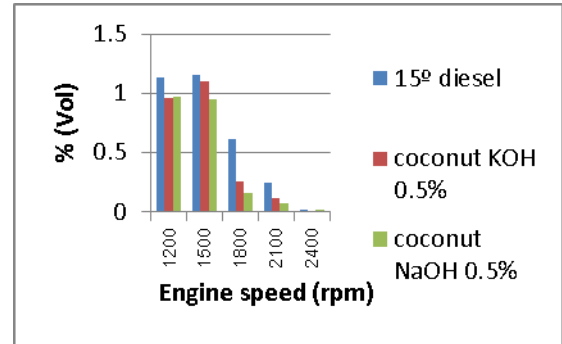
(a)



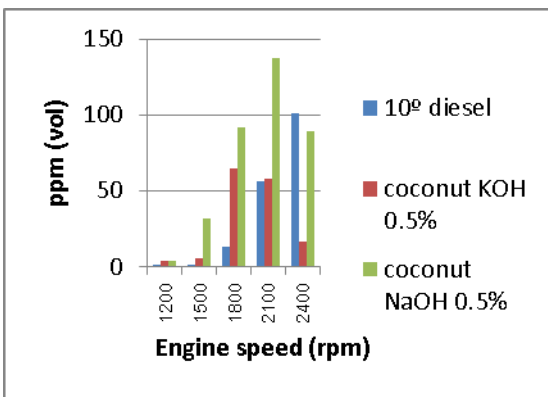
(a)



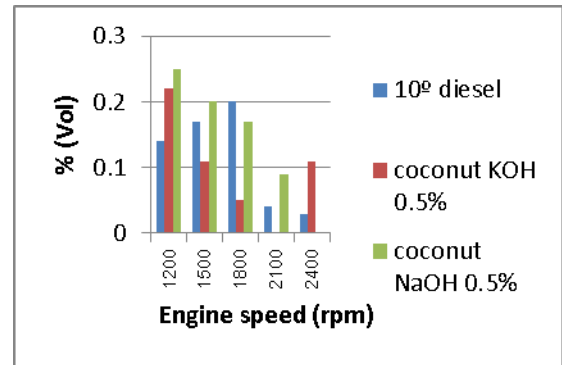
(b)



(b)



(c)



(c)

รูปที่ 7 แสดงค่าแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ที่ความเร็วรอบต่างๆที่สภาวะเร่งสุด (a) 20° (b) 15° and (c) 10° ก่อนศูนย์ตายบน

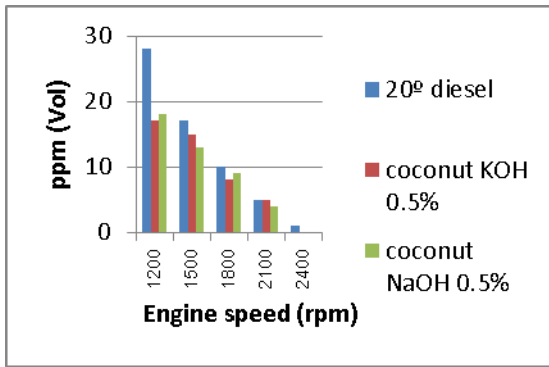
รูปที่ 8 แสดงค่าแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่างๆ

4.3.2 แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

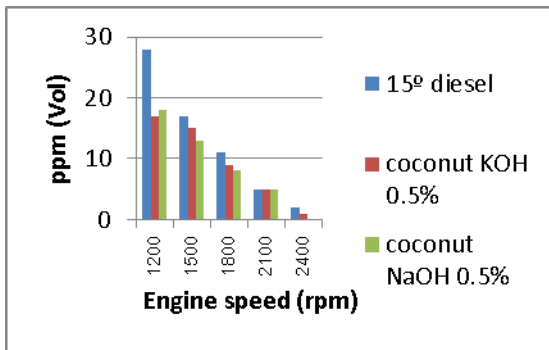
สำหรับค่าแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ของน้ำมันแต่ละประเภทแสดงไว้ในรูปที่ 8 ค่าคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดจากการสันดาปของคาร์บอนอะตอมและออกซิเจนที่ไม่เพียงพอ โดยปริมาณค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ถูกกำหนดด้วยค่าอัตราส่วนระหว่างอากาศต่อน้ำมัน

