

ปริญญานิพนธ์การศึกษา 2530

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โถกคาร์ท 2 ระบบ (น้ำมัน + LPG)

ผู้จัดทำ นายสุพร อัครนิมิตร 271229

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(นายอัศเดช สินธุภัก)

รถโกคาร์ท 2 ระบบ (เบนซิน + LPG)

นายสุพร อัครวินนิมิตร

อ.อัครเดช สิ้นธุภัก อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2530

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เรียบเรียงจากข้อมูลของรถยนต์ และรถจักรยานยนต์มาผสมผสานกัน เพราะรถโกคาร์ทมีข้อมูลน้อยมาก และมีการแข่งขันในเฉพาะวงการแข่งเท่านั้น ยังไม่นิยมออกมาใช้งาน ดังนั้นข้อมูลที่ค้นหาจะมาจากข้อมูลดังกล่าวที่เสนอมา และรถโกคาร์ทนี้เป็นรถที่ผสมผสานจากเครื่องจักรยานยนต์ และตัวเฟรมของท่อที่ลอกเลียนแบบรถยนต์แข่งในสนาม โดยทั่วไปรถโกคาร์ทจะใช้ระบบเบนซินเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการแข่งขัน แต่รถโกคาร์ทตามโครงการนี้มีจุดประสงค์ 2 หลักใหญ่ คือ เพื่อใช้ในการแข่งขันโดยใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง และเพื่อใช้ในการประหยัคโดยใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง

GOCARD 2 SYSTEM (BENZENE + LPG)

SUPORN ARTSAVINNIMITI

AKRADECH SINDHUPHAK ADVISOR

1987, SEMESTER 2

ABSTRACT

This Thesis has been compiled from the data of Motorcars and Motorcycles combining together. Due to the little information on the go-cart and racings done only in the circuits not in common use, this the data found will come from these sources. The go - crat consists of the motorcycle engine and the pipe frame that was copied from the racing cars. Generally, go-carts use Benzene as fuel in the races, but in this project they serve two main purposes, first, as racing cars with the benzene; second, as fuel economizers with the LPG.

สารบัญ

ภาคทฤษฎี		หน้า
บทที่ 1	หลักการการทำงานของเครื่องยนต์	1.1-1.3
บทที่ 2	ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์	2.1-2.6
บทที่ 3	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	3.1-3.15
บทที่ 4	ระบบการหล่อลื่น	4.1-4.5
บทที่ 5	การระบายความร้อนในเครื่องยนต์	5.1-5.6
บทที่ 6	ระบบจุดระเบิด	6.1-6.15
บทที่ 7	เบรค	7.1-7.3
บทที่ 8	ระบบท่อไอเสีย	8.1-8.3
บทที่ 9	ระบบส่งกำลัง	9.1-9.11
บทที่ 10	โครงทุนรถยนต์	10.1-10.19
บทที่ 11	คุณสมบัติของ LPG กับน้ำมัน	11.1-11.17
บทที่ 12	โครงสร้างและการทำงานของรถยนต์ LPG	12.1-12.17

สารบัญรูปภาพ

ภาคทฤษฎี

รูปที่ 1.1	เครื่องยนต์
รูปที่ 1.2	รีควาล์วแบบ 3 เฟส
รูปที่ 1.3	การทำงานของเครื่องยนต์แบบรีควาล์ว
รูปที่ 1.4	การทำงานของ REED VALVE
รูปที่ 3.1	การทำงานของก๊องน้ำมันเชื้อเพลิง
รูปที่ 3.2	ท่ออากาศกับเวนทอรี
รูปที่ 3.3	การดูดน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อมีอากาศไหลผ่านเวนทอรี
รูปที่ 3.4	ห้องลูกลอยและลูกลอย
รูปที่ 3.5	เข็มเร่ง
รูปที่ 3.6	วงจรเดินเบา
รูปที่ 3.7	โช๊ค
รูปที่ 3.8	ชิ้นส่วนคาร์บูเรเตอร์
รูปที่ 4.1	ชิ้นส่วนการหล่อลิ้น
รูปที่ 4.2	โครงสร้างปั๊มหล่อลิ้นแบบเก่า
รูปที่ 4.3	โครงสร้างปั๊มหล่อลิ้นแบบใหม่
รูปที่ 4.4	โครงสร้างปั๊มหล่อลิ้นกำลังตันสูง
รูปที่ 4.5	วงจรทำงาน
รูปที่ 5.1	การไหลวนน้ำในหม้อน้ำ

สารบัญรูปภาพ

ภาคทฤษฎี

รูปที่ 5.3	ส่วนประกอบหม้อน้ำ
รูปที่ 6.1	โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR
รูปที่ 6.2	เปรียบเทียบโครงสร้าง SCR ซึ่งเปรียบเสมือน TRANSISTOR 2 ท่อ
รูปที่ 6.3	การทำงานของ SCR
รูปที่ 6.4	การทำงาน
รูปที่ 6.5	ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิด CDI
รูปที่ 6.6	ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิด CDI
รูปที่ 6.7	ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิด CDI
รูปที่ 6.8	ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิด CDI
รูปที่ 6.9	ระบบจุดระเบิด
รูปที่ 6.10	การประกอบเครื่องยนต์และการปรับ
รูปที่ 6.11	ระบบไฟชาร์จ
รูปที่ 6.12	ระบบสตาร์ทใช้เท้าถีบ
รูปที่ 6.13	แกนสตาร์ทและเฟืองสตาร์ท

รูปที่ 7.1 ผักเบรคแบบ SINGLE LEADING SHOE

รูปที่ 7.2 เบรคที่มีลูกเบี้ยว 1 ตัว

รูปที่ 8.1 ข้อเปรียบเทียบท่อไอเสียสูงและต่ำ

รูปที่ 8.2 ท่อไอเสียท่อผ่าศูนย์กลางใหญ่

รูปที่ 8.3 ท่อไอเสียท่อเครื่องยนต์รอบสูง

รูปที่ 8.4 ท่อไอเสียท่อเรซซิ่งแซมเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาคทฤษฎี

รูปที่ 9.1	ชุดกลไกคลัทช์
รูปที่ 9.2	ส่วนประกอบคลัทช์
รูปที่ 9.3	ระบบคลัทช์
รูปที่ 9.4	คลัทช์แบบปลดกลื่น
รูปที่ 9.5	ระบบใช้โซ่ขับ
รูปที่ 9.6	การบอกขนาดโซ่มาตรฐาน JIS
รูปที่ 10.1	โครงสร้างของรถยนต์
รูปที่ 10.2	โครงสร้างของรถแข่ง
รูปที่ 10.3	การรับภาระของโครงสร้างเหล็ก
รูปที่ 10.4	หน้าที่ของคานที่ใช้ทำโครงสร้าง
รูปที่ 10.5	แผนเสริมความแข็งแรงของโครงสร้าง
รูปที่ 10.6	แผนภาพรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง เครื่องยนต์หลัง
รูปที่ 10.7	ล้อแบบโครงโลหะผสมหล่อ
รูปที่ 10.8	การยึดล้อด้วยสลักเกลียว

รูปที่ 10.9	ยางประเภทมียางใน
รูปที่ 10.10	โครงสร้างของยางเรเดียล
รูปที่ 10.11	ขนาดของยางและล้อ
รูปที่ 10.12	ศูนย์ล้อหน้า
รูปที่ 10.13	ระบบกันสะเทือนหน้าอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
รูปที่ 10.14 หลักการบังคับเลี้ยวของแอกเคอร์แมน

ไม่มีการตีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาคทฤษฎี

รูปที่ 10.15	กลไกของแอกเคอเรอร์เมนน์
รูปที่ 10.16	การปรับคันส่งเพื่อตั้งศูนย์ล้อ
รูปที่ 11.1	กราฟอุณหภูมิกับความกว้างจำเพาะ
รูปที่ 12.1	การไหลของเชื้อเพลิง LPG
รูปที่ 12.2	ภาพตัดดั่งเตี๊ส
รูปที่ 12.3	วาล์วเติมและวาล์วล้าง
รูปที่ 12.4	หัวเติมแบบสวม
รูปที่ 12.5	ภาพตัดของวาล์วเติม
รูปที่ 12.6	ภาพตัดของวาล์วล้าง
รูปที่ 12.7	ภาพตัดของช่องมอง
รูปที่ 12.8	ภาพตัดของ TUBE GAUGE
รูปที่ 12.9	เกจแบบลูกลอย
รูปที่ 12.10	สเกลชดเชยปริมาตร
รูปที่ 12.11	เครื่องกรอง

รูปที่ 12.12	วาล์วไฟฟ้า
รูปที่ 12.13	ภาพตัดวาล์วไฟฟ้า
รูปที่ 12.14	หม้อต้ม
รูปที่ 12.15	ภาพตัดหม้อต้ม

รูปที่ 12.16	การทำงานหม้อต้มเดินเบา
--------------	------------------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่รูปที่ 12.17 นี้ อีกการทำงานหม้อต้มขณะเร่งความเร็ว จนถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาคทฤษฎี

- รูปที่ 12.18 คาร์บูเรเตอร์
รูปที่ 12.19 ภาพตัดคาร์บูเรเตอร์

ภาคคำนวณ

- รูปที่ 1.1 แรงขับเคลื่อนและแรงต้านทั้งหมด
รูปที่ 1.2 ระบบส่งกำลัง
รูปที่ 1.3 สัดส่วนเหมาะสมของวัตถุทรงหยกน้ำ
รูปที่ 1.4 ความกว้างและสูงของรถ
รูปที่ 1.5 แรงต้านทานขึ้น
รูปที่ 2.1 การทรงตัวของรถยนต์
รูปที่ 2.2 การทรงตัวของรถยนต์บนพื้นเอียง
รูปที่ 2.3 แรงหนึ่ศูนย์กลางกระทำขณะเลี้ยวโค้ง
รูปที่ 2.4 แรงทำให้เกิดโมเมนต์ล้มพลิกคว่ำและโมเมนต์ล้มตรงตัว
รูปที่ 2.5 การทรงตัวบนทางโค้ง
รูปที่ 2.6 การขับเคลื่อนด้วยล้อหลังขึ้นทางชัน
รูปที่ 3.1 รถขับเคลื่อนล้อหลัง
รูปที่ 4.1 เบรคกระทำล้อหลัง
รูปที่ 5.1 จุดศูนย์กลางการเลี้ยว
รูปที่ 5.2 ระบบบังคับเลี้ยวประเภทต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่รับผลิตสินค้าอื่น อีกหนึ่งระบบบังคับเลี้ยวประเภท Float LINK 2 ชุด สารบัญรูปภาพ

สารบัญรูปภาพ

ภาคคำนวณ

- รูปที่ 5.4 ระบบบังคับเลี้ยวประกอบด้วย FLOAT LINK 2 ชุด เมื่อกลับหลัง
- รูปที่ 5.5 ภาพแสดงการเลี้ยว

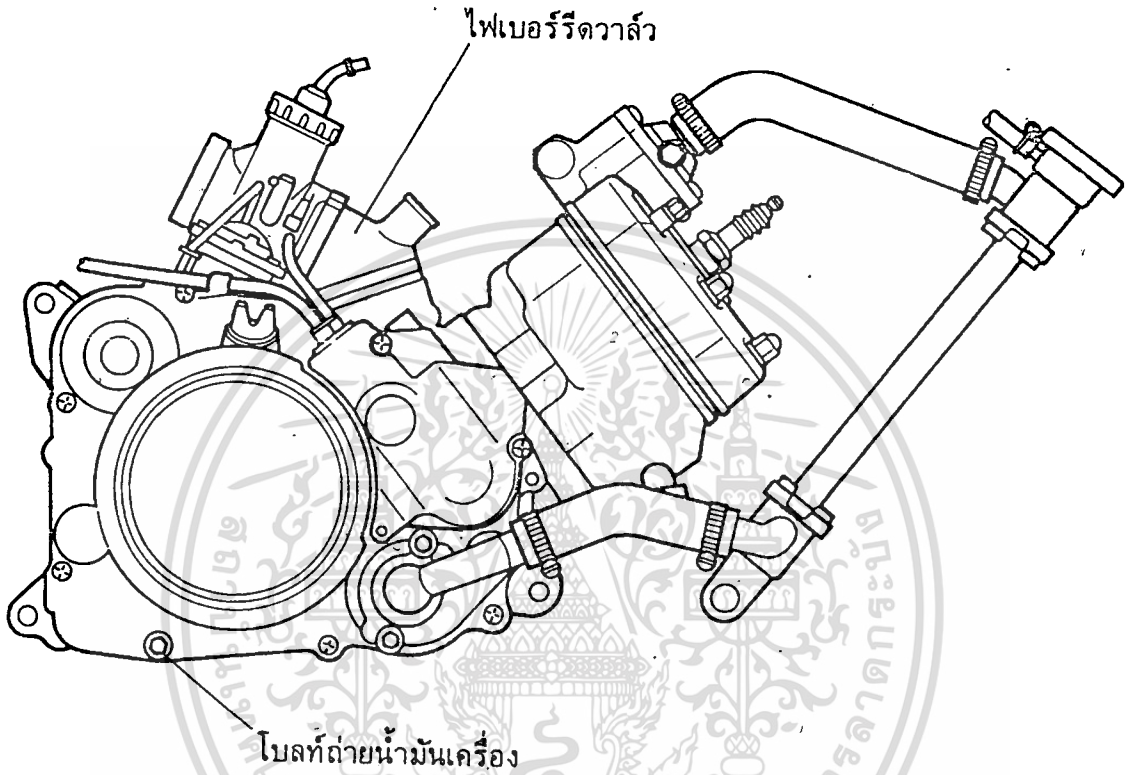


สารบัญตาราง

ตารางที่	11.1	คุณสมบัติของ LPG
ตารางที่	11.2	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราส่วนปริมาตร
ตารางที่	11.3	ประเภทของ LPG
ตารางที่	11.4	คุณสมบัติของ LPG
ตารางที่	11.5	มาตรฐานของ LPG ใช้รถยนต์
ตารางที่	11.6	ส่วนประกอบของก๊าซเสีย
ตารางที่	11.7	คุณสมบัติของ LPG OIL

บทที่ ๑

หลักการทำงานของเครื่องยนต์

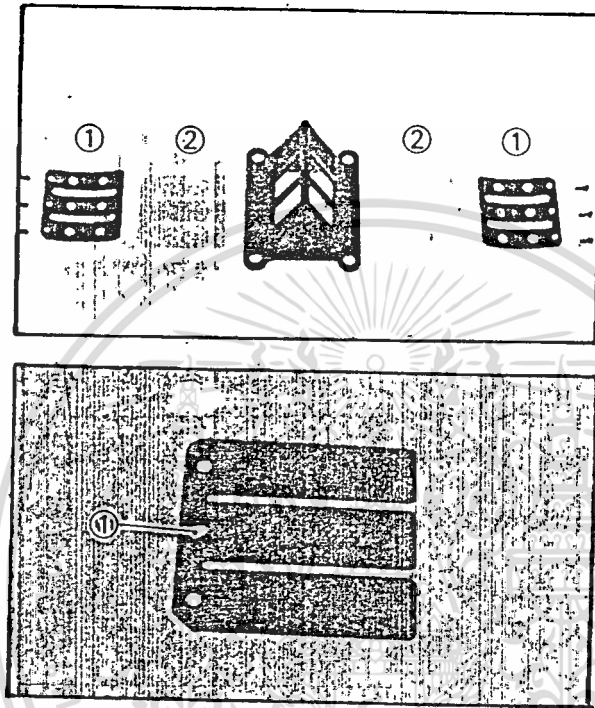


รูปที่ ๑.๑

เป็นเครื่องยนต์แบบ 2 จังหวะใช้เครื่องยนต์จักรยานยนต์ 2 จังหวะของ YAMAHA รุ่น R-Z หมุนน้ำ มีหลักการทำงานโดยที่มีการเคลื่อนที่ของลูกสูบขึ้นลง 2 ครั้ง เทลาข้อเหวี่ยง หมุนไป 1 รอบ (360 องศา) การทำงานครบ 1 กลวัตร (ดูด-อัด-ระเบิด-คาย) ทำงาน 1 ครั้ง มีการหล่อลื่นใช้ฟอยละของน้ำมันหล่อลื่นซึ่งมากับไอทีเป็นตัวหล่อขึ้นส่วนที่เคลื่อนที่ และชนิดเครื่องยนต์เป็นแบบรีดวาล์ว (Reed Valve)

การทำงานที่ใช้รีดวาล์วจะให้อัตราเร่งและกำลังมากที่ความเร็วสูง ส่วนที่ความเร็วต่ำการบรรจุไอดีจะน้อยลักษณะของรีดวาล์วจะเป็นแผ่นบาง ๆ ทำด้วยโลหะผสมเป็นสปริงในตัวยึดติดแน่น อีกด้านอิสระมีความยืดหยุ่นได้ ปลายอิสระจะเปิดให้ไอดีเข้า เมื่อภายในห้องแรงเกิดไม่ต่ำกว่าความดันภายนอกอีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สู่บรรยากาศ และมันจะปิดเมื่อมีความดันในห้องเครื่องในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนลงรีทวาล์วจะมีเป็นแบบ
 แผน ดังรูป

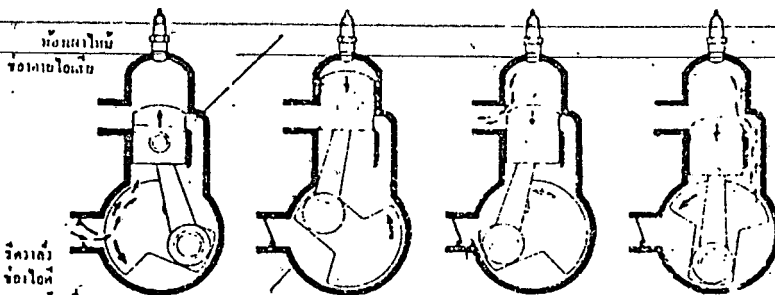


รูปที่ 1.2

การทำงานจากรูป

แบบรีทวาล์ว
 ในแบบ รีทวาล์วแบบ
 ตัวควบคุม โดยที่เข็มนา
 เหล็กข้อเหวี่ยง และลูกสูบ
 ควบคุมการคายไอเสีย

ข้อบรรจู่ ไอพ่นละ ขันได้
 ไอเสีย



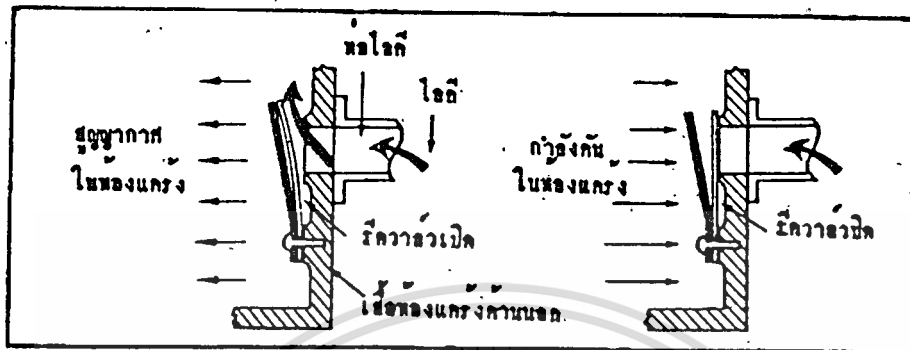
ข้อบรรจู่
 ไอพ่นละ

รีทวาล์ว
 ข้อไอเสีย
 ข้อเหวี่ยงเหวี่ยง
 รีทวาล์วแบบให้ ไอเสีย
 บรรจู่ในเข็มนาข้อเหวี่ยง

ไอเสียรีทวาล์ว ในกระ
 บอกละเขวี่ยงเหวี่ยง ขัน
 ขันได้ ไอพ่นละ ไอเสีย
 ไอเสีย

ข้อไอเสียแบบให้ไอเสีย
 ไอเสียรีทวาล์ว ไอเสีย
 ไอเสียรีทวาล์ว ไอเสีย

ข้อบรรจู่ไอเสียรีทวาล์ว
 ไอเสียรีทวาล์ว ไอเสีย
 ไอเสียรีทวาล์ว ไอเสีย



รูปที่ 1.4



บทที่ 2

ชิ้นส่วนเครื่อง ขานยนต์

Engine Parts

บทนำ

เนื่องจากเครื่องจักรขานยนต์ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักรขาน ทำงานทั้งแบบ 4

จังหวะ หรือแบบ 2 จังหวะ จะเป็นตัวต้นกำเนิดพลังงาน (Energy) ที่ได้จากพลังงาน

ความร้อนที่เกิดจากการสันดาปขึ้นภายในกระบอกสูบ มาเป็นพลังงานกลในการขับเคลื่อนรถจักร

ขานยนต์ ตัวต้นกำเนิดพลังงานจะทำงานให้ผลดีและปลอดภัยจะต้องประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ ทั้ง

ชิ้นส่วนเคลื่อนที่และอยู่กับที่ พร้อมกันนี้ชิ้นส่วนจะต้องมีคุณภาพดี ออกแบบถูกต้องเหมาะสมทั้งทาง

วิศวกรรมและสถาปัตยกรรม ชิ้นส่วนเหล่านี้จะต้องสามารถทำงานต่อเนื่อง และสัมพันธ์กันตลอด

เวลากับเครื่องยนต์ที่ทำงานอยู่ได้เป็นเวลานาน ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และมีอายุทนทานต่อ

การใช้งาน การที่จะทำให้เกิดผลในลักษณะเช่นนี้ได้ก็จำเป็น ต้องอาศัยวิศวกร ช่างเทคนิค ช่าง

ฝีมือ และผู้ชำนาญในการปรับแต่งและจัดระยะต่าง ๆ ของชิ้นส่วนให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

แก่การใช้งาน

ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรขานยนต์ประกอบด้วย

1. ฝาสูบ (Cylinder head) เป็นชิ้นส่วนที่ติดอยู่กับที่ จะติดอยู่ส่วนบนของกระบอกสูบ

หรือเรือนสูบโดยมีโบลและนอตยึดติดแน่น ฝาสูบทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้โดยทั่ว ๆ ไป

แล้ว ฝาสูบมักแยกออกจากเรือนสูบ และโดยเฉพาะรถจักรขานยนต์ที่ใช้ในปัจจุบัน เครื่องยนต์

จะระบายความร้อนด้วยอากาศ ดังนั้นฝาสูบจึงถูกออกแบบไว้เป็นครีป ๆ เพื่อช่วยระบายความร้อน

ออกอย่างได้ดี

นอกจากนี้แล้วฝาสูบยังเป็นฐานติดตั้งอุปกรณ์และชิ้นส่วนอื่น เช่น หัวเทียน และถ้ำ

เครื่องจักรขานยนต์ เป็นแบบทำงาน 4 จังหวะ จะมีลิ้นเพิ่มชิ้นมาอีก สำหรับโลหะที่ใช้ทำฝา

เมื่อกำลังเครื่องยนต์สูงขึ้นอีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข

สูบมักจะใช้อลูมิเนียมผสม และต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกับเรือนสูบด้วย เมื่อต้องการให้ฝาสูบมี อัตราการขยายใกล้เคียงกับเรือนสูบ เหตุที่ใช้อลูมิเนียมผสมเพราะอลูมิเนียมผสมน้ำหนักเบา ฝาสูบ เป็นชิ้นส่วนไม่ใหญ่โต และสามารถเปลี่ยนได้ง่ายเมื่อหมคอายุการใช้งาน

2. กระบอกสูบ (Cylinder)

กระบอกสูบเป็นชิ้นส่วนอยู่กับที่สำหรับรองรับลูกสูบ โดยที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นลงภายใน

กระบอกสูบ กระบอกสูบจะมีลักษณะรูปทรงกระบอกกลม ผิวด้านในขัดเรียบเป็นมัน หลังจาก กระบอกสูบได้มาตรฐานแล้ว เขาจะนำกระบอกสูบไปเข้ากรรมวิธีชุบผิวแข็งเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้ ผิวภายในของกระบอกสูบมีความแข็งแรงทนทานต่อการเสียดสีของแหวนลูกสูบและลูกสูบ กระบอกสูบ ส่วนมากเป็นเหล็กหล่อหรือเหล็กผสม (Steel Alloy) หรือ โครเมียม (Chromium) แต่ ก็มีบางเครื่องที่กระบอกสูบและเรือนสูบเป็นอลูมิเนียม

สำหรับในเครื่องจักรยานยนต์ 2 จังหวะ กระบอกสูบจะมีช่องไอดีสำหรับบรรจุไอดี เข้าห้องแครงช่องส่งไอดีสำหรับให้ไอดีบรรจุในกระบอกสูบและขับไล่ไอดีเสีย ช่องส่งไอดี สำหรับระบายไอดีออกภายนอกกระบอกสูบ และรอบ ๆ กระบอกสูบด้านนอกจะมีครีบอกแบบ ให้มีประโยชน์สำหรับระบายความร้อน

3. ลูกสูบ (Piston)

ลูกสูบเป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ โดยจะเคลื่อนที่ขึ้นลงภายในกระบอกสูบ ขณะเดียวกัน หน้าที่หัวลูกสูบก็จะเป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ด้วย ลูกสูบอาจทำมาจากโลหะหลายชนิด เช่น เหล็กหล่อ (Cast Iron) เหล็กผสม (Steel Alloy) อลูมิเนียมผสม (Cast aluminium alloy) โดยเฉพาะรถจักรยานยนต์มักจะใช้ลูกสูบเป็นอลูมิเนียมผสม เพราะมีน้ำหนักเบาว่า เหล็กหล่อ และเหล็กผสม 2-3 เท่า ขณะเดียวกันก็สามารถส่งผ่านความร้อนได้ดีอีกด้วย

ลักษณะหัวสูบจะมีแบบเว้า แบบเรียบ แบบนูน หรือเป็นรู หรือเป็นแบบรูปร่างอื่น ๆ

และส่วนที่เป็นปลีจะยึดไว้สำหรับรองรับน้ำหนักของลูกสูบไม่ให้ลูกสูบไปกดน้ำหนักเกินไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ลักษณะที่แตกต่างกันนี้เกิดเพื่อผลประโยชน์ในการเผาไหม้ให้สมบูรณ์มากที่สุด

ถ้าจากหัวลูกสูบลงมาจะมีร่องแหวนลูกสูบ ซึ่งจะถูกเซาะไว้เพื่อเป็นที่อยู่ของแหวน ถ้าเป็นเครื่องจักรยานยนต์ 2 จังหวะ จะถูกเซาะร่องแหวนไว้ 1 ร่อง หรือ 2 ร่องเท่านั้น ใช้สำหรับแหวนอัดอย่างเดียว ถ้าเป็นเครื่องจักรยานยนต์ 4 จังหวะ ร่องแหวนลูกสูบจะถูกเซาะไว้ 2-3 ร่อง ใช้สำหรับแหวนอัดและแหวนน้ำมัน และถ้าจากร่องแหวนลงมาจะเป็นรูสำหรับใส่สลักลูกสูบ หน้าที่ของลูกสูบ

1. รับพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ เปลี่ยนเป็นพลังงานกล กล่าวคือ ลูกสูบรับแรงจากแก๊สที่ขยายตัวขณะที่เกิดเผาไหม้ และส่งถ่ายแรงมายังสลักลูกสูบ ก้านสูบให้ หมุนเพลาข้อเหวี่ยงเกิดเป็นพลังงานกลเครื่องยนต์สามารถทำงานได้

2. รับแรงเบียดทางด้านข้าง (Side Thrust) เนื่องจากก้านสูบเป็นตัวยาว เปลี่ยนแนวแรงจากการเลื่อนขึ้นลงมาเป็นการหมุน จากการเปลี่ยนมุมทำให้แรงส่งถ่ายไปด้านข้าง

3. ส่งผ่านความร้อนจากห้องเผาไหม้ ในช่วงที่ช่องไอเสียเปิดขณะลูกสูบเลื่อนขึ้น

4. แหวนลูกสูบ (Piston ring)

เครื่องยนต์ ในการออกแบบลูกสูบให้เคลื่อนที่ขึ้นลงในกระบอกสูบนั้นจะต้องมีระยะห่างระหว่างลูกสูบกับกระบอกสูบเกิดขึ้น ถึงแม้จะพยายามออกแบบให้มีระยะห่างน้อยก็ตาม แต่ก็ทำได้ยาก เพราะเครื่องยนต์ต้องอาศัยความร้อน ถ้าให้มีระยะห่างน้อยเกินไปอาจทำให้ลูกสูบติด หรือ สึกหรอ ดังนั้นลูกสูบจึงจำเป็นต้องมีร่องแหวนลูกสูบ เซาะไว้เพื่อเป็นที่อยู่ของแหวน ซึ่งมีแหวนอัดและแหวนน้ำมัน

ถ้าเครื่องยนต์ 2 จังหวะ จะใช้แหวนอัดเพียงตัวเดียว หรือมีแหวนอัดไม่เกิน

2 ตัว

ถ้าเครื่องยนต์ 4 จังหวะ จะใช้แหวนอัด 2 ตัว และใช้แหวนน้ำมัน 1 ตัว

หน้าที่ของแหวนลูกสูบ

1. แหวนอัด (Compression ring)

1.1 เชนอัด (Compression ring) ทำหน้าที่เป็นตัวซีลระหว่างลูกสูบกับกระบอกสูบ เพื่อให้แรงอัดในกระบอกสูบสูงขึ้น และขณะเดียวกันก็ป้องกันไม่ให้แก๊สภายในกระบอกสูบขณะเผาไหม้ไม่ให้ความร้อนไหลลงสู่ห้องเครื่อง

1.2 ช่วยลดการเสียดสีระหว่างลูกสูบกับกระบอกสูบ

1.3 ช่วยระบายความร้อนที่เกิดขึ้นให้แก่กระบอกสูบ

2. เชนน้ำมัน (Oil ring)

2.1 ช่วยควบคุมจำนวนน้ำมันที่หล่อลื่นผนังลูกสูบ ซึ่งถ้ามีน้ำมันหล่อลื่นมากเกินไปจะไหลกลับผ่านแหวนไปยังห้องเครื่อง

2.2 ทำให้การกวาดน้ำมันเป็นไปอย่างสมบูรณ์ โดยจะเหวี่ยงน้ำมันหล่อลื่นไว้เพียงเล็กน้อยเพียงพอการหล่อลื่นด้านข้างกระบอกสูบ

5. สลักลูกสูบ (Piston Pin)

สลักลูกสูบทำด้วยเหล็กกล้าดำนในกลาง หัวด้านนอกเรียบและแข็ง สามารถรับแรงระเบิดจากการเผาไหม้ได้อย่างดี ทั้งนี้เมื่อลูกสูบได้รับแรงจะส่งผ่านสลักลูกสูบ แกนสูบ ไปยังเพลาช้อเหวี่ยง ซึ่งสลักลูกสูบทำหน้าที่ยึดปลายแกนสูบด้านเล็ก เข้ากับลูกสูบให้อยู่ด้วยกัน ระยะห่างระหว่างสลักลูกสูบกับแกนสูบจะน้อยมาก

6. แกนสูบ (Connecting Rod)

แกนสูบมีลักษณะปลายด้านหนึ่งเล็กมีรูไว้สำหรับลูกสูบ ปลายอีกด้านหนึ่งใหญ่ จะมีที่สำหรับให้เหวี่ยงแกนสูบและเพลาช้อเหวี่ยง แกนสูบมักทำด้วยอลูมิเนียม หรือถ้าเครื่องยนต์-จำนวนมีมาก แกนสูบอาจใช้เหล็กเหนียวหรือเหล็กหล่อก็ได้ แกนสูบทำหน้าที่ส่งและเปลี่ยนแรงที่ได้จากการจุดระเบิด โดยที่แกนสูบเคลื่อนที่ในแนวตรงให้กับเพลาช้อเหวี่ยงในแนวหมุน

7. เพลาช้อเหวี่ยง (Crank shaft)

เพลาช้อเหวี่ยงมักทำด้วยเหล็กเหนียว (Cast steel) แล้วเข้ากรรมวิธีชุบผิว - เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็ง เพื่อต้องการผิวเพลลาข้อเหวี่ยงทนต่อแรงเสียดสี และทนต่อแรงดัด (Bending) และแรงบิด (Torsion) ได้เป็นอย่างดี เพราะเพลลาข้อเหวี่ยงจะต้องส่งแรงออกไปจุดลาก หรือ ขับเคลื่อนรถ ซึ่งเพลลาข้อเหวี่ยงที่ใช้มักจะเป็นแบบแยกชิ้นได้ (Multi Piece) เพราะสะดวกแก่การเคลื่อนย้าย ติดตั้ง และซ่อมแซม

เพลลาข้อเหวี่ยงทำหน้าที่รับแรงทั้งหมดจากการระเบิดที่ส่งผ่านลูกสูบ สลักลูกสูบ ก้านสูบ และจะเปลี่ยนแนวแรงให้หมุนส่งแรงออกไปใช้งานจุดลาก และขับเคลื่อน

8. ล้อช่วยแรง (Flywheel)

ล้อช่วยแรงของเครื่องยนต์ ยานยนต์ทำหน้าที่เก็บพลังงานไว้ในตัวมัน เพื่อไปใช้ในจังหวะอัดเครื่องยนต์ ตลอดจนจะช่วยให้เครื่องยนต์เดินเรียบด้วยกำลังสม่ำเสมอ รถจักรยานยนต์บางชนิดจะมีส่วนหนึ่งของระบบจุดระเบิด เช่น แมกนีโต และทูนไฟซาร์ (Amaturc) ทำหน้าที่เป็นล้อช่วยแรงด้วย เช่น รถจักรยานยนต์

9. ห้องเครื่องหรือห้องเพลลาข้อเหวี่ยง (Crank Case)

ห้องเครื่องจะอยู่ด้านล่างสุดของเรือนสูบของเครื่องยนต์ ทำหน้าที่ติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ และติดตั้งเฟืองส่งกำลัง (Transmission gear) ด้วย

10. วาล์วและกลไกของวาล์ว

วาล์วหรือลิ้นของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ มีลักษณะเป็นรูปเห็ด (poppet) ประกอบด้วยลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย ซึ่งทำหน้าที่เปิดเปิดให้ไอดีเข้าสู่เครื่องยนต์ และให้ไอเสียออกจากเครื่องยนต์ในจังหวะที่ถูกต้อง ลิ้นมันจะถูกยกจากเบาะลิ้นโดยลูกเบี้ยวและมันจะปิดโดยสปริงเมื่อลิ้นปิดมันจะปิดสนิทเมื่อลิ้นเปิดต้องเปิดในจังหวะระยะเวลา และความกว้างที่ถูกต้องความถูกต้องขึ้นอยู่กับระยะห่างของด้านลิ้น และลูกเบี้ยวหน้าลิ้นและเบาะลิ้นจะเอียงทำมุมกัน 45 องศา

11.

เป็นช่องซึ่งเจาะผ่านเสื้อสูบและกระบอกสูบเพื่อเป็นช่องทางให้ไอดีและไอเสียเข้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

และออกจากกระบอกสูบโดยปกติแล้วช่องนี้จะอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ช่องทางไอเสีย จะอยู่สูงกว่าช่องไอดี ทั้งนี้เพื่อผลในการไล่ไอเสียออกจากกระบอกสูบ (การกวาดล้างไอเสีย - Soanverging)



บทที่ 3
ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง
Fuel System

ร. บทนำ

ยานยนต์ส่วนใหญ่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ จุกะเปิดด้วยประกายไฟฟ้า (เครื่องยนต์แก๊สโซลีน) เครื่องยนต์เหล่านี้จะใช้น้ำมันแก๊สโซลีนในรูปของเหลวเก็บไว้ที่ถังเชื้อเพลิงผสมกับอากาศในอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง 15 : 1 จากคาร์บูเรเตอร์กลายเป็นไอแล้วจ่ายเข้าไปในกระบอกสูบ น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกจุดเผาไหม้เกิดจากสันดาปภายในกระบอกสูบ หลังจากงานความร้อน จะถูกแปรไปเป็นงานและนำไปใช้งานในที่สุด

2. เชื้อเพลิง (The fuel)

เชื้อเพลิงแก๊สโซลีนและ LP gas เป็นผลิตภัณฑ์จากการกลั่นปิโตรเลียม(น้ำมันดิบ) ปิโตรเลียมมีกำเนิดมาจากซากพืชและสัตว์ทับถมกันภายใต้พื้นพิภพ เนื่องจากความร้อนและความกดดันใต้พื้นพิภพจึงเกิดปฏิกิริยาเคมีต่อเนื่องกันนานนับพันปี จนกลายเป็นปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ ปิโตรเลียมมีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีดำ ปนไข เป็นส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอน (Hydro Carbon) ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามบ่อที่สูบขึ้นมา โดยเฉลี่ยมีส่วนผสมดังนี้ คาร์บอน 83-87 % ไฮโดรเจน 11-15 % ออกซิเจนไม่เกิน 5 % กำมะถันไม่เกิน 6 % ไนโตรเจนไม่เกิน 0.5 % ออกไซด์ของโลหะไม่กำหนด เมื่อน้ำมันดิบถูกนำมากลั่นโดยอุณหภูมิร้อนที่ 370°C เข้าสู่หอกลั่นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เมตร สูง 30 เมตร ส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำมันดิบ แยกตัวออกลอยขึ้นสู่ด้านบนของหอกลั่น และกลั่นตัวเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ แต่ละชนิดตามลำดับ เช่น ได้

1. เบนซิน

2. น้ำมันก๊าด

3. น้ำมันดีเซล
4. น้ำมันหล่อลื่น
5. น้ำมันเตา
6. ยางมะตอย

3. การเผาไหม้ (Combustion)

เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนระเหยเป็นไอทำปฏิกิริยาเคมีกับออกซิเจนโดยอาศัยความร้อนจุดการเผาไหม้เรียกปฏิกิริยานี้ว่าการเผาไหม้ (Reactance) ถ้าการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ผลการเผาไหม้ (Product) จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ (H_2O) ดังสมการ



จากการเกิดปฏิกิริยาจะให้ความร้อนประมาณ 45,120 กิโลจูล/กิโลกรัมของเชื้อเพลิง ความร้อนจำนวนนี้จะทำให้ CO_2 และ H_2O ขยายปริมาตรออก ทำให้ความดันภายในกระบอกสูบสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ลูกสูบถูกกดขึ้นให้เคลื่อนลงเป็นงาน

4. อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง (Air Fuel Ratio)

ในอากาศที่ใช้เป็นส่วนผสมกับเชื้อเพลิง อากาศประกอบด้วย ออกซิเจนร้อยละ 23.2 และไนโตรเจนร้อยละ 76.8 โดยมวล ออกซิเจนจะทำปฏิกิริยารวมตัวกับเชื้อเพลิง ส่วนไนโตรเจนไม่ทำปฏิกิริยา ไนโตรเจนมีความสำคัญในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในกระบอกสูบ คือ แก๊สนี้ทำหน้าที่ลดความเร็วของการเผาไหม้ มีผลป้องกันไม่ให้ความดันภายในกระบอกสูบสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเป็นอัตราขาดเครื่องยนต์

อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงโดยมวล การสันดาปที่ถูกต้อง ต้องการอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิง 15.2 : 1 การเผาไหม้หมดจดให้กำลังมากเกือบสูงสุด ถ้าอากาศน้อยกว่านี้ คือ 15.1-13 : 1 เรียกส่วนผสมหนา (Rich) กำลังเครื่องยนต์จะได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังงานเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อใช้ส่วนผสมบางแต่ถ้าอัตราส่วนผสมมากกว่า 13 : 1-9 : 1 กำลังของเครื่องกลึงจะต่ำลงไม่ประหยัด มีคาร์บอนเหลือในลักษณะเขม่ามีคราบแข็งจับหัวสูบอาจทำให้เกิดจุดระเบิดก่อน (Preignition) นอกจากนี้โอเสียจากการเผาไหม้ออกซิเจนไม่เพียงพอ กลายเป็นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แก๊สนี้มีอัตราของระบบหมุนเวียนโลหิตมนุษย์ ถ้ามีอากาศมากกว่า 15.2 : 1 เรียกส่วนผสมบาง (weak) ซึ่งใช้ออกซิเจนมากเกินไป และบางส่วนออกซิเจนไม่ได้รวมกับอะไรเลยถ้าบางมากไป คือ 23-22 : 1 จะให้กำลังงานต่ำ อุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูง แต่ค่า 16-18 : 1 จะประหยัด แต่กำลังไม่สูงพอ เกิดความร้อนสูงในห้องเผาไหม้

5. แก๊สโซลีน (gasoline fuel)

น้ำมันแก๊สโซลีนเป็นน้ำมันที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม แก๊สโซลีนจึงมีโมเลกุลและคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปตามคุณภาพของปิโตรเลียมกับกรรมวิธีการกลั่น แต่อย่างไรก็ดีคุณสมบัติสำคัญของแก๊สโซลีน ซึ่งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้นคือ

5.1 การระเหยเป็นไอ

5.2 เวลาในการโชก

5.3 ค่าความร้อน

5.4 ปราศจากสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการ

5.1 การระเหยเป็นไอ (Vaporisation)

การระเหยของน้ำมันแก๊สโซลีน ที่ใช้กับเครื่องยนต์จะต้องมีอัตราการระเหยเป็นไอ ที่ถูกต้องเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศที่จ่ายเข้าไปในกระบอกสูบ อยู่ในรูปของไอโคสมบูรณ์ เช่น ขณะเริ่มสตาร์ท และขณะที่เดินเครื่องยนต์ ต้องการให้น้ำมันเป็นไอ ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้สตาร์ทง่ายขณะเครื่องยนต์ทำงานและทำให้คลุกเคล้ากับอากาศได้ดี เครื่องยนต์เดินเรียบ การเป็นไอจะไปรวมตัวกับน้ำมันเครื่องจึงไม่ทำให้น้ำมันหล่อลื่นเสื่อมลง แต่ถ้าแก๊สโซลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยเป็นไอที่อุณหภูมิต่ำเกินไป (Vapour lock) น้ำมันจะกลายเป็นไอตั้งแต่ก่อนเข้าคาร์บูเรเตอร์ จึงทำให้ปริมาณเชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องยนต์จริง ๆ ผิดพลาดขณะเดียวกันถ้าอุณหภูมิของเชื้อเพลิงระเหยเป็นไอง่ายก็จะเกิด Vapour lock แต่ในทางกลับกัน ถ้าเป็นไอช้าเกินไปในฤดูหนาว จะมีผลลดการนำมันหล่อลื่น ดังนั้นแกสโซลีนควรมีจุดเดือดที่อุณหภูมิต่ำ และระเหยเป็นไอได้ในอัตราที่เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์

อัตราการระเหยของแกสโซลีนซึ่งเครื่องยนต์ต้องการ แกสโซลีนระเหยเป็นไอไคร้อยละ 10 ของปริมาตรเดิมที่ 51.1°C และที่อุณหภูมิ 10 3.80°C ระเหยเป็นไอไคร้อยละ 50 ของปริมาตรเดิม เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 171.1°C จะระเหยเป็นไอไคร้อยละ 90 ส่วนที่เหลือจะระเหยเป็นไอหมดที่ 208.9°C

5.2 ค่าต้านการโขก (Anti knock)

ลักษณะการน็อกของเครื่องยนต์แกสโซลีน มีการน็อกเกิดขึ้นในกระบอกสูบทั้งแบบ Preignition และ Detonation ซึ่งการน็อกจะมีเสียงคล้ายฆ้องเคาะที่ผนังกระบอกสูบ ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพเครื่องยนต์ลดลง ความร้อนภายในกระบอกสูบสูงขึ้นไปทันทีทันใด ลูกสูบและชิ้นส่วนอื่น ๆ ก็จะมีความร้อนสูงกำลังเครื่องยนต์ก็จะตกต่ำ ดังนั้นคุณภาพของเชื้อเพลิงที่ป้องกันการน็อกได้คือ เชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้ได้ช้า ๆ ซึ่งได้ชื่อวามันมีออกเทนสูง เชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติป้องกันการน็อกได้คือ มีออกเทนเท่ากับ 100 จึงกำหนดมาตรฐานให้โทรมะทิลเทนเทน C_8H_{18} หรือเรียกว่าไอโซออกเทนมีค่าต้านการโขกเท่ากับ 100 หรือ เรียกว่าว่า มีค่าออกเทน 100 และให้นอร์แมลเฮพเทน C_7H_{16} มีค่าต้านการโขกต่ำที่สุดเป็น 0 คือ มีออกเทนเท่ากับ 0 เมื่อนำเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด มาผสมกันในอัตราส่วนไอโซออกเทน 80 ส่วนนอร์แมลเฮพเทน 20 ส่วนโดยปริมาตร แกสโซลีนอันนี้จะมีค่าต้านการโขก หรือมีค่าออกเทน 80 ปัจจุบันแกสโซลีนผสมสารเคมีบางชนิด ทำให้ค่าออกเทนเกิน 100 ได้ สารเคมี

เหล่านี้คือ สารตะกั่ว TEL (Tetra ethyl Lead) $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ไอออนคาร์บอนิล $\text{Fe}(\text{CO})_5$ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ แอนิลีน $C_6H_5NH_2$ แต่ TEL นิยมใช้มาก ถ้าเติมลงไปในแก๊สโซลีนในอัตราส่วนผสม 5 มิลลิลิตรต่อแก๊สโซลีน 1 แกลลอน แก๊สโซลีนมีค่าเกิน 100

ในตลาดเมืองไทย แก๊สโซลีนที่มีขายคือ แก๊สโซลีนธรรมดามีค่าออกเทน 84 และแก๊สโซลีนซูเปอร์มีค่าออกเทน 95 แก๊สโซลีนซูเปอร์ 95 การใช้กับเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนการอัดตั้งแต่ 7.2 : 1 ขึ้นไปต่ำกว่าที่ใช้นี้ใช้แก๊สโซลีนธรรมดา

5.3 ค่าความร้อน (Heating Value)

เชื้อเพลิงที่ให้ค่าความร้อนสูงย่อมเปลี่ยนเป็นกำลังหรืองานได้มากกว่าเชื้อเพลิงที่ค่าความร้อนต่ำ เช่น เอชอีแอลกอฮอล์ให้ค่าความร้อน 21180 กิโลจูล/ลิตร มีค่าออกเทนเกิน 100 แต่ถ้านำมาเป็นเชื้อเพลิง 100 % เครื่องจักรยานยนต์จะวิ่งได้ไกลกว่าแก๊สโซลีน เพราะแก๊สโซลีนมีค่าความร้อน 31770 กิโลจูล/ลิตร

5.4 ปราศจากสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการ (Free from injurious matter)

แก๊สโซลีนถ้ามีคาร์บอน กำมะถัน ยางเหนียวปะปนอยู่เป็นจำนวนมากจะก่อให้เกิดอันตราย หลังเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้เพราะจะทำให้อายุเครื่องยนต์สั้นลงโลหะถูกกัดกร่อน เกิดความผิดปกติ ร้อนน้ำมันแก๊สโซลีนจะต้องให้มีสิ่งเจือปนน้อยที่สุด

6. ส่วนประกอบของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Component parts of fuel System)

ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังเก็บส่งไปยังคาร์บูเรเตอร์ โดยรักษาอัตราการไหล และความดันให้สัมพันธ์กับโหลดและความเร็วของเครื่องยนต์ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

6.1 ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel tank)

6.2 ก๊อกและกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Petcock Fuel Filter)

6.3 ท่อทางน้ำมัน (Fuel pipe line)

6.4 กรองอากาศ (Air cleaner)

และ แอนนิลีน $C_6H_5NH_2$ แต่ TEL นิยมใช้มาก ถ้าเติมลงไปไนเตสโซลีนในอัตราส่วน ผสม 5 มิลลิลิตรต่อไนเตสโซลีน 1 แกลลอน ไนเตสโซลีนมีค่าเกิน 100

ในตลาดเมืองไทย ไนเตสโซลีนที่มีขายคือ ไนเตสโซลีนธรรมดาที่มีค่าออกเทน 84 และ ไนเตสโซลีนซูเปอร์มีค่าออกเทน 95 ไนเตสโซลีนซูเปอร์ 95 การใช้กับเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนการ-
อัดตั้งแต่ 7. 2 : 1 ขึ้นไปค่าค่ากว่านี้ใช้ไนเตสโซลีนธรรมดา

5.3 ค่าความร้อน (Heating Value)

เชื้อเพลิงที่ให้ค่าความร้อนสูงย่อมเปลี่ยนเป็นกำลังหรืองานได้มากกว่าเชื้อเพลิงที่ค่า ความร้อนต่ำ เช่น เอซีแอลกอฮอล์ให้ค่าความร้อน 21180 กิโลจูล/ลิตร มีค่าออกเทนเกิน 100 แต่ถ้านำมาเป็นเชื้อเพลิง 100 % เครื่องจักรยานยนต์จะวิ่งได้ไกลกว่าไนเตสโซลีน เพราะไนเตสโซลีน มีค่าความร้อน 31770 กิโลจูล/ลิตร

5.4 ปราศจากสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการ (Free from injurious matter)

ไนเตสโซลีนถ้ามีคาร์บอน กำมะถัน ยางเหนียวปะปนอยู่เป็นจำนวนมากจะก่อให้เกิด อันตราย หลังเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้เพราะจะทำให้อายุเครื่องยนต์สั้นลงโลหะถูกกัดกร่อน เกิดความ ผิดและสึกหรอน้ำมันไนเตสโซลีนจะต้องให้มีสิ่งเจือปนน้อยที่สุด

6. ส่วนประกอบของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Component parts of fuel System)

ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ทำหน้าที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังเก็บส่งไปยังคาร์บูเรเตอร์ โดยรักษาอัตราการไหล และความดันให้สัมพันธ์กับโหลดและความเร็วของเครื่องยนต์ระบบ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในรถจักรยานยนต์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

6.1 ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel tank)

6.2 ก๊อกและกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Petcock Fuel Filter)

6.3 ท่อทางน้ำมัน (Fuel pipe line)

6.4 กรองอากาศ (Air cleaner)

6.5 การบูเรเตอร์ (Carburetor)

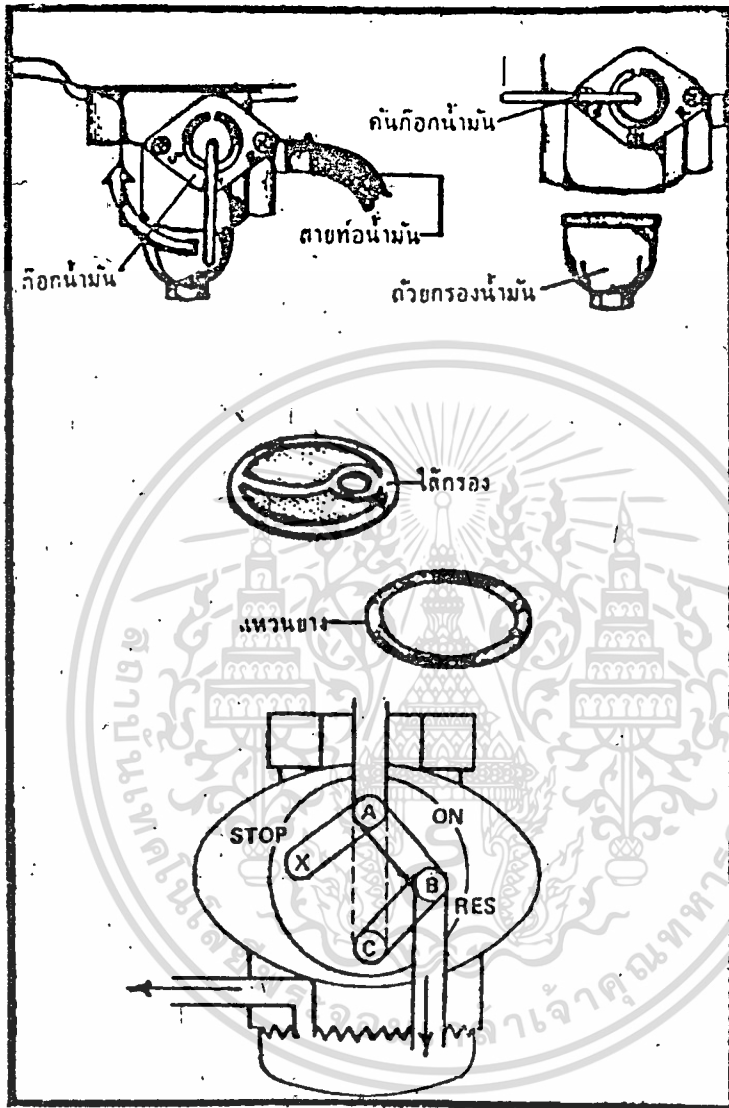
6.1 ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Tank)

ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงของรถจักรยานยนต์ จะมีการติดตั้ง 2 ลักษณะคือ จะติดตั้งไว้ที่โครงส่วนหน้าเบาชนหนึ่ง และติดตั้งไว้ใต้เบาชนหนึ่ง ซึ่งแล้วแต่ลักษณะและสภาพของรถจักรยานยนต์นั้น ๆ ภายในถังจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน และมีช่องกัน (Separate) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันไหลเทไปมาในขณะรถจักรยานยนต์เคลื่อนที่หรือหยุดทันทีทันใด ซึ่งอาจให้น้ำมันหยดไหลการส่งน้ำมันชะงักได้ นอกจากนี้ฝาปิดถังน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะมีช่องทางเป็นรูระบายอากาศเพื่อให้บรรยากาศภายในถังเท่ากับภายนอก วิธีการส่งจ่ายน้ำมันจากถังเก็บเป็นแบบ Gravity กล่าวคือ ถังน้ำมันจะอยู่สูงกว่าคาร์บูเรเตอร์ น้ำมันจะไหลไปตามท่อทางไปยังคาร์บูเรเตอร์โดยน้ำหนักในตัวของมันเองโดยผ่านก๊อกเปิดปิดเพราะถ้าไม่มีก๊อกเปิดปิดน้ำมันอาจรั่วไหลได้

6.2 ก๊อกและกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Petcock Fuel Filter)

ก๊อกน้ำมันเป็นที่สำหรับเปิดปิดน้ำมันจากถังน้ำมันเชื้อเพลิง ให้ไหลเข้าสู่คาร์บูเรเตอร์ โดยมีตำแหน่งเปิด 3 ตำแหน่งโดยมีอักษร S, on, R ถ้ามืดไปที่ on เป็นการเปิดน้ำมันถ้ามืดไปที่ S เป็นการปิดน้ำมันและถ้ามืดไปที่ R เป็นการเปิดน้ำมันอจร์เซิบ (Reserve)

กรองน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นอุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดน้ำมันเชื้อเพลิงมีไส้กรองอยู่ภายใน น้ำมันเชื้อเพลิงจะไหลผ่านกรองเมื่อเปิดก๊อกน้ำมัน สิ่งสกปรกจะถูกกรองไว้ ส่วนทรายจะตกอยู่ตอนล่าง



รูปที่ 3.1

6.3 ท่อทางน้ำมัน (Fuel Pipe line)

ท่อทางน้ำมันเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อของน้ำมันจากถัง เข้ามายังคาร์บูเรเตอร์โดยปกติ
 ท่อจากถังมักจะเป็นท่ออ่อนเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน และท่อจากกรองน้ำมันไปยังคาร์บูเรเตอร์
 มักเป็นท่อหุ้มผ้าหรือวัสดุทนไฟเพื่อป้องกันไม่ให้ท่อทางน้ำมันร้อนเกินไป ซึ่งจะเป็นเหตุให้เกิดฟอง

อากาศ (Vapour lock)

6.4 กรองอากาศ (Air Cleaner)

กรองอากาศเป็นอุปกรณ์สำหรับดักฝุ่นละอองที่ปะปนมากับอากาศ ก่อนจะผ่านเข้าไปยังคาร์บูเรเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้วงจรต่าง ๆ ของคาร์บูเรเตอร์อุดตันหรือสกปรกซึ่งก็ไม่ใช่ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ชำรุด และเป็นการเก็บเสียงที่เกิดจากกระแสอากาศผ่านเข้าไปยังคาร์บูเรเตอร์อีกด้วย โดยทั่วไปกรองอากาศจะเป็นแผงกระดาษ และฟองน้ำ ชนิดที่เป็นกระดาษใช้ถึงอายุต้องเปลี่ยนใหม่ ถ้าชนิดฟองน้ำสามารถล้างทำความสะอาดได้

6.5 คาร์บูเรเตอร์ (Carburetor)

คาร์บูเรเตอร์ ทำหน้าที่จ่ายส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศส่งเข้าไปเผาไหม้ของเครื่องยนต์ โดยมีปริมาณและอัตราส่วนผสมเหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ตามสภาพการทำงานและความเร็วรอบต่าง ๆ

คาร์บูเรเตอร์ที่ดี จะต้องจ่ายส่วนผสมให้เหมาะสมตามสภาพการทำงาน of เครื่องจักรยานยนต์คือ

- สตาร์ทเครื่องได้ง่าย
- เดินเครื่องด้วยความเร็วต่ำสม่ำเสมอ
- เดินเครื่องด้วยความเร็วรอบใช้งานสม่ำเสมอ
- เร่งเครื่องให้มีความเร็วของรอบสูงได้อัตราเร่งสูง

6.5.1 คาร์บูเรเตอร์ทำงานอย่างไร (How Carburetors work)

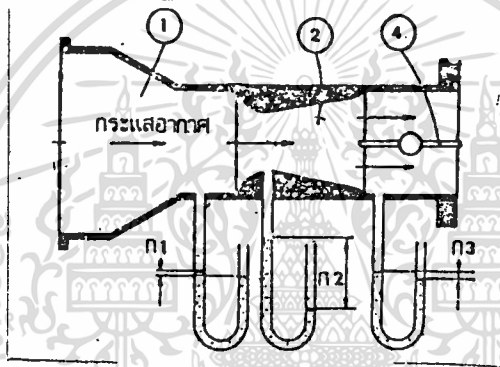
ในขณะที่ลูกสูบเลื่อนลงในจังหวะดูด ปริมาตรบนหัวลูกสูบจะเพิ่มมากขึ้น เกิดสุญญากาศและเกิดแรงดูด ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความกดตันภายในกระบอกสูบกับความกดตัน - อากาศภายนอกที่คาร์บูเรเตอร์กล่าวคืออากาศภายนอกจะมีความกดตันสูงกว่ากระแสอากาศจะวิ่งเข้าคาร์บูเรเตอร์ผ่านเวนจูรี (ventury) น้ำมันในห้องลูกลอยจะถูกอากาศภายนอกกดตันให้จำนวน-



6.5.2 ส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์ (Venturi)

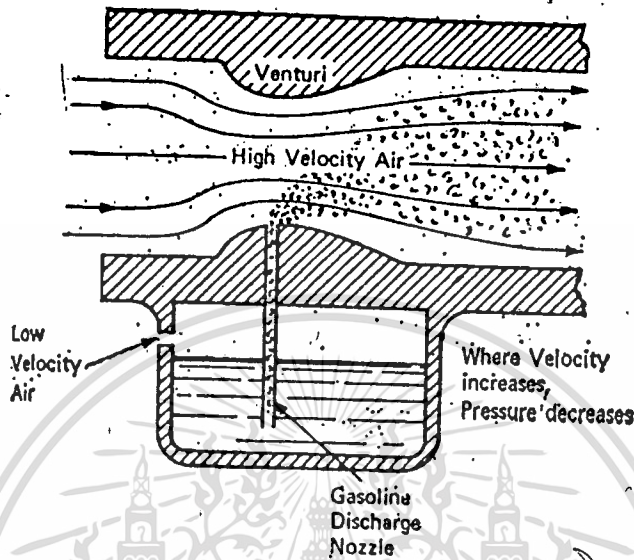
เครื่องจักรยานยนต์ส่วนใหญ่จะใช้คาร์บูเรเตอร์แบบทูกอากาศ ในแนวระดับเข้าสู่เครื่องยนต์ หรือ แบบตูดข้าง เพราะมีข้อดีที่ว่าระยะทางของส่วนผสมเข้าสู่ห้องเผาไหม้ สั้นและไม่โค้งงอส่วนผสมจึงมีความเร็วสูงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งส่วนประกอบแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

6.5.2.1 ท่ออากาศกับเวนจูรี



รูปที่ 3.2

จากรูป 3.2 ท่ออากาศเป็นลักษณะท่อบรูปทรงกระบอกกลวง ภายในมีเวนจูรีประกอบอยู่ ซึ่งเวนจูรีเป็นโลหะหรือในลอนรูปทรงกระบอกกลวงปากและก้นผายกว้างกว่าตรงกลาง เมื่อลูกสูบเลื่อนลงไปจังหวะดูดเกิดสุญญากาศในกระบอกสูบ อากาศภายนอกจะวิ่งเข้าแทนที่ ผ่านท่ออากาศผ่านเวนจูรี และผ่านลิ้นปีกผีเสื้อ (Throttle) ผ่านท่อไอดีเข้าไปในกระบอกสูบขณะที่อากาศวิ่งผ่านเวนจูรี ชักน้ำให้เกิดสุญญากาศบริเวณหลังเวนจูรีจากปรากฏการณ์สามารถทำให้เห็นจริงได้ โดยสวมแฉกวัดความกดกันอากาศ 3 ตำแหน่ง คือ หน้าเวนจูรี กึ่งกลางเวนจูรี และหลังเวนจูรี จะเห็นว่าของเหลวเกจกลางที่เวนจูรีมีระดับแตกต่างกันมากที่สุดแสดงว่ามีสุญญากาศต่ำที่สุด (P_2) และสุญญากาศนี้จะต่ำลงอีกเป็นสัดส่วนตรงกับความเร็วยของกระแสอากาศที่เพิ่มขึ้น การเกิดสุญญากาศที่เวนจูรี จะเพียงพอที่จะดูดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าผสมกับอากาศส่งเข้าไปยังเผาไหม้ได้

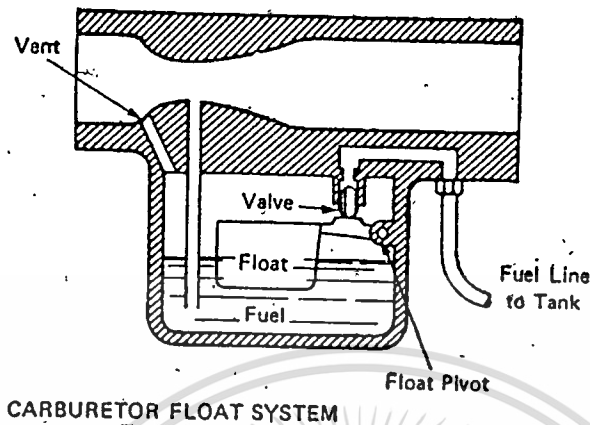


รูปที่ 3.3 แสดงการดูดน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อมีอากาศไหลผ่านเวนจูรี

6.5.2.2 ลูกลอยและห้องลูกลอย (Float Bowl)

ห้องลูกลอย เป็นภาชนะบรรจุน้ำมันแกสโซลีน และรักษาระดับในท่อหัวฉีด (หลอดโลหะกลวงสวมอยู่กึ่งกลางเวนจูรี) ซึ่งมีผลให้ฉีคน้ำมันจ่ายออกผสมกับอากาศ ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์

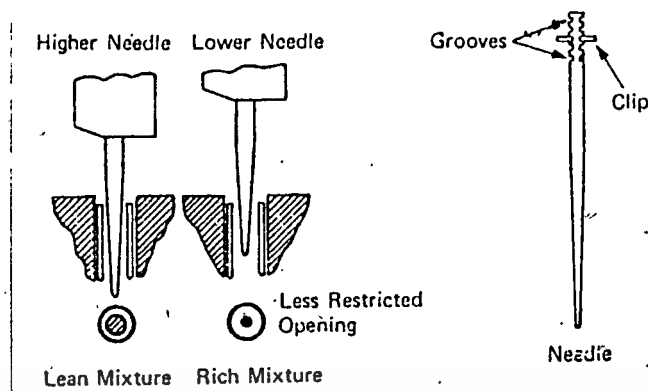
ลูกลอย เป็นลูกโปรงโลหะบางเบาหรือพลาสติก กลมหรือทรงกระบอก เมื่อระดับน้ำมันเปลี่ยนแปลงลูกลอยจะลอยสูงขึ้นหรือต่ำลงได้ เมื่อลูกลอยต่ำลงเข็ม (valve) จะเปิดทางให้น้ำมันแกสโซลีนเข้าในห้องลูกลอย จนถึงระดับสูงสุด ลูกลอยจะลอยขึ้นตามระดับน้ำมัน ถ้าานลูกลอยจะดันเข็มยกขึ้นอุดทางเดินของน้ำมันแกสโซลีน รักษาระดับแกสโซลีนในห้องลูกลอยไม่ให้สูงขึ้น



รูปที่ 3.4 ห้องลูกลอย และลูกลอย

6.5.2.3 วงจรเดินเร็ว (High Speed Power Circuit)

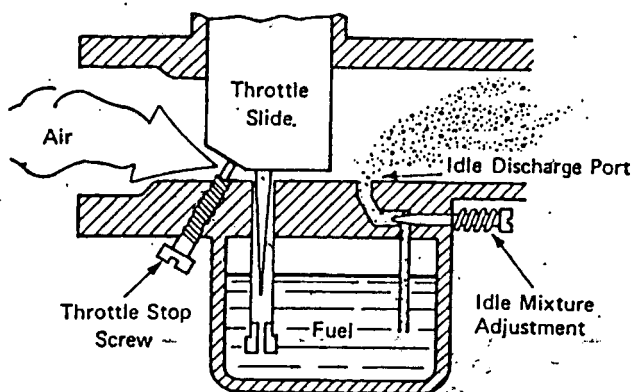
วิทยาการของรถจักรยานยนต์ในปัจจุบันมีความเร็วสูงขึ้น ฉะนั้นเครื่องยนต์จึงต้องมีความเร็วรอบเพิ่มขึ้น และมีกำลังงานสูง เมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น เพื่อสนองความต้องการนี้ คาร์บูเรเตอร์ต้องมีอุปกรณ์เพิ่มน้ำมันแก๊สโซลีนผสมกับอากาศให้กับเครื่องยนต์ เมื่อมีความเร็วรอบสูงขึ้น ในอัตรา 14 : 1-12 : 1 อุปกรณ์นั้นคือ นมหนูน้ำมัน (Main jet) เป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันแก๊สโซลีน ในขณะความเร็วสูงอัตราการไหลขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูนมหนู ถ้ารูโตการไหลจะมากกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก และเข็มเร่ง (Needle Valve) ทำเป็นรูปเยื้องคานหนึ่ง เพื่อให้สามารถควบคุมการจ่ายปริมาณแก๊สโซลีนตามความเหมาะสม ส่วนปลายอีกคานหนึ่งทำเป็นร่อง เพื่อล็อกเข้ากับลูกเร่ง (Throttle) โดยมีเชวนล๊อคประกอบเข้ากับลูกเร่ง



รูปที่ 3.5

6.5.2.4 วงจรเดินเบา (Idle circuit)

ขณะที่เครื่องจักรยานยนต์ทำงานอยู่ และยังไม่ได้เร่งเครื่องยนต์นั้น เครื่องยนต์จะเดินในรอบความเร็วเดินเบา ความเร็วจะไม่เกิน 1000 รอบ/นาที ลูกเร่งจะเปิดเพียงเล็กน้อยอากาศที่ผ่านเวนจูรีมีความเร็วต่ำ สuction เกิดเล็กน้อยไม่เพียงพอที่จะดูดน้ำมันออกจากหัวฉีดได้ แต่เนื่องจากช่องทางอากาศวงจรถับเดินเบาเป็นส่วนที่อยู่ใกล้เครื่องยนต์มากจึงเกิด suction โดยตรงเข้าสู่ลิ้นในช่องสลับลม ถูกอากาศภายใต้ความกดดันอากาศปกติกดดันน้ำมันให้ไหลผ่าน นมหนูเดินเบา ผสมกับอากาศที่ผ่านจากลูกเร่ง ด้วยอัตราส่วน 12-14 : 1 ทำให้เครื่องยนต์เดินเบาได้ จึงมีสกรูปรับที่ลูกเร่ง (Throttle Stop Screw) และสกรูปรับส่วนผสมที่วงจรถับเดินเบา (Idle Mixture Adjustment) ขณะนี้เครื่องยนต์จะมีความเร็วรอบเหมาะสมหรือไม่ขึ้นอยู่กับ การปรับสกรู 2 ตัวนี้



รูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

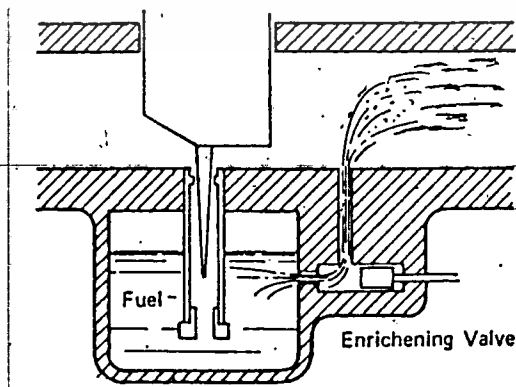
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.2.5 โช๊ค (Choke Circuit)

โช๊คที่ใช้ในเครื่องจักรยานยนต์ ทำหน้าที่ช่วยให้เกิดส่วนผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ หนาแน่นกว่าปกติ ประมาณ 8 : 1 ในขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ครั้งแรก เมื่ออากาศเย็น (ส่วนผสมหนา หมายความว่าจำนวนน้ำมันเข้ามากกว่าอากาศเมื่อเปรียบเทียบ กับอากาศในอัตราส่วนคงที่) เพื่อเป็นผลทำให้เครื่องยนต์ติดง่าย ซึ่งในเครื่องจักรยานยนต์ พอแบ่งลักษณะโช๊คได้เป็น 3 ชนิดคือ Air Restrictor Choke, Enrichening Valve และ Tickjer system (แบบก้านกด)

Air restrictor choke จะทำงานเมื่อตั้งสายโช๊คขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ครั้งแรกตอนอากาศเย็น อากาศที่ผ่านเข้าทางช่องอากาศถูกปิดด้วย Butterfly Valve ใต้ Butterfly Valve จะเกิดสุญญากาศ แรงดูดที่เกิดขึ้นจะดูดเฉพาะน้ำมันออกจากห้องลูกลอย โดยมีอากาศภายนอกผสมอยู่เล็กน้อย เข้าสู่เครื่องยนต์ ทำให้เกิดส่วนผสม

แบบลูกเลื่อน (Enrichening Valve) เมื่อตั้งสายโช๊ค ลูกเลื่อนจะเลื่อน หรือ ถูกยกขึ้นทำให้เกิดสุญญากาศน้ำมันจะผ่านช่อง Port เมื่อลูกเลื่อนเปิดโดยมีอากาศผสมอยู่เล็กน้อย เข้าสู่เครื่องยนต์ ด้วยอัตราส่วนผสมหนา จึงทำให้เครื่องยนต์ติดง่าย จากนั้นจึงปิดโช๊ค

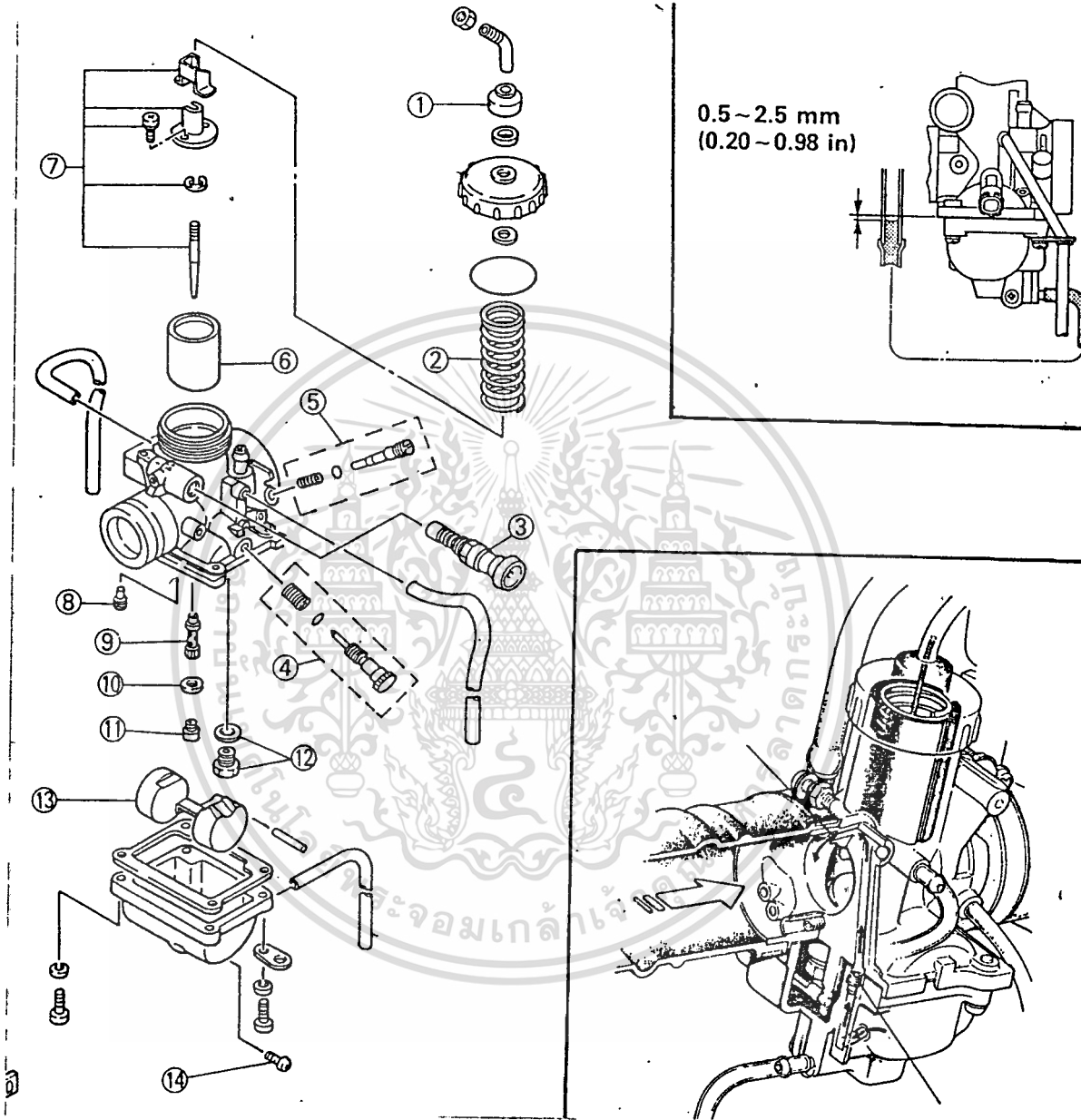


แผนกานกต (Tickler System) การบูเรเตอร์บางชนิด จะมีกานกตบนลูกลอย

เมื่อถึงโซ่ขณะสครัทเครื่องยนต์ครั้งแรกตอนอากาศเย็น เมื่ออกกานกตลูกลอยเข็มลูกลอยจะ
เปิดทำให้น้ำมันเข้าห้องลูกลอยมาก เกิดส่วนผสมหนาทำให้เครื่องยนต์ติดง่าย เมื่อเครื่องยนต์ติด
แล้วจึงปิดโซ่

ส่วนประกอบของการบูเรเตอร์ ดังรูป

1. ฝาครอบ
2. สปริงลูกแรง
3. โซ่
4. สกรูปรับเดินเบา
5. สกรูปรับอากาศ
6. ลูกแรง
7. เข็มลูกแรง
8. นมหนูเดินเบา
9. เสือเข็มแรง
10. ปะเก็น
11. นมหนูน้ำมันเชื้อเพลิง
12. เสือน้ำมัน
13. ลูกลอย
14. สกรู



รูปที่ 3.8

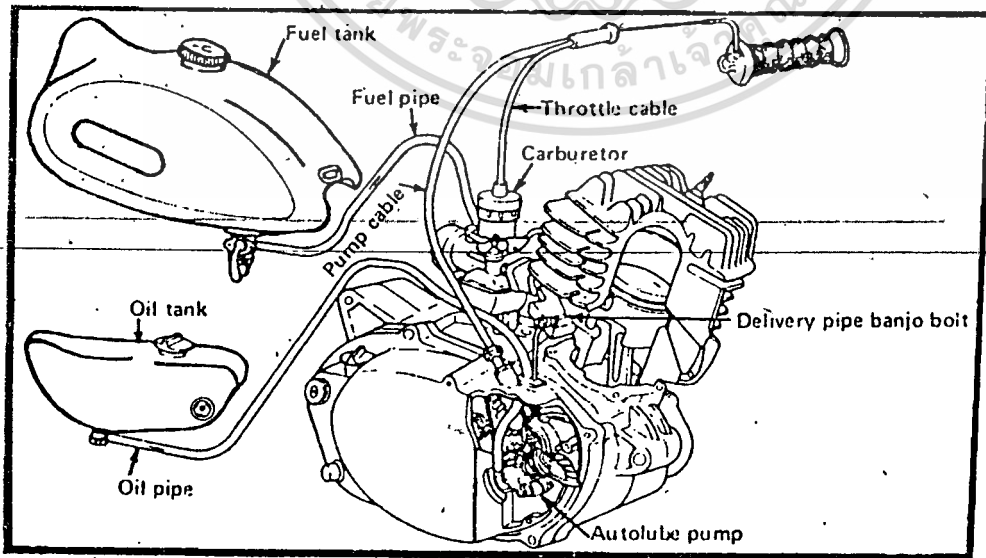
ระบบการหล่อลื่น

Lubrication System

ชนิดสำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ (2 STROKE CYCLE TYPE)

ยานยนต์ 2 จังหวะในสมัยแรก ๆ นั้น น้ำมันหล่อลื่นจะถูกส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์พร้อม ๆ กับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ส่งเข้าสู่ห้องเผาไหม้ นั่นก็คือ น้ำมันหล่อลื่นจะเติมผสมอยู่ในถังเดียวกันกับน้ำมันเชื้อเพลิงในอัตราส่วน 25 : 1 น้ำมันเชื้อเพลิงต่อน้ำมันหล่อลื่น (ดังรูปที่ 4.1 นั้นเอง)

เนื่องจากระบบดังกล่าวอัตราส่วนการหล่อลื่นคงที่ ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานที่ความเร็วต่ำ (Low Speed) ไม่มีปัญหานักเพราะการส่งเลี้ยงของน้ำมันหล่อลื่นอยู่ในอัตราที่พอเหมาะ เมื่อความเร็วสูงขึ้น (High Speed) ความสิ้นเปลืองจะมากขึ้นโดยเปล่าประโยชน์ ทั้งนี้เพราะว่าการส่งเลี้ยงของน้ำมันหล่อลื่นมีอัตราเพิ่มขึ้นเกินกว่าความต้องการ และเป็นผลไปถึงการเผาไหม้ไม่หมดเหลือกากเขม่ามากด้วย ดังนั้นจึงมีการพัฒนาการมาใช้แบบปั๊มแรงดันต่ำ (Low Pressure Pump Type) ช่วยส่งเลี้ยงให้เหมาะกับภาระ (Load) ของเครื่องยนต์ในตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งจะเรียกว่า Autolube หรืออาจเรียกชื่อแตกต่างกันไปก็ได้แล้วแต่บริษัทผู้ผลิตจะเป็นผู้ตั้ง แต่หลักการทำงานก็ยังเป็นเช่นเดียวกันโดยจะเห็นวงจรการทำงาน ดังรูปที่ 4.1



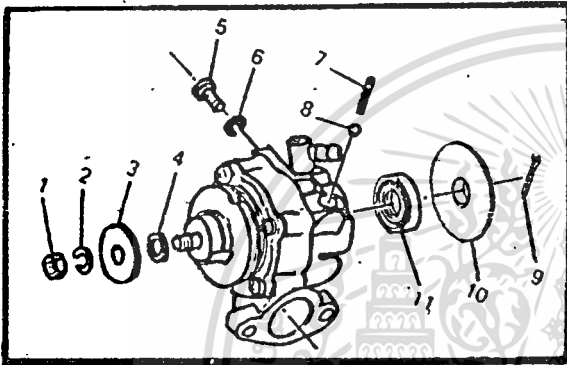
รูปที่ 4.1

AUTOLUBE PUMP แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. แบบทั่ว ๆ ไป (General Type)
2. แบบกำลังดันสูง (High Pressure Type)

โครงสร้างและส่วนประกอบของแบบทั่ว ๆ ไป (CONSTRUCTION AND GENERAL COMPONENTS)

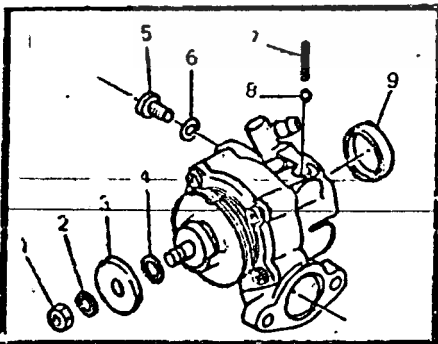
แบบเก่า : 4.2



รูปที่ 4.2

1. น็อต
2. แหวนสปริง
3. แหวนปรับ
4. แหวนรองลูกดอก
5. สกรูไล่ลม
6. ปะเก็น
7. สปริงกด
8. ลูกปืน
9. สลัก
10. แผ่นสตาร์ทเตอร์
11. ซีลผนึกน้ำมัน

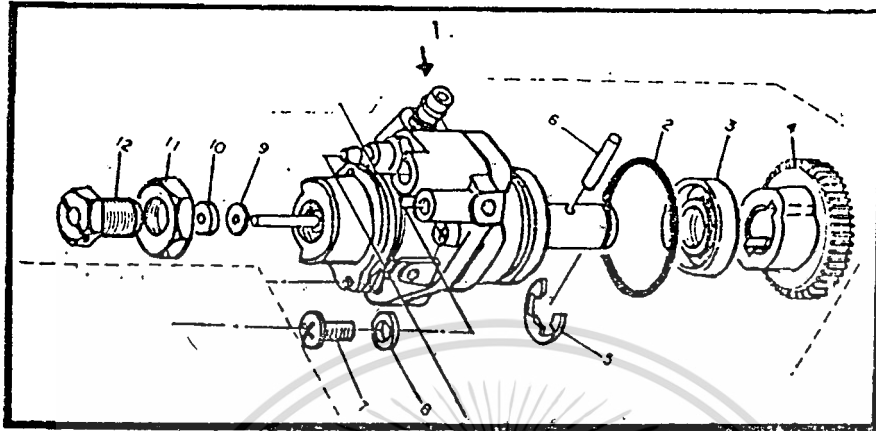
แบบใหม่ : 4.3



รูปที่ 4.3

1. น็อต
2. แหวนสปริง
3. แหวนปรับ
4. แหวนรองลูกดอก
5. สกรูไล่ลม
6. ปะเก็น
7. สปริงกด
8. ลูกปืน
9. ฝาครอบ

โครงสร้างและส่วนประกอบของแบบกำลังดันสูง :



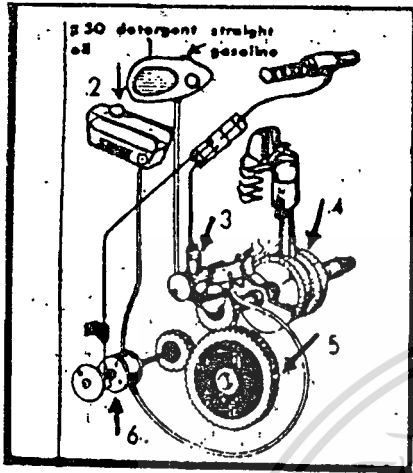
รูปที่ 4.4

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| 1. ตัวปั๊มโอโตลูป | 7. สกรูใส่อากาศ |
| 2. โอริงกันน้ำมัน | 8. ปะเก็นรองสกรูใส่อากาศ |
| 3. ซีลผนึกน้ำมัน | 9. แผ่นซีมรอง |
| 4. เฟืองขับปั๊ม | 10. แผ่นปรับ |
| 5. คลิปล็อกเฟืองขับปั๊ม | 11. นัทล็อก |
| 6. ปีนล็อกเฟืองขับปั๊ม | 12. โป๊สท์ปรับระยะขับเคลื่อน |

หลักการทํางาน (PRINCIPLE OF OPERATION) :

ปั๊มโอโตลูป (Autolube Pump) จะถูกขับโดยตรงจากเพลาลูกเหวี่ยงกล้าว คือ เฟืองขับของปั๊มจะต่อเชื่อมกับเฟืองคลัทช์ตัวเล็ก ในขณะที่เครื่องยนต์หมุน ปริมาณน้ำมันที่ฉีดออก ขึ้นอยู่กับการบิดคันเร่ง เพื่อเปิดระยะชักของปั๊มให้มากขึ้นความจังหวะการทำงานของรอบเครื่องยนต์ หลังจากน้ำมันไหลออกจากถังโอโตลูปเข้าสู่ปั๊ม ด้วยแรงดึงดูดของโลก และจากการทำงานของปั๊ม โอโตลูป ต่อจากนั้นน้ำมันจะถูกส่งจากปั๊มโอโตลูปเข้าสู่เล็่สูบโดยส่งน้ำมันออกจากท่ออย่างน้ำมันถูกส่ง โดยตรงเข้าทางพอร์ทไอดี ร่วมกับส่วนผสมของเชื้อเพลิง (อากาศน้ำมันเป็นขึ้น) เข้าสู่ห้องแค้ม และผนังเล็่สูบ นอกจากนั้นจะมีสปริง และลูกปืนทำหน้าที่ปิดกั้นทางออกของน้ำมันในตัวปั๊ม เพื่อกันไม่ให้ น้ำมันไหลกลับขณะที่เครื่องยนต์ไม่ได้ทำงาน

ผังวงจรการทำงานในรูปที่ 4.5



1. ดึงน้ำมันเป็นขึ้น
2. ดึงน้ำมันโอโตลูป
3. คาร์บูเรเตอร์
4. ข้อเหวี่ยง
5. เฟืองขับปั๊ม
6. ปั๊มโอโตลูป

รูปที่ 4.5

การไล่ฟองอากาศออกจากวงจร :

การทำงานวงจร Autolube นั้นความสำคัญอยู่ที่จะต้องไม่มีฟองอากาศในวงจร เพราะฟองอากาศเป็นตัวที่ทำให้การส่งน้ำมันภายในวงจรไม่สะดวก หรืออาจกันไม่ให้น้ำมันหล่อลื่นไปเลี้ยงวงจรเลยก็ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการไล่ฟองอากาศจากวงจรในกรณีต่อไปนี้ :

1. สำหรับเครื่องยนต์ใหม่หรือจักรยานยนต์ใหม่ที่เพิ่งจะประกอบ
2. เมื่อเติมน้ำมันหล่อลื่นของ Autolube แห้ง
3. เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรถูกแยกออกจากกัน การไล่ฟองอากาศออกจากวงจรให้ปฏิบัติเป็นขั้นตอนดังนี้ :

1. การไล่ฟองอากาศออกจากท่อน้ำมันจากถังและปั๊ม Autolube
2. การไล่ฟองอากาศออกจากปั๊มและท่อจ่าย Autolube

การไล่ฟองอากาศออกจากท่อน้ำมันจากถังและปั๊ม AUTOLUBE :

1. เปิดฝาครอบปั๊ม Autolube ออก
2. คลายสกรูไล่ฟองอากาศออกจากตัวปั๊ม
3. ปลดปล่อยให้น้ำมันไหลออกจนกระทั่งฟองอากาศหมด

4. ชันสกรูไล่ฟองอากาศเข้าให้แน่น ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คำแนะนำ :

ก่อนที่จะขันสกรูไล่ฟองอากาศเข้าควรตรวจสอบคุณภาพของปะเก็นรองสกรูด้วยหากชำรุด
ควรเปลี่ยนใหม่

การไล่ฟองอากาศออกจากปั๊มและท่อจ่าย AUTOLUBE

1. สตาร์ทเครื่องยนต์
2. ค้างสายเร่งปั๊ม Autolube ให้สุด
3. เร่งเครื่องยนต์ที่ความเร็วประมาณ 2000 รอบ/นาที แล้วคลายสกรูไล่ฟอง
อากาศเพื่อให้อากาศออกประมาณ 2 นาที หรือนานกว่าแล้วขันสกรูเข้าให้แน่น
4. ปิดฝาครอบปั๊ม



การระบายความร้อนในเครื่องยนต์

Engine Cooling

เครื่อง ยานยนต์ก็เหมือนกับเครื่องยนต์ทั่ว ๆ ไป ที่ต้องมีการระบายความร้อน เพื่อป้องกันการเกิดอุณหภูมิสูงเกินไปของการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ เมื่อเครื่องยนต์ร้อนจัดจะทำให้ลูกสูบ กระบอกสูบ วาล์ว และชิ้นส่วนต่าง ๆ เสียหาย รวมทั้งน้ำในเครื่องที่หล่อลื่นเครื่องยนต์ด้วย แต่ถ้าเครื่องยนต์เย็นจัดเกินไป ก็จะทำให้กำลังตกอีกเช่นกัน เนื่องจากความร้อนที่จะนำไปใช้งานกลับถูกระเหยออกไปหมด ระดับอุณหภูมิที่ปลอดภัยในการใช้งาน จะต้องมีส่วนที่ให้ความร้อนได้มาก ระบายความร้อนได้มาก อยู่ในอุณหภูมิของอากาศหลายระดับ และจะต้องช่วยในการอุ่นเครื่องได้อย่างรวดเร็ว ฉะนั้นเครื่องยนต์จำเป็นต้องมีการระบายความร้อน เพื่อระบายความร้อนที่มีมากเกินไปจนเกิดความเสียหาย

การระบายความร้อนแบ่งได้ 2 แบบ

1. ระบายความร้อนด้วยอากาศ
2. ระบายความร้อนด้วยของเหลว

1. การระบายความร้อนด้วยอากาศ การระบายความร้อนด้วยอากาศนี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายกับรถจักรยานยนต์และเครื่องยนต์เล็ก เครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศจะมีรูปร่างลักษณะที่เสื้อสูบจะมีครีบ (Fins) อยู่มากมาย ทั้งนี้เพื่อระบายความร้อนถ้ามีครีบบanyak การระบายความร้อนก็จะมีมากยิ่งขึ้นทำให้เครื่องยนต์ไม่ร้อนจัด อุณหภูมิที่ให้น้ำเครื่องยนต์สูงสุดได้ประมาณ 250°C ฝาสูบ หรือ เสื้อสูบ จะทำด้วยอลูมิเนียม หรือ แมกนีเซียม หรือ โลหะผสม ซึ่งจะช่วยให้ระบายความร้อนออกได้รวดเร็ว

การระบายความร้อนด้วยอากาศหรือลมปะทะ ไม่ต้องการการดูแลใด ๆ มากนัก เพียงแต่การระบายความร้อนประเภทนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของรถ ซึ่งหน้าหนาวการระบายความร้อนจะกระทำได้ดีกว่าหน้าร้อน เป็นการทำงานที่ปลอดภัย เครื่องยนต์เบา และอุณหภูมิจะสูงถึงจุดทำงานได้เร็ว

2. การระบายความร้อนด้วยของเหลว การระบายความร้อนด้วยของเหลวมักใช้

น้ำเป็นสารระบายความร้อนกันอย่างแพร่หลาย น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำที่สะอาด ไม่สกปรก และอ่อน ซึ่ง

มีจุดเดือดในช่วงอุณหภูมิที่เครื่องยนต์ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำจะมีข้อเสียอยู่ที่น้ำมีจุดแข็งตัวสูง จึงไม่สามารถใช้น้ำอย่างเดียวนั้นเป็นสารระบายความร้อนได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0°C และน้ำจะมีข้อเสีย คือมันจะไม่ระเหยในขณะที่ใช้ งาน มีจุดเดือดสูง ไม่ต้องเติมน้ำบ่อย ๆ ยกเว้นกรณีเกิดการสูญหาย หรือ โดยการรั่วไหล

ปั๊มน้ำ (water pump) มีไว้สำหรับให้น้ำไหลเวียนในระบบระบายความร้อน จากหม้อน้ำ ผ่านปั๊ม ผ่านเสื่อสูบล้อ ฝาสูบไหลเวียนไปยังหม้อน้ำ จะใช้ปั๊มแบบแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal pump) มีใบ 6 ใบ ติดตั้งที่ห้องส่งกำลังส่วนล่างที่เครื่องปั๊มถูกขับเคลื่อนด้วยเฟืองเพลาลูกเบี้ยว

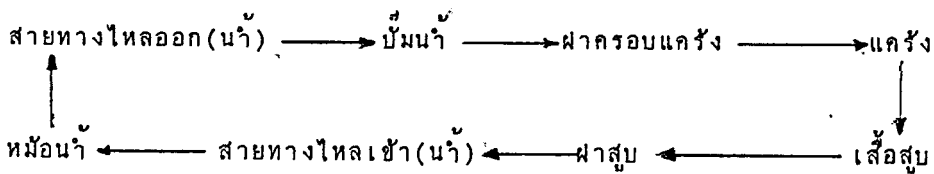
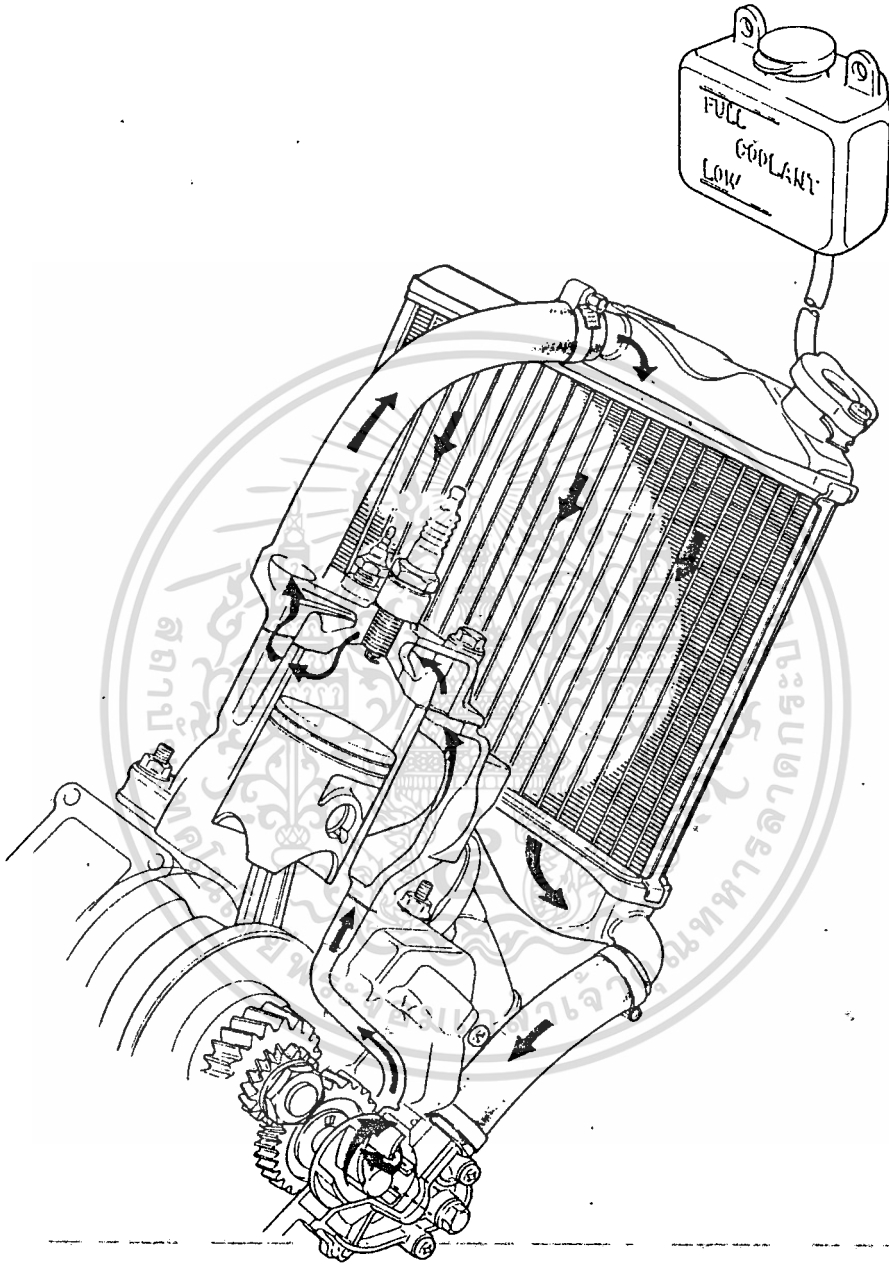
เทอร์โมสแตท (Thermostat) มีไว้สำหรับควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ไหลวนบนฝาสูบระหว่างการอุ่นเครื่อง ไม่ให้ไหลไปยังหม้อน้ำ แต่ถ้าอุณหภูมิระหว่าง 82°C (180°F) ถึง 95°C (203°F) เทอร์โมสแตทจะเปิดให้น้ำไหลผ่านระบบได้ ซึ่งเทอร์โมสแตทจะติดตั้งบนฝาสูบหรือเสื่อสูบล้อ

ท่อน้ำ (Radiator hoses) เป็นโครงผ้าใบแล้ว เคลือบด้วยยางนีโอพรีน และสารพวกพลาสติก มีรูปร่างโค้งงอได้ ปลายทั้ง 2 ข้างจะต้องเข้ากับหม้อน้ำและเครื่องยนต์ ใช้น้ำที่รัทหรือแบบสปริงรัดติดไว้ ท่อน้ำจะเป็นทางเดินของน้ำขณะเดียวกันป้องกันไม่ให้หม้อน้ำสั้นเนื่องจากการสั่นของเครื่องยนต์

หม้อน้ำ (Radiator) หม้อน้ำส่วนใหญ่ทำจากแผ่นทองเหลืองบาง ๆ ทางน้ำเข้าเป็นท่อใหญ่อยู่ตอนบน น้ำจะกระจายเข้าไปในท่อเล็ก ๆ จำนวนมากมายและถูกทำให้เย็นโดยการแผ่รังสีไปยังอากาศ

ฝาปิดหม้อน้ำ (radiator Cap) ฝาปิดหม้อน้ำแบบใช้ความดัน เป็นที่นิยมใช้กันมาก ฝาปิดแบบนี้จะไม่ให้ระบบระบายความร้อนรั่วออกไปได้ แต่จะให้ไอน้ำที่เกิดขึ้นตอนบนของหม้อน้ำออกไป ล้นแรงดันของฝาปิดหม้อน้ำจะเปิดเป็นการป้องกันความดันสูงเกินไป ฝาปิดหม้อน้ำทำขึ้นจากมาตรฐานที่ระดับน้ำทะเล (น้ำเดือดที่ 100°C หรือ 212°F) จุดเดือดจะเพิ่มเป็น 250°F เมื่อฝาปิดมีความดัน 15-PSI

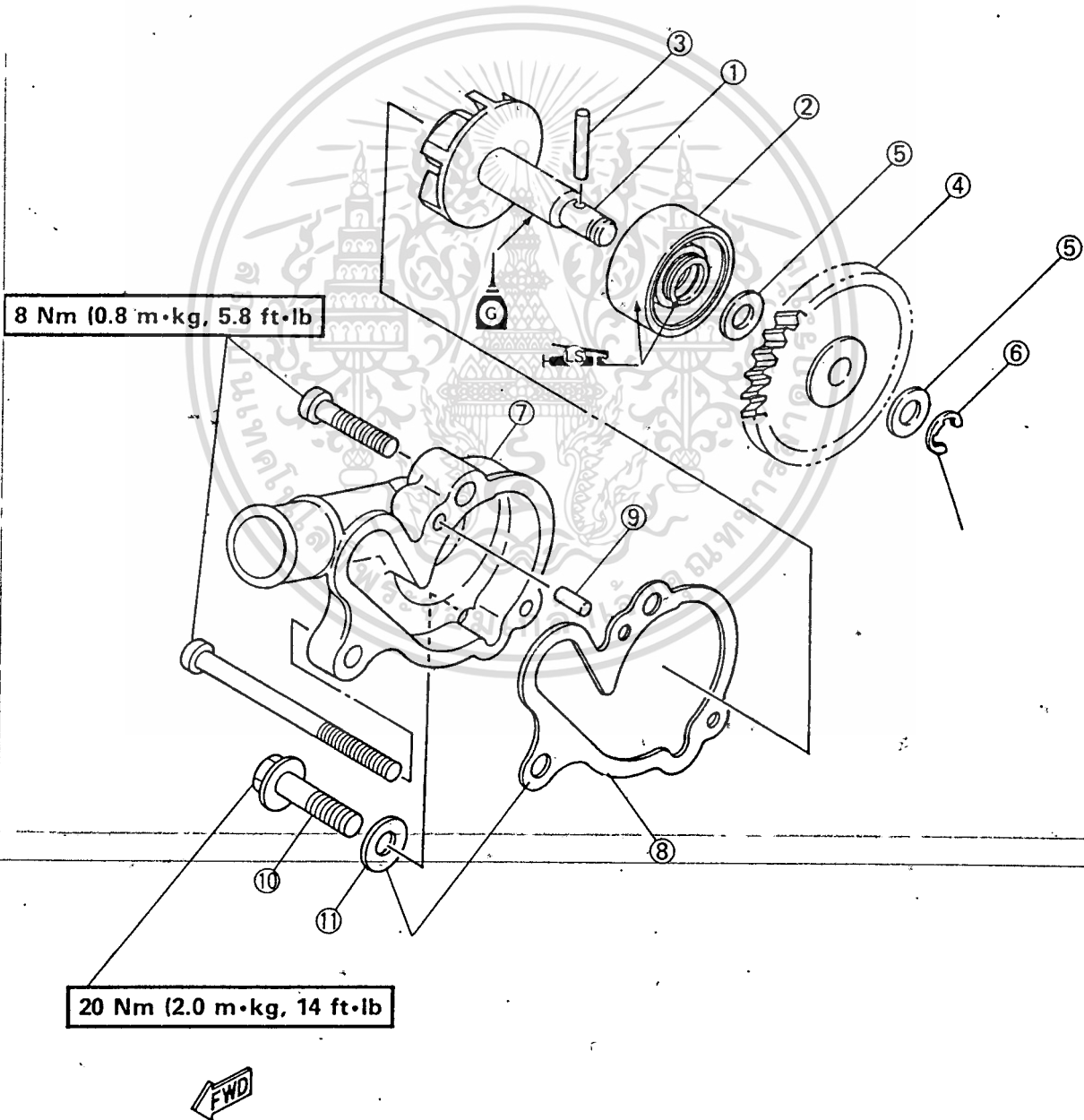
รูปภาพแสดงการไหลวนน้ำในหม้อน้ำ



ภาพแสดงส่วนประกอบของปั้มน้ำ

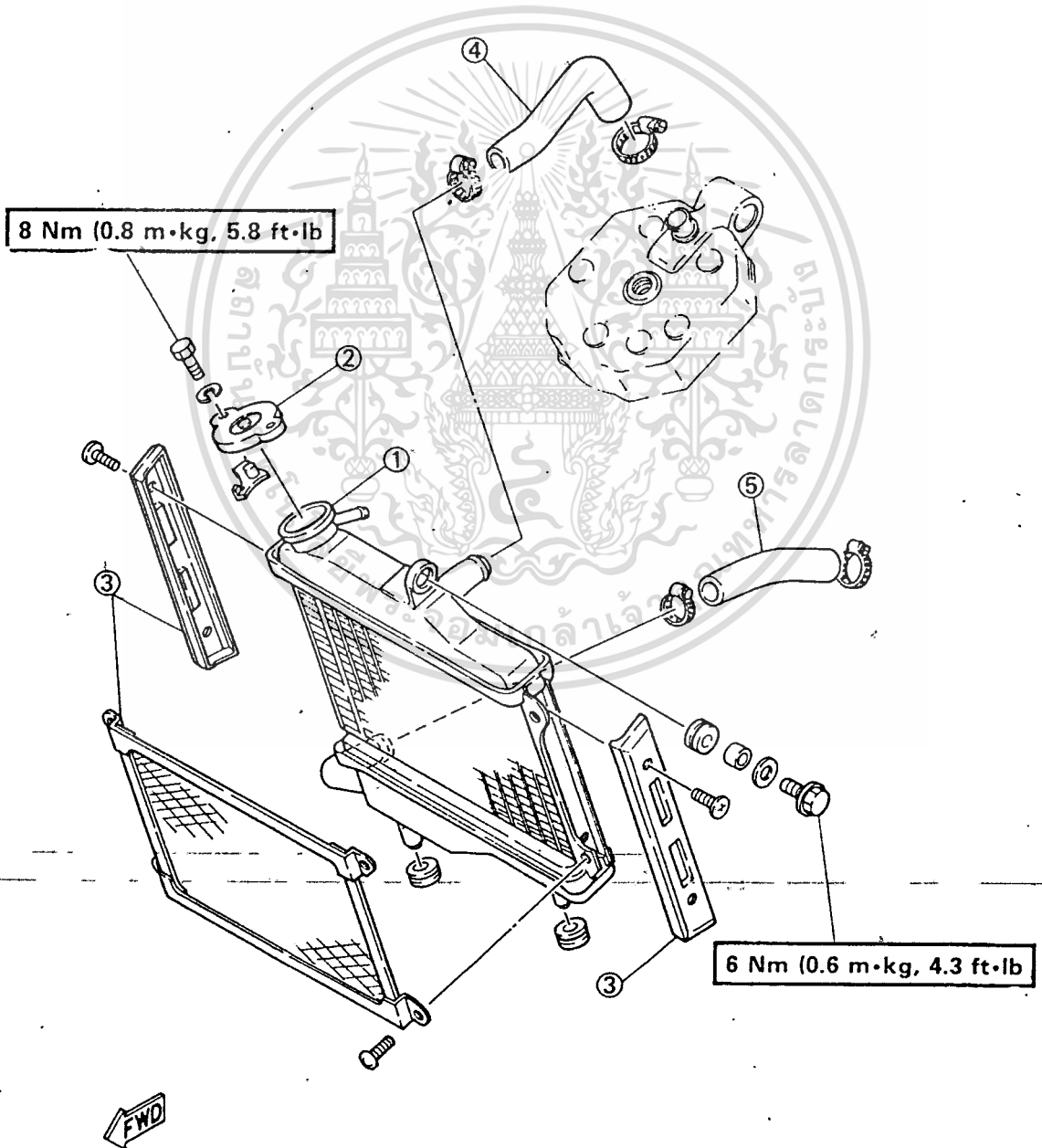
ระบบระบายความร้อน

- | | | |
|-----------------|------------------|------------------|
| 1. แกนใบพัด | 5. แหวนรอง | 9. สลัก |
| 2. ซีล | 6. คลิปล็อก | 10. โบลท์ถ่ายน้ำ |
| 3. สลัก | 7. ฝาครอบปั้มน้ำ | 11. ปะเก็น |
| 4. เฟืองขับปั้ม | 8. ปะเก็น | |



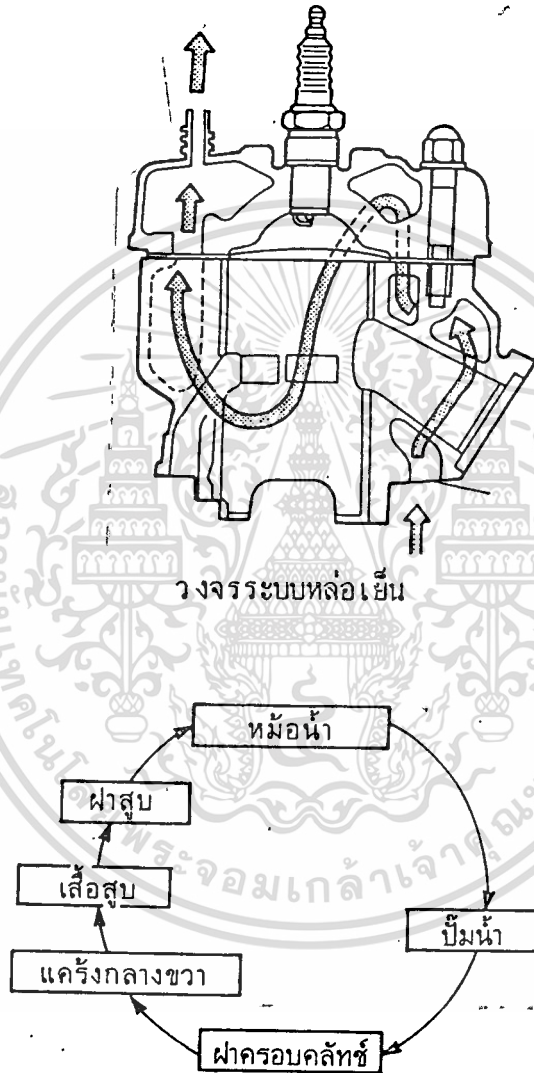
ภาพแสดงส่วนประกอบของหมอนน้ำ

1. ตัวหมอนน้ำ
2. ฝาหมอนน้ำ
3. ฝาครอบหมอนน้ำ
4. ท่อหมอนน้ำ (เข้า)
5. ท่อหมอนน้ำ (ออก)



การระบายความร้อน (ระบบหล่อเย็น)

ชนิดของหม้อน้ำในระบบหล่อเย็น จะมีลักษณะเป็นอลูมิเนียมที่มีประสิทธิภาพสูง และน้ำหนักเบา การถ่ายเทและการหมุนเวียนของน้ำ ซึ่งใช้ระบายความร้อนของเครื่องยนต์ ดังรายละเอียดตามภาพที่แสดง



ระบบจุดระเบิด

Ignition System

ปัจจุบันระบบจุดระเบิดในเครื่องยนต์เบนซินได้มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไม่หยุดยั้ง
ทั้งนี้เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ใหม่ให้เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องยนต์ และระบบ

จุดระเบิดของเครื่องยนต์ที่ใช้แบบโซลิดสเตท (Solid State Ignition System)

ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตท (Solid State Ignition System)

ระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตทหมายถึง ระบบจุดระเบิดซึ่งมีส่วนประกอบของสาร
กึ่งตัวนำทางต้านอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Semi-Conductors) เช่น ไดโอด
(Diodes) ทรานซิสเตอร์ (Transistors) ซิลิคอนคอนโทรลเรกติไฟเออร์ (Silicon
Controlled Rectifiers) ฯลฯ

ระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ (CDI = Capacitive Discharge Ignition
System) เป็นระบบจุดระเบิดแบบโซลิดสเตทแบบหนึ่งซึ่งนิยมใช้กับจักรยานยนต์ เนื่องจาก
ระบบจุดระเบิดแบบที่กล่าวนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีขนาดเล็ก และไม่มีชิ้นส่วนที่มี
การเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องมีการปรับแต่งแต่อย่างใด

ข้อดีของระบบจุดระเบิดแบบซีดีไอ

1. ลดการบำรุงรักษาลง
2. ยืดอายุการใช้งานของหัวเทียน
3. ไม่ต้องมีชุดทองขาว
4. สตาร์ทติดง่าย
5. กระแสไฟแรงเคลื่อนสูงที่เกิดขึ้นสูงกว่า

6. การจุดระเบิดล่วงหน้าใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

7. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใช้เพื่อป้องกันฝุ่น สิ่งสกปรกน้ำมันและความชื้น
8. ทำงานสม่ำเสมอตลอดอายุการใช้งาน
9. เครื่องยนต์ราบเรียบทั้งขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาและขณะที่ทำงานหนัก (Loaded)

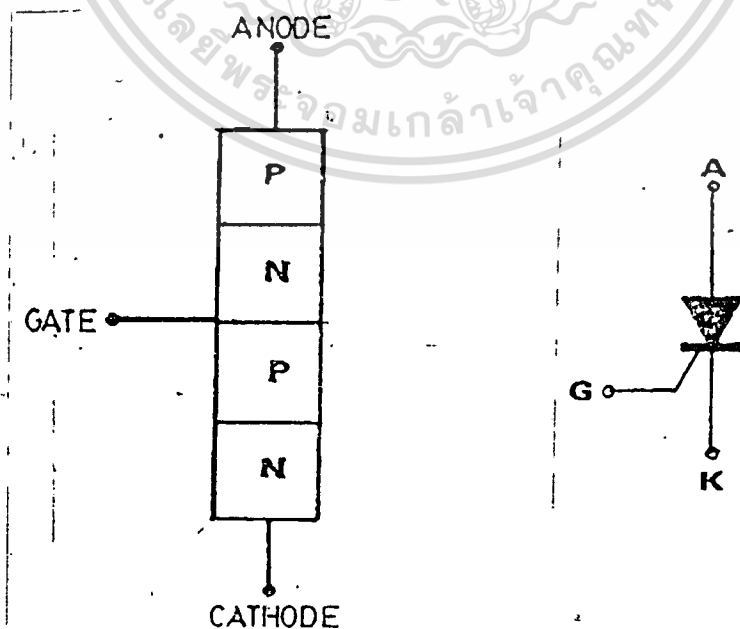
CAPACITIVE DISCHARGE IGNITION SYSTEM

(CDI SYSTEM)

ไทรสเตอร์ (Tryristor)

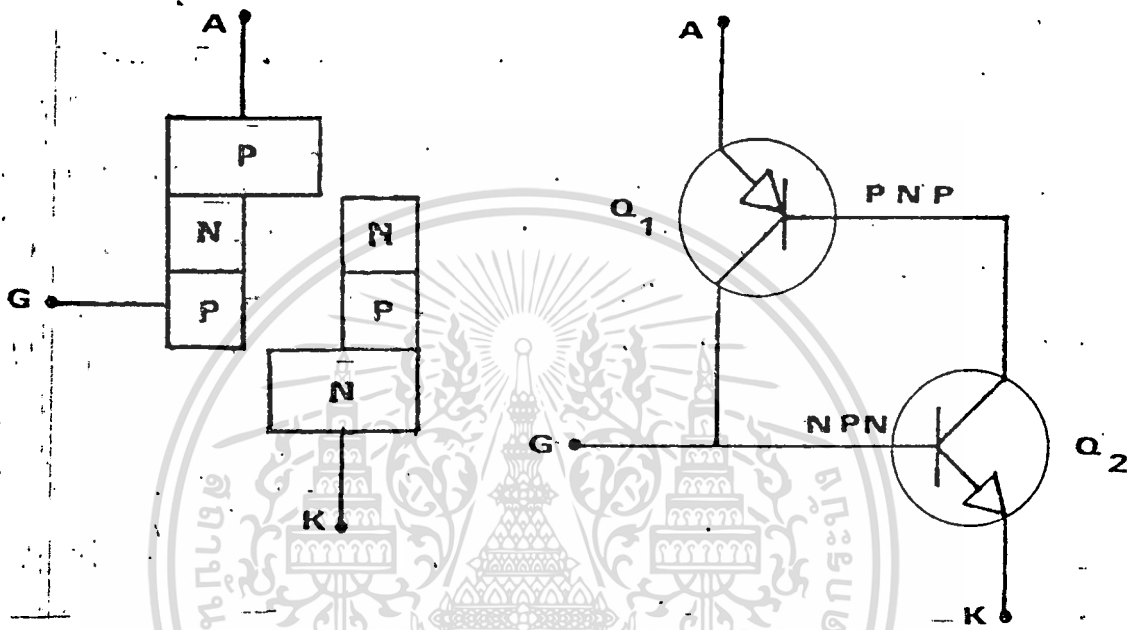
คือสารกึ่งตัวนำที่ทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ ON และ OFF ซึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N มาต่อกัน 4 ชั้น และอาจจะมีขาต่อใช้งานแบบ 2 ขา 3 ขา หรือ 4 ขาก็ได้ และจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น DIAC, TRIAC และ SCR เป็นต้น

สำหรับชุดควบคุมการจุดระเบิดแบบ CDI นี้จะใช้ SCR เป็นตัวควบคุม และ SCR นี้จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด 4 ชั้น แต่มีขาต่อออกมาเพียง 3 ขาเท่านั้น ดังรูป



รูปที่ 6.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR

ถ้าพิจารณาถึงโครงสร้างของ SCR ซึ่งประกอบด้วยวัสดุกึ่งตัวนำ P-N-P-N แล้ว เราสามารถเปรียบเทียบการทำงานให้ง่ายเข้า ก็โดยการแยก SCR ออกเป็นสองส่วนซึ่งจะเห็นว่าสามารถแยกเป็นทรานซิสเตอร์ ได้ 2 ตัว คือ P-N-P และ N-P-N ดังรูป



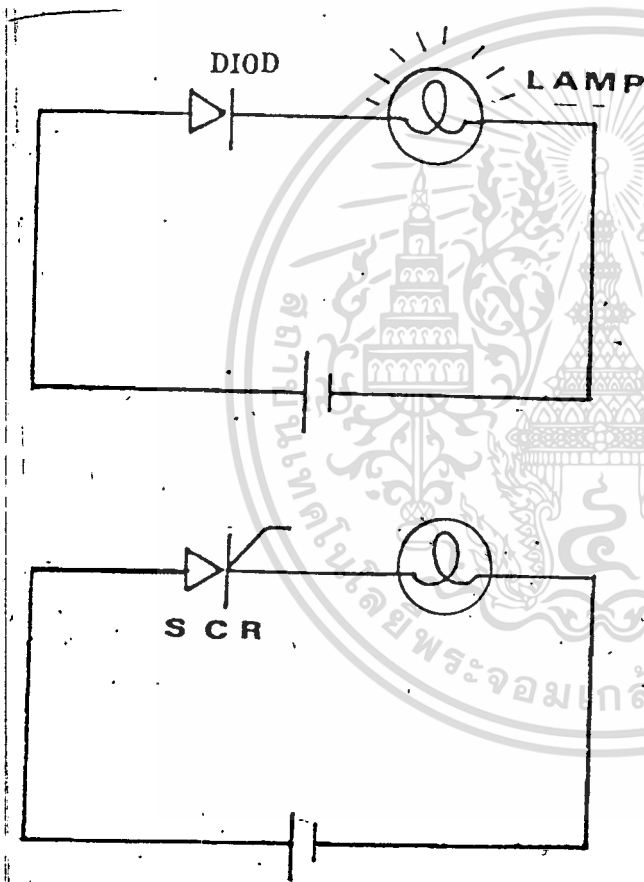
รูปที่ 6.2 เปรียบเทียบโครงสร้างของ SCR ซึ่งเปรียบเสมือน TRANSISTOR 2 ตัว ดังรูป

การทำงานของ SCR

การทำงานของ SCR จะเหมือน TRANSISTOR 2 ชนิดคือ PNP และ NPN ในขณะที่ป้อนไฟบวกเข้าที่ ANODE และลบเข้าที่ CATHODE จะเห็นว่าแรงไฟฟ้า BASE ของ TRANSISTOR ทั้ง 2 เป็น 0 โวลต์ Q_1 และ Q_2 จึงไม่สามารถจะนำกระแสได้

แต่เราป้อนแรงไฟบวกให้กับ BASE ของ Q_2 หรือ GATE จะทำให้ Q_2 ได้รับ FORWARD BIAS (ไบอัสถูกทาง) Q_2 ก็จะทำการเสด็จ (Q_2 on) และที่ขา COLLECTOR ของ Q_2 ต่ออยู่กับ BASE ของ Q_1 ดังนั้นเมื่อ Q_2 นำกระแสไฟก็จะทำให้ BASE

ของ Q_1 ได้รับแรงไฟจำนวนหนึ่งคล้ายเช่นกัน จึงทำให้ Q_1 อยู่ในสภาวะนำกระแสด้วย (Q_1 ก็ ON เช่นกัน) และขา COLLECTOR ของ Q_1 ต่อกลับมาเข้า BASE อีกในลักษณะของ POSITIVE FEED BACK ฉะนั้นถ้าเราตัดแรงไฟที่ป้อนให้กับ GATE ออก SCR หรือ Q_1 และ Q_2 ก็ยังสามารถนำกระแสได้ตลอดไป



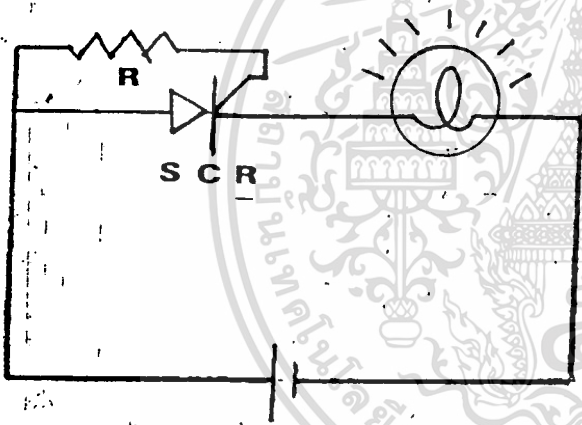
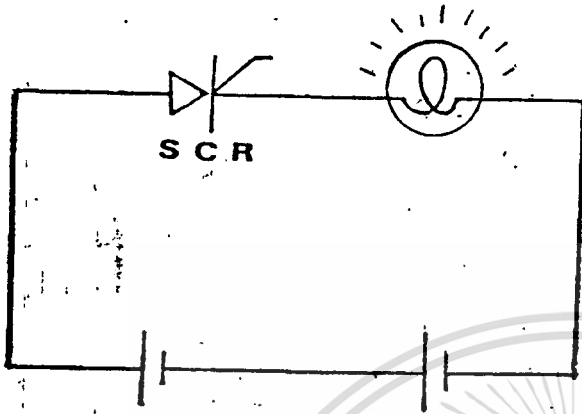
รูปที่ 6.3 เปรียบเทียบการทำงาน

ระหว่าง DIOD กับ SCR

ก. DIOD ได้รับ FORWARD BIAS จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ตลอดไฟที่ต่อในวงจรจะติด

ข. SCR จะต่อในลักษณะของ FORWARD BIAS เช่นกันแต่ SCR จะไม่ยอมให้กระแสไหลผ่านสังเกตได้จากหลอดไม่ติด

รูปที่ 6.3



รูปที่ 6.4

วงจร CDI ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ 3 ส่วนสำคัญ

1. แหล่งจ่ายไฟ
2. วงจรทริกเกอร์
3. โหลด

1. แหล่งจ่ายไฟ ในที่นี้ก็คือ แมกนีโต (MAGNETO) ซึ่งประกอบด้วย

ค. ถ้าเพิ่ม FORWARD BIAS ให้สูงขึ้นไปมาก ๆ โดยปล่อยให้ GATE วางไว้ SCR ก็อาจจะนำกระแสและหลอดก็จะสว่างได้ แต่ในลักษณะนี้ ถ้าแรงไฟสูงมากเกิดจุด BREAK OVER VOLTAGE แล้ว SCR จะพัง หรือ เสีย

ง. แสดงให้เห็นถึงสภาพการนำ-กระแสของ SCR อย่างถูกต้องโดยการป้อนแรงไฟจากจำนวนหนึ่งไปกระตุ้นที่ GATE เสงไฟไปป้อนเข้าที่ GATE นี้ จะใช้เพียงจำนวนเล็กน้อยเท่านั้นก็จะทำให้ SCR นำกระแสได้ หลอดก็จะติดสว่าง และแรงไฟที่ป้อนให้ระหว่าง ANODE กับ CATHODE ก็ไม่ต้องใช้สูงมากนัก

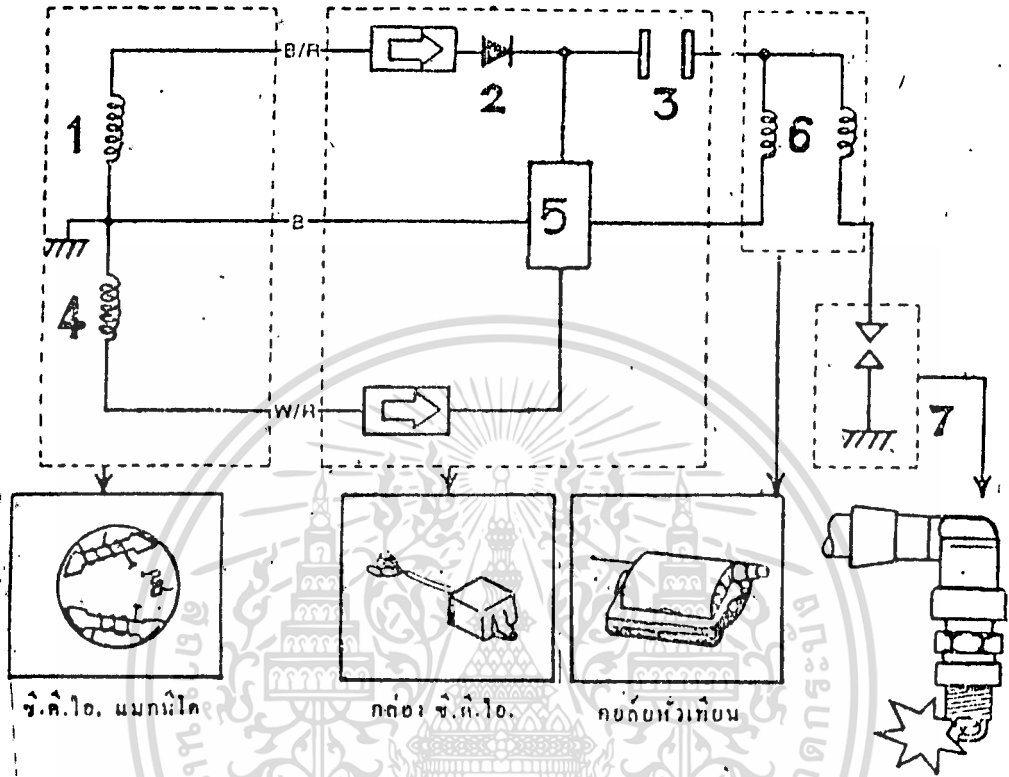
1.1 ชาร์จคอล์ย (CHARGE COIL) ทำหน้าที่สร้างกระแสไฟจำนวนหนึ่ง
เพื่อนำไป CHARGE ให้กับ GAPACITOR และจ่ายให้กับ ANODE
ของ SCR

1.2 พัลส์เซอร์คอล์ย (PULSER COIL) จะทำหน้าที่สร้างกระแสไฟ
จำนวนหนึ่งเช่นกัน และจ่ายไปให้กับ GATE เพื่อไปทริกให้ SCR
ทำกระแส

2. วงจรทริกเกอร์ (TRIGERING CIRCUIT OR TIMING CIRCUIT)
วงจรนี้จะทำหน้าที่กำหนดเวลาที่จะทำให้ SCR นำกระแสได้ช้า หรือเร็วโดยจะทำงานร่วมกับ
แรงไฟที่ได้รับมาจาก PULSER COIL

3. โหลด (LOAD) ในที่นี้ก็คือ ชุกคอล์ยจุดระเบิด (IGNITION COIL) ส่วน
ประกอบชุดนี้ทำหน้าที่สร้างไฟสูงเพื่อจ่ายไปให้กับหัวเทียน

ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบ CDI ของเครื่องยนต์



รูปที่ 6.5 ส่วนประกอบและวงจรของระบบจุดระเบิดแบบ CDI

1. ชาร์จคอยล์ (Charge Coil) 2. ไดโอด (Diode)
3. คอนเดนเซอร์ (Condenser) 4. พัลเซอร์คอยล์ (Pulser Coil)
5. ไทริสเตอร์ หรือ เอสซีอาร์ (Thyristor or SCR)
6. คอยล์จุดระเบิด (Ignition Coil) 7. หัวเทียน (Sparking Plug)

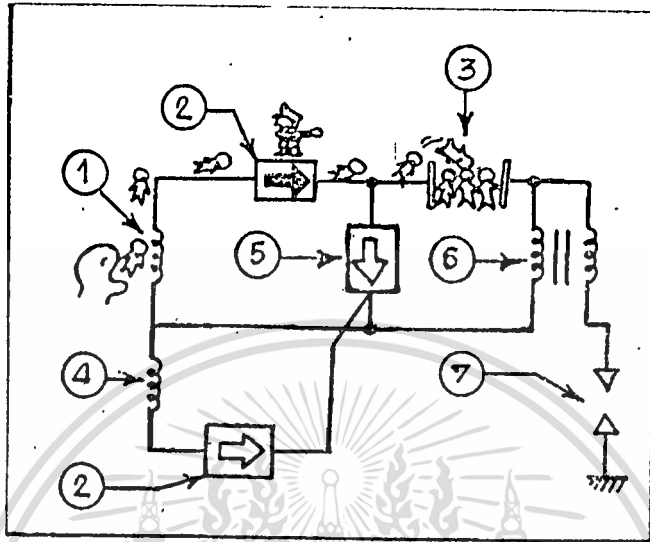
ข้อสังเกตข้อควรระวังของสายไฟ

B/R = ดำ/แดง

B = ดำ

W/R = ขาว/แดง

หลักการทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI

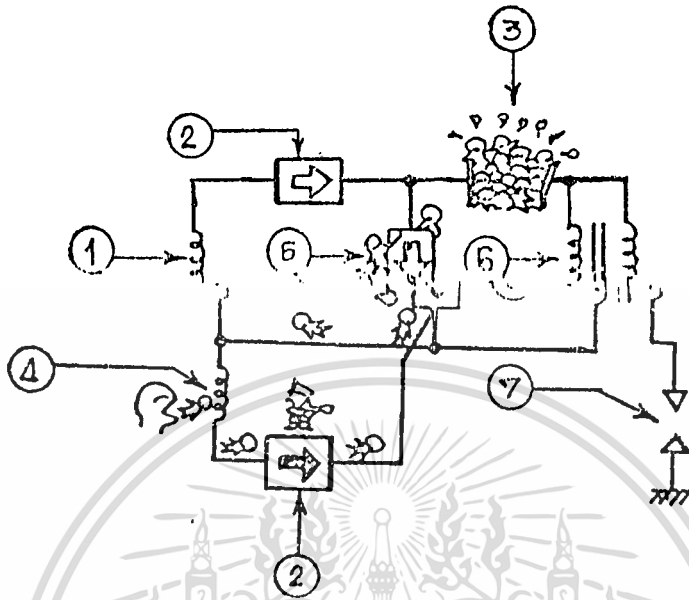


รูปที่ 6.6 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CDI ขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กจานไฟหมุนตัดกับขาร์จคอยล์

1. ขาร์จคอยล์ (Charge coil) 2. ไดโอด (Diode)
3. คอนเดนเซอร์ (Condenser) 4. พัลเซอร์คอยล์ (Pulser coil)
5. ไทริสเตอร์ หรือ เอสทีอาร์ (Thyristor or SCR)
6. คอยล์จุดระเบิด (Ignition coil) 7. หัวเทียน (Sparking Plug)

จากรูปที่ 6.6

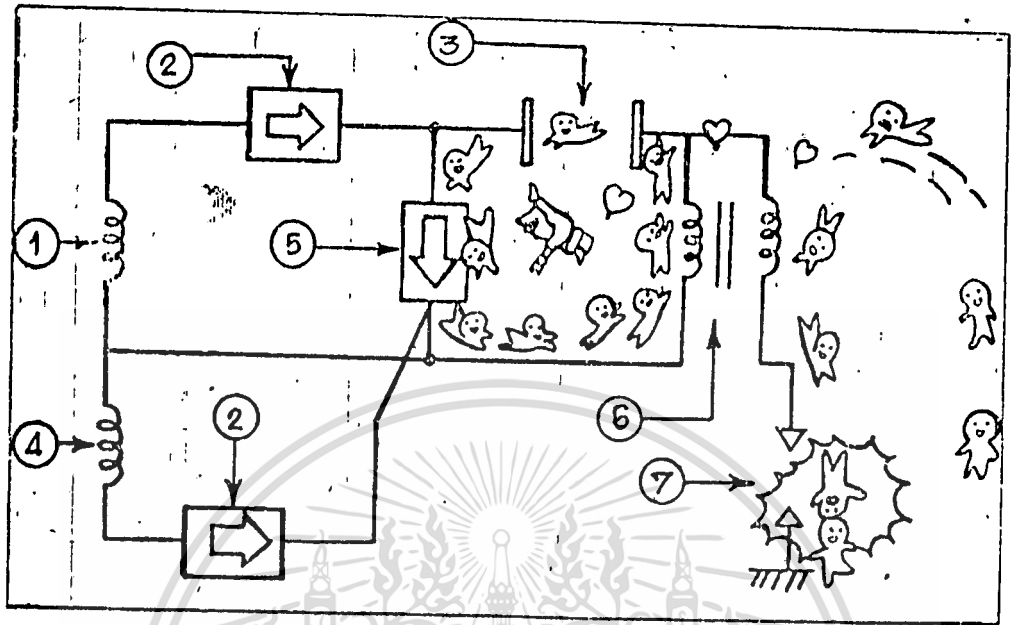
เมื่อสาร์ทเครื่องยนต์แล้วช่วยแรงจะเคลื่อนที่นำเอาชุดแม่เหล็กถาวร หรือชุดแม่เหล็กจานไฟไปตัดกับขาร์จคอยล์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำและเกิดกระแสไฟไหลขึ้น กระแสไฟดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปของกระแสสลับ ต่อจากนั้นไดโอดจะทำหน้าที่เรียงกระแสให้เป็นกระแสตรง แล้วส่งไปประจุไว้ในคอนเดนเซอร์กระแสที่ถูกประจุไว้จะไม่สามารถที่จะเดินทางต่อไปยังคอยล์จุดระเบิดได้เนื่องจากถูกปิดกั้นไว้โดย ไทริสเตอร์ หรือ เอสทีอาร์



รูปที่ 6.7 การทำงานของระบบจลระเบิดแบบ CBI ขณะที่ชุดแม่เหล็กถาวรหรือชุดแม่เหล็กงานไฟไหม้ตัดกับฟิวส์หรือคอยล์

จากรูปที่ 6.7

เมื่อล้อย่อยแรงเคลื่อนที่ต่อไปอีกก็จะนำเอาชุดแม่เหล็กถาวร หรือชุดแม่เหล็กงานไฟไปตัดกับฟิวส์หรือคอยล์ ทำให้เกิดการไหม้ไหม้และเกิดกระแสไหลขึ้น กระแสไฟที่เกิดขึ้นจะเป็นสัญญาณส่งไปที่ไทรสเตอร์ หรือ เอคซีอาร์ เพื่อทำให้วงจรระหว่างคอนแทกเซอร์และคอยล์ จลระเบิดต่อถึงกัน

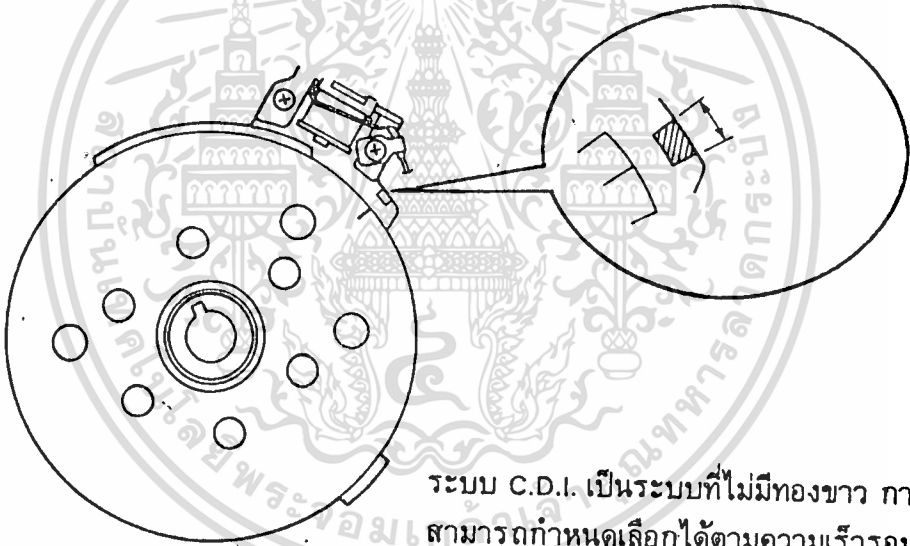
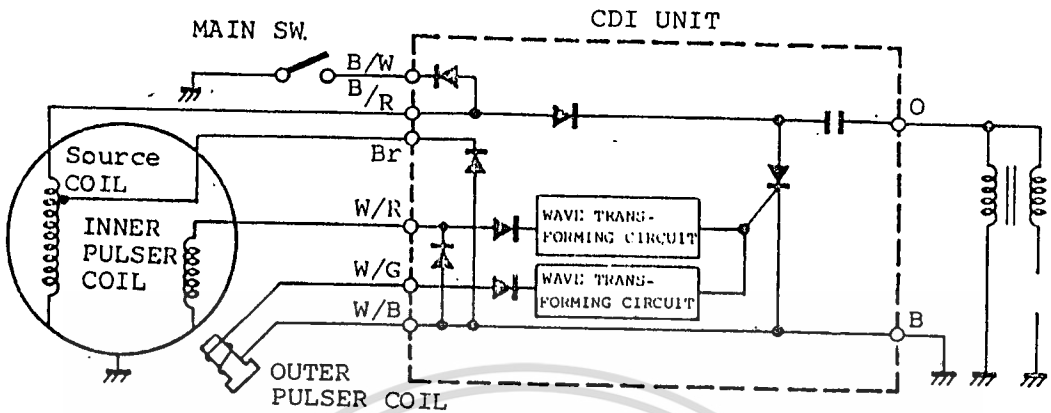


รูปที่ 6.8 การทำงานของระบบจุดระเบิดแบบ CVI ขณะที่ไทรสเตอร์ หรือ
เอสอาร์อาร์รับสัญญาณจากฟิลเซอร์คอยล์และเปิดวงจรให้กระแสไฟฟ้าที่ประจุ
อยู่ภายในคอนเดนเซอร์ส่งไปยังท่อขดลวดจุดระเบิด และทำให้เกิดไฟ
แรงเคลื่อนสูงขึ้นในที่สุด

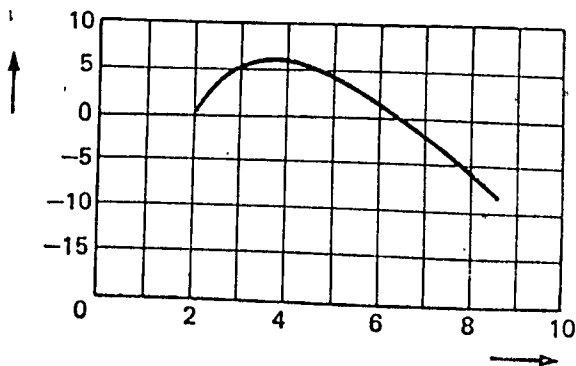
จากรูปที่ 6.8

ต่อจากนั้นคอนเดนเซอร์จะจ่ายประจุที่รับไว้ไปยังขดลวดจุดระเบิด ทำให้เกิดสนาม
แม่เหล็กบานตัวขึ้นในวงจรไพรมารีของขดลวดจุดระเบิดและตัดกับขดลวดวงจรทุติยภูมิ เป็นผล
ให้เกิดไฟแรงสูงขึ้นและส่งไปยังหัวเทียนเพื่อจุดระเบิดในที่สุด

ระบบจุดระเบิด



ระบบ C.D.I. เป็นระบบที่ไม่มีทองขาว การจุดระเบิดสามารถกำหนดเลือกได้ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ฟัลเซอร์คอล์ย 2 ชุด จะส่งสัญญาณตามจังหวะรอบเครื่องยนต์ไปยังกล่อง C.D.I. จังหวะจุดระเบิดจะช้าหรือเร็วเป็นไปตามโปรแกรม ซึ่งผลคือการเกิดประกายไฟที่คอล์ยหัวเทียนแรงและแม่นยำ

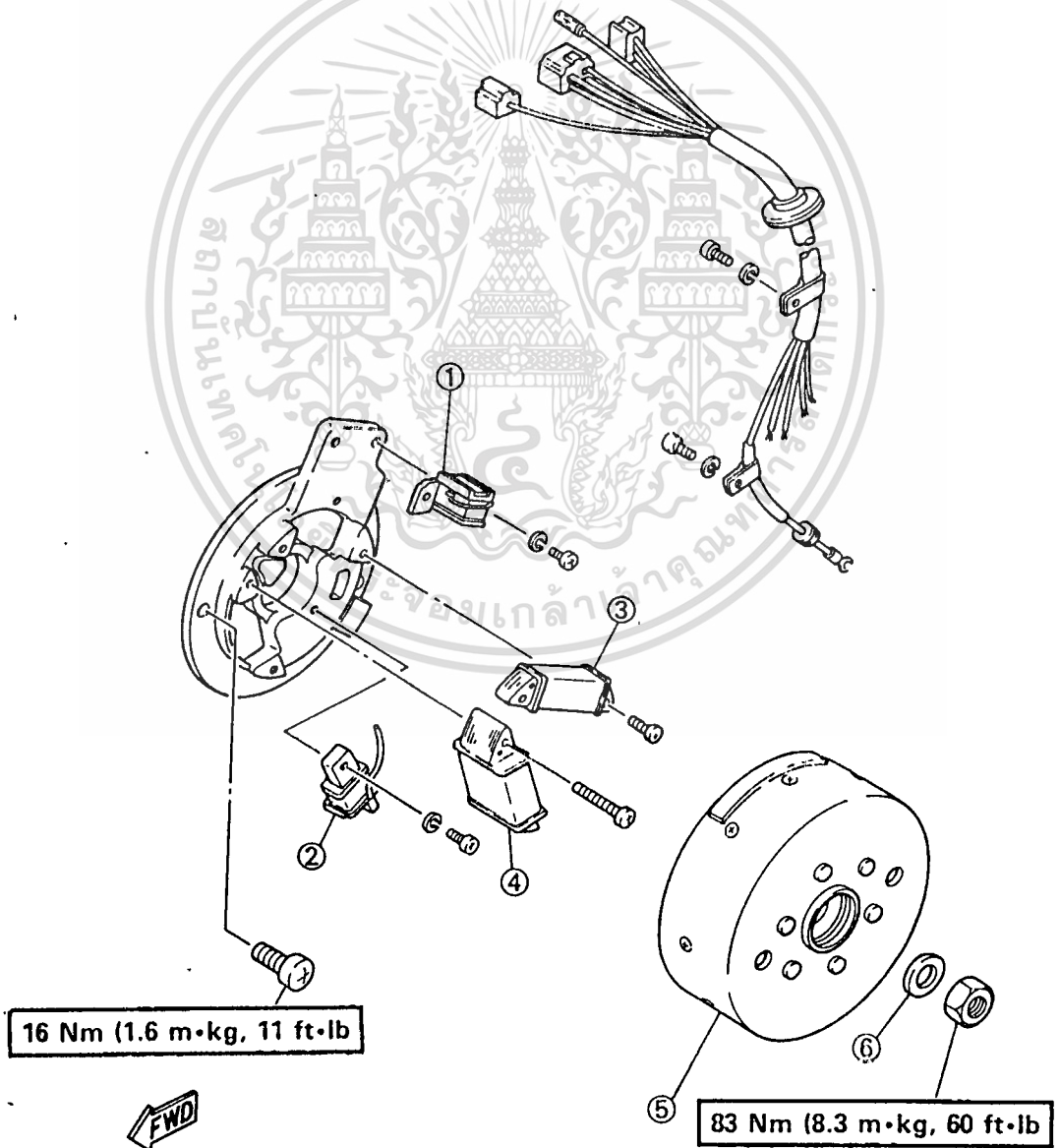


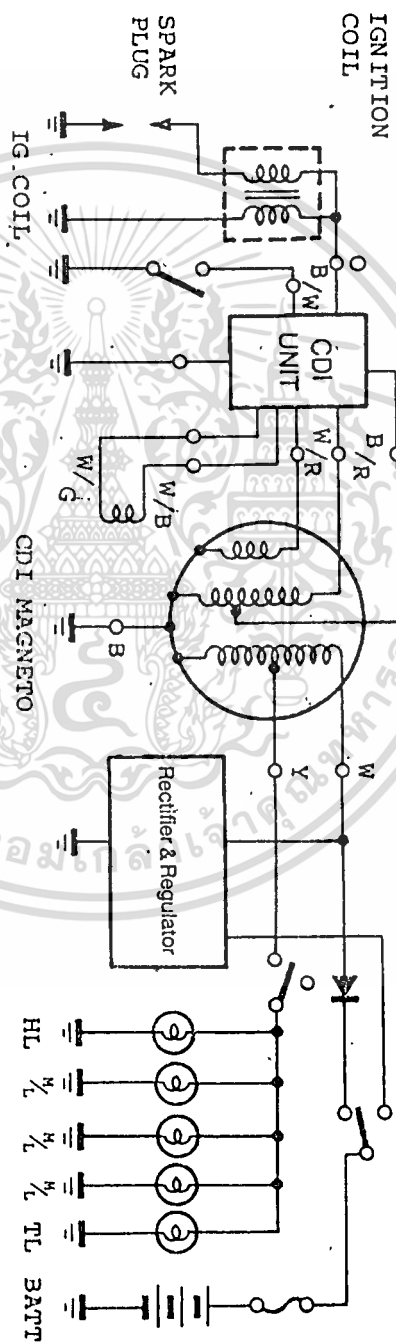
รูปที่ 6.9

การประกอบเครื่องยนต์และการปรับ

ซี.ดี.ไอ. เนเกติโต

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. ฟัลเซอร์คอยล์ (นอก) | 2. ฟัลเซอร์คอยล์ (ใน) |
| 3. ชาร์จคอยล์ | 4. คอยล์แสง/คอยล์ชาร์จ |
| 5. ล้อแม่เหล็ก | 6. เพาเวอร์ |





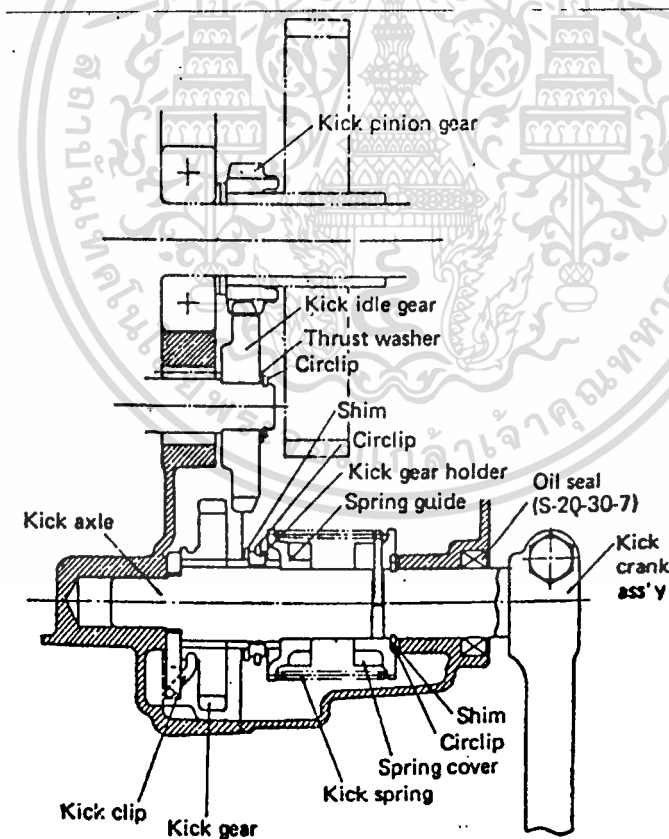
รูปที่ 6.11

ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์

ระบบสตาร์ททำหน้าที่หมุนเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานปกติ

วิธีการสตาร์ท

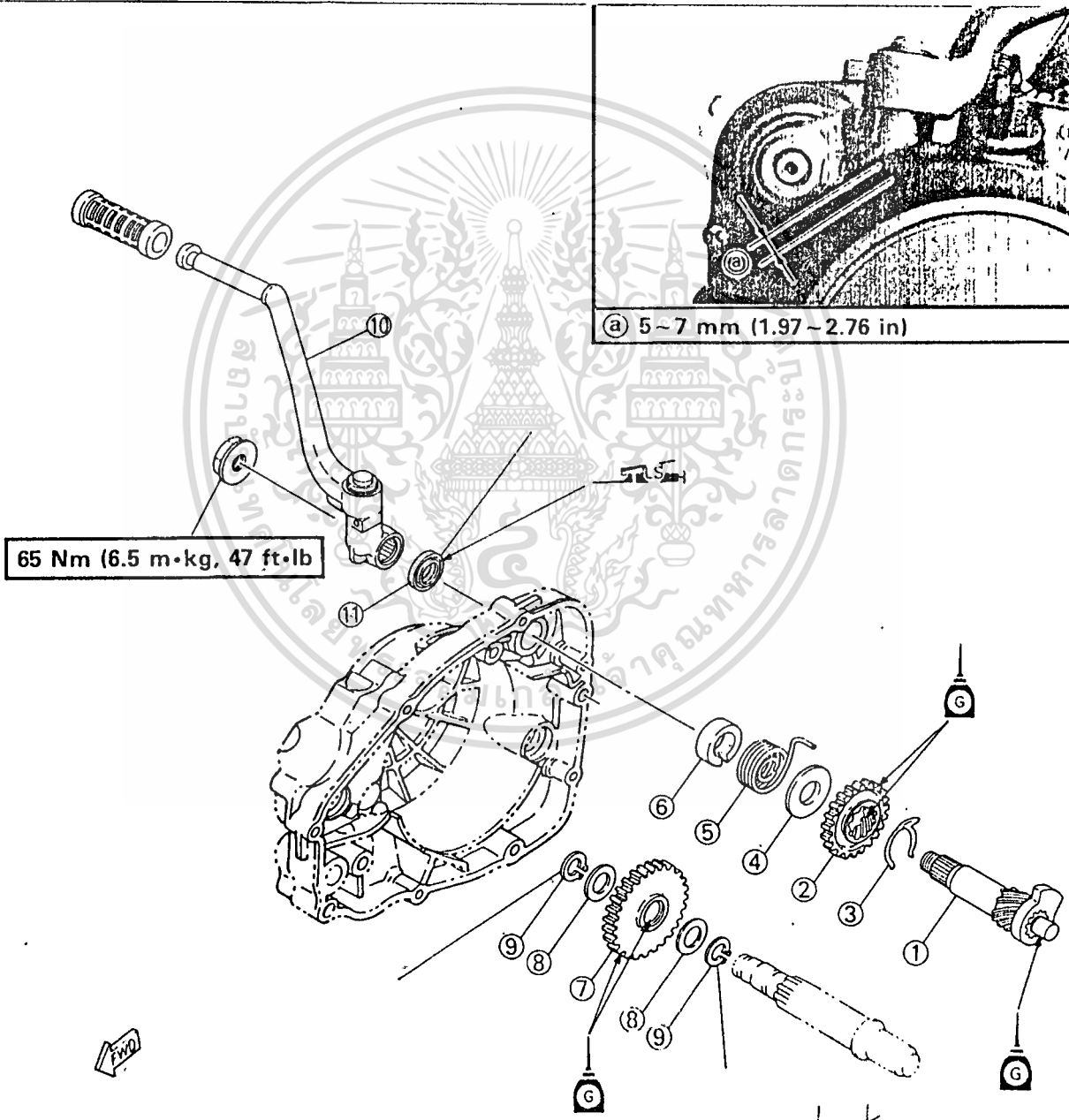
วิธีสตาร์ทที่เป็นแบบใช้เท้าถีบ การสตาร์ทที่ใช้เท้าถีบจะเป็นระบบเมคคานิค ทำงานทางเคียวขณะถีบ และจะฟรีเมื่อปล่อยเท้า ขณะที่ใช้เท้าถีบนั่นเฟืองของสตาร์ท (Kick starter Pinion) จะขับเฟือง Counter shaft ซึ่งใช้เฟืองใหญ่ขับเฟืองเมน (Main shaft) ทำให้เฟืองตาม (Primary driven gear) หมุนขับและส่งกำลังให้เฟืองขับ (Primary drive gear) หมุนให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลง สามารถขับเครื่องยนต์ให้หมุนได้



ระบบสตาร์ทใช้เท้าถีบของรถยามาฮ่า

แกนสตาร์ทและเฟืองสตาร์ท

- | | | |
|------------------|---------------|---------------|
| 1. แกนสตาร์ท | 5. สปริง | 9. คลิปล็อก |
| 2. เฟืองสตาร์ท | 6. บูช | 10. คันสตาร์ท |
| 3. คลิปล็อกเฟือง | 7. เฟืองสะพาน | 11. ซีล |
| 4. แหวนรอง | 8. แหวนรอง | |



บทที่ 7

เบรก

Brake

ยานยนต์ที่วิ่งบนท้องถนนจะมีพลังในการขับเคลื่อนให้รถเคลื่อนที่มาก ในขณะที่เดียวกันถ้าจะหยุดการเคลื่อนที่ขณะที่มีความเร็วสูงนั้น จะเป็นไปได้ยาก นอกจากใช้ระบบเบรกเท่านั้นจึงจะหยุดได้ ระบบเบรกเป็นการเปลี่ยนพลังงานจลน์ เป็นความร้อนโดยการเสียดสี (ความฝืด) และกระจายความร้อนไปยังอากาศรอบนอก ซึ่งกำลังเบรกที่ใช้ในรถมีทั้งแบบแมคนิค และแบบไฮโดรลิก ซึ่งผู้ขับขี่สามารถที่จะบังคับฝักเบรก (shoe) หรือ แผ่นจานกลม (Disc) ของวัสดุที่มีความฝืด เข้ายึดจับกับครัม (Drum) ที่เป็นเหล็กกล้า หรือ แผ่นจานกลม (Disc Brake) ให้รถหยุดได้

ทฤษฎีการทำงานของเบรก (Theory of Brake Action)

การหยุดรถ: ยานยนต์ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบเบรกและการใช้ยางล้อกับพื้นถนน ถ้าเหยียบห้ามล้อแรงเกินไปในขณะรถวิ่งเร็ว ๆ จะทำให้ล้อเลื่อนไถลขณะที่ถูกและทำให้วงล้อด้วย ขณะเดียวกันก็จะเกิดอันตรายได้ เพราะรถจักรยานยนต์มักจะโอนเอียงไปข้างหน้าระบบรองรับจะยุบตัว ส่วนประกอบทางล้อหลังจะหดตัวเกิดระยะ wheel base ระหว่างล้อหน้าและหลังผิดไป การควบคุมรถเป็นไปได้น้อยซึ่งจะเกิดอันตรายได้ ดังนั้นในการหยุดรถจึงไม่ควรเหยียบเบรกอย่างกะทันหัน หรือเหยียบแรงเกินไป

ผ้าเบรก (Brake lining)

ผ้าเบรกทำด้วยใยหิน (asbestos) แร่ผสม รวมกับเส้นใยพิเศษอัดแน่นเข้าด้วยกัน ผ้าเบรกบางชนิดทำด้วยเส้นด้ายใยหินทอรวมกันและเส้นลวดทองแดงละเอียด และยังรวมอย่างอื่นเพิ่มอีก ทำให้ผ้าเบรรมีคุณสมบัติดีขึ้น ทนน้ำ คงทน ไม่สึกกร่อน และทนต่อการเสียดสี

การสึกกร่อนและการเสียดสีของเบรก (Brake Fade and Glazing)

เมื่อผ้าเบรกร้อนเกินไปมันจะเสียบทคุณสมบัติในการเสียดสีไปบ้าง แม้จะกดทับเบรกเต็มที่ ทำให้ผ้าเบรกเสียดสีมากเกินไป การเบรกครั้งใดไม่เต็มที่เท่าที่ควร

การทำงานระหว่างฝักเบรกับครัม เป็นสิ่งสำคัญมากที่จะทำให้การเบรรมีประสิทธิภาพ วัสดุอ่อนมีความฝืดสูง ทำให้ผ้าเบรกดจับผิวหน้าเรียบและแข็งของครัม จะทำให้เกิดความฝืดสูงสุด และจะทำให้เกิดความร้อนขึ้น การอัดคิแน่นกับครัมที่กำลังหมุนด้วยความเร็วผ้าเบรกจะสึกกร่อน

หลุดกระจายออกจากฝักเบรคเป็นเศษผง ขณะนั้นมันจะเกิดเป็นฝุ่นตอเล็ก ๆ ระหว่างฝักเบรคกับดรัม ซึ่งจะทำให้มีความฝืด และความร้อนมาก การเบรครถจะดีขึ้น

ชนิดของเบรค (Brake Configurations)

- ดรัมเบรค (Drum brake)

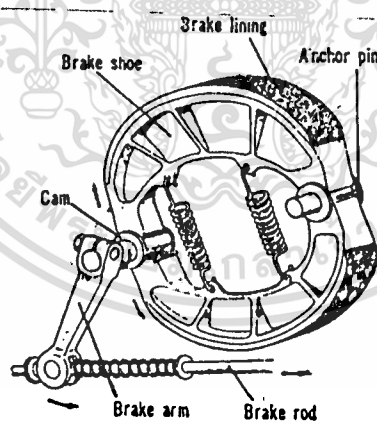
ดรัมเบรค (Drum brake)

ดรัมเบรคประกอบด้วย ฝักเบรค (Shoes) ผ้าเบรค (Brake lining) ดรัม (Drum) สายและกลไก (Brake Cable and Mechanism) ใช้กับล้อหลัง โดยมีลักษณะการทำงานเป็น

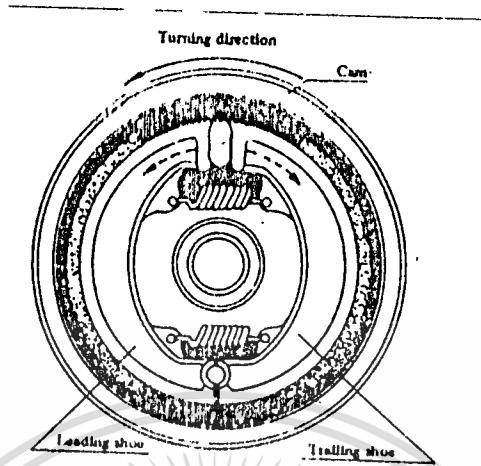
1. แบบ Single leading shoe

แบบ Single leading shoe

เป็นแบบที่ฝักเบรค 2 ตัว มีลูกเบี้ยว (Cam) ตัวเดียว ทำหน้าที่ดันฝักเบรคให้ทำงานภายในดรัม และจะมีเดือยยึดอยู่กับที่ (Pivot points)



รูปที่ 7.1



รูปที่ 7.2 เบรคที่มีลูกเบี้ยว 1 ตัว

การทำงาน

ในขณะที่ทำการห้ามล้อ ลูกเบี้ยว จะดันฝักเบรคด้านหน้า **leading shoe** และ ฝักเบรคด้านหลัง **Trailing shoe** เข้าอัดตัวกับครีมนซึ่งหมุนย้อนทางเข็มนาฬิกา (ตามรูป) การทำงานแบบนี้ทำให้ฝักเบรคอัดตัวเองเข้าไป เพราะเมื่อยังกดเบรคมากขึ้นเท่าใด ฝักเบรคก็就会被บังคับอัดตัว เข้ากับครีมนมากขึ้นเท่านั้น ถ้าหากพิจารณาการทำงานของฝักเบรคทั้งคู่จะทำงานพร้อมกัน แต่ความจริงแล้วไม่เป็นเช่นนั้น ทั้งนี้เพราะฝักเบรคด้านหน้า ทำงานในทิศทางเดียวกับการหมุนซึ่งมีแรงเสริมจะทำงานเร็ว ส่วนฝักเบรคด้านหลังทำงานตรงข้ามกับการหมุนจะเกิดแรงต้านทำงานช้ากว่า

อนึ่งฝักเบรคด้านหลัง **Trailing shoe** จะทำงานเป็นด้านหน้า **leading shoe** ทันทีในขณะที่รถเลื่อนถอยหลัง หรือ จอดหยุดนิ่งบนทางลาดชัน เพราะล้อที่เคลื่อนที่จะพยายามที่จะหมุนย้อนทิศทางทำให้เกิดความฝืดมากขึ้น ด้วยเหตุนี้รถจักรยานยนต์โมโตครอส จึงนิยมใช้เบรคแบบ **single leading shoe** กับล้อหน้าและหลัง นอกจากนี้มีน้ำหนักรเบรค เป็นชนิดธรรมดา มีราคาถูกกว่าแบบอื่น ๆ ด้วย

บทที่ 8

ระบบท่อไอเสีย

Exhaust System

ระบบท่อไอเสียของรถยนต์ที่ 3 อย่าง คือ

1. ไล่ไอเสียออกมาในจังหวะคาย

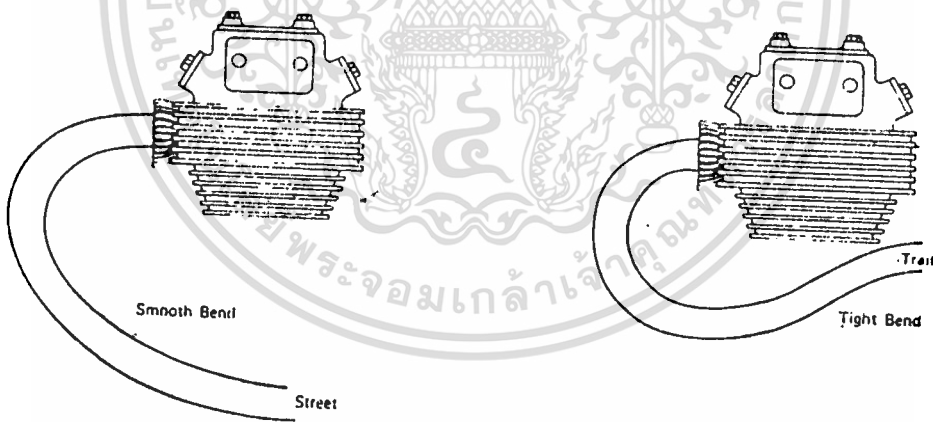
2. เติมกำลังของเครื่องยนต์

3. ลดเสียงดังของเกส

และได้มีการพัฒนาโดยต้องการให้กำลังเพิ่มขึ้น และทำให้เสียงดังลดลง ดังนั้น

การออกแบบและการติดตั้งถือเป็นเรื่องสำคัญ

มีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบในการติดตั้งท่อไอเสียสูง และต่ำของรถทั้งรูป



รูปที่ 8. 1

จากรูป รูปด้านขวา คือท่อไอเสียของโปรเจกต์นี้

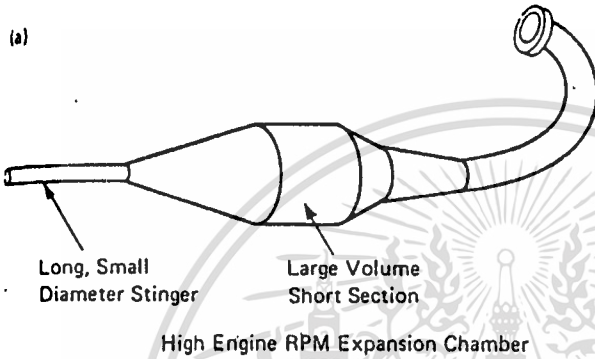
คือ ข้อได้เปรียบ มันจะไม่ชน สดุดก่อนหิน ตอไม้ เมื่อวิ่งทางขรุขระ ข้อเสีย

เปรียบคือ ทามปกติ ท่อสูงจะโค้งตรงไปใกล้ระกับกับไอเสียที่จะออกมาจากกระบอกสูบ จึงทำให้

การไหลของไอเสียออกมาไม่สะดวกทำให้กำลังลดลง ท่อไอเสียที่โค้งและชนกันไปกับก้นจะดู

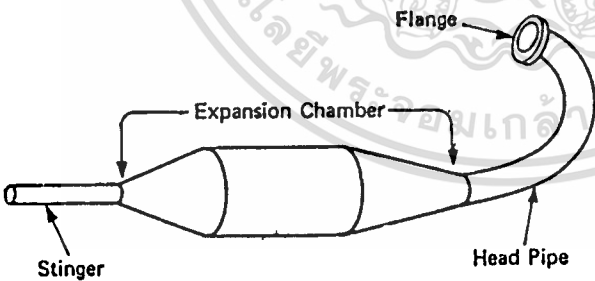
สวขงามและมีผลให้กำลังเพิ่มขึ้นกว่าท่อไอเสียสูง

ท่อไอเสียที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ ท่อสั้นจะให้กำลังมาก ส่วนท่อไอเสียที่เส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก ท่อยาว (ดังที่รถยนต์ใช้) จำให้กำลังตกต่ำกว่าท่อที่มีขนาดกลาง ดังนั้นข้อควรปรับปรุงท่อไอเสียนี้ควรตัดแปลง หรือ เปลี่ยนใหม่ให้เป็นดังรูป



รูปที่ 8.2

เพราะท่อไอเสียแบบนี้ใช้กับเครื่องยนต์รอบสูง และความเร็วสูง นั่นคือ ตรงกลางใหญ่สั้น ส่วนปลายท่อไอเสียใช้ท่อเล็กและยาว หรือ แบบรูป 8.3



รูปที่ 8.3

ท่อไอเสีย เรซซิ่งแฮมเบอร์

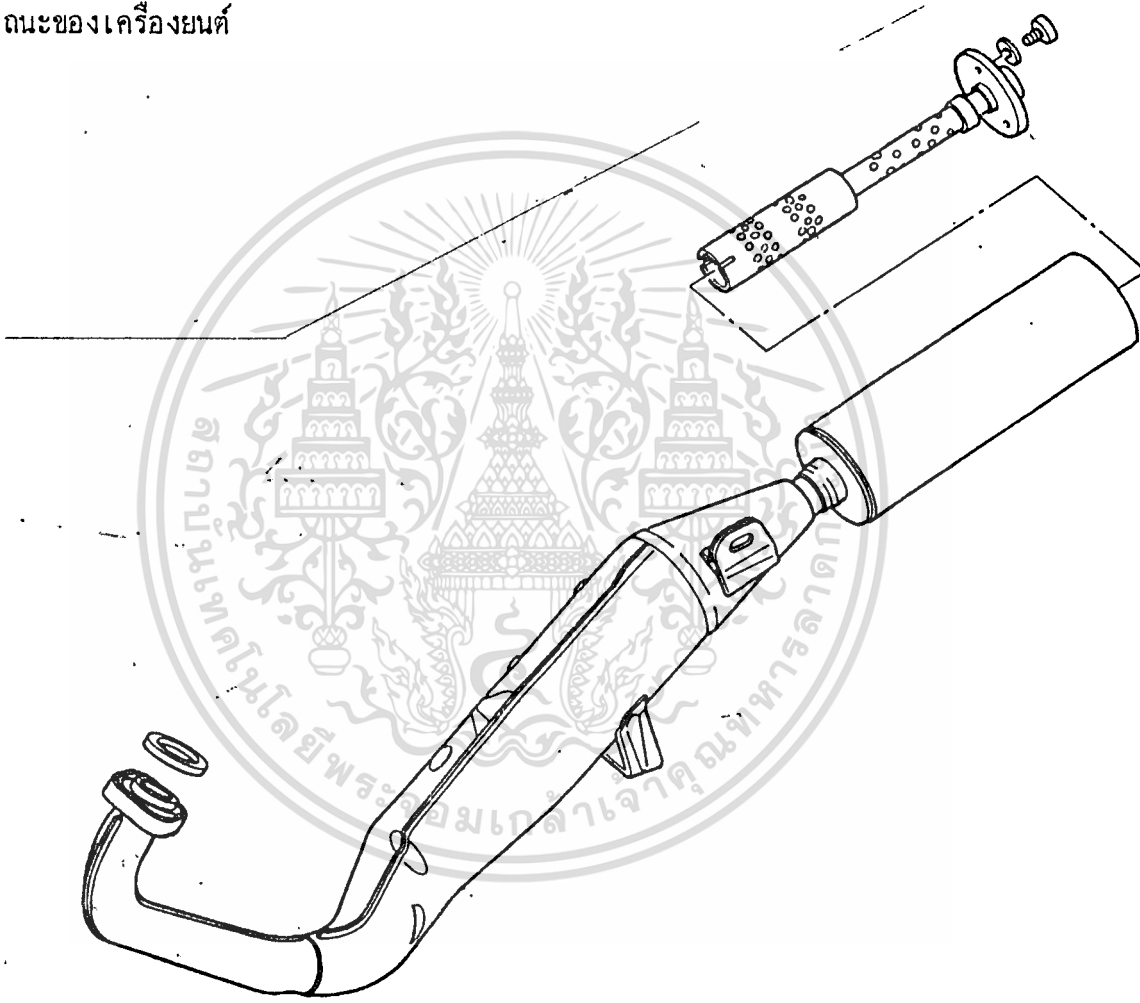
ระบบท่อไอเสียชนิดเดียวกับที่ใช้ในรถแข่ง

ระบายไอเสียได้อย่างรวดเร็ว พร้อม

ติดตั้งโซเลนอยด์ เพื่อลดเสียงให้เบาลง

และออกแบบโดยเฉพาะในการเพิ่ม -

สมรรถนะของเครื่องยนต์



FWD

ระบบส่งกำลัง

Transmission System

ระบบส่งกำลังคือ การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ ผ่านคลัทช์ ผ่านเกียร์ไปยังเพลาและ
ส่งกำลังขับไปยังล้อทำให้รถเคลื่อนที่

คลัทช์ (Clutch)

คลัทช์ตั้งอยู่ระหว่างเครื่องยนต์กับกระปุกเกียร์ ซึ่งคลัทช์จะมีแผ่นจานสำหรับเกิด
ความฝืด และแผ่นเหล็กเหนียวหลายแผ่น แผ่นจานความฝืดเหล่านี้จะถูกสลักกับกับแผ่นเหล็กจานขับ
ที่ติดอยู่กับคัมคลัทช์ มีเฟืองอยู่ข้างนอก และมีแผ่นจานที่ถูกขับติดอยู่กับเกียร์

คลัทช์ทำหน้าที่ตัด-ต่อการส่งกำลังระหว่างเครื่องยนต์กับเกียร์ เพื่อให้สามารถเข้า
เกียร์ แตรกจักรยานยนต์เล็กที่ใช้คลัทช์อัตโนมัติ ในความเร็วต่ำคลัทช์จะถูกทำให้สาร์ทรถได้ และ
จะต่อเมื่อความเร็วสูงขึ้น

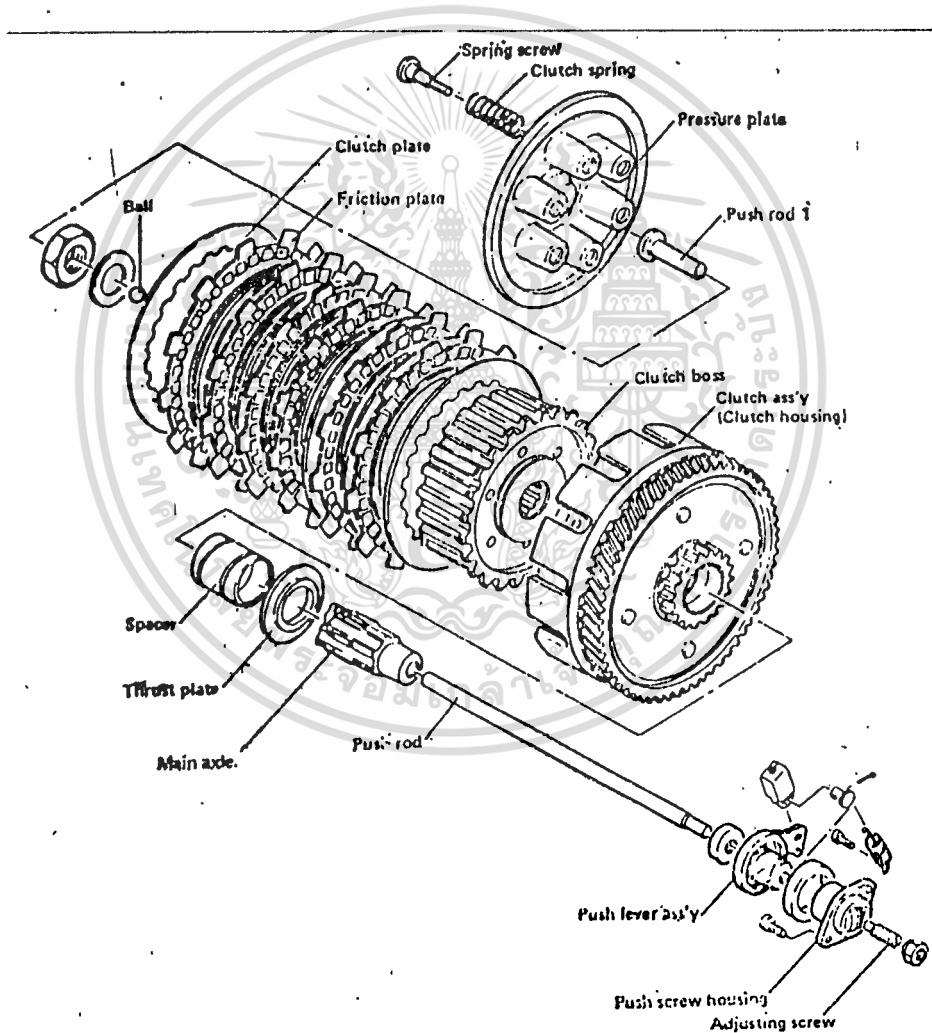
คลัทช์แบบมือ Manual Type

เป็นแบบเปียกแผ่นคลัทช์หลายแผ่น แบบครึ่งภายใน (wet multidisc inner
pesh type clctch)

โครงสร้าง (Construction)

เฟืองขับตัวแรก (Primary drive gear) จะสวมอยู่บนเพลาข้อเหวี่ยงและขับกับ
เฟืองตามตัวแรก (Primary driven gear) ซึ่งติดเป็นชุดเดียวกันกับชุดเรือนคลัทช์
(Clutch housing) ตัวเรือนคลัทช์จะถูกเจาะช่อง (Slots) เอาไว้รอบ ๆ เพื่อที่
จะให้แผ่นคลัทช์ (Clutch plate) และแผ่นความฝืด (Friction plate) เคลื่อนที่เข้า
ออกได้ในขณะที่ทำงาน (ตัด-ต่อ และเคลื่อนที่เข้าออกตามแนวแกนเพลา) โดยเมื่อตัดจะแยกออก

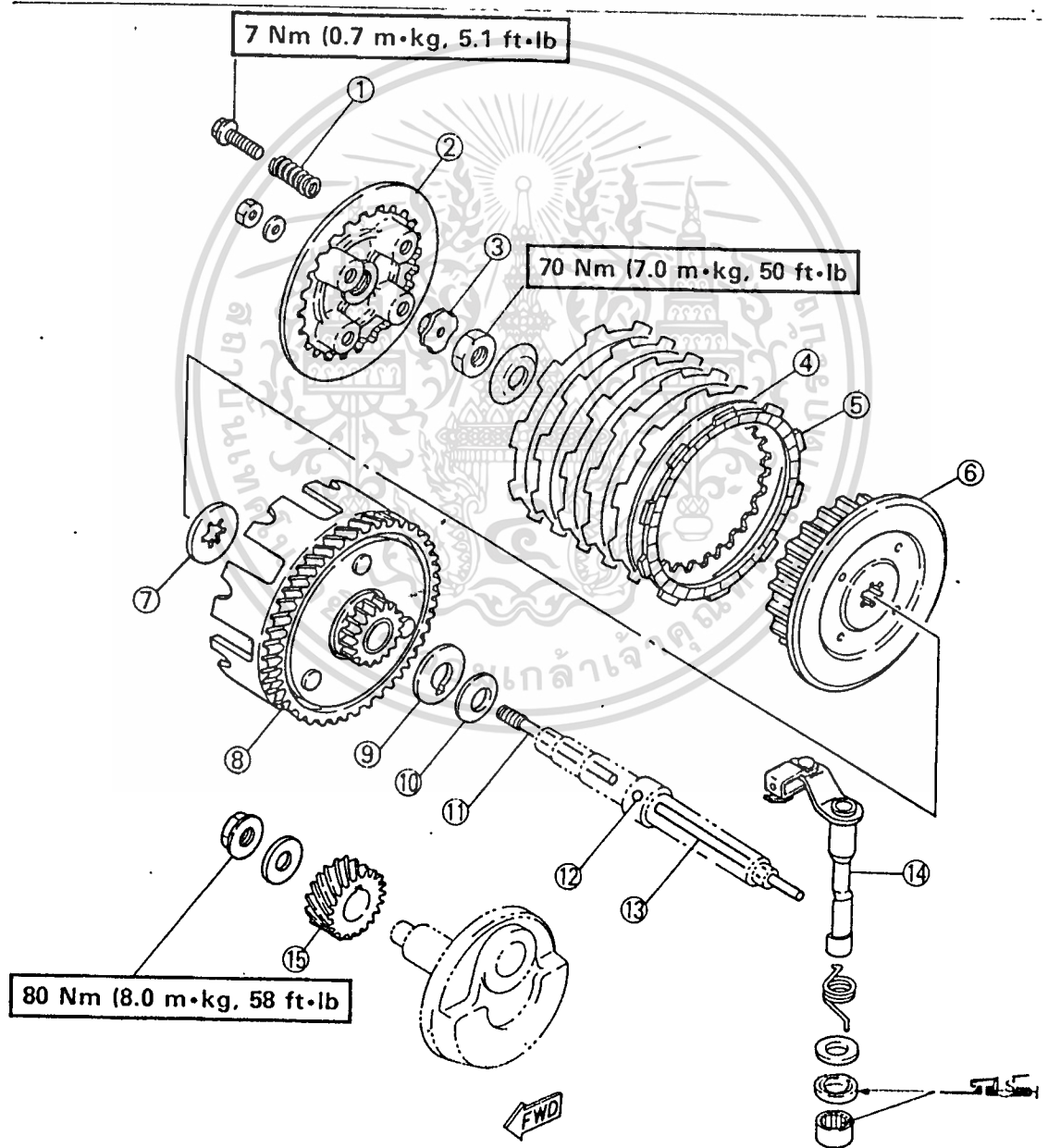
และเมื่อต่อจะบีบเข้าทั้งแผ่นคลัทช์และแผ่นความฝืดจะวางสลับกันไป ภายในขอบแผ่นทั้ง 2 ดังกล่าว จะมีฟันอยู่ภายในสำหรับสวมขบกับ Clutch Boss เคลื่อนที่เข้าออกตามแนวร่องฟัน (แนวแกนเพลาเช่นเดียวกัน) และจะถูกกดเข้าด้วยก้านด้วยสปริงกดคลัทช์ (Clutch Spring) ภายในของตัว Clutch Boss จะมีร่องฟัน (Spline) เพื่อส่งกำลังในการขับให้กับเพลาส่งกำลัง โดยต่อกับไกรวมกับก้านกด (Push Pod) ของชุดกลไกคลัทช์ ดังรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1

ส่วนประกอบของคลัทช์มีดังรูป

- | | | |
|-----------------------|--------------------|------------------------|
| 1. สปริงคลัทช์ | 6. เสือคลัทช์ตัวใน | 11. แตนกระทุ้งคลัทช์ 1 |
| 2. แผ่นกดคลัทช์ | 7. เหวนรอง | 12. ลูกปืน |
| 3. แผ่นปรับตั้งคลัทช์ | 8. เสือคลัทช์ | 13. แตนกระทุ้งคลัทช์ 2 |
| 4. แผ่นเหล็ก | 9. เหวนรอง | 14. ขาคันแตนกระทุ้ง |
| 5. แตนคลัทช์ | 10. เหวนสปริง | 15. เฟืองขับ |



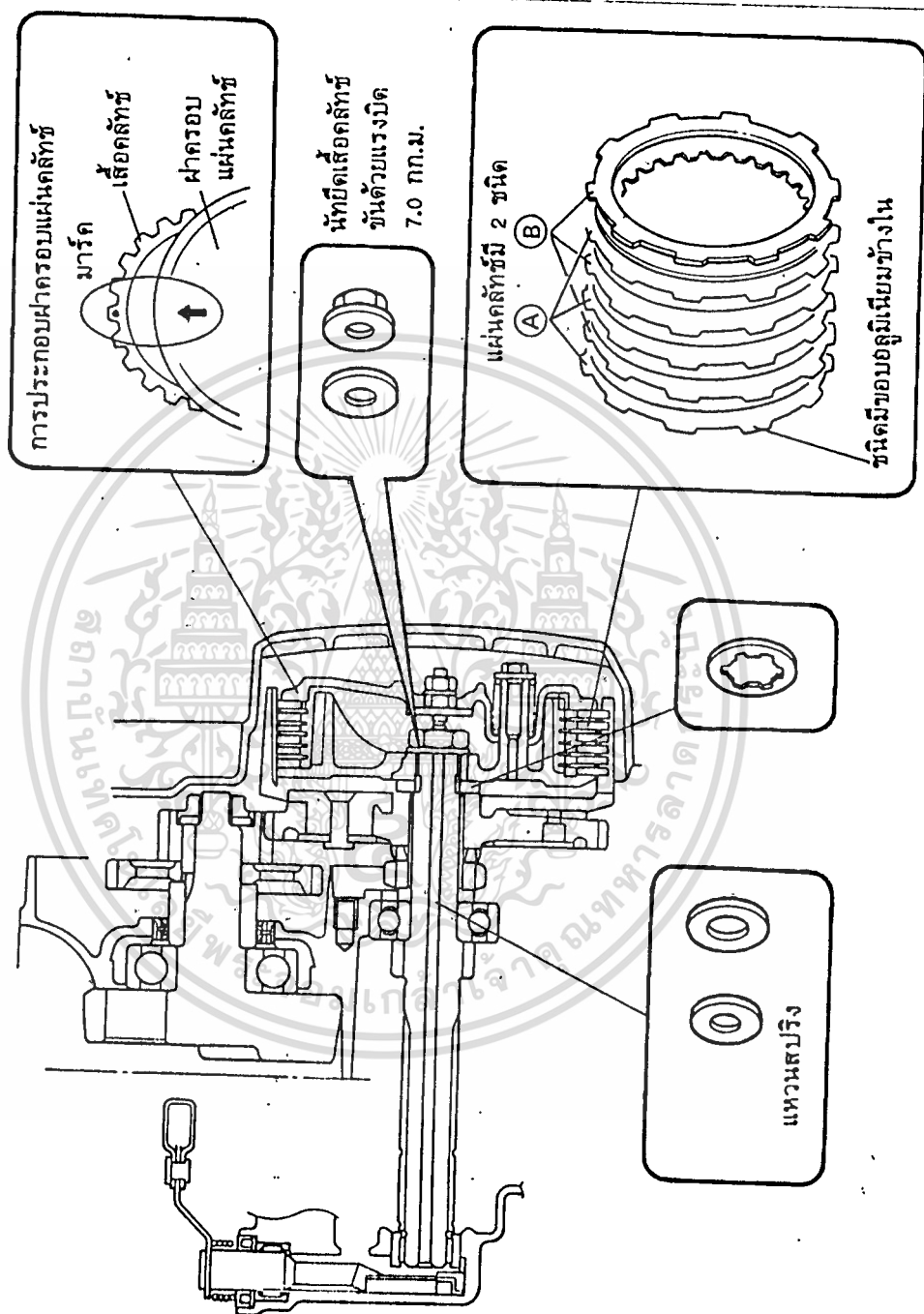
ระบบคลัทช์ (Clutch)

จุดตรวจสอบและปรับ (Check Points)



หมายเหตุ การปรับสายคลัทช์ และชุดคลัทช์พร้อมกัน

รูปที่ 9.3



รูปที่ 9.3 (ต่อ)

การส่งกำลัง

การนำมาใช้งาน :

1. เฟืองขับตัวเล็กขับเฟืองตามตัวใหญ่จะได้แรงบิดมากและความเร็วต่ำ (เกียร์ต่ำ)
2. เฟืองขับและเฟืองตามขนาดเท่ากันจะได้แรงบิดและความเร็วเท่าเดิม (เกียร์สูง)
3. เฟืองขับตัวใหญ่ขับเฟืองตามตัวเล็ก จะได้แรงบิดต่ำมากและความเร็วสูงมาก (เกียร์สูงมาก)

เกียร์แบบคอนสแตนท์เมช (Constant-mesh transmission)

เกียร์ในจักรยานยนต์โดยทั่วไปแล้ว จะเป็นแบบคอนสแตนท์เมช (แบบขบกันตลอดเวลา) โดยเฟืองเกียร์ชุดที่อยู่บนเพลาคตาม ซึ่งเรียกว่า Main Shaft Gears จะขบกับเฟืองเกียร์ชุดที่อยู่บนเพลาชับซึ่งเรียกว่า Drive Shaft Gears ตลอดเวลา แต่จะยังไม่มีการถ่ายทอดกำลังงาน เพราะเฟืองเกียร์ขบกันดังกล่าว ลอยตัวอยู่บนเพลาโดยอิสระจนกว่าจะมีการเขี่ยเลื่อนเฟืองเกียร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเฟืองสะพานไปขบกัน จึงจะมีการถ่ายทอดกำลังงานจากเกียร์ผ่านเพลาเพื่อส่งไปใช้งานต่อไป

การเลื่อนและเลือกเกียร์ (Gear Shifting and Selection)

การเลื่อนเข้าเกียร์ในจักรยานยนต์เพื่อที่จะเปลี่ยนเกียร์ไปในตำแหน่งเกียร์ต่าง ๆ ตามที่ต้องการนั้น จะเห็นว่าลักษณะในการเลื่อนจะต้องเลื่อนไปในแนวแกนแต่ละเกียร์ของจักรยานยนต์เป็นลักษณะในการเคลื่อนที่ในแนววงกลม ดังนั้นจึงต้องมีการถ่ายทอดการเคลื่อนที่จากแนววงกลมเป็นแนวแกน

กลไกของคันเกียร์ Shifter Mechanism

ดังที่ได้อธิบายมาแล้วว่าคันเลื่อนเข้าเกียร์ของจักรยานยนต์ ทำงานในลักษณะวงกลม (ในแนวรัศมี) แต่การเลื่อนเข้าเกียร์ต้องเลื่อนในแนวแกน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดหาอุปกรณ์หรือส่วนที่จะช่วยให้เกิดการถ่ายการเคลื่อนที่ จากแนวรัศมีมาเป็นการเคลื่อนที่ตามแนวแกนอุปกรณ์ที่เวลานี้คือ คันเขี่ยซึ่งทำงานสัมพันธ์กับลูกเบี้ยว

กลไกของคันเกียร์แบ่งออกเป็น

- แบบปดกเลื่อน (Shift Drum Type)
- แบบลูกปืนกลม (Ball Lock Type)

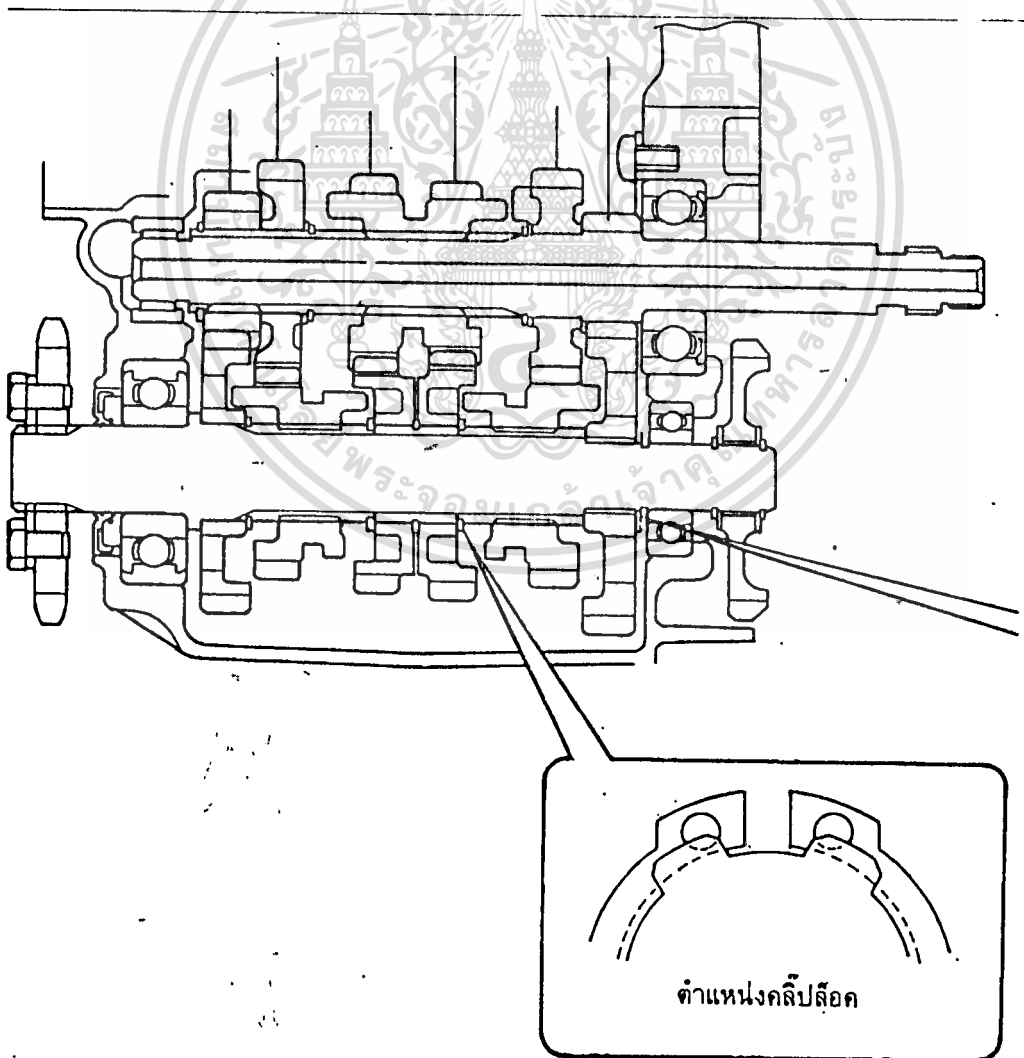
แบบปลดล็อกเลื่อน

กลไกแบบนี้จะเป็นคันเหยี่ยสูงต่ำต่างระดับรอบ ๆ ในแนวรัศมีร่วมกับเฟืองเกียร์แบบดาว (Star gear) เมื่อเลื่อนคันเกียร์ คันเหยี่ยดังกล่าวก็จะไปเลื่อนชุดก้ามปูซึ่งอยู่ต่างระดับก่อนหลัง และเมื่อเปลี่ยนไปตำแหน่งอื่นก็จะมีสปริงช่วยคันตำแหน่งเดิมออก

แบบลูกปืนกลม (Ball Lock Type)

จะเห็นว่าหลักการทำงานของแบบนี้ทำความเข้าใจง่าย เพียงแต่แผ่นเลื่อนลูกเบี้ยว (Shifter cam plate) เคลื่อนก็จะไปดึงให้คันเลื่อน (Shifter rod) เคลื่อนแผ่นเลื่อนคันให้ลูกปืนล็อกตามตำแหน่งเกียร์ ที่เลือก

ระบบเกียร์





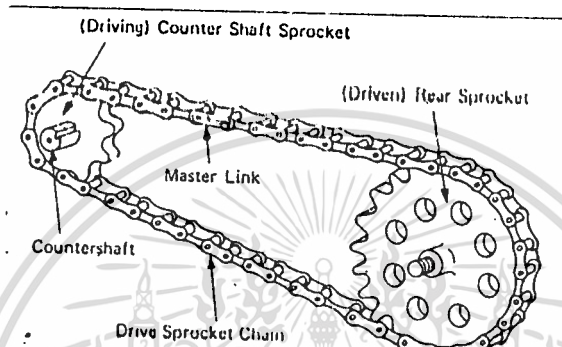
รูปที่ 9.4 <ตัวอย่าง 7>

อุปกรณ์เครื่องขับโซ่ (Chain Drive Component)

อุปกรณ์เครื่องขับของระบบขับโซ่จะเป็นจานเฟืองด้านหน้าหรือสเทอหน้าติดอยู่กับกะปุกเกียร์ ทำด้วยเหล็กกล้าแข็งมีฟันเฟืองอยู่ 12-23 ฟัน และจะมีเฟืองหลังหรือสเทอหลังมีฟันประมาณ 30-72 ฟัน โซ่จะโยงติดอยู่กับสเทอหน้าและสเทอหลัง การขับเคลื่อนกำลังจากเครื่องยนต์ผ่านเกียร์เข้าสเทอหน้า ผ่านโซ่ ผ่านสเทอหลัง ต่อไปยังล้อ โซ่ที่ใช้มีขนาดที่แตกต่างกัน ตามความเหมาะสมกับผู้ใช้

โซ่ได้ถูกปรับปรุงมาจากสายพานหนัง ซึ่งใช้กับรถไถร้อมที่มีล้อขับเคลื่อนและใช้กับรถในการค้า

กว้างขวาง และในรถจักรยานยนต์ได้นำโซ่มาขับเคลื่อนสุดท้าย โดยโซ่ทำเป็นลูกกลิ้งเป็นข้อ ๆ มีแผ่นเหล็กด้านในและด้านนอก มีเดือร้อยปลอกแหวนบังคับ แหวนที่บังคับจะเป็นแม่ทาบ (Master link) เพื่อต่อปลายของโซ่ให้เป็นข้อ ๆ เข้าด้วยกัน หรือจะใช้หมุดย้ำให้แน่นด้วยเครื่องมือพิเศษ โซ่ได้รับการหล่อลื่นด้วยน้ำมัน แต่ก็มีบางแบบที่น้ำมันหล่อลื่นถาวรในตัวเองได้ และไม่ต้องกังวลในการหยกน้ำมันหล่อลื่น



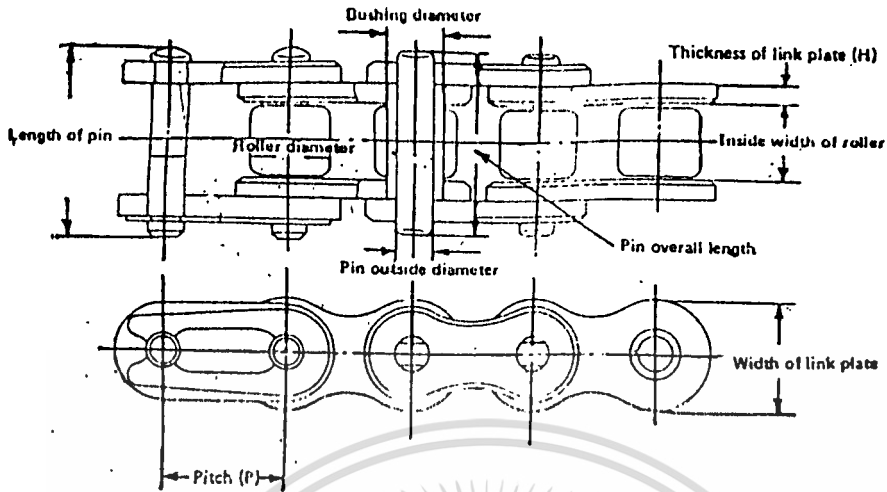
รูปที่ 9.5 ระบบโซ่โซ่ขับ

บางบริษัทได้ปรับปรุงและออกแบบให้รถจักรยานยนต์ใช้โซ่คู่ สร้างเฟืองหน้า และเฟืองสเกอูขึ้นมา การใช้โซ่คู่ปรากฏว่าแข็งแรงมากกว่าแบบเดิม แต่ก็ยังมีโซ่ไม่แพร่หลายนัก เวลาเท่านั้นที่จะช่วยบอกได้ว่าจะนำมาแทนโซ่ข้อ ๆ กับรถใหญ่ได้หรือไม่

โซ่ในยานยนต์ถาดหอนไป จะทำให้หลุดออกจากเฟือง ซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์เสียหายได้ ขณะเดียวกันถ้าโซ่ตึงไป จะทำให้การเสียดสีกับจานเฟืองมากผิดปกติ ดังนั้นจึงควรปรับให้หย่อนประมาณ 1 นิ้ว ถ้าโซ่ได้ นอกจากนั้นจึงหมั่นหล่อลื่นโซ่อยู่เสมอโซ่จะมีอายุใช้งานนานขึ้น

ขนาดของโซ่ (Size of a Chain)

ขนาดของโซ่ของแต่ละบริษัทผลิตจักรยานยนต์ออกจำหน่าย ย่อมมีการให้ขนาดและสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามมาตรฐานญี่ปุ่น JIS (Japanes Industrial Standard) ได้กำหนดเป็นมาตรฐานเดียวกันโดยกำหนดให้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกกลิ้ง ขนาดข้อต่อ ขนาดของสลัก ระยะ Pitch และความแข็งแรงของโซ่ไว้ด้วย ดังรูป ที่ 9.6



นอกจากนี้ยังบอกขนาดโดยระยะ pitch และบอกขนาดของความแข็งแรงของโซ่ด้วย

DID	Maker's Name	Daido Kogyo Co., Ltd.
5	Pitch	$1\frac{1}{2}'' = 5$
3	Inside width of roller link	$\frac{3}{8}'' = 3$
O		
H	Thickness of link plate	Heavy type, 2.4 mm thick
T	Shapes of pin and bushing	Pin and bushing are stepped so that they are kept in position.

Nominal No	Pitch		Roller outside diameter	Roller link inside width	Pin			Link plate		Breaking load (kg)
	mm	in.			Outside diameter	Overall length	Overall length of joint pin	Thickness	Width	
DID 420	12.70	1/2	7.77	6.35	3.96	14.70	16.50	1.50	12.0	1,600
DID 428	12.70	1/2	8.50	5.94	4.50	16.45	17.85	1.50	12.0	1,900
DID 52Q	15.875	5/8	10.16	6.35	5.08	17.25	18.65	2.00	15.1	2,700
DID 52S	15.875	5/8	10.16	7.94	5.08	18.55	20.28	2.00	15.1	2,700
DID 530	15.875	5/8	10.16	9.53	5.08	21.75	23.38	2.40	15.1	2,760

การบอกขนาดโซ่มาตรฐาน JIS

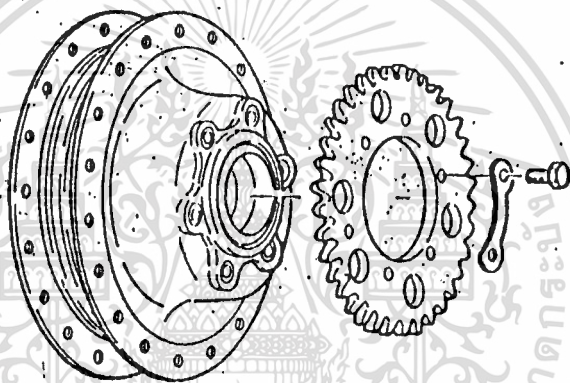
รูปที่ 9.6

สเฟอรอล (wheel Sprocket)

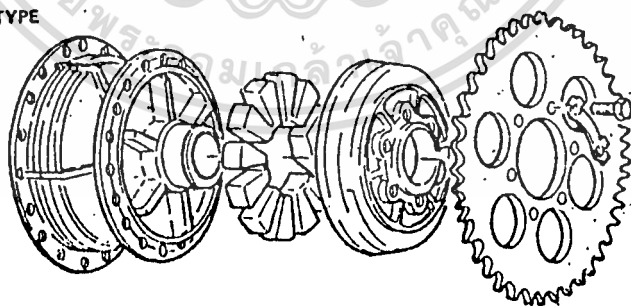
สเฟอรอลเป็นหัวเก๋งของระบบเก๋งกำลัง ซึ่งต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับกำลัง

ในการส่งผ่านไปขับเคลื่อนล้อหลังได้ อย่างไรก็ตามความแข็งแรงนี้เป็นผลให้ต้องใช้วัสดุที่แข็งแรงตามมาด้วย ซึ่งเมื่อทำงานร่วมกับโช้แล้ว จะเบียดกันและเกิดการสึกหรอ จากเหตุผลดังกล่าวนี้จึงต้องใช้วัสดุที่อ่อนกว่าโช้ทำสเตอร์ เช่น เหล็กหล่อชุบผิวแข็ง(Hardened Carbon Steel) หรือ เหล็กโครม-เพลท (Chrome-Plate Mild Steel) ฯลฯ สเตอรอล นอกจากจะทำหน้าที่รับกำลังขับจากโช้แล้วยังทำหน้าที่ลดความเร็วในการขับเคลื่อน (Speed Reduction) หรือ เพิ่มอัตราทดเพื่อให้แรงบิดเพิ่มขึ้นนั่นเอง โดยทั่วไปแล้วสเตอร์จะต่อยึดเข้าโดยตรงกับคุมล้อ (Wheel Hub) หรือ ต่อผ่านชุดยึดหมุนก่อนจะต่อเข้ากับคุมล้อ เพื่อลดแรงกระชากซึ่งเกิดจากการเข้าเกียร์และการออกเกียร์

UN-DAMPED TYPE



DAMPED TYPE



รูปที่ 9.6

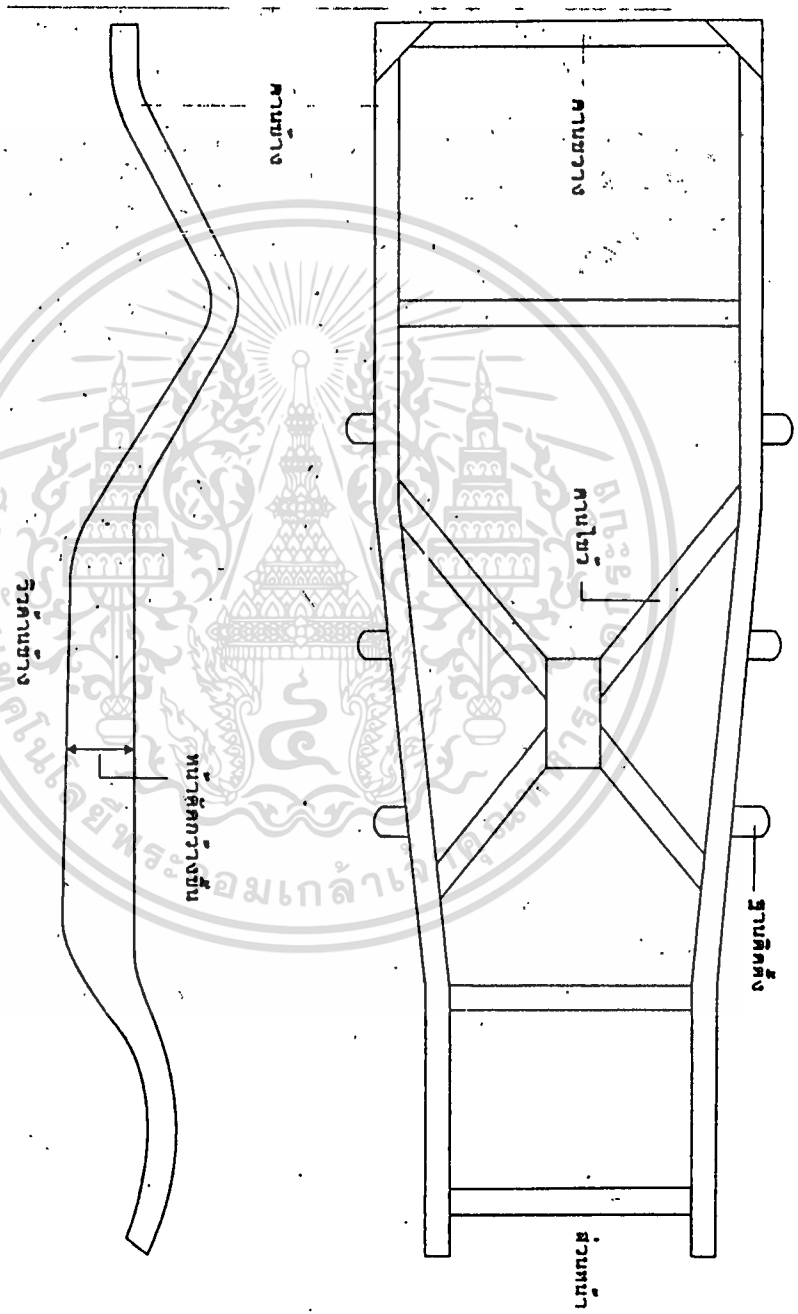
โครงสร้างรถยนต์

10.1 โครงฐาน

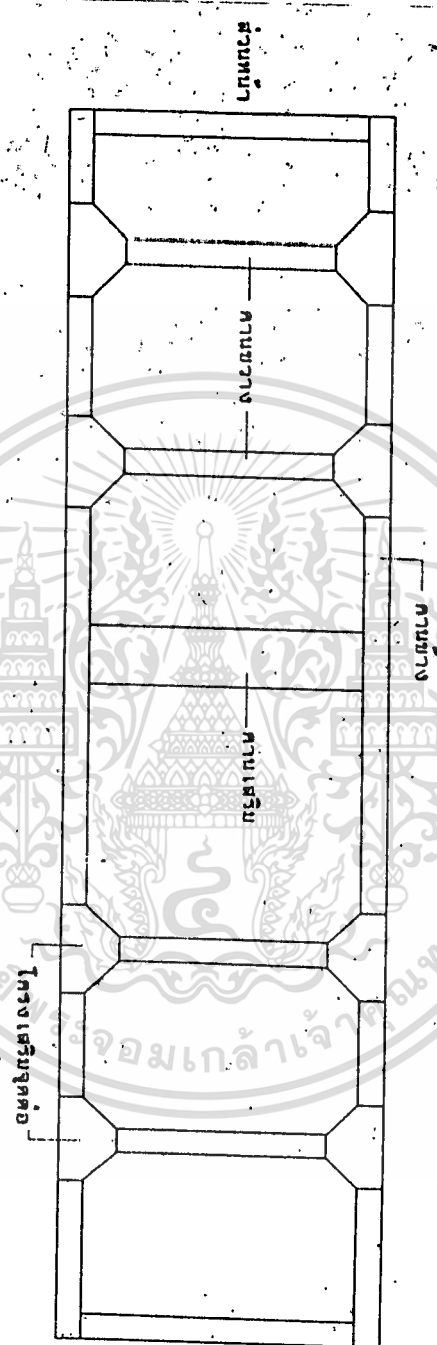
โครงสร้างรถยนต์ทำหน้าที่รองรับเครื่องยนต์ ตัวถัง ล้อและชุดส่งกำลัง โครงฐานต้องมีความแข็งแรงมั่นคง และมีรูปทรงไม่ยุ่งยากต่อการออกแบบ และการทำงานของชิ้นส่วน ๆ ที่เกี่ยวข้อง โครงฐานมักทำจากชิ้นเหล็กกล้าซึ่งอาจต่อกันด้วยการเชื่อม การย้ำ หรือ ยึดด้วยสลักเกลียว บางจุดของโครงสร้างที่ต้องการให้ความแข็งแรงเป็นพิเศษก็ต้องเสริมเหล็กกล้าเพิ่มมากขึ้น

โดยทั่วไปโครงสร้างประกอบด้วยคานข้างสองอันและคานขวางที่บริเวณส่วนหน้า และส่วนหลังของโครงสร้าง บริเวณส่วนกลางของโครงสร้างมีคานไขว้เพื่อเสริมให้มีความแข็งแรงในการรับแรงบิด ส่วนหน้าของโครงสร้างจะแคบกว่าส่วนหลังทั้งนี้เพื่อให้มีช่องว่างสำหรับการเลี้ยวของล้อหน้า และให้เหมาะกับการรองรับเครื่องยนต์ ส่วนหน้าและส่วนหลังของคานข้างทั้งสองมักโค้งขึ้นตามแสดงในรูปที่ 10.1 เพื่อให้มีระยะช่องว่างสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของเพลา และทำให้พื้นตัวถังมีระดับต่ำลง

รูปที่ 10.1 แสดงโครงสร้างที่นิยมใช้ในรถยนต์ทั่ว ๆ ไป สำหรับรูปที่ 10.2 แสดงโครงสร้างของรถยนต์แข่งซึ่งมีความสามารถในการรับน้ำหนักมากกว่ารถยนต์ คานที่ใช้ยึดคานข้างนิยมใช้คานขวางมากกว่าใช้คานไขว้

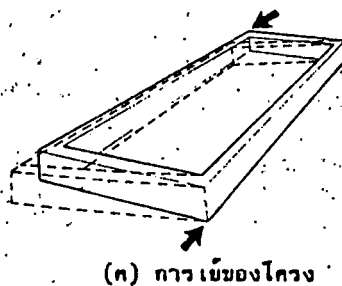
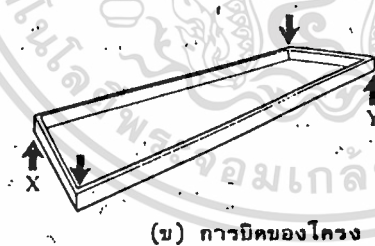
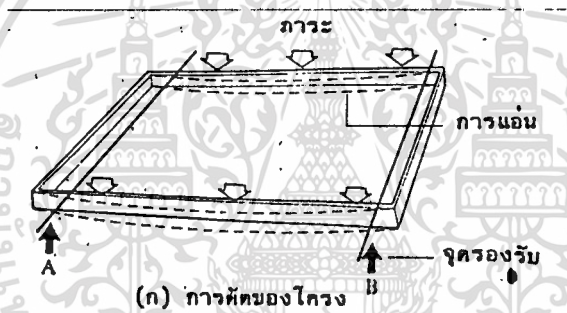


รูปที่ 10.1 โครงฐานของรถยนต์เก๋ง

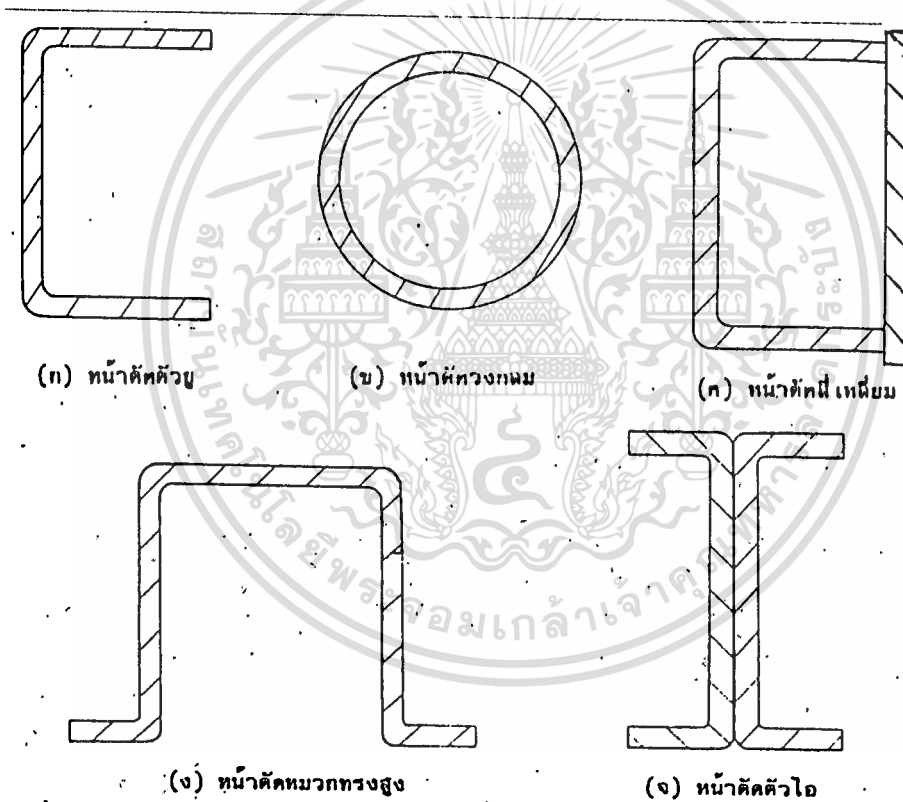


รูปที่ 10.2 โครงฐานของรณชั่ง

รูปที่ 10.3 (ก) แสดงโครงสี่เหลี่ยมซึ่งรับการกระจายตามแสดงด้วยหัวลูกศรและมีจุดรองรับที่ A และ B โครงอยู่ภายใต้การตัดซึ่งทำให้ส่วนกลางช่องโครงแอ่นลง ตามแสดงด้วยเส้นประตามรูป ในทางปฏิบัติแล้ว โครงฐานของรถยนต์จะอยู่ภายใต้สภาพดังกล่าวเมื่อล้อทั้งสองอยู่ในแนวระดับ แต่สภาพผิวถนนมีแนวโน้มที่จะไม่เรียบสม่ำเสมอ จึงทำให้โครงฐานอยู่ภายใต้แรงบิด ตามแสดงในรูปที่ 10.3 (ข) คือมุม X และ Y ได้รับแรงกระทำขึ้นในแนวตั้ง และมุมตรงข้ามได้รับแรงกระทำลงในแนวตั้ง นอกจากการตัดและการบิดดังกล่าวแล้ว โครงฐานยังอยู่ภายใต้แรงกระทำในแนวระดับตามแสดงในรูปที่ 10.3 (ค) แรงดังกล่าวกระทำตามแนวแกนของคานข้างทั้งสองซึ่งทำให้โครงสี่เหลี่ยมเยื้องตามแนวเส้นประ



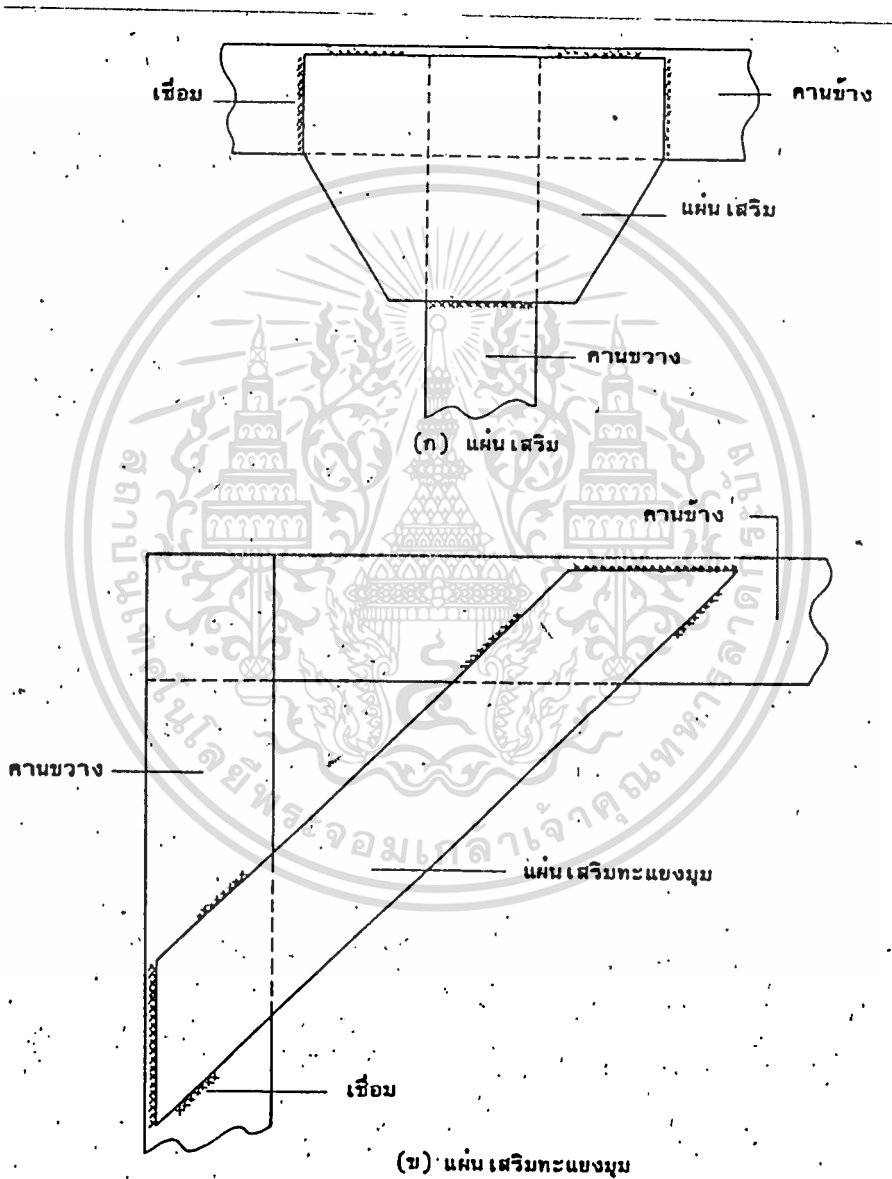
คานข้างมักทำจากคานตัวตามรูปที่ 10.4 (ก) ซึ่งมีความต้านทานสูงต่อการดัดและยังมีน้ำหนักเบาอีกด้วย นอกจากนี้คานตัวยังง่ายต่อการติดตั้งคานขวางและอุปกรณ์อื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามคานตัวมีความจำกัดในการต้านทานต่อแรงบิด ดังนั้นจึงไม่นิยมใช้ทำคานขวางซึ่งต้องมีความสามารถในการต้านทานแรงบิดได้ดี คานขวางมักทำจากคานกลมตามรูปที่ 10.4 (ข) และบางครั้งก็ทำจากคานสี่เหลี่ยมตามรูปที่ 10.4 (ค) นอกจากนี้คานขวางอาจทำจากคานหมวกทรงสูงและคานตัวไอโดยใช้คานตัวย่อสองอันประกอบกันตามรูปที่ 8.4 (ง) และ (จ) ตามลำดับ



รูปที่ 10.4 หน้าตัดของคานที่ใช้ทำโครงสร้าง

คานขวางยึดติดกับคานข้างเพื่อเพิ่มความมั่นคงแข็งแรงให้กับโครงสร้าง การยึดติดกันอาจทำได้หลายวิธี เช่น การย้ำ การเชื่อม และการยึดด้วยสลักเกลียว

การเชื่อมมักนิยมใช้กับโครงฐานขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง สำหรับโครงฐานขนาดใหญ่มักใช้การขุด การยึดด้วยสลักเกลียวก็เป็นที่ยอมรับเช่นกัน เพราะให้ความแข็งแรงเท่ากับการขุด ถ้าติดตั้งอย่างเหมาะสม โครงฐานบางแบบใช้การขุด และการเชื่อมผสมกัน



รูปที่ 10.5 แผ่นเสริมความแข็งแรงของโครงฐาน

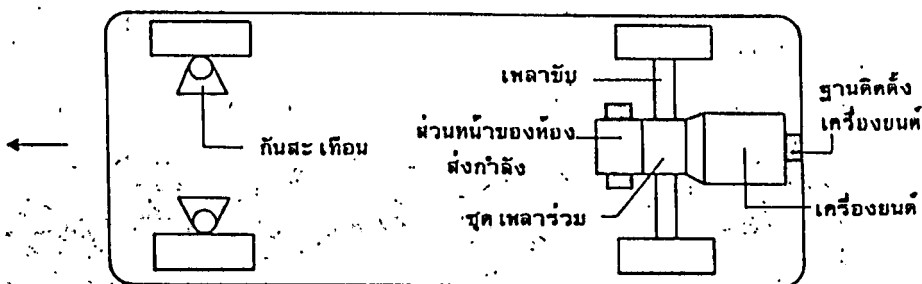
โครงสร้างที่เหลื้ยมถึงแม้จะได้รับการออกแบบให้ใช้คนที่มีความแข็งแรงแล้วก็ตาม ก็ยังมีความอ่อนแอในบางจุด คานโช้ที่เสริมเข้าไปจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างทั้งหมด จุดต่อระหว่างคานข้างกับคานขวางอาจใช้แผ่นเสริมตามรูปที่ 10.5 (ก) ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรง ทำให้สามารถรับแรงบิดได้ดีขึ้น แผ่นเสริมดังกล่าวอาจประกบทั้งด้านบนและด้านล่างของคาน รูปที่ 10.5 (ข) แสดงแผ่นเสริมที่เยื้องมุมซึ่งใช้เสริมจุดต่อระหว่างคานข้างกับคานขวางเช่นกัน ทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรงมากขึ้น และช่วยลดการเยื้องของโครงสร้างได้อีกด้วย

ขับเคลื่อนล้อหลัง เครื่องยนต์หลัง

รถยนต์ประเภทขับเคลื่อนล้อหลัง และเครื่องยนต์อยู่ด้านหลังไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันมาก ในการออกแบบ เครื่องยนต์ติดตั้งอยู่ด้านหลังชุดเพลาพร้อม (transaxle) ซึ่งเป็นชุดที่รวมห้องส่งกำลัง และเพลาเข้าด้วยกันตามแสดงในรูปที่ 10.6

ข้อดีของรถยนต์ประเภทนี้คือ ประสิทธิภาพการส่งกำลังค่อนข้างสูง ความสามารถในการขับเคลื่อนของล้อหลังดี และสามารถลดเสียงดังรบกวนจากเครื่องยนต์

ข้อเสียของรถยนต์ประเภทนี้คือ ยากต่อการบังคับพวงมาลัยในขณะที่เลี้ยวโค้ง เพราะท้ายรถยนต์มักจะปัดออก ทำให้เสียการทรงตัว นอกจากนี้ยังยากต่อการจัดวางห้องส่งกำลัง และการควบคุมเครื่องยนต์ และปัญหาเกี่ยวกับการระบายความร้อนไม่เพียงพอ ปัญหาดังกล่าวจึงทำให้การออกแบบรถยนต์รุ่นใหม่ไม่นิยมใช้การขับเคลื่อนล้อหลังโดยที่เครื่องยนต์อยู่หลัง

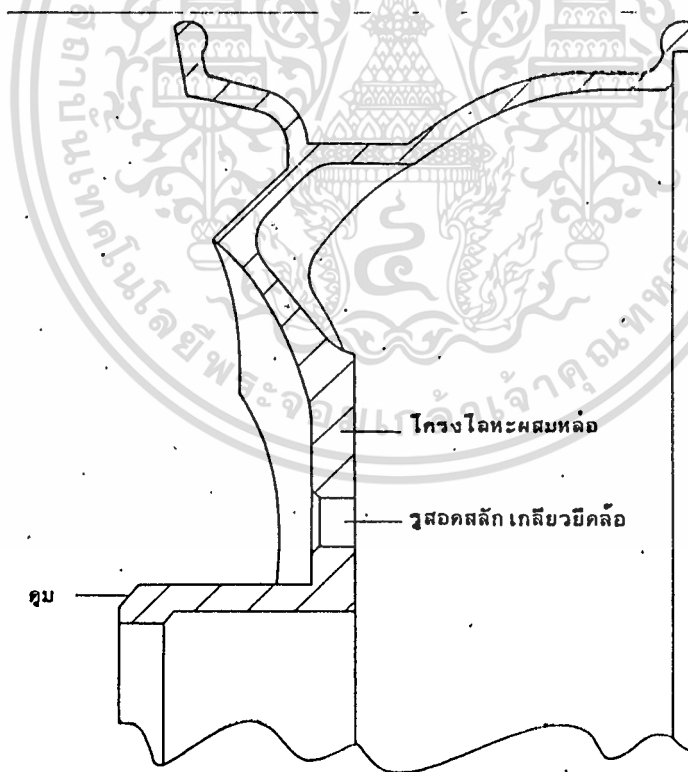


ลือ

ลือเป็นที่ติดตั้งขางรถยนต์และทำหน้าที่รองรับน้ำหนักเครื่องยนต์ นอกจากนี้ลือต้องสามารถต้านทานแรงกระทำด้านข้างในขณะเลี้ยวรถยนต์ และแรงบิดในขณะขับเคลื่อนและเบรค ลือรถยนต์ต้องมีความแข็งแรง มีน้ำหนักเบา ราคาถูก ง่ายต่อการทำความสะอาด และง่ายต่อการถอดและใส่

โครงโลหะผสมหล่อ (Cast Alloy Construction)

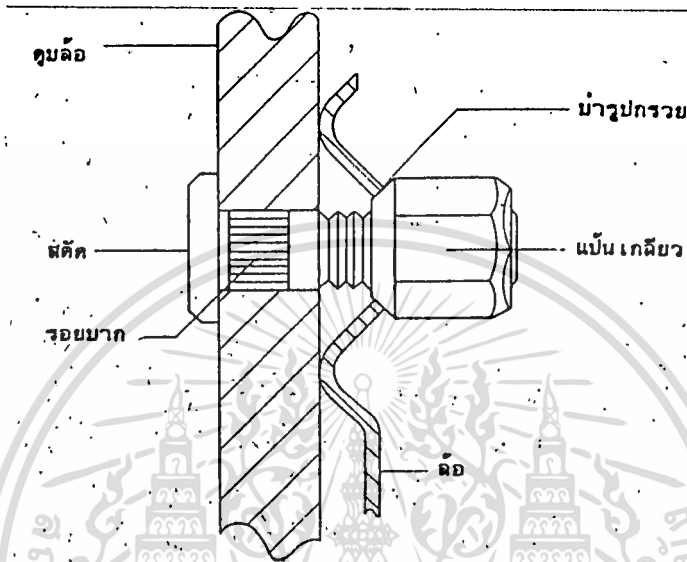
รถยนต์ปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะหันมาใช้ลือแบบโครงโลหะผสมหล่อตามแสดงในรูป ลือประเภทนี้มักทำจากอลูมิเนียมผสมหล่อขึ้นเคียว ซึ่งมีข้อดีคือ มีน้ำหนักเบา แต่ก็มีข้อเสียเกี่ยวกับมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนน้อย และมักเกิดการเสียหายอย่างไม่คาดฝันอยู่เสมอ



รูปที่ 10.7 ลือแบบโครงโลหะผสมหล่อ

การยึดกลอง

รถแข่งโดยทั่วไปมักยึดกลองไว้บนคางคานแทนเกลียว



รูปที่ 10.8 การยึดกลองด้วยสลักเกลียว

ยาง

ยางรถยนต์ทำหน้าที่พื้นฐานสองประการคือ

1. ยางรถยนต์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางดูดซับแรงกระแทกซึ่งส่งมาจากผิวถนน
2. แรงเสียดทานระหว่างยางกับผิวถนน ทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนบริเวณผิวสัมผัส ซึ่งมีผลทำให้รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีผลต่อการบังคับเลี้ยว และการเบรครถยนต์

ยางรถยนต์มักทำจากยางสังเคราะห์เสริมผ้าใบ ยางประกอบด้วยชั้นผ้าใบซึ่งพันรอบขอบลวด ชั้นผ้าใบหุ้มด้วยยางซึ่งหล่อเป็นแผ่นยางและดอกยาง ใต้ดอกยางมักมีแถบเหล็กกล้าเรยอน

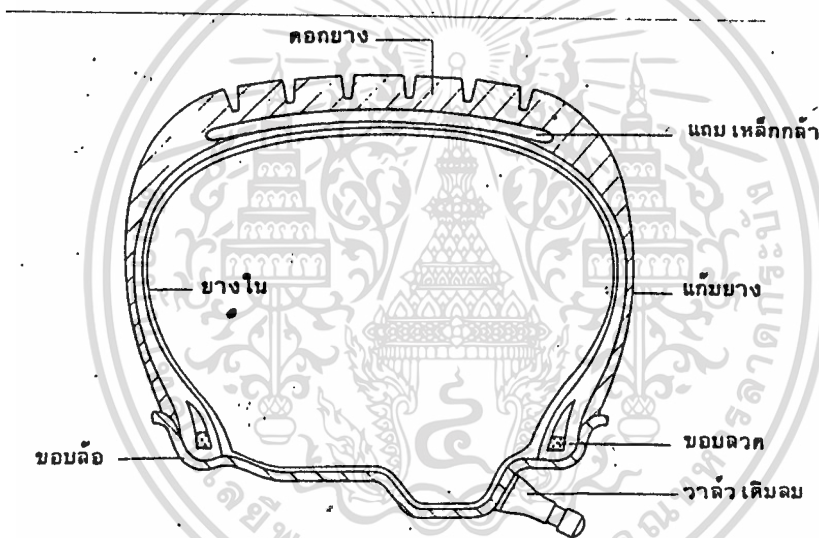
หรือ ไฟเบอร์เสริมหน้ายางให้มีความแข็งแรง ยางที่ใช้ในปัจจุบันมีทั้งประเภทมีภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ยางประเภทมียางใน

ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้ยางประเภทมียางใน มักนิยมใช้กับรถยนต์ประเภทอัตราเร็วสูงมาก ๆ และล้อพิเศษ เช่น ล้อมีซี่ลวด หรือ ล้อโลหะผสมชนิดเบา

รูปที่ 10.5 แสดงยางประเภทมียางใน ยางในเป็นห่วงยางติดตั้งภายในยางนอก ยางในมีวาล์วสำหรับเติมลมเพิ่มความดันให้กับยาง วาล์วที่ใช้เป็นวาล์วทางเดียวคือ เติลมเข้าได้แต่ไม่ยอมให้ลมรั่วไหลออก



รูปที่ 10.9 ยางประเภทมียางใน

โครงสร้างของยาง

ยางประกอบด้วยชิ้นส่วนพื้นฐานดังต่อไปนี้

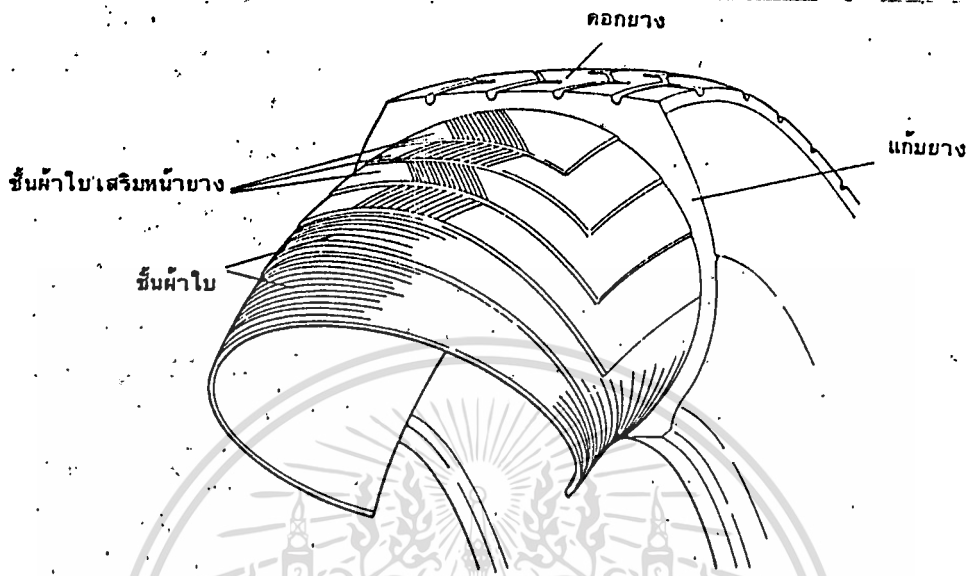
1. คอกยาง คอกยางเป็นส่วนสำคัญของยาง ทำหน้าที่ยึดเกาะถนนในขณะขับเคลื่อน หรือ เบรค คอกยางยังทำหน้าที่รีดน้ำออกจากผิวสัมผัสซึ่งช่วยให้ยึดเกาะถนนได้ดีขึ้น

2. เถ็บยาง เป็นส่วนของยางที่อยู่ระหว่างดอกยางกับขอบลวด เถ็บยางทำหน้าที่เพิ่มความยึดเหนี่ยวให้กับยางในขณะทำงาน จงสังเกตว่า เถ็บยางไม่ได้ทำหน้าที่รองรับดอกยางโดยตรง แต่ลมนภายในยางทำหน้าที่รองรับ
3. ขอบลวด ประกอบด้วยห่วงลวดเหล็กกล้าซึ่งเป็นที่ยึดเกาะของชั้นผ้าใบ ในกรณีของยางประเภทไร้ยางใน ขอบลวดต้องทำหน้าที่ยึดยางให้แนบสนิทกับขอบล้อ
4. ชั้นผ้าใบ เป็นส่วนประกอบชั้นในของยาง ซึ่งช่วยให้ยางมีความแข็งแรง

ยางเรเดียล

ยางเรเดียลเป็นยางสมัยปัจจุบันที่นิยมกันมาก โครงสร้างของยางแสดงตามรูปที่ 10.10 ซึ่งประกอบด้วยชั้นผ้าใบหุ้มรอบขอบยางในทิศทางทำมุม 90° กับเส้นรอบวงของยางซึ่งเรียกว่าแนวเรเดียล ใต้ดอกยางมักมีชั้นผ้าใบเสริมหน้ายางหรืออาจเสริมด้วยแถบเหล็กกล้า ยางเรเดียลให้ความยึดเหนี่ยวสูงกว่ายางธรรมดาแต่มีความแข็งแรงกว่าซึ่งมีผลทำให้การขับขี่ไม่คอยสบายมากนัก ยางเรเดียลให้การยึดเกาะถนนได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะเลี้ยวโค้ง ยางเรเดียลมีอายุการใช้งานนานกว่ายางธรรมดาแต่มีราคาแพงกว่า

ข้อได้เปรียบของยางเรเดียลที่สำคัญคือ ให้ความปลอดภัยในขณะขับขี่เพราะยึดเกาะถนนได้ดีถึงแม้ถนนจะเปียกก็ตาม ทั้งนี้เพราะหน้ายางเรียบและสัมผัสกับผิวถนนตลอดทั้งหน้ายางในขณะเลี้ยวโค้ง และดอกยางได้รับการออกแบบให้สามารถรดน้ำได้ดี



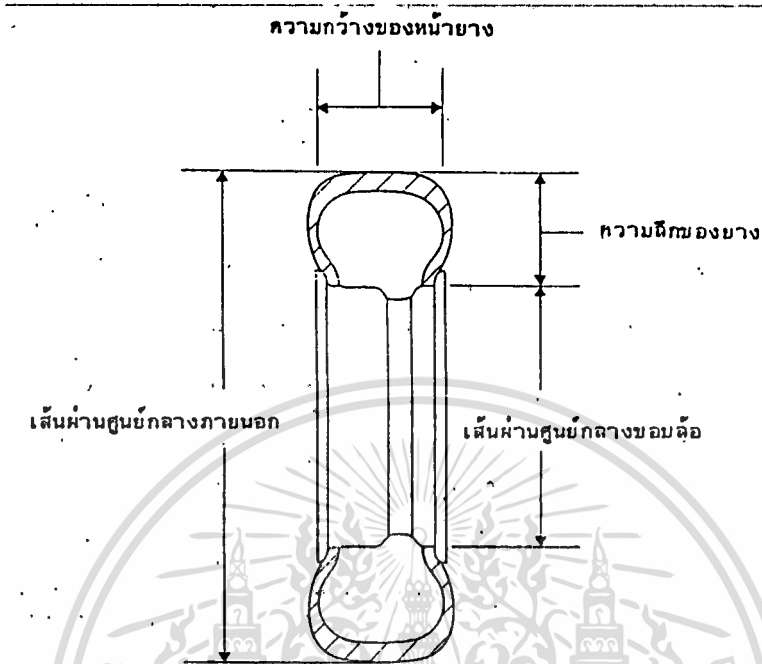
รูปที่ 10.10 โครงสร้างของยางเรเดียล

ข้อเสียเปรียบของยางเรเดียลคือ ในการขึ้นขี่ที่ไม่ค่อยสบายเมื่ออัตราเร็วรถยนต์
ค่อนข้างต่ำ และในขณะจอดรถยนต์ต้องใช้แรงค่อนข้างมากในการหมุนพวงมาลัย

เพื่อความปลอดภัยในการขึ้นขี่ ไม่ควรใช้ยางเรเดียลสัมผัสกับยางธรรมชาติบนถนนเปลว
เคียวกัน เพื่อความปลอดภัยควรใช้ยางเรเดียลทุกล้อ หรือยางธรรมชาติทุกล้อโดยรวมถึงยางอะไหล่
ด้วย

ขนาดของยาง

ขนาดยางรถยนต์ขึ้นอยู่กับข้อมูลเกี่ยวกับเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก เส้นผ่านศูนย์กลาง
ขอบล้อ ความกว้างของหน้ายาง และความลึกของยาง ตามแสดงในรูปที่ 10.11



รูปที่ 10.11 ขนาดของยางและล้อ

ขนาดของยางอาจกำหนดเป็นมิลลิเมตร หรือ เป็นนิ้ว หรือ ใช้ส่วกันเช่นความกว้างของหน้ายางเป็นมิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางขอบค้ำเป็นนิ้ว ในบางกรณี ความกว้างของหน้ายางมีตัวเลข 60 หรือ 70 ตามหลัง ซึ่งมีความหมายว่า ส่วนลึกของยางเป็น 60 % หรือ 70 % ของความกว้างของหน้ายาง

ในกรณีของยางเรเดียล การบอกขนาดของยางจะมีตัวอักษร R รวมอยู่ด้วย และตามด้วยตัวอักษรแสดงรหัสอัตราเร็ว ตัวอักษร S แสดงอัตราเร็วสูงสุดเป็น 180 km/h ตัวอักษร H แสดงอัตราเร็วสูงสุดเป็น 210 km/h และตัวอักษร V แสดงอัตราเร็วสูงกว่า 210 km/h เช่น ขนาดของยางระบุว่า 145 HR-13 หมายถึง เป็นยางเรเดียลซึ่งมีความกว้างหน้ายาง 145 mm พร้อมด้วยอัตราเร็วสูงสุดเป็น 210 km/h และใช้กับล้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 in.

ศูนย์ล้อหน้า

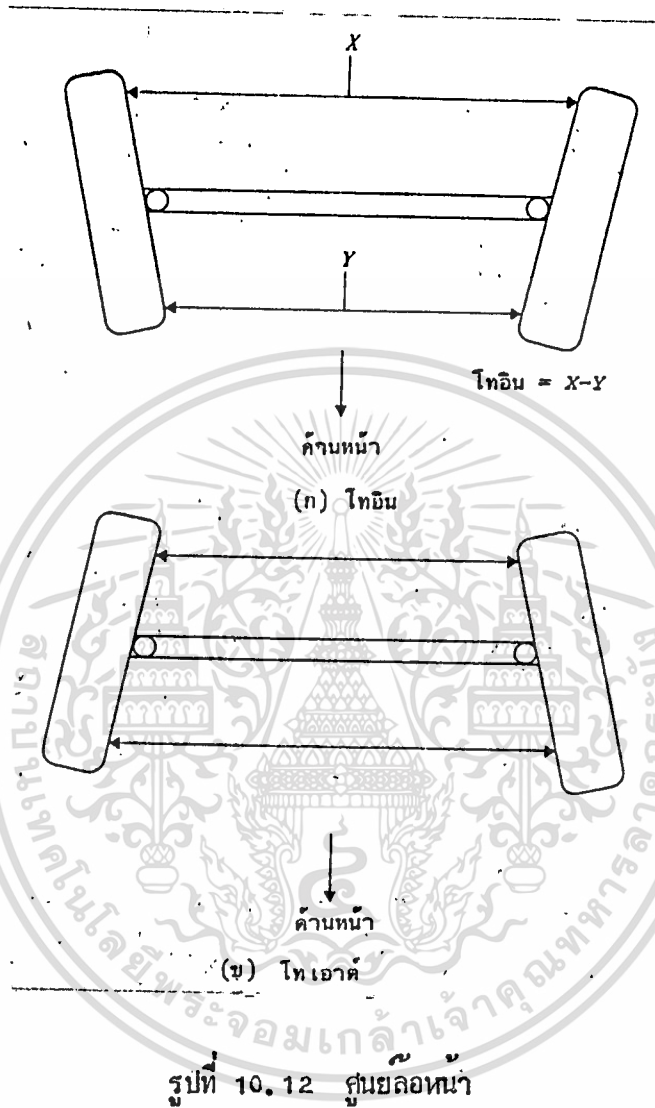
โทอินและโทเอาต์

ในทางอุดมคติ ล้อหน้าทั้งสองของรถยนต์จะขนานกัน แต่เนื่องจากมีแรงกระทำกับล้อ
ในขณะที่เคลื่อนที่ซึ่งจะทำให้ล้อเอียงไปจากเดิมเล็กน้อย ดังนั้นเพื่อเป็นการชดเชยการเอียงของล้อ
จึงตั้งล้อหน้าให้สอเข้าหากันซึ่งเรียกว่า โทอิน หรือ ให้กางออกซึ่งเรียกว่า โทเอาต์ ๕.๕
หนังสือ
ขึ้นอยู่กับลักษณะการขับเคลื่อน

โทอินของล้อหน้าคือ ผลต่างระหว่างระยะห่างของขอบล้อ หรือ ศูนย์กลางแฉกข้าง
ด้านหน้ากับด้านหลัง ในรถยนต์ที่ขับเคลื่อนล้อหลัง ล้อหน้าจะมีแนวโน้มกางออกในขณะที่วิ่ง ดังนั้น
จึงต้องตั้งโทอินไว้เล็กน้อย โดยทั่วไปโทอินจะอยู่ในช่วง $1.58 - 4.76 \text{ mm}$ ($\frac{1}{16} - \frac{3}{16} \text{ in}$)
รูปที่ 10.12 (ก)

โทเอาต์จะใช้กับรถยนต์ที่ขับเคลื่อนล้อหน้า เพราะล้อหน้าทำหน้าที่ทั้งบังคับเลี้ยว และ
ขับเคลื่อน ล้อหน้าทั้งสองจะมีแนวโน้มที่จะสอเข้าหากันในขณะที่วิ่ง ดังนั้นจึงต้องตั้งโทเอาต์ที่ล้อหน้า
รูปที่ 10.12 (ข)

การตั้งศูนย์ล้อทั้งโทอิน และ โทเอาต์ให้ถูกต้องสามารถทำได้โดยปรับที่คันส่งตามรูปที่

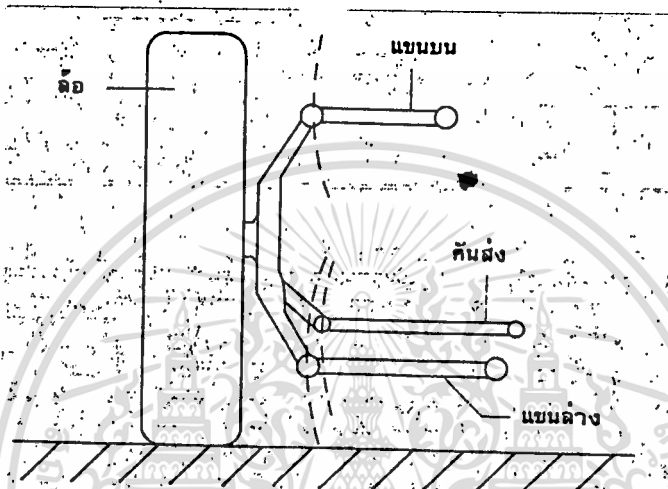


มีวิธีหลายอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบศูนย์ลื่อนหน้า ไม่ว่าจะใช้วิธีใดก็ตามจะต้องตรวจสอบสิ่งต่อไปนี้ให้ถูกต้องก่อน

1. ความคันลมนในยางจะต้องถูกต้อง
2. รุกขานต์จะต้องจดค่านบนที่ระดับ
3. ปรับเพร็งคุ่มล้ออย่างถูกต้อง
4. ชุคกันสะเทอนอยู่ในสภานะเป็นปกติ

หลักของแอกเคอร์แมน

เนื่องจากการเลี้ยวโค้งของรถยนต์อาศัยการส่ายของล้อหน้าไปในทิศทางที่ต้องการเลี้ยว เพื่อให้การเลี้ยวโค้งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องไม่เกิดการลื่นไถลที่ล้อในขณะเลี้ยวโค้ง



รูปที่ 10.13 ระบายกันสะเทือนหน้าอิสระ

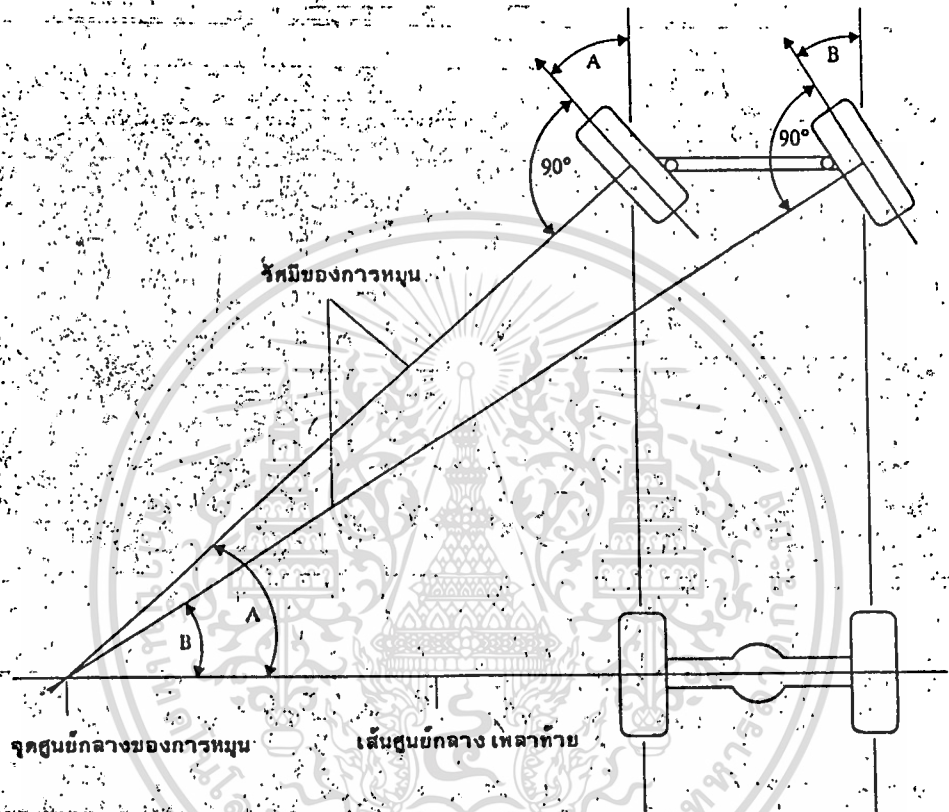
รูปที่ 10.13 แสดงหลักการบังคับเลี้ยวของแอกเคอร์แมน ล้อหน้าทั้งสองเอียงทำมุม 90° กับแนวