

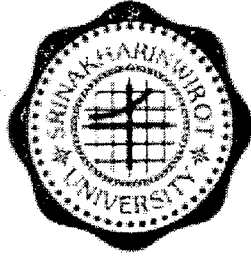
TJ 755

พ 642

2647

#1413453

บริจาค



การสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง

ETHANOL FUELED SI ENGINE ON THE ENGINE WEAR



นายพิชัย อัมฤมงคล

15 ก.พ. 2547

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปี พ.ศ. 2547

บทคัดย่อ

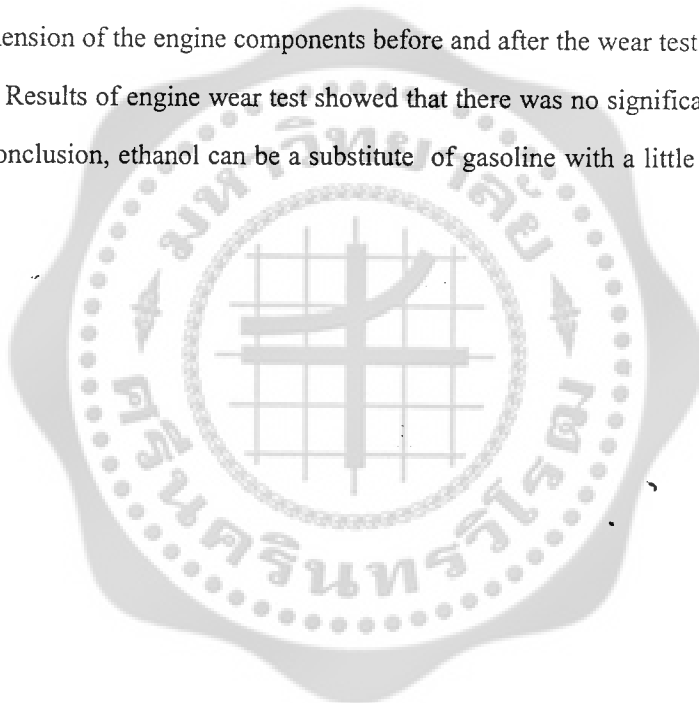
งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงผลกระทบของเครื่องยนต์เมื่อใช้เชื้อเพลิงเอทานอลบริสุทธิ์ 95% ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน โดยได้ศึกษาสีกหราชอาณาจักรของเครื่องยนต์เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็กสูบเดียว 4 จังหวะ HONDA รุ่น GX160 KIQT จำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งใช้กับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและอีกเครื่องหนึ่งใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล ซึ่งในเครื่องยนต์ที่ใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลมีการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงเอทานอลได้ คือเพิ่มขนาดของ Main jet ในคาร์บูเรเตอร์จากเบอร์ 72 เป็น 75 และปรับใช้คอกอากาศให้เปิดเพียง 25% ของทั้ง การทดสอบการสีกหราชอาณาจักรของเครื่องยนต์ ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ที่ 3000 รอบต่อนาที และที่ภาระงาน 50% ของภาระงานสูงสุด (1.20 กิโลวัตต์) ต่อเนื่องเป็นเวลา 450 ชั่วโมง วิเคราะห์ผลจากสภาพการทำงานและการวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ก่อนและหลังการทดสอบ

จากผลการทดสอบสรุปได้กับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ทั้งสองไม่แตกต่างกัน จากการวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เพราะฉะนั้นโดยภาพรวมแล้วเอทานอลสามารถใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ในสภาวะงานจริง โดยดัดแปลงเครื่องยนต์เพียงเล็กน้อย

ABSTRACT

The objective of this study was to use 95% ethanol as a spark ignition engine fuel. The engine wear also assessed. Test results were compared with those fueled with gasoline. Two testing engines were the HONDA models GX160K1QT small gasoline engine. The first engine used gasoline without modification and the second one used ethanol with little modification i.e. to change main jet size in carburetor from No. 72 to No. 75 and adjust air choke to 25% open. The engine wear was examined at a speed of 3000 rpm, a load of 1.2 kW, which half of the maximum power and 450-hours running period. The engine wear could be evaluated by examining the dimension of the engine components before and after the wear test.

The final Results of engine wear test showed that there was no significant difference for both engines. In conclusion, ethanol can be a substitute of gasoline with a little modification of the engine.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทบวงมหาวิทยาลัยที่เป็นผู้ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้จัดการ ส่วนเทคนิคและตัวแทนฝ่ายบริหารระบบคุณภาพบริษัทสยามซีทาร์ ฟิตติง จำกัด ที่ให้ความเอื้อเพื่อการตรวจวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ขอขอบคุณ นายปัญญาวุฒิ ปานเนียม นายยุทธนา นากงาม นายสำรวย หลานเค็น นายลิขิต ไสหนู และนายสมมาส แก้วล้วน ที่ช่วยทดสอบและเก็บ ข้อมูล จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี



สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
3. การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์	19
4. การทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์	33
5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	42
หน้าบรรณานุกรม	44
หน้าภาคผนวก	45
หน้าภาคผนวกที่ 1	46
หน้าภาคผนวกที่ 2	61
หน้าประวัติของผู้วิจัย	66



บัญชีตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง (Characteristics of Fuel)	12
2.2 ลักษณะการสึกหรอในชิ้นส่วนของเครื่องยนต์	16
2.3 เทคนิคในการวัดการสึกหรอ (Techniques for Measuring wear)	17
3.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT สำหรับทดสอบสมรรถนะ	19
4.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT สำหรับทดสอบการสึกหรอ	34



บัญชีภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	5
2.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ	8
2.3 กระบวนการเผาไหม้ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	9
3.1 เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะ	20
3.2 ชุดเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก	20
3.3 อุปกรณ์วัดกำลังงานเบรคของเครื่องยนต์แบบ Hydraulic Dynamometer	21
3.4 ไดอะแกรมแสดงชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์	21
3.5 การดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อที่ใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล	22
3.6 แสดงการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์	24
3.7 กราฟแสดงแรงบิดและกำลังงานของเครื่องยนต์	25
3.8 กราฟแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและพลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์	26
3.9 กราฟแสดงอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์	28
3.10 กราฟแสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคของเครื่องยนต์	29
3.11 กราฟแสดงอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์	30
3.12 กราฟแสดงค่าคาร์บอนมอนนอกไซด์ของเครื่องยนต์	31
3.13 กราฟแสดงค่าคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์	31
3.14 กราฟแสดงค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์	32
3.15 กราฟแสดงค่าไนโตรเจนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์	32
4.1 เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1 QT สำหรับทดสอบการสึกหรอ	33
4.2 เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1 QT พร้อมปั๊มที่ใช้ในการทดสอบ	35
4.3 ตัวอย่างเครื่องมือวัดละเอียดสำหรับวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์	35
4.4 แสดงการใช้เครื่องมือที่ใช้วัดวาล์ว	36
4.5 แสดงการใช้เครื่องมือวัดวัดเพลลาข้อเหวี่ยง	36
4.6 แสดงการใช้เครื่องมือวัดวัดสลักลูกสูบ	36
4.7 แสดงการใช้เครื่องมือวัดวัดลูกสูบ	37
4.8 ขนาดของ Main Jet ที่เพิ่มขึ้นในเครื่องยนต์เอทานอล	38
4.9 ไข่อากาศในเครื่องยนต์เอทานอลที่เปิดแค่ประมาณ 25% ของทั้งหมด	38

บทที่ 1

บทนำ

ปัญหาราคาน้ำมันแพงเป็นปัญหาสำคัญที่กำลังเผชิญกันอยู่ทั่วโลกในขณะนี้ รวมทั้งประเทศไทยด้วย ซึ่งประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศเพื่อเป็นเชื้อเพลิงมากกว่า 90% ของปริมาณการใช้น้ำมันในประเทศทั้งหมด [1] ทำให้ไม่สามารถกำหนดกลไกของราคาน้ำมันได้เองต้องปล่อยให้ขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันในตลาดโลกซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้ประเทศไทยขาดเสถียรภาพทั้งทางด้านพลังงานและด้านเศรษฐกิจ ที่สำคัญมีการคาดการณ์กันว่าปริมาณน้ำมันของโลกอาจถูกใช้หมดภายใน 50 ปีข้างหน้าหากยังมีอัตราการใช้น้ำมันในปริมาณที่สูงเช่นปัจจุบัน [2] ดังนั้นการแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานจากทรัพยากรภายในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้าและเตรียมรับมือกับสถานการณ์ในอนาคตที่จะถึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นจึงได้มีการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเพื่อหาเชื้อเพลิงที่มาทดแทนน้ำมันซึ่งเอทานอล (Ethanol) ก็เป็นเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่งที่มีความสนใจอย่างมากที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันแก๊สโซลีนและดีเซล โดยผลการศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าการนำเอทานอลมาใช้ทดแทนน้ำมันเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีอีกทั้งยังมีความเป็นไปได้สูงที่จะพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์ในอนาคตต่อไป

ในต่างประเทศมีการพัฒนาการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในมานานแล้ว โดยเฉพาะในประเทศบราซิลได้ทำการศึกษาวิจัยตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 70 จนปัจจุบันมีรถยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงแบบ 100% ถึงประมาณ 4 ล้านคันนอกจากนี้ยังมีการใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนในอัตราส่วน 22% อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งโดยสรุปในปัจจุบันมีการใช้เอทานอลประมาณ 35 ล้านลิตรต่อวัน ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกามีการใช้แก๊สโซลีนซึ่งมีอัตราส่วนผสมของเอทานอล 10% ถึง 12% ของการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนภายในประเทศหรือคิดเป็นปริมาณเอทานอลประมาณ 14 ล้านลิตรต่อวัน [2]

สำหรับประเทศไทยนั้นได้มีแนวคิดการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันได้มีการเริ่มขึ้นตั้งแต่ในปี 2522 ซึ่งเป็นยุคที่ประเทศประสบกับปัญหาน้ำมันแพง มันสำปะหลังถูก รัฐบาลได้ทำการทดลองนำมันสำปะหลังมากลั่นเป็นเอทานอล แล้วนำมาผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนใช้กับรถยนต์โดยทั่วไป ซึ่งก็ได้ปรากฏว่าได้ผลดีมาก จนมีโครงการจะตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังขนาด 150,000 ลิตรต่อวัน ในภาคอีสานแต่หลังจากนั้นก็เงียบหายไปเป็นเวลานาน จนกระทั่งเกิดปัญหาน้ำมันแพงอีกครั้งก็ได้มีการนำโครงการดังกล่าวมาพิจารณาอีกครั้ง และได้มีหลายหน่วยงานที่ทำการศึกษาค้นคว้าการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมัน เช่น โครงการส่วน

พระองค์ฯ สวนจิตจรดฯ ได้ทำการทดลองใช้เอทานอล 99.9% ผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนในอัตรา 10% ใช้กับรถยนต์ในโครงการส่วนพระองค์ฯ ประมาณ 11 คัน

การนำเชื้อเพลิงเอทานอลมาใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายในนั้นเท่าที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ส่วนมากจะใช้แบบผสมกับน้ำมันแก๊สโซลีนหรือดีเซล ในอัตราส่วนตั้งแต่ 10-35% ซึ่งสามารถใช้กับเครื่องยนต์เดิมได้โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด เพราะคุณสมบัติของเชื้อเพลิงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก แต่สำหรับการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลแบบไม่ผสมเข้ามาแทนน้ำมันเดิมนั้นจำเป็นต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ เพื่อให้เหมาะสมกับเชื้อเพลิงเอทานอล เพราะคุณสมบัติของเชื้อเพลิงแตกต่างกันไปจากเดิม ซึ่งส่วนของเครื่องยนต์ที่ต้องดัดแปลงคือการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนการอัด การปรับเปลี่ยนอัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิง การปรับเปลี่ยนองศาการจุดระเบิด และที่สำคัญคือการกักคร่อนที่เกิดกับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เพราะคุณสมบัติของเอทานอลที่แตกต่างจากน้ำมันแก๊สโซลีนที่ทำให้เกิดการกักคร่อนคือ จากสมการเคมีของเอทานอล C_2H_5OH จะเห็นได้ว่านอกเหนือจากอะตอมของไฮโดรเจน (H) และคาร์บอน (C) ที่มีอยู่เหมือนในน้ำมันแก๊สโซลีนแล้วในเอทานอลยังมีอะตอมของออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งอะตอมของออกซิเจนจะจับตัวอยู่ในรูปของอนุมูลไฮดรอกซิล (Hydroxy - OH) ทำให้โมเลกุลของเอทานอลมีคุณสมบัติเป็น โพลาร์ (Polar) ซึ่งมีปฏิกิริยาสูงกว่าน้ำมันแก๊สโซลีน จึงทำให้มีอำนาจในการกักคร่อนสูงกว่าน้ำมันแก๊สโซลีน ซึ่งจะส่งผลการกักคร่อนต่อชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและพลาสติก [3] ดังนั้นการที่จะนำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุหรือการเคลือบสารที่ต้านทานการกักคร่อนของเอทานอลในชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสกับเอทานอล ซึ่งก่อนที่จะทำการปรับเปลี่ยนวัสดุหรือเคลือบสารใด ๆ เพื่อต้านทานการกักคร่อนจะต้องทำการศึกษากักคร่อนที่เกิดขึ้นในแต่ละชิ้นส่วนก่อนว่ามีปริมาณเท่าไรและลักษณะอย่างไรเพื่อที่จะเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ได้ถูกต้อง

เพราะฉะนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาดังสมรรถนะ การปลดปล่อยไอเสียและการสึกหรอที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลต่อไป โดยงานวิจัยครั้งนี้จะใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็กสูบเดียว 4 จังหวะเป็นต้นแบบในการศึกษา เพื่อพัฒนาสู่เครื่องยนต์ขนาดใหญ่ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการสึกหรอที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เมื่อใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลในสภาวะใช้งานจริงและเสนอแนวทางแก้ไข
2. เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างการสึกหรอที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เมื่อใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลกับเครื่องยนต์เดิมที่ใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง
3. เพื่อศึกษาสมรรถนะและการปลดปล่อยไอเสียจากเครื่องยนต์เมื่อใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลในสภาวะใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง
2. เป็นแนวทางในการลดการสึกหรอที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง
3. ทราบถึงสมรรถนะและไอเสียที่ปลดปล่อยออกจากเครื่องยนต์เมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง
4. เป็นแนวทางในการพัฒนาพลังงานทดแทนน้ำมันในอนาคต
5. เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องยนต์เพื่อลดปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเชื้อเพลิงเอทานอล
4. ศึกษาการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล
5. ดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล
6. ทดสอบสมรรถนะและการปลดปล่อยไอเสียของเครื่องยนต์
7. ทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์
8. สรุปวิเคราะห์ผลการทดสอบและเสนอแนวทางแก้ไข
9. สรุปผลการวิจัย

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ใช้เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT ขนาด 163 ซีซี. 4.1 กิโลวัตต์ สูบเดี่ยว 4 จังหวะจำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องหนึ่งใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงและอีกเครื่องหนึ่งใช้อีทานอลเป็นเชื้อเพลิง
2. ใช้อีทานอล 95% เป็นเชื้อเพลิง โดยเปรียบเทียบกับแก๊สโซลีน
3. ทดสอบสมรรถนะและการปลดปล่อยไอเสียที่ความเร็วรอบ 1,500-3,600 รอบต่อนาที
4. ทดสอบการสึกหรอ ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ภาระงาน 1.5 kW วันละ 10 ชั่วโมง เป็นเวลา 450 ชั่วโมง
5. ใช้ปั้มน้ำขนาด 2 hp เป็นอุปกรณ์เพิ่มภาระให้แก่เครื่องยนต์
6. การสึกหรอของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์จะทำการวิเคราะห์โดยการวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ก่อนและหลังการทดสอบ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนหรือที่เรียกว่าเครื่องยนต์กลวัตรออตโต (Otto cycle) หรือเครื่องยนต์ S.I. (Spark - Ignition Engine) เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน มีการจุดระเบิดส่วนผสมระหว่างน้ำมันกับอากาศที่เรียกว่า ไอดี (Air fuel mixture) โดยการใช้ประกายไฟและใช้เชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันเบาที่มีการระเหยง่าย หรือก๊าซธรรมชาติ เช่น น้ำมันแก๊สโซลีน แก๊สโซฮอลล์ เอทานอล เมทานอล มีเทน หรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นต้น

เครื่องยนต์ชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องยนต์ขนาดเล็ก เครื่องยนต์ขนาดกลางที่ใช้กับรถบรรทุกขนาดเล็กหรือรถยนต์นั่งทั่ว ๆ ไป หรือเครื่องยนต์อากาศยาน เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แสดงเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

หลักการการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ 4 จังหวะจะมีจังหวะการทำงานทั้ง 4 ที่ทำให้ครบรอบการทำงานคือ จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิดหรือจังหวะกำลัง และจังหวะคาย ดังแสดงในรูปที่ 2.1 การประจุไอดีและคายไอดีจะใช้กลไกช่วยให้เกิดการเปิดปิดวาล์วไอดีและไอดีเสีย ทำงานจนครบรอบการทำงาน เครื่องยนต์ 4 จังหวะจะทำงานครบรอบการทำงานเมื่อเพลาค้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบจุดระเบิด 1 ครั้ง

1. จังหวะดูด (Suction Stroke) ลูกสูบเลื่อนลงสู่ศูนย์กลางตายล่าง (Bottom Dead Center, BDC) วาล์วไอดีเปิด วาล์วไอดีเสียปิด เพื่อดูดไอดีผ่านทางวาล์วไอดีเข้าไปในกระบอกสูบ ซึ่งในจังหวะนี้ ความดันภายในกระบอกสูบจะต่ำกว่าบรรยากาศดังแสดงในรูปที่ 2.1(a)

2. จังหวะอัด (Compression Stroke) เมื่อลูกสูบผ่านศูนย์กลางตายล่างขึ้นสู่ศูนย์กลางตายบน (Top Dead Center, TDC) ในจังหวะอัดวาล์วไอดีและไอดีเสียจะปิด ไอดีจะถูกอัดตัวให้มีปริมาตรน้อยลง ทำให้ไอดีมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1(b)

3. จังหวะจุดระเบิดหรือจังหวะกำลัง (Power Stroke) ลูกสูบเลื่อนขึ้นก่อนถึงศูนย์กลางตายบนในจังหวะอัดเล็กน้อย (วาล์วไอดีและไอดีเสียยังคงปิดอยู่) หัวเทียนจะจุดประกายไฟ ทำให้ ไอดีเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็วทำให้ความดันและอุณหภูมิภายในกระบอกสูบเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว กำลังงานที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ก็จะดันลูกสูบให้เลื่อนลงอย่างรุนแรง ทำให้ได้งานออกมาจากการเคลื่อนที่ลงของลูกสูบในจังหวะนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1(c)

4. จังหวะคาย (Exhaust Stroke) เมื่อลูกสูบเลื่อนลงมาก่อนถึงศูนย์กลางตายล่างเล็กน้อย วาล์วไอดีเสียจะเปิดและเมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นในจังหวะคายไอดีเสีย ลูกสูบจะดัน ไอดีเสียออกไปจากกระบอกสูบทางช่องวาล์วไอดีเสีย ดังแสดงในรูปที่ 2.1(d) ก่อนที่ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นถึงศูนย์กลางตายบนเล็กน้อย วาล์วไอดีก็จะเปิด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ผ่านศูนย์กลางตายบนและเลื่อนลงสู่ศูนย์กลางตายล่างก็จะดูดไอดีเข้ามาในกระบอกสูบเป็นการเริ่มต้นจังหวะดูดอีกครั้ง

หลักการการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ.