4.3.3 แก๊สไฮโดรคาร์บอน

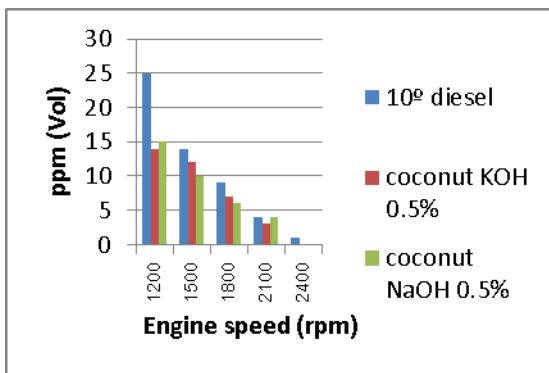
แก๊สไฮโดรคาร์บอนเกิดจากการสันดาปของเครื่องยนต์และคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง ตามรูปที่ 9 แสดงค่าแก๊สไฮโดรคาร์บอนของน้ำมันทุกประเภทที่ความเร็วรอบต่างๆ โดยแนวโน้มของแก๊สไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วรอบเพิ่มสูงขึ้น



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 9 แสดงค่าแก๊สไฮโดรคาร์บอนที่ความเร็วรอบต่างๆของเครื่องยนต์ที่องศาการฉีดน้ำมัน (a) 20° (b) 15° and (c) 10° ตามลำดับ

5 สรุป

จากผลการวิจัยสรุปว่าน้ำมันมะพร้าวทั้ง 2 ชนิด คือ น้ำมันมะพร้าว 0.5% KOH และน้ำมันมะพร้าว 0.5% NaOH ให้กำลังแรงม้าที่สูงกว่าน้ำมันดีเซล โดยน้ำมันมะพร้าวที่ให้กำลังแรงม้าสูงที่สุดคือ น้ำมันมะพร้าว 0.5% KOH โดยให้กำลังแรงม้าที่ 10.7 KW ที่รอบเครื่องยนต์ 2100 รอบต่อนาที ที่องศาการฉีด 15 องศา ก่อนศูนย์ตายบน สำหรับค่ามลพิษน้ำมันมะพร้าวมีแนวโน้มค่ามลพิษที่น้อยกว่าน้ำมันดีเซล

6. อ้างอิง

- [1] M.I. Arbab , M. Varman, H.H. Masjuki, M.A. Kalam , S. Imtenan, H. Sajjad, I.M. Rizwanul FattahJ. “Evaluation of optimum plum-coconut blend in turbocharged and non-turbocharged conditions of a diesel engine”, Energy Conversion and Management, pp. 111-120.
- [2] A. Yungthaisong, P. Boonsong, C. Damrongkijkosol, and P.Chantawong. “ The Comparison of Different Metal Catalysts for use in Biodiesel Production from Plum oil”, The 4th Internatinal Conference on Sustainable Energy and Green Architecture.
- [3] N. Panneerselvam, A.Murugesan, C.Vijayakumar, A.Kumaravel, D.Subramaniam, A.Avinash, “Effects of injection timing on bio-dieselfuelled engine characteristics—An overview”, Renewable and Sustainable Energy.2015, pp. 17-31.
- [4] M. Habibullah, H.H. Masjuki, M.A. Kalam, I.M. Rizwanul Fattah, A.M. Ashraful, H.M. Mobarak, “Biodiesel production and performance evaluation of coconut, palm and their combined blend with diesel in a single-cylinder diesel engine”, Energy Conversion and Management, 2014. pp. 250-257
- [5] Herchel T.C. Machacon, Seiichi Shiga, Takao Karasawa, Hisao Nakamura, “Performance and emission characteristics of a diesel engine fueled with coconut oil-diesel fuel blend”, Biomass and Bioenergy 20, 2001. pp. 63-69
- [6] N. Krasaelom, S. Punyota, “Performance Study of a Small Size Diesel Engine Operated with Used Jatropha Oil and Diesel Fuel Blends”, The Journal of Applied Science, Vol.12 No.2:12-24, Thailand. 2013.