

รถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก

ECONO POWER CAR



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 50162

วัน,เดือน,ปี 2 1 เม.ย. 2547

Box containing text: .b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก
ECONO POWER CAR



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ 2545

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก


ECONO POWER CAR

ผู้จัดทำ

- | | | |
|---------------------------|--------------|----------|
| 1. นายชัยพลกฤษ์ ชัยทิพย์ | รหัสประจำตัว | 43515959 |
| 2. นายนิกร วิเศษวงษา | รหัสประจำตัว | 43515963 |
| 3. นายวุฒิไกร โกวิทชากรณ์ | รหัสประจำตัว | 43515972 |
| 4. นายเสริมบุญ หิรัญสาส์ | รหัสประจำตัว | 43515981 |




อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ พงศักดิ์ คำมุล)


อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ. อัครเดช ชัยบูรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถยนต์ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็ก

| | | |
|-----------------|--------------|------------------|
| นายชัยพฤกษ์ | ชัยทิพย์ | 43515959 |
| นายนิกร | วิเศษวงษา | 43515963 |
| นายวุฒิไกร | โกวิทวาทกรรม | 43515972 |
| นายเสริมบุญ | หิรัญสาตี | 43515981 |
| รศ. อัครเดช | สินธุภัทร | อาจารย์ที่ปรึกษา |
| อ. พงษ์ศักดิ์ | คำมูล | อาจารย์ที่ปรึกษา |
| ปีการศึกษา 2545 | | |

บทคัดย่อ

ในสภาวะการปัจจุบัน ราคาน้ำมันมีราคาสูงขึ้นอย่างมากซึ่งส่งผลให้มีแนวคิดในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงในหลายๆ รูปแบบซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษา, พัฒนาและจัดสร้างรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็กให้มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงน้อยที่สุดเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง รวมถึงการลดมลพิษทางอากาศโดยคำนึงถึง เครื่องยนต์ ตัวรถ รวมถึงระบบส่งกำลัง ซึ่งในส่วนของเครื่องยนต์ จะใช้พื้นฐานเครื่องยนต์แก๊สโซลีนของฮอนด้าแบบ 4 จังหวะ ขนาด 125 ซีซี มาทำการปรับปรุงในส่วน of ระบบจุดระเบิดระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง และกลไกต่างๆ ในการทำงานของเครื่องยนต์ให้ทำงานได้ดีในความเร็วต่ำแต่สามารถให้แรงบิดสูง ในส่วนของตัวรถจะทำการคำนวณหาขนาดวัสดุ ที่ใช้ ซึ่งจะคำนึงถึงลักษณะการรับแรง โมเมนต์ รวมถึงการ โกงตัวต่างๆ ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงความแข็งแรงและน้ำหนักโดยรวมของตัวรถด้วย

ECONO POWER CAR

Chaipruk Chaitib

Nikom Wisedwongsa

Wuttikrai Kovitwayakorn

Sermboom Hiransalee

Assoc.Prof.Akaradet sintupak Advisor

Mr.Pongsak Khammool Advisor

Abstract

Nowadays, The price of is much increase, which affect for get a lot of new research for economy power source. The purpose of this thesis is to develop and make the small economy car for less fuel consumption and emission. The main focus point for development are consist of the total weight, transmission system and modification engine. The basis engine for research is Honda gasoline engine 4 stroke, 125 cc., which modified in the part of ignition system, fuel system and mechanism. The engine could produce high torque at low revolution. In the part of chassis. Mathematics calculation is introduced suitable material and dimension by think about direction of force moment and deflection. Also the total weight and strength were considered too.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากหลายท่านด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณะผู้จัดทำโครงการ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อัครเดช สินธุภัทร อาจารย์พงษ์ศักดิ์ คำมูล ที่ได้กรุณาแนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยมาตลอด ขอขอบคุณอาจารย์ มณฑา พี่บรรเทิง ที่ให้เทคนิคต่างๆ และคำปรึกษาที่ดีในการทำงานตลอดจนเจ้าหน้าที่ตึกวิศวกรรมเครื่องกล รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ และอีกหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ในการทำโครงการนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ทำนี้คณะผู้จัดทำโครงการ ขอขอบคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้องซึ่งให้การสนับสนุน และให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำโครงการตลอดมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

| | หน้าที่ |
|---|---------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | II |
| กิตติกรรมประกาศ | III |
| สารบัญ | IV |
| สารบัญภาพ | VI |
| สารบัญตาราง | IX |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความสำคัญและที่มา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ | 1 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 1 |
| บทที่ 2 ทฤษฎี | 2 |
| 2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ | 2 |
| 2.2 โครงสร้างการทำงานเบื้องต้นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ | 7 |
| 2.3 คาร์บูเรเตอร์ | 11 |
| 2.4 ระบบจุดระเบิด | 25 |
| 2.5 แรงต้านทานจากอากาศ | 34 |
| 2.6 แรงต้านทานการเคลื่อนที่ | 39 |
| 2.7 การรับน้ำหนักของรถ 3 ล้อ | 39 |
| 2.8 ความสูงของจุดศูนย์ถ่วง | 41 |
| 2.9 โครงสร้าง | 41 |
| 2.10 กลไกการบังคับเลี้ยว | 42 |
| 2.11 รัศมีล้อสถิตและพลวัต | 45 |
| 2.12 วงล้อ | 46 |
| 2.13 มุมของล้อหน้า | 46 |
| บทที่ 3 การออกแบบและการคำนวณ | 53 |
| 3.1 การคำนวณหาแรงขับเคลื่อนของรถ | 53 |
| 3.2 การหาน้ำหนักที่กระทำกับล้อ | 55 |
| 3.3 การคำนวณหาวัสดุ | 56 |
| 3.4 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบโครงรถ | 58 |
| 3.5 การออกแบบระบบบังคับเลี้ยว | 63 |
| 3.6 การออกแบบระบบส่งกำลัง | 64 |

| | |
|--|----|
| บทที่ 4 การดัดแปลงและปรับปรุงเครื่องยนต์ | 65 |
| 4.1 การลดน้ำหนักโดยรวมของเครื่องยนต์ | 65 |
| 4.2 ระบบน้ำมันหล่อลื่น | 66 |
| 4.3 ระบบไฟจุดระเบิด | 66 |
| 4.4 ชุดตัดต่อกำลัง | 67 |
| 4.5 ชุดหลบวาล์วไอดี | 68 |
| 4.6 วาล์วไฟฟ้าป้องกันการกระเพื่อม | 69 |
| บทที่ 5 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และวิธีการทดลอง | 70 |
| 5.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ | 70 |
| 5.2 การปรับตั้ง Torque Transducer | 73 |
| 5.3 การติดตั้งอุปกรณ์ | 78 |
| 5.4 วิธีการทดลอง | 78 |
| บทที่ 6 ผลการทดลอง | 79 |
| 6.1 ผลการทดลองบนแท่นทดลอง | 79 |
| 6.1.1 ผลการทดลองการปรับตั้งไฟจุดระเบิด | 79 |
| 6.1.2 ผลการทดลองการปรับตั้งระยะห่างเข็มหัวเทียน | 81 |
| 6.1.3 ผลการทดลองการปรับตั้งระยะห่างวาล์ว | 83 |
| 6.1.4 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงความยาวของรีนเนอร์ | 85 |
| 6.1.5 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางของรีนเนอร์ | 89 |
| บทที่ 7 สรุปผลและข้อเสนอแนะ | 92 |
| 7.1 สรุปผล | 92 |
| 7.2 ข้อเสนอแนะ | 93 |

สารบัญภาพ

| | หน้าที่ |
|--|---------|
| รูปที่ 2-1 ปริมาตรควบคุมองท่อที่เปลี่ยนขนาด | 4 |
| รูปที่ 2-2 การลดระดับเสียงเมื่อท่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง | 5 |
| รูปที่ 2-3 เครื่องยนต์ 4 จังหวะ | 7 |
| รูปที่ 2-4 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะคู | 8 |
| รูปที่ 2-5 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะอัด | 8 |
| รูปที่ 2-6 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะระเบิด | 9 |
| รูปที่ 2-7 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะคาย | 9 |
| รูปที่ 2-8 ตำแหน่งการเปิด-ปิดของลิ้น | 10 |
| รูปที่ 2-9 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์ | 12 |
| รูปที่ 2-10 แสดงการไหลของอากาศผ่านคาร์บูเรเตอร์ | 12 |
| รูปที่ 2-11 แสดงกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง | 13 |
| รูปที่ 2-12 แสดงอัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ในลักษณะต่างๆ | 15 |
| รูปที่ 2-13 คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม | 16 |
| รูปที่ 2-14 แสดงลักษณะของห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่ | 16 |
| รูปที่ 2-15 แสดงลูกลอย | 17 |
| รูปที่ 2-16 แสดงชุดนมหนูลูกลอย | 18 |
| รูปที่ 2-17 แสดงท่อลิ้น | 18 |
| รูปที่ 2-18 แสดงห้องผสม | 19 |
| รูปที่ 2-19 แสดงลักษณะของลิ้นเร่ง | 20 |
| รูปที่ 2-20 แสดงลักษณะของนมหนูน้ำมัน | 20 |
| รูปที่ 2-21 แสดงลักษณะของเข็มเร่งหรือเข็มนมหนู | 21 |
| รูปที่ 2-22 แสดงช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก และช่องทางอากาศช่วย | 22 |
| รูปที่ 2-23 แสดงสกรูปรับอากาศ | 22 |
| รูปที่ 2-24 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 0 – 1/8 | 23 |
| รูปที่ 2-25 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8 – 1/4 | 23 |
| รูปที่ 2-26 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/4 - 3/4 | 24 |
| รูปที่ 2-27 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 3/4 – 1 | 24 |
| รูปที่ 2-28 ระบบจุดระเบิดแบบวีดีไอ (Capacitive Discharge Ignition System, CDI) | 26 |
| รูปที่ 2-29 ไทริสเตอร์ | 27 |
| รูปที่ 2-30 โครงสร้างของ SCR | 27 |
| รูปที่ 2-31 ส่วนประกอบของวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ | 28 |
| รูปที่ 3-32 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ | 29 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|----|
| รูปที่ 2-33 หลักการทำงานของระบบจุกะเบิดแบบ ซีดีไอ | 30 |
| รูปที่ 3-34 หลักการทำงานของระบบจุกะเบิดแบบ ซีดีไอ | 30 |
| รูปที่ 2-35 ระบบจุกะเบิดซีดีไอ ใช้กระแสดลัด | 31 |
| รูปที่ 2-36 หลักการเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก่ | 32 |
| รูปที่ 2-37 วงจรเลือกจังหวะการระเบิด | 33 |
| รูปที่ 2-38 จังหวะการระเบิด | 33 |
| รูปที่ 2-39 หลักการทำงานของเบื้องต้นของระบบจุกะเบิดแบบซีดีไอ ใช้กระแสตรง | 34 |
| รูปที่ 2-40 ลักษณะของลมที่รูดรูปทรงต่างๆ | 35 |
| รูปที่ 2-41 ลักษณะการหาพื้นที่หน้าตัดของรถยนต์ | 36 |
| รูปที่ 2-42 การหาหลักอากาศพลศาสตร์ในอุโมงค์แบบลมพัดผ่านไป | 37 |
| รูปที่ 2-43 การรับน้ำหนักของรถที่มี 3 ล้อ | 39 |
| รูปที่ 2-44 ชิ้นส่วนรับแรงสองแรง | 41 |
| รูปที่ 2-45 ข้อต่อเชื่อมหรือยึด | 42 |
| รูปที่ 2-46 ระบบบังคับเลี้ยวแบบอ็คเคมาน | 43 |
| รูปที่ 2-47 การบังคับเลี้ยวของรถยนต์ | 43 |
| รูปที่ 2-48 ตำแหน่งเดินหน้าตรง | 44 |
| รูปที่ 2-49 ลักษณะของการติดตั้งคั่นส่งอยู่ด้านหลังคานหน้า | 45 |
| รูปที่ 2-50 ลักษณะของการติดตั้งคั่นส่งอยู่ด้านหน้าคานหน้า | 45 |
| รูปที่ 2-51 แสดงมุมต่างๆของล้อหน้า | 47 |
| รูปที่ 2-52 แสดงความสูงของปลายแกนสลักล้อกับพื้น | 48 |
| รูปที่ 2-53 มุมแคมเบอร์บวก | 48 |
| รูปที่ 2-54 แสดงการที่ล้อจะกลิ้งเป็นรูปกล้วย | 49 |
| รูปที่ 2-55 มุมคาสเตอร์ | 50 |
| รูปที่ 2-56 มุมคาสเตอร์ของล้อหน้าจักรยานต์ | 50 |
| รูปที่ 2-57 (ก) ด้านซ้าย แสดงการเอียงของล้อ ทำให้ล้อกลิ้งออกด้านนอก(คาสเตอร์) (ข) ด้านขวา แสดงด้านหน้าของล้อหน้า แคบกว่าด้านหลังของล้อหลัง | 51 |
| รูปที่ 2-58 แสดงรัศมีการเลี้ยว | 52 |
| รูปที่ 3-1 น้ำหนักที่กระทำกับล้อ | 55 |
| รูปที่ 3-2 แสดงลักษณะแรงที่กระทำบนคาน 1 ด้าน | 56 |
| รูปที่ 3-3 คานหลักของตัวรถ | 58 |
| รูปที่ 3-4 คานล้อหน้า | 58 |
| รูปที่ 3-5 ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคานล้อหน้า | 59 |
| รูปที่ 3-6 ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคานล้อหน้า | 59 |
| รูปที่ 3-7 คานหลักส่วนหลัง | 59 |

| | |
|---|----|
| รูปที่ 3-8 คานยึดเครื่องยนต์ | 60 |
| รูปที่ 3-9 คานโค้งตัวยู | 60 |
| รูปที่ 3-10 คานข้อยึดด้านล่าง | 60 |
| รูปที่ 3-11 คานส่วนหน้า | 61 |
| รูปที่ 3-12 ที่วางเท้า | 61 |
| รูปที่ 3-13 แป้นยึดคูล้อหลัง | 61 |
| รูปที่ 3-14 แป้นยึดคูล้อ | 62 |
| รูปที่ 3-15 ระบบบังคับเลี้ยว | 63 |
| รูปที่ 3-15 ระบบส่งกำลัง | 64 |
| รูปที่ 4-1 เครื่องยนต์ที่ทำการลดน้ำหนัก | 65 |
| รูปที่ 4-2 ระบบน้ำมันหล่อลื่นแบบหยด | 66 |
| รูปที่ 4-3 ชุดไฟจุดระเบิด | 67 |
| รูปที่ 4-4 ชุดตัดต่อกำลัง | 67 |
| รูปที่ 4-5 ชุดหลบวาล์วในจังหวะที่ไม่หลบวาล์ว | 68 |
| รูปที่ 4-6 ชุดหลบวาล์วในจังหวะที่หลบวาล์ว | 68 |
| รูปที่ 4-7 วาล์วไฟฟ้าป้องกันการกระเด้งของน้ำมันในห้องลูกสูบ | 69 |
| รูปที่ 5-1 วงจรบริดจ์ภายใน Torque Transducer | 71 |
| รูปที่ 5-2 กล้องรับสัญญาณ | 71 |
| รูปที่ 5-3 จานเบรกและคาลิปเปอร์เบรก | 72 |
| รูปที่ 5-4 การทดสอบแบบ Static Test | 74 |
| รูปที่ 5-5 กราฟแสดงการปรับตั้ง Torque Transducer | 74 |
| รูปที่ 5-6 การถอดแบบเชิงเส้น | 75 |
| รูปที่ 5-7 การติดตั้งอุปกรณ์ | 77 |
| รูปที่ 6-1 กราฟแสดงค่า Torque ที่องศาไฟจุดระเบิดต่างๆ | 80 |
| รูปที่ 6-2 กราฟแสดงค่า SFC ที่องศาไฟจุดระเบิดต่างๆ | 81 |
| รูปที่ 6-3 กราฟแสดงค่า Torque ที่ระยะห่างเข็มหัวเทียนต่างๆ | 82 |
| รูปที่ 6-4 กราฟแสดงค่า SFC ที่ระยะห่างเข็มหัวเทียนต่างๆ | 83 |
| รูปที่ 6-5 กราฟแสดงค่า Torque ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ | 84 |
| รูปที่ 6-6 กราฟแสดงค่า SFC ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ | 85 |
| รูปที่ 6-7 กราฟแสดงค่า Torque ของท่อความยาวต่างๆ | 88 |
| รูปที่ 6-8 กราฟแสดงค่า SFC ของท่อความยาวต่างๆ | 88 |
| รูปที่ 6-9 กราฟแสดงค่า Torque ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่างๆ | 90 |
| รูปที่ 6-8 กราฟแสดงค่า SFC ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่างๆ | 91 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| | หน้าที่ |
|---|---------|
| ตารางที่ 2-1 ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทานของลม (K_u) | 37 |
| ตารางที่ 2-2 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานการหมุนของล้อรถยนต์ | 38 |
| ตารางที่ 5-1 ค่าการทดสอบ Static | 74 |
| ตารางที่ 6-1 ผลการทดลองการจูดระเบิดที่ 10 องศา | 79 |
| ตารางที่ 6-2 ผลการทดลองการจูดระเบิดที่ 15 องศา | 79 |
| ตารางที่ 6-3 ผลการทดลองการจูดระเบิดที่ 20 องศา | 80 |
| ตารางที่ 6-4 แสดงค่า Torque ที่ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนต่างๆ | 81 |
| ตารางที่ 6-5 แสดงค่า SFC ที่ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนต่างๆ | 82 |
| ตารางที่ 6-6 แสดงค่า Torque ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ | 83 |
| ตารางที่ 6-7 แสดงค่า SFC ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ | 84 |
| ตารางที่ 6-8 แสดงค่าจากการวัดที่สภาวะมาตรฐาน | 85 |
| ตารางที่ 6-9 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 5 ซม. | 86 |
| ตารางที่ 6-10 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 10 ซม. | 86 |
| ตารางที่ 6-11 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 15 ซม. | 86 |
| ตารางที่ 6-12 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 20 ซม. | 87 |
| ตารางที่ 6-13 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 25 ซม. | 87 |
| ตารางที่ 6-14 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 19 มม. | 89 |
| ตารางที่ 6-15 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 16 มม. | 89 |
| ตารางที่ 6-16 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 12.5 มม. | 90 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

สืบเนื่องมาจากในปัจจุบันเทคโนโลยีความเจริญก้าวหน้า รวมไปถึงเทคโนโลยีทางด้านยานยนต์ ด้วยมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วทำให้พลังงานที่มีอยู่ในรูปแบบต่างๆบนโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันเชื้อเพลิงถูกนำมาใช้นับวันจะหมดไป ประกอบกับมลภาวะที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ทางคณะผู้จัดทำจึงคิดกันว่าควรจะทำโครงการวิจัยในครั้งนี้มาศึกษาเพื่อต้องการทราบถึงปัญหาของการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จะได้นำพัฒนาและปรับปรุงเครื่องยนต์และเทคโนโลยีเพื่อให้ประหยัดน้ำมันมากที่สุดซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้ ในอนาคตหวังว่าจะสามารถนำพลังงานเชื้อเพลิงมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด ขจัดมลพิษและรักษาสิ่งแวดล้อมได้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อสร้างรถประหยัดเชื้อเพลิงขนาดเล็ก
2. เพื่อต้องการศึกษาและพัฒนาเครื่องยนต์ 4 จังหวะ
3. เพื่อต้องการใช้ประโยชน์จากน้ำมันเชื้อเพลิงให้ได้มากที่สุด
4. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางการประหยัดน้ำมัน
5. เพื่อทดลองระบบใหม่ๆกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะขนาดเล็ก

1.3 ขอบเขตของโครงการ

สามารถใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่กำหนดไว้ 1 ลิตรทำให้รถวิ่งได้ตามระยะทางที่กำหนดและความเร็วเฉลี่ยของรถจะต้องไม่ต่ำกว่า 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมงโดยที่ประหยัดใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดสามารถบรรจุผู้โดยสารได้คือ ผู้ขับขี่ได้ 1 คน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รู้จักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะขนาดเล็ก
2. ได้ทำการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางด้านวิชา วิศวกรรมเครื่องกลและวิชาวิศวกรรมในด้านอื่นๆมาพัฒนาและประกอบรถประดุษย์
3. เป็นจุดเริ่มให้รุ่นต่อไปได้มีการพัฒนางานทางด้านรถประดุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการสันเปลี่ยนน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์

หากทำการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ 2 เครื่องซึ่งเป็นเครื่องยนต์ขนาดเท่ากันให้กำลังทำงานเท่ากันแต่ว่าเครื่องยนต์แรกมีอัตราการสันเปลี่ยนน้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่าเครื่องที่สองถ้าเราคำนึงในด้านเศรษฐศาสตร์ด้วยแล้ว หนทางที่ให้ผลประโยชน์สูงสุดคือทางเลือกอันดับที่สองจากหลักการทำงานของเครื่องยนต์ จะเป็นได้ว่าเป็นปัจจัยหลายอย่าง ที่ทำให้การทำงานของเครื่องยนต์ไม่เป็นไปตามทฤษฎี เราสามารถแบ่งออกได้เป็นปัจจัยต่างๆดังนี้

2.1.1 ประสิทธิภาพของไอดี

ในความเป็นจริงแล้วของไหลมีความหนืด ทำให้เกิดความต้านทานในการไหลของไอดีเป็นอย่างมากอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของไอดีก็คือ ลักษณะของลิ้นที่กั้นขวางการไหลของไอดีส่วนต่างๆเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณไอดีที่เข้าไปเผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงที่มีปริมาณลดลงอาจจะเหลือเพียง 60 – 70 % จากปริมาณดูดทางทฤษฎี

2.1.2 ประสิทธิภาพในการขับไล่ไอเสีย

ในทางทฤษฎีไอดีที่บรรจุอยู่ในกระบอกสูบเพื่อเผาไหม้จะต้องไม่มีไอเสียปนอยู่ด้วยหรือต้องไม่มีไอเสียคกค้างอยู่ในห้องเผาไหม้ ในความเป็นจริงเราไม่สามารถที่จะทำอย่างนั้นได้โดยเฉพาะการควบคุมไอดีไม่ให้มีไอเสียปะปนอยู่ในการบรรจุเข้ากระบอกสูบ ส่วนการขับไล่ไอเสียที่คกค้างอยู่ในกระบอกสูบเราทำได้ดีที่สุดในเชิงแค่ให้ปริมาณไอเสียคกค้างหลงเหลืออยู่น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เท่านั้น

2.1.3 การถ่ายเทความร้อนและความเสียดทาน

เนื่องจากวัสดุส่วนใหญ่ที่นำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์เป็นโลหะซึ่งมีคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนได้ดีรวมทั้งยังมีกรขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ทำให้ภายในเครื่องยนต์ต้องมีการถ่ายเทความร้อนบางส่วนออกไป นอกจากนี้ความร้อนอีกส่วนต้องระบายออกไปก็เนื่องมาจากความเสียดทานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนต่างๆ ภายในเครื่องยนต์

2.1.4 การรั่วไหลของไอดีและไอเสีย

ในจังหวะอัดของเครื่องยนต์จะมีไอดีบางส่วนแทรกตัวหนีออกมาตามช่องว่างระหว่างแหวนลูกสูบต่อกระบอกสูบและช่องว่างระหว่างปากแหวนลูกสูบทำให้ประสิทธิภาพของการอัดลดลงไม่เป็นไปตามทฤษฎี เช่นเดียวกันกับในจังหวะกำลังที่ก๊าซความดันสูงที่เกิดจากการเผาไหม้แทรกตัวหนีตามช่องว่างต่างๆ ภายในกระบอกสูบทำให้ความดันเฉลี่ยในกระบอกสูบลดลง เป็นให้ผลกำลังที่ได้ลดลงและก๊าซทั้งสองที่แทรกตัวหนีออกจากกระบอกสูบนี้ยังทำให้เกิดมลพิษด้วยอีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การเผาไหม้ภายในเครื่องยนต์

เนื่องจากเชื้อเพลิงที่ผสมอยู่ในไอดีไม่กระจายกลายเป็นไอหมดทุกส่วน และการคลุกเคล้ากันของเชื้อเพลิงกับอากาศยังไม่ดีพอที่จะทำให้คุณสมบัติของไอดีเป็นแบบสม่ำเสมอ (Uniform) ทำให้การเผาไหม้ต้องใช้ ระยะเวลาานานเกินไป และขนาดที่เกิดการเผาไหม้ก็ไม่ได้เกิดพร้อมกันในทุกๆ ส่วนของห้องเผาไหม้แต่อาศัยการลุกลามของเปลวไฟไปจากโมกุลหนึ่งไปยังโมกุลหนึ่ง ทำให้ความดันเฉลี่ยที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ทางทฤษฎี

2.1.6 สารตัวกลางที่ใช้ไม่มีคุณสมบัติเป็นก๊าซอุดมคติ (Ideal Gas)

เนื่องจากในเครื่องยนต์เราใช้อากาศเป็นสารตัวกลางซึ่งมีคุณสมบัติไม่ตรงตามคุณสมบัติของก๊าซอุดมคติ คือค่าความร้อนจำเพาะไม่คงที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิทำให้อัตราส่วนระหว่างค่าความร้อนจำเพาะเปลี่ยนแปลงไป ($C_p/C_v = k$) เปลี่ยนแปลงไปรวมทั้งอุณหภูมิที่สูงภายในห้องเผาไหม้จะทำให้อะตอมของธาตุต่างๆภายในอากาศจะแตกตัวแล้วจะตัวกันเป็นสารประกอบ เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน และ คาร์บอน ซึ่งการรวมตัวหรือการแตกตัวกันเป็นสารประกอบบางอย่างของธาตุต่างๆ เหล่านี้ จะดูดความร้อนไป (Endothermic Reaction) เป็นสาเหตุที่ทำให้งานที่ได้ลดลง

2.1.7 ความหนืดของสารหล่อลื่น

ในเครื่องยนต์จริงมีการเคลื่อนที่ของส่วนต่างๆ ทำให้เกิดมีการเสียดสี มีความเสียดทานเกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการหล่อลื่นภายในชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งสารหล่อลื่นนี้ก็จะมีคุณสมบัติในตัวเอง เครื่องจำเป็นต้องสูญเสียกำลังบางส่วนเพื่อเอาชนะความหนืดของสารเหล่านี้ด้วย

ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดนี้เป็นเพียงปัจจัยบางส่วนที่เกิดขึ้นภายในเครื่องยนต์เท่านั้นนอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยภายนอกเครื่องยนต์อีกที่มีผลต่อการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

2.1.8 การแก้ไขปรับปรุงเครื่องยนต์

เนื่องจากการปรับปรุงเครื่องยนต์ในครั้งนี้ เป็นการปรับปรุงเพื่อให้เครื่องยนต์ผลิตกำลังได้ใกล้เคียงกับกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนจริงเท่านั้น ซึ่งกำลังที่เครื่องผลิตได้ก่อนปรับปรุงก็มีกำลังมากเกินความเกินความต้องการอยู่แล้ว ถ้ายังเป็นการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยไม่เกิดประโยชน์ ดังนั้นในการปรับปรุงชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องยนต์จะยึดหลักในการปรับปรุงเพื่อให้เครื่องยนต์ผลิตกำลังได้ใกล้เคียงกับกำลังขับเคลื่อนจริงเป็นหลัก ชิ้นส่วนที่จะทำการปรับปรุงจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1.8.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพชุดท่อไอดี

ระบบประจุไอดี คือ เส้นทางเดินของไอดีตลอดความยาวท่อทางเดินของไอดีซึ่งประกอบไปด้วยท่อร่วมไอดีและเส้นทางเดินของท่อไอเสียภายในฝาสูบ ในการออกแบบระบบประจุไอดีที่ดีนั้นจะต้องออกแบบให้อากาศไหลอย่างสะดวก มีการต้านทานการไหลของไอดีน้อยน้อยที่สุดและในขณะเดียวกันต้องทำหน้าที่คลุกเคล้าอากาศเข้ากับเชื้อเพลิงให้ได้มากที่สุดเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการออกแบบท่อไอเสียที่ต้องออกแบบให้อากาศไหลในท่อไอเสียลักษณะการไหลเป็นแบบเทอร์บิวเลนต์ (Turbulent) เพื่อให้การคลุกเคล้าของอากาศกับเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างดี

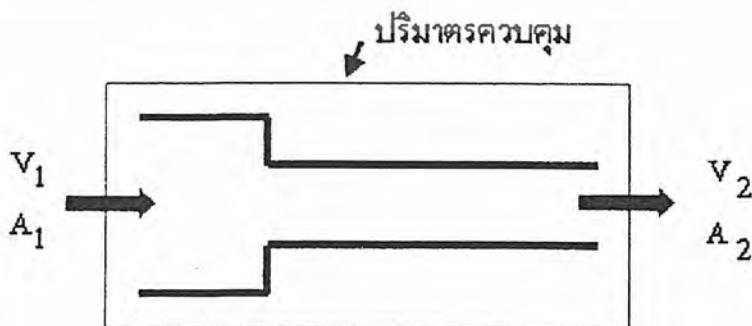
เนื่องจากท่อไอเสียของเดิมมีขนาดใหญ่ทำให้ประสิทธิภาพในการดูดสูง แต่ก็มีลักษณะโส่งอในการปรับปรุงจึงให้ท่อไอเสียมีลักษณะตรงแต่มีขนาดเล็กเพื่อประสิทธิภาพดูดลดลงดังนั้น ประมาณไอเสียที่เข้าไปในระบบจะลดลง ทำให้ใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ลดลงตามไปด้วย แต่ท่อไอเสียที่มีขนาดเล็กนี้ก็จะมีความมีประสิทธิภาพดูดเพียงพอที่จะทำให้เครื่องยนต์มีกำลังมากพอที่จะใช้ในการขับเคลื่อน

การเพิ่มขนาดความยาวท่อ ในจังหวะดูดของเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในสูบเดี่ยวสี่จังหวะ ในขณะที่วาล์วไอเสียปิดลงจะเกิดความดันเพิ่มขึ้นสูงมากด้านหลังของวาล์วไอเสียและเกิดเป็นความดันย้อนกลับ การเพิ่มความยาวท่อจะมีผลทำให้การกระแทกของวาล์วย้อนกลับมีค่าลดลงผลคือการลดแรงปะทะของความดันย้อนกลับและความดันของไอเสียที่มาจากคาร์บูเรเตอร์ จากทฤษฎีการกระแทกของความดันจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นของท่อไอเสีย จึงทำให้แรงปะทะของไอเสียที่ไหลสวนกันมีค่าลดลง ทำให้ความเร็วของไอเสียที่ไหลเข้าสู่ระบบดูดในจังหวะดูดต่อไปของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทางปริมาตรให้แก่เครื่องยนต์

การลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ จากทฤษฎีของไหลและสมการความต่อเนื่องหรือหลักการถาวรของมวล ใช้เป็นสมการพื้นฐานที่ใช้วิเคราะห์ปริมาตรควบคุม โดยกล่าวว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของคุณสมบัติขึ้นกับปริมาณของระบบหนึ่งๆเท่ากับผลรวมของอัตราการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติขึ้นกับปริมาณของระบบนั้นๆภายในปริมาตรควบคุมและอัตราการไหลโดยสุทธิของคุณสมบัติขึ้นกับปริมาณระบบนั้นๆที่ข้ามผิวควบคุมโดยอ้างอิงจากสมการความต่อเนื่องหรืออัตราการไหลโดยมวลเข้าสู่ปริมาตรควบคุม

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

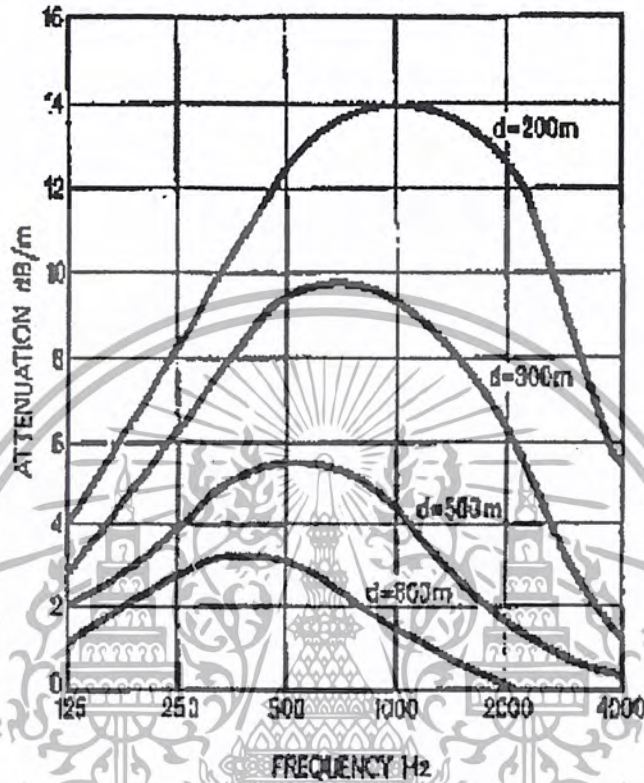
จากสมการข้างต้นจะเห็นว่าเมื่อลดขนาดพื้นที่หน้าตัดลง จะได้ความเร็วของของไหลมากขึ้น จึงนำทฤษฎีนี้มาประยุกต์ใช้กับไอเสียที่ไหลภายในท่อไอเสีย เมื่อขนาดของพื้นที่หน้าตัดของท่อไอเสียความเร็วของไอเสียจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ในจังหวะดูดถัดไปของเครื่องยนต์ ไอเสียจะสามารถเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้มากขึ้น ผลคือการเพิ่มประสิทธิภาพทางปริมาตรให้แก่เครื่องยนต์



รูปที่ 2-1 ปริมาตรควบคุมของท่อที่เปลี่ยนขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับอีกหลักการที่สนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องยนต์จากการลดขนาดท่อคือทฤษฎีการดูดซับพลังงาน จากกราฟเมื่อขนาดท่อลดลงของระดับเสียงจะเพิ่มขึ้น โดยเป็นผลมาจากคุณสมบัติการดูดซับเสียงของท่อและวัสดุ ซึ่งสอดคล้องกับสมการความต่อเนื่อง



รูปที่ 2-2 การลดระดับเสียงเมื่อท่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง

ความสูญเสียที่เกิดจากความยาว

เมื่อทำการเพิ่มขนาดความยาวของท่อที่มากขึ้นไปมีผลทำให้เกิดความสูญเสีย จนกระทั่งถึงความยาวหนึ่ง ความสูญเสียมีผลมากกว่ามากกว่าการลดแรงปะทะของความดันย้อนกลับ จึงทำให้ท่อที่มีขนาดยาวเกินไป มีประสิทธิภาพทางปริมาตรลดลง จากสมการเห็นว่าเมื่อเพิ่มความยาวท่อทุกๆ 1 เท่า ความสูญเสียจะเพิ่มขึ้น 100%

ความสูญเสียจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

เมื่อทำการลดขนาดท่อให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลงจะเกิดความสูญเสีย จนกระทั่งถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหนึ่ง ความสูญเสีย มีผลมากกว่าเร่งความเร็วภายในท่อ จึงทำให้ท่อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลงไป มีประสิทธิภาพทางปริมาตรลดลง จากสมการความสูญเสียจะเห็นว่า เมื่อลดขนาดท่อลง 20% ความสูญเสียจะเพิ่มขึ้น 25%

ความสูญเสียที่เกิดจากความเร็ว

เมื่อเร่งเครื่องยนต์ที่รอบสูงขึ้น ไอดีทีที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้จะมีความเร็วสูง และเกิดความสูญเสียเนื่องจาก พจน์ความเร็วที่ยกกำลังสอง ความสูญเสียจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ประสิทธิภาพทางปริมาตรลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงมีผลให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพลดลงที่รอบสูงขึ้น เช่นหากความเร็วไอดีที่เข้าห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้น 50% ความสูญเสียจะเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 25% ดังนั้นจึงหาท่อที่มีขนาดความยาวและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เหมาะสมกับรอบของเครื่องยนต์ เพื่อมิให้เกิดความสูญเสียมากจนการลดปัจจัยด้านอื่นไม่มีผลต่อเครื่องยนต์