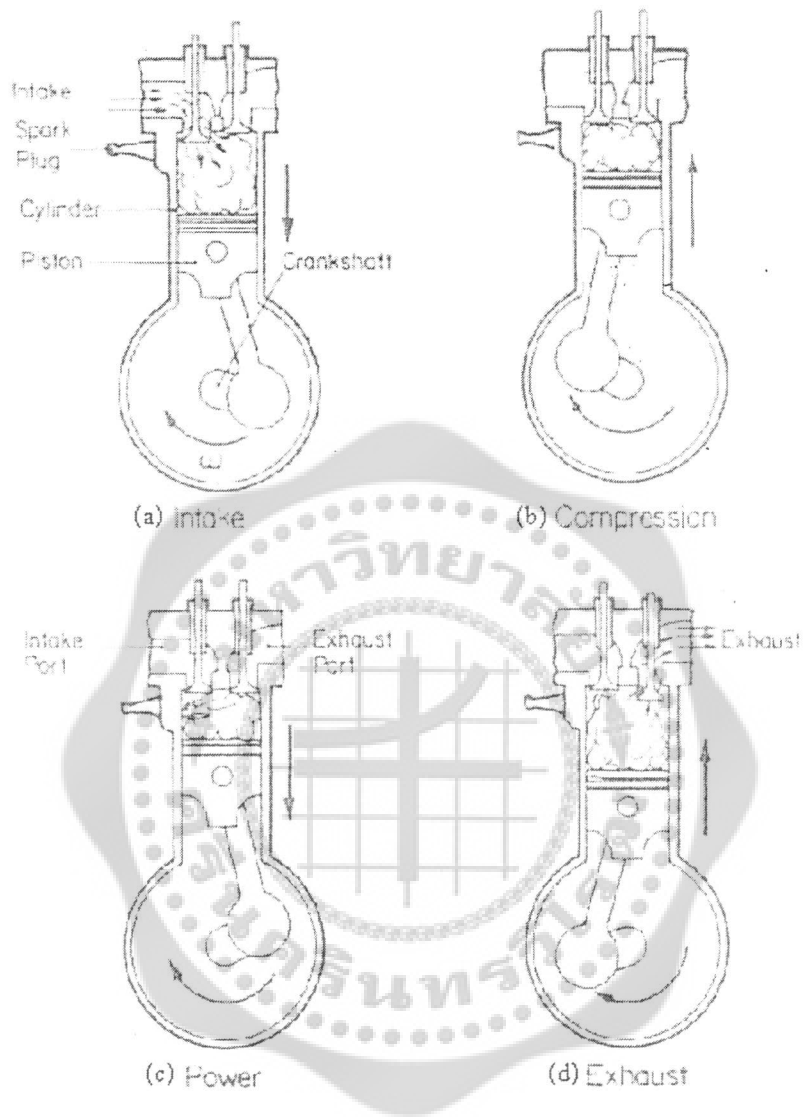
เครื่องยนต์ 4 จังหวะจะมีจังหวะการทำงานทั้ง 4 ที่ทำให้ครบรอบการทำงานคือ จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิดหรือจังหวะกำลัง และจังหวะคาย ดังแสดงในรูปที่ 2.1 การประจุไอดีและคายไอดีจะใช้กลไกช่วยให้เกิดการเปิดปิดวาล์วไอดีและไอดีเสีย ทำงานจนครบรอบการทำงาน เครื่องยนต์ 4 จังหวะจะทำงานครบรอบการทำงานเมื่อเพลาช้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบจุดระเบิด 1 ครั้ง

1. จังหวะดูด (Suction Stroke) ลูกสูบเลื่อนลงสู่ศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead Center, BDC) วาล์วไอดีเปิด วาล์วไอดีเสียปิด เพื่อดูดไอดีผ่านทางวาล์วไอดีเข้าไปในกระบอกสูบ ซึ่งในจังหวะนี้ ความดันภายในกระบอกสูบจะต่ำกว่าบรรยากาศดังแสดงในรูปที่ 2.1(a)

2. จังหวะอัด (Compression Stroke) เมื่อลูกสูบผ่านศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน (Top Dead Center, TDC) ในจังหวะอัดวาล์วไอดีและไอดีเสียจะปิด ไอดีจะถูกอัดตัวให้มีปริมาตรน้อยลง ทำให้ไอดีมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1(b)

3. จังหวะจุดระเบิดหรือจังหวะกำลัง (Power Stroke) ลูกสูบเลื่อนขึ้นก่อนถึงศูนย์ตายบนในจังหวะอัดเล็กน้อย (วาล์วไอดีและไอดีเสียยังคงปิดอยู่) หัวเทียนจะจุดประกายไฟ ทำให้ ไอดีเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็วทำให้ความดันและอุณหภูมิภายในกระบอกสูบเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว กำลังงานที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ก็จะดันลูกสูบให้เลื่อนลงอย่างรุนแรง ทำให้ได้งานออกมาจากการเคลื่อนที่ลงของลูกสูบในจังหวะนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1(c)

4. จังหวะคาย (Exhaust Stroke) เมื่อลูกสูบเลื่อนลงมาจนถึงศูนย์ตายล่างเล็กน้อย วาล์วไอดีเสียจะเปิดและเมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นในจังหวะคายไอดีเสีย ลูกสูบจะดันไอดีเสียออกไปจากกระบอกสูบทางช่องวาล์วไอดีเสีย ดังแสดงในรูปที่ 2.1(d) ก่อนที่ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นถึงศูนย์ตายบนเล็กน้อย วาล์วไอดีก็จะเปิด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ผ่านศูนย์ตายบนและเลื่อนลงสู่ศูนย์ตายล่างก็จะดูดไอดีเข้ามาในกระบอกสูบเป็นการเริ่มต้นจังหวะดูดอีกครั้ง



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

การทำงานจะเป็นเช่นนี้ตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ทำงานคือ จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะคาย โดยหมุนเวียนเป็นวัฏจักรติดต่อกันไปจนกว่าจะสิ้นสุดการทำงาน

การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะอาศัยประกายไฟจากหัวเทียนจุดระเบิดเชื้อเพลิงให้เผาไหม้และค่อย ๆ คุกคามออกไปรอบห้องเผาไหม้ (การเผาไหม้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อความร้อนที่ได้จากประกายไฟจากหัวเทียนมีค่าสูงกว่าความร้อนที่สูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อม) อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงจะมีส่วนทำให้เครื่องยนต์ติดหรือไม่ติดได้เหมือนกัน จากการทดสอบพบว่าอัตราส่วนผสมที่หนากว่า 7 : 1 หรือบางกว่า 30 : 1 การเผาไหม้จะไม่เกิดขึ้น แต่ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ด้วย ถ้าอุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูงการเผาไหม้อาจจะเกิดขึ้นก็ได้โดยทั่ว ๆ ไป ขอบเขตของอัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงที่ติดไฟได้อยู่ระหว่าง 8 - 20:1



(a) กระบวนการเผาไหม้ทางทฤษฎี (b) กระบวนการเผาไหม้จริง
รูปที่ 2.3 กระบวนการเผาไหม้ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

การเผาไหม้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ตามทฤษฎีจะเกิดที่ศูนย์ตายบนและเสร็จสิ้นที่ศูนย์ตายบน ดังแสดงในรูปที่ 2.2(a) แต่ในทางปฏิบัติการเผาไหม้จะเริ่มขึ้นก่อนศูนย์ตายบนประมาณ 20 องศา และเสร็จสิ้นหลังศูนย์ตายบนเล็กน้อย ขั้นตอนการเผาไหม้อาจแบ่งออกได้ 3 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2.2 (b) ตอนที่ 1 ส่วนใหญ่จะเป็นช่วงของการทำปฏิกิริยาเคมี หรือที่เรียกว่าช่วงแห่งความล่าช้าของการจุดระเบิด (Ignition Delay) ตอนที่ 2 เป็นช่วงที่การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งอุณหภูมิและความดันเกิดขึ้นเร็วมากระหว่างตอนที่ 1 และตอนที่ 2 แยกกันไม่ค่อยจะออก แต่พอจะอนุมานเอาตรงที่ความดันของเครื่องยนต์ที่เกิดจากการจุดระเบิด (Firing Engine) แยกออกจากความดันที่เกิดจากเครื่องยนต์นั้น ถูกขับด้วยมอเตอร์ (Motoring Engine) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (b) ตอนที่ 3 เป็นตอนเผาไหม้ขั้นสุดท้าย นับตั้งแต่ความดันสูงสุดออกไปจะถึงการเผาไหม้เสร็จสิ้น

อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air - Fuel Ratio)

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในกระบอกสูบของเครื่องยนต์จะสมบูรณ์เพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ระยะเวลาในการเผาไหม้ การคลุกเคล้าระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงในกระบอกสูบ และปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ปริมาณอากาศที่เข้าไปในกระบอกสูบมากน้อยเพียงใด

$$A/F = \frac{m_a}{m_f} \quad (2.1)$$

เมื่อ A/F คือ อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง

m_a คือ ปริมาณอากาศเข้ากระบอกสูบ, kg/hr

m_f คือ อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, kg/hr

อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงตามทฤษฎี (Stoichiometric Air Fuel Ratio) ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ต้องการเพื่อเครื่องยนต์เผาไหม้ที่สมบูรณ์ ทราบได้จากคุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิงสำหรับแก๊สโซลีนมีค่าเท่ากับ 14.6:1 และเอทานอลมีค่าเท่ากับ 9:1 แต่สำหรับการทำงานจริงของเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนจะมีค่าประมาณ 12-18 : 1

เชื้อเพลิงเอทานอล (Ethanol Fuel)

แอลกอฮอล์ที่สำคัญมี 2 ชนิดคือ Methyl Alcohol หรือเมทานอล (Methanol) เมื่อก่อนเป็นผลผลิตที่ได้จากการกลั่นไม้เนื้อแข็งบางชนิด แต่ในปัจจุบันผลิตโดยการสังเคราะห์จากปฏิกิริยาของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับไฮโดรเจนและ Ethyl Alcohol หรือเอทานอล (Ethanol) การผลิตแอลกอฮอล์ชนิดนี้ส่วนมากผลิตมาจากกรรมวิธีทางการหมัก (Fermentation) จากวัสดุประเภทแป้งและน้ำตาล

เอทานอล (Ethanol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่รับประทานได้มีชื่อทางเคมีคือ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) ซึ่งมีสมการทางเคมีคือ C_2H_5OH เกิดจากการแปรรูปพืชจำพวกแป้งและน้ำตาล รวมทั้งเซลลูโลสและ เฮมิเซลลูโลส โดยผ่านกระบวนการหมัก (Fermentation) วัตถุดิบที่นำมาผลิตเอทานอลมีอยู่ด้วยหลายชนิดเช่น อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น

เอทานอลสามารถมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในเช่น เครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซลได้ ซึ่งการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์นั้นมีทั้งแบบที่ใช้ผสมกับเชื้อเพลิงเดิม และใช้เอทานอลเพียงอย่างเดียว การผสมกับเชื้อเพลิงเดิม ถ้าผสมกับแก๊สโซลีนก็จะได้เป็นแก๊สโซฮอล (Gasohol) และถ้าผสมกับน้ำมันดีเซลก็จะเป็นดีโซฮอล (Desohol)

การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลกับเครื่องยนต์สันดาปภายใน

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ดีเซลคือเครื่องยนต์ที่มีใช้กันมากในปัจจุบันนี้ซึ่งเครื่องยนต์ทั้งสองมีความแตกต่างกันที่ลักษณะการทำงาน ส่วนประกอบของเครื่องยนต์และที่สำคัญที่สุดคือ วิธีการจุดระเบิดเชื้อเพลิง (Fuel Ignition) เครื่องยนต์แก๊สโซลีนใช้ประกายไฟในการจุดระเบิดเชื้อเพลิงในตอนเริ่มต้นและเกิดการเผาไหม้ตัวเองไปอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เครื่องยนต์ดีเซลอาศัยความร้อนจากอากาศอัดในห้องเผาไหม้จุดระเบิดเชื้อเพลิง จากลักษณะที่ต่างกันของเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้จะต้องมีคุณสมบัติที่ต่างกันด้วย เพื่อให้เหมาะกับเครื่องยนต์แต่ละแบบ

จากการเพิ่มขึ้นของเชื้อเพลิงในปัจจุบันทำให้มีความสนใจเชื้อเพลิงทดแทน (Alternate Fuel) ที่จะนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel) ซึ่งเอทานอล (Athanol) เชื้อเพลิงจากพืชการเกษตรหรือของเสียจากการเกษตรสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลได้

เอทานอลไม่ใช่เชื้อเพลิงเฉพาะสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหรือดีเซลเลยทีเดียว แต่มันเป็นเชื้อเพลิงที่ทดแทนได้โดยเฉพาะในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะมีความเหมาะสมมากกว่าในเครื่องยนต์ดีเซล ลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์เอทานอลที่ใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในได้มีการพัฒนามากกว่า 75 ปีแล้วและได้คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอลดังในตารางที่ 2.1 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างเชื้อเพลิงเอทานอลกับเชื้อเพลิง เมทานอล แก๊สโซลีนและดีเซล

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอล

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเอทานอลแสดงดังในตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ เนื่องจากเอทานอลมีสมบัติที่แตกต่างจากแก๊สโซลีนเพราะฉะนั้นการนำมาใช้แทนแก๊สโซลีนนั้นจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติ ที่แตกต่างเพื่อที่จะให้ เครื่องยนต์ทำงาน ได้เหมาะสมนั้นคือ

1. จากสมการเคมีของเอทานอล C_2H_5OH จะเห็นได้ว่านอกเหนือจากอะตอมของไฮโดรเจน (H) และคาร์บอน (C) ที่มีอยู่เหมือนในแก๊สโซลีนแล้วในเอทานอลยังมีอะตอมของออกซิเจน (O) เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยซึ่งอะตอมของออกซิเจนจะจับตัวอยู่ในรูปอนุมูลไฮดรอกซิล (Hydroxyl - OH) ทำให้โมเลกุลของเอทานอลมีคุณสมบัติที่เป็นโพลาร์ (polar) ซึ่งมีปฏิกิริยาสูงกว่าแก๊สโซลีนจึงทำให้มีอำนาจในการกัดกร่อนสูงกว่าแก๊สโซลีนซึ่งจะส่งผลการกัดกร่อนต่อชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและพลาสติกดังนั้นการที่จะนำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุหรือมีการเคลือบสารที่ต้านทานการกัดกร่อนของเอทานอลในชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสกับเอทานอล

2. ค่าความจุพลังงาน (Energy Content) จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเอทานอลนั้นมีค่าน้อยกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 30% ดังนั้นเมื่อใช้เอทานอลแทนแก๊สโซลีน จะต้องให้ปริมาณเชื้อเพลิงมากขึ้นเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้เช่นเดิมและจากการสมดุลสมการเคมีเชื้อเพลิงทั้งสองที่การเผาไหม้สมบูรณ์ (Stoichiometric) แก๊สโซลีนจะได้ A/F ประมาณ 14.6: 1 ในขณะที่เอทานอลมีค่าเพียง 9 เพราะฉะนั้นถ้าเอทานอลใช้อัตราส่วนเดียวกับแก๊สโซลีนก็จะทำให้ส่วนผสมของเอทานอลกับอากาศที่ได้บางมากทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างยากลำบากและการสตาร์ทติดยาก เพราะฉะนั้นต้องเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงที่เข้าโดยการเพิ่มขนาดของ Main Jet น้ำมันในคาร์บูเรเตอร์

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิง (Characteristics of Fuel)

	Gasoline	Light diesel	Ethanol	Methanol
Chemical Formula (l)	$C_{8.26}H_{15.5}$	$C_{10.8}H_{18.7}$	C_2H_5OH	CH_3OH
Molecular Weight	114.8	148.6	46.07	32.04
Specific Gravity	0.72 - 0.78	0.84 - 0.88	0.785	0.792
Oxygen content (wt%)	-	-	34.8	50.0
Boiling Point ($^{\circ}C$)	27 - 225	188 - 343	78	65
Freezing Point ($^{\circ}C$)	-40	(-40)-(-1)	-114	-97.5
Reid Vapor Pressure (kPa)	55 - 103	-	16	32
Higher Heating Value (kJ/kg)	47,300	44,800	29,700	22,700
Lower Heating Value (kJ/kg)	44,000	42,500	26,900	20,000
Heat of Vaporization (kJ/kg) ^(a)	305	270	840	1,103
LHV of Stoich. Mixture (kJ/kg)	2,830	2,740	2,690	2,680
Specific Heat (kJ/kg.K)				
Viscosity@ 40($^{\circ}C$) Centipoise	0.5	1.45	0.83	0.46
Research Octane Number (RON)	92 - 98	-	107	106
Motor Octane Number (MON)	80-90	-	89	92
Cetane Number	< 10	45 - 55	3	8
Stoichiometric A/F ratio	14.6	14.5	9	6.5

(l) = liquid phase. (a) = At 1 atm and 25 $^{\circ}C$ for liquid fuels.

3. ค่าความร้อนแฝงของระเหยตัว(Latent Heat of Vaporization) จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าเอทานอลมีค่าความร้อนแฝงของการระเหยตัวมากกว่าแก๊สโซลีนประมาณ 3 เท่าซึ่งแสดงว่าเมื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงแทนแก๊สโซลีน เอทานอลจะมีการดึงความร้อนเพื่อการระเหยตัวในท่อร่วมไอดีมากกว่าจะทำให้อุณหภูมิในท่อร่วมไอดีต่ำกว่า ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ดังนี้

เมื่ออุณหภูมิในท่อร่วมไอดีต่ำอากาศที่ถูกดูดเข้ามาจะมีความหนาแน่นสูงขึ้นทำให้ลูกสูบดึงอากาศเข้ามาได้มากขึ้นทำให้มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงขึ้นและให้กำลังของเครื่องยนต์มากขึ้นมีงานวิจัยหนึ่งได้รายงานว่ากำลังที่ได้ (Power Output) จากเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอล (95%) เป็นเชื้อเพลิงมีค่าสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 3% ที่อัตราส่วนการอัดเดียวกัน

จากการที่เอทานอลต้องใช้ความร้อนในการระเหยตัวที่มากกว่า ทำให้สถานะที่อุณหภูมิในบรรยากาศต่ำ การระเหยตัวของเอทานอลเป็นไปได้ยากทำให้มีปัญหาในการสตาร์ทเครื่องในขณะอากาศเย็น ซึ่งเอทานอลสามารถกลายเป็นไอเพื่อการเผาไหม้ได้ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 10°C และมีปัญหาในการสตาร์ทเครื่องในขณะที่อากาศเย็นที่ อุณหภูมิต่ำประมาณ 4°C ได้มีการศึกษาแก้ปัญหาดังนี้โดยบางคนใช้วิธีผสมแก๊สโซลีนเข้าไปประมาณ 5 – 10 % หรือบางคนทดลองใช้อีเทอร์ (Ether) และอะซิโตน (Acetone) ผสมลงไปประมาณ 21% ในเอทานอลซึ่งจากการทดลองปรากฏว่าสามารถสตาร์ทเครื่องได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง -18°C

4. ค่าออกเทน (Octane) ค่าออกเทนเป็นคุณสมบัติด้านการน็อกของเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าเชื้อเพลิงเอทานอลมีค่าออกเทนที่สูงกว่าแก๊สโซลีน ซึ่งสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้โดยการเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดได้ ซึ่งจากการศึกษาทดลองใช้ในประเทศบราซิล พบว่าในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงสามารถเพิ่มอัตราส่วนกำลังอัดของเครื่องยนต์ได้ถึง 18 : 1 (สำหรับเอทานอล 99.5 %) แต่ในการใช้งานจริงจะอยู่ที่ประมาณ 12 : 1

การเผาไหม้เชื้อเพลิงเอทานอล

กระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จะเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างออกซิเจนในอากาศและในเชื้อเพลิงกับคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) ในเชื้อเพลิงทำให้ได้พลังงานในรูปแบบของความร้อนออกมาและจะทำให้ความดันภายในกระบอกสูบเพิ่มสูงขึ้น ผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้จะเกิดขึ้นระหว่างระเบิดหรือจังหวะงานจึงสามารถนำกำลังที่ได้รับไปใช้งานได้ตามต้องการ

โดยทั่วไปอากาศประกอบด้วยออกซิเจน (O) ประมาณ 23% โดยน้ำหนักหรือโดย 21% โดยปริมาตรดังนั้นอากาศที่ต้องใช้ผสมกับเชื้อเพลิงจึงต้องมีปริมาณที่มากกว่าเชื้อเพลิงมาก ปริมาณความต้องการของอากาศในทางทฤษฎี สำหรับการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เรียกว่า Stoichiometric Air Fuel Ratio

สำหรับเอทานอลซึ่งมีสมการเคมี C_2H_5OH สมการการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของเอทานอล คือ

$$C_2H_5OH + 3(O_2 + 3.773 N_2) = 2CO_2 + 3H_2O + 11.32 N_2 \quad (2.2)$$

คิดในหน่วยโมล

$$2+3(1+ 3.773) = 2+ 3 +11.32$$

$$2+ 14.32 = 16.32$$

คิดในหน่วยน้ำหนัก

$$46.07+(14.32 \times 28.96) = (2 \times 44.01) + (3 \times 18.02) + (11.32 \times 28.16)$$

$$46.07 +414.71 = 88.02 + 46.06 + 318.77$$

$$460.78 = 460.78$$

เพราะฉะนั้นจำนวนอากาศที่ใช้ต่อ 1 กิโลกรัมของเอทานอลจะได้

$$(A/F) = \frac{414.71}{46.07} = 9.00$$

นั่นคือเชื้อเพลิงเอทานอล 1 Kg จะต้องใช้อากาศ 9 Kg จึงจะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ในทางทฤษฎี

ทฤษฎีการสึกหรอ

การสึกหรอ (Wear) ที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์เนื่องมาจากผลการสูญเสียโลหะที่สัมผัสเสียดสีกันสองผิว ทำให้เกิดความฝืด (Friction) อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการสึกหรอในทางตรงหรือทางอ้อมก็ตามแต่ในที่นี้ยังไม่รวมการผุพังที่เกิดมาจากสนิมถึงแม้ว่ามันจะทำให้เกิดการสึกหรอก็ตาม ดังนั้นการสึกหรอเนื่องจากการเสียดสีของผิวโลหะอาจจะเกี่ยวข้องกับขบวนการหลายอย่างพอที่จะแบ่งลักษณะการสึกหรอที่สำคัญๆ ดังนี้

1. Adhesive Wear by Direct Metal to Metal Contact การสึกหรอในลักษณะนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับภาระความเสียดทานน้ำหนักที่กดความขรุขระของผิวและความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นและเกิดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

ที่ความเร็วต่ำและความเร็วสูง การสึกหรอจะเกิดจากการหลุดของโลหะ การสึกหรออาจมาจากโลหะที่มาจากอื่นที่ไม่ใช่ชิ้นที่ไม่ใช่ที่พื้นที่สัมผัสและจะกระจายลงในน้ำมันหล่อลื่น

ที่ภาระสูงและความเร็วต่ำจะทำให้โลหะเกิดการล้า (Fatigue) อันจะทำให้เกิดการร้าวภายในโลหะ (Internal Cracks) และจะลึกเพิ่มขึ้นเมื่อมีการหมุนหรือเคลื่อนที่มากขึ้น โลหะชั้นเล็กๆสามารถแยกหลุดออกมาจากชิ้นส่วนและขยายเป็นหลุมใหญ่มากขึ้น ในทางปฏิบัติการสึกหรอในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น เมื่อมีการขูดถูเบาๆ ทำให้ผิวโลหะสึกหรอเช่นนี้ Bearing จะไปลด Peaks ของความขรุขระ ทำให้เกิดการกดของภาระมากขึ้นและการสึกหรอเนื่องจากความล้าก็จะตามมา

2. Abrasive Wear เป็นการสึกหรอที่เกิดจากการมีเศษวัสดุแปลกปลอมแทรกอยู่ตรงกลางระหว่างผิวสัมผัส 2 ชั้น เมื่อมีความแข็งและขนาดโตพอที่จะจมหรือฝังตัวอยู่ในผิวที่อ่อนกว่าหรือที่ความแข็งแรงเท่าๆ กันวัสดุนั้นก็จะขูดไปบนผิวทั้งสองทำให้เกิดการสึกหรอได้

3. Corrosive Wear เป็นการสึกหรอที่เกิดจากปฏิกิริยาที่กระทำต่อผิวโลหะและมีผลไปลดชั้นความต้านทานของผิว (Mechanical Resistance of Surface Layers) ปกติที่ผิวโลหะจะพิมล์บางๆ เคลือบผิวโลหะเอาไว้ ขณะวัตถุเคลื่อนที่ก็จะขูดสีเอาพิมล์บางๆ หลุดไปก็เหลือผิวโลหะและจะทำปฏิกิริยาขึ้นเป็นดังนี้ไปเรื่อยๆ ดังนั้นการที่พิมล์ ถูกขูดสีหลุดไปก็จะเกิดการสึกหรอนั่นเอง

4. Erosive Wear เกิดจากการที่ในน้ำมันที่ไม่บริสุทธิ์มีของแข็งเล็กๆ วิ่งผ่านได้ง่ายระหว่างผิวสัมผัส แต่เพราะความเร็วของการหมุนเวียนของของเหลวจะก่อให้เกิดพลังงานจลน์ (Kinematic Energy) เพียงพอที่จะไปกระทบกระแทกกับผิวสัมผัสหลายๆ ครั้งทำให้เกิดการสึกหรอได้

การสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์จะสรุปไว้ในตารางที่ 2.2 และวิธีการวัดการสึกหรอและหลักการแสดงไว้ดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ลักษณะการสึกหรอในชิ้นส่วนของเครื่องยนต์

Parts of the Engine	Wear Phenomenon
1. Liners, Rings, Piston	Metal to Metal wear, Corrosive wear and Abrasive wear
2. Small end Bearing and Gudgeon Pins	Fatigue wear , Corrosive wear and Abrasive wear
3. Connecting Rod and Main Bearings	Fatigue wear, Corrosive wear (depending upon the alloye abrasive wear) and Corrosive wear due to small Solid Particles
4. Crank Journal and Crank Pin	Corrosive wear and Abrasive wear
5. Cams, Tappets, Value tip ends and Rocker arms	Fatigue wear, Abrasive wear and Corrosive wear (in low temperature conditions)
6. Oil Pump	Mainly abrasive wear
7. Injection Pump and Injectors	Mechanical wear, Erosive wear (with or without solid particale) and Abrasive wear

ตารางที่ 2.3 เทคนิคในการวัดการสึกกร่อน (Techniques for Measuring wear)

Methods	Principle of Method	Apparatus and Method of Measurement	Physical Changes as Result of Wear used in Determination
Overall methods: Based on change in normal operation	By change in the general behaviour of the engine	Depending on the features considered	e.g. Increase in oil consumption or contamination, fall oil in performance, increase exhaust smoke density, noisy operation, oil leakage, etc.
Integral methods: Wear of rubbing surfaces	By weight so	Precision balance and methods of washing before and after test	Total weight loss, i.e. absolute value of wear assessed by loss of weight of engine components
Microgeometric methods: By physical measurement of dimensions	Estimation of wear products (iron, etc.) in lube oil By modification of linear dimensions at given point on parts examined By modification of distance between test and references Change in shape of a cylinder along its height (by measuring variation in diameter	Chemical and spectrographic analysis By radio/tracer technique With direct contact instruments, e.g., cylinder gauges, micrometers, mechanical and pneumatic gauges, etc. Special apparatus Special optical apparatus to measure internal dimension	Total weight loss for period between sampling (average loss over period considered) Change of wear rate during test. Change in diameter, length or thickness of part subjected to wear Change in radius or other linear dimension between wear and reference surfaces Change in the geometrical shape of a cylinder

ตารางที่ 2.3 เทคนิคในการวัดการสึกกร่อน (Techniques for Measuring wear) (ต่อ)

Methods	Principle of Method	Apparatus and Method of Measurement	Physical Changes as Result of Wear used in Determination
Profile measurements	<p>or Profilographs of worn surface compared with adjoining new surface</p> <p>By comparison with a reference mark formed by the depth of a specially machined groove</p> <p>By comparison of depth of score marks on one or more sections of surface with or without a surface tracing</p>	<p>Ordinary or special profilography</p> <p>Profilometer and equipment for grooving</p> <p>By optical interferometers</p> <p>Special apparatus with microscope.</p> <p>Different forms of identification marks</p>	<p>By simple surface tracings taken after test</p> <p>Comparison of two profile measurements before and after test</p> <p>By direct comparison of photos before and after test</p> <p>Absolute value of local linear wear</p>
By reference marks for measurements of local wear	<p>By change in dimension of mark or indentation previously made on bearing surface thus indicating extent of linear wear at that place</p>		
By plastic casts	<p>By comparison of imprints of new and worn surfaces obtained by application of film of plastic varnish</p>	<p>Examination of imprints under a microscope (optical or electron)</p>	<p>Examination of photomicrographs of casts reveals rate of wear during a test</p>

บทที่ 3

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ อาจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. เครื่องยนต์สำหรับการทดสอบ
2. อุปกรณ์ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

3.1.1 เครื่องยนต์สำหรับการทดสอบ

ในการวิจัยครั้งนี้เครื่องยนต์ที่ใช้สำหรับการทดสอบคือเครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT จำนวน 2 เครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.1 และมีรายละเอียดดังในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT

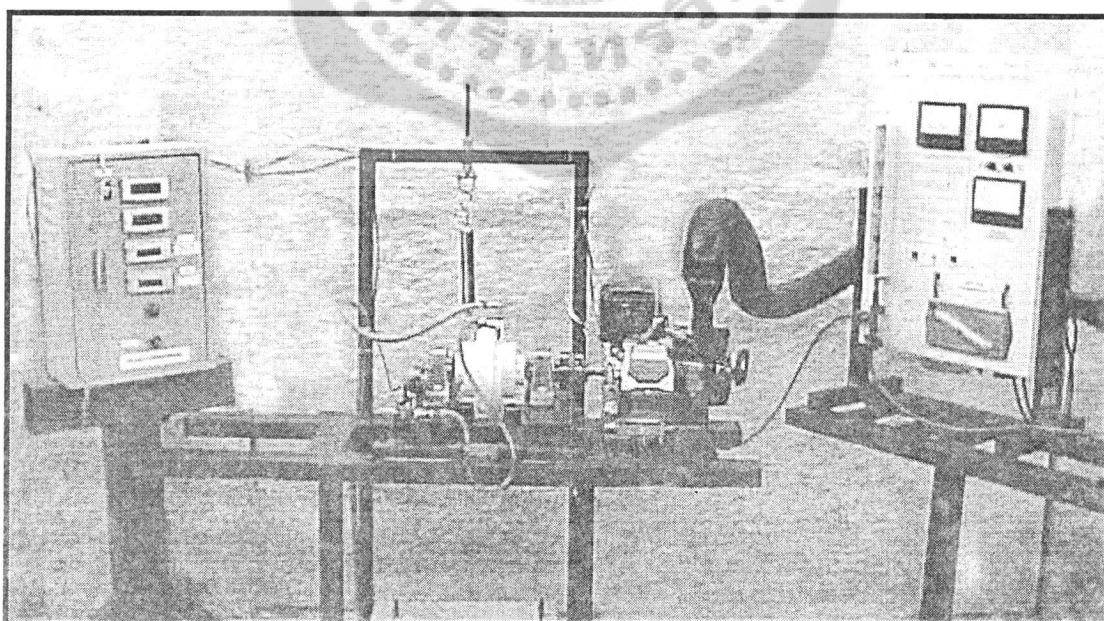
รายการ	รายละเอียด
แบบ	เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็ก สูบเดี่ยววางเอียง 25° 4 จังหวะ OHV
ขนาดกระบอกสูบ	68 mm
ระยะชัก	45 mm
ปริมาตรกระบอกสูบ	163 cm ³
กำลังงานเบรคสูงสุด	4.1 kW (5.5 HP) ที่ 3600 rpm
กำลังงานเบรคแนะนำ	3.6 kW (4.8 HP) ที่ 3600 rpm
แรงบิดสูงสุด	10.8 N.m (1.1 kg.m) ที่ 2500 rpm
ระบบระบายความร้อน	อากาศ
น้ำมันหล่อลื่น	SAE 40 (ความจุ 0.6 ลิตร)
ระบบจุดระเบิด	ทรานซิสเตอร์-แม็กนีโต
องศาการจุดระเบิด	25 องศา ก่อนศูนย์ตายบน
อัตราส่วนกำลังอัด	8.5 : 1



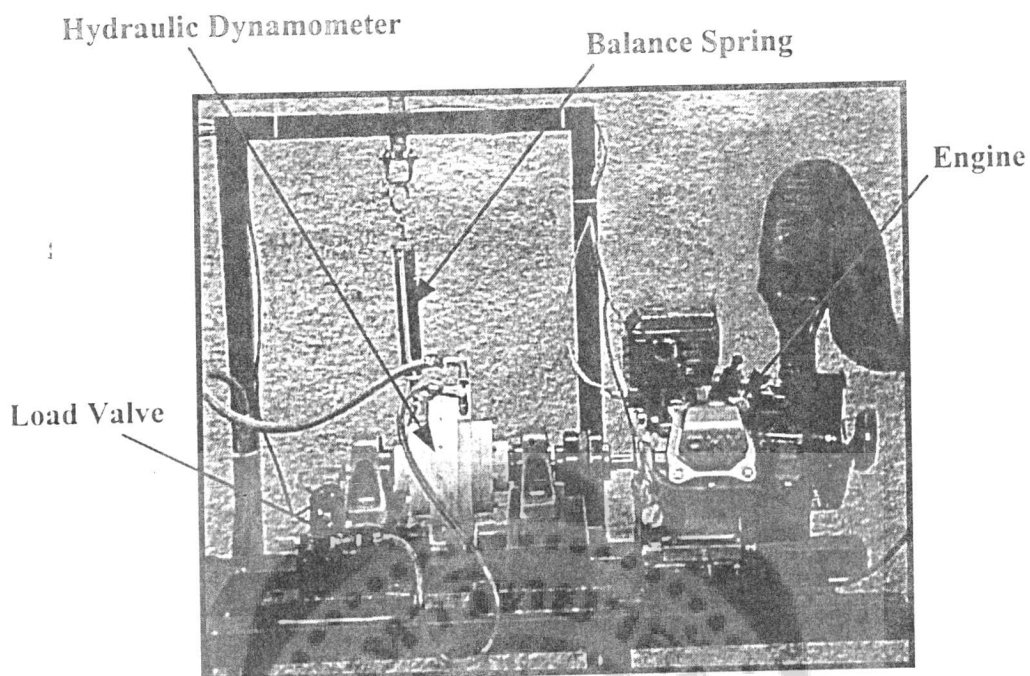
รูปที่ 3.1 เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT สำหรับทดสอบสมรรถนะ

3.1.2 อุปกรณ์ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

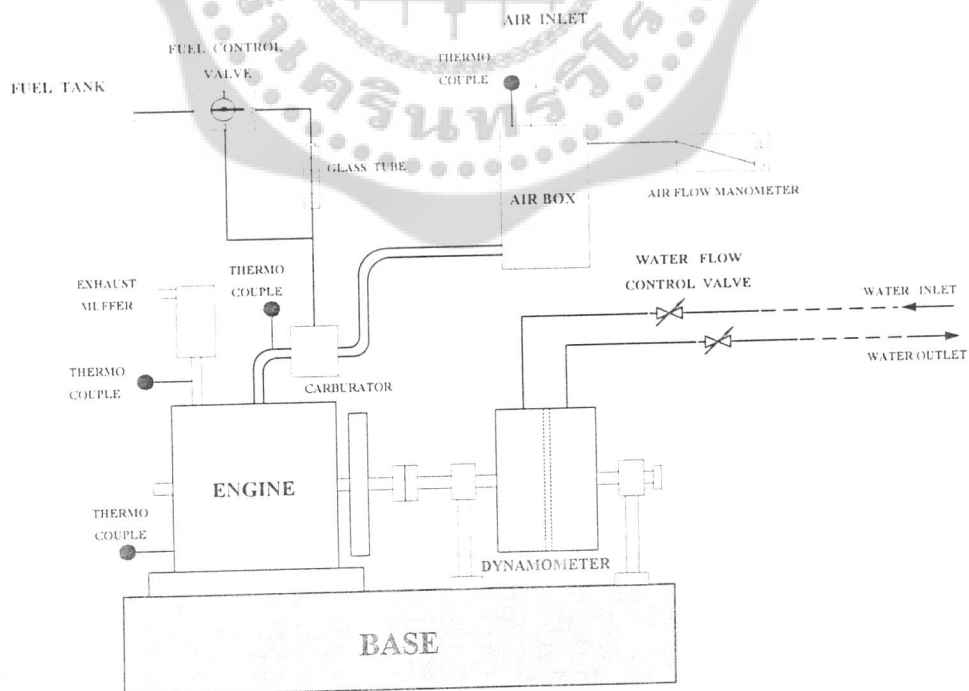
อุปกรณ์ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบคือเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก ขนาด Engine Power Range 2.5 – 7.5 kW, Maximum Torque 12 N.m และ Maximum Speed 6000 rpm ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ถึงรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.2 ชุดเครื่องทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เล็ก



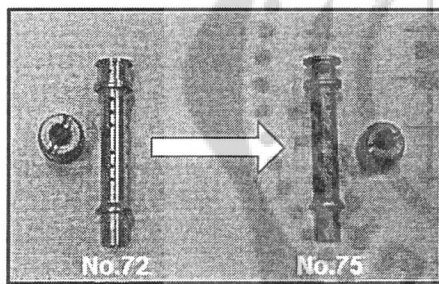
รูปที่ 3.3 อุปกรณ์วัดกำลังงานเบรคของเครื่องยนต์แบบ Hydraulic Dynamometer



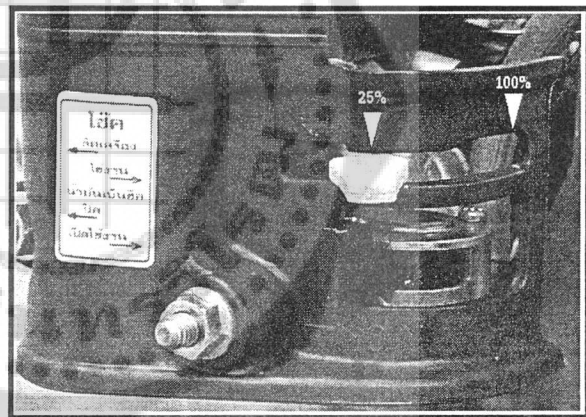
รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมแสดงชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

3.2 วิธีการทดสอบ

การทดสอบจะใช้เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT จำนวน 2 เครื่องเป็นเครื่องทดสอบ โดยเครื่องที่ 1 จะใช้กับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเครื่องที่ 2 จะใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล ซึ่งเครื่องยนต์ที่ 2 จะต้องทำการดัดแปลงเพื่อที่ใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล โดยทำการเพิ่มขนาดของ Main jet ในคาร์บูเรเตอร์จากเดิมที่ใช้เบอร์ 72 เป็นเบอร์ 75 ดังแสดงในรูปที่ 3.5(a) ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอัตราการส่งเชื้อเพลิงได้มากขึ้น และในการเดินเครื่องยนต์จะเปิดใช้คอกอากาศเพียงแค่ประมาณ 25% ของทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 3.5(b) เพื่อลดปริมาณอากาศที่เข้าให้น้อยลงเพราะอัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงทางทฤษฎีของเอทานอลคือ 9:1 ในขณะที่เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนจะมีค่า ประมาณ 14.6 : 1 เพราะฉะนั้นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเอทานอลจึง จำเป็นต้องลดอัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงให้ได้ตามค่าที่กล่าวมา ซึ่งหลักการที่กระทำคือเพิ่มปริมาณการจ่ายของเชื้อเพลิงและลดปริมาณอากาศที่เข้า



(a)



(b)

รูปที่ 3.5 การดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อที่ใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล

(a) เพิ่มขนาดของ Main jet จาก No.72 เป็น No.75

(b) เปิดใช้คอกอากาศแค่ประมาณ 25% ของทั้งหมด

การทดสอบสมรรถนะ

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์จะทำการทดสอบเครื่องยนต์ทีละเครื่อง โดยทำการทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนก่อน แล้วจึงทำการทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง เอทานอล ซึ่งการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ทั้ง 2 เครื่องมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. ติดตั้งเครื่องยนต์เข้ากับเครื่องทดสอบสมรรถนะ และติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเพื่อวัดอุณหภูมิอากาศเข้า, ไอดี, ไอเสียและน้ำมันเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 4

2. ทำการอุ่นเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องยนต์ปรับสภาวะให้พร้อมที่จะทดสอบ โดยทำการเดินเครื่องที่ความเร็วรอบต่ำประมาณ 20 นาที

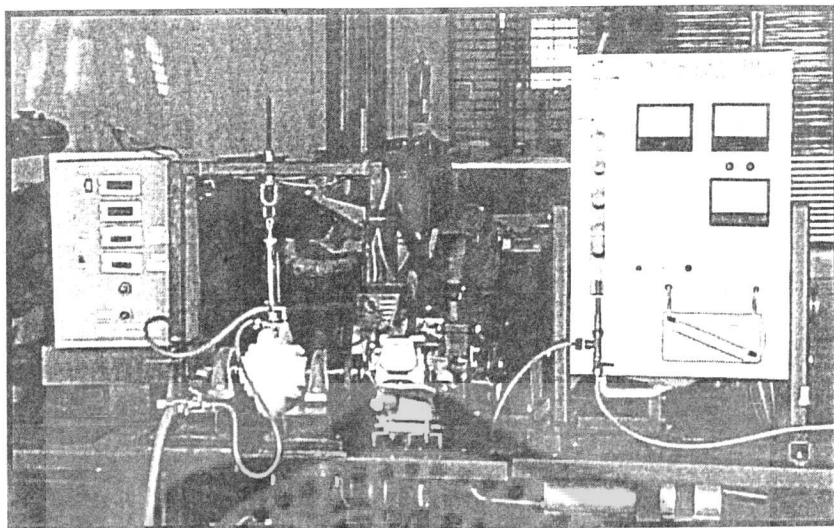
3. ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ทั้ง 2 โดยเงื่อนไขในการทดสอบคือ ทดสอบที่ความเร็วรอบตั้งแต่ 1,500 ถึง 4,000 รอบต่อนาที ปรับลิ้นปีกผีเสื้อ (Throttle Valve) อยู่ในตำแหน่งเปิดเต็มที่ (Full Throttle) และปรับเพิ่มภาระเข้าไปเพื่อให้ได้ความเร็วรอบตามที่ต้องการ โดยทำการทดสอบจากที่ความเร็วรอบสูงสุดคือ 4,000 รอบต่อนาที ลงมาที่ความเร็วรอบต่ำสุดคือ 1,500 รอบต่อนาที ทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ดังนี้

- ความดันบรรยากาศ
- ความเร็วรอบ
- ค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากตาชั่งสปริง
- ค่าความดันที่มานอมิเตอร์
- เวลาที่เชื้อเพลิงใช้ไปในปริมาตร 16 ซีซี.
- อุณหภูมิอากาศเข้า, ไอดี, ไอเสียและน้ำมันเครื่อง

4. นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ เทียบกับความเร็วรอบ ดังนี้

- แรงบิด (Torque)
- กำลังงานเบรค (Brake Power)
- อัตราการไหลของอากาศ (Air Flow Rate)
- อัตราการไหลของเชื้อเพลิง (Fuel Flow Rate)
- ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption)
- ประสิทธิภาพทางความร้อนเบรค (Brake Thermal Efficiency)
- ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volumetric Efficiency)
- อัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิง (A/F Ratio)

5. นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้เทียบกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์

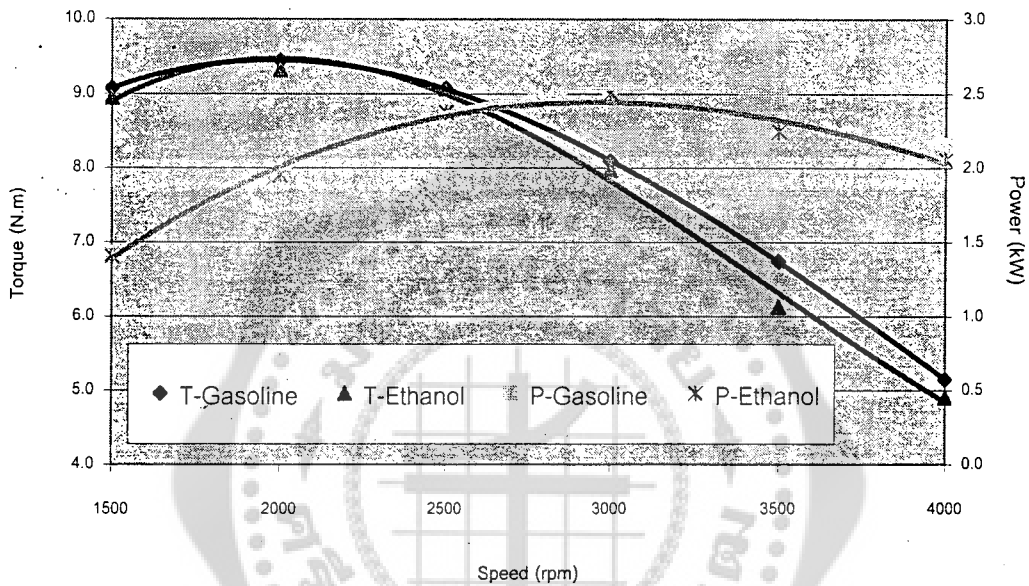


รูปที่ 3.6 แสดงการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

3.3 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ เป็นการทดสอบที่ความเร็วเปลี่ยน 1500 –4000 rpm ภาระงานเต็มที่ (Full load) โดยการทดสอบจะเปิดลิ้นเร่ง (Throttle valve) เต็มที่ ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

3.3.1 แรงบิดของเครื่องยนต์ (Torque)



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงแรงบิดและกำลังงานของเครื่องยนต์

จากกราฟในรูปที่ 3.7 ซึ่งเป็นกราฟแสดงเปรียบเทียบแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอล ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงแรงบิดของเครื่องยนต์ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันและให้ค่าแรงบิดสูงสุด (Maximum Torque) ที่ความเร็วรอบเดียวกันคือประมาณ 2000 รอบต่อนาที ซึ่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะให้ค่า 9.442 N.m ในขณะที่เครื่องยนต์เอทานอลให้ค่า 9.320 N.m

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอล จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์เอทานอลจะให้ค่าแรงบิดต่ำกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยเฉลี่ยประมาณ 1-2% ซึ่งเป็นค่าแตกต่างที่น้อยมาก ซึ่งเป็นผลมาจากกรณีเดียวกันกับแรงบิดของเครื่องยนต์เครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ ไม่ได้เป็นเครื่องเดียวกันจึงทำให้ค่ามาตรฐานของเครื่องอาจไม่เท่ากันและอาจเกิดมาจากในเครื่องยนต์เอทานอลนั้นต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล โดยการเปิดใช้ค

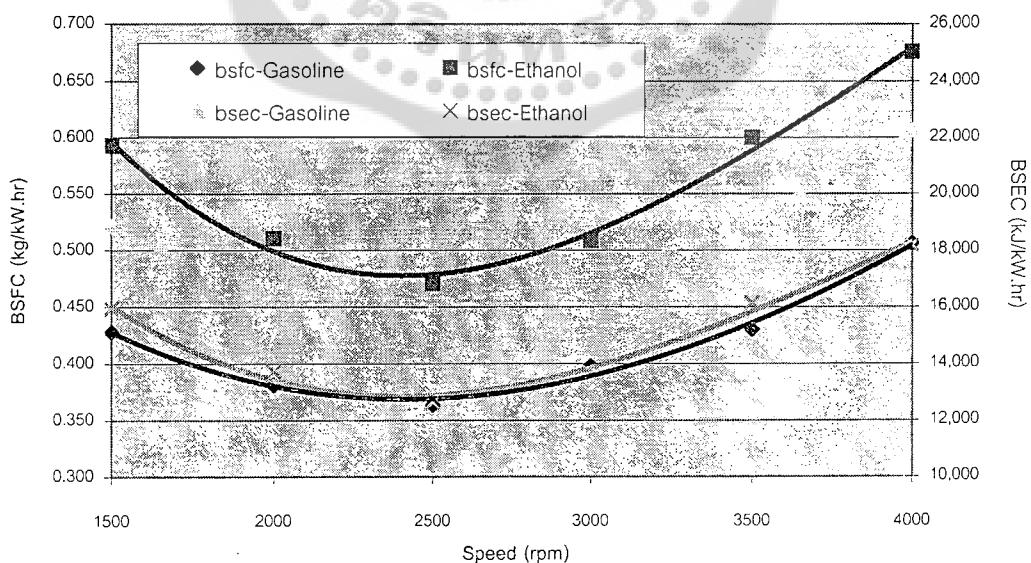
อากาศเพียง 25% ของทั้งหมดจึงทำให้เป็นการขวางทางกรไหลของอากาศที่จะเข้าสู่เครื่องยนต์

3.3.2 กำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ (Brake Power)

จากกราฟในรูปที่ 3.7 ซึ่งเป็นกราฟเปรียบเทียบกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอล จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ทั้งสองให้ค่ากำลังงานเบรกสูงสุด (Maximum Brake Power) อยู่ที่ความเร็วรอบประมาณ 3,000 รอบต่อนาที โดยเครื่องยนต์แก๊สโซลีนให้ค่า 2.543 kW ในขณะที่เครื่องยนต์เอทานอลให้ค่า 2.504 kW ลักษณะการเปลี่ยนแปลงกำลังงานเบรกตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ทำการทดสอบทั้งสองจะมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันคือจากที่ความเร็วรอบต่ำสุด 1,500 รอบต่อนาทีจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น และจะไปสูงสุดที่ความเร็วรอบประมาณ 3,000 รอบต่อนาที หลังจากนั้นกำลังงานเบรกของเครื่องยนต์ก็จะตกลง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากค่า Friction power losses ของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบกำลังงานเบรก ระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอลนั้น จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์เอทานอลจะให้ค่ากำลังงานเบรกที่ต่ำกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน คือประมาณ 1-2% ซึ่งถือว่ามีแตกต่างไม่มากนัก ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากสาเหตุเช่นเดียวกันกับค่าแรงบิดของเครื่องยนต์

3.3.3 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ (Brake Specific Fuel Consumption)



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและพลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์

จากกราฟรูปที่ 3.8 ซึ่งเป็นกราฟเปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอลที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอลนั้น จะเห็นว่าเครื่องยนต์เอทานอลมีความสิ้นเปลืองมากกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนประมาณ 30-50 % ทั้งนี้เนื่องมาจากที่เชื้อเพลิงเอทานอลมีค่าความร้อนในการเผาไหม้ที่ต่ำกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ทำให้ในการเผาไหม้ต้องใช้จำนวนเชื้อเพลิงที่มากกว่าเพื่อให้ได้ค่าพลังงานออกมาเท่ากัน

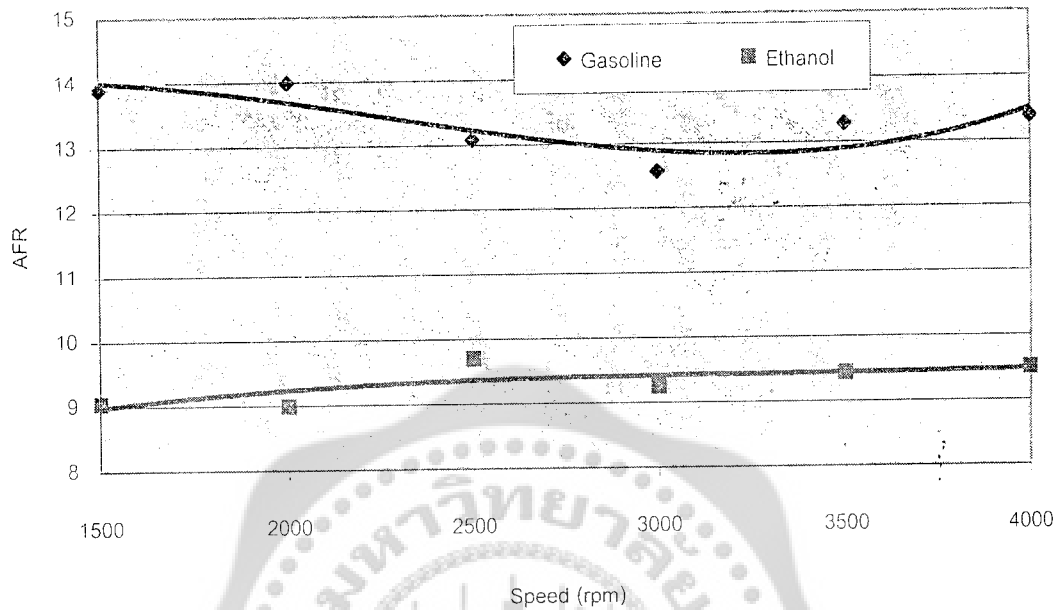
จากกราฟอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ที่น้อยที่สุด (Minimum Specific Fuel Consumption) ของเครื่องยนต์ทั้งสองจะอยู่ที่ความเร็วรอบประมาณ 2,500 รอบต่อ นาที ซึ่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีค่า 0.364 kg/kW.hr ในขณะที่เครื่องยนต์เอทานอลมีค่า 0.470 kg/kW.hr

3.3.4 อัตราการใช้พลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์ (Brake Specific Energy Consumption)

จากกราฟรูปที่ 3.8 ซึ่งเป็นกราฟเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอลที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ซึ่งค่าอัตราการใช้พลังงานจำเพาะของเครื่องยนต์จะเป็นตัวบอกค่าจำนวนของพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง ที่ได้จากการเผาไหม้เพื่อมาเปลี่ยนให้เป็นงานหรืออาจกล่าวได้ว่าความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นงานได้ของเชื้อเพลิง ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้พลังงานความร้อนที่น้อยกว่าในการเปลี่ยนให้เป็นงานที่เท่ากันย่อมดีกว่า

เมื่อพิจารณาจากกราฟจะเห็นว่าเครื่องยนต์เอทานอลจะมีค่าอัตราการใช้พลังงานจำเพาะที่น้อยกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ประมาณ 14-20% นั่นก็แสดงว่าเชื้อเพลิงเอทานอลสามารถที่จะเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นงานได้มากกว่าเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องยนต์เอทานอลมีประสิทธิภาพทางความร้อนที่ดีกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนดังจะเห็นได้จากกราฟรูปที่ 3.10

3.3.5 อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ (Air/Fuel Ratio)

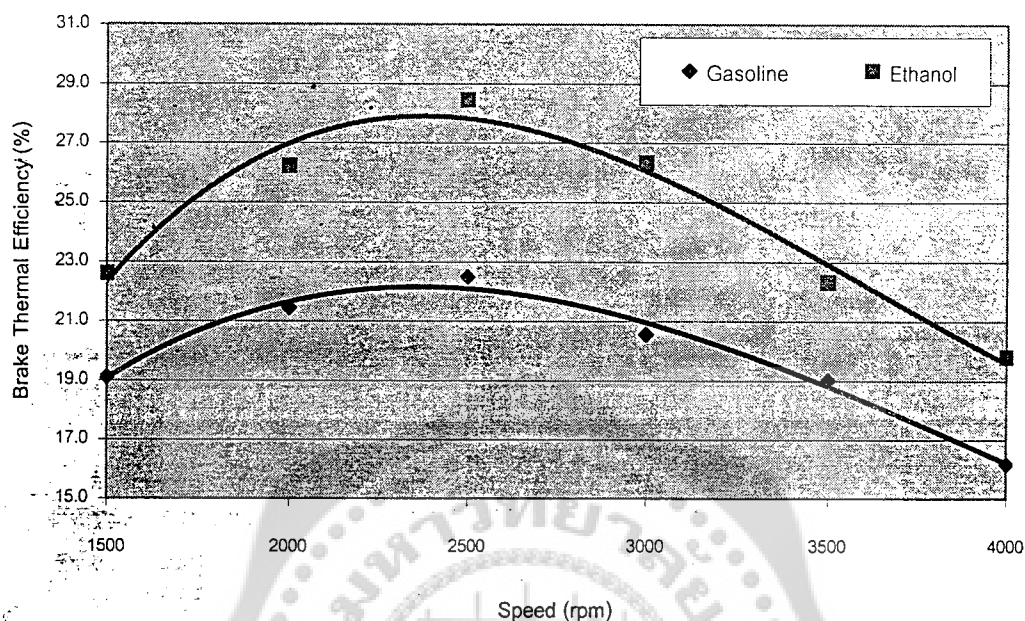


รูปที่ 3.9 กราฟแสดงอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

จากกราฟรูปที่ 3.9 ซึ่งเป็นกราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอล จากกราฟจะเห็นว่าอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ทั้งสองจะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบไม่มากนักทั้งนี้เพราะในการทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบแบบความเร็วเปลี่ยน ที่ภาระงานเต็มที่ โดยในการทดสอบลิ้นเร่ง (Throttle Valve) จะเปิดเต็มที่ตลอดเวลาจึงทำให้อัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอลจะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนนั้นจะมีค่าอัตราส่วนอากาศ อยู่ในช่วงที่เป็นส่วนผสมที่หนา (Rich Mixture) เกือบตลอด อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 9.0-9.5 : 1 ซึ่งถือว่าเป็นส่วนผสมที่พอดี (Stoichiometric Mixture) เพราะเชื้อเพลิงเอทานอลนั้นส่วนผสมทางทฤษฎีจะอยู่ที่ประมาณ 9 : 1

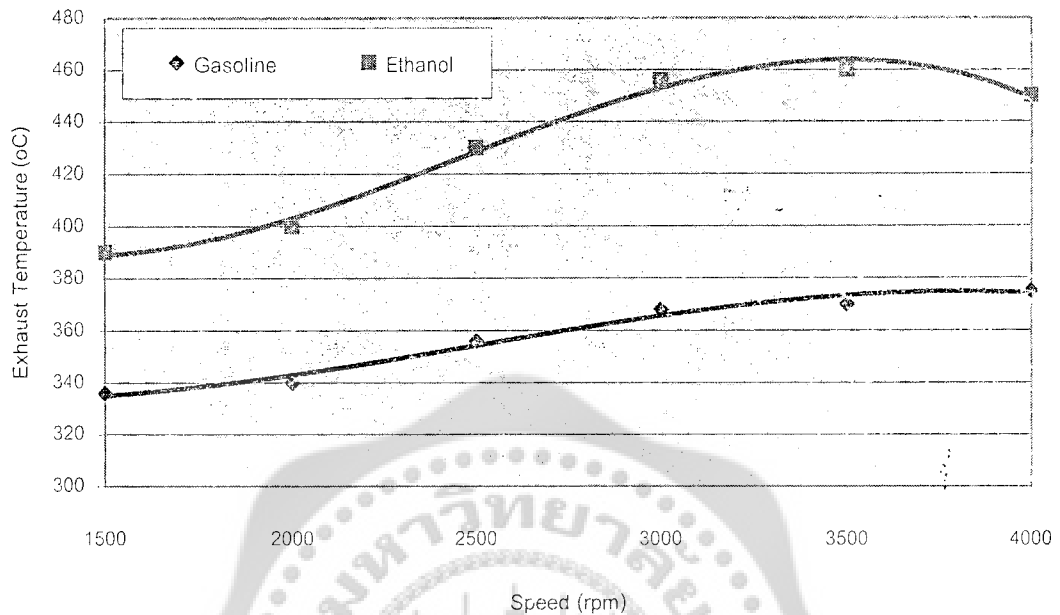
3.3.6 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคของเครื่องยนต์ (Brake Thermal Efficiency)



รูปที่ 3.10 กราฟแสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคของเครื่องยนต์

จากกราฟรูปที่ 3.10 ซึ่งเป็นกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอล จากกราฟจะเห็นว่าประสิทธิภาพทางความร้อนเบรคของเครื่องยนต์ระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอลจะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์เอทานอลจะให้ค่าประสิทธิภาพทางความร้อนเบรคที่สูงกว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีนประมาณ 10 – 20 % ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลหลายประการเช่น เชื้อเพลิงเอทานอลมีค่า Adiabatic flame temperature ที่ต่ำกว่าแก๊สโซลีน (เอทานอลมีค่า 2197 K ในขณะที่แก๊สโซลีนมีค่า 2266 K) ซึ่งทำให้การสูญเสียความร้อนจากการนำและการแผ่รังสีของเครื่องยนต์ออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยกว่าทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สูงขึ้น คุณสมบัติในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเอทานอลที่สามารถเผาไหม้ได้รวดเร็วทำให้การสูญเสียความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมข้างได้น้อยกว่า และเนื่องจากมีอุณหภูมิไอตีที่ต่ำกว่าทำให้ไอตีที่เข้ากระบอกสูบมีความหนาแน่นมากกว่าทำให้การเผาไหม้มีความดันที่สูงกว่าและส่งผลให้ได้กำลังงานที่มากกว่าด้วยทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย

3.3.7 อุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ (Exhaust Temperature)

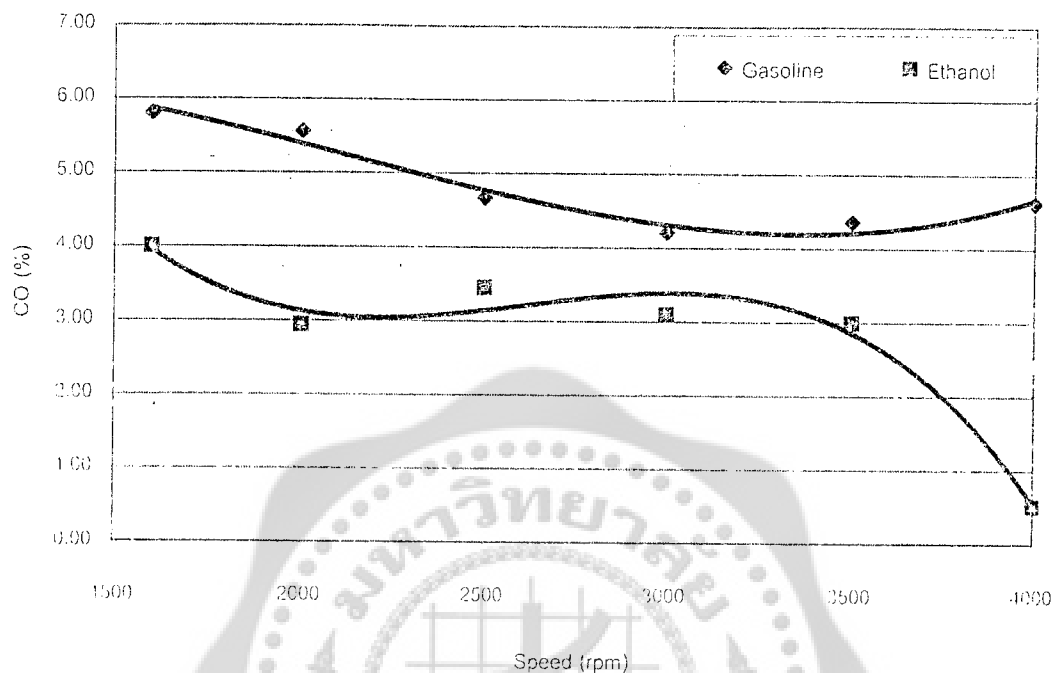


รูปที่ 3.11 กราฟแสดงอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์

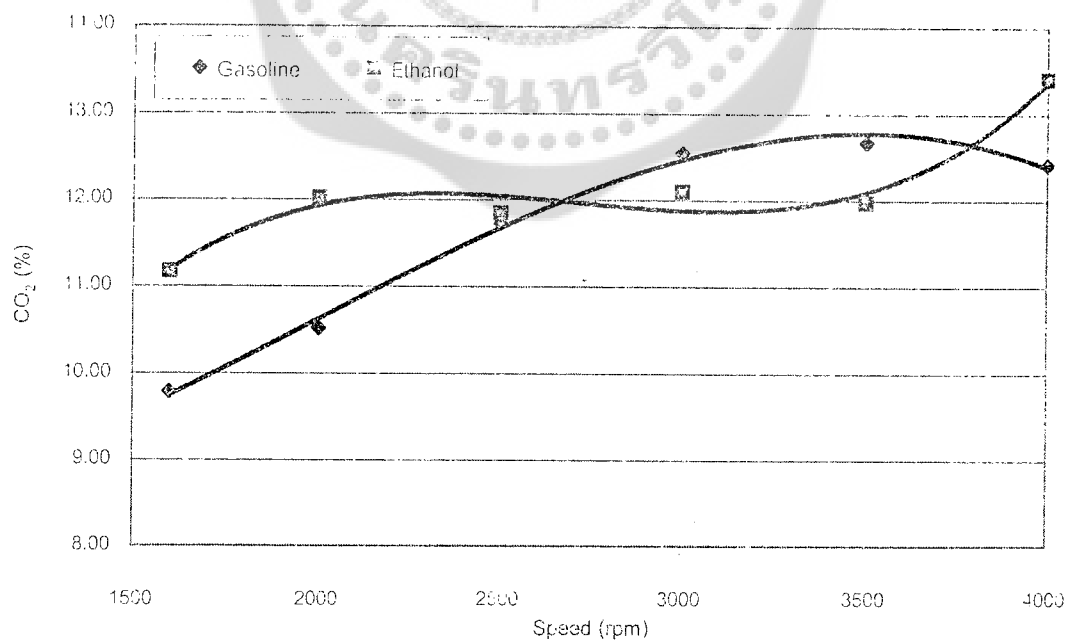
จากกราฟรูปที่ 3.11 ซึ่งเป็นกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเอทานอลที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ตั้งแต่ 1500 – 4000 รอบต่อนาที จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อความเร็วของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นอุณหภูมิไอเสียจะเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นผลมาจากเมื่อความเร็วของเครื่องยนต์สูงขึ้น อัตราการเผาไหม้จะเกิดเร็วขึ้น ทำให้อุณหภูมิการเผาไหม้สูงขึ้นและเครื่องยนต์ก็จะปล่อยพลังงานที่ใส่เข้าไปออกมาในรูปของความร้อนมากขึ้น ซึ่งความร้อนเหล่านี้ก็จะถูกปลดปล่อยออกมากับไอเสีย

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอลนั้นจะเห็นว่าเครื่องยนต์เอทานอลจะมีอุณหภูมิไอเสียที่สูงกว่า เครื่องยนต์แก๊สโซลีนประมาณ 10-20% ทั้งนี้เนื่องจาก เชื้อเพลิงเอทานอลมีการเผาไหม้ที่รวดเร็วเพราะฉะนั้นในการเผาไหม้ความร้อนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะถูกปลดปล่อยออกมากับไอเสียมากกว่าที่จะสูญเสียให้กับถังรอบข้าง และเนื่องจากเครื่องยนต์เอทานอลไอดีที่เข้ากระบอกสูบมีความหนาแน่นที่มากกว่าทำให้การเผาไหม้ให้ความดันและอุณหภูมิที่สูงกว่า

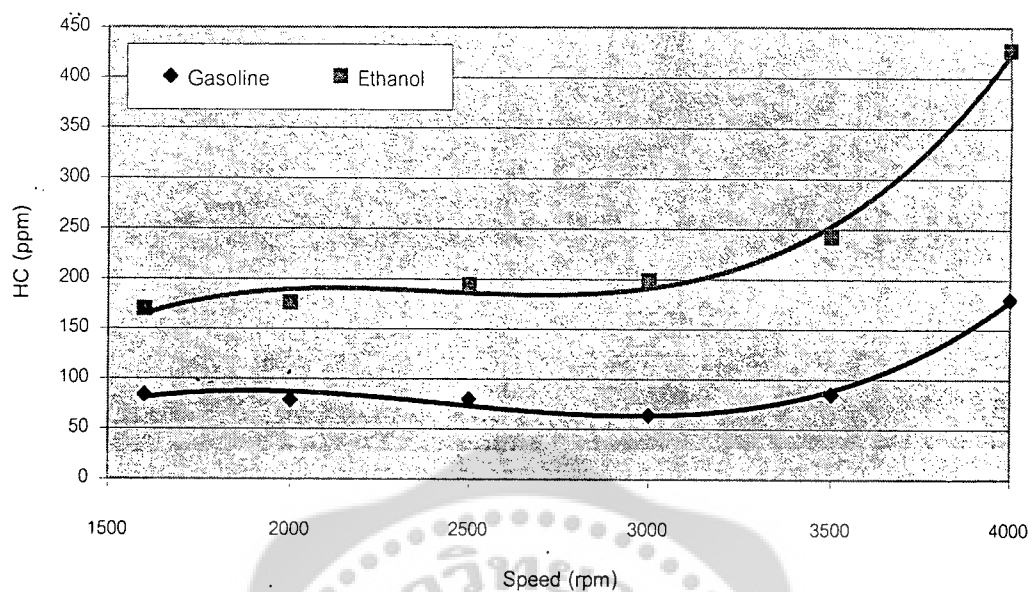
3.3.8 ผลการทดสอบการปลดปล่อยไอเสียของเครื่องยนต์



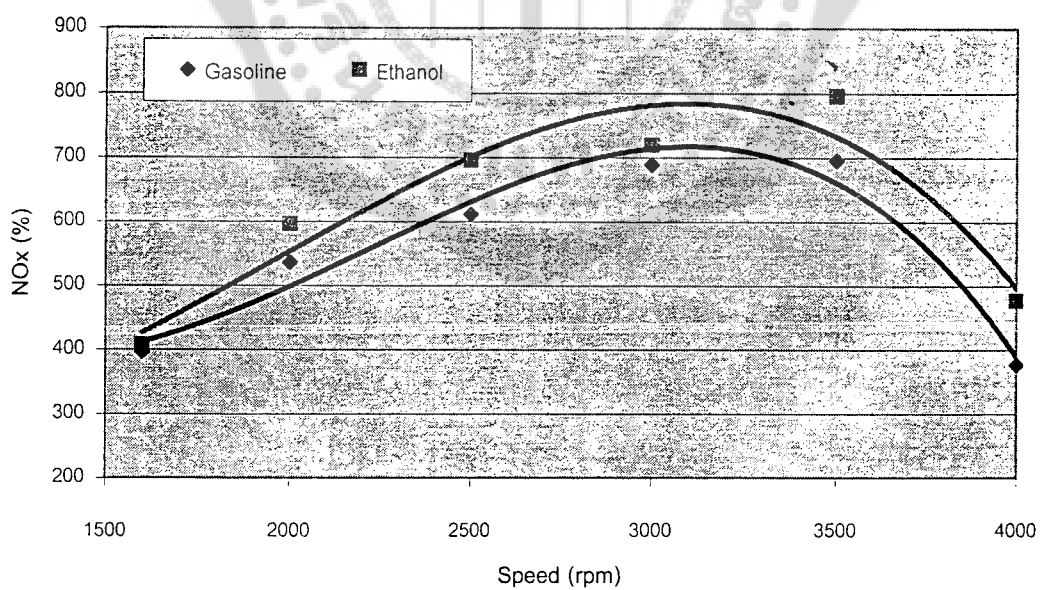
รูปที่ 3.12 กราฟแสดงค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ของเครื่องยนต์



รูปที่ 3.13 กราฟแสดงค่าคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์



รูปที่ 3.14 กราฟแสดงค่าไฮโดรคาร์บอนของเครื่องยนต์



รูปที่ 3.15 กราฟแสดงค่าไนโตรเจนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์

บทที่ 4

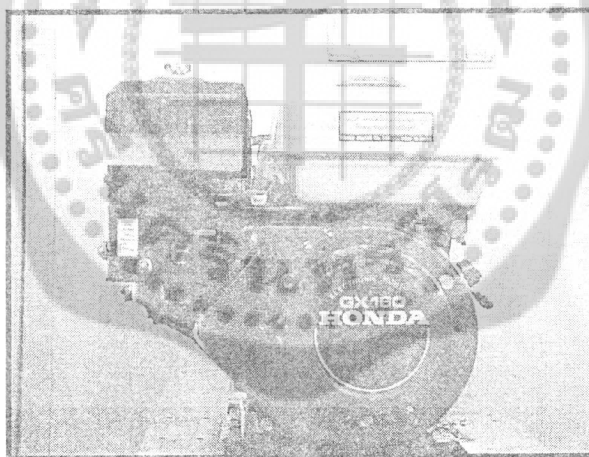
การทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์

4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ อาจแบ่งออกเป็นส่วนตัว่าง ๆ ดังนี้

1. เครื่องยนต์สำหรับการทดสอบจำนวน 2 เครื่อง
2. อุปกรณ์ทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์
3. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

1. เครื่องยนต์สำหรับการทดสอบในการทำการทดสอบครั้งนี้เครื่องยนต์ที่ใช้สำหรับการทดสอบคือเครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 KIQT จำนวน 2 เครื่องดังแสดงในรูปที่ 4.1 และมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4.1



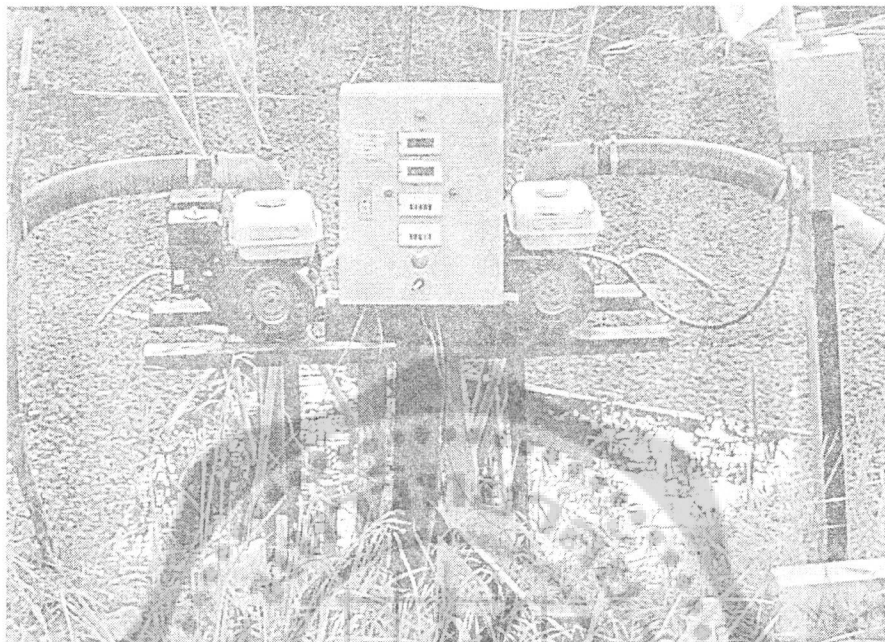
รูปที่ 4.1 เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 KI QT สำหรับทดสอบการสึกหรอ

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของเครื่องยนต์ Honda รุ่น GX160 K1QT สำหรับทดสอบการสึกหรอ

รายการ	รายละเอียด
แบบ	เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็ก สูบเดี่ยววางเอียง 25° 4 จังหวะ OHV
ขนาดกระบอกสูบ	68 mm
ระยะชัก	45 mm
ปริมาตรกระบอกสูบ	163 cm ³
กำลังงานเบรคสูงสุด	4.1 kW (5.5 HP) ที่ 3600 rpm
กำลังงานเบรคแนะนำ	3.6 kW (4.8 HP) ที่ 3600 rpm
แรงบิดสูงสุด	10.8 N.m (1.1 kg.m) ที่ 2500 rpm
ระบบระบายความร้อน	อากาศ
น้ำมันหล่อลื่น	SAE 40 (ความจุ 0.6 ลิตร)
ระบบจุดระเบิด	ทรานซิสเตอร์-แมกนีโต
องศาการจุดระเบิด	25 องศา ก่อนศูนย์ตายบน
อัตราส่วนกำลังอัด	8.5 : 1

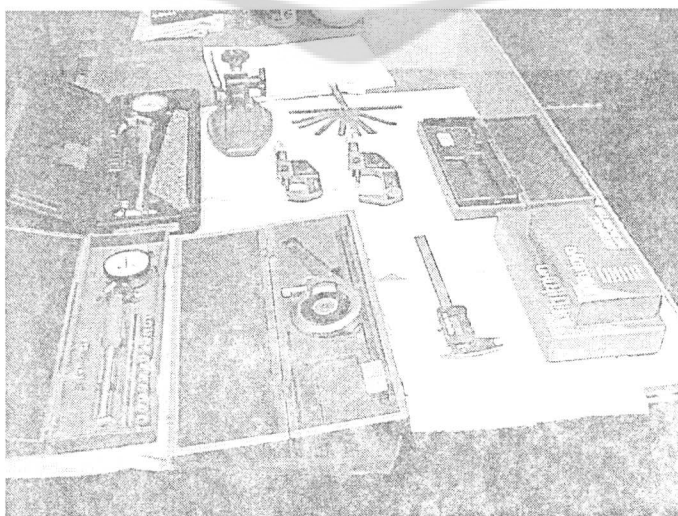
2. อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์

2.1 เครื่องยนต์จำนวน 2 เครื่องซึ่งมีปั้มน้ำติดมากับเครื่องที่ใช้ในการทดสอบดังรูปที่ 4.2

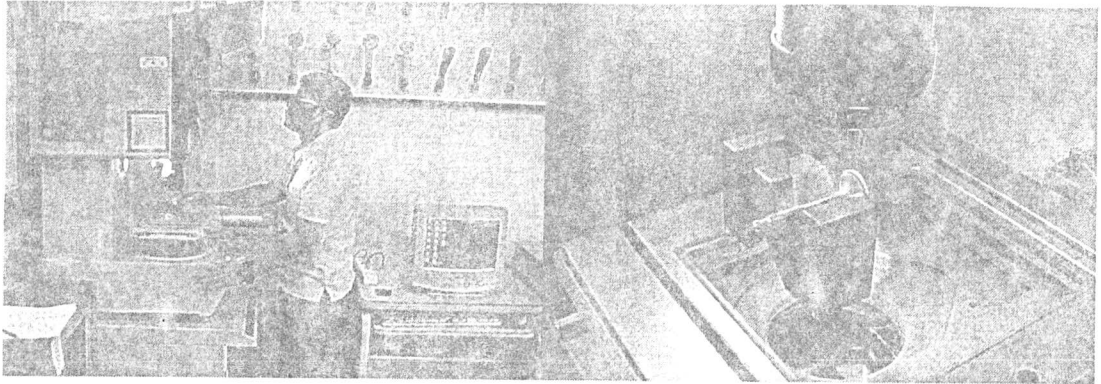


รูปที่ 4.2 เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 KI QT พร้อมปั้มน้ำที่ใช้ในการทดสอบ

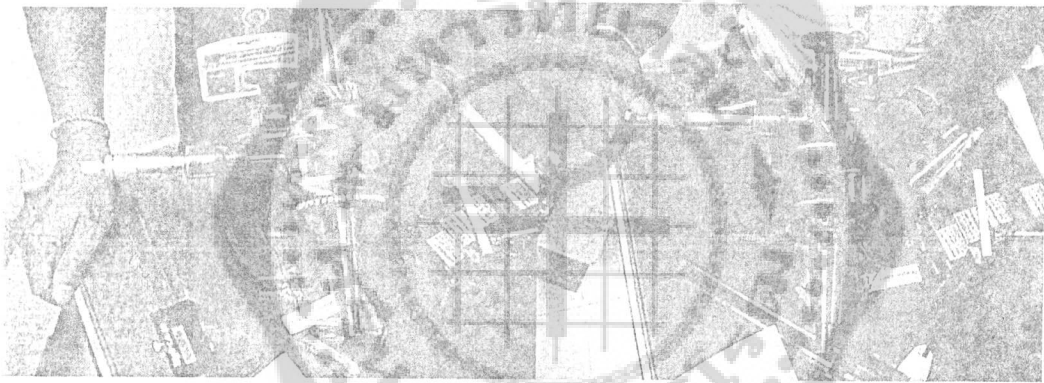
2.2 เครื่องมือวัดละเอียด สำหรับวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เช่น ไมโครมิเตอร์ เวอร์เนีย ไมโครมิเตอร์แบบ Digital และเครื่องมือวัดละเอียดแบบใช้กล้องส่องขยายสเกล ไมโครมิเตอร์แบบตั้งโต๊ะ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4.3



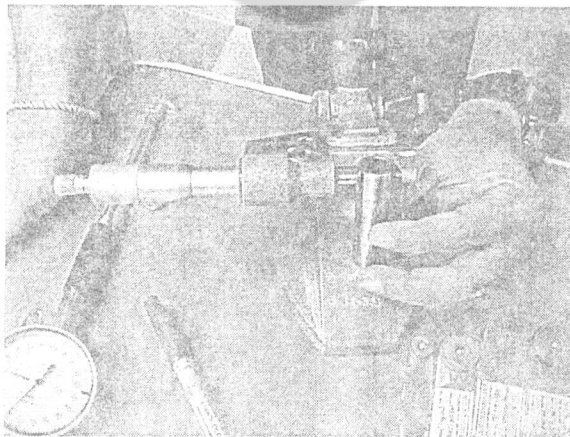
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างเครื่องมือวัดละเอียดสำหรับวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์



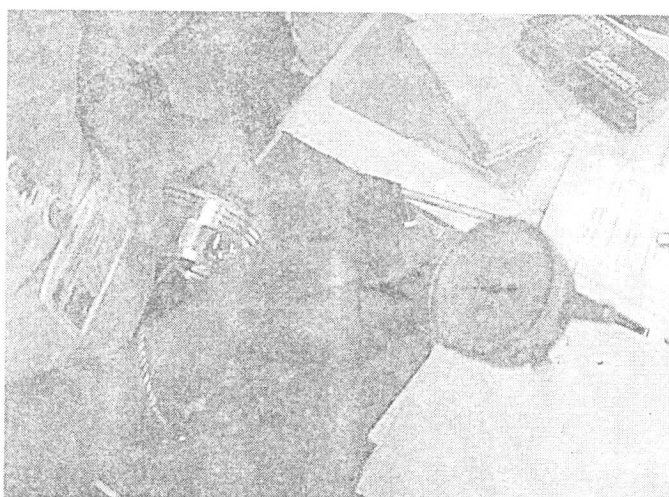
รูปที่ 4.4 แสดงการใช้เครื่องมือที่ใช้วัดวาล์ว



รูปที่ 4.5 แสดงการใช้เครื่องมือวัดวัดเพลาคือเหลี่ยม



รูปที่ 4.6 แสดงการใช้เครื่องมือวัดวัดตักลูกสูบ



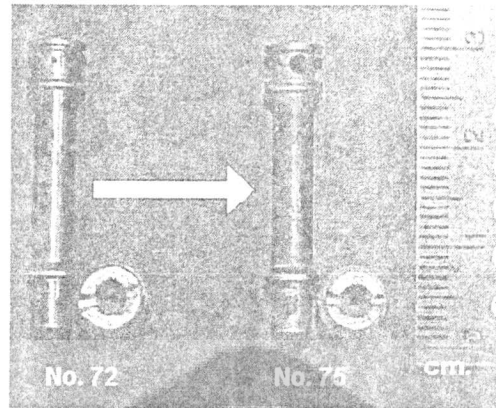
รูปที่ 4.7 แสดงการใช้เครื่องมือวัดวัดลูกสูบ

3. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

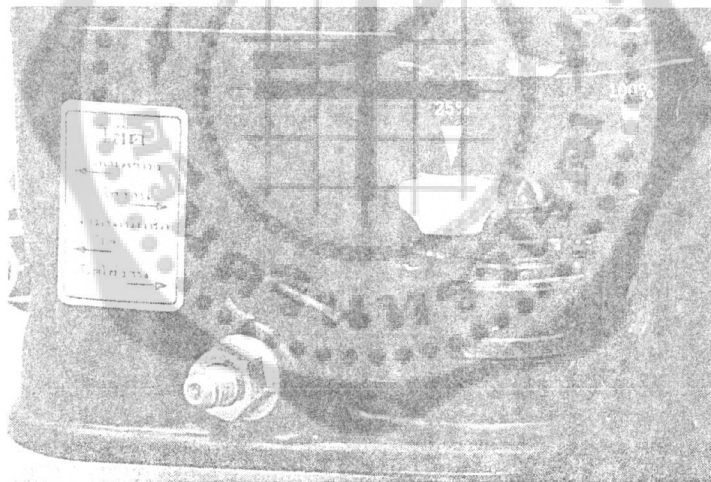
1. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิเป็นแบบ Digital Thermometer ที่ต่ออยู่กับ Thermocouple ชนิด Chromel- Alumel (Type K) สำหรับวัดอุณหภูมิการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งจุดที่ทำการวัดคือ อุณหภูมิอากาศเข้า, อุณหภูมิไอดี, อุณหภูมิไอเสียและอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น
2. นาฬิกาจับเวลา สำหรับวัดอัตราการไหลของเชื้อเพลิง
3. เครื่องมือเบี่ยงคันสำหรับการถอดแยกชิ้นส่วนเครื่องยนต์
4. Tachometer สำหรับวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์

วิธีการทดสอบ

การทดสอบจะใช้เครื่องยนต์ HONDA รุ่น GX160 K1QT จำนวน 2 เครื่องเป็นเครื่องทดสอบ โดยเครื่องที่ 1 จะใช้กับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและเครื่องที่ 2 จะใช้กับเชื้อเพลิง เอทานอล ซึ่งเครื่องยนต์ที่ 2 จะต้องทำการดัดแปลงเพื่อที่ใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอล โดยทำการเพิ่มขนาดของ Main jet ในคาร์บูเรเตอร์จากเดิมที่ใช้เบอร์ 72 เป็นเบอร์ 75 ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอัตราการส่งเชื้อเพลิงได้มากขึ้น และในการเดินเครื่องยนต์จะเปิดใช้คอกอากาศเพียงแค่ประมาณ 25% ของทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 4.9 เพื่อลดปริมาณอากาศที่เข้าให้น้อยลงเพราะอัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงทางทฤษฎีของเอทานอลคือ 9:1 ในขณะที่เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนจะมีค่า ประมาณ 14.6 : 1 เพราะฉะนั้นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเอทานอลจึง จำเป็นต้องลดอัตราส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิง ให้ได้ตามค่าที่กล่าวมา ซึ่งหลักการที่กระทำคือเพิ่มปริมาณการ จ่ายของเชื้อเพลิงและลดปริมาณอากาศที่เข้า



รูปที่ 4.8 ขนาดของ Main Jet ที่เพิ่มขึ้นในเครื่องยัดเอทานอล



รูปที่ 4.9 โช้คอากาศในเครื่องยัดเอทานอลที่เปิดแค่ประมาณ 25% ของทั้งหมด

การทดสอบการสึกหรอ

การทดสอบการสึกหรอจะทำการทดสอบในเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ 3,000 รอบต่อนาที
- ภาระงานครึ่งหนึ่งของภาระงานสูงสุด 1.20 kW
- ทดสอบวันละ 10 ชั่วโมงเป็นเวลา 450 ชั่วโมง (45 วัน)

การทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์จะทำการทดสอบพร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. ถอดแยกชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ตรวจสอบสภาพภายนอกของแต่ละชิ้นส่วน ด้วยสายตาและถ่ายรูป
2. วัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ทำการวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์โดยใช้เครื่องมือวัดละเอียด ชิ้นส่วนที่ทำการวัดคือ กระบอกสูบ, ลูกสูบ, สลักลูกสูบ, แหวนลูกสูบ, ก้านสูบ, วาล์วไอดีไอเสีย, บ่าวาล์ว, สปริงกวาล์ว, เฟลาข้อเหวี่ยง, เฟลาลูกเบี้ยว, ฝาสูบ และซีล
3. ประกอบเครื่องยนต์กลับเช่นเดิม และเติมน้ำมันเครื่องให้เต็มระดับพร้อมการทดสอบ
4. ประกอบเครื่องยนต์เข้ากับชุดปรับเพิ่มภาระ (Load) ให้กับเครื่องยนต์ ซึ่งเป็น ปัม
5. เริ่มทำการทดสอบโดยสตาร์ทเครื่องยนต์ปรับความเร็วรอบเครื่องยนต์ให้ได้ 3,000 รอบต่อนาทีและใส่ภาระ (Load) ซึ่งใช้ปัมในการทดสอบ จับเวลาเริ่มการทดสอบ
6. เก็บข้อมูลในระหว่างการทดสอบคือ
 - 6.1 วัดอุณหภูมิบรรยากาศ, อากาศเข้า, ไอดี, ไอเสียและน้ำมันเครื่องทุก ๆ 2 ชั่วโมง
 - 6.2 สังเกตลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ ตลอดการทดสอบ
7. เมื่อทดสอบครบ 100 ชั่วโมง ทำการถ่ายน้ำมันเครื่องออก สังเกตลักษณะของน้ำมันเครื่อง วัดปริมาณเชื้อเพลิงและน้ำมันเครื่องที่ใช้ไป
8. ถอดแยกชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ตรวจสอบวัดชิ้นส่วนเช่นเดียวกับข้อ ที่ 1
9. วัดขนาดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เช่นเดียวกับข้อที่ 2
10. วิเคราะห์สรุปผลการสึกหรอเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง แก๊สโซลีนและเอทานอล

ผลการทดสอบการสึกหรอ

ผลการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนและเอทานอล ซึ่งทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ภาระงาน 1.2 กิโลวัตต์ (50% ของภาระงานสูงสุด) ทดสอบต่อเนื่องเป็นเวลา 450 ชั่วโมง โดยได้ทำการทดสอบเครื่องยนต์พร้อมกันทั้ง 2 เครื่องระหว่างวันที่ 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2547 ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองมีดังนี้

1. ลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์

ตลอดการทดลอง จากการสังเกตลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ในระหว่างทดสอบทั้งสองเครื่องซึ่งสรุปได้ว่า

1.1 การทำงานของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลจะเรียกว่า โดยสังเกตได้จากความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

1.2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ทั้งหมดในการทดสอบ 450 ชั่วโมง เครื่องยนต์เอทานอลจะมีค่าสูงกว่าประมาณ 60% คือ เครื่องยนต์เอทานอลใช้ไป 678.35 ลิตร ในขณะที่เครื่องยนต์แก๊สโซลีนใช้ไป 417.80 ลิตร

1.3 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเครื่อง ทั้งหมดในการทดสอบทั้ง 450 ชั่วโมง เครื่องยนต์เอทานอลจะมีค่าสูงกว่าประมาณ 47% คือ เครื่องยนต์เอทานอลใช้ไป 1.518 ลิตร ในขณะที่เครื่องยนต์แก๊สโซลีนใช้ไป 1.03 ลิตร ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าคุณสมบัติของเอทานอลสามารถแทรกซึมชั้นฟิล์มของน้ำมันหล่อลื่นที่ผนังกระบอกสูบได้ทำให้เกิดการรวมตัวและถูกเผาไหม้ออกไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเครื่องมากกว่า

2. ลักษณะโดยทั่วไปของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์

จากผลการตรวจสภาพโดยทั่วไปของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์หลังการทดสอบการสึกหรอครบ 450 ชั่วโมงโดยการถอดแยกชิ้นส่วนและสังเกตลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนต่างๆ และถ่ายรูป ซึ่งแสดงดังในภาคผนวกที่ 2. ผลที่ได้คือ

2.1 มีคราบเขม่า เกาะอยู่บริเวณหัวลูกสูบ ฝาสูบด้านวาล์วไอดีและหน้าวาล์วไอดี

ในเครื่องยนต์เอทานอลนั้นจะพบว่า มีคราบเขม่า เกาะอยู่บริเวณหัวลูกสูบ ฝาสูบด้านวาล์วไอดีและหน้าวาล์วไอดี มีลักษณะสีเทาถึงดำ และแข็งในปริมาณที่ค่อนข้างมาก ซึ่งต่างจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่มีคราบเขม่าบาง ๆ ไม่เกาะแน่นหลุดล่อนได้ง่ายและมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากในเอทานอลนั้นซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตขึ้นมาจากพืชประเภทแป้งและน้ำตาล เมื่อทำการเผาไหม้แล้วอาจจะมีสารบางตัวที่เผาไหม้ไม่หมด เช่นประเภทสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในพืช

จึงเหลือค้างในท้องเผาไหม้และจับตัวกับเป็นเขม่าหนา ซึ่งผลที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องชนิดที่มีลารวมเขม่าเกาะอยู่มากดังกล่าว คือเครื่องชนิดดีดอากาศหรือจนถึงขั้นไม่สามารถดีดเครื่องได้เลย เครื่องชนิดนี้มีอาการสันขณะเดินเบา อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

2.2 การกักคร่อนขึ้นในชิ้นส่วนที่สัมผัสกับเชื้อเพลิงเอทานอลโดยตรง

ในส่วนของเครื่องชนิดที่พบการสึกหรอคือในคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์เอทานอลที่เกิดการกักคร่อนขึ้นในชิ้นส่วนที่สัมผัสกับเชื้อเพลิงเอทานอลโดยตรงเช่นในฝาครอบห้องลูกลอยทำให้เกิดกักคร่อนจากเชื้อเพลิงเอทานอล และตัวลูกลอยซึ่งเป็นพลาสติกซึ่งเกิดการกักคร่อนจากเอทานอลจนกระทั่งเปลี่ยนสี

3. ผลจากการวัดขนาดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์

การวัดขนาดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ด้วยเครื่องมือวัดละเอียดการวัดขนาดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์จะทำการวัดเปรียบเทียบกัน ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอลก่อนและหลังการทดสอบการสึกหรอ 450 ชั่วโมง ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์การวัดขนาดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ด้วยเครื่องมือวัดละเอียดโดย บริษัท สยาม แชนนิทารี ฟิตติง จำกัด มหาชนผลที่ได้แสดงดังในภาคผนวกที่ 1. ชิ้นส่วนหลักของเครื่องยนต์ที่ทำการวัดประกอบด้วย กระบอกสูบ ลูกสูบ สลักลูกสูบ แหวนลูกสูบ ก้านสูบ วาล์วไอดีไอเสีย เพลาข้อเหวี่ยง เพลาลูกเบี้ยวและฝาสูบ ในการวัดแต่ละชิ้นส่วนจะใช้เครื่องมือวัดที่แตกต่างกันไปซึ่งจะบอกไว้ท้ายตารางแสดงผลในแต่ละชิ้นส่วน และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดขนาดแต่ละตัวได้ผ่านการเปรียบเทียบ

จากผลที่ได้จากการวัดดังแสดงในภาคผนวกที่ 1 นั้นจะเห็นว่าขนาดที่วัดได้ในแต่ละชิ้นส่วนในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์เอทานอลนั้นมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก ประมาณ 0.01-0.05 มม. และค่าที่วัดได้นั้นในบางชิ้นส่วนไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจนในระหว่างเครื่องยนต์ทั้งสอง กล่าวคือในชิ้นส่วนเดียวกันแต่ในตำแหน่งวัดที่ต่างกัน บางตำแหน่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีค่ามากกว่า แต่อีกตำแหน่งหนึ่งเครื่องยนต์เอทานอลมีค่ามากกว่า เช่นในรูสลักลูกสูบ ที่จุดที่ 4 ตำแหน่ง X-X ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนมีค่าน้อยกว่า 0.01 มม. ส่วนในตำแหน่ง Y-Y เครื่องยนต์เอทานอลจะมีค่ามากกว่า 0.01 มม. เพราะฉะนั้นไม่สามารถสรุปได้ว่าในชิ้นส่วนดังกล่าวในเครื่องยนต์ไหนให้ค่าการสึกหรอที่มากกว่ากัน

ซึ่งค่าแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ไม่ถือว่าเป็นนัยสำคัญที่จะพิจารณาถึงการสึกหรอที่เกิดขึ้นแตกต่างกันในเครื่องยนต์ทั้งสอง เพราะฉะนั้นโดยสรุปจากผลการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์จากการวัดขนาดของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ด้วยเครื่องมือวัดละเอียดในครั้งนี้ การสึกหรอในเครื่องยนต์ทั้งสองไม่แตกต่างกันโดยนัยสำคัญ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

จากผลการศึกษาถึงผลกระทบของเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง โดยทำการศึกษาศึกษาการสึกหรอที่เกิดของกับเครื่องยนต์ เปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็ก HONDA รุ่น GX160 K1QT ขนาด 4.1 กิโลวัตต์ จำนวน 2 เครื่องเป็นเครื่องยนต์สำหรับการทดสอบ โดยที่เครื่องยนต์หนึ่งใช้กับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและอีกเครื่องหนึ่งใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลซึ่งได้ทำการทดสอบพร้อมกัน ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้กับเชื้อเพลิงเอทานอลมีการดัดแปลงแก้ไขเครื่องยนต์บางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับเชื้อเพลิงเอทานอล คือการเพิ่มขนาดของ Main jet น้ำมันในคาร์บูเรเตอร์จากเดิมใช้เบอร์ 72 เป็น เบอร์ 75 เพื่อเพิ่มปริมาณการส่งเชื้อเพลิงให้มากขึ้น และปรับใช้คอกอากาศของเครื่องยนต์ให้เปิดแก่ประมาณ 25% ของทั้งหมด เพื่อลดปริมาณอากาศที่เข้าจากการทดสอบการสึกหรอของเครื่องยนต์ ผลการทดสอบที่ได้พอสรุปสาระสำคัญตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

การสึกหรอของเครื่องยนต์

จากการทดสอบการสึกของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเอทานอลเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน โดยภาพรวมแล้วการสึกหรอในเครื่องยนต์ทั้งสองไม่แตกต่างกันทั้งจากการวัดขนาดด้วยเครื่องมือวัดละเอียดซึ่งค่าที่ได้ออกมาแตกต่างกันน้อยมาก และไม่แสดงค่าการสึกหรอที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

เพราะฉะนั้นสรุปโดยรวมได้ว่าการศึกษาในครั้งนี้พบว่าเชื้อเพลิงเอทานอลสามารถนำมาใช้ในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้เพียงแต่ทำการดัดแปลงเครื่องยนต์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งสามารถให้กำลังงานออกมาไม่แตกต่างกัน และเกิดการสึกหรอกับเครื่องยนต์น้อยมากไม่แตกต่างกับเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน เพียงแต่การใช้เชื้อเพลิงเอทานอลนั้นจะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่มากกว่า แต่สิ่งที่จะต้องพิจารณาเพิ่มเติมที่พบเจอจากการศึกษาในครั้งนี้ คือคราบเขม่าที่เกาะอยู่บริเวณหัวลูกสูบและหน้าวาล์วไอดีในเครื่องยนต์ยนต์เอทานอล ซึ่งเป็นสิ่งที่จะต้องทำการศึกษากันต่อไปว่าเกิดจากอะไรและมีวิธีการที่จะลดได้อย่างไรเพราะไม่เช่นนั้นแล้วจะเป็นปัญหาต่อการทำงานของเครื่องยนต์ได้อย่างมาก

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการทดสอบจากสภาวะการทำงานจริง ๆ และควรใช้เวลาให้มากกว่านี้เพื่อให้เห็นผลการสึกหรอที่มีความแตกต่างกันที่เห็นได้ชัด

จากผลจากทดสอบเครื่องยนต์ จะเห็นว่าในเครื่องยนต์เอทานอลนั้นหลังจากทดสอบ 450 ชั่วโมงพบว่ามีคราบเขม่ามีลักษณะสีเทา แข็งเกาะอยู่บริเวณ หัวลูกสูบและวาล์วไอดีอยู่ใบบริเวณที่มากซึ่งจะเป็นปัญหาต่อการทำงานของเครื่องยนต์ต่อไป เพราะฉะนั้นจึงควรมีการศึกษาและหาวิธีการในส่วนนี้เพื่อให้สามารถคัดแปลงหรือพัฒนาเครื่องยนต์เพื่อใช้กับเชื้อเพลิง เอทานอลได้ต่อไป

เพื่อให้การพิจารณานำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ในเครื่องยนต์ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรทำการศึกษาถึงการปลดปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นไปในการศึกษาการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในเครื่องยนต์ขนาดเล็ก เพราะฉะนั้นควรที่จะมีการศึกษาในเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ขึ้น



หน้าบรรณาการ

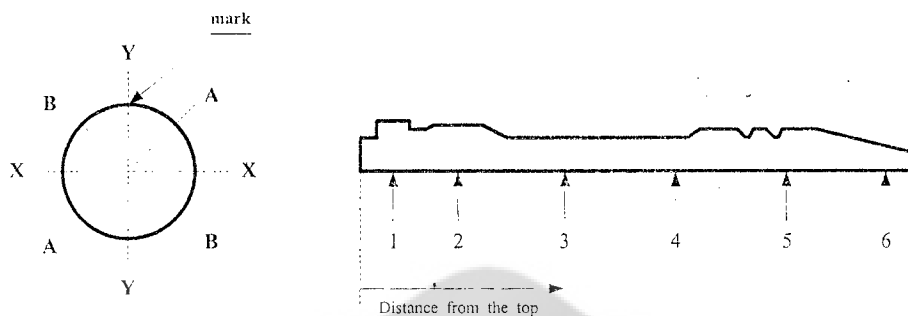
1. ชีรภัทร ศรีนครุต, 2543, "เชื้อเพลิงเอทานอลจากวัสดุการเกษตร : แหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ของคนไทย," วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 5, ฉบับที่ 3, กันยายน-ธันวาคม, หน้า 5-8.
2. สมพงษ์ พรหมสะอาด., 2543, "โครงการเอทานอล : น้ำมันเพื่อชาติ," โลกสีเขียว, ปีที่ 9, ฉบับที่ 4, กันยายน-ตุลาคม, หน้า 11-12.
3. U.S. Department of Energy, 1999, Guidebook for Handling, Storing and Dispensing Fuel Ethanol, Center for Transportation Research, Chicago, pp. 11-13. (www.afdc.doe.gov)
4. Birrell, J.S., 1982, "Ethanol as a Petrol Extender in Spark Ignition Engines," Paper 825026 presented at the XIX International Fisita Congress, Melbourne, Australia, pp. 59-63.
5. King, E.T. and Chui G.K., 1984, "Hardware effects on the wear of methanol fueled engine," VI International Symposium on Alcohol Fuel Technology ,Ottawa Canada, May 21- 25, 1984, pp. 242-251.
6. Myung , C.L., et al, 1993, "Research and Development of Hyundai Flexible Fuel Vehicles (FFVs)," Future Fuels and Emission System, Society of Automotive Engineers (SAE), pp. 91-97.
7. สุรัชย์ บวรเศรษฐนันท์, 2526, "การสึกหรอของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงเสริม, " วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.



ภาคผนวกที่ 1

ผลการตรวจวัดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ด้วยเครื่องมือวัดละเอียด

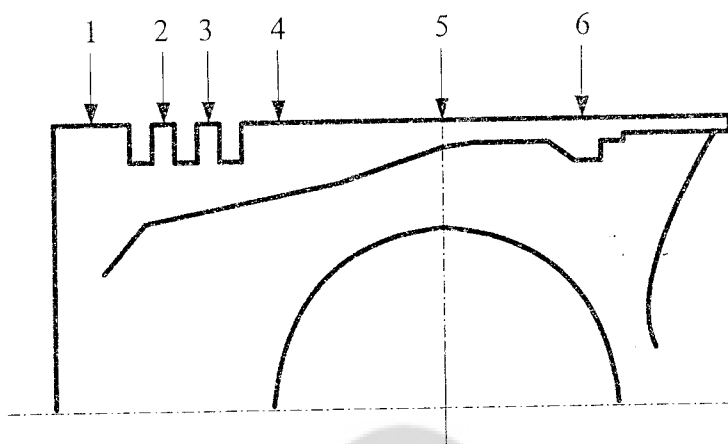
1. CYLINDER LINER



		1	2	3	4	5	6
Distance (mm)		5	15	30	50	70	80
Standard Dimension (mm)		Ø68.00					
X-X	New Engine	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01
	Gasoline Engine	68.07	68.06	68.05	68.04	68.03	68.03
	Ethanol Engine	68.05	68.05	68.05	68.02	68.00	68.00
Y-Y	New Engine	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01
	Gasoline Engine	68.04	68.04	68.04	68.03	68.04	68.04
	Ethanol Engine		68.03	68.02	68.02	68.02	68.03
A-A	New Engine	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01
	Gasoline Engine	68.03	68.04	68.04	68.04	68.03	68.03
	Ethanol Engine	68.02	68.02	68.02	68.01	68.01	68.02
B-B	New Engine	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01	68.01
	Gasoline Engine	68.05	68.05	68.04	68.04	68.04	68.05
	Ethanol Engine	68.03	68.03	68.03	68.02	68.02	68.03

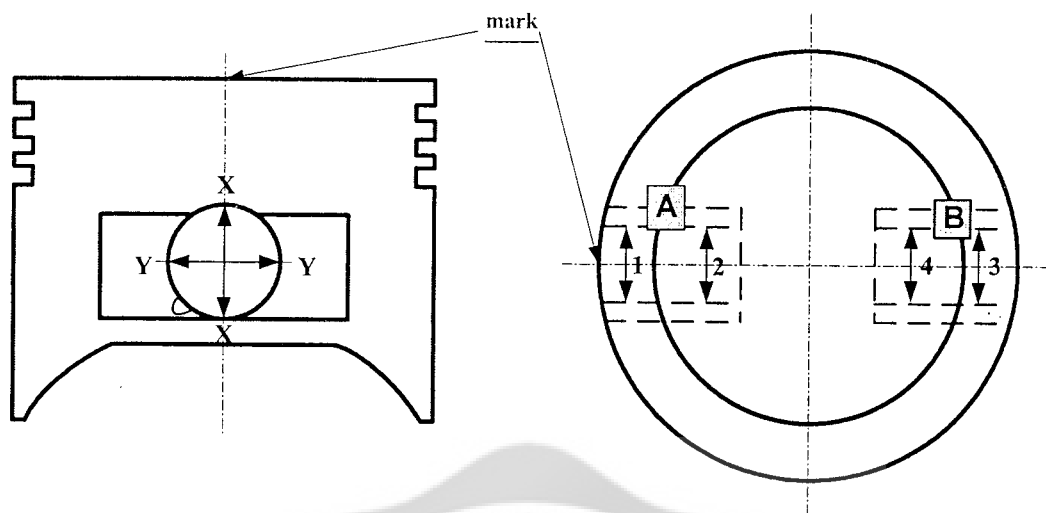
เครื่องมือวัด : CYLINDER GAUGE หรือ BORE GAUGE ขนาด 50 – 100 mm ค่าความละเอียด 0.01 มม (Serial No. : 465611)(5-17-011)

: D.D.I. INDICATOR ขนาด 0 – 10 มม ค่าความละเอียด 0.01 มม
(Serial No. : 012083)(5-13-007)

2. PISTON

		1	2	3	4	5	6
Standard Dimension (mm)		$\varnothing 67.98$					
Parallel Pin	New Engine	67.56	67.56	67.18	67.82	67.95	67.97
	Gasoline Engine	67.69	67.68	67.16	67.90	67.92	68.00
	Ethanol Engine	67.69	67.69	67.21	67.93	67.99	67.98
Right Angle Pin	New Engine	67.56	67.56	67.17	67.80	67.93	67.96
	Gasoline Engine	67.68	67.68	67.18	67.73	67.87	67.94
	Ethanol Engine	67.68	67.70	67.21	67.89	67.90	67.87

เครื่องมือวัด : VERNIER DIGITAL ขนาด 0 -150 mm ค่าความละเอียด 0.01 mm
(Serial No. : 5A04704)(5-10-007)

3. PISTON PIN HOLE

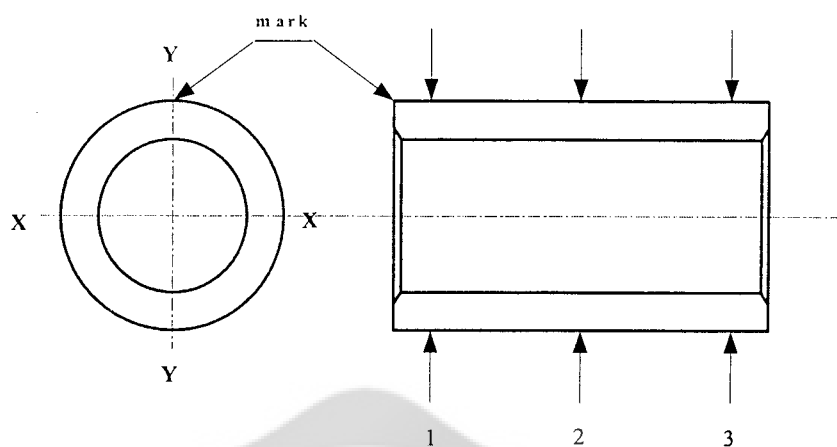
		A		B	
		1	2	3	4
Standard Dimension (mm)		\varnothing 18.002			
X-X	New Engine	18.015	18.016	18.014	18.014
	Gasoline Engine	18.020	18.019	18.025	18.026
	Ethanol Engine	18.027	18.025	18.028	18.027
Y-Y	New Engine	18.015	18.016	18.014	18.014
	Gasoline Engine	18.018	18.018	18.025	18.024
	Ethanol Engine	18.018	18.025	18.025	18.025

เครื่องมือวัด : CYLINDER GAUGE หรือ BORE GAUGE ขนาด 18 - 35 mm ค่าความ
ละเอียด 0.001 mm

(Serial No. : 099361) (5-17-004)

: DIAL INDICATOR ขนาด 0 - 1.000 ค่าความละเอียด 0.001 mm

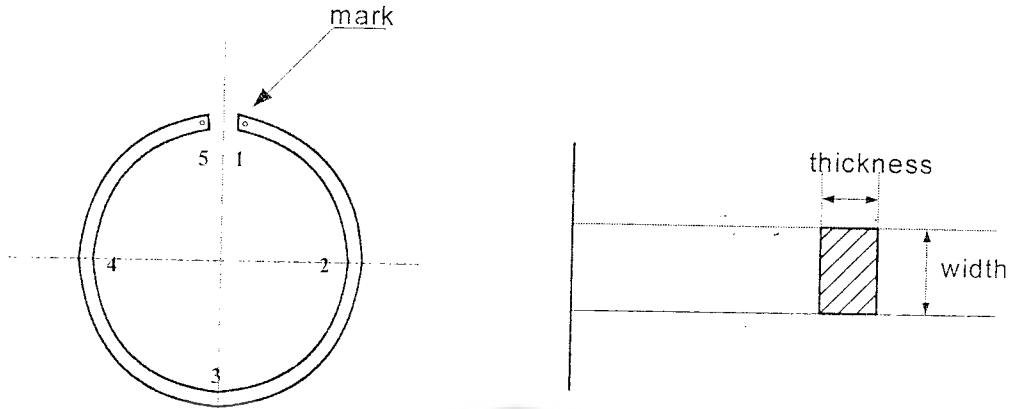
(Serial No. :100658) (5-13-011)

4. PISTON PIN

		1	2	3
Standard Dimension (mm)		Ø18.000		
X-X	New Engine	17.999	17.999	17.999
	Gasoline Engine	17.997	17.998	17.998
	Ethanol Engine	17.999	17.999	17.999
Y-Y	New Engine	17.999	17.999	17.999
	Gasoline Engine	17.998	17.999	17.999
	Ethanol Engine	17.999	17.999	17.999

เครื่องมือวัด : MICRO DIGITAL ขนาด 0-25 mm ค่าความละเอียด 0.001 mm
(Serial No. : 9313455) (5-11-048)

5. PISTON RING



Thickness

		Standard Dimension (mm)	1	2	3	4	5
1 st	New Engine	1.500	1.447	1.445	1.447	1.442	1.442
	Gasoline Engine		1.449	1.446	1.449	1.449	1.450
	Ethanol Engine		1.463	1.464	1.461	1.461	1.461
2 nd	New Engine	1.500	1.442	1.444	1.441	1.440	1.442
	Gasoline Engine		1.464	1.463	1.464	1.462	1.463
	Ethanol Engine		1.449	1.451	1.453	1.450	1.451

เครื่องมือวัด : MICRO DIGITAL ขนาด 0-25 mm ค่าความละเอียด 0.001 mm
 (Serial No. : 9313455) (5-11-048)

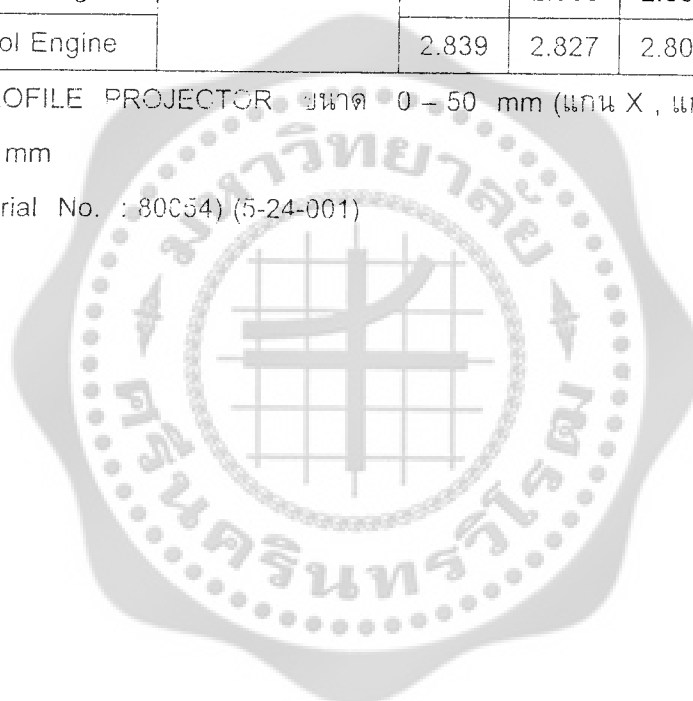
Width

		Standard Dimension (mm)	1	2	3	4	5
1 st	New Engine	-	2.767	2.857	2.817	2.835	2.804
	Gasoline Engine		2.873	2.862	2.817	2.820	2.872
	Ethanol Engine		2.814	2.811	2.847	2.855	2.801
2 nd	New Engine	-	2.823	2.846	2.787	2.836	2.810
	Gasoline Engine		2.909	2.908	2.839	2.938	2.882
	Ethanol Engine		2.839	2.827	2.804	2.842	2.848

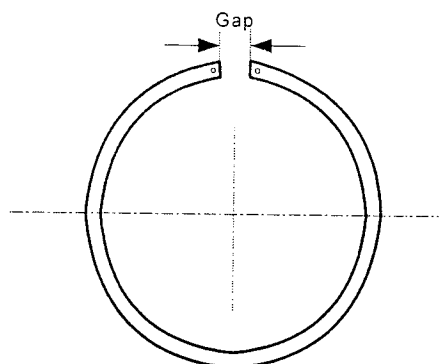
เครื่องมือวัด : PROFILE PROJECTOR ขนาด 0 – 50 mm (แกน X , แกน Y) ค่าความ

ละเอียด 0.001 mm

(Serial No. : 80054) (5-24-001)

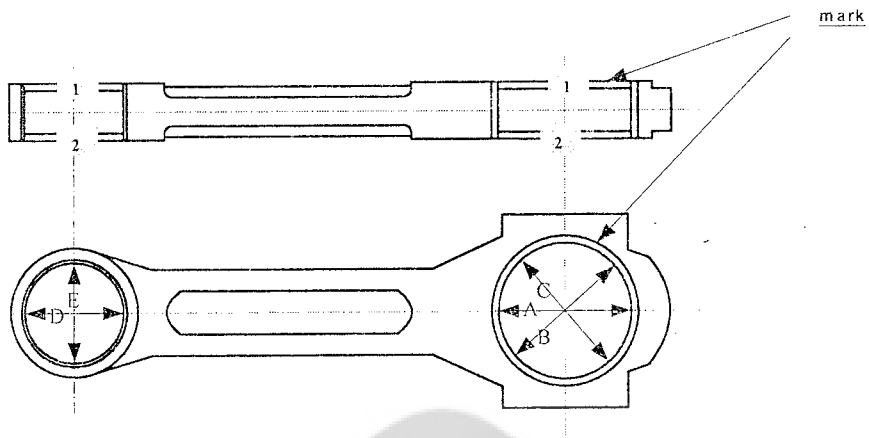


Ring Gap



		Standard Dimension (mm)	
1 st	New Engine	0.2 – 0.4	0.3
	Gasoline Engine		0.20
	Ethanol Engine		0.32
2 nd	New Engine	0.2 – 0.4	0.3
	Gasoline Engine		0.40
	Ethanol Engine		0.32

เครื่องมือวัด : FILLER GAUGE หรือ THICKNESS GAUGE ขนาด 0.01 – 0.10 mm
(ขนาดที่ใช้ 0.10, 0.07, 0.06, 0.04 และ 0.03 mm) (Code No. : 5 - 15 - 003)

6. CONNECTING ROD

		Crank Pin Metal			Piston Pin Bush	
		A	B	C	D	E
Standard Dimension (mm)		Ø 30.02			Ø 18.02	
1	New Engine	30.03	30.03	30.02	18.03	18.02
	Gasoline engine	30.11	30.06	30.10	18.02	18.02
	Ethanol Engine	30.10	30.07	30.11	18.03	18.02
2	New Engine	30.03	30.03	30.02	18.02	18.02
	Gasoline engine	30.10	30.06	30.09	18.03	18.02
	Ethanol Engine	30.12	30.07	30.10	18.03	18.03

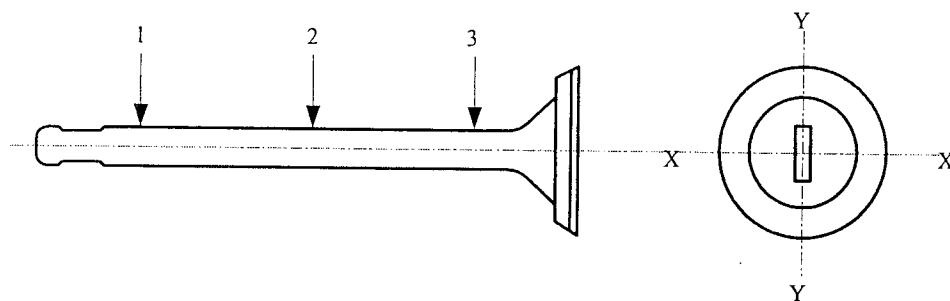
เครื่องมือวัด : CYLINDER GAUGE หรือ BORE GAUGE ขนาด 18 – 35 mm ค่าความละเอียด 0.01 mm

(Serial No. : 139061) (5-17-009)

: DIAL INDICATOR ขนาด 0 – 10.0 mm ค่าความละเอียด 0.01 mm

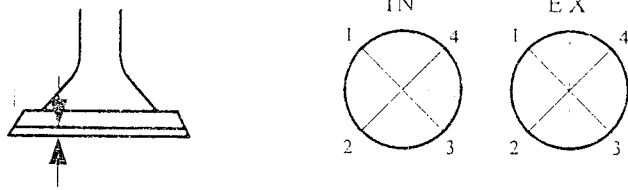
(Serial No. :1P1257) (5-13-002);

7. VALVE



		IN			EX		
		1	2	3	1	2	3
Standard Dimension (mm)		Ø 5.480			Ø 5.440		
X-X	New Engine	5.469	5.469	5.470	5.428	5.429	5.430
	Gasoline Engine	5.469	5.468	5.468	5.434	5.430	5.435
	Ethanol Engine	5.469	5.469	5.470	5.432	5.434	5.433
Y-Y	New Engine	5.469	5.470	5.470	5.428	5.430	5.430
	Gasoline Engine	5.468	5.468	5.469	5.436	5.431	5.435
	Ethanol Engine	5.469	5.469	5.470	5.432	5.433	5.436

เครื่องมือวัด : MICRO DIGITAL ขนาด 0-25 mm ค่าความละเอียด 0.001 mm
(Serial No. : 9313455) (5-11-048)

8. VALVE RECESSING

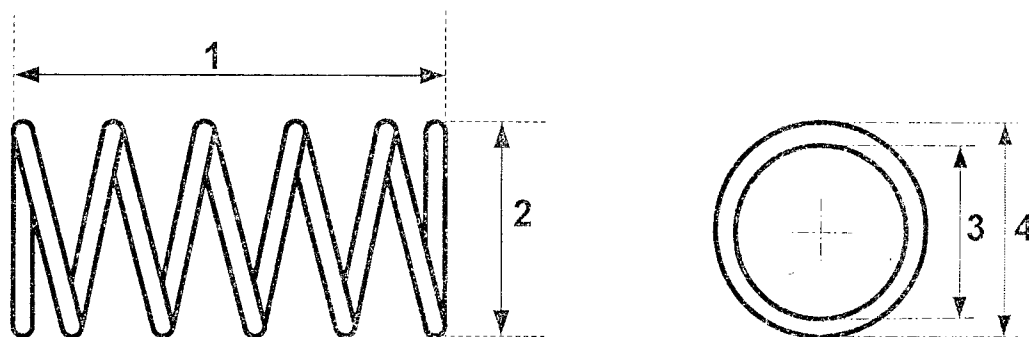
		Standard Dimension (mm)	1	2	3	4
IN	New Engine	0.800	0.704	0.662	0.618	0.679
	Gasoline Engine		0.631	0.582	0.598	0.599
	Ethanol Engine		0.659	0.576	0.721	0.767
EX	New Engine	-	1.263	1.254	1.277	1.281
	Gasoline Engine		1.199	1.229	1.220	1.187
	Ethanol Engine		1.150	1.168	1.175	1.186

เครื่องมือวัด : PROFILE PROJECTOR ขนาด 0 – 50 mm (แกน X , แกน Y) ค่าความ

ละเอียด 0.001 mm

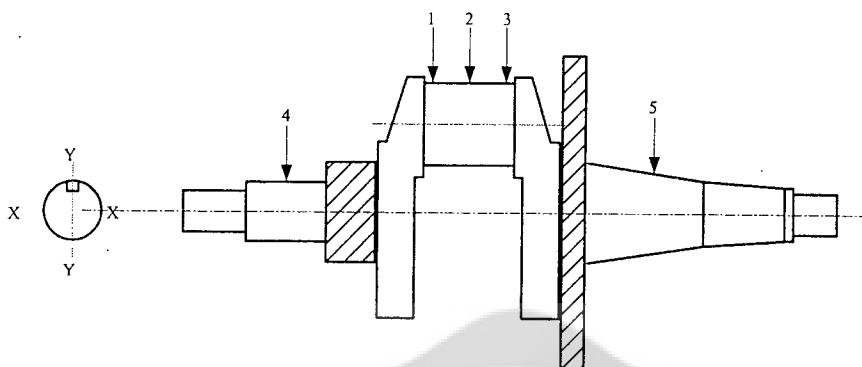
(Serial No. : 80054) (5-24-001)

9. VALVE SPRING



	Standard Dimension (mm)	IN			EX		
		New Engine	Gasoline Engine	Ethanol Engine	New Engine	Gasoline Engine	Ethanol Engine
1		30.57	30.27	30.15	30.57	29.79	30.35
2	-	19.77	19.92	19.79	19.86	19.80	19.79
3	-	16.21	16.28	16.16	19.76	16.29	16.13
4	-	16.26	19.82	19.70	19.85	19.88	16.77

เครื่องมือวัด : VERNIER DIGITAL ขนาด 0-150 mm ค่าความละเอียด 0.01 mm
(Serial No. : 5A04704) (5-10-007)

10. CRANK SHAFT

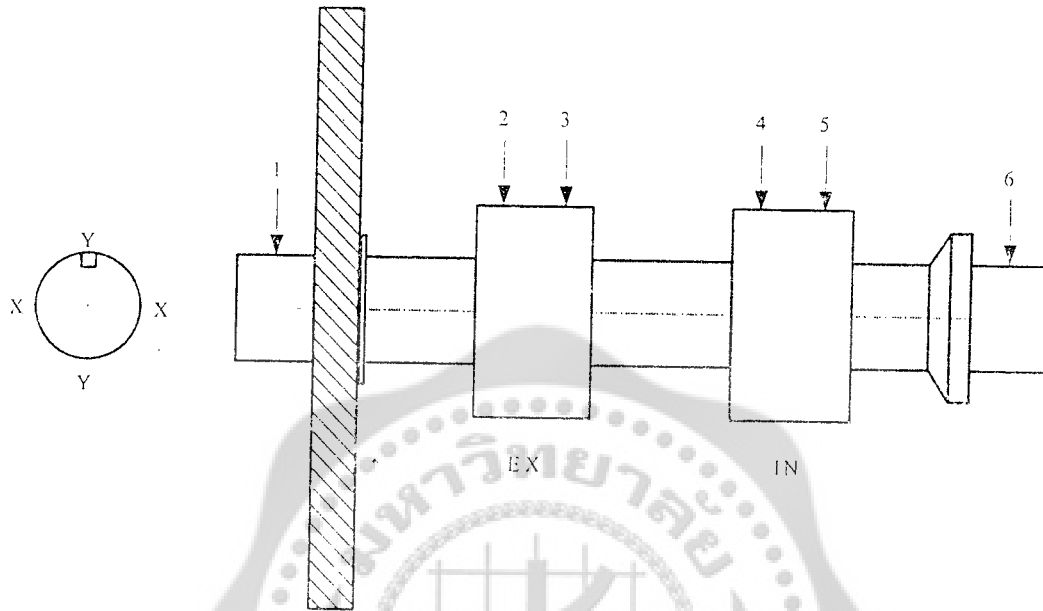
		Crank Pin			Journal	Oil Ring
		1	2	3	4	5
Standard Dimension (mm)		Ø 29.980			-	-
X-X	New Engine	29.976	29.975	29.975	24.980	24.983
	Gasoline Engine	29.971	29.975	29.972	24.986	24.964
	Ethanol Engine	29.971	29.972	29.974	24.988	24.973
Y-Y	New Engine	29.969	29.969	29.970	24.980	24.978
	Gasoline Engine	29.972	29.972	29.975	24.985	24.962
	Ethanol Engine	29.977	29.976	29.976	24.989	24.973

เครื่องมือวัด :

จุดที่ 1, 2 และ 3 : MICRO DIGITAL ขนาด 25 – 50 mm ค่าความละเอียด 0.001 mm
(Serial No. :1236032) (5-11-051)

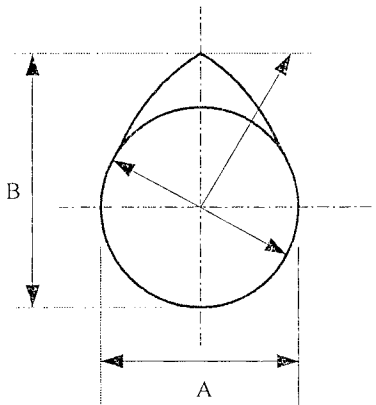
จุดที่ 4 และ 5 : MICRO DIGITAL ขนาด 0 – 25mm ค่าความละเอียด 0.001 mm
(Serial No. : 9313455) (5-11-048)

11. CAM SHAFT



		1	6
Standard Dimension (mm)			13.984
X	New Engine		
	Gasoline Engine	13.981	13.974
	Ethanol Engine	13.944	13.974
Y	New Engine		
	Gasoline Engine	13.976	13.973
	Ethanol Engine	13.973	13.974

เครื่องมือวัด : MICRO DIGITAL ขนาด 0 – 25 mm ค่าความละเอียด 0.001 mm
(Serial No. : 9313455) (5-11-048)



		EX		IN	
		2	3	4	5
Standard Dimension (mm)		-		-	
A	New Engine	21.991	21.994	22.036	22.038
	Gasoline Engine	22.047	22.047	21.997	22.033
	Ethanol Engine	22.043	22.047	22.000	22.008
Standard Dimension (mm)		27.750		27.700	
B	New Engine	27.726	27.725	27.677	27.679
	Gasoline Engine	27.742	27.746	27.687	27.690
	Ethanol Engine	27.742	27.746	27.691	27.695

เครื่องมือวัด :

จุดที่ A : MICRO DIGITAL ขนาด 0 – 25 mm ค่าความละเอียด 0.001 mm
(Serial No. : 9313455) (5-1-048)

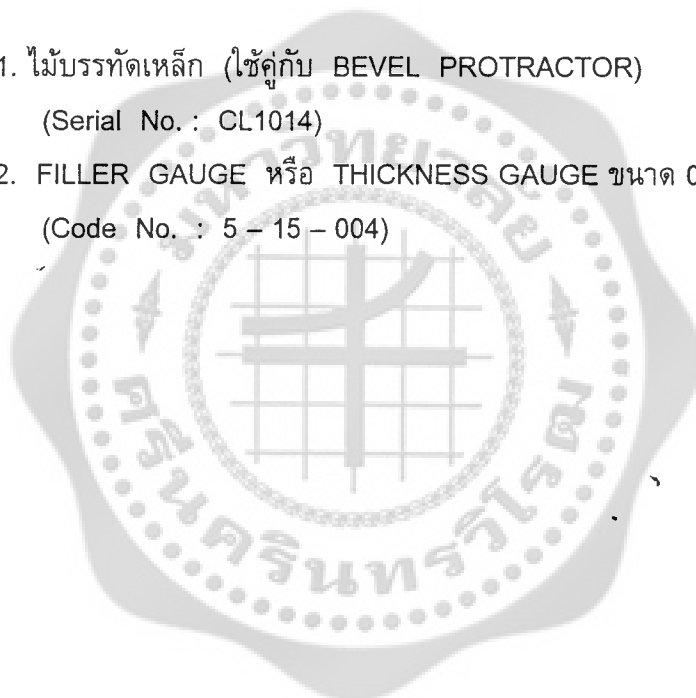
จุดที่ B : MICRO DIGITAL ขนาด 25 – 50 mm ค่าความละเอียด 0.001 mm
(Serial No. : 1236032) (5-11-051)

12. CYLINDER COVERS

	1	2	3	4
Standard Dimension (mm)	0			
New Engine	0	0.01	0	0.01
Gasoline Engine	0.02	0.02	0.01	0.01
Ethanol Engine	0.01	0.01	0.01	0.01

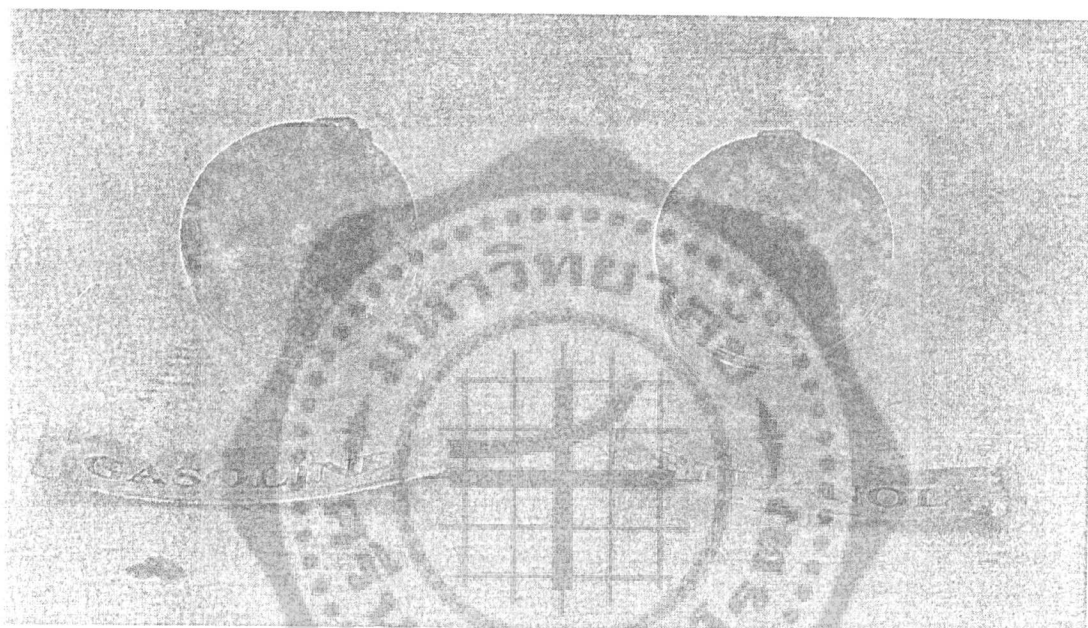
เครื่องมือวัด :

1. ไม้บรรทัดเหล็ก (ใช้คู่กับ BEVEL PROTRACTOR)
(Serial No. : CL1014)
2. FILLER GAUGE หรือ THICKNESS GAUGE ขนาด 0.01 – 0.10 mm
(Code No. : 5 – 15 – 004)

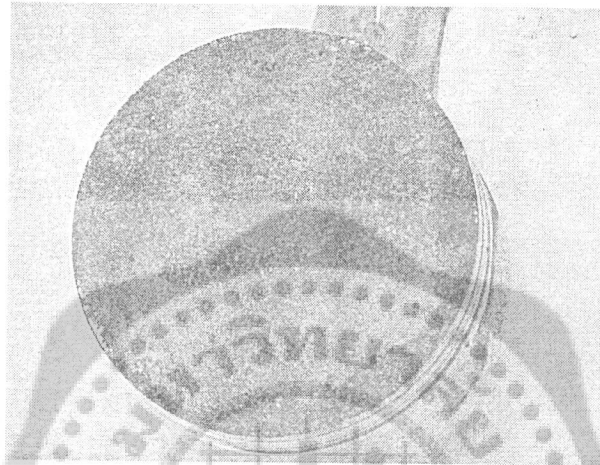


ภาคผนวกที่ 2

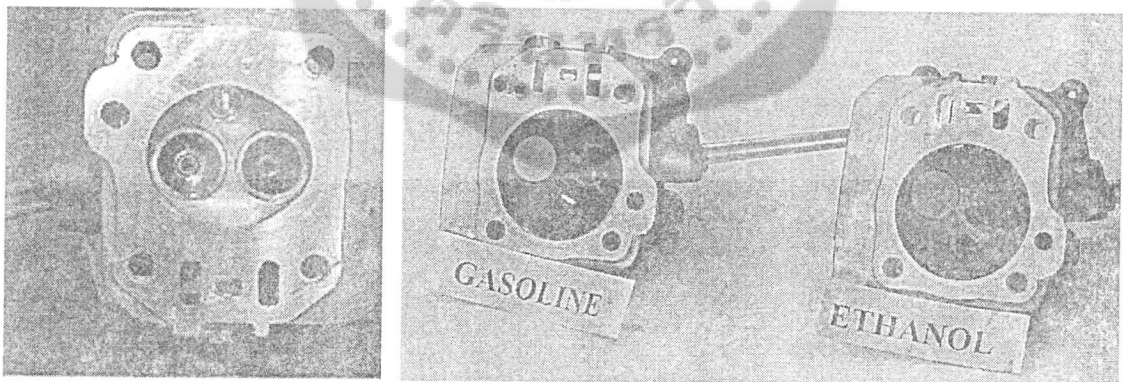
รูปแสดงลักษณะของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ก่อนและหลังการทดสอบ



รูปภาพผนวกที่ 2.1 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของลูกสูบของเครื่องยนต์ เอทานอลและเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหลังการทดสอบ

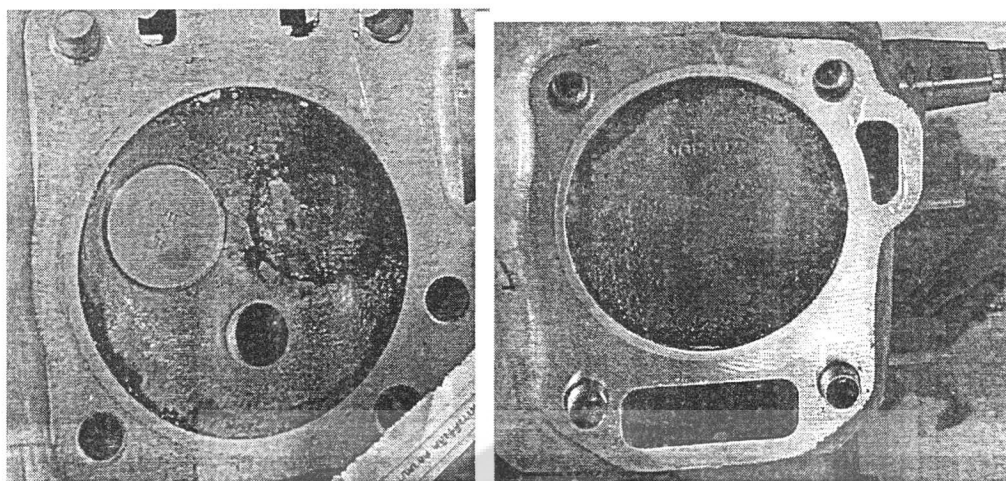


รูปภาพผนวกที่ 2.2 แสดงลักษณะของคราบเขม่าที่เกาะที่ลูกสูบของเครื่องยนต์เอทานอลหลังการทดสอบ

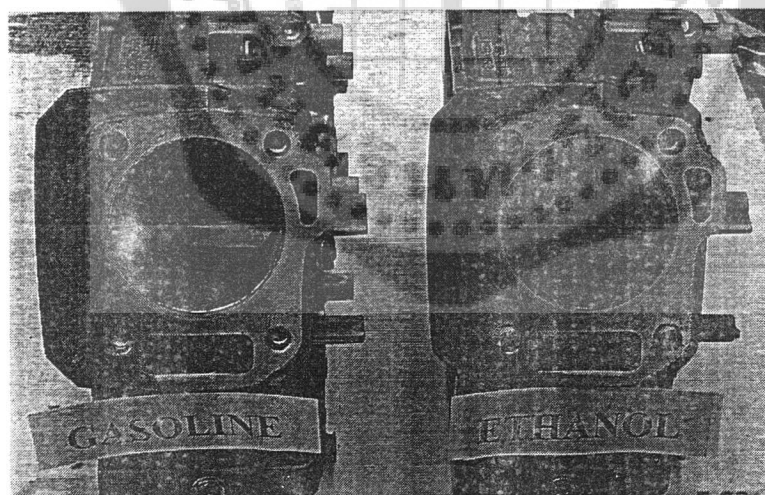


NEW
ENGINE

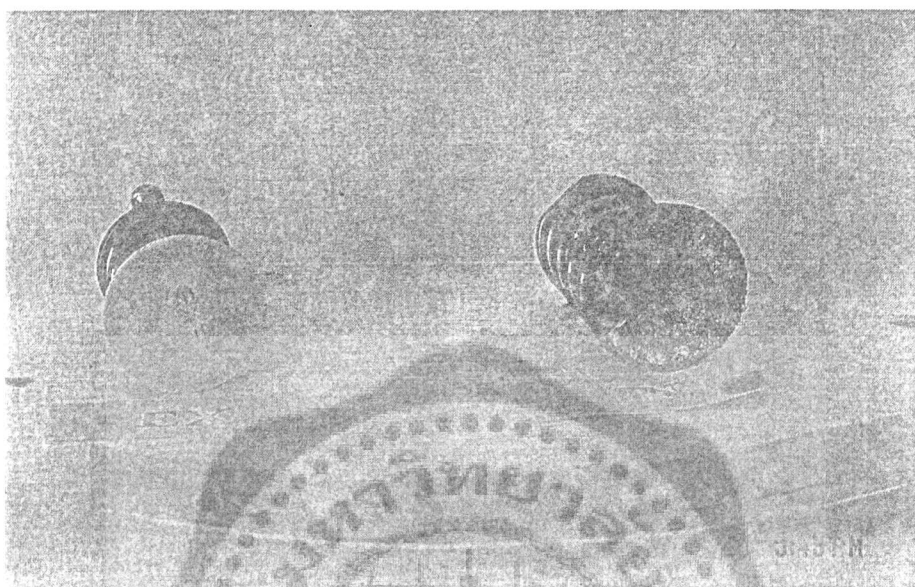
รูปภาพผนวกที่ 2.3 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของฝาสูบของเครื่องยนต์เอทานอลและเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหลังการทดสอบ



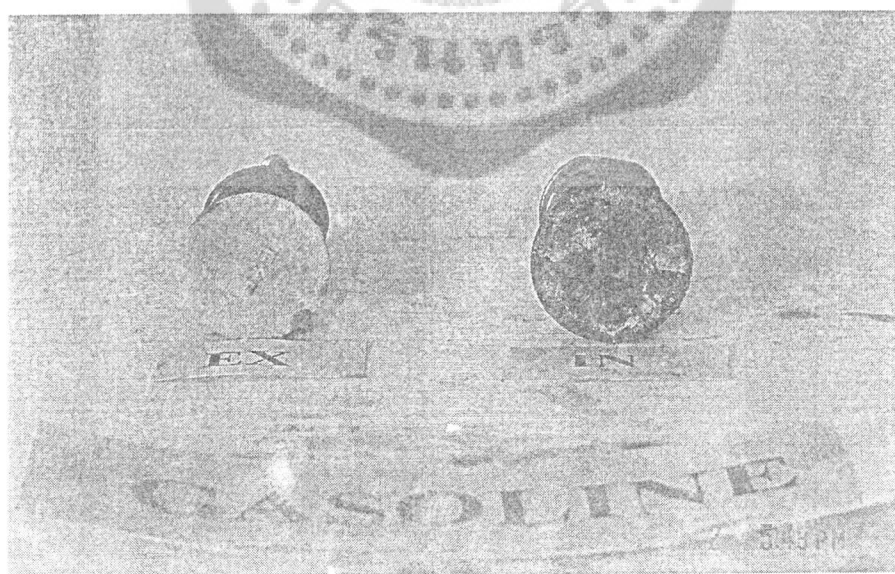
รูปภาพผนวกที่ 2.4 แสดงลักษณะของฝาสูบและลูกสูบของเครื่องยนต์เอทานอลหลังการทดสอบ



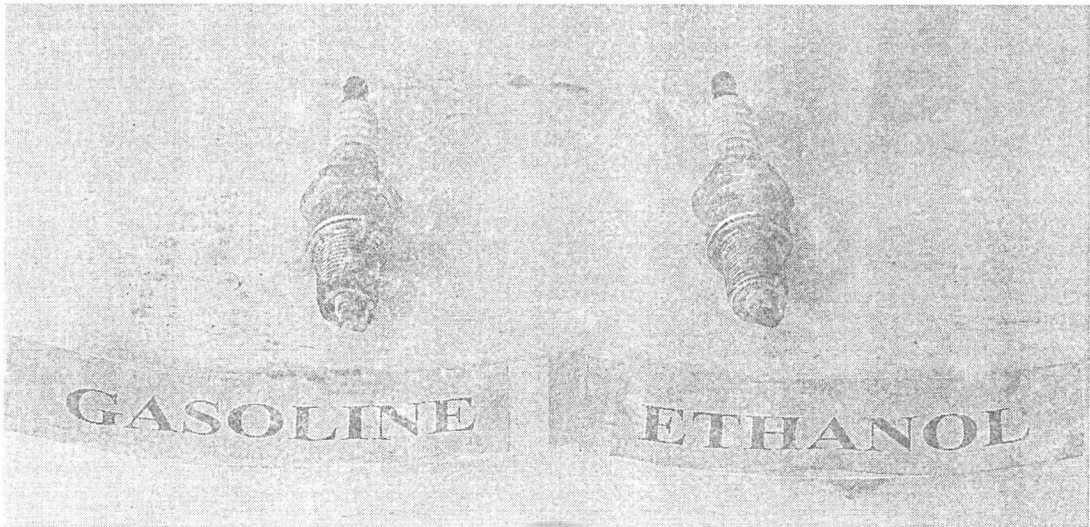
รูปภาพผนวกที่ 2.5 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของกระบอกสูบของเครื่องยนต์เอทานอลและเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหลังการทดสอบ



รูปภาพผนวกที่ 2.6 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของวาล์วไอดีและไอเสียของเครื่องยนต์เอทานอล



รูปภาพผนวกที่ 2.7 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของวาล์วไอดีและไอเสียของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน



รูปภาพผนวกที่ 2.8 แสดงเปรียบเทียบลักษณะหัวเทียนของเครื่องยนต์เอทานอลและเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหลังการทดสอบ



หน้าประวัติย่อผู้วิจัย

Pichai ASADAMONGKON

Mechanical Engineering Department,
 Faculty of Engineering,
 Srinakharinwirot University,
 Ongkrak, Nakonnayok, 26120. Thailand.
 Tell 66-2-664-1000 Ext 2055,2063
 Fax 66-37-322609
 Email: pichaias@swu.ac.th

Educational Background

- 1992 **B.Sc.** (Mechanical Engineering) Mongkut's Institute of Technology north Bangkok, Bangkok, Thailand.
- 1995 **M.Eng.** (Mechanical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology north Bangkok, Bangkok, Thailand.
- 2001 **Ph.D.** (Mechanical Engineering) King's College London, University of London, London, UK.

Work Experience

- 1992-1994 Plant Engineer, Siam preserved food CO., LTD.
- 1994-1996.1 Consultant Engineer, Siam preserved food CO., LTD.
- 1995-Present Lecturer, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Ongkrak, Nakonnayok. Thailand.
- 2001- Present Head of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Ongkrak, Nakonnayok. Thailand.
- 2002-2003 Professional Consultant Engineer in Energy Conservation to the Federation of Thai Industries (FTI).

Teaching Subjects

- Under Graduate** - Refrigeration and Air-condition, Power plant Engineering,
Thermodynamic, Heat Transfer, Energy Conservation.
- Post Graduate** - Advance Thermodynamic, Energy Conservation in
Industry, Systems Thermal Design.

Publications

1. **Asadamongkon, P.** 1995 "*Design and development of freeze-drying unit*" Masters' Degree Thesis, King Mongkut's Institute of technology north Bangkok, Bangkok, Thailand (in Thai).
2. **Asadamongkon P.,** St Hill, N., Lee K. C. and Yiannesskis, M. 2000. "*On the turbulence and cyclic variation levels in the internal combustion engine cylinders*" .Proc.I.Mech.E. Conf "Automobile Engineering", pp. 79-88, C587/021/2000.
3. **Asadamongkon P.,** St Hill, N., Lee K. C. 2000. "*A study of turbulence and cyclic variations levels in internal combustion engine cylinder*" Proc. 10 tht. Symp. "Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics", Lisbon, Portugal, July 2000.
4. **Asadamongkon P.,** 2001. "*Characteristic of the Flow Through Dual-Intake Valves Gasoline Engines*". Ph.D. Thesis, King's College London, University of London.
5. **Asadamongkon P.,** 2001 "*Study of Turbulence and Cycle to Cycle Variation Level in SI Engine Cylinders*" 15th ME-net conference Bangkok Thailand.
6. H. C. Mak, D. Hann, **Asadamongkon. P+** and M. Yianneskis "*The variation of the steady flow in a DI engine intake due to vortex shedding*" (in preparation of ImechE paper).