2.1.8.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพการขับไล่ไอเสีย

ระบบไอเสียก็มีลักษณะเช่นเดียวกับระบบไอดี แต่ก็มีข้อแตกต่างหลายๆ ส่วน ระบบไอเสียที่ดีจะต้องขับไล่ไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ได้อย่างหมดจด หรืออย่างน้อยก็ต้องขับไล่ได้มากที่สุดและยังต้องป้องกันแรงดันย้อนกลับ (Back Pressure) ของไอเสียที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากก๊าซไอเสียที่ออกจากห้องเผาไหม้มีความดันและอุณหภูมิสูง หากระบบไอเสียทำดีไม่ดีพอ แรงดันนี้ก็จะย้อนกลับเข้าไปในกระบอกสูบทำให้การขับไล่ไอเสียทำได้น้อยลง

นอกจากนั้นแล้วลักษณะการไหลของก๊าซไอเสียจะต้องเป็นแบบลามินาร์ (Lamina) เนื่องจากการไหลแบบนี้มีการสูญเสียเนื่องจากการไหลแบบเทอร์บิวลันท์ และท่อแบบหนึ่งที่นิยมใช้ในการลดความดันย้อนกลับที่เกิดขึ้นภายในท่อไอเสียก็คือท่อเพิ่มขนาดแบบคอเนื้อ (Diffusers) เนื่องจากท่อแบบนี้สามารถแรงดันได้ดีและยังสูญเสียน้อย

2.1.8.3 การถ่ายเทความร้อนและความเสียดทาน

ภายในเครื่องยนต์ยังมีความจำเป็นต้องมีการถ่ายเทความร้อนบางส่วนออกไป แต่เราก็สามารถลดปริมาณความร้อนที่ต้องถ่ายเททิ้งไปได้บางส่วนเช่น การระบายความร้อนของเครื่องยนต์ หากเครื่องยนต์ไม่ได้ทำงานที่อุณหภูมิสูงมากจนนักเราก็สามารถลดปริมาณความร้อนที่ต้องระบายออกจากชิ้นส่วนเครื่องยนต์บางชิ้นได้แต่หากการถ่ายเทความร้อนของเครื่องยนต์ไม่ดีพอก็อาจนำความเสียหายมาสู่เครื่องยนต์ได้

ส่วนความเสียดทานที่เกิดขึ้น เราสามารถลดได้หลายส่วนของเครื่องยนต์ไม่ว่าจะเป็นความเสียดทานระหว่างกระบอกสูบกับแหวนลูกสูบ เราสามารถลดแรงเสียดทานได้โดยการลดจำนวนแหวนลูกสูบลงแต่การลดจำนวนแหวนลูกสูบนี้ต้องมั่นใจว่าเครื่องยนต์ยังมี ประสิทธิภาพในการอัดที่เพียงพอ

2.1.8.4 การรั่วไหลของไอดีและไอเสีย

การรั่วไหลของไอดีและไอเสียที่เกิดขึ้นระหว่างช่องว่างของกระบอกสูบและแหวนลูกสูบสามารถแก้ไขได้โดยการชำระหล่อลื่นทที่มีประสิทธิภาพดีพอที่จะอุดรอยรั่วที่เกิดขึ้นนี้ได้ซึ่งสารหล่อลื่นที่ใช้ก็ควรจะเป็นสารหล่อลื่นประเภทสารสังเคราะห์ สารหล่อลื่นประเภทนี้จะมีข้อดีก็คือความหนืดจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ น้อยกว่าสารหล่อลื่นที่เป็นสารจากธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

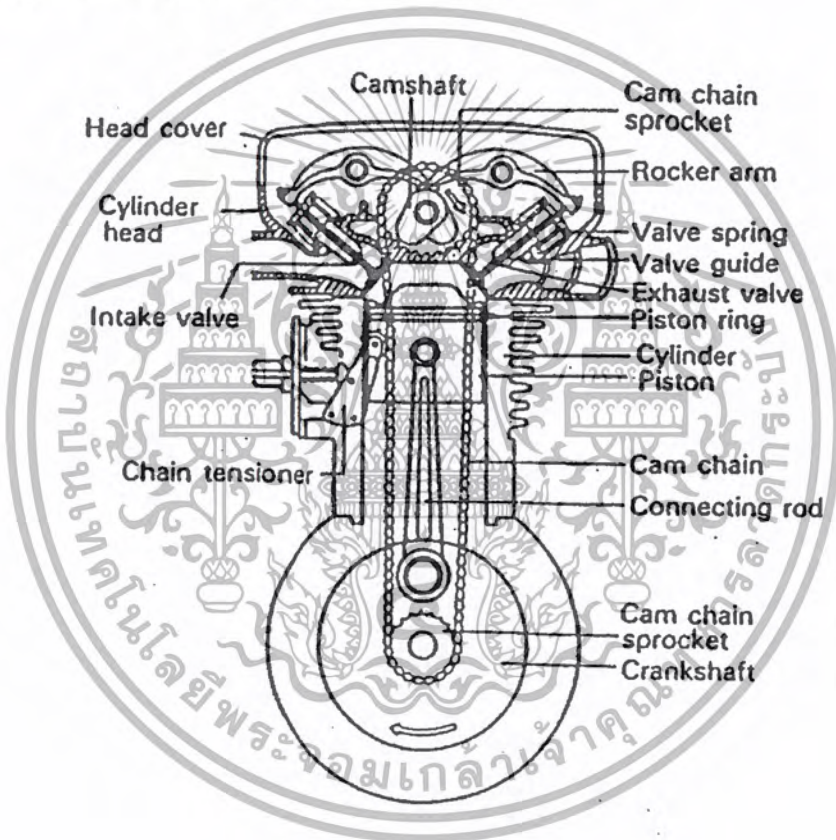
2.2 โครงสร้างการทำงานเบื้องต้นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

(Basic Construction and Features of Four – Stroke Engine)

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นลงรวม 4 ครั้ง หรือเพลาค้อเหวี่ยงจะหมุนไป 2 รอบ หรือ 720 องศา การทำงานครบวงจรซึ่งได้แก่ ดูด -อัด -ระเบิด -คาย

การที่ได้รับการเรียกว่า “เครื่องยนต์ 4 จังหวะ” เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลูกสูบรวม 4 ครั้งหรือ 4 จังหวะ เพลาค้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ เครื่องยนต์ทำงานครบวงจรเกิดการระเบิดและได้กำลังงาน 1 ครั้ง

เสื่อสูบ มีลิ้น 2 ลิ้น คือ ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย เนื่องจากลิ้นทั้งสองทำงานสัมพันธ์กับการขึ้นลงของลูกสูบอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมีช่องไอดีและช่องไอเสีย



รูปที่ 2-3 เครื่องยนต์ 4 จังหวะ

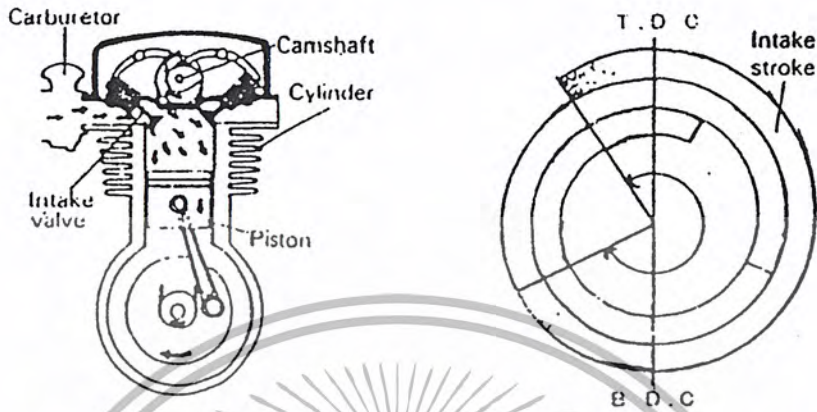
การทำงานทั้งหมดจะเกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ในกระบอกสูบเท่านั้น การเปิดและปิดของลิ้นทั้งสองกระทำโดยกลไกบังคับ (Valve control mechanism) ที่ติดตั้งอยู่ที่ฝาสูบ ซึ่งถูกขับโดยเพลาค้อเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การทำงานและแบบของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

จังหวะดูด (Intake stroke)

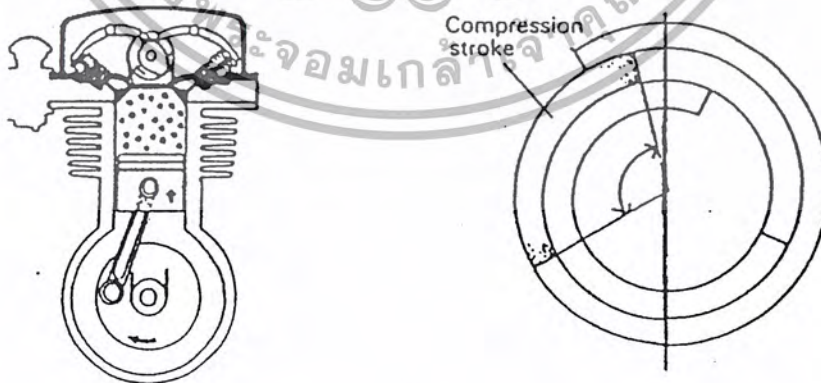


รูปที่ 2-4 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะดูด

จังหวะดูด ขณะลูกสูบ (Piston) เคลื่อนลง แรงดันภายในห้องเผาไหม้จะลดลง เมื่อลิ้นไอดีเปิด ไอดีจึงถูกดูดจากคาร์บูเรเตอร์ (Carburetor) เข้ามาภายในกระบอกสูบ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดหรือประจุไอดี (Intake efficiency) ลิ้นไอดี จะเปิดก่อนที่ลูกสูบเคลื่อนถึงศูนย์ตายบน (TDC) เล็กน้อย และปิดเมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนลงขึ้นจากศูนย์ตายล่าง (BDC) ดังนั้นช่วงการเปิดของลิ้นไอดีจึงนาน ไอดีจึงถูกดูดเข้ามาภายในกระบอกสูบเป็นจำนวนมาก

จังหวะอัด (Compression Stroke)



รูปที่ 2-5 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะอัด ขณะลูกสูบเลื่อนขึ้นจาก BDC ลิ้นไอดีจะปิด (ลิ้นไอเสียจะยังคงปิดอยู่) ไอดีในห้องเผาไหม้จึงถูกอัด การอัดยังคงดำเนินต่อไป จนกระทั่งลูกสูบเลื่อนขึ้นเกือบถึง TDC ณ จุดนี้แรงดันและอุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้ไอดีลุกไหม้ได้อย่างง่ายดายถ้ามีประกายไฟมาจุด และการลุกไหม้จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว

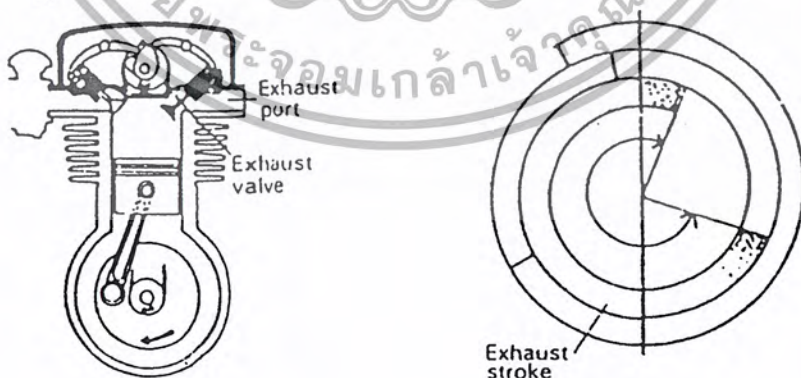
จังหวะระเบิด (Power ,Expansion stroke)



รูปที่ 2-6 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะระเบิด

จังหวะระเบิด ก่อนลูกสูบเลื่อนถึง TDC เล็กน้อย ที่ปลายจังหวะจุด หัวเทียนจะจุดประกายไฟไอดีที่ถูกอัดจึงเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ทำให้แรงดันในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ผลักดันให้ลูกสูบเลื่อนลงไปสู่ BDC ดังนั้นจึงเกิดการส่งถ่ายกำลังผ่านก้านสูบไปหมุนเพลาข้อเหวี่ยงทำให้ได้กำลังงานไปใช้งาน

จังหวะคาย (Exhaust stroke)



รูปที่ 2-7 การทำงานของเครื่องยนต์จังหวะคาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวะคาย ณะลูกสูบเลื่อนลงก่อนถึง BDC เล็กน้อย ลิ้นไอเสียจะเปิด ไอเสียภายในกระบอกสูบ จึงไหลพุ่งออกจากกระบอกสูบเป็นการเริ่มต้นจังหวะคาย

ณะลูกสูบเลื่อนขึ้นมาจาก BDC การคายก็ยังคงดำเนินต่อไป ลูกสูบจะผลักดันให้ไอเสียที่ตกค้างอยู่ ออกไปจากกระบอกสูบอย่างสมบูรณ์ จังหวะคายจะสิ้นสุดหลังจากลูกสูบเริ่มเลื่อนลงจาก TDC เล็กน้อย โดยลิ้นไอเสียจะปิด (ลิ้น ไอดีจะเปิด ก่อน TDC เล็กน้อย เป็นการเริ่มจังหวะดูดใหม่)

จังหวะการเปิดปิดของลิ้น (Valve timing)

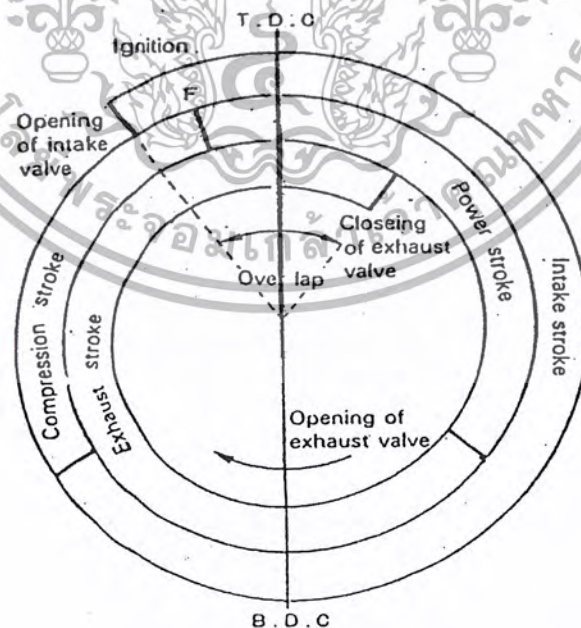
ตำแหน่งหรือจังหวะการเปิดปิดของลิ้น ไอดีและไอเสีย ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของลูกสูบเรียกว่า ‘Valve timing’ สำหรับตำแหน่งของลูกสูบ จะเรียกเป็นจำนวนองศา ก่อนหรือหลัง TDC และ BDC โดยเทียบกับมุมเพลาคือ (Crank angle) ที่หมุนไป

ดังนั้น ไดอะแกรม (Diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของการเปิดปิดกับตำแหน่งลูกสูบเทียบ TDC และ BDC จึงเรียกว่า ‘Valve timing diagram’ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดี(Intake efficiency) และการคายไอเสีย (Exhaust efficiency) การทำงานเปิดปิดของลิ้น ไอดีและลิ้น ไอเสีย จะเป็นดังนี้

ลิ้น ไอดี เปิดณะลูกสูบเลื่อนขึ้น ก่อนถึง TDC เล็กน้อย ปิดณะลูกสูบเลื่อนขึ้น หลังจาก BDC เล็กน้อย

ลิ้น ไอเสีย เปิดณะลูกสูบเลื่อนลงก่อนถึง BDC เล็กน้อย ปิดณะลูกสูบเลื่อนลง หลัง TDC เล็กน้อย

สำหรับ Valve timing diagram มีค่าอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งเป็นค่าที่ควรทราบต่อไป จะพบอยู่บ่อยๆ และ คื่อนำไปใช้ในงานปฏิบัติมาก ค่านั้นคือ ‘Valve overlap ,overlap’



รูปที่ 2-8 ตำแหน่งการเปิด-ปิดของลิ้น (valve timing diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำว่า “Overlap” หมายถึงช่วงที่ทั้งลิ้นและลิ้นไอเสียเปิดอยู่พร้อมกัน ใกล้เคียง TDC ซึ่งจะเปิดซ้อนกันอยู่ เป็นช่วงต่อระหว่างจังหวะคายกับจังหวะดูด ซึ่งช่วงนี้ไอดีประจุเข้ามาจะมาขับไล่ไอเสียที่ตกค้างอยู่ออกไปจากกระบอกสูบ ดังนั้น จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับจังหวะคายไอเสีย และในขณะเดียวกันแรงเฉื่อยของไอดีก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการประจุไอดีด้วย ตำแหน่งการเปิดปิดของลิ้น จะเปลี่ยนแปลงไปตามคุณลักษณะและจุดประสงค์ในการนำไปใช้งานของเครื่องจักรยานยนต์ เช่น ใช้งานทั่วไป หรือใช้ในการแข่งขัน เป็นต้น

2.3 คาร์บูเรเตอร์ (CARBURETOR)

องค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel System)
2. ระบบจุดระเบิด (Ignition System)
3. กำลั้งอัด (Compression)

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์หรือส่วนประกอบที่สำคัญมากของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของระบบ ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นละอองละเอียด กระจายคลุกเคล้ากับอากาศได้อย่างทั่วถึงด้วยอัตราส่วนผสม โดยน้ำหนักที่เหมาะสม (Proper mixing ratio) กับสภาพการทำงานต่างๆของเครื่องยนต์ กล่าวคือ ทั้งอุณหภูมิ (Temperature) ความเร็ว (Speed) และภาระ (Load) ของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ได้รับส่วนผสมที่เหมาะสมก็จะกลายเป็นไอ (Vaporized) จึงเป็นการง่ายต่อการเผาไหม้ ดังนั้นอาจกล่าวได้โดยง่ายว่า คาร์บูเรเตอร์คือตัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงนั่นเอง

2.3.1 หน้าที่หลักของคาร์บูเรเตอร์ (FUNCTION OF CARBURTOR)

หน้าที่หลักของคาร์บูเรเตอร์มีอยู่ 3 ประการคือ

1. ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นละอองละเอียด (Atomization of fuel) ทำให้น้ำมันเบนซินเป็นละอองการคลุกเคล้ากับอากาศจึงเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
2. ควบคุมอัตราส่วนผสม (Control of mixing ratio) ควบคุมอัตราส่วนผสมให้เหมาะกับสภาพการทำงานต่างๆ ของเครื่องยนต์
3. ควบคุมกำลังงานของเครื่องยนต์ (Control of engine power) ควบคุมการจ่ายส่วนผสมให้แก่เครื่องยนต์ เพื่อควบคุมกำลังงานของเครื่องยนต์ซึ่งได้แก่ รอบเครื่องยนต์ และแรงบิด

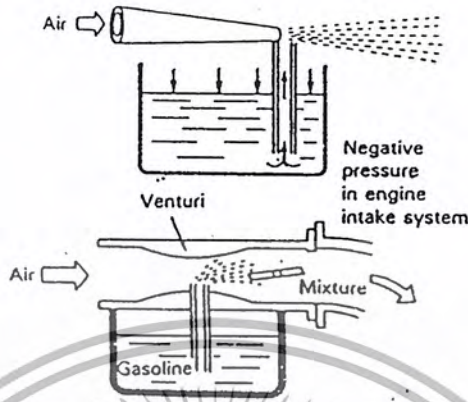
หน้าที่หลัก 3 ประการดังกล่าว จะกระทำโดยอัตโนมัติด้วยคาร์บูเรเตอร์ โดยลิ้นเร่ง (Throttle valve) และแรงดูดหรือสุญญากาศ (Negative pressure) ในระบบประจุอากาศ (Intake system)

2.3.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์ (PRINCIPLES OF CARBURETOR)

คาร์บูเรเตอร์อาศัยหลักการทำงานเบื้องต้นของกระบอกฉีด ซึ่งใช้กับกระบอกฉีดน้ำ เมื่ออากาศ

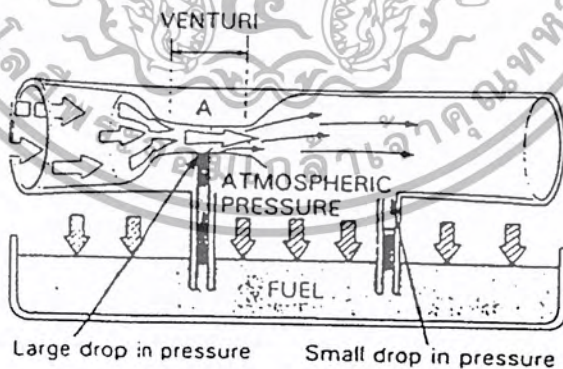
จากกระบอกไหลผ่านรูฉีดด้วยความเร็วสูง แรงดันบริเวณปลายรูฉีดจึงลดลงมากหรือเป็นสุญญากาศ พื้นที่
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวของน้ำมันี่แรงดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) กอดอยู่น้ำจึงถูกดูดขึ้นแล้วฉีดเป็นฝอยละอองละเอียดด้วยกระแสอากาศ ดังรูปที่ 2-9



รูปที่ 2-9 หลักการทำงานเบื้องต้นของคาร์บูเรเตอร์

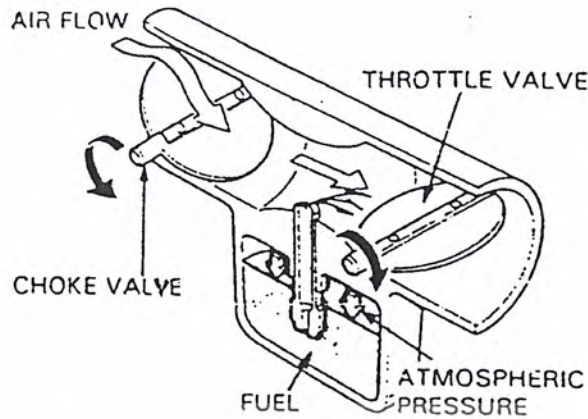
ในการทำงานเดียวกันสำหรับคาร์บูเรเตอร์ เมื่อลูกสูบเคลื่อนลงในจังหวะดูด ปริมาตรบนหัวลูกสูบจึงเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้เกิดสุญญากาศและแรงดูด คุดอากาศเข้ามาแทนที่ อากาศจึงไหลจากใต้กรองอากาศผ่านท่อรับอากาศ (Air horn, Main bore) ของคาร์บูเรเตอร์ เข้าสู่กระบอกสูบ ขณะที่อากาศไหลผ่านท่อรับอากาศเมื่อผ่านส่วนที่เป็นคอขวด (Venturi section, A) ความเร็วจึงเพิ่มขึ้นและแรงดันจะลดลงพื้นผิวของน้ำมันเชื้อเพลิงมีแรงดันบรรยากาศกอดอยู่น้ำมันจึงถูกดูดขึ้น แล้วฉีดเป็นฝอยละอองละเอียดเข้าสู่กระบอกสูบด้วยกระแสอากาศ ดังรูปที่ 2-10



รูปที่ 2-10 แสดงการไหลของอากาศผ่านคาร์บูเรเตอร์

นอกจากนั้นคาร์บูเรเตอร์ยังมีกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง กลไกนี้คือลิ้นเร่ง ในขณะที่สตาร์ทเครื่องยนต์ที่ต้องการส่วนผสมที่หนาแน่น จึงมีกลไกปรับการไหลของอากาศกลไกนี้คือ ลิ้น ไซค์ ดังรูปที่ 2-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-11 แสดงกลไกสำหรับควบคุมปริมาณส่วนผสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง

2.3.2.1 การเผาไหม้และการระเบิด (COMBUSTION AND EXPLOSION)

การเผาไหม้ใดๆ ก็ตาม ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. อุณหภูมิ
2. อากาศ
3. เชื้อเพลิง

น้ำมันเบนซินจะเผาไหม้ได้โดยง่าย ถ้าเป็นไอ (Vaporization) เสียก่อน ก่อนมีเปลวไฟมาจุดซึ่งการเผาไหม้ตามปกติจะไม่มี การระเบิด

การระเบิดจะเกิดขึ้น เมื่อมีการเผาไหม้ในภาชนะปิด การระเบิดจะยิ่งรุนแรงและแรงดันจะสูงมาก ถ้าส่วนผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงมีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม แล้วถูกอัดให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นภาชนะปิด กลายเป็นไอมีประกายไฟมาจุดการเผาไหม้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การระเบิดจะรุนแรง ดังเช่นการเผาไหม้ภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์

2.3.2.2 อัตราส่วนผสมและกำลังของเครื่องยนต์ (MIXTURE RATIO AND ENGINE POWER)

● อัตราส่วนผสม (Mixture Ratio)

อัตราส่วนผสมของอากาศและน้ำมันเชื้อเพลิง (Mixture ratio) เรียกว่า “อัตราส่วนผสมอากาศต่อ น้ำมันเชื้อเพลิง”(Air-Fuel Ratio) อัตราส่วนผสมนี้เป็นอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก (By weight) เช่น อัตราส่วนผสม 14.7 : 1 หมายความว่าอากาศหนัก 14.7 กรัม ผสมกับน้ำมันเบนซินหนัก 1 กรัม

$$\text{Mixture ratio} = \frac{\text{Intake.airflow}}{\text{Fuel.consumption}}$$

เพื่อให้ น้ำมันเบนซินลุกไหม้อย่างรวดเร็ว จะต้องผสมกับอากาศด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสม ถ้า

อากาศหรือน้ำมันเบนซินมากเกินไป การลุกไหม้ก็จะเป็นอย่างช้าๆ หรืออาจไม่เกิดขึ้นเลยก็เป็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงที่อัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเบนซิน สามารถเกิดการเผาไหม้ได้ เรียกว่า “ช่วงเกิดการเผาไหม้” (Combustion Range) และจุดหัวท้ายของช่วงเรียกว่า “จุดจำกัดการเผาไหม้” (Combustion Limit)

ในทางปฏิบัติหรือตามความเป็นจริงแล้ว เครื่องยนต์จะเผาไหม้โดยการอัดส่วนผสมในห้องไหม้ และมีประกายไฟมาจุด เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ การเผาไหม้ส่วนผสมภายใต้สภาพดังกล่าวแล้วช่วงเกิดการเผาไหม้ทางทฤษฎี ช่วงการเกิดการเผาไหม้ภายในเครื่องยนต์ที่แท้จริงจึงเรียกว่า “ช่วงเกิดการเผาไหม้ทางปฏิบัติ” (Practical Combustible Range)

- อัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์

(Chemically Correct Mixture Ratio , Stoichiometric Mixture Ratio)

การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน จะได้แก๊สไอเสียส่วนใหญ่ออกมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ อัตราส่วนผสมทางทฤษฎีที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ดังกล่าวแล้ว ก็คืออัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิง 14.7 : 1 (อากาศ 14.7 กรัม ต่อน้ำมันเบนซิน 1 กรัม) อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า “อัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์”

อัตราส่วนผสม 14.7 : 1 ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์จากแก๊สไอเสีย ซึ่งถือว่าเป็นทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติ อัตราส่วนผสมที่ใช้จะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพการทำงานต่างๆ ของเครื่องยนต์ (Engine operation condition)

- อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานสูงสุด (Power Mixture Ratio)

จากการทดสอบที่อัตราส่วนผสมต่างๆ อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานของเครื่องยนต์สูงสุด (Maximum engine power) คืออัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง 12 : 1 – 13 : 1 อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า “อัตราส่วนผสมที่ให้กำลังงานสูงสุด”

- อัตราส่วนผสมที่ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำที่สุด (Economical Mixture Ratio)

เมื่ออัตราส่วนผสมประมาณ 16 : 1 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่ำที่สุด อัตราส่วนผสมนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า “อัตราส่วนผสมที่ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุด”

การปรับคาร์บูเรเตอร์ ต้องยึดอัตราส่วนผสมดังกล่าวเป็นหลัก นั่นคืออัตราส่วนผสมที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ให้กำลังงานสูงสุดและประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่สุด

อากาศที่ไหลเกิดเป็นเกลียวหมุนขึ้น จะทำให้มีแรงต้านทานมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้ตัวถังรถยนต์มีลักษณะลู่ลม เพื่อลดแรงต้านทานที่เกิดขึ้น

2.5.2 ปัจจัยการเกิดแรงต้านทานของอากาศ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

- แรงต้านทานลมที่ส่วนหน้าและส่วนหลังของรถยนต์ในขณะที่รถวิ่งไป (ประมาณ 55- 60 %)
- พื้นที่หน้าตัดของรถ บังโคลนและชิ้นส่วนต่างๆ ที่ติดไว้ด้านหลัง (ประมาณ 12 – 15 %)
- แรงต้านทานจะสูงขึ้นเมื่อลมพัดผ่านหม้อน้ำและช่องว่างใต้ฝากระโปรงรถ(ประมาณ 10-15%)
- แรงต้านที่ผิวตัวถังรถ (ประมาณ 8 – 10 %)
- ความแตกต่างระหว่างลมที่ข้างบนรถและส่วนล่างของรถ ซึ่งเมื่อลมพัดผ่านไปแล้วจะทำให้เกิดเป็นลมหมุนที่ข้างหลัง คล้ายกับว่าเป็นแรงดูดรถเอาไว้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบรูปทรงของรถยนต์ที่ป้องกันไม่ให้เกิดลมหมุนขึ้นที่ท้ายรถ (5 – 8 %)



รูปที่ 2-40 ลักษณะของลมที่รถรูปทรงต่างๆ

2.5.3 การคำนวณแรงต้านทานอากาศ

ทั้งนี้ปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งไปที่จะเป็นผลทำให้แรงต้านทานของลมเพิ่มขึ้น และถารถทดลองพบว่า

$$R_a = K_a AV^2 \quad (2.1)$$

แต่ถ้าคำนึงถึงความหนาแน่นของอากาศ (ρ) ค่าของความต้านทานสามารถหาได้จาก

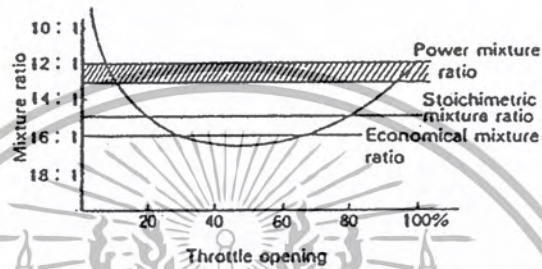
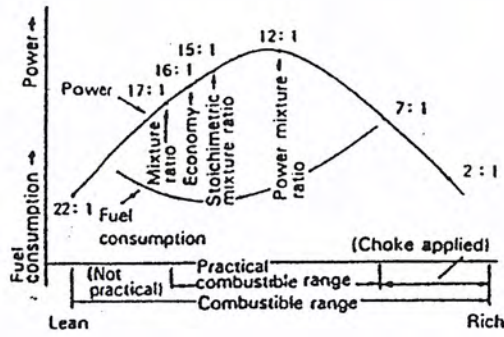
$$R_a = C_d A \rho / 2V^2 \quad (2.2)$$

สำหรับในที่นี่จะไม่คำนึงถึงความหนาแน่นของอากาศและกำหนดให้

K_a คือ สัมประสิทธิ์ของแรงต้านทานอากาศ (kg/m^3)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของรถยนต์ส่วนที่ต้านกับลม (m^2) ไม่อนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-12 แสดงอัตราส่วนผสมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ในลักษณะต่างๆ

2.3.3 คาร์บูเรเตอร์ที่ใช้กับรถจักรยานยนต์ สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างทั่วไปได้ 2 แบบใหญ่คือ

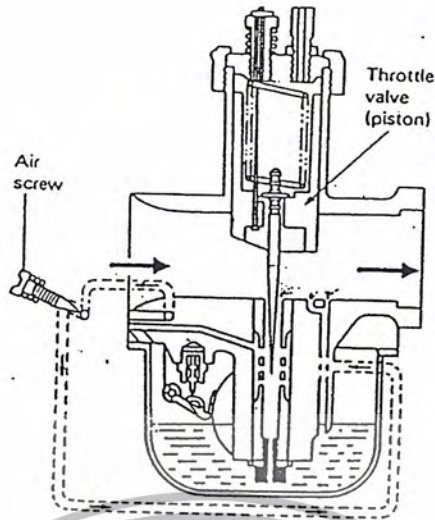
1. คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม (VM Type)
2. คาร์บูเรเตอร์แบบเอสยู (SU Type)

ซึ่งคาร์บูเรเตอร์ที่ใช้ในรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดเล็กนี้เราใช้คาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม เพราะฉะนั้น เราจะพูดถึงแต่ส่วนประกอบและหลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม เท่านั้น

2.3.4 โครงสร้างของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม

คาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆ ที่ทำอย่างประณีต เป็นจำนวนมากมายหลายชิ้น และทำหน้าที่ต่างๆกัน แต่สำหรับคาร์บูเรเตอร์ที่ใช้กับจักรยานยนต์สามารถแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1. ห้องลูกลอย (Float chamber)
2. ห้องผสม (Mixing chamber)
3. ส่วนประกอบอื่นๆ (Other sub-assemblies) เช่นสตาร์ทเตอร์ (Starter) และอื่นๆ



รูปที่ 2-13 คาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม

2.3.4.1 ห้องลูกลอย (FLOAT CHAMBER)

น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีนที่ไหลจะผ่านก๊อกลงและท่อทางมายังห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์ ห้องลูกลอยนี้จะทำหน้าที่สำรองน้ำมันเพื่อจ่ายให้กับวงจรต่างๆ ในคาร์บูเรเตอร์ และรักษาระดับน้ำมันในห้องลูกลอยให้คงที่อยู่เสมอ ห้องลูกลอยแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

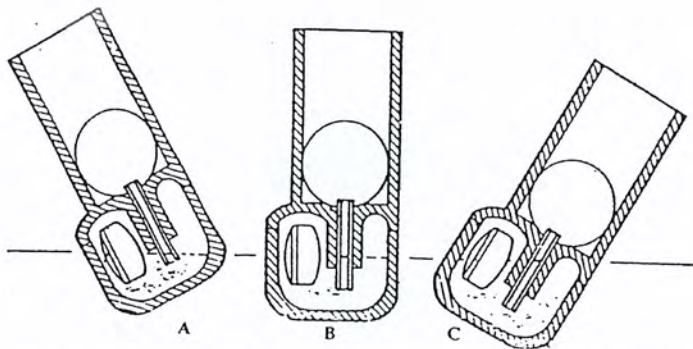
1. ห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่
2. ห้องลูกลอยแบบปริมาตรคงที่

ห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่

ติดตั้งตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของคาร์บูเรเตอร์ มีลักษณะของลูกลอยเป็นตัวเดียว

- A. รถเอียงไปด้านที่ลูกลอยติดตั้งอยู่ เข็มจะปิดน้ำมันเร็ว ระดับน้ำมันภายในห้องลูกลอยจะต่ำกว่าปกติ
- B. รถอยู่ตำแหน่งตรง ระดับน้ำมันภายในห้องลูกลอยจะถูกต้อง
- C. รถเอียงไปด้านตรงข้ามที่ลูกลอยติดตั้งอยู่ เข็มจะปิดน้ำมันช้า ระดับน้ำมันภายในห้องลูกลอยจะสูงกว่าปกติ

กว่าปกติ



รูปที่ 2-14 แสดงลักษณะของห้องลูกลอยแบบปริมาตรไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะปั๊มซีจังก์รยานยนต์บนทางโค้งของถนน ระดับน้ำมันของห้องลูกลอยจะไม่คงที่ ซึ่งมีผลทำให้ ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงหนาหรือบางตามสภาพการเลี้ยวสุดแท้จะเลี้ยวเท่าใด

แต่ถ้าเรานำไปใช้รถยนต์ จะมีผลน้อยมากเพราะรถยนต์ไม่สามารถเอียงเข้าโค้งได้เหมือนจักรยานยนต์ซึ่งในตัวห้องลูกลอยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้คือ

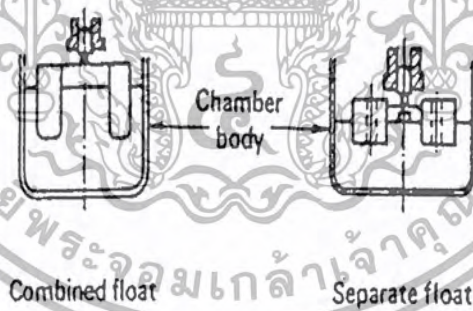
1. เสื้อห้องลูกลอย (Float chamber body)

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไหลจากถังจะเข้ามาเก็บยังเสื้อห้องลูกลอยเป็นการชั่วคราว ก่อนที่จะจ่ายให้แก่ เครื่องยนต์ ในเสื้อห้องลูกลอยจะมีท่อล้น (Overflow pipe) เพื่อระบายน้ำมันออกเมื่อเกินกว่าระดับและนม หนูสตาร์ท (Starter jet) นอกจากนี้คาร์บูเรเตอร์บางแบบจะมีนมหนูน้ำมันหรือนมหนูความเร็วรอบสูง (Main jet) อยู่ในห้องลูกลอยด้วย เพื่อความสะดวกในการบริการ

2. ลูกลอย (Float)

ลูกลอยทำหน้าที่เปิดและปิดชุดนมหนูลูกลอย (Float valve assembly) โดยลอยขึ้นลงตามระดับ น้ำมันเชื้อเพลิงในห้องลูกลอย นั่นคือเมื่อระดับน้ำมันไหลเข้า เมื่อระดับน้ำมันสูงสุดลูกลอยก็จะดันเข็มนม หนูให้ปิดรูน้ำมัน น้ำมันก็จะหยุดไหลเข้าสู่ห้องลูกลอย และจะเริ่มเปิดอีกเมื่อระดับน้ำมันต่ำลง

ลูกลอยจะทำด้วยโลหะแผ่นหรือพลาสติกแผ่นขึ้นรูปกลวง ลูกลอยมีอยู่ 2 แบบคือ แบบ รวม(Combined float) และแบบแยก (Separate float) ตามลักษณะของเสื้อห้องลูกลอย กล่าวคือถ้าเสื้อห้อง ลูกลอยมีห้องเดียวลูกลอยก็จะเป็นแบบรวม (ทำงานด้วยระดับน้ำมันเดียวกัน) แต่ถ้าเสื้อห้องลูกลอยแบ่ง ออกเป็น 2 ห้อง ลูกลอยก็จะเป็นแบบแยก (ทำงานด้วยระดับน้ำมันแต่ละห้องไม่ขึ้นแก่กัน)



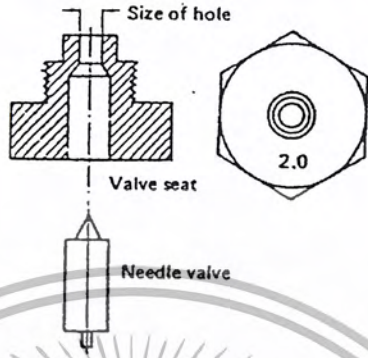
รูปที่ 2 – 15 แสดงลูกลอย

3. ชุดนมหนูลูกลอย (Float valve assembly)

ชุดนมหนูลูกลอยทำหน้าที่ควบคุมการไหลของเชื้อเพลิง จากถังเข้าสู่ห้องลูกลอยประกอบด้วย เบาะนมหนู (Valve seat) และเข็มนมหนู (Needle valve) ซึ่งประกอบด้วยกันเป็นชุดๆ โดยเฉพาะโดยมี หน้าที่สัมผัสที่แนบสนิท ผลิตด้วยกรรมวิธีการที่มีความละเอียดสูงมาก ดังนั้นเมื่อมีการถอดประกอบจึง ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

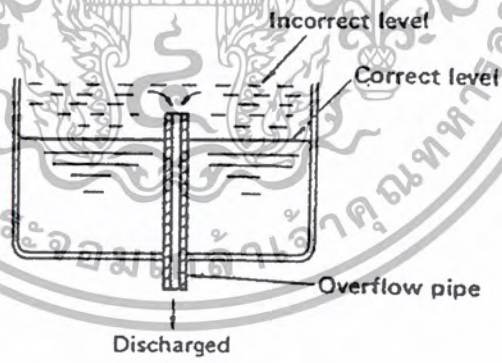
ขนาดนมหนูลูกลอย จะมีตัวเลขกำหนดไว้ เช่น 1.5 หรือ 2.0 และอื่นๆ ซึ่งหมายถึงขนาดของเบาะนมหนู ขนาดของเบาะนมหนูจะเป็นผลโดยตรงต่ออัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องลูกลอย ตัวเลขยิ่งมาอัตราการไหลยิ่งสูง



รูปที่ 2-16 แสดงชุดนมหนูลูกลอย

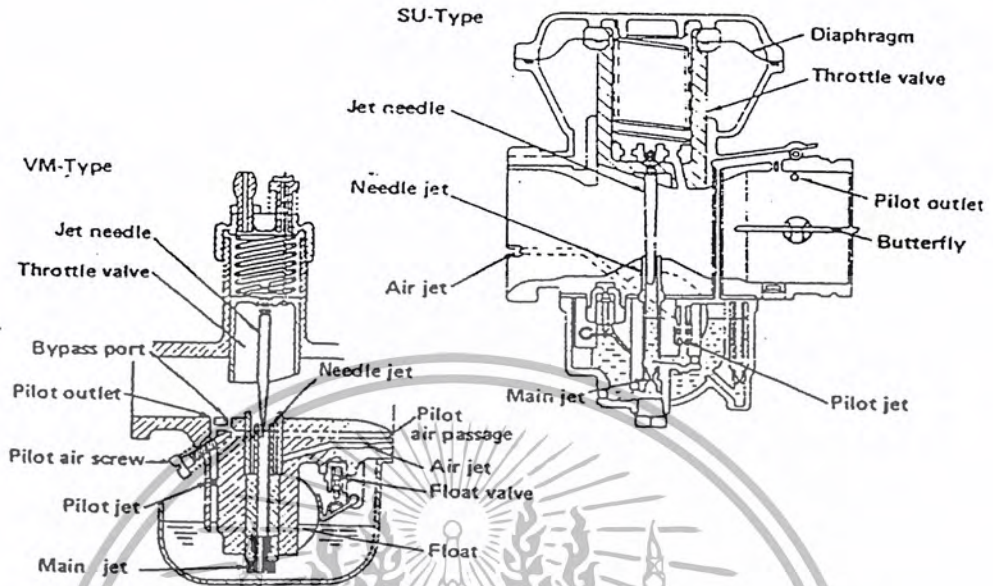
4. ท่อล้น (Overflow pipe)

ถ้าหากชุดนมหนูลูกลอยเกิดการขัดข้อง หรือถ้าเครื่องยนต์เกิดแรงผิตปกติ แสดงว่าระดับน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องลูกลอยสูงขึ้นเกินความจำเป็น ท่อล้นจะทำหน้าที่ระบายน้ำส่วนเกินออกจากห้องลูกลอย ดังนั้นท่อล้นจึงเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยชนิดหนึ่งนั่นเอง



รูปที่ 2-17 แสดงท่อล้น

2.3.4.2 ห้องผสม (MIXING CHAMBER)



รูปที่ 2-18 แสดงห้องผสม

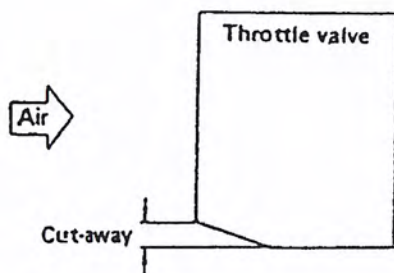
ห้องผสมทำหน้าที่ทั้งผสมและควบคุมอัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงให้อัตราส่วนผสมเหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ เป็นการดำเนินงานร่วมกันของวงจรอากาศ(Air circuit) วงจรน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel circuit) และวงจรผสม (Mixing circuit) ประกอบด้วยชิ้นส่วนมากมายหลายชิ้น โดยมีชิ้นส่วนที่สำคัญดังนี้

1. เสื้อห้องผสม (Mixing chamber body)

เสื้อห้องผสมเปรียบเสมือนหัวใจของคาร์บูเรเตอร์ ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ทำอย่างละเอียดหลายชิ้นส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดจะผสมกันในห้องนี้ ก่อนจะส่งเข้าไปในเครื่องยนต์

2. ลิ้นเร่ง (Throttling valve)

ลิ้นแบบนี้เป็นแบบลูกสูบ เรียกกันสั้น ๆ ว่า"ลูกเร่ง"ลูกเร่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมในคาร์บูเรเตอร์ที่มีผลมากที่สุดต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ในทุกช่วงความเร็วตั้งแต่ความเร็วต่ำจนถึงความเร็วสูงชายด้านล่างของลูกเร่งที่ถูกเลื่อนออก (Cut-away)จะมีผลโดยตรงต่ออัตราส่วนผสมที่ความเร็วต่ำๆ(ความเร็วเดินเบา)

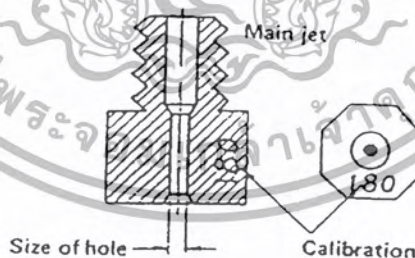


รูปที่ 2 - 19 แสดงลักษณะของลิ้นเร่ง

ตัวเลขที่แสดงไว้บนส่วนที่ถูกเลื่อนออก แสดงถึงขนาดของส่วนที่ถูกเลื่อนออกเป็นมิลลิเมตรถ้าตัวเลขยิ่งมากแสดงว่าขนาดของส่วนที่ถูกเลื่อนออกยิ่งมากขึ้น ช่องทางอากาศไหลผ่านจะเพิ่มขึ้นทำให้ความต้านทานในการไหลของอากาศลดลง ช่องทางอากาศไหลผ่านจะลดลง ทำให้ความต้านทานในการไหลของอากาศเพิ่มขึ้น อากาศจึง ไหลเข้าได้น้อย ดังนั้นส่วนผสมจึงหนาขึ้น

3. นมหนูน้ำมัน (Main jet)

นมหนูน้ำมันหรือนมหนูความเร็วสูง ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ความเร็วสูง อัตราการไหลจะขึ้นกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูนมหนูถ้าขนาดโตอัตราการไหลจะสูงแต่ถ้าขนาดโตอัตราการไหลจะสูงแต่ถ้าขนาดเล็กอัตราการไหลจะต่ำขนาดของนมหนูที่แสดงไว้เป็นตัวเลขบนนมหนู แสดงให้ทราบถึงอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง

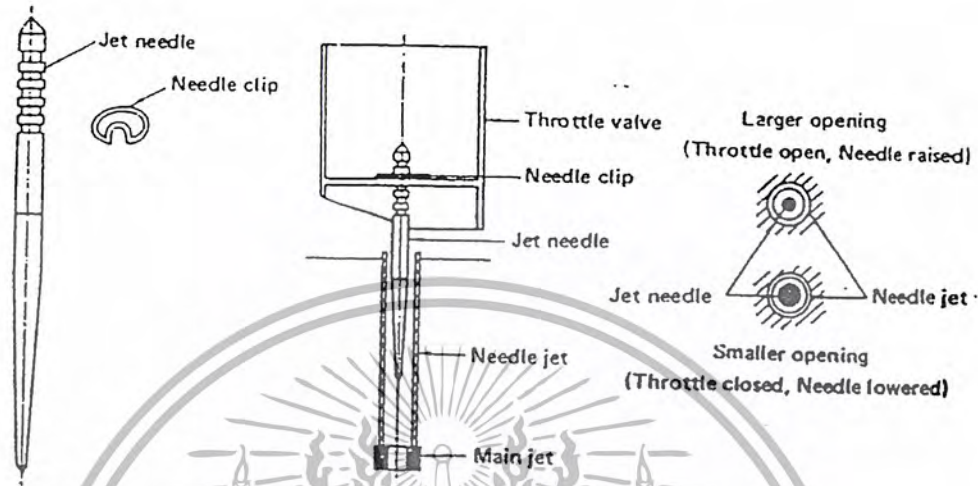


รูปที่ 2 - 20 แสดงลักษณะของนมหนูน้ำมัน

4. เข็มเร่งหรือเข็มนมหนู (Jet needle)

เข็มเร่งปลายด้านหนึ่งจะทำเป็นรูปเรียว (Tapered) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งทำเป็นร่องไว้ 5 ร่อง เพื่อล็อกตำแหน่งของเข็มเร่งเข้ากับลูกเร่งด้วยแหวนล็อก (Needle clip) ตามตำแหน่งที่กำหนด

เข็มเร่งประกอบเข้ากับลูกเร่ง เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงความเร็วจากความเร็วปานกลางถึงความเร็วสูง เมื่อเข็มเร่งยกสูงขึ้นจะเปิดรูนมหนูใหญ่ขึ้น แต่เมื่อเข็มเร่งลดลงต่ำรูนมหนูจะถูกปิดให้เล็กลง



รูปที่ 2 - 21 แสดงลักษณะของเข็มเร่งหรือเข็มนมหนู

5. นมหนูเดินเบา

ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง ความเร็วรอบเดินเบาที่แสดงไว้บนนมหนูเดินเบาแสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูนมหนูเดินเบา ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงนั่นเอง

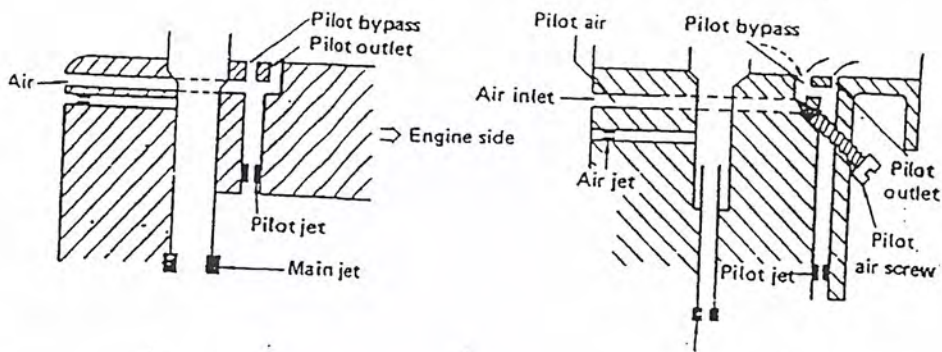
6. ช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก (pilot outlet)

ช่องทางส่วนผสมเดินเบาออกนี้ ทำหน้าที่ควบคุมอัตราส่วนผสมของอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ท่อรับอากาศ (Air horn) ที่ความเร็วเดินเบา ช่องทางนี้อยู่ใกล้กับเครื่องยนต์มากกว่าช่องทางอื่น ดังนั้นจึงมีผลต่อสูญญากาศ ที่เกิดขึ้นจากเครื่องยนต์โดยตรง

อัตราส่วนผสมที่ออกจากช่องทางนี้ (Pilot by pass) จะถูกควบคุมโดยนมหนูเดินเบา (Pilot jet) และสกรูปรับอากาศ (Pilot air screw)

7. ช่องทางอากาศช่วย (Pilot by pass)

ช่องทางอากาศช่วย เป็นช่องทางที่เพิ่มปริมาณอากาศให้กับส่วนผสมที่ออกจากช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก (Pilot outlet) เช่นกรณีเครื่องยนต์จะทำงานที่ความเร็วสูงขึ้น แต่ส่วนผสมไม่เพียงพอช่องทางอากาศช่วยก็จะเพิ่มอากาศให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์โดยผ่านช่องทางอากาศช่วย (Pilot by pass) ดังกล่าว



รูปที่ 2-22 แสดงช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก และช่องทางอากาศช่วย

8. นมหนูอากาศ (Air jet)

นมหนูอากาศทำหน้าที่เพิ่มปริมาณอากาศให้กับน้ำมันเชื้อเพลิงในวงจรแรง (Main circuit) ดังนั้นจึงเป็นการควบคุมอัตราส่วนผสมและการเป็นฝอยละอองของน้ำมันเชื้อเพลิงอัตราการไหลของอากาศขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูนมหนู รูนมหนูใหญ่ อัตราการไหลก็จะสูง รูนมหนูเล็ก อัตราการไหลก็จะต่ำ

นมหนูอากาศบางแบบถอดเปลี่ยนได้ บางแบบยึดติดแน่นกับห้องผสม จึงไม่สามารถถอดออกได้ นอกจากนี้บางแบบยังใช้ขนาดของรูที่เจาะผ่านเป็นนมหนูโดยตรง

9. สกรูปรับอากาศ (Pilot air screw)

สกรูปรับอากาศอยู่ในวงจรเดินเบา ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของอากาศ ที่เข้ามาทางนมหนู ดังนั้นจึงเป็นตัวควบคุมอัตราส่วนผสมโดยตรง กล่าวคือส่วนผสมจะหนืดหรือบางย่อมขึ้นอยู่กับสกรูนี้



รูปที่ 2-23 แสดงสกรูปรับอากาศ

คาร์บูเรเตอร์นอกจากจะมีส่วนประกอบใหญ่ๆดังกล่าวแล้ว ซึ่งได้แก่ห้องลูกลอย ห้องผสม ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ อีกหลายส่วนซึ่งเป็นอุปกรณ์ช่วย ส่วนประกอบอื่นที่ควรทราบเช่น

1. เครื่องช่วยขณะใช้งานระดับสูง (High altitude compensator)

2. ไขคอกหรือวาล์วกระตุก (Choke or starter carburetor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม (OPERATION OF THE VM-TYPE CARBURETOR)

การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 0 - 1/8 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง (Throttle valve opening 0 to 1/8)

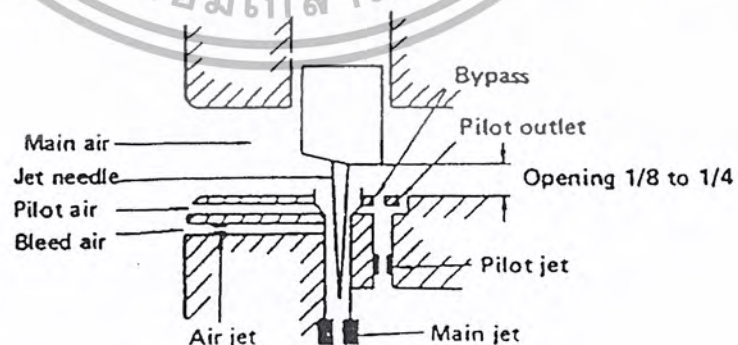
เมื่อลูกสูบเครื่องยนต์เลื่อนขึ้น และลงเกิดสูญญากาศขึ้น (สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะจะเกิดสูญญากาศขึ้นภายในห้องเพลาค้อเหวี่ยง) ทำให้อากาศถูกดูดผ่านไส้กรองอากาศเข้าสู่คาร์บูเรเตอร์

เนื่องจากลูกเร่งปิดเกือบสนิท อากาศจึงไหลผ่านช่องอากาศช่องเล็ก (Pilot air inlet) ทำให้เกิดสูญญากาศรอบนมหนูเดินเบา (Pilot jet) น้ำมันเชื้อเพลิงถูกดูดผ่านช่องทางส่วนผสมเดินเบาออก (Pilot outlet) ครอบทำที่สูญญากาศที่เกิดขึ้นยังสูงอยู่ เข้าสู่ท่อรับอากาศ (Air horn) เพื่อผสมกับอากาศอันนั้น ตำแหน่งนี้จึงเป็นตำแหน่งเดินเบา (Idle speed) ซึ่งตำแหน่งนี้อัตราส่วนผสมจะหนากว่าทางทฤษฎี เนื่องจากอากาศเข้าได้น้อยและน้ำมันยังไม่ค่อยเป็นฝอยละเอียด ในตำแหน่งเดินเบานี้ก็เกิดสูญญากาศที่บริเวณนมหนูความเร็วสูง (Main nozzle) ด้วย แต่เกิดขึ้นน้อยมาก จึงไม่สามารถดูดน้ำมันให้ออกทางนมหนูความเร็วสูงได้



รูปที่ 2-24 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 0 - 1/8 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8 - 1/4 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง (Throttle valve opening 1/8 - 1/4)



รูปที่ 2 - 25 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบวีเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด 1/8 - 1/4 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

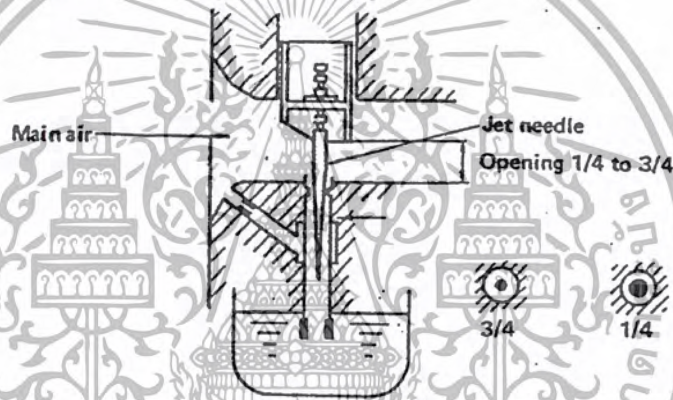
เมื่อลูกเร่งเปิดอยู่ในช่วงตำแหน่งนี้ ส่วนผสมจะถูกจ่ายออกทั้งทางช่องส่วนผสมเดินเบาออก (pilot outlet) และช่องทางช่วย (Bypass) ในขณะเดียวกันสูญญากาศที่เกิดขึ้นบริเวณมหนูความเร็วสูง (Main nozzle) ก็มากพอที่จะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงให้ไหลออกมาได้

ในกรณีนี้ทั้งวงจรเดินเบา และวงจรความเร็วสูง จะทำงานร่วมกันเพื่อเพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์จากความเร็วเดินเบาสู่ความเร็วปานกลางด้วยการควบคุมของส่วนที่ถูกเลื่อนออก

การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง (Throttle valve opening $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$)

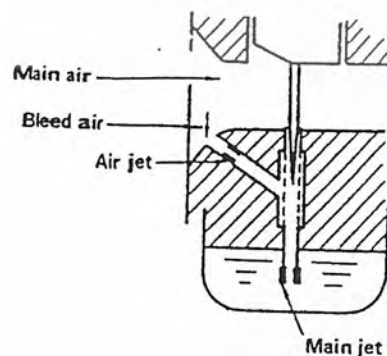
ในตำแหน่งนี้อากาศที่ไหลผ่านมหนูความเร็วสูง เพิ่มมากขึ้นแต่ลูกเร่งยังคงเป็นเสมือนคอขวด (Venturi) สูญญากาศบริเวณมหนูความเร็วสูงจึงทวีมากขึ้น เป็นเหตุให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกดูดออกมาทางมหนูความเร็วสูงมากขึ้นด้วย เป็นช่วงของความเร็วปานกลางสู่ความเร็วสูง

ช่วงนี้การควบคุมปริมาณน้ำมัน จะเป็นการทำงานสัมพันธ์ระหว่างเข็มเร่ง ซึ่งเป็นรูปรีขย เลื่อนขึ้นลงอยู่ในมหนูความเร็วสูง กับอากาศที่ไหลผ่านท่อรับอากาศ



รูปที่ 2- 26 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วิเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

การทำงานที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด $\frac{3}{4}$ - 1 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง (Throttle valve opening $\frac{3}{4}$ - 1)



รูปที่ 2-27 การทำงานของคาร์บูเรเตอร์แบบ วิเอ็ม ที่ตำแหน่งลูกเร่งเปิด $\frac{3}{4}$ - 1 ของระยะเคลื่อนที่ของลูกเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตำแหน่งนี้วงจรความเร็วสูง (High speed circuit) เป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์เมื่อลูกเร่งเปิดเกือบหมด ความต้านทานการไหลของอากาศจะลดลงทำให้อากาศเข้าได้มากขึ้นตำแหน่งนี้มหนุความเร็วสูง จะทำหน้าที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเพียงลำพังเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนผสมที่แท้จริงจะเปลี่ยนไป ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่นความแตกต่างระหว่างระดับน้ำมันในห้องลูกลอยกับปลายมหนุความเร็วสูงความเฉื่อยในการไหลของอากาศหรือโดยความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของเครื่องยนต์กับขนาดความโตของรุมมหนุความเร็วสูง

2.4 ระบบจุดระเบิด

2.4.1 ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท (Solid state ignition system)

ระบบจุดระเบิดแบบ โซลิดสเตท หมายถึง ระบบจุดระเบิดซึ่งมีส่วนประกอบของสารกึ่งตัวนำทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Semi - Conductors) เช่น ไดโอด (Diode) ทรานซิสเตอร์ (Transistors) ซิลิกอน คอนโทรลเรกติไฟเออร์ (Silicon Controlled Rectifiers) ฯลฯ ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตทที่ใช้กันมากมีดังนี้

1. ระบบซีดีไอ (Capacitor , capacitive Discharge Ignition system, CDI)

1.1 ซีดีไอ ใช้กระแสสลับ (AC, CDI)

1.2 ซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC, CDI)

2. ระบบทรานซิสเตอร์ (Transistorized Ignition System)

แต่ในการทำงานของระบบจุดระเบิดของรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่สร้างขึ้นนี้เราได้นำเอา ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC, CDI) มาใช้เนื่องจากรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่เราสร้างขึ้น เราได้ทำการปรับปรุงเปลี่ยนพฤติกรรมของเครื่องยนต์ให้ทำงานที่ความเร็วรอบต่ำ ดังนั้นระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ใช้ไฟกระแสตรงจึงเหมาะสมมากกว่าระบบซีดีไอแบบใช้กระแสสลับ เพราะระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ใช้กระแสตรงนี้สามารถจ่ายไฟได้สม่ำเสมอมากกว่าซึ่งใช้งานได้ดีกว่าในความเร็วน้อย

ดังนั้นในส่วนนี้จึงเป็นการกล่าวเปรียบเทียบกันระหว่างระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ใช้กระแสตรง กับจุดระเบิดแบบซีดีไอ ใช้กระแสสลับ ว่ามีการทำงานต่างกันอย่างไร

2.4.2 ระบบซีดีไอ (CDI System)

ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ เป็นระบบจุดระเบิดแบบ โซลิดสเตทแบบหนึ่งซึ่งนิยมใช้กัน ในรถจักรยานยนต์ เนื่องจากระบบจุดระเบิดแบบที่กล่าวนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีขนาดเล็กและไม่มีส่วนที่มีการเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องมีการปรับแต่งแต่อย่างใด

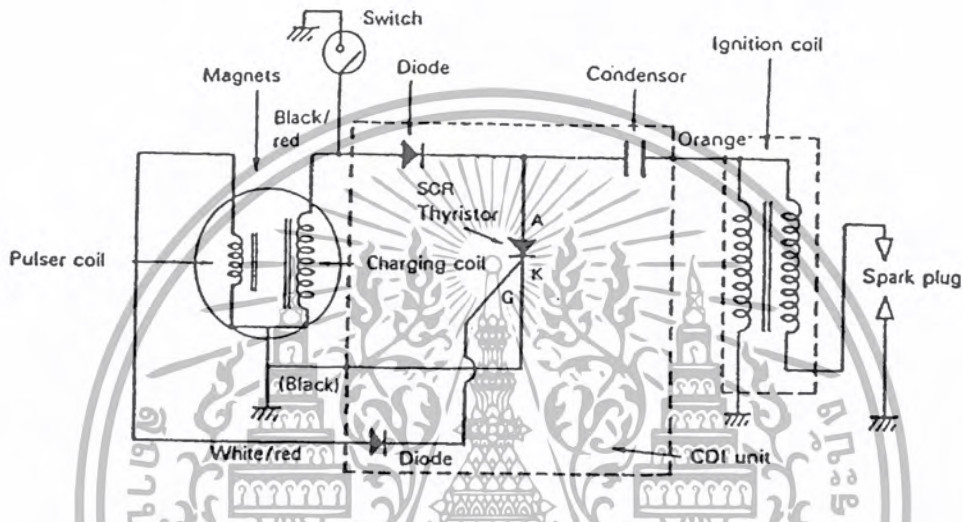
ข้อดีของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

1. ลดการบำรุงรักษา
2. ยืดอายุการทำงานของหัวเทียน
3. ไม่ต้องมีชุดทองขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.สตาร์ททีดง่าย
- 5.กระแสไฟแรงเคลื่อนสูงที่เกิดขึ้นสูงกว่า
- 6.การจุดระเบิดล่วงหน้าใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเป็นไปอย่างอัตโนมัติ
- 7.อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกซีลไว้เพื่อป้องกันฝุ่นและสิ่งสกปรก
- 8.ทำงานสม่ำเสมอตลอดอายุการใช้งาน
- 9.เครื่องยนต์เดินเรียบในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาและทำงานหนัก

Basic circuit



รูปที่ 2-28 ระบบจุดระเบิดแบบวีดีโอ (Capacitive Discharge Ignition System, CDI)

2.4.2.1 วงจร CDI ประกอบด้วยส่วนสำคัญๆ 3 ส่วนคือ

1. แหล่งจ่ายไฟ ในที่นี้คือแม็กเนโต (Magneto) ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ชาร์จคอยล์ (Charge Coil) ทำหน้าที่สร้างกระแสไฟ จำนวนหนึ่งเพื่อไปประจุให้กับตัวเก็บประจุ (Capacity) และจ่ายให้กับ A (Anode) ของ SCR

1.2 พัลเซอร์คอยล์ (Pulsar Coil) จะทำหน้าที่สร้างกระแสไฟจำนวนหนึ่งเช่นกันและจ่ายไปให้กับ G (Gate) เพื่อไปทริกให้ SCR นำกระแส

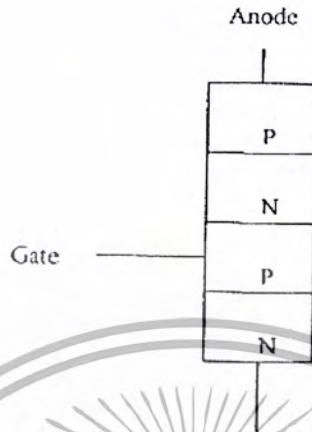
2. วงจรทริกเกอร์ (Trigering Circuit or Timing Circuit) วงจรนี้จะทำหน้าที่กำหนดเวลาที่จะทำ ให้ SCR นำกระแสได้ช้าหรือเร็วโดยจะทำงานร่วมกับแรงไฟที่ได้รับมาจากพัลเซอร์คอยล์

3. โหลด (Load) ในที่นี้ก็คือชุดคอยล์จุดระเบิด (Ignition coil) ส่วนประกอบชุดนี้มีหน้าที่สร้างไฟสูงเพื่อจ่ายไฟให้กับหัวเทียน

ไทรสเตอร์ (Thyristor) คือสารกึ่งตัวนำที่ทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ เปิด ปิด ซึ่งประกอบด้วยสารกึ่ง ชนิด P และ N มาต่อกัน 4 ชั้น และอาจจะมีขาต่อใช้งานแบบ 2 ขา 3 ขา หรือ 4 ขา ก็ได้ และจะมีชื่อเรียก แตกต่างกันไป เช่น DIAC TRIAC และ SCR เป็นต้น

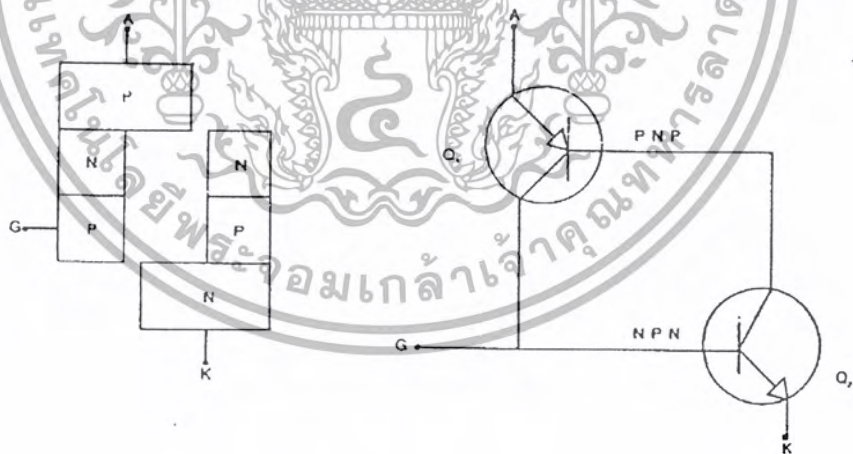
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับจุดควบคุมการจุดระเบิดแบบซิติโอไนซ์จะใช้ SCR เป็นตัวควบคุมและ SCR นี้จะประกอบ
ด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด 4 ชั้น แต่มีขั้วต่อออกมาเพียง 3 ขาเท่านั้นดังรูป



รูปที่ 2-29 ไทริสเตอร์

ถ้าพิจารณาโครงสร้างของ SCR ซึ่งประกอบด้วยวัสดุกึ่งตัวนำ P-N-P-N แล้วเราสามารถเปรียบเทียบการทำงานให้ง่ายขึ้น ก็โดยการแยก SCR ออกเป็นสองส่วน ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถแยกเป็นทรานซิสเตอร์ ได้ 2 ตัว คือ P-N-P และ N-P-N ดังรูป

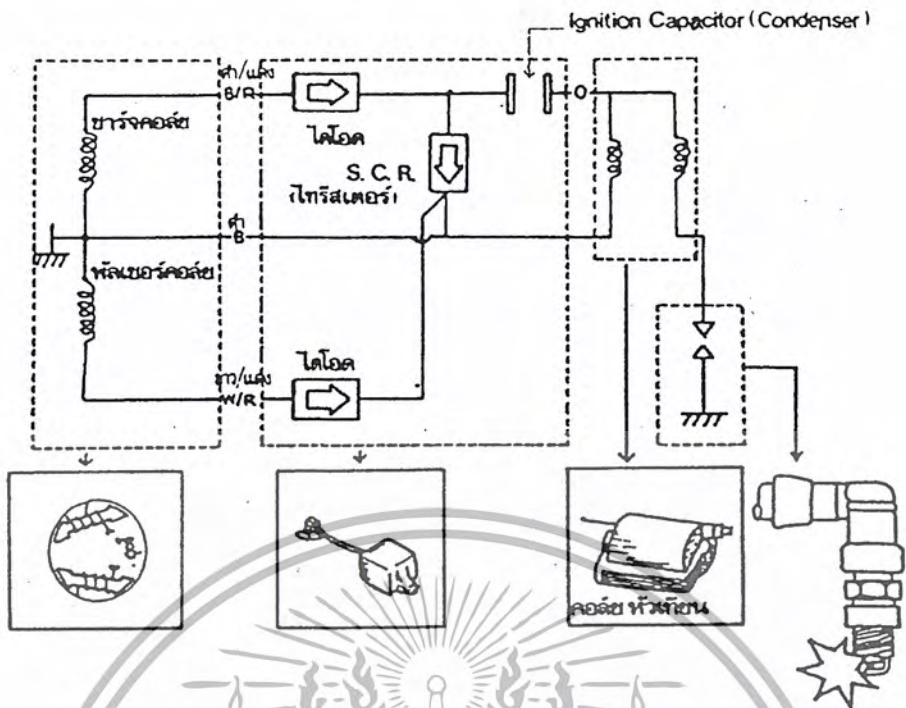


รูปที่ 2-30 โครงสร้างของ SCR

2.4.2.2 การทำงานของ SCR

การทำงานของ SCR จำเหมือนทรานซิสเตอร์ 2 ชนิด คือ PNP และ NPN ในขณะที่ป้อนไฟบวกเข้าที่ A (Anode) และลบเข้าที่ C (Cathode) จะเห็นว่าแรงที่ไฟที่ B (Base) ของทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 เป็น 0 โวลต์ Q_2 และ Q_1 จึงไม่สามารถจะนำกระแสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-31 ส่วนประกอบของวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

แต่เราป้อนแรงไฟบวกให้กับ B(Base) ของ Q_2 หรือ G(Gate) จะทำให้ Q_2 ได้รับไบอัสถูกทาง Q_2 ก็จะนำกระแสได้ และที่ขา C(Collector) ของ Q_2 ต่ออยู่กับ B(Base) ของ Q_1 ดังนั้นเมื่อ Q_2 นำกระแสไฟก็จะทำให้ B(Base) ของ Q_1 ได้รับไฟจำนวนหนึ่งด้วยเช่นเดียวกันจึงทำให้ Q_1 อยู่ในสภานำกระแสด้วย และขาของ C(Collector) ของ Q_1 ต่อกลับเข้า B(Base) อีกในลักษณะของการป้อนกลับทางบวก ฉะนั้นถ้าเราตัดแรงไฟที่ป้อนให้กับ G(Gate) ออก SCR หรือ Q_1 และ Q_2 ก็ยังสามารถนำกระแสได้ตลอดไป

ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

1. ชาร์จคอล์ย (Charge coil)
2. ไดโอด (Diode)
3. คอนเดนเซอร์ (Condenser)
4. พัลเซอร์คอล์ย (Pulser Coil)
5. ไทริสเตอร์ หรือ เอสซีอาร์ (Thyristor or SCR)
6. คอล์ยจุดระเบิด (Ignition coil)
7. หัวเทียน (Spark plug)

ข้อสังเกตอักษรย่อของสายไฟ

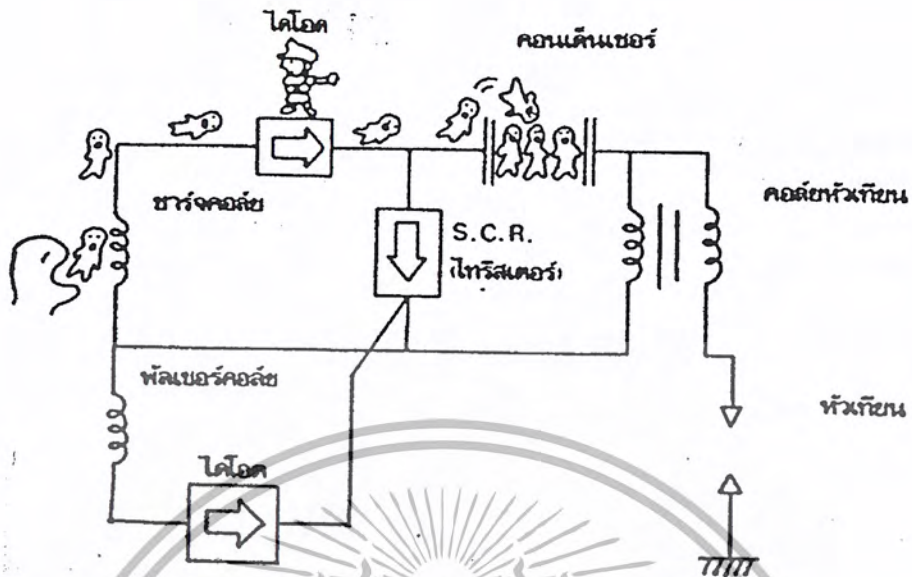
B/R = ดำ/แดง

B = ดำ

W/R = ขาว/แดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI



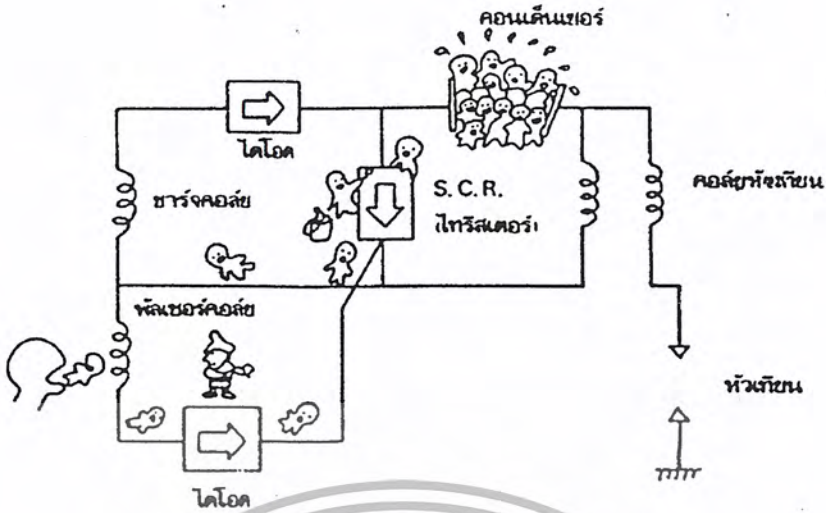
รูปที่ 3-32 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซีดีไอ

การทำงานของระบบจุดระเบิดซีดีไอ ขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กงานไฟหมุนตัดกับชาร์จคอล์ย

1. ชาร์จคอล์ย (Charge Coil)
2. ไดโอด (Diode)
3. คอนเดนเซอร์ (Condenser)
4. พัลเซอร์คอล์ย (Pulser Coil)
5. ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์ (Thyristor or SCR)
6. คอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil)
7. หัวเทียน (Spark Plug)

เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ล้อช่วยแรงจะเคลื่อนที่นำเอาชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กงานไฟไปตัดกับชาร์จคอล์ย ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไฟไหล กระแสไฟดังกล่าวจะอยู่ในรูปของกระแสสลับ ต่อจากนั้น ไดโอดจะทำหน้าที่เรียงกระแสให้เป็นกระแสตรงแล้วส่งไปประจุไว้ในคอนเดนเซอร์กระแสที่ถูกประจุไว้จะไม่สามารถที่จะเดินทางต่อไปยังคอยล์จุดระเบิดได้เนื่องจากถูกปิดกั้นไว้โดยไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-33 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซิติโอ

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซิติโอขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กงานไฟหมุนตัดกับพัลเซอร์คอลลีเมื่อล้อช่วยแรงเคลื่อนที่ต่อไปอีกก็จะนำเอาแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กงานไฟไปตัดกับพัลเซอร์คอลลีทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไหลขึ้นกระแสไฟที่เกิดขึ้นจะเป็นสัญญาณส่งไปที่ไทริสเตอร์หรือเอสซีอาร์เพื่อทำให้วงจรระหว่างคอนเด็นเซอร์และคอลลีจุดระเบิดต่อกัน



รูปที่ 3-34 หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ ซิติโอ

การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบซิติโอ ขณะที่ไทริสเตอร์ หรือเอสซีอาร์รับสัญญาณจากพัลเซอร์คอลลีและเปิดวงจรถูกกระแสไฟที่ประจุอยู่ในคอนเด็นเซอร์ส่งไปยังคอลลีจุดระเบิดและทำให้เกิดไฟแรงเคลื่อนสูงขึ้นในที่สุด

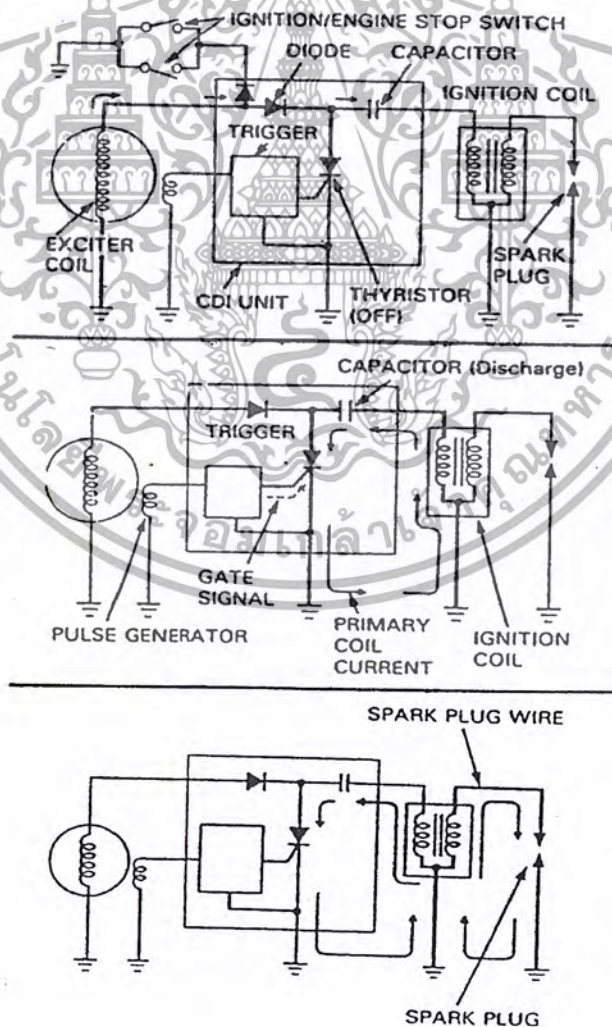
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อจากนั้นคอนเดนเซอร์จะจ่ายประจุที่รับไว้ไปยังคอยล์จุดระเบิด ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กบนตัวในวงจรไพรมารีของคอยล์จุดระเบิดและตัดกับขดลวดวงจรเซคันดารี เป็นผลให้เกิดไฟแรงสูงขึ้นและส่งไปยังหัวเทียนเพื่อจุดระเบิดในที่สุด

เพื่อให้เข้าไประบบซีดีไอได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จึงควรรู้ศึกษาจากระบบของหลายๆ บริษัท ดังเช่น ฮอนด้า (Honda) และการทำงานจริงๆ นั้นระบบจุดระเบิดจำเป็นต้องมีอุปกรณ์การเร่งไฟด้วย (Ignition Timing Advance) โดยทั่วไประบบซีดีไอ ปัจจุบันนี้ใช้เป็นระบบจุดระเบิดหลักสำหรับจักรยานยนต์ รุ่นที่ใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็ก (Small Displacement Models)

2.4.2.3 ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสลับ (AC.CDI.SYSTEM)

หลักการการทำงานเบื้องต้น (Operation Principle) ขณะที่โรเตอร์ของอัลเทอร์เนเตอร์หมุนจะเกิดการเหนี่ยวนำกระแสขึ้น ในขดขดลวดกระตุ้น (Exciter Coil) ของอัลเทอร์เนเตอร์ กระแสสลับที่เกิดขึ้นจะมีแรงเคลื่อน 100-400 โวลต์ ถูกส่งเข้าไปยังขดซีดีไอ กระแสสลับนี้ได้รับการเรียงกระแสโดย DIODE ด้วยการเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half Wave) และถูกประจุไว้ด้วยคอนเดนเซอร์ในขดซีดีไอ



รูปที่ 2-35 ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสลับ (AC.CDI.SYSTEM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

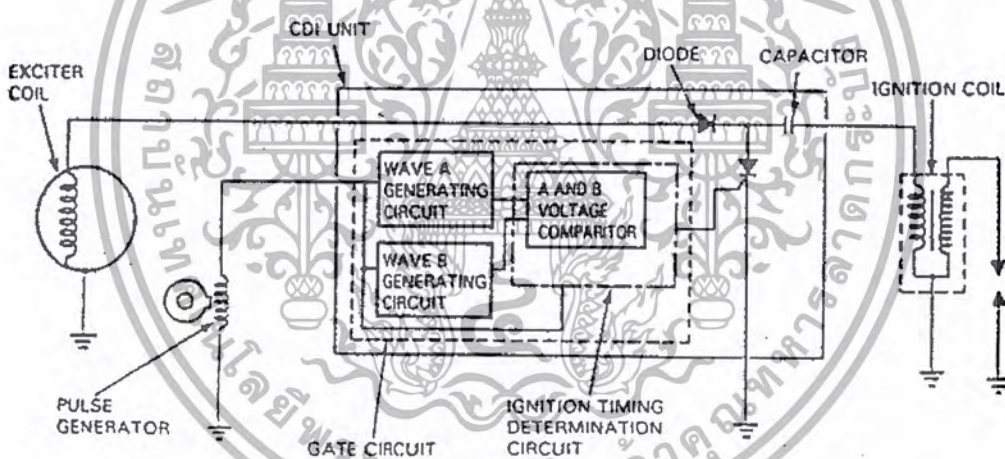
เมื่อเปิดสวิตช์กุญแจ กระแสที่เหนี่ยวนำในชุดขดลวดกระตุ้นก็จะไหลลงดินจึงเป็นการดับเครื่องยนต์ คอนเดนเซอร์จะยังไม่ต่อประจุจนกระทั่ง SCR ต่่วงจร เนื่องจากเครื่องกำเนิดสัญญาณกระแสไปยัง GATE ของ SCR

เมื่อ SCR ต่่วงจร คอนเดนเซอร์จะจ่ายประจุกระแสไปยังชุดขดลวดไพรมารี ทำให้เกิดไฟแรงเคลื่อนสูงในชุดขดลวดเซกันดารี เกิดประกายไฟกระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียน

หลักการการทำงานของอุปกรณ์เร่งไฟ (Principle of Timing Advance) หน้าที่อีกประการหนึ่งของระบบจุดระเบิดให้แก๊ซขึ้น (Advance) หรืออ่อนลง (Retard) เนื่องจากระบบนี้ไม่มีอุปกรณ์เร่งไฟทางกลไก (Mechanical) อุปกรณ์การเร่งไฟจึงไม่มีการสึกหรอเป็นการลดงานการปรับแต่งและบำรุงรักษาลงโดยสิ้นเชิง

หลักการทำงานเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก๊ซขึ้นหรืออ่อนลงใช้หลักการเดียวกัน

วงจรถูกกำหนดจังหวะจุดระเบิด (Trigger Circuit) ประกอบด้วยวงจรถูกผลิตคลื่น A (Wave A Generating Circuit) และวงจรถูกผลิตคลื่น B (Wave B Generating Circuit) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator) มาเป็นรูปคลื่น A และ B แล้วส่งไปยังวงจรถูกเลือกจังหวะจุดระเบิด (Ignition Timing Circuit)



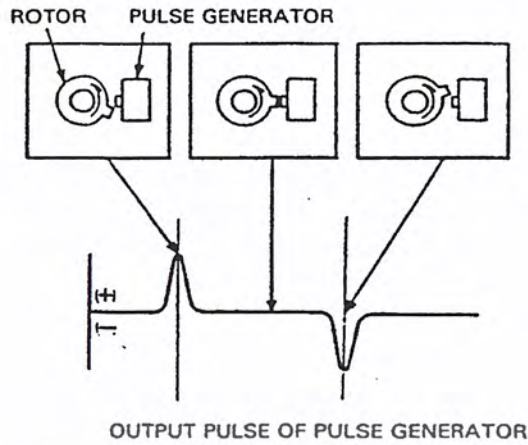
รูปที่ 2-36 หลักการเบื้องต้นของการเร่งไฟให้แก๊ซ

เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator) จะผลิตสัญญาณแรงเคลื่อนบวก (+) และ (-) เมื่อโรเตอร์หมุนตัดผ่านเครื่องกำเนิดสัญญาณ

สัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Pulse Generator Output) จะถูกเปลี่ยนให้เป็นรูปคลื่น A (Wave From A) และรูปคลื่น B (Wave From B)

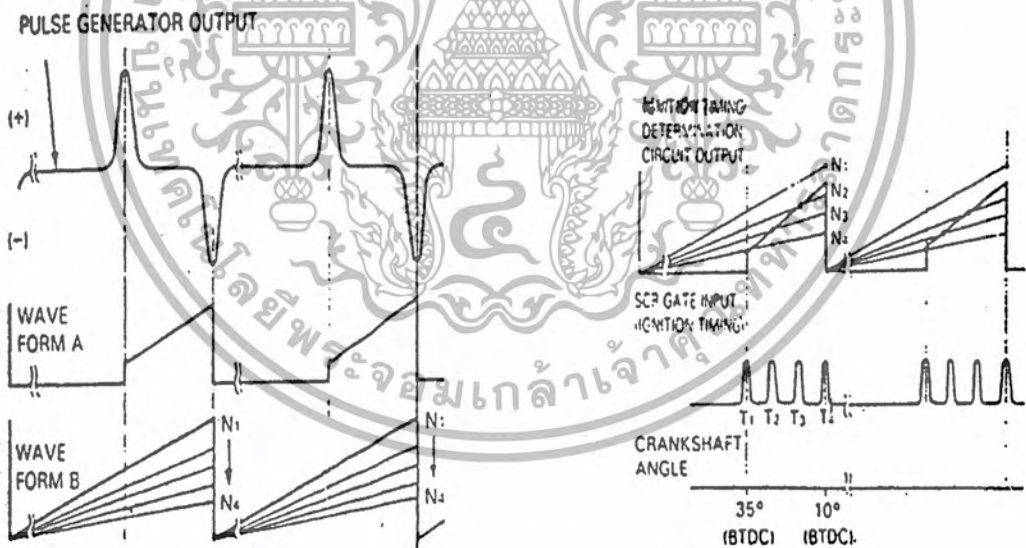
รูปคลื่น A จะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของเครื่องยนต์

รูปคลื่น B จะเปลี่ยนแปลงความเอียงหรือความลาดชัน (Gradient) ไปตามความเร็วของเครื่องยนต์



รูปที่ 2-37 วงจรเลือกจังหวะการระเบิด (Ignition Timing Determination/Circuit)

วงจรเลือกจังหวะระเบิด (Ignition Timing Determination/Circuit) จะส่งกระแสไปยัง GATE ของ SCR เมื่อสัญญาณแรงเคลื่อนกลับจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ถูกส่งเข้ายังวงจรเลือกจังหวะระเบิด หรือเมื่อขดคลื่น A สูงกว่าขดคลื่น B กระแสที่ไปยัง GATE ของ SCR ทำให้เกิดประกายไฟกระโดดข้าม เขี้ยวหัวเทียน

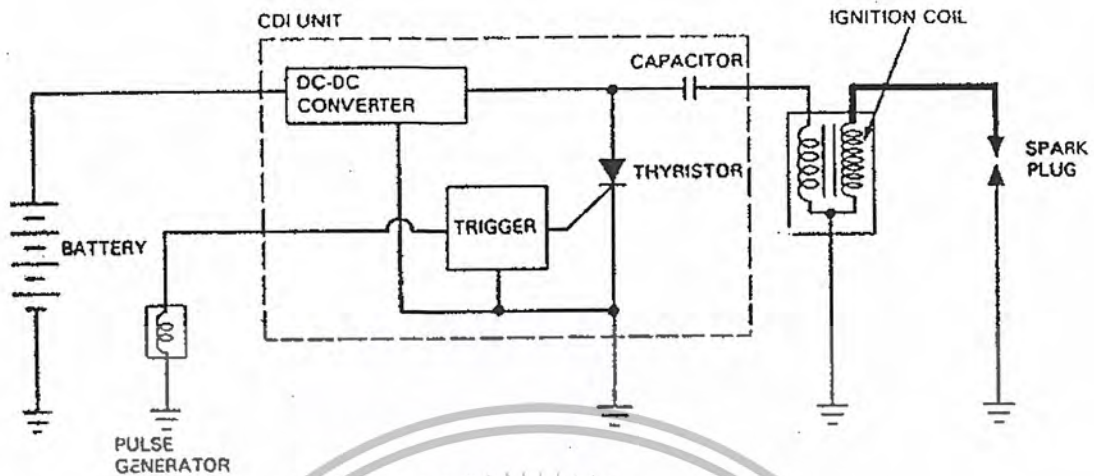


รูปที่ 2-38 จังหวะการระเบิด (Ignition Timing Diagram)

ขณะเครื่องยนต์มีความเร็วสูงขึ้น รูปคลื่น A ยังคงที่ แต่รูปคลื่น B จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อขดคลื่น B ต่ำกว่า ขดคลื่น A จังหวะจุดระเบิดหรือไฟจะแกว่งขึ้นเรื่อยๆ (N_3, N_2) การเร่งไฟจะสิ้นสุดลงที่ความเร็ว N_4 เพราะที่ความเร็วนี้รูปคลื่น A จะไม่ลดชั้นที่ความเร็ว N_4 ขดคลื่น B จะสูงกว่าขดคลื่น A ดังนั้นตำแหน่งหรือจังหวะการจุดระเบิดจะถูกกำหนดโดยสัญญาณแรงเคลื่อนกลับจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.4 ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI.SYSTEM)



รูปที่ 2-39 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ ใช้กระแสตรง

หลักการทำงานเบื้องต้น (Operating Principle) ของระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI) คล้ายๆกับระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสสลับ (AC.CDI) คงแตกต่างกันเฉพาะแหล่งหรือต้นกำเนิดการผลิตกระแสไฟแรงเคลื่อนต่ำ เพราะแบบนี้ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิด

ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง (DC.CDI) จะมีอุปกรณ์เพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า (DC-DC Converter) โดยทำหน้าที่เพิ่มกระแสตรงจากแบตเตอรี่ให้เป็นกระแสตรงที่มีแรงเคลื่อนสูงประมาณ 220 โวลต์จากนั้นจะเก็บประจุ (Charge) ไว้ในคอนเดนเซอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบใช้กระแสสลับ ที่มีชุดขดลวดกระตุ้น (Exciter Coil) เป็นแหล่งกำเนิด ระบบจุดระเบิดซีดีไอ ใช้กระแสตรง จะให้ประกายไฟที่หัวเทียนเมื่อความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่ำได้รุนแรงกว่า

2.5 แรงต้านทานจากอากาศ

รถยนต์ทุกชนิดที่วิ่งอยู่บนถนนนั้น เมื่อสัมผัสกับถนนขณะที่ล้อหมุนเพื่อวิ่งไปข้างหน้าจะเกิดแรงต้านทานจากการหมุนกลิ้งของล้อถนน หรือแรงเสียดทาน และอีกอย่างหนึ่งคือแรงต้านจากล้อรถ เนื่องจากรถต้องวิ่งแหวกอากาศออกไปซึ่งความเร็วต่ำ แรงต้านทานจากลมน้อยมากจนไม่สามารถไปเปรียบเทียบกับแรงต้านทานการพ่น แต่การวิ่งด้วยความเร็วสูง แรงต้านทานลมจะมีผลต่อการขับเคลื่อนอย่างยิ่ง

2.5.1 ชนิดของแรงต้านทานจากลม มี 2 ประเภท

- แรงต้านทานภายนอก คือ แรงต้านทานภายนอกจากตัวถังที่รับลม
- แรงต้านทานภายใน คือ ผลของอากาศที่เข้าไปภายในตัวรถ ซึ่งเกิดจากอากาศที่ไหลเข้าทาง

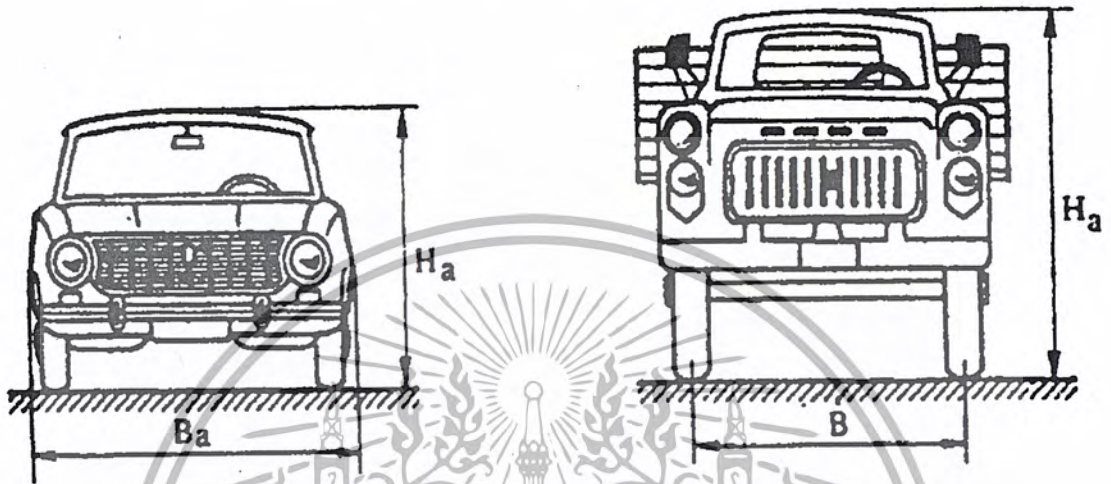
ช่องระบายอากาศเพื่อถ่ายเทอากาศภายในรถ แต่เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างแรง 2 แรงนี้ แรงต้านทาน

ภายในที่มีค่าน้อย กระแสอากาศที่ไหลผ่านตัวรถนั้นจะต้องพยายามไม่ให้เกิดการหมุน ยิ่งถ้ากระแส
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V คือ ความเร็วของรถยนต์ (m/s)

C_d คือ สัมประสิทธิ์ต้านลมสำหรับรถนั่งมีค่าประมาณ 0.3 – 0.45 (ไม่มีหน่วย)

สำหรับความเร็วของรถยนต์นั้น ในกรณีที่รถเล่นสวนทางลม ค่า K_u จะต้องรวมกับความเร็วลมแต่ถ้ารถวิ่งตามทางลมจะต้องหักออกด้วยความเร็วของกระแสลม



รูปที่ 2-41 ลักษณะการหาพื้นที่หน้าตัดของรถยนต์

การหาพื้นที่หน้าตัดของรถยนต์นั้นไม่สามารถจะหาค่าที่แน่นอนได้จึงมีวิธีการหาค่าได้ดังนี้

สำหรับรถบรรทุก

$$A = BH_a \quad (2.3)$$

สำหรับรถยนต์นั่ง

$$A = 0.78 B_a H_a \quad (2.4)$$

โดยที่

B คือ ช่องกว้างของล้อ (m)

B_u คือ ความกว้างของตัวรถ (m)

H_u คือ ความสูงของตัวรถ (m)

ค่าคงที่ K_u เป็นค่าที่กำหนดโดยรูปร่างของรถซึ่งหาได้โดยการนำรถที่มีรูปร่างต่างๆ ไปทดลองในอุโมงค์ลม ก็จะทราบค่าที่แน่นอนของ K_u ได้ สำหรับค่า K_u มีค่าโดยประมาณดังนี้

| ลักษณะของรถยนต์ | Ka | A (m) |
|-----------------|-------------|-----------|
| รถแข่ง | 0.13 - 0.15 | 1.0 - 1.3 |
| รถยนต์นั่ง | 0.20 - 0.35 | 1.6 - 2.8 |
| รถตู้ | 0.25 - 0.45 | 4.5 - 6.5 |
| รถบรรทุก | 0.60 - 0.70 | 3.0 - 5.0 |

ตารางที่ 2-1 ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทานของลม (K_a)

การทดลองหาลักษณะอากาศพลศาสตร์ของรถยนต์จะต้องทดสอบในอุโมงค์ลมที่แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ประเภทลมพัดผ่าน ไปเลย
2. ประเภทลมพัดวน แบบนี้สามารถทดสอบโดยปรับอุณหภูมิจากลมให้เหมือนกับอากาศได้ทุก

สภาพและรับข้อสังเกตว่าแบบลมพัดผ่านเลยไป

การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทานของลมทำได้โดยเป่าลมไปยังรถยนต์หรือหุ่นจำลองรถยนต์ที่วางไว้ในอุโมงค์ลม ตามรูป 2-4 รถยนต์แขวนไว้ภายในอุโมงค์ลมซึ่งมีใบพัดลมของมอเตอร์ไฟฟ้า และจะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สมทมนเวียนที่ทางเข้าของลมปะทะกับรถยนต์ เสมือนเป็นแรงต้านทานลมที่กระทำต่อรถยนต์ขณะวิ่ง



รูปที่ 2-42 การหาลักษณะอากาศพลศาสตร์ในอุโมงค์แบบลมพัดผ่านไป

$$R_r = Wa/b \quad (2.5)$$

แต่ a/b เป็นค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวถนน และขนาดของยางรถ ถ้ากำหนดให้

$$a/b = R_r \quad (2.6)$$

$$R_r = KrW \quad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากำหนดให้

K_r คือ สัมประสิทธิ์เสียดทานการหมุน

W คือ น้ำหนักของรถที่ตกลงบนล้อ (N)

W_1, W_2 คือ น้ำหนักของรถที่ตกลงที่ล้อหน้าและหลัง (N)

K_{r1}, K_{r2} คือ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานการหมุนที่ล้อหน้าและหลัง

ถ้าหากพิจารณาทั้งล้อหน้าและล้อหลัง

$$R_r = K_{r1}W_1 + K_{r2}W_2 \quad (2.8)$$

$$W = W_1 + W_2 \text{ และ } K_{r1} = K_{r2} \quad (2.9)$$

$$R_r = K_{r1}W \quad (2.10)$$

(ให้ $W_1 + W_2 = W =$ น้ำหนักรถยนต์)

จะเห็นได้ว่าแรงต้านทานชนิดนี้มีผลเนื่องมาจากล้อได้รับแรงกระทำซึ่งเป็นผลมาจากความขรุขระของผิวถนนและหน้ายาง เป็นต้น และจากเหตุผลนี้แรงต้านทานจะขึ้นอยู่กับสภาพของถนน ถ้าหากคำนึงถึงความลาดและถนนจะได้

$$R_r = K_r W \cos \theta \quad (2.11)$$

โดย θ คือ ความลาดของถนน

เมื่อคำนวณแรงต้านทานการหมุน สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ได้จากถนน

| สภาพของถนน | ค่าสัมประสิทธิ์ (K_r) |
|------------------|---------------------------|
| สภาพดี | 0.01-0.016 |
| ถนนเป็นกรวด | 0.015-0.20 |
| ถนนมีไม้แฉกเรียบ | 0.020-0.030 |
| ถนนเป็นหิน | 0.016-0.07 |
| ถนนเป็นทราย | 0.15-0.3 |

ตารางที่ 2-2 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานการหมุนของล้อรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 แรงต้านทานการเคลื่อนที่

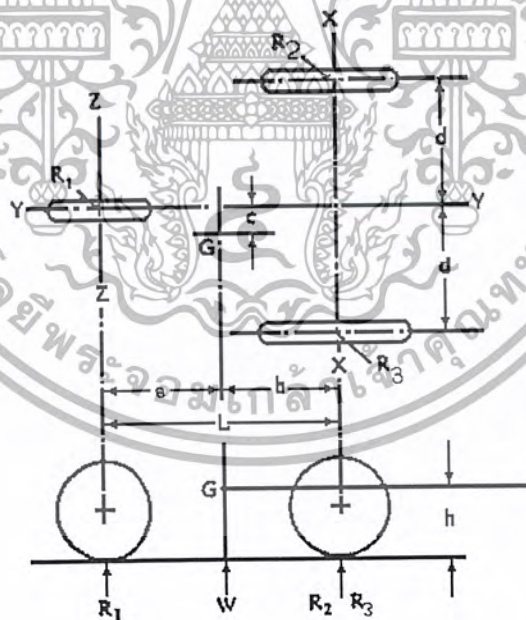
ไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักรถ แรงต้านทานการหมุนของล้อ แรงต้านเนื่องจากการไหลของอากาศ การเคลื่อนที่ทางชันสภาพถนนและปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย สิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น

การเคลื่อนไถลของยางรถยนต์ขณะขับเคลื่อน การเคลื่อนไถลของยางเกิดขึ้นทุกช่วงความเร็วของรถยนต์แต่จะมีการเคลื่อนไถลมากขึ้นเมื่อความเร็วเพิ่มมากขึ้น และในขณะที่รถมีความเร่งในทางตรงกันข้าม ยางรถยนต์มีความเร็วคงที่และแล่นด้วยความเร็วต่ำการสิ้นเปลืองของยางรถยนต์ก็ลดลงตามไปด้วย

นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย เช่น มุมของล้อหน้า ระบบเบรก อุปกรณ์ต่างๆ หรือแม้กระทั่งลักษณะการขับขี่ของผู้ขับรถยนต์เอง จะเห็นได้ว่าแม้ว่าจุดเล็กๆ ซึ่งคาดไม่ถึงก็ยังมีผลต่อการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง หากสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ให้ลดน้อยลงก็จะมีผลทำให้เราสามารถใช้งานเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วย

2.7 การรับน้ำหนักของรถ 3 ล้อ

พิจารณาจากกฎหมายการสมดุลโดยให้ล้อรถทั้ง 3 ล้อ อยู่บนพื้นระดับเดียวกัน แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากเหตุสัมผัสของล้อทั้ง 3 ล้อ กับพื้นถนนจะอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับพื้นถนน



รูปที่ 2-43 การรับน้ำหนักของรถที่มี 3 ล้อ

กำหนด

W คือ น้ำหนักของรถยนต์ (N)

L คือ ความยาวของล้อหน้าถึงล้อหลัง (mm)

a คือ ระยะทางจากเพลลาของล้อหน้าถึงจุดศูนย์กลางถ่วงหรือในที่นี้คือจุด G (mm)

b คือ ระยะทางจากเพลลาของล้อหน้าถึงจุดศูนย์กลางถ่วง (mm)

c คือ ระยะทางจากแกนกลางถึงจุดกึ่งกลางยางล้อหน้า (mm)

d คือ ระยะทางจากแกนกลางถึงจุดกึ่งกลางยางล้อหน้า (mm)

R_1 คือ แรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากกับล้อหน้า (N)

R_1, R_2 คือ แรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากกับล้อหน้าแต่ละล้อ (N)

H คือ ความสูงของจุดศูนย์กลางถ่วง

พิจารณาโมเมนต์รอบแกน XX จะได้

$$R_1 = Wb/b \quad (2.12)$$

เพราะฉะนั้น

$$R_1 = Wb/b \quad (2.13)$$

พิจารณาโมเมนต์รอบแกน YY จะได้

$$R_3 d = Wc + R_2 d \quad (2.14)$$

$$(R_3 - R_2) = Wc/d \quad (2.15)$$

เพราะฉะนั้น

$$R_3 - R_2 = Wc/d \quad (2.16)$$

พิจารณาโมเมนต์รอบแกน ZZ จะได้

$$R_3 L + R_2 L = Wa \quad (2.17)$$

$$(R_3 - R_2) = Wa/L \quad (2.18)$$

เพราะฉะนั้น

$$R_3 - R_2 = Wa/L \quad (2.19)$$

จากสมการ(3) + (2)

$$(R_3 + R_2) + (R_3 - R_2) = Wa/L + Wc/d \quad (2.20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_3 = W/2(a/L - c/d) \quad (2.21)$$

จากสมการ (3) - (2) จะได้

$$(R_3 + R_2) + (R_3 - R_2) = Wa/L - Wc/d \quad (2.22)$$

$$R_3 = W/2(a/L - c/d) \quad (2.23)$$

พิจารณาแรงที่กระทำที่บรด 3 คือ

$$R_1 + R_2 + R_3 = W \quad (2.24)$$

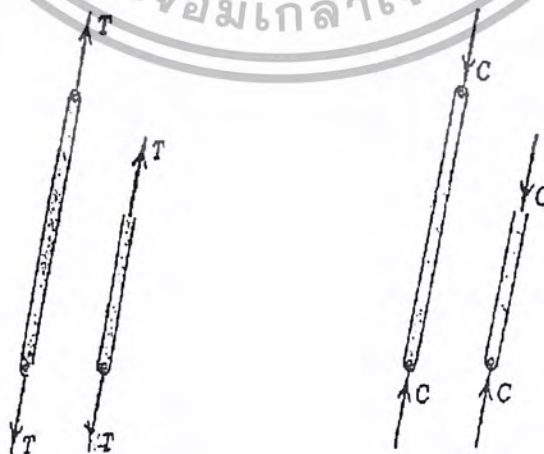
2.8 ความสูงของจุดศูนย์ถ่วง

จุดศูนย์ของรถจะอยู่จุดใดของรถก็ได้ขึ้นอยู่กับ ขนาดความสูงและน้ำหนักของรถ จุดศูนย์ถ่วงมีความสำคัญกับรถยนต์เพื่อใช้ในการทรงตัวของรถโดยมีการกำหนด ตำแหน่งจุดศูนย์ที่เหมาะสมกับการทรงตัวของรถยนต์ไว้ดังนี้

1. ถ้ารถอยู่ในตำแหน่งลาดชัน น้ำหนักที่กระทำผ่านจุดศูนย์ถ่วงจะต้องลงไม่เกินระดับคานล้อหน้าหรือคานล้อหลัง
2. สัมผัสของล้อด้านข้างกับผิวถนน ถ้ารถเลี้ยว โค้งที่ความเร็วและความเอียงแตกต่างกัน จุดศูนย์ถ่วงจะต้องลงไม่เกินแนวของผิว

2.9 โครงสร้าง (Structure)

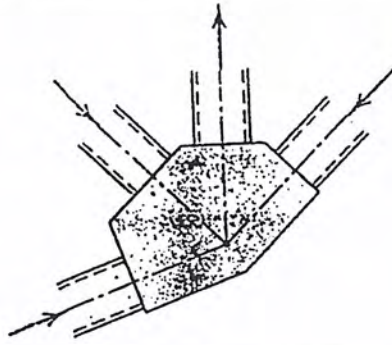
โครงสร้างเกิดจากการนำชิ้นส่วนตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไปมาประกอบกันเป็น โครงสร้างแบบต่างๆ เพื่อช่วยในการรับแรง ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะรับแรงกระทำที่ปลายทั้งสองของชิ้นส่วนนั้น แรงที่กระทำชิ้นส่วนต่างๆ จะอยู่ในลักษณะแรงดึงหรือแรงอัดมีทิศทางตรงกันข้ามและอยู่ในแนวเดียวกัน



รูปที่ 2-44 ชิ้นส่วนรับแรงสองแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ ในเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับข้อต่อแบบเชื่อมถือว่าแนวศูนย์กลางของชิ้นส่วนที่เชื่อมต่อกันนั้นพบกันที่จุดยึดต่อ



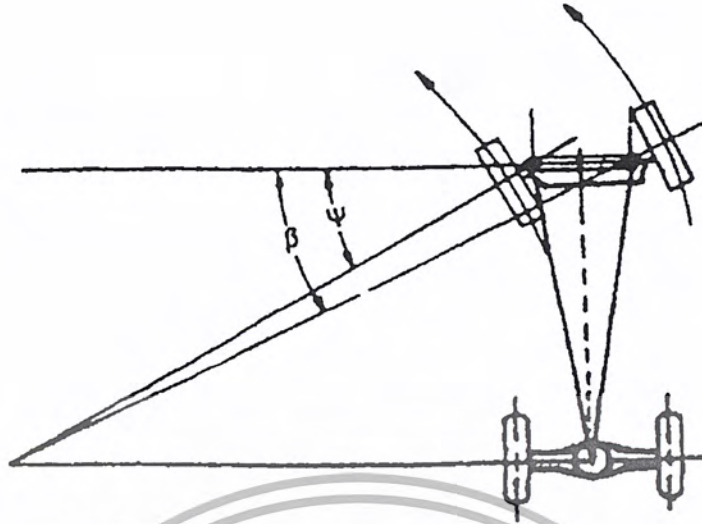
รูปที่ 2-45 ข้อต่อเชื่อมหรือยึด

2.9.1 การวิเคราะห์แรงในโครงสร้าง

1. วิธีจุดยึดต่อ (Method of Joints) เขียนแรงกระทำที่จุดยึดต่อแต่ละจุดเลือกจุดต่อที่ไม่รู้ค่า 1 ตัว และไม่เกิน 2 ตัว มาวิเคราะห์แรง โดยใช้สมการสมดุลแรง
2. วิธีส่วนตัด (Method of sections) เลือกตัด โครงสร้างผ่านชิ้นส่วนที่มีตัวไม่ทราบค่าไม่เกิน 3 ตัว หรือชิ้นส่วนที่ต้องการจะทราบแรง วิเคราะห์แรงโดยใช้สมการสมดุลแรง โครงสร้างของเครื่องจักรกล ประกอบด้วยชิ้นส่วนของโครงสร้างแต่ละชิ้นมีแรงกระทำมากกว่า 2 แรงขึ้นไปทำการแยกชิ้นส่วนออกเป็นอิสระเพื่อทำการวิเคราะห์แรงของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยใช้สมการสมดุลแรง

2.10 กลไกการบังคับเลี้ยว

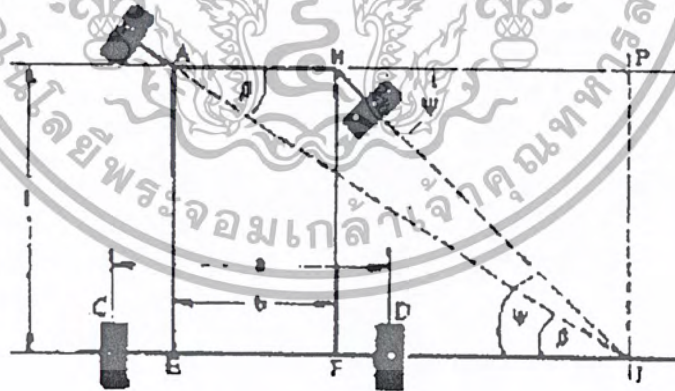
การบังคับรถให้เลี้ยวเป็นการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ซึ่งแต่เดิมเป็นแบบใช้ล้อที่ห้า (Fifth Wheel Steering) หรือระบบจุดหมุนจุดเดียว ซึ่งเหมาะสำหรับรถม้าและรถพ่วง หากนำมาใช้กับรถยนต์ก็ยังไม่เหมาะสมนักเพราะในการออกแบบบังคับเลี้ยวมีส่วนสำคัญต่อการบังคับรถยนต์ทั้งหมด ระบบบังคับเลี้ยวจึงต้องออกแบบอย่างระมัดระวังเพื่อให้เป็นจุดเดียวกันกับระบบรองรับน้ำหนัก เพื่อใช้รับแรงที่ล้อหน้า ในการออกแบบระบบบังคับเลี้ยวที่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบทราพีซ (Trapeze) หรือแบบอัลเคมาน (Ackermann) ดังรูปที่ 2-9 ทั้งนี้การออกแบบทำให้ล้อหน้าของรถยนต์มีลักษณะเป็นโทเอต์ออนเทอร์น (Toe - out on turn) ล้อของรถยนต์ก็จะไม่ลื่นไหล



รูปที่ 2-46 ระบบบังคับเลี้ยวแบบออคเคมาน

2.10.1 การบังคับเลี้ยวของรถยนต์

เมื่อรถยนต์วิ่งไปบนถนนจะเห็นรอยสั้มคัสที่เสียดสีกันระหว่างยางกับถนน การกลิ้งตัวของยางบนผิวถนนนั้นจะพิจารณาได้จาก การเขียนวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางของการเลี้ยว แนวแกวล้อทั้งสองที่หันเลี้ยวจะพบกันที่จุดศูนย์กลางการเลี้ยว โดยจุดนี้จะอยู่ในแนวเดียวกันเพลาหลัง จากรูปที่ 2-9 จะได้ว่าแกนล้อด้านในของการเลี้ยวเอียงทำมุมกับแนวเดือเพลาเป็นมุม และมีขนาดกว้างกว่ามุมของแกนล้อด้านนอกของการเลี้ยว



รูปที่ 2-47 การบังคับเลี้ยวของรถยนต์

กำหนดให้

- A = ช่วงกว้างระหว่างล้อ
- B = ระยะระหว่างจุดหมุนของเพลาหน้า
- L = ช่วงยาวระหว่างล้อ
- I = จุดศูนย์กลางการเลี้ยวของล้อทั้ง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าลากเส้น IP ตั้งฉากกับ AB ที่จุด P ดังรูปที่ 2-10

$$b = AP - BP \quad (2.27)$$

$$b = L \cot \beta - L \cot \psi \quad (2.28)$$

นั่นคือ

$$\cot \beta - \cot \psi = b/L \quad (2.29)$$

2.10.2 วิธีการของระบบบังคับเดี่ยว

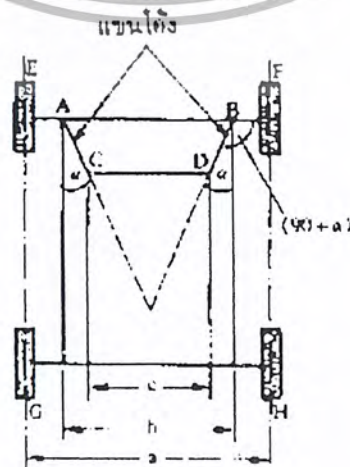
ระบบบังคับเดี่ยวแบ่งได้ 2 แบบคือ

1. แบบเดวิส (Davis steering gear)
2. แบบอัลเคมาน (Ackermann steering gear)

ทั้งสองแบบนี้มีลักษณะแตกต่างกันคือแบบเดวิสเป็นแบบชิ้นส่วนต่างๆ เลื่อนไปมาทำให้เกิดความผิดและสึกหรออันเป็นผลให้ค่าของมุมผิดพลาดไป ส่วนแบบอัลเคมานเป็นแบบที่ชิ้นส่วนต่างๆ เคลื่อนที่โดยการหมุนเพียงอย่างเดียว

1. แบบเดวิส ระบบบังคับเดี่ยวแบบนี้ให้ค่าทางคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมเหมือนระบบอัลเคมานนี้ ทั้งนี้เพราะมีกลไกมากกว่า จึงไม่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากการสึกหรอได้

2. แบบอัลเคมาน กลไกบังคับเดี่ยวแบบนี้เป็นแบบแขน 4 แขน ประกอบด้วยคันส่ง (cross link) CD ที่ต่ออยู่กับแขน AE และ BF ล้อหน้าทั้งสอง ทั้งนี้แขน AC และ BD ต่างก็เป็นส่วนหนึ่งของแขนโค้ง (Bell - crank) CAE และ DBF ตามลำดับ โดยงอเป็นมุม 90° (ดังรูปที่ 2-10 ทั้งนี้ ABCD จะเป็นแขน 4 แขน โดยมีแขน AC และ BD เอียงทำมุม กับแนวโคจรรถ ฉะนั้นแขน CD จึงขนานกับแนว AB เมื่อรถเคลื่อนที่เดินทางตรง

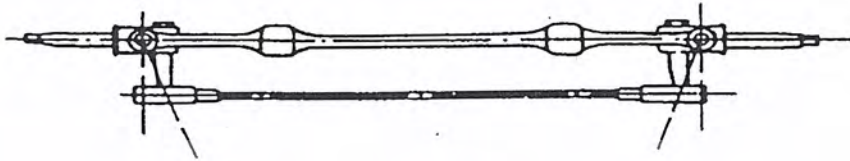


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 2-48 ตามที่หนึ่งเดินทางตรงไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 การติดตั้งกลไกการบังคับล้อ

การติดตั้งคันส่งมี 2 ลักษณะคือ

1. แบบติดตั้งภายใน แบบนี้คันส่งจะติดตั้งอยู่ด้านหน้า เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวคันส่งกระทบกับสิ่งกีดขวางบนถนนและตัวคันส่งจะอยู่ในลักษณะรับแรงอัด



รูปที่ 2-49 ลักษณะของการติดตั้งคันส่งอยู่ด้านหลังคานหน้า

2. แบบติดตั้งภายนอก แบบนี้ตัวคันส่งจะติดตั้งอยู่ทางด้านหน้าคาน อาจทำให้กระทบกับสิ่งกีดขวางได้ ถ้าตัวคันส่งก็จะมีผลต่อมุมล้อหน้าได้ การติดตั้งในลักษณะนี้ตัวคันส่งจะรับแรงดึง



รูปที่ 2-50 ลักษณะของการติดตั้งคันส่งอยู่ด้านหน้าคานหน้า

2.11 รัศมีล้อสถิตและพลวัต

ล้อยางที่บรรจุลมที่มีความดันตามพิกัดในขณะที่ยังจอดนิ่ง ล้อจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกผิวล้อตรงจุดสัมผัสกับผิวถนนจะเบนลงทำให้รัศมีของยางที่จุดนั้นสั้นลงจากเดิม รัศมีของล้อในขณะนี้เรียกว่า รัศมีล้อสถิต (static radius)

เมื่อรถแล่นด้วยความเร็ว 60 km/h ล้อจะลอยขึ้น ผิวล้อที่จุดสัมผัสกับผิวถนนไม่เบนเท่ากับขณะจอดนิ่ง รัศมีของยางในขณะนี้เรียกว่า รัศมีล้อพลวัต (Dynamic radius) สำหรับการหารัศมีของล้อพลวัตนั้นสามารถหาได้จากสูตร

$$\text{รัศมีล้อพลวัต} = \text{ระยะทางที่ล้อแล่นไปครบ 1 รอบ} \div \text{ความเร็ว } 60 \text{ km/h} \div 2\pi$$

สำหรับการคำนวณเพื่อหาเส้นผ่านศูนย์กลางยางให้คิดจากสูตรนี้

$$\text{เส้นผ่านศูนย์กลางของยาง} = \text{ขนาดของวงล้อ} + 2 \text{ เท่าของความกว้างแก้มยาง(นิ้ว)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 วงล้อ

วงล้อที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นั้นสร้างขึ้นจากเหล็กอัดขึ้นรูปซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. วงล้อแบบผิวอคลิกเป็นแบบที่ใช้กับรถยนต์นั่งทั่วไป สำหรับความหมายของรหัสนั้นจะบ่งบอกถึงความกว้างของขอบสวนยาง ลักษณะของกงล้อและขนาดวัดผ่านศูนย์กลางของกงล้อ เช่น 3.50 D (16 หมายความว่า กงล้อมีความกว้างของขอบที่สวนยางเท่ากับ 3.50 ลักษณะรูปทรงของกงล้อเป็นแบบ D ขนาดวัดผ่านศูนย์กลางกงล้อเท่ากับ 16 นิ้ว

2. วงล้อแบบผิวเรียบ เป็นกงล้อที่ใช้กับรถบรรทุก โดยรหัสที่เขียนไว้นั้นก็จะบอกถึงสิ่งต่างๆ เช่นเดียวกับวงล้อแบบผิวอคลิก เช่น กงล้อแบบ 5.00 S-20 หมายความว่า ความกว้างของขอบสวนล้อเท่ากับ 5 นิ้ว ลักษณะรูปทรงของกงล้อเป็นแบบ S ขนาดวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงล้อเท่ากับ 20 นิ้ว

2.12.1 วงล้ออลูมิเนียม

ในปัจจุบันโลหะผสมอลูมิเนียมมีแนวโน้มที่ถูกเลือกเป็นวัสดุเพื่อผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมากขึ้น เช่น ใช้ผลิตกระทะล้อรถยนต์ แต่ก็ประสบปัญหาการผลิตเพราะการผลิตกระทะล้อโดยวิธีการตีขึ้นรูปนั้นจะเสียเวลามาก และยังจะผ่านการกลึงเพื่อแต่งอีกด้วย ฉะนั้นจึงวิธีการหล่อซึ่งประหยัดและสูญเสียโลหะจากการตกแต่งน้อยกว่า สำหรับการหล่อนั้นจะใช้ทราบเป็นแบบหรือแบบหล่อที่เป็นโลหะก็ได้ ขึ้นกับลักษณะการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมนั้น การออกแบบกระทะล้อจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. พยายามหลีกเลี่ยงการออกแบบให้มีชิ้นส่วนยื่นออกมาน้อยที่สุด
2. การพยายามให้มีความหนาเท่ากันตลอด
3. การออกแบบต้องเผื่อไว้สำหรับการหดตัวของโลหะและการตกแต่ง
4. ชิ้นส่วนควรมีพื้นที่หน้าตัดไม่แตกต่างกัน หรือต้องไม่เปลี่ยนแปลงขนาดอย่างกะทันหัน
5. ส่วนที่ต่อกัน ไม่ควรเป็นมุมฉากหรือหักทันที เพราะทำให้เกิด Stress concentration บริเวณนี้

มักจะเย็นตัวช้ากว่าบริเวณอื่นจึงทำให้เกิดโพรงขึ้นภายใน เป็นการผลิตความแข็งแรงของงานหล่อลงมาก การทดสอบมาตรฐานของกงล้อนั้นมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีของการตรวจสอบมาตรฐานสินค้า สำหรับกงล้อที่ได้มาตรฐานจะมีสัญลักษณ์ติดไว้ เช่น

TUV เป็นสัญลักษณ์รับรองมาตรฐานสินค้าของประเทศเยอรมัน

VIA JWL เป็นสัญลักษณ์รับรองมาตรฐานสินค้าของประเทศญี่ปุ่น

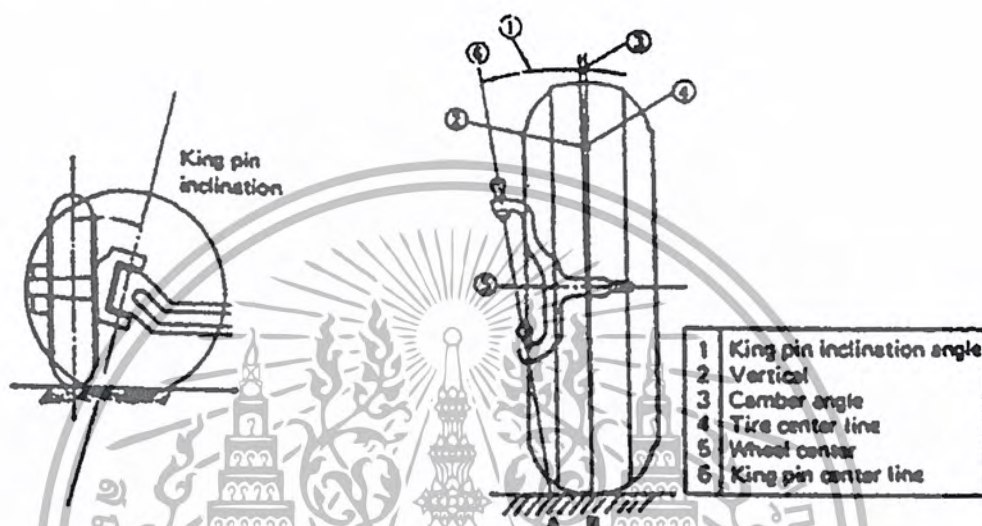
2.13 มุมของล้อหน้า

มุมของล้อหน้าเป็นระบบที่สำคัญที่ช่วยให้รถยนต์แล่นไปในทางตรง และบังคับเลี้ยวได้อย่างสะดวกสบาย การทรงตัวของรถดี และป้องกันสึกหรอของยางได้ด้วย ล้อหน้าของรถยนต์ติดตั้งอยู่บนแกนล้อหน้าตามที่กำหนด ถ้ามุมใดมุมหนึ่งเกิดปัญหา จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบการขับเคลื่อนและการสึกหรอของยางด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของมุมของล้อหน้า พอสรุปได้ดังนี้

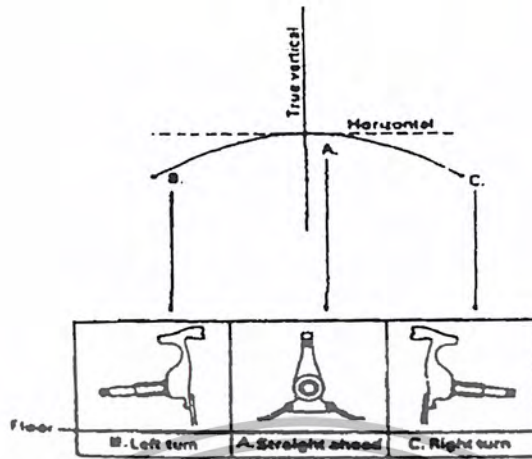
1. ทำให้พวงมาลัยเบา
2. การบังคับรถสะดวกง่าย
3. ทำให้พวงมาลัยหมุนได้เอง
4. ทำให้ยางมีอายุยืนยาว



รูปที่ 2-51 แสดงมุมต่างๆของล้อหน้า

2.13.1 การเอียงของแกนสลักล้อ (King pin or Steering Axis Inclination)

เส้นผ่าศูนย์กลางของสลักล้อไม่ได้อยู่ในแนวตั้งกับผิวถนน แต่เอียงเข้าด้านในการเอียงของแกนสลักล้อช่วยให้รถแล่นตรงไปข้างหน้า หลังจากหมุนพวงมาลัยแล้ว เมื่อหมุนพวงมาลัยล้อหน้าจะหมุนไปรอบๆ แกนสลักล้อ ทำให้รถเลี้ยวซ้ายและขวาตามต้องการจากรูป 2-14 จะเห็นว่าเมื่อรถเลี้ยว ปลายแกนล้อจะถูกกดให้ต่ำลงแกนล้อจะอยู่ใน 3 ลักษณะ รูป A ล้ออยู่ในตำแหน่งตรง ระยะทางระหว่างปลายแกนล้อกับพื้นถนนเป็นระยะหนึ่ง ถ้าหมุนพวงมาลัยให้รถเลี้ยวขวาหรือซ้าย ก็จะเป็นดังรูป B และ C เมื่อวัดระยะความสูงจากพื้นถึงแกนล้อ จะพบว่าเมื่อรถเลี้ยว นั้น ความสูงจากพื้นถึงแกนล้อย่น้อยกว่าระยะเมื่อรถตรงไปข้างหน้า แต่โดยข้อเท็จจริงแล้ว ปลายแกนล้อไม่สามารถถูกกดลงไปได้ ดังนั้นตัวรถจึงต้องถูกยกขึ้นขณะเลี้ยว เมื่อปล่อยพวงมาลัยน้ำหนักของรถคคให้ล้อกลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิม ทำให้รถแล่นตรงไป พวงมาลัยหมุนกลับได้ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาแล้วนี้ มุมเอียงของแกนสลักล้อปกติจะเอียงประมาณ 5-8 องศา

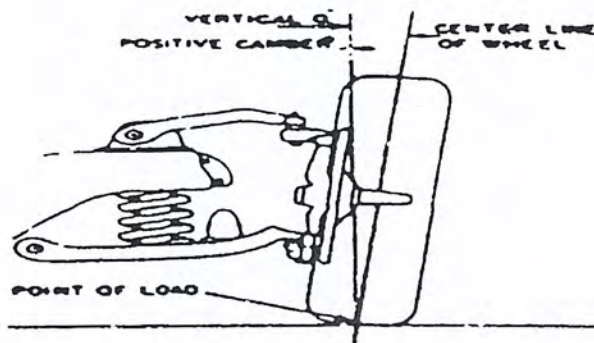


รูปที่ 2-52 แสดงความสูงของปลายแกนสลักล้อกับพื้น

ในกรณีของระบบอิสระปีกนกที่ใช้ลูกหมาก (Ball Joint) เส้นที่ลากผ่านศูนย์กลางของลูกหมากด้านบนและตัวล่างที่เป็นมุมเอียงนี้ เป็นมุมเอียงของแกนสลักล้อ มุมเอียงของรถที่ใช้ลูกหมากนี้บางทีก็เรียกว่ามุมเอียงของแกนสลักล้อ (Steering Axis Inclination) หรือมุมของลูกหมาก (Ball Joint Angle) จากรูปที่ 2-14 ระยะทางระหว่างจุด B ซึ่งเป็นจุดที่ยางสัมผัสกับถนน และจุด A ซึ่งเป็นจุดที่ลากผ่านลูกหมากทั้งสองติดกับพื้นถนนเรียกว่า ระยะเอียง (Offset) ถ้าระยะนี้มากเกินไป จะทำให้พวงมาลัยหนักถ้าระยะเอียงนี้ไม่เพียงพอจะทำให้พวงมาลัยไว ซึ่งไม่เป็นผลดีในขณะห้ามล้อ หรือขณะที่รถแล่นไปบนถนนที่ขรุขระ ปกติระยะเอียงนี้ประมาณ 30-40 มม.

2.13.2 แคมเบอร์ (Camber)

มุมนี้เป็นมุมเอียงของยางเอียงออกจากแนวตั้ง ถ้าศูนย์กลางของยางเอียงออกจากแนวตั้ง เรียกว่า แคมเบอร์บวก (Positive Camber) แต่ถ้าศูนย์กลางของยางเอียงเข้าด้านในจากแนวตั้ง เรียกว่า แคมเบอร์ลบ (Negative Camber) แต่ถ้าศูนย์กลางของยางกับแนวตั้งเป็นเส้นเดียวกัน เรียกว่า มุมแคมเบอร์เป็นศูนย์ (Zero Camber) การวัดค่าของมุมนี้วัดเป็นองศา มุมแคมเบอร์ทั่วๆ ไปประมาณ 1-3 องศา



รูปที่ 2-53 มุมแคมเบอร์บวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในชั้นเรียน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

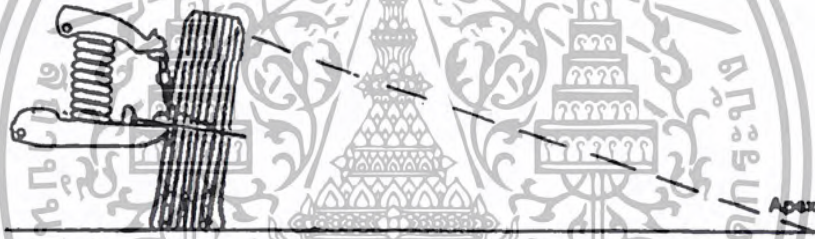
มุมแคมเบอร์ของรถส่วนมากเป็นบวก ทั้งนี้เพื่อป้องกันป้องกันการเอียงเข้าใน ขณะที่รถรับน้ำหนักหรือเมื่อเบร้งสึกหรือ ทั้งนี้เพราะการที่แคมเบอร์เป็นบวกนั้นเมื่อรถรับน้ำหนัก หรือเบร้งสึกหรือและล้อหมุนไปจะทำให้ล้ออยู่ในแนวตั้ง

วัตถุประสงค์ของแคมเบอร์ คือ

1. ทำให้พวงมาลัยเบา
2. เพื่อให้จุดสัมผัสกับถนนอยู่ใกล้กับแนวที่น้ำหนักกดมากที่สุด
3. ป้องกันการสึกหรือของยาง

รถยนต์ส่วนมากได้ออกแบบให้ ล้อหน้าเปลี่ยนเป็นแคมเบอร์ลบเล็กน้อย เมื่อล้อยกขึ้นผ่านสิ่งกีดขวางและจะกลับเป็นแคมเบอร์บวกหรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมื่อล้อยกกลับสู่สภาพปกติ

เมื่อรถเลี้ยว ล้อหน้าด้านนอกจะเป็นมุมแคมเบอร์ลบ เพราะแรงเหวี่ยงจะกดลงที่ล้อด้านนอกตัวรถด้านนอกจะต่ำลงแต่ด้านในจะยกสูงขึ้น เนื่องจากน้ำหนักแรงเหวี่ยงนี้ทำให้ล้อหน้าด้านในเป็นมุมแคมเบอร์มากขึ้นจากรูปจะเห็นว่าหน้าของยางสัมผัสกับผิวถนนอย่างสมบูรณ์

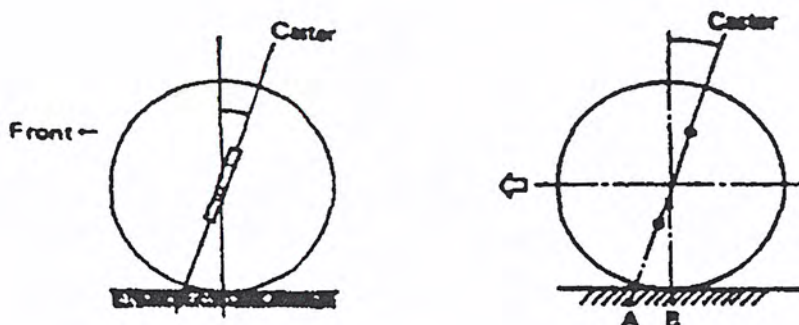


รูปที่ 2-54 แสดงการที่ล้อจะกลิ้งเป็นรูปกล้วย

มุมแคมเบอร์นี้ยังมีผลต่อการควบคุมรถยนต์ในสภาพถนนหลังเต่าอีกด้วย ให้สังเกตเส้นทั้งสองที่ มาจากการเอียงของยางกับพื้นถนนจะตัดกันที่จุด ๆ หนึ่ง การเอียงของยางนั้นจะทำให้ยางหมุนไปรอบๆ จุดตัดหรือจุด Apex ดังรูปที่ 2-16 ซึ่งก็จะเป็นรูปกล้วย ดังนั้นจะเห็นว่าล้อถูกดึงไปด้านใดด้านหนึ่ง จาก เหตุผลดังกล่าวนี้ บริษัทผู้ผลิตรถยนต์บางบริษัท จึงแนะนำ ให้ตั้งมุมแคมเบอร์ของล้อทั้งสองไม่เท่ากันทั้ง นี้ตามสภาพการเอียงของถนน หรือตามลักษณะการขับรถชนิดซ้ายหรือขวา

ปัจจุบันรถยนต์ได้ออกแบบให้มุมแคมเบอร์น้อยลงเพราะ

1. หน้ายางกว้างขึ้น
2. เส้นผ่านศูนย์กลางของยางลดลง
3. รถยนต์มีความเร็วสูงขึ้น

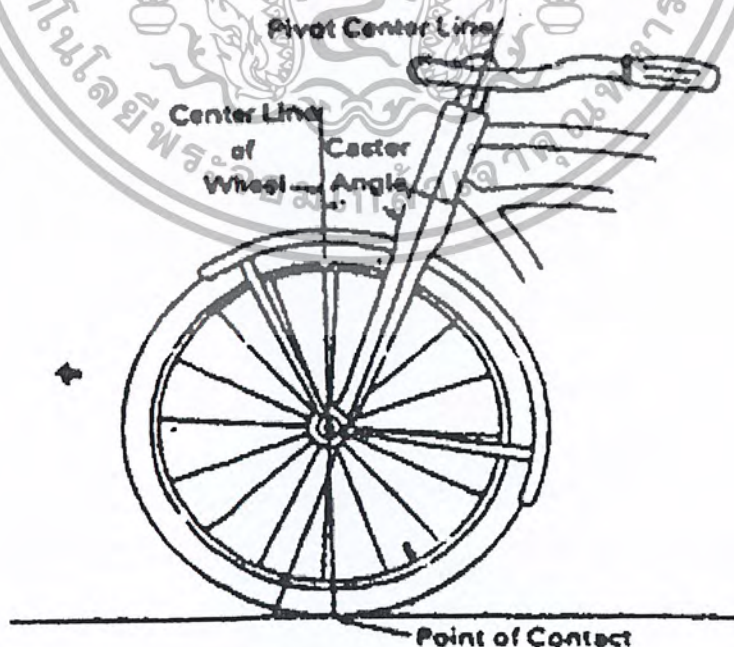


รูปที่ 2-55 มุมคาสเตอร์

2.13.3 คาสเตอร์ (Caster)

การเอียงของสลักล้อหน้า เมื่อมองทางด้านหน้าของรถ จะพบว่าสลักล้อไม่ได้อยู่ในแนวตั้ง สำหรับรถที่ใช้ลูกหมากสลักล้อ เส้นผ่านศูนย์กลางลูกหมากหรือการเอียงของสลักล้อนี้ เมื่อลากเส้นตรงไปสัมผัสกับผิวถนน จะอยู่หน้าเส้นตั้งที่ลากผ่านศูนย์กลางของยางสัมผัสกับผิวถนน มุมคาสเตอร์เช่นนี้ เรียกว่า คาสเตอร์บวกซึ่งจะเป็นผลให้รถตรงไปข้างหน้าเสมอ แม้ว่าจะหมุนพวงมาลัยให้รถเลี้ยวแล้วก็ตาม ล้อก็จะหมุนกลับได้เองโดยอัตโนมัติ อาการเช่นนี้เรียกว่า ผลของคาสเตอร์ (Caster Effect) ล้อก็จะหมุนกลับได้เองโดยอัตโนมัติ อาการเช่นนี้เรียกว่า ผลของคาสเตอร์ (Caster Effect)

ดังตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนก็คือ คาสเตอร์ของจักรยานทำให้ผู้ขับขี่ปล่อยมือได้โดยจักรยานยังคงตรงไปได้ตลอดเวลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรู๊ปที่ 2-56 มุมคาสเตอร์ของล้อหน้าจักรยานค์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

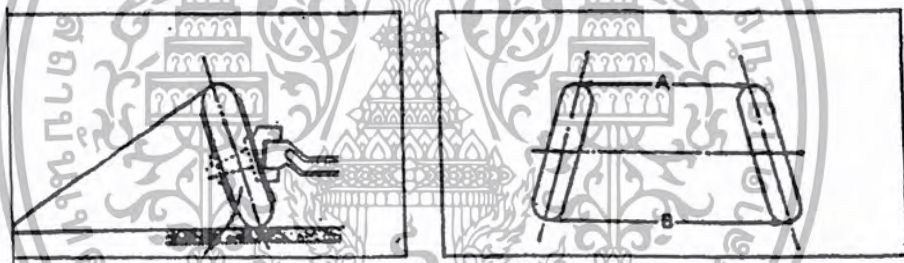
จากรูป ระยะทางระหว่างจุด A กับจุด B เรียกว่า “Caster Trail” เมื่อจุด A อยู่ต่อหน้าจุด B สลักล้อเอียงไปทางด้านหลังเรียกว่า คาสเตอร์บวก (Positive Caster) แต่ถ้าจุด A อยู่หลังจุด B สลักล้อเอียงไปทางด้านหน้าเรียกว่า คาสเตอร์ลบ (Negative Caster)

รถยนต์ปัจจุบัน ได้ออกแบบล้อหน้าอิสระ หน้ายางกว้างขึ้น ทำให้การเอียงสลักล้อ (Steering Caster Axis Inclination) ในรถได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ด้วย โดยผู้ผลิตให้พวงมาลัยเบาขึ้น หรือใช้แรงหมุนพวงมาลัยน้อยลง

อีกประการหนึ่งการที่ถนนมีลักษณะเป็นรูปหลังเต่า หรือลาดเอียงด้านใดด้านหนึ่งเพื่อให้หน้าไหลได้สะดวก ก็มีผลต่อการบังคับเลี้ยวเช่นกัน เพราะรถจะถูกดึงไปด้านใดด้านหนึ่งเมื่อมุมคาสเตอร์ของล้อทั้งสองเท่ากัน ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาจึงได้มีการแนะนำให้ตั้งมุมคาสเตอร์ทั้งสองข้างไม่เท่ากัน โดยรถที่ขับซัดซ้ายให้ตั้งล้อซ้ายมีค่ามากกว่า $1 - \frac{1}{2}$ องศา ทั้งนี้เพื่อชดเชยสภาพการเอียงของถนน

รถยนต์นั่งรุ่นใหม่บางชนิด มุมคาสเตอร์เพื่อศูนย์ (0) หรือ ลบ เพราะเหตุว่า

1. หน้ายางที่กว้าง ทำให้จุดสัมผัสกับถนนกว้าง เป็นเหตุให้พวงมาลัยหนัก
2. การพัฒนาดอกยางให้เหมาะสมกับรถที่มีความเร็วสูง จุดที่ยางสัมผัสกับถนนจะเลื่อนไปอยู่ข้างหน้า ด้วยเหตุนี้จะทำให้มุมคาสเตอร์โตขึ้น

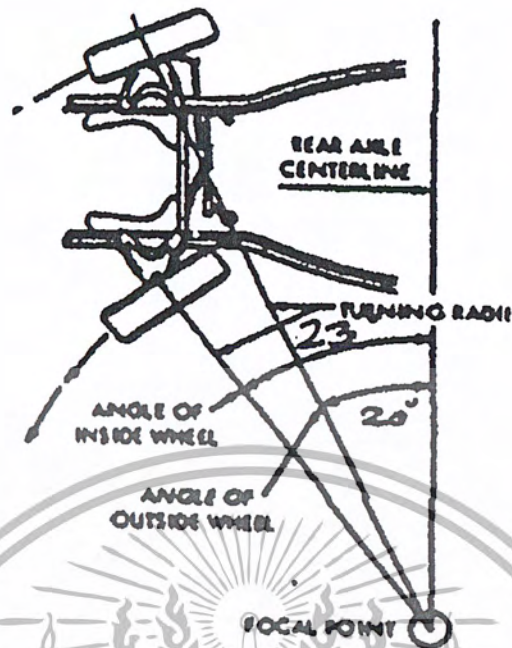


รูปที่ 2-57 (ก) ด้านซ้าย แสดงการเอียงของล้อ ทำให้ล้อกลิ้งออกด้านนอก(คาสเตอร์)
(ข) ด้านขวา แสดงด้านหน้าของล้อหน้า แคบกว่าด้านหลังของล้อหลัง

2.13.4 โทอิน - โทเอาท์ (Toe - in , Toe - out)

เมื่อมองจากด้านบนของล้อหน้าลงมาจะพบว่า ด้านหน้าของล้อหน้าแคบกว่าด้านหลังของล้อหน้าเล็กน้อย การที่ด้านหน้าของล้อหน้าแคบกว่าด้านหลังของล้อหลังของล้อหน้านี้เรียกว่า “โทอิน” แต่ถ้าด้านหน้าของล้อหน้ากว้างกว่าด้านหลังของล้อหน้าเรียกว่า “โทเอาท์”

การที่ล้อเอียงออกด้านนอก เพื่อให้เกิดมุมแคมเบอร์ขึ้นนั้น ในขณะที่ล้อหมุนไปการหมุนของล้อจะทำให้เกิดเป็นรูปกรวยขึ้น อันจะเป็นผลให้ยางสึกหรือเสียหายได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันอาการที่เกิดขึ้นดังกล่าว จึงทำให้ล้อหน้าหมุนเข้าหากัน เป็นการแก้อาการที่เกิดขึ้นจากแคมเบอร์ ผลจากการแก้ปัญหานี้ทำให้เป็นการป้องกันยางสิ้นไหล และทำให้รถแล่นตรงไปข้างหน้าด้วย วิธีการติดตั้งเช่นนี้เรียกว่า โทอิน โดยทั่วไป การวัดโทอินนี้จะวัดเป็นเซนติเมตรหรือนิ้ว จากรูปจะเห็นว่าด้านหน้าของล้อ (A) แคบกว่าด้านหลังของล้อ (B) ระยะของโทอินก็คือ B - A แต่ถ้าระยะ A มากกว่าระยะ B ก็เรียกว่า โทเอาท์



รูปที่ 2-58 แสดงรัศมีการเลี้ยว

2.13.5 รัศมีการเลี้ยว (Turn Radii)

ขณะเลี้ยวรถล้อด้านนอกจะเลี้ยวโค้งในมุมที่แคบกว่าล้อด้านใน มุมของการเลี้ยวรถนี้มีความสัมพันธ์กับการออกแบบมุมต่างๆ ของล้อหน้า บางทีก็เรียกว่า มุมโทเออาท์ ขณะเลี้ยว นอกจากนั้นมุมของการเลี้ยวนี้ ยังมีความสำคัญเป็นอย่างมากเกี่ยวกับการเพิ่มขนาดของยาง และความเร็วของรถด้วย

บทที่ 3

การออกแบบและการคำนวณ

3.1 การคำนวณหาแรงขับเคลื่อนของรถ

พิจารณาเมื่อรถวิ่งด้วยความเร็วคงที่ แรงขับเคลื่อนของรถจะมีค่าแรงต้านทานการเคลื่อนที่ในขณะนั้น

3.1.1 การหาแรงต้านทานการเคลื่อนที่

แรงต้านทานการหมุนของล้อ

$$R_r = K_r W \quad (3.1)$$

จากถนนลาดยางหรือถนนคอนกรีตสภาพดีจะได้ค่า $K_r = 0.02$
มวลรวมของตัวรถและผู้ขับขี่ $W = 90$ กิโลกรัม

$$R_r = (0.02)(90)(9.81) \\ = 17.658 \text{ N}$$

เพราะฉะนั้นแรงต้านทานการหมุนของล้อเท่ากับ 17.658 N
แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของอากาศ

$$R_a = C_D \frac{1}{2} \rho V^2 A \quad (3.2)$$

จากความหนาแน่นของอากาศ $\rho = 1.225 \text{ Kg/m}^3$

ความเร็วเฉลี่ยของรถที่ใช้ $V = 30 \text{ Km/h} \text{ (8.33 m/s)}$

และจากการออกแบบรูปทรงของตัวรถให้มีลักษณะคล้ายกับลำตัวของเครื่องบินจากกราฟค่า C_D ของรูปทรงต่างๆใน 3 มิติจะได้ค่า $C_D = 0.04$

พื้นที่หน้าของตัวรถมีค่าประมาณ (ความกว้างของรถ X ความสูงของรถ)

$$A = (0.45)(0.50) \\ = 0.225 \text{ m}^2$$

$$R_a = (0.04) \frac{1}{2} (1.225)(8.33)^2 (0.225)$$

$$= 0.383 \text{ N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากกำหนดให้รั่วเฉพาะพื้นราบเท่านั้นจึงแรงต้านทานการเคลื่อนที่จากทางขึ้น
ดังนั้นแรงต้านทานการเคลื่อนที่รวมจึงมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} R_t &= R_a + R_r \\ &= 17.658 + 0.383 \\ &= 18.041 \text{ N} \end{aligned} \quad (3.3)$$

3.1.2 หาแรงบิดที่ล้อขับเคลื่อน

ถ้าหากให้รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 Km/h

$$\begin{aligned} F &= R_t \\ &= 18.014 \text{ N} \end{aligned}$$

แรงบิดของล้อที่รถต้องการมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} T_w &= Fr \\ &= (18.014)(0.25) \\ &= 4.51 \text{ N.m} \end{aligned}$$

3.1.3 การคำนวณเกี่ยวกับเครื่องยนต์

กำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนล้อ

$$P_w = T_w \omega_w \quad (3.4)$$

ถ้าหากให้รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 Km/h ความเร็วของรถ $\omega_w = 33.33 \text{ rad/s}$

$$\begin{aligned} P_w &= (4.51)(0.9) \\ &= 150.32 \text{ W} \end{aligned}$$

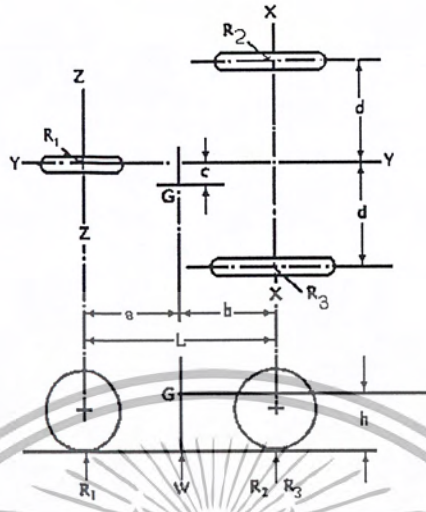
เมื่อประสิทธิภาพของชุดส่งกำลังมีค่าเท่ากับ $\eta = 90 \%$

กำลังที่เครื่องยนต์ใช้

$$\begin{aligned} P_w &= T_w / \eta \\ &= (150.32) / (0.9) \\ &= 167.02 \text{ W} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การหาน้ำหนักที่กระทำกับล้อ



รูปที่ 3-1 น้ำหนักที่กระทำกับล้อ

การหาน้ำหนักที่กระทำกับล้อ

- a = 1.0 m
- b = 0.6 m
- c = 0 m
- d = 0.4 m
- L = 1.6 m
- h = 0.2 m
- W = 90 kg
- = 882.9 N

พิจารณาโมเมนต์รอบแกน XX จะได้

$$R_1 L = w b$$

$$R_1 = w b / L$$

แทนค่า

$$R_1 = (882.9)(0.6)/(1.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาโมเมนต์รอบแกน yy จะได้

$$R_3 d = R_2 d$$

$$R_3 = R_2$$

พิจารณาโมเมนต์รอบแกน zz จะได้

$$R_2 L + R_2 L = w a$$

$$2R_3 L = w a$$

$$R_3 = w a / 2L$$

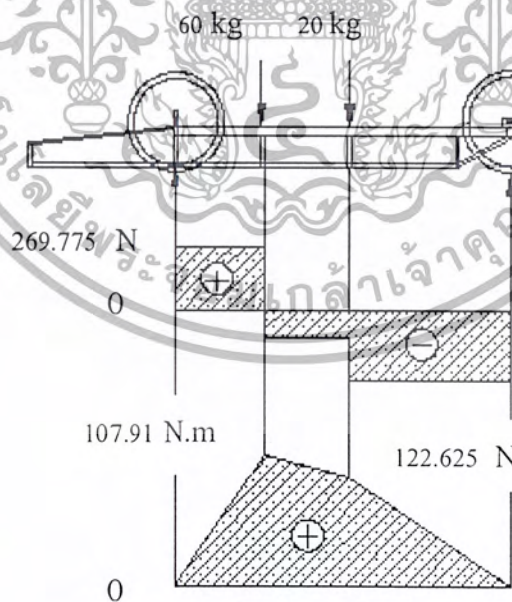
แทนค่า

$$R_3 = (882.9)(1.0) / 2(1.6)$$

$$= 275.90 \text{ N}$$

3.3 การคำนวณหาวัสดุ (เลือกใช้อลูมิเนียม)

การคำนวณหาขนาดของอลูมิเนียม



รูปที่ 3-2 แสดงลักษณะแรงที่กระทำบนคาน 1 ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะได้

ค่าแรงเฉือนสูงสุด (V_{max}) เท่ากับ 269.775 N

ค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด (M_{max}) เท่ากับ 107.91 N.m

จากที่ทำการเลือกใช้อลูมิเนียมผสมซึ่งมีค่า

Ultimate Stress (σ_u) เท่ากับ 100-160 Mpa

Yield Stress (σ_y) เท่ากับ 40-130 Mpa

และสำหรับลักษณะแรงอยู่นิ่ง ทำการเลือกค่าความปลอดภัย; $N_y = 2$

เลือกค่าเฉลี่ย $\sigma_y = 85$ Mpa

พิจารณาแรงเฉือน

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดจะได้

$$\tau_y = \sigma_y / 2 \quad (3.6)$$

ได้ค่าความเค้นเฉือนที่จุดครากเท่ากับ 42.5 Mpa

และ

$$\tau_{max} = \sigma_y / 2 N_y \quad (3.7)$$

ได้ค่าความเค้นเฉือนสูงสุดเท่ากับ 21.25 Mpa

จาก

$$\tau_{max} = V_{max} / A \quad (3.8)$$

ได้พื้นที่ A เท่ากับ 12.862 mm^2 ในขณะที่ท้องตลาดมีอลูมิเนียมขนาด 1" x 1.5" ซึ่งมีความหนาให้เลือก 1.5 mm และ 3 mm ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 181.5 mm^2 และ 345 mm^2 ตามลำดับจะเห็นว่า อลูมิเนียมสามารถรับแรงเฉือนสูงสุดได้

พิจารณาโมเมนต์ดัดสูงสุด $M_{max} = 107.91 \text{ N.m}$

$$\sigma_d = \sigma_y / N_y \quad (3.9)$$

ได้ค่าความเค้นออกแบบ (σ_d) เท่ากับ 42.5 Mpa

และ

$$\sigma_d = MC/I \quad (3.10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ค่า C/I เท่ากับ $3.938 \times 10^5 \text{ m}^{-3}$ ซึ่งอะลูมิเนียมที่มีความหนา 1.5 mm จะมีค่า C/I เท่ากับ $5.09 \times 10^5 \text{ m}^{-3}$ จะทำให้ค่า σ_d เท่ากับ 54.9 Mpa ส่วนอะลูมิเนียมที่มีความหนา 3.0 mm จะมีค่า C/I เท่ากับ $2.99 \times 10^5 \text{ m}^{-3}$ จะทำให้ค่า σ_d เท่ากับ 32.26 Mpa จะเห็นได้ว่าอะลูมิเนียมความหนา 3.0 mm สามารถรับโมเมนต์สูงสุดได้ส่วนอะลูมิเนียมความหนา 1.5 mm ไม่สามารถรับโมเมนต์สูงสุดได้ จึงเลือกอะลูมิเนียมขนาด $1'' \times 1.5''$ หนา 3.0 mm มาทำโครงสร้างรถ และเลือกใช้ท่ออะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 นิ้ว ความหนา 1 mm มาทำเป็นส่วนประกอบย่อยของโครงสร้าง

3.4 การสร้างชิ้นส่วนและการประกอบโครงสร้าง

3.4.1 การสร้างชิ้นส่วน

หลังจากออกแบบลักษณะของโครงสร้างและคำนวณเลือกขนาดและชนิดของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรถเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการสร้างชิ้นส่วนหลักๆ ดังนี้

หมายเลข 1 กานหลัก

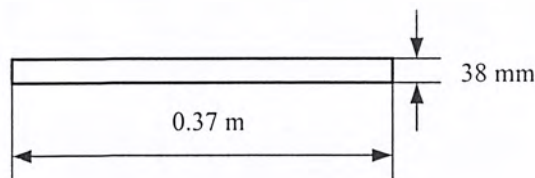
ใช้อลูมิเนียมกล่องขนาด 1 นิ้ว \times 1.5 นิ้วหนา 3 มิลลิเมตร ยาว 1.3 เมตร จำนวน 2 ชิ้นดังแสดงในรูป



รูปที่ 3-3 กานหลักของตัวรถ

หมายเลข 2 กานล้อหน้า

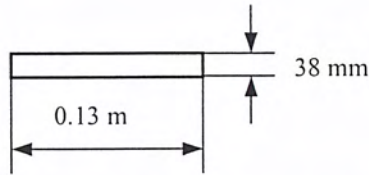
ใช้อลูมิเนียมกล่องขนาด 1 นิ้ว \times 1.5 นิ้วหนา 3 มิลลิเมตร ยาว 0.37 เมตร จำนวน 1 ชิ้น ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3-4 กานล้อหน้า

หมายเลข 3 ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคานล้อยหน้า

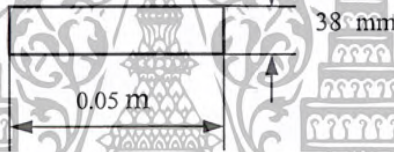
ใช้อะลูมิเนียมกล่องขนาด 1 นิ้ว \times 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 0.13 เมตร จำนวน 2 ชิ้น ดังรูป



รูปที่ 3-5 ส่วนประกอบย่อยที่ 1 ของคานล้อยหน้า

หมายเลข 4 ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคานล้อยหน้า

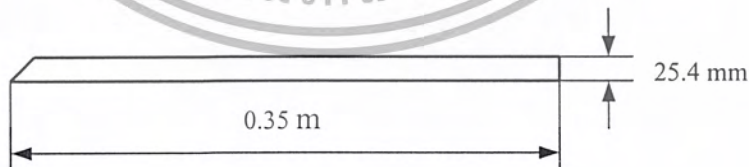
ใช้อะลูมิเนียมกล่องขนาด 1 นิ้ว \times 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 0.05 เมตร จำนวน 2 ชิ้น ดังรูป



รูปที่ 3-6 ส่วนประกอบย่อยที่ 2 ของคานล้อยหน้า

หมายเลข 5 คานหลักส่วนหลัง

ใช้อะลูมิเนียม กล่องขนาด 1 นิ้ว \times 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 0.35 เมตร จำนวน 2 ชิ้น ดังรูป

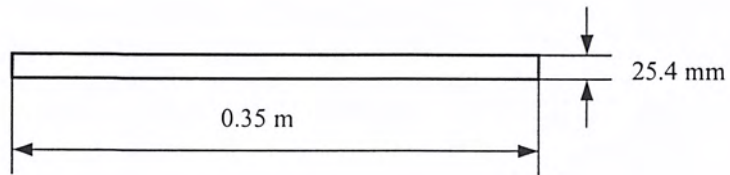


รูปที่ 3-7 คานหลักส่วนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 6 กานยัด เครื่องยนต์

ใช้ท่ออะลูมิเนียมกล่อขนาด 1 นิ้ว \times 1.5 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 0.35 เมตร จำนวน 1 ชั้น ดังรูป



รูปที่ 3-8 กานยัดเครื่องยนต์

หมายเลข 7 กานโค้งตัวยู

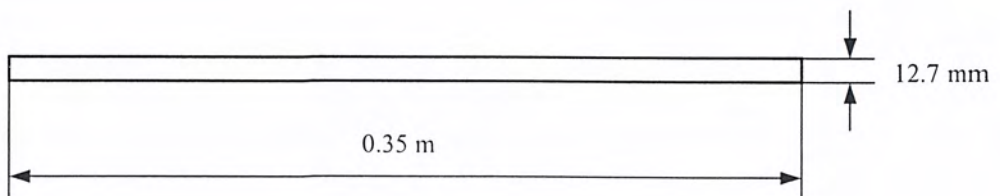
ใช้ท่ออะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว หนา 1 มิลลิเมตร ยาว 0.57 จำนวน 1 ชั้น , ยาว 0.55 จำนวน 1 ชั้น , ยาว 0.53 จำนวน 1 ชั้น , ยาว 0.50 จำนวน 1 ชั้น นำมาตัดโค้งเป็นลักษณะตัวยูตามแบบที่เขียนไว้ดังรูป



รูปที่ 3-9 กานโค้งตัวยู

หมายเลข 8 กานย่อยด้านล่าง

ใช้ท่ออะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว หนา 1 มิลลิเมตร ยาว 0.35 เมตร จำนวน 8 ชั้น ดังรูป

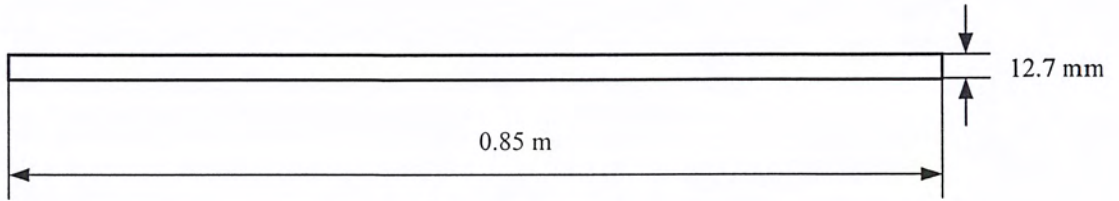


รูปที่ 3-10 กานย่อยด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 9 คานส่วนหน้า

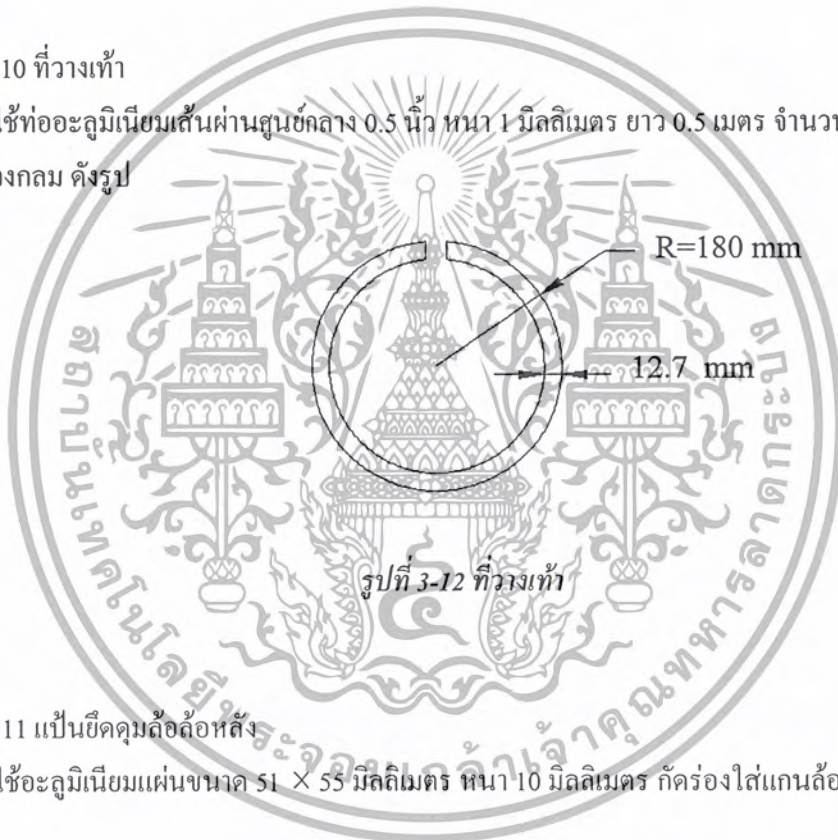
ใช้ท่ออะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว หนา 1 มิลลิเมตร ยาว 0.85 เมตร จำนวน 2 ชั้น และ 0.8 เมตร 1 ชั้น ดังรูป



รูปที่ 3-11 คานส่วนหน้า

หมายเลข 10 ที่วางเท้า

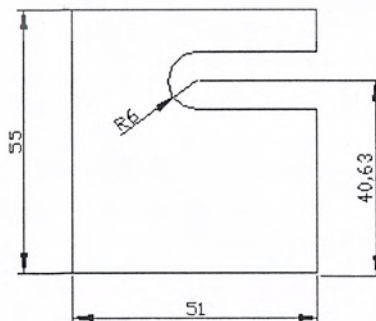
ใช้ท่ออะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว หนา 1 มิลลิเมตร ยาว 0.5 เมตร จำนวน 1 ชั้นมาัดัดเป็น รูปวงกลม ดังรูป



รูปที่ 3-12 ที่วางเท้า

หมายเลข 11 เป็นยึดคุมล้อหลัง

ใช้อะลูมิเนียมแผ่นขนาด 51 × 55 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร กัดร่องใส่แกนล้อหลังจำนวน 2 ชั้น

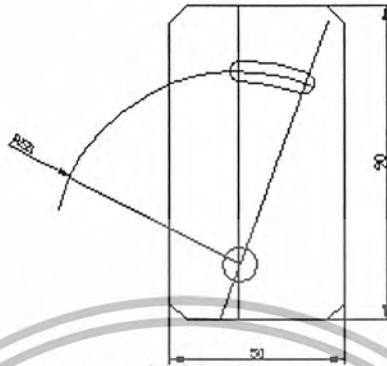


รูปที่ 3-13 เป็นยึดคุมล้อหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 12 เป็นยึดคุมล้อย

ใช้อะลูมิเนียมแผ่น ขนาด 50 × 90 มิลลิเมตรหนา 10 มิลลิเมตร



รูปที่ 3-14 เป็นยึดคุมล้อย

3.4.2 ขั้นตอนการประกอบ

การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ในที่นี้เราใช้วิธีการเชื่อม ซึ่งการเชื่อมจะใช้การเชื่อมแบบปกคลุมด้วยก๊าซเฉื่อย โดยก๊าซอาร์กอนเป็นก๊าซเฉื่อย ซึ่งผิวของอะลูมิเนียมหากมีการเคลือบผิวโดยกรรมวิธี Anodizing จะทำให้เชื่อมติดได้ยากและเกิดการแตกร้าวที่ผิว แต่อะลูมิเนียมที่ใช้ทำโครงรถจะเป็นอะลูมิเนียมที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการกรรมวิธี Anodizing ซึ่งในการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ จะมีขั้นตอนดังนี้

1. ประกอบส่วนประกอบย่อยที่ 1 และ 2 ของคานล้อยหน้า (หมายเลข 3, 4) เข้ากับคานล้อยหน้า (หมายเลข 2)
2. ประกอบคานเหล็ก (หมายเลข 1) เข้ากับคานเหล็ก
3. ประกอบคานยึดเครื่องยนต์หมายเลข (หมายเลข 6) เข้ากับคานเหล็ก
4. ประกอบคานเหล็กส่วนท้าย (หมายเลข 5) เข้ากับคานเหล็ก
5. ประกอบคานตัวชู (หมายเลข 7) เข้ากับคานเหล็ก
6. ประกอบคานย่อยด้านล่าง (หมายเลข 8) เข้ากับคานแล้ว
7. ประกอบเป็นยึดคุมล้อยหน้าและหลัง (หมายเลข 11, 12) เข้ากับโครง
8. ประกอบคานส่วนหน้า (หมายเลข 9) เข้ากับโครง
9. ประกอบที่วางเท้า (หมายเลข 10) เข้ากับโครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบระบบบังคับลิ้น

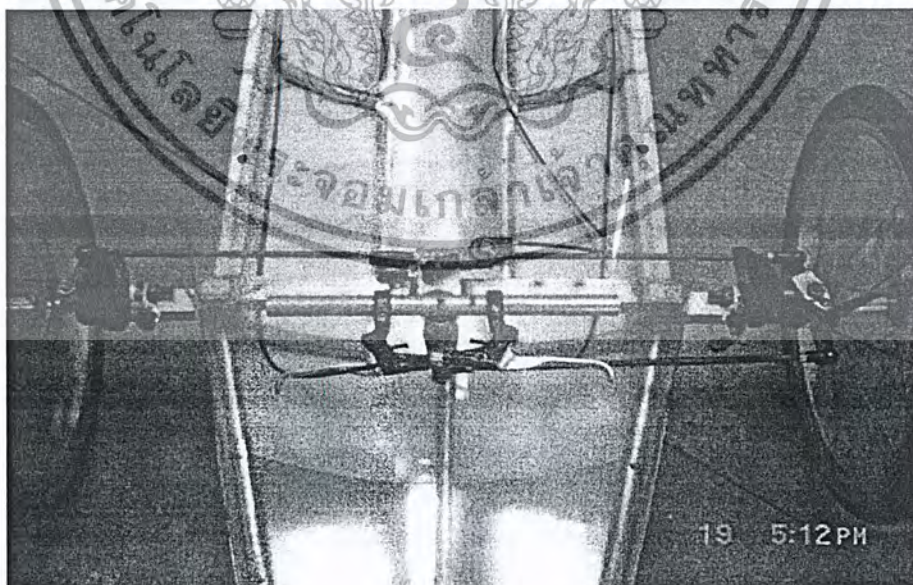
ในการออกแบบระบบบังคับลิ้นต้องคำนึงถึงจุดยึดต่างๆ เพื่อให้การถอดประกอบและการปรับเปลี่ยนมุมต่างๆ ของล้อทำได้โดยง่ายจึงได้เลือกใช้ระบบบังคับลิ้นแบบออคเคมาน คือใช้ชุดในการเชื่อมต่ออย่างน้อยชิ้นปรับเปลี่ยนมุมล้อต่างๆ ได้ง่าย

ส่วนประกอบของระบบบังคับลิ้น

1. ลูกปืนกลิ้ง(ลูกปืนตาเหลือก) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกปืน 12 มม. จำนวน 4 ตัว
2. แกนยึดคุดมล้อ พร้อมแขนยึดลูกหมาก จำนวน 2 ตัว
3. คันชัก คันส่ง อย่างละ 1 ตัว
4. ลูกหมาก 4 ตัว
5. ชุดแฮนด์บังคับทิศทางซึ่งเชื่อมประกอบกับโครงรถ

การติดตั้งระบบบังคับลิ้น

1. นำลูกปืนกลิ้ง(ลูกปืนตาเหลือก)มาจัดเข้ากับแกนยึดคุดมล้อทั้งด้านหัวและด้านท้ายให้ได้ 2 ชุด
2. นำลูกปืนกลิ้งที่ประกอบกับแกนยึดคุดมล้อ มาประกอบเข้ากับแป้นยึดล้อหน้าของ โครงล้อทั้ง 2 ด้าน
3. นำคันชักที่ประกอบด้วยลูกหมากที่ปลายทั้ง 2 ด้านมาประกอบเข้ากับชุดแฮนด์บังคับทิศทาง และอีกด้านประกอบเข้ากับแกนยึดลูกหมากที่ติดอยู่กับแกนยึดคุดมล้อด้านซ้าย
4. นำคันส่งที่ประกอบด้วยลูกหมากที่ปลายทั้งสองด้าน มาประกอบเข้ากับแกนยึดลูกหมากที่ติดอยู่กับแกนยึดคุดมล้อทั้งสองด้าน
5. ทำการปรับมุมล้อให้ได้มุมถูกต้อง



รูปที่ 3-15 ระบบบังคับลิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบระบบส่งกำลัง

ในการออกแบบระบบส่งกำลังเราได้คำนึงถึง เรื่องของการถอดประกอบประสิทธิภาพในการส่งกำลัง ดังนั้นเราจึงเลือกใช้โซ่เป็นตัวส่งกำลังเนื่องจาก

1. ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงสูง
2. ไม่มีการสลิปขณะส่งกำลัง ทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน
3. มีขนาดกระทัดรัด
4. ไม่จำเป็นต้องมีแรงคั่นขั้นต้นในโซ่ด้านดึง ทำให้อายุการใช้งานของเบร้งเพิ่มขึ้น
5. การติดตั้งทำได้ง่ายเพียงคล้องเข้ากับเฟืองโซ่และใส่

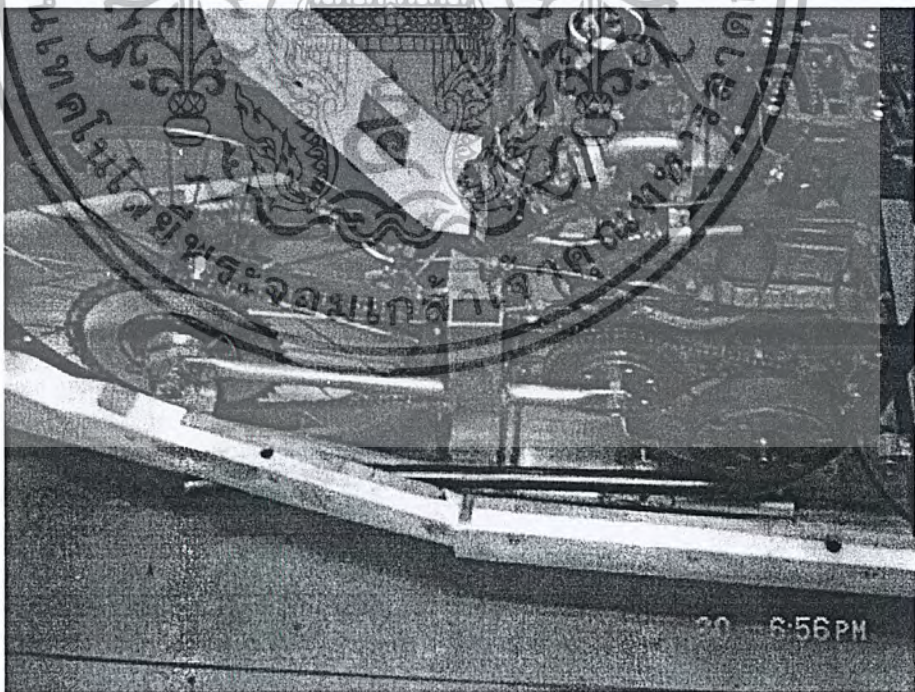
ในการเลือกขนาดของโซ่นั้นเราจะเลือกขนาดของโซ่ให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์และส่วนประกอบอื่นๆ ในระบบส่งกำลัง

ส่วนประกอบของระบบส่งกำลัง

1. ครัชแรงเหวี่ยงที่ติดตั้งเฟืองขับ
2. ชุดเฟืองทด
3. ชุดเฟืองตามที่ประกอบอยู่กับชุด วันเวย์ที่ล้อหลัง
4. โซ่

การติดตั้งระบบส่งกำลัง

การติดตั้งระบบส่งกำลังแสดงดังรูปที่



รูปที่ 3-15 ระบบส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

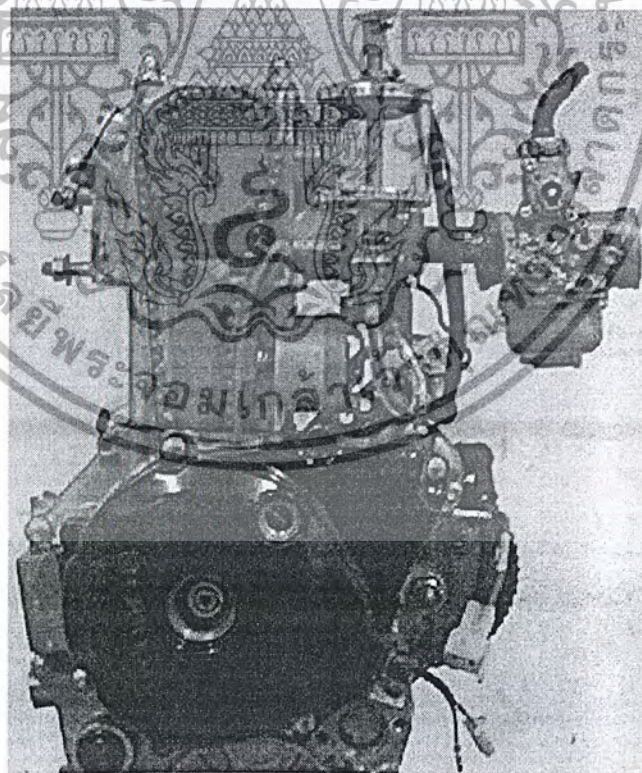
การตัดแปลงและปรับปรุงเครื่องยนต์

การตัดแปลงและปรับปรุงเครื่องยนต์เพื่อให้มีประสิทธิภาพสามารถประหยัดเชื้อเพลิงและเหมาะสมกับการแข่งขันโดยรวมทั้งหมดมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. ลดน้ำหนักโดยรวมของเครื่องยนต์
2. ระบบน้ำมันหล่อลื่น
3. ระบบไฟจุดระเบิด
4. ชุดตัดต่อกำลัง
5. ชุดเลื่อนกระดิ่งวาล์ว ไฮดี
6. วาล์วไฟฟ้าป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันในห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์

4.1 การลดน้ำหนักโดยรวมของเครื่องยนต์

ในการลดน้ำหนักโดยรวมของเครื่องยนต์เราได้ทำการตัดและถอดชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นในการใช้งานของเครื่องยนต์โดยเราได้ทำการตัดเครื่องระบายความร้อน, ชุดเกียร์ และชุดครัชกลไก, ชุดขดลวดกำเนิดไฟฟ้า



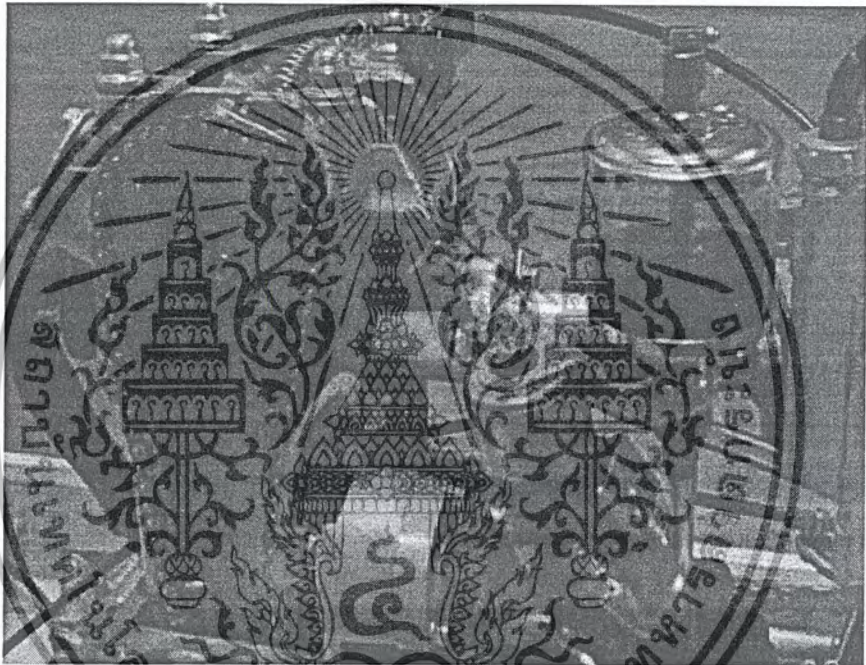
รูปที่ 4-1 เครื่องยนต์ที่ทำการลดน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ระบบน้ำมันหล่อลื่น

จากระบบหล่อลื่นของเครื่องยนต์มาตรฐาน จะใช้ปั้มน้ำมันเครื่องแบบกลไก ซึ่งใช้กำลังจากเครื่องยนต์ในการขับปั้ม และชิ้นส่วนของระบบดังกล่าวก่อให้เกิดความเสียดทานและน้ำหนักรวมมากจึงได้ทำการเปลี่ยนแปลงระบบหล่อลื่นใหม่ เป็นแบบหยดเฉพาะจุด โดยมีอุปกรณ์ดังนี้

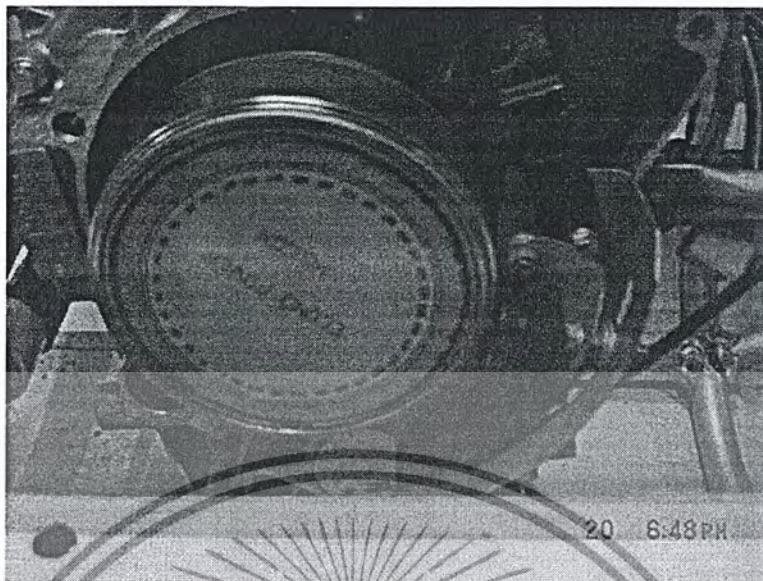
1. กระปุกใส่น้ำมันหล่อลื่น ในที่นี้เราใช้กล่องน้ำมันโซล่าซึ่งสามารถปรับอัตราการไหลได้
2. วาล์วไฟฟ้า ใช้สำหรับเปิด-ปิด ให้มีการหล่อลื่น
3. ท่อทางเดินน้ำมัน



รูปที่ 4-2 ระบบน้ำมันหล่อลื่นแบบหยด

4.3 ระบบไฟจุดระเบิด

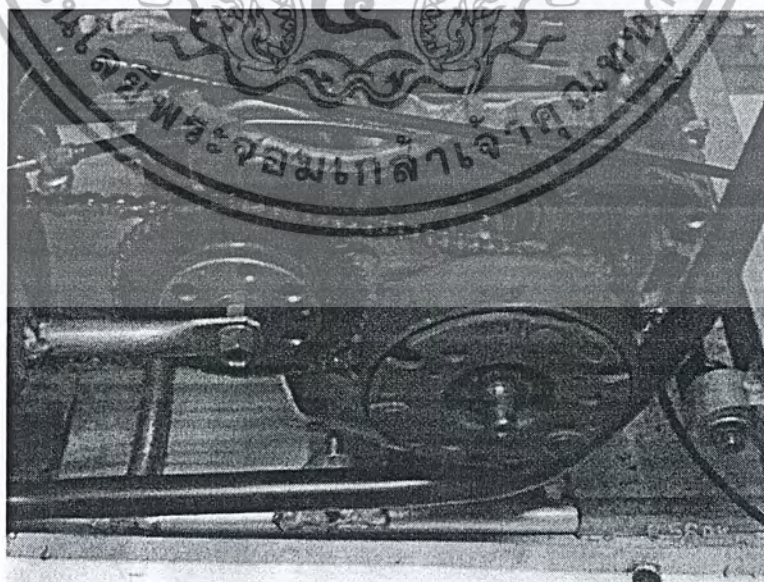
ในระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์มาตรฐาน จะใช้ระบบจุดระเบิดแบบ CDI โดยใช้กระแสไฟฟ้าจากชุดขดลวดกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งทำให้เกิดความเสียดทานกับเครื่องยนต์ดังนั้นเราจึงทำการดัดแปลงโดยการถอดชุดขดลวดกำเนิดไฟฟ้าออกแล้วใช้กระแสตรงจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ แทน และทำการติดตั้งตัวพัลเซอร์ให้สามารถเปลี่ยนแปลงองศาจุดระเบิดได้



รูปที่ 4-3 ชุดไฟจุดระเบิด

4.4 ชุดตัดต่อกำลัง

ในการตัดต่อกำลังจากเครื่องยนต์เราใช้ครัทช์แรงเหวี่ยงของเครื่องยนต์มาตรฐานแต่นำมาทำการปรับปรุงเนื่องจากปกติแล้วคลัทช์ที่มาตรฐานจะทำงานที่รอบเครื่องสูง ดังนั้นเราจึงดัดแปลงให้ครัทช์ทำงานที่รอบเครื่องต่ำลง และเพิ่มประสิทธิภาพให้การส่งกำลังโดยการเปลี่ยนผ้าครัทช์ใหม่ จากที่ใช้จากผ้าครัทช์ปกติที่มากับเครื่องยนต์มาตรฐานมาเป็นผ้าเบรครถยนต์ ซึ่งทำให้การสลิปของครัทช์ลดลง

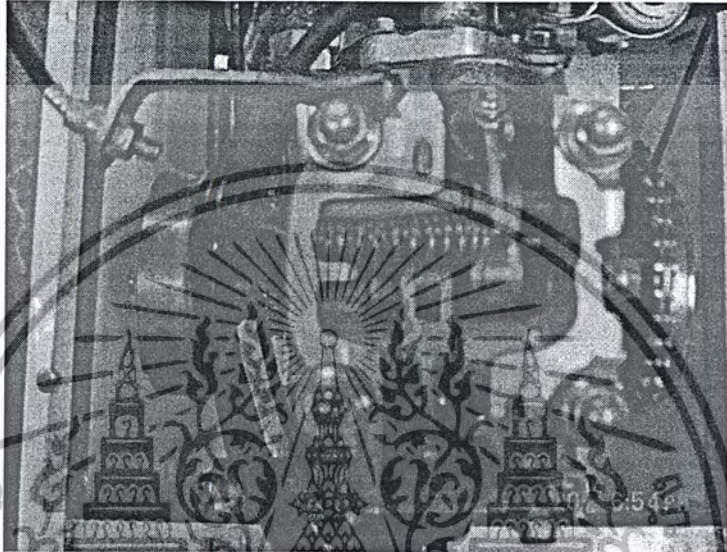


รูปที่ 4-4 ชุดตัดต่อกำลัง

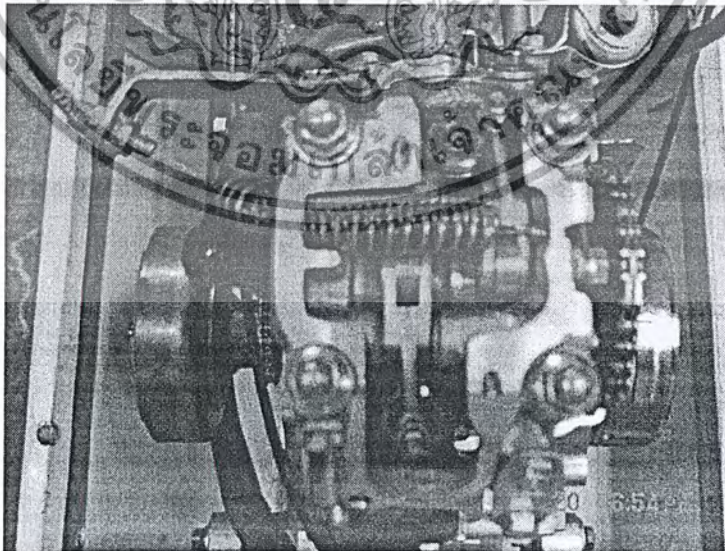
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ชุดเลื่อนกระดิ่งวาล์วไอดี

เนื่องจากในจังหวะที่เราทำการดับเครื่องยนต์ปกติเราจะตัดไฟจุดระเบิดทำให้เครื่องยนต์หยุดการทำงาน แต่แรงหน่วงของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ในเครื่องทำให้เกิดการดูดเอาไอดีเข้าไปในห้องเผาไหม้โดยไม่จำเป็น ดังนั้นเราจึงทำการสร้างชุดเลื่อนกระดิ่งวาล์วไอดีขึ้นมาเพื่อตัดการดูดไอดีหลังจากดับเครื่อง ซึ่งทำงานโดยการเลื่อนกระดิ่งกวดวาล์วให้พ้นจากการเตะของเพลาลูกเบี้ยว



รูปที่ 4-6 ชุดหลบวาล์วในจังหวะที่ไม่หลบวาล์ว



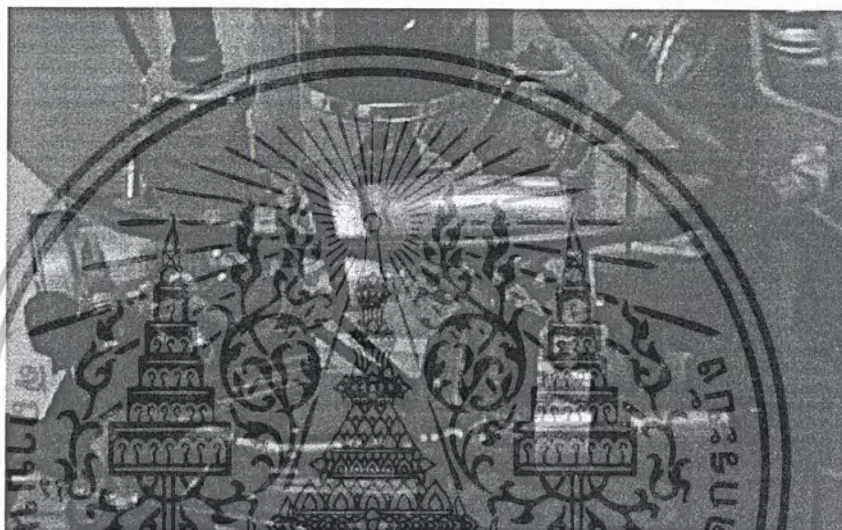
รูปที่ 4-7 ชุดหลบวาล์วในจังหวะที่หลบวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 วาล์วไฟฟ้าป้องกันการกระเพื่อม

เนื่องจากคาร์บูเรเตอร์ที่เราใช้เป็นตัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาตรฐานเครื่องยนต์ซึ่งมีห้องลูกลอยทำให้ในขณะที่ติดเครื่อง หรือทำการขับขึ้นน้ำมันในห้องลูกลอยจะเกิดการกระเพื่อมเป็นผลให้น้ำมันจากหลอดแก้วที่ใช้วัดปริมาณน้ำมันไหลเข้าสู่ห้องลูกลอยโดยไม่จำเป็น ดังนั้นเราจึงทำการติดตั้งวาล์วไฟฟ้าเพื่อป้องกันการกระเพื่อมโดยสามารถคุมจังหวะในการจ่ายน้ำมันสู่ห้องลูกลอยได้ตามต้องการ

การทำงานของวาล์ว จะถูกควบคุมด้วยสวิทซ์ไฟฟ้าซึ่งผู้ขับขี่เป็นพิจารณาว่าควรเปิดและปิดวาล์วในช่วงใดของการขับขี่



รูปที่ 4-8 วาล์วไฟฟ้าป้องกันการกระเพื่อมของน้ำมันในห้องลูกลอย

ในส่วนของการปรับส่วนผสมของไอดีที่ใช้ในการแข่งขันเราได้ทำการปรับให้ส่วนผสมบางที่สุดเท่าที่สามารถทำได้โดยการทดขับซึ่งจริงว่าเครื่องยนต์สามารถที่จะเอาชนะโหดเนื่องจากน้ำหนักของผู้ขับขี่และตัวรถได้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถที่จะเอาชนะโหดได้ก็ให้เพิ่มส่วนผสมให้หนาขึ้น

บทที่ 5

อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ชิ้นนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะบอกถึงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ก็คือแรงบิด และอัตรา การกินน้ำมัน ในการวัดแรงบิดของเครื่องยนต์สามารถทำได้หลายวิธี ประกอบกับการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในภาคเครื่องกล จึงทำให้การดัดแปลงอุปกรณ์ที่มีอยู่ให้เหมาะสมกับการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึง อุปกรณ์ที่นำมาใช้ทดสอบ ลักษณะการใช้งานอุปกรณ์และวิธีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบ

5.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองมีดังนี้

- เครื่องยนต์ชนิดลูกสูบเดี่ยว 4 จังหวะรุ่น ฮอนด้าเวฟ 125 ซีซี
- เครื่องวัด Torque Transducer
- กล้องรับสัญญาณ
- งานเบรคพร้อมคาลิปเปอร์เบรค
- เพล่าพร้อมคัปปลิง
- คิวติคูลมิลติมิเตอร์
- นาฬิกาจับเวลา
- หลอดบรรจุน้ำมัน

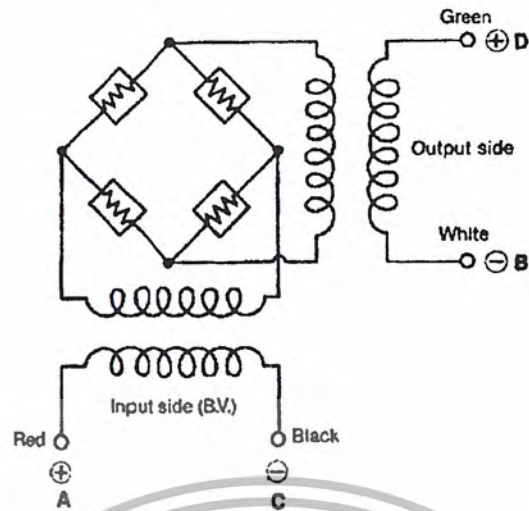
ตามทฤษฎีการวัดค่าแรงบิดทำได้โดยการเพิ่มภาระให้แก่เครื่องยนต์และวัดแรงบิดของเครื่องยนต์ที่สัมพันธ์กับรอบของเครื่องยนต์ จากทฤษฎีข้างต้นสามารถประยุกต์กับอุปกรณ์ที่มีอยู่โดยจะกล่าวได้ดังต่อไปนี้

เครื่องวัด Torque Transducer

การทดสอบแรงบิดสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีไดนาโมมิเตอร์ วิธีโอบเบรค ในที่นี้จะประยุกต์ ที่มีอยู่ให้ทำงานคล้ายกับการทดสอบแบบไดนาโมมิเตอร์โดยใช้เครื่อง Torque Transducer

จะทำการติดตั้ง Torque Transducer อยู่ระหว่างเครื่องยนต์และภาระ โดยเครื่องจะสร้างสนามแม่เหล็ก (Magnetic Flux) ออกมาหลังจากเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์จะเกิดบิดตัวขึ้นในเพลลาของเครื่อง Torque Transducer ทันทีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กเนื่องมาจากการบิดตัวของเพลลา เครื่องจะแปลงสัญญาณสนามแม่เหล็กออกมาให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าจะสามารถอ่านค่าแรงดันได้จากกล่องรับสัญญาณ

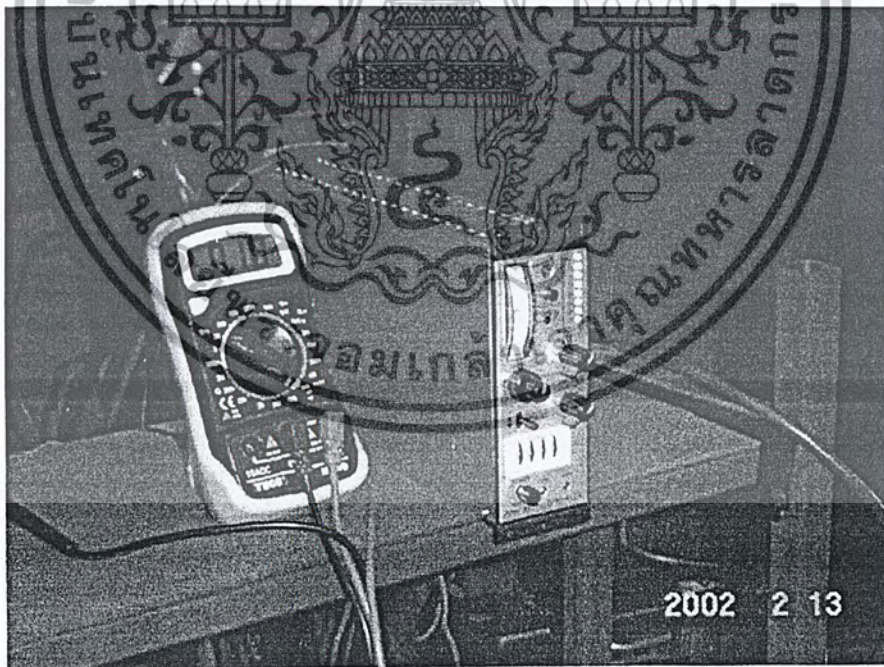
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-1 วงจรบริดจ์ภายใน Torque Transducer

กล่องรับสัญญาณ

ทำหน้าที่รับสัญญาณ จาก Torque Transducer แสดงออกทางจอเป็นแรงดันไฟฟ้า (Volt)



รูปที่ 5-2 กล่องรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานเบรกและคาลิปเปอร์เบรก

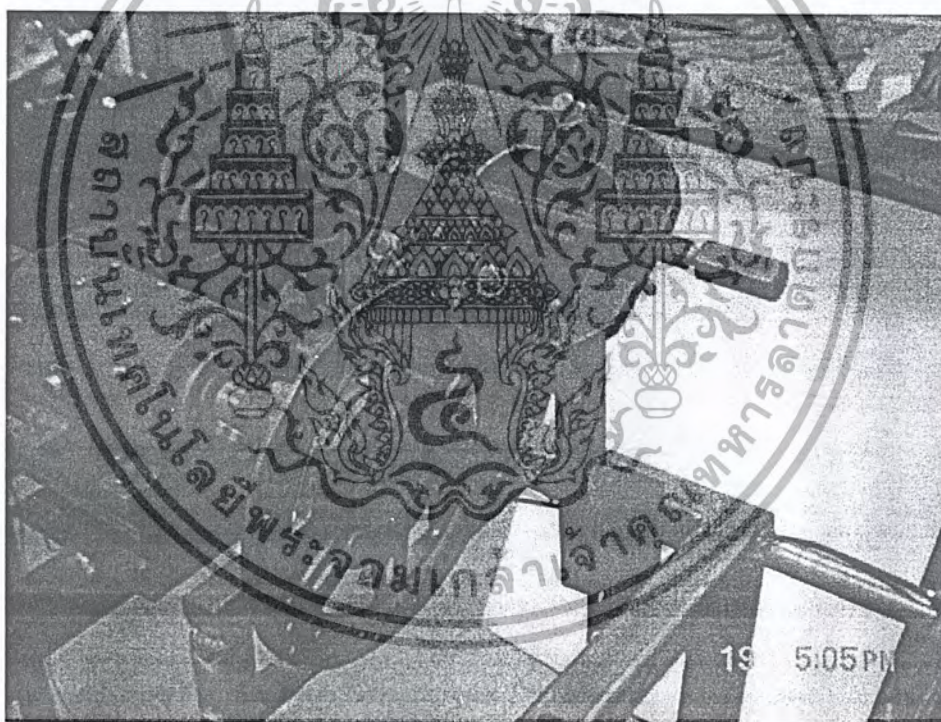
ภาระการหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ จะต้องมีการเพิ่มภาระให้แก่เครื่องยนต์เพื่อลดรอบของเครื่องให้ได้ตามที่ต้องการจากนั้นจึงนำมาบันทึกค่าแรงบิดที่ได้จากเครื่องมือวัด ดังนั้นจึงทำการตัดแปลงจากเบรกให้มีสภาพเป็นเสมือนภาระเมื่อต้องการเพิ่มภาระแก่เครื่องยนต์ได้ทำการขันสกรูให้คาลิปเปอร์ดันผ้าเบรกเคลื่อนที่จับกับจานเบรก

การติดตั้งงานเบรก

งานเบรกจะอยู่ในแนวเดียวกับเครื่องยนต์และเครื่อง Torque Transducer โดยติดตั้งอยู่บนหน้าแปลนที่ออกแบบสำหรับงานเบรกโดยเฉพาะ

การติดตั้งคาลิปเปอร์

คาลิปเปอร์จะมีผ้าเบรกทำหน้าที่จับจานเบรก การเคลื่อนของผ้าเบรกจะขึ้นอยู่กับภาระขันสกรูทำเพื่อขับเคลื่อนผ้าเบรกให้จับจานเบรก



รูปที่ 5-3 งานเบรกและคาลิปเปอร์เบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลาร่วมกับปลีง

การส่งถ่ายแรงจะเกิดขึ้นในแนวเพลาส่งซึ่งเป็นแนวเดียวกับเครื่องวัดแรงบิด โดยเครื่องยนต์จะส่งกำลังผ่านไปยังเพลาลูกและเครื่องวัดแรงบิดตามลำดับ

การสร้างเพลาลูก

การวัดแรงบิดจากเพลาลูกข้อเหวี่ยงโดยตรงจะได้ค่าแรงบิดมีค่าแม่นยำที่สุด จึงทำการสร้างเพลาลูกส่งกำลังจากเครื่องยนต์สู่เครื่อง Torque Transducer โดยตรงด้านหนึ่งของเพลาลูกจะเป็นเป็นเกลียวเพื่อขันอัดเข้ากับชุดครัชของเครื่องยนต์ โดยต่อเป็นแนวเดียวกับเพลาลูกข้อเหวี่ยง ส่วนปลายเพลาลูกอีกด้านจะสวมเข้ากับปลีงเพื่อส่งผ่านไปยังเพลาลูกต่อไป การออกแบบชุดทดลองกำหนดให้ใช้ชุดปลีง 21 ชุด สำหรับส่งกำลังจากเครื่องยนต์ผ่านเข้าสู่เครื่องยนต์ Torque Transducer

ปลีง

เลือกใช้ชนิดเหล็กหล่อสีเทา เนื่องจากการติดตั้งไม่มีการเยื้องศูนย์และเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดลอง

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

เนื่องจากค่าที่วัดได้จากเครื่องรับสัญญาณเป็นแบบ scale จึงอ่านค่าไม่ได้แม่นยำ ดังนั้นใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์อ่านสัญญาณออกมาเป็นตัวเลขเพื่อความแม่นยำในการอ่านค่า

นาฬิกาจับเวลา

ใช้สำหรับการจับเวลาการกินน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ เพื่อนำมาคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของ

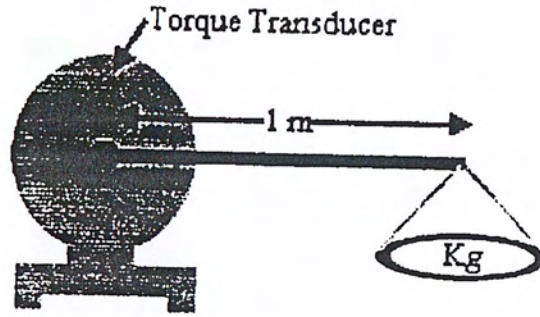
หลอดบรรจุน้ำมัน

ใช้สำหรับการกำหนดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในการจับเวลาแต่ละครั้ง โดยในการทดลองกำหนดให้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อถารวัดแต่ละครั้ง

5.2 การปรับตั้ง Torque Transducer

สัญญาณที่อ่านได้ผ่านกล่องรับสัญญาณออกมาในรูปหน่วยแรงดันไฟฟ้า (โวลต์) ดังนั้นเราจึงต้องหาความสัมพันธ์ที่สามารถแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เป็นแรงบิด

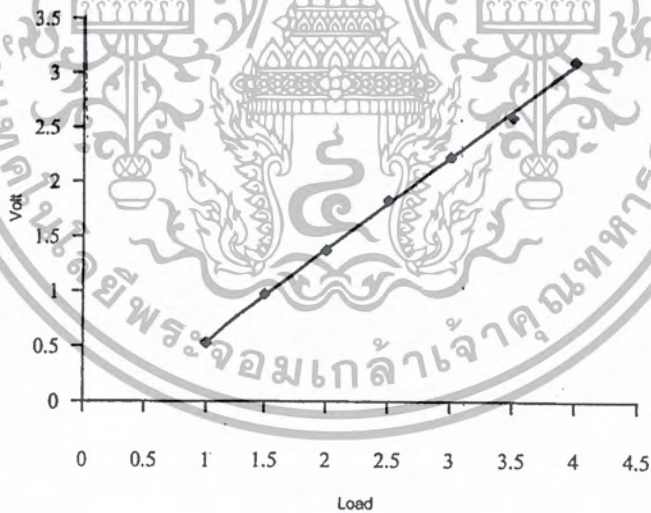
การหาความสัมพันธ์นี้จะต้องวิธีการ static test วิธีการคือ ใช้ภาระที่มีค่าแน่นอนดวงไว้ปลายแขนขนาดความยาว 1 เมตร ซึ่งเชื่อมต่อกับแกนเพลาลูกของ Torque Transducer เมื่อนำน้ำหนักผูกกับความยาวของแขนจะได้แรงบิด และเปลี่ยนขนาดน้ำหนักไปเรื่อยๆ หลังจากนั้นจึงอ่านค่าได้จากมัลติมิเตอร์ นำค่าที่ได้มาหาความสัมพันธ์และค่าคงที่ โดยจากการทดลองจะได้ข้อมูลดังนี้



รูป 5-4 การทดสอบแบบ Static Test

| | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Load(Kg) | 1 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 |
| Volt(V) | 0.53 | 0.97 | 1.37 | 1.83 | 2.23 | 2.6 | 3.11 |

ตารางที่ 5-1 ค่าการทดสอบ Static



รูป 5-5 กราฟแสดงการปรับตั้ง Torque Transducer

จากกราฟเห็นได้ง่าค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น ดังนั้นเราสามารถทำการหาค่าคงที่ในการแปลงค่าแรงดันไฟฟ้า ให้กลายเป็นแรงบิดได้โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข

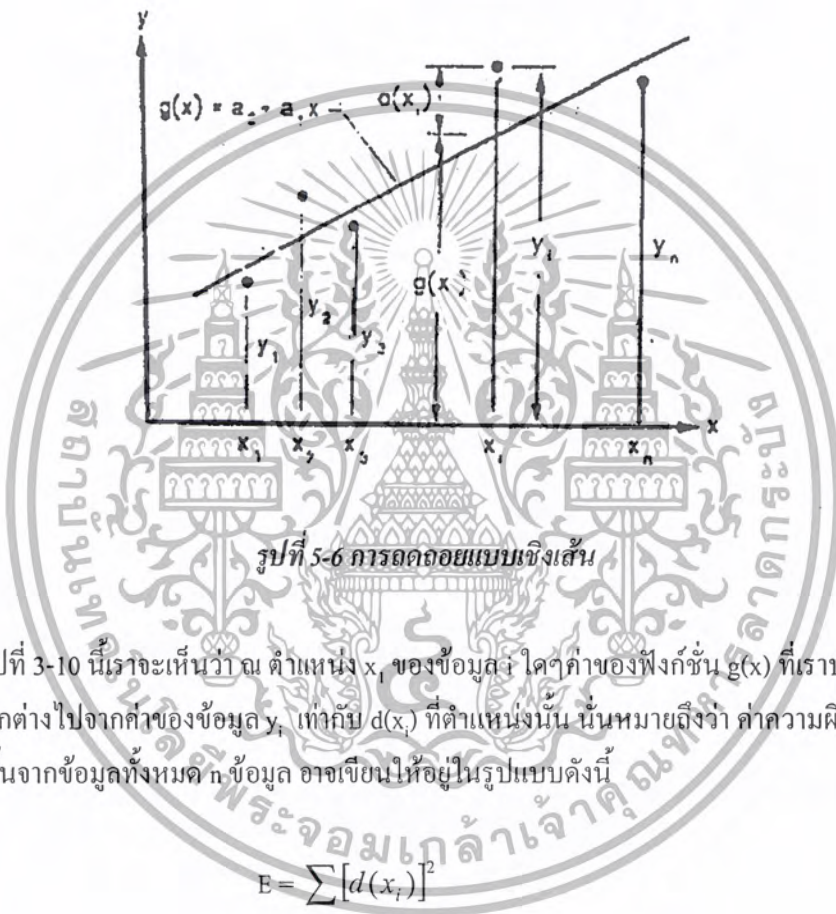
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถดถอยแบบเชิงเส้น

การถดถอยแบบเชิงเส้นอาจจัดได้ว่าเป็นระเบียบวิธีที่ง่ายที่สุดที่ใช้ในการประดิษฐ์ฟังก์ชันเส้นตรงสำหรับชุดของข้อมูลที่กำหนดมาให้ รูปที่ 3-10 แสดงชุดของข้อมูลที่ประกอบด้วย $x_i, y_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ นั่นคือจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น n ข้อมูล ในที่นี้เราจะประดิษฐ์สมการเส้นตรงในรูปแบบของฟังก์ชัน

$$g(x) = a_0 + a_1 x$$

โดย a_0 และ a_1 เป็นค่าคงที่ไม่รู้ค่าและจำเป็นต้องคำนวณหาจากเงื่อนไขที่ว่า สมการเส้นตรงที่ประดิษฐ์ขึ้นมาจะก่อให้เกิดความผิดพลาด โดยเฉลี่ยที่น้อยที่สุดจากข้อมูลทุกข้อมูลที่กำหนดมาให้



รูปที่ 5-6 การถดถอยแบบเชิงเส้น

จากรูปที่ 3-10 นี้เราจะเห็นว่า ณ ตำแหน่ง x_i ของข้อมูลใด ๆ ค่าของฟังก์ชัน $g(x)$ ที่เราประดิษฐ์ขึ้น จะมีค่าที่แตกต่างไปจากค่าของข้อมูล y_i เท่ากับ $d(x_i)$ ที่ตำแหน่งนั้น นั่นหมายความว่า ค่าความผิดพลาด E ทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากข้อมูลทั้งหมด n ข้อมูล อาจเขียนให้อยู่ในรูปแบบดังนี้

$$E = \sum [d(x_i)]^2 \quad (5-1)$$

ซึ่งในที่นี้เราทำการยกกำลังสองของค่าแตกต่าง $d(x_i)$ ก็เพื่อกำจัดค่าที่อาจมีเครื่องหมายเป็นลบ ดังนั้นสมการ (4-1) จะให้ความหมายของค่าความผิดพลาดทั้งหมด สมการ (2) สามารถเขียนได้ว่า

$$E = \sum [y_i - g(x_i)]^2 \quad (5-2)$$

แทนสมการ (1) ที่ $x = x_i$ ลงในสมการ (4-2)

$$E = \sum [y_i - (a_0 + a_1 x_i)]^2 \quad (5-3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ (4-3) นี้เราสามารถคำนวณหาตัวที่ไม่รู้จัก a_0 และ a_1 ที่ต้องการได้โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด ซึ่งทำจากการหาค่าต่ำสุด ของค่าความผิดพลาดโดยเกี่ยวข้องกับตัวไม่รู้จัก นั่นคือ

$$\frac{\partial E}{\partial a_0} = 0 \quad (5-4)$$

และ

$$\frac{\partial E}{\partial a_1} = 0 \quad (5-5)$$

และเงื่อนไขในสมการ (4-4) ให้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} 2 \sum [y_i - (a_0 + a_1 x_i)](-1) &= 0 \\ \sum y_i - \sum a_0 + \sum a_1 x_i &= 0 \\ n a_0 + (\sum x_i) a_1 &= \sum y_i \end{aligned} \quad (5-6)$$

เงื่อนไขในสมการ (4-6) ให้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} 2 \sum [y_i - (a_0 + a_1 x_i)](-x_i) &= 0 \\ \sum x_i y_i - \sum a_0 x_i + \sum a_1 x_i^2 &= 0 \\ (\sum x_i) a_0 + (\sum x_i^2) a_1 &= \sum x_i y_i \end{aligned} \quad (5-7)$$

ทั้งสองสมการ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} N & (\sum x_i) \\ (\sum x_i) & (\sum x_i^2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \end{bmatrix}$$

ซึ่งเราใช้กฎคราเมอร์ในการแก้ระบบสมการนี้เพื่อหาค่าคงตัว a_0 และ a_1

$$a_0 = \frac{(\sum y_i)(\sum x_i^2) - (\sum x_i y_i)(\sum x_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \quad (5-8)$$

$$a_1 = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \quad (5-9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคงตัว a_0 และ a_1 ที่คำนวณได้นี้เมื่อแทนกลับลงในสมการ ก็จะได้สมการเส้นตรงที่แสดงการถดถอยแบบเชิงเส้นที่ต้องการ

| | x_i | y_i | X_i^2 | $x_i y_i$ |
|----------|-------|-------|---------|-----------|
| | 1 | 0.53 | 1 | 0.53 |
| | 1.5 | 0.97 | 2.25 | 1.455 |
| | 2 | 1.37 | 4 | 2.74 |
| | 2.5 | 1.83 | 6.25 | 4.575 |
| | 3 | 2.23 | 9 | 6.69 |
| | 3.5 | 2.6 | 12.25 | 9.6 |
| | 4 | 3.11 | 16 | 12.44 |
| Σ | 17.5 | 12.64 | 50.75 | 38.03 |

กำหนดให้

$$V = a_1 T + a_0$$

(5-9)

จากสมการที่ (4-8) และ (4-9) จะได้

$$a_0 = \frac{(12.64)(50.75) - (38.03)(17.5)}{7(50.75) - (17.5)^2} = -0.4907$$

$$a_1 = \frac{7(38.03) - (17.5)(12.64)}{7(50.75) - (17.5)^2} = 0.9186$$

นำค่าที่ได้ไปแทนในสมการที่ (4-10)

$$V = 0.9186T - 0.4907$$

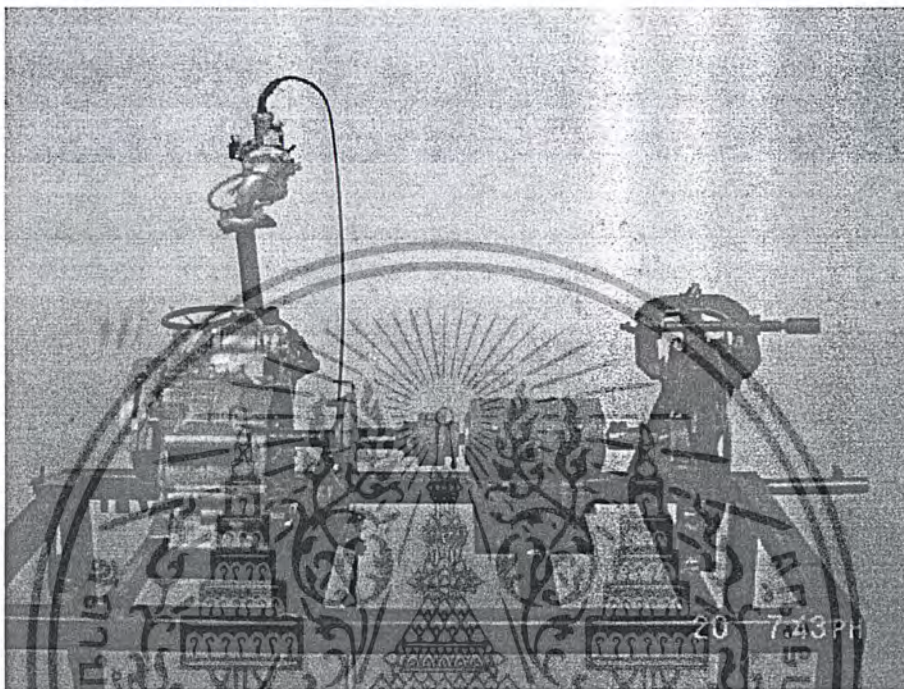
หรือแปลงค่าให้อยู่ในรูปแรงบิด

$$T = \frac{V + 0.4907}{0.9186}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การติดตั้งอุปกรณ์

เริ่มจากอุปกรณ์ที่จะใช้หาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จะต้องเป็นการสร้างขึ้นใหม่ทั้งหมดซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดจะอยู่ในแท่นเดียวกันสร้างแผ่นสำหรับติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองโดยใช้เหล็กฉากมาเชื่อมประกอบให้มีความแข็งแรงและติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองตามรูป



รูปที่ 5-7 การติดตั้งอุปกรณ์

5.4 วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์และปรับตั้งค่าและส่วนประกอบของเครื่องยนต์ตามตัวแปรที่ต้องการทดลอง
2. ติดเครื่องยนต์ที่รอบเดินเบาและควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 70 – 80 c
3. เมื่อถึงอุณหภูมิการทดลอง เริ่มเร่งเครื่องจนกระทั่งรอบเครื่องยนต์คงที่ประมาณ 4000 รอบต่อนาที
4. บันทึกรอบเครื่องยนต์ที่อ่านได้จากเครื่องวัดรอบ
5. บันทึกค่าแรงดันที่ได้จากเครื่อง Torque Transducer
6. จับเวลาของอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงโดยกำหนดให้ใช้น้ำมัน 1 cc
7. ลดรอบเครื่องยนต์ โดยการกดสกรูที่ด้ามเบรคและบันทึกค่าต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วตามการทดลองที่ 4 ถึง 6
8. บันทึกค่าต่างๆ ที่รอบเครื่องยนต์ที่ 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500 rpm.

9. ทำการทดลองตัวแปรต่างๆ ตามการทดลองที่ 1 ถึง 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

ผลการทดลอง

ผลการทดลองเราได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ผลการทดลองเครื่องยนต์บนแท่นทดลอง และ ผลการทดลองในสภาวะการขับขี่จริงขับขี่ ในส่วนของการทดลองบนแท่นทดลองได้ทำการทดลองตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อ ประสิทธิภาพ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดังต่อไปนี้

6.1 ผลการทดลองบนแท่นทดลอง

6.1.1 ผลการทดลองวัดค่า SFC และ Torque ในแต่ละการปรับตั้งองศาไฟจุดระเบิด

| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|------------|
| 1500 | 9.45 | 1.48 | 1.98 | 9.78 | 137.57 | 77 |
| 2000 | 10.67 | 2.23 | 2.99 | 14.54 | 61.27 | 78 |
| 2500 | 13.53 | 3.54 | 4.74 | 9.54 | 58.91 | 78 |
| 3000 | 13.32 | 4.3 | 5.76 | 9.6 | 48.17 | 78 |
| 3500 | 12.37 | 4.53 | 6.07 | 7.47 | 58.75 | 79 |
| 4000 | 12.09 | 5.06 | 6.78 | 8.32 | 42.22 | 79 |

ตาราง 6-1 ผลการทดลองการจุดระเบิดที่ 10 องศา BTDC

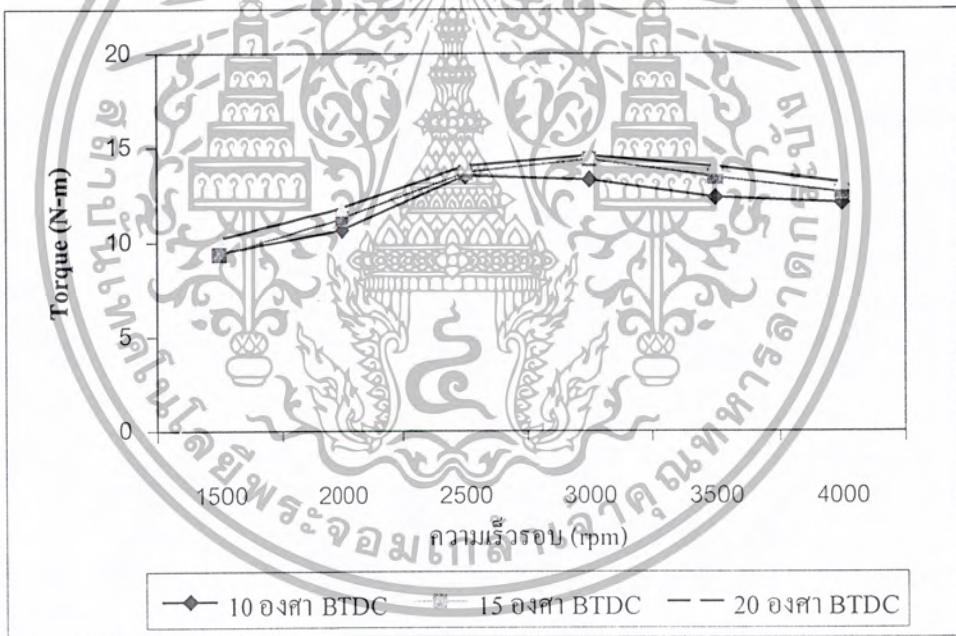
| RPM | T (N-m) | P (kw) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|------------|
| 1500 | 9.35 | 1.46 | 1.95 | 19.85 | 68.82 | 78 |
| 2000 | 11.27 | 2.35 | 3.15 | 17.47 | 48.4 | 78 |
| 2500 | 13.69 | 3.58 | 4.8 | 9.58 | 57.93 | 78 |
| 3000 | 14.37 | 4.51 | 6.04 | 12.84 | 34.35 | 79 |
| 3500 | 13.45 | 4.2 | 6.3 | 15 | 28.19 | 79 |
| 4000 | 12.63 | 5.28 | 7.08 | 14.47 | 26.09 | 78 |

ตาราง 6-2 ผลการทดลองการจุดระเบิดที่ 15 องศา BTDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

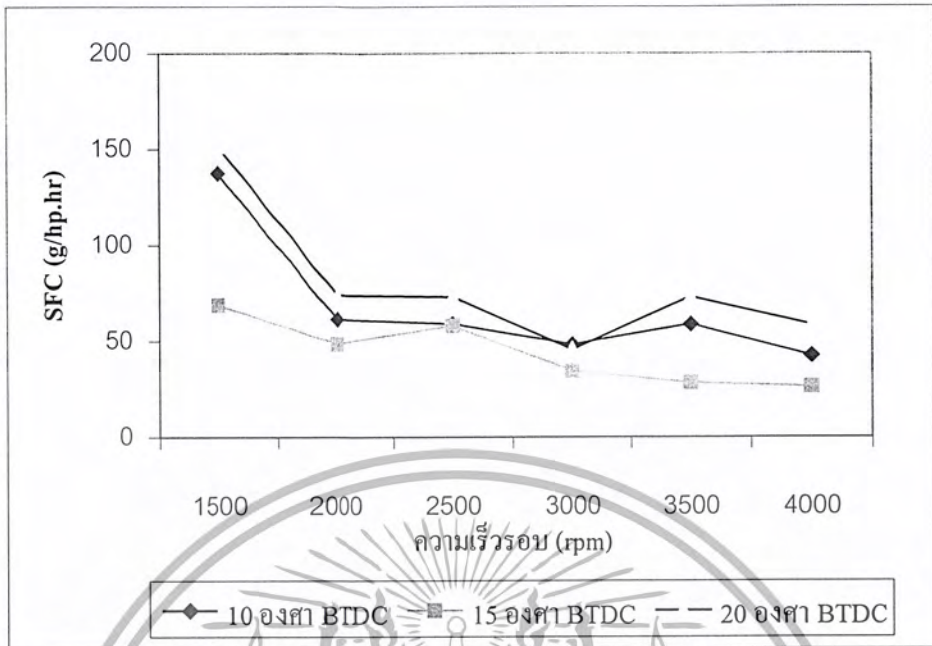
| RPM | T (N-m) | P (kw) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|------------|
| 1500 | 10.21 | 1.6 | 2.14 | 8.2 | 151.81 | 80 |
| 2000 | 11.83 | 2.47 | 3.31 | 10.91 | 73.77 | 80 |
| 2500 | 14.02 | 3.66 | 4.9 | 7.44 | 73.02 | 79 |
| 3000 | 14.57 | 4.57 | 6.12 | 9.59 | 45.39 | 80 |
| 3500 | 13.98 | 5.12 | 6.86 | 5.32 | 72.99 | 80 |
| 4000 | 13.15 | 5.5 | 7.32 | 6.19 | 58.39 | 79 |

ตาราง 6-3 ผลการทดลองการจุดระเบิดที่ 20 องศา BTDC



รูปที่ 6-1 กราฟแสดงค่า Torque ที่องศาจุดระเบิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6-2 กราฟแสดงค่า SFC ที่องศาจุดระเบิดต่างๆ

6.1.2 ผลการทดลองวัดค่า SFC และ Torque ในแต่ละการปรับตั้งระยะห่างของเขี้ยวหัวเทียน

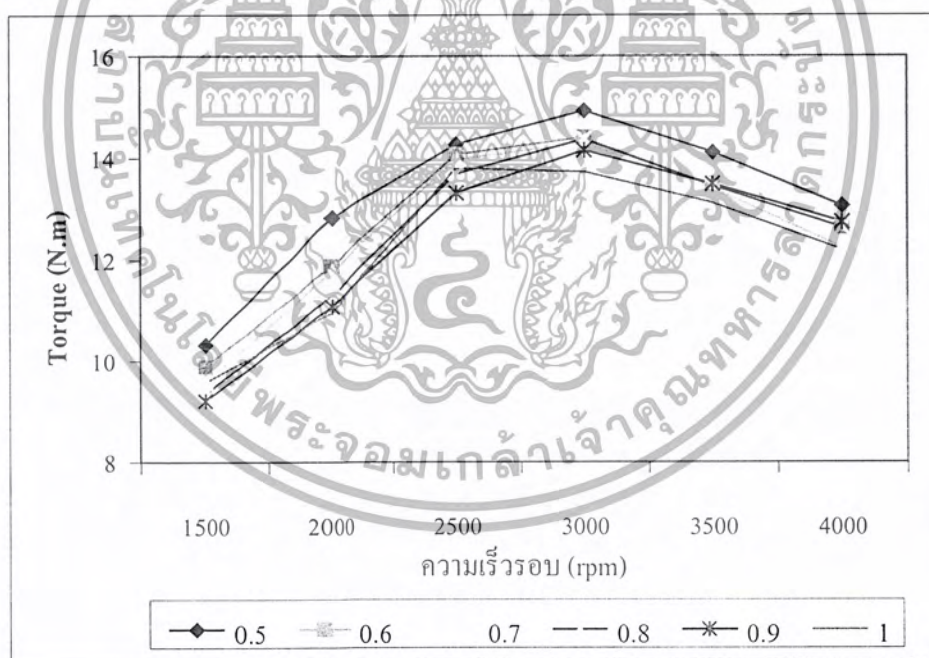
| ความเร็วรอบ เครื่องยนต์ (RPM) | Torque (N-m) ที่ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนต่างๆ | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 0.5 mm | 0.6 mm | 0.7 mm | 0.8 mm | 0.9 mm | 1 mm |
| 1500 | 10.32 | 9.89 | 9.58 | 9.35 | 9.21 | 9.57 |
| 2000 | 12.83 | 11.88 | 11.76 | 11.27 | 11.08 | 10.96 |
| 2500 | 14.27 | 14.07 | 13.97 | 13.69 | 13.32 | 13.8 |
| 3000 | 14.93 | 14.41 | 14.3 | 14.37 | 14.15 | 13.73 |
| 3500 | 14.11 | 13.45 | 13.4 | 13.45 | 13.49 | 13.12 |
| 4000 | 13.06 | 12.63 | 12.24 | 12.63 | 12.74 | 12.19 |

ตาราง 6-4 แสดงค่า Torque (N-m) ที่ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

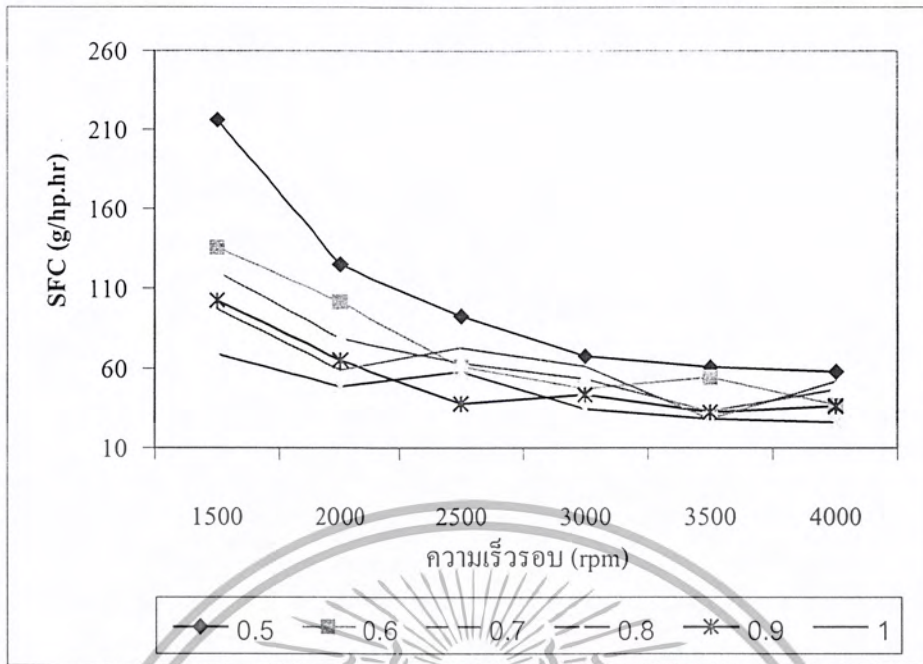
| ความเร็วรอบ เครื่องยนต์ (RPM) | SFC (g/hp.hr) ที่ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนต่างๆ | | | | | |
|-------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 0.5 mm | 0.6 mm | 0.7 mm | 0.8 mm | 0.9 mm | 1 mm |
| 1500 | 216.1 | 135.32 | 120.37 | 68.82 | 102.24 | 96.94 |
| 2000 | 124.71 | 101.31 | 78.4 | 48.4 | 64.96 | 58.91 |
| 2500 | 92.82 | 61.12 | 63.42 | 57.93 | 37.75 | 72.80 |
| 3000 | 67.54 | 47.16 | 53.18 | 34.35 | 43.38 | 61.07 |
| 3500 | 60.80 | 54.33 | 32.88 | 28.19 | 32.34 | 28.03 |
| 4000 | 57.85 | 37.21 | 46.67 | 26.09 | 36.15 | 51.59 |

ตาราง 6-5 แสดงค่า SFC (g/hp.hr) ที่ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนต่างๆ



รูปที่ 6-3 กราฟแสดงค่า Torque (N.m) ที่ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6-4 กราฟแสดงค่า SFC (g/hp.hr) ที่ระยะห่างเขี้ยวหัวเทียนต่างๆ

6.1.3 ผลการทดลองวัดค่า SFC และ Torque ในแต่ละการปรับตั้งระยะห่างวาล์ว

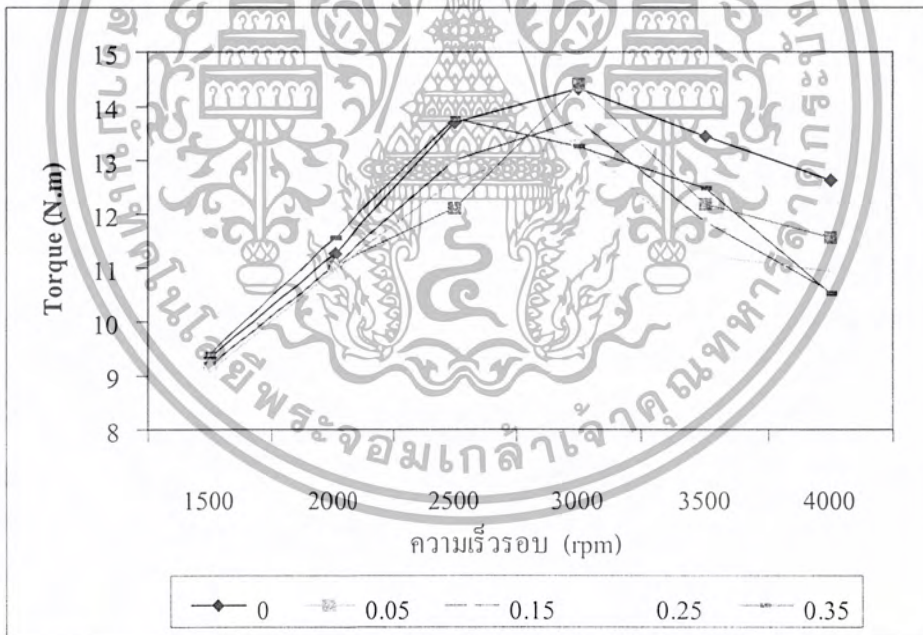
| ความเร็วรอบ เครื่องยนต์ (RPM) | Torque (N-m) ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0.00 mm | 0.05 mm | 0.15 mm | 0.25 mm | 0.35 mm |
| 1500 | 9.35 | 9.20 | 9.17 | 9.09 | 9.40 |
| 2000 | 11.27 | 11.05 | 11.05 | 10.98 | 11.56 |
| 2500 | 13.69 | 12.10 | 13.05 | 12.62 | 13.78 |
| 3000 | 14.37 | 14.01 | 13.75 | 13.40 | 13.25 |
| 3500 | 13.45 | 12.18 | 11.84 | 11.23 | 12.48 |
| 4000 | 12.63 | 11.56 | 10.54 | 10.93 | 10.56 |

ตาราง 6-6 แสดงค่า Torque (N-m) ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

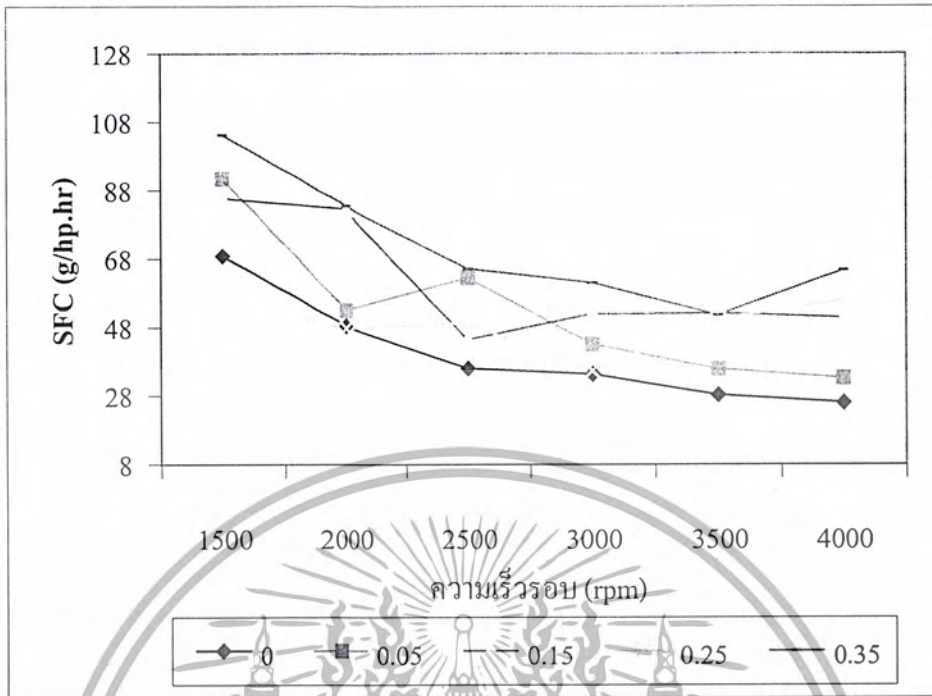
| ความเร็วรอบ เครื่องยนต์ (RPM) | SFC (g/hp.hr) ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0.00 mm | 0.05 mm | 0.15 mm | 0.25 mm | 0.35 mm |
| 1500 | 68.82 | 91.44 | 85.67 | 54.68 | 104.30 |
| 2000 | 48.40 | 52.95 | 82.65 | 47.67 | 83.49 |
| 2500 | 35.93 | 62.41 | 44.43 | 49.32 | 65.71 |
| 3000 | 34.35 | 43.02 | 51.97 | 35.31 | 61.04 |
| 3500 | 28.19 | 35.81 | 57.04 | 50.31 | 51.57 |
| 4000 | 26.09 | 33.14 | 50.77 | 55.94 | 64.78 |

ตาราง 6-7 แสดงค่า SFC (g/hp.hr) ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ



รูปที่ 6-5 กราฟแสดงค่า Torque (N.m) ที่ระยะห่างวาล์วต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6-6 กราฟแสดงค่า SFC (g/hp.hr) ที่ระยะทางวาล์วต่างๆ

6.1.4 ผลการทดลองวัดค่า SFC และ Torque ในแต่ละความยาวของรันทอร์วี

| RPM | T(N·m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|--------|--------|------|-----------|--------------|-----------|
| 1500 | 9.35 | 1.46 | 1.95 | 19.85 | 68.82 | 78 |
| 2000 | 11.27 | 2.35 | 3.15 | 17.47 | 48.40 | 80 |
| 2500 | 13.69 | 3.58 | 4.80 | 9.58 | 57.93 | 79 |
| 3000 | 14.37 | 4.51 | 6.04 | 12.84 | 34.35 | 78 |
| 3500 | 13.45 | 4.70 | 6.30 | 15.01 | 28.19 | 79 |
| 4000 | 12.63 | 5.28 | 7.08 | 14.42 | 26.09 | 79 |

ตาราง 6-8 แสดงค่าจากการวัดที่สภาวะมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|------------|
| 1500 | 13.82 | 2.17 | 2.91 | 9.70 | 94.37 | 80 |
| 2000 | 14.18 | 2.96 | 3.98 | 9.30 | 71.97 | 77 |
| 2500 | 14.75 | 3.85 | 5.17 | 9.42 | 74.70 | 79 |
| 3000 | 15.13 | 4.75 | 6.37 | 7.54 | 55.46 | 80 |
| 3500 | 12.46 | 4.56 | 6.12 | 7.20 | 60.45 | 79 |
| 4000 | 11.52 | 4.82 | 6.47 | 6.93 | 59.41 | 78 |

ตาราง 6-9 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 5 ซม.

| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|------------|
| 1500 | 11.54 | 1.81 | 2.42 | 15.18 | 72.51 | 79 |
| 2000 | 14.12 | 2.95 | 3.95 | 11.42 | 59.05 | 77 |
| 2500 | 16.15 | 4.22 | 5.65 | 9.50 | 40.63 | 76 |
| 3000 | 13.89 | 4.36 | 5.84 | 7.63 | 59.78 | 77 |
| 3500 | 11.58 | 4.24 | 5.68 | 11.33 | 41.39 | 78 |
| 4000 | 11.07 | 4.63 | 6.20 | 11.75 | 36.56 | 78 |

ตาราง 6-10 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 10 ซม.

| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|------------|
| 1500 | 14.13 | 2.21 | 2.96 | 10.61 | 84.82 | 78 |
| 2000 | 16.78 | 3.51 | 4.70 | 14.54 | 58.98 | 77 |
| 2500 | 15.34 | 3.98 | 5.33 | 4.74 | 45.44 | 76 |
| 3000 | 13.95 | 4.38 | 5.87 | 3.62 | 66.36 | 79 |
| 3500 | 12.11 | 4.43 | 5.94 | 8.43 | 53.20 | 78 |
| 4000 | 10.35 | 4.33 | 5.80 | 9.17 | 50.08 | 79 |

ตาราง 6-11 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 15 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

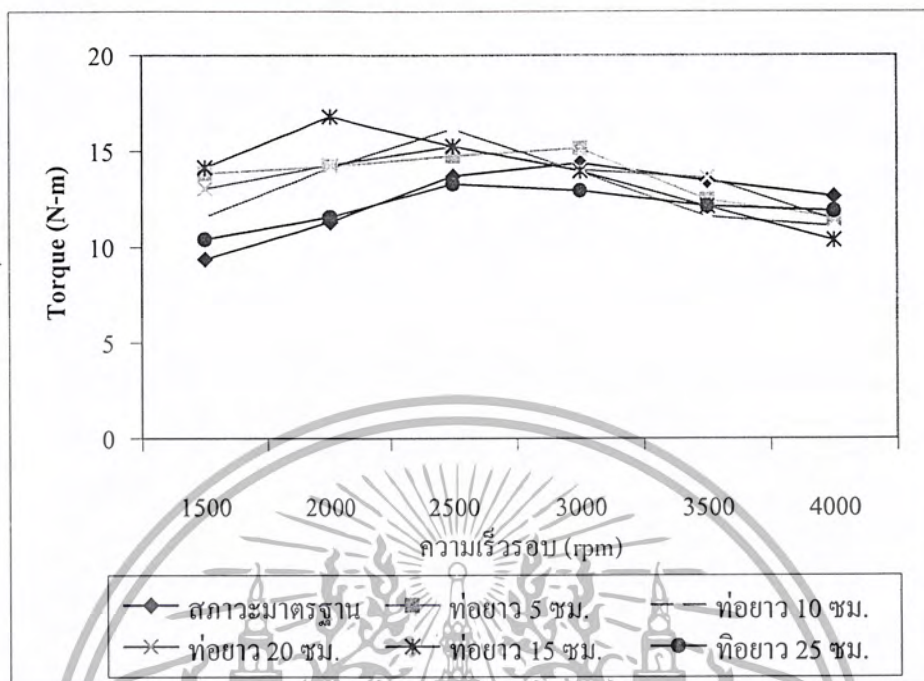
| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|-----------|
| 1500 | 13.02 | 1.71 | 2.29 | 18.95 | 61.38 | 78 |
| 2000 | 14.25 | 2.92 | 3.91 | 28.29 | 24.08 | 77 |
| 2500 | 15.23 | 3.72 | 4.98 | 9.51 | 30.25 | 76 |
| 3000 | 14.01 | 4.08 | 5.47 | 19.96 | 24.36 | 77 |
| 3500 | 13.59 | 4.61 | 6.18 | 9.15 | 27.11 | 78 |
| 4000 | 11.41 | 4.56 | 6.11 | 11.59 | 29.61 | 79 |

ตาราง 6-12 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 20 ซม.

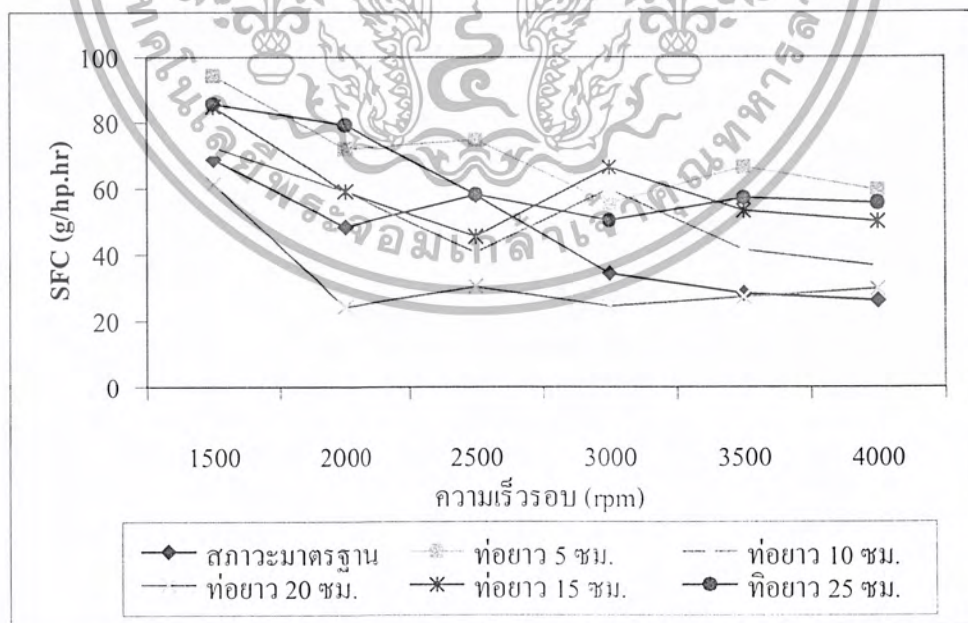
| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|-----------|
| 1500 | 10.39 | 1.63 | 2.18 | 16.75 | 85.66 | 79 |
| 2000 | 11.54 | 2.41 | 3.23 | 8.75 | 79.25 | 77 |
| 2500 | 13.28 | 3.47 | 4.65 | 93.72 | 58.16 | 76 |
| 3000 | 12.97 | 4.07 | 5.45 | 9.72 | 50.28 | 77 |
| 3500 | 12.13 | 4.44 | 5.96 | 7.85 | 57.03 | 78 |
| 4000 | 11.87 | 4.96 | 6.65 | 7.21 | 55.56 | 78 |

ตาราง 6-13 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนขนาดท่อให้ยาวขึ้น 25 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6-7 กราฟแสดงค่า Torque (N-m) ของท่อความยาวขนาดต่างๆ



รูปที่ 6-8 กราฟแสดงค่า SFC (g/hp.hr) ของท่อความยาวขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.5 ผลการทดลองวัดค่า SFC และ Torque ของรันเนอร์ที่เปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

หลังจากการทดลองเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของรันเนอร์ เราพบว่าเมื่อเพิ่มความยาวรันเนอร์ขึ้น 20 ซม. ทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ ดังนั้นในการทดลองเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรันเนอร์จึงยึดความยาวที่ 20 ซม. เป็นหลักได้ผลการทดลองดังนี้

| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|----------|
| 1500 | 12.37 | 1.94 | 2.60 | 8.75 | 60.21 | 79 |
| 2000 | 14.28 | 2.98 | 3.99 | 21.69 | 30.78 | 77 |
| 2500 | 16.93 | 4.43 | 5.94 | 16.73 | 26.80 | 7 |
| 3000 | 16.66 | 5.23 | 7.01 | 11.85 | 32.06 | 77 |
| 3500 | 13.27 | 4.86 | 6.51 | 6.90 | 30.54 | 78 |
| 4000 | 11.15 | 4.66 | 6.24 | 7.8 | 42.56 | 79 |

ตาราง 6-14 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 19 มม.

| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|----------|
| 1500 | 11.54 | 1.81 | 2.42 | 15.18 | 72.51 | 79 |
| 2000 | 14.12 | 2.95 | 3.95 | 11.42 | 59.05 | 77 |
| 2500 | 16.15 | 4.22 | 5.65 | 9.50 | 40.63 | 76 |
| 3000 | 13.89 | 4.36 | 5.84 | 7.63 | 59.78 | 77 |
| 3500 | 11.58 | 4.24 | 5.68 | 11.33 | 41.39 | 78 |
| 4000 | 11.07 | 4.63 | 6.20 | 11.75 | 36.56 | 78 |

ตาราง 6-15 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 16 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

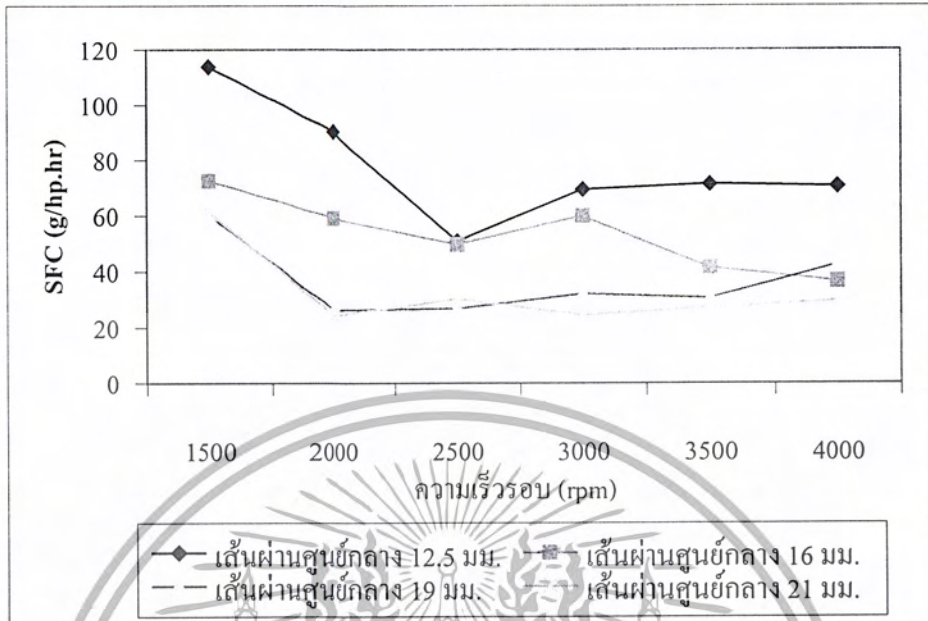
| RPM | T (N-m) | P (KW) | HP | Time(sec) | SFC(g/hp.hr) | Temp(°c) |
|------|---------|--------|------|-----------|--------------|------------|
| 1500 | 10.27 | 1.61 | 2.15 | 10.89 | 113.78 | 79 |
| 2000 | 11.48 | 2.40 | 3.21 | 9.19 | 90.30 | 77 |
| 2500 | 12.94 | 3.38 | 4.53 | 11.57 | 50.82 | 77 |
| 3000 | 12.81 | 4.02 | 5.39 | 7.12 | 69.41 | 78 |
| 3500 | 11.03 | 4.04 | 5.41 | 6.59 | 71.36 | 78 |
| 4000 | 10.59 | 4.43 | 5.94 | 3.36 | 70.51 | 79 |

ตาราง 6-16 แสดงค่าที่วัดได้หลังเปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 12.5 มม.



รูปที่ 6-9 กราฟแสดงค่า Torque (N-m) ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6-8 กราฟแสดงค่า SFC (g/hp.hr) ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาดต่างๆ

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์หลักของโครงการชิ้นนี้คือการใช้ประโยชน์จากน้ำมันเชื้อเพลิงให้ได้มากที่สุด หลังจากทำการทดลองและนำผลการทดลองมาวิเคราะห์พบว่าผลการปรับตั้ง องศาการจุดระเบิด, ระยะห่าง เขี้ยวหัวเทียน, ระยะห่างวาล์ว, ความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของรันเนอร์มีผลต่อประสิทธิภาพและ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งสิ้น การสรุปผลและข้อเสนอแนะทางคณะผู้จัดทำได้นำมาเขียนไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและค้นคว้าสำหรับผู้สนใจต่อไปดังนี้

7.1 สรุปผล

จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองสามารถสรุปแนวทางในการปรับตั้งและตัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อใช้ในการแข่งขันได้ดังนี้

1. เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งการจุดระเบิดที่ 10° , 15° และ 20° พบว่า การปรับตั้งองศาการจุดระเบิดที่ 15° ก่อนศูนย์ตายบนนั้นทำให้แรงบิดที่ได้ก่อนข้างสูงกว่าจุดระเบิดที่ 10° หรือ 20° องศา ก่อนศูนย์ตายบนแต่มีอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำที่สุดในช่วงความเร็วรอบ 1500 – 3000 รอบต่อนาที
2. เมื่อเปรียบเทียบระยะห่างของเขี้ยวหัวเทียนที่ระยะต่างๆ พบว่าการตั้งระยะห่างเท่าของเก่าคือ 0.8 มิลลิเมตร เป็นระยะห่างที่เหมาะสมกับการใช้ในการแข่งขันเนื่องจาก แรงบิดที่ได้ จะใกล้เคียงกัน ระยะห่างอื่นๆ, แต่อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำในช่วงความเร็วรอบ 1500 – 3000 รอบต่อนาที
3. เมื่อเปรียบเทียบการปรับตั้งระยะห่างของวาล์วระยะต่างๆ พบว่าการตั้งระยะห่างวาล์วเท่ากับ 0 มิลลิเมตร เหมาะสมกับการใช้แข่งขันเนื่องจากแรงบิดที่ได้ ก่อนข้างสูงกว่าการตั้งระยะห่างวาล์วอื่นๆ แต่ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำในช่วงความเร็วรอบ 1800 – 3000 รอบต่อนาที
4. การเพิ่มความยาวของรันเนอร์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความดันเป็นการลดการกระเพื่อมของความดันไอดีที่ไหลย้อนกลับจากด้านหลังวาล์วในจังหวะปิด และเป็นการลดแรงปะทะระหว่าง ไอดีที่ไหลย้อนกลับและไอดีที่ไหลเข้ามาจากคาร์บูเรเตอร์ ความเร็วของไอดีที่ไหลเข้ามามีความเร็วเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพทางปริมาตรเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มความยาวของรันเนอร์พบว่า เมื่อเพิ่มความยาวท่อเป็น 20 cm เหมาะสมกับการนำไปใช้แข่งขันเนื่องจากแรงบิดที่ได้ก่อนข้างสูงและอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำในช่วงความเร็วรอบ 1500 – 3000 รอบต่อนาที
5. เมื่อเพิ่มความยาวท่อมากเกินไป 20 cm จะทำให้เกิดความสูญเสียภายในท่อตามสมการความสูญเสีย มากกว่าการลดแรงปะทะของไอดีและการลดความดันแตกต่างของความดันจึงทำให้ประสิทธิภาพทางปริมาตรลดลง
6. จากสมการความต่อเนื่อง การลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเป็นการเพิ่มความเร็วของไอดีที่ไหลเข้าห้องเผาไหม้ เมื่อทำการลดขนาดพบว่า การลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเป็น 19 mm ทำให้ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ดีขึ้น

7. เมื่อทำการลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 19 mm ทำให้เกิดความสูญเสีย ตามสมการ

ความสูญเสียมากกว่าการเพิ่มความเร็วของไอตีทำให้ประสิทธิภาพทางปริมาตรและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ลดลง

8. เมื่อนำผลการทดลองบนแท่นทดลองบางส่วนมาใช้ในการทดสอบกับสภาพการขับขี่จริงแล้ว สามารถวัดค่าการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ประมาณ 400 – 500 กิโลเมตรต่อลิตร และในการแข่งขัน Honda Econo Power Contest สามารถทำสถิติอย่างเป็นทางการได้ 477.28 กิโลเมตรต่อลิตร

7.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
2. ลดความความเสียดทานในทุก ๆ จุดของรถให้ได้มากที่สุด
3. ศึกษาหาเทคนิคการขับขี่ใหม่ๆ เพื่อที่จะช่วยให้การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง
4. ฝึกทักษะการขับขี่ให้กับผู้ขับขี่ให้มีความชำนาญมากที่สุด
5. ก่อนการแข่งขันควรตรวจสอบสภาพสนามและวางแผนการขับขี่ก่อนเพื่อช่วยลดภาระที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องยนต์ และความเสียดทานที่จะเกิดขึ้นกับตัวรถ



บรรณานุกรม

- [1] R.C. Hibbeler, "Mechanics of Materials", Phentice Hall, 1997
- [2] R.C. Hibbeler, "Engineering of Meachanics Dynamics", Phentice Hall, 1995
- [3] ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, รศ.ชาญ ถนัดงาน, "การออกแบบเครื่องจักรกล 1 "ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2541
- [4] พิศาล ขำคม, " ทฤษฎีและปฏิบัติจักรยานยนต์", โครงการส่งเสริมการศึกษาระทรวงศึกษาธิการ
- [5] รศ.บรรเลง ศรีนิล, ผศ.ประเสริฐ ก้วยสมบูรณ์., " ตารางงานโลหะ", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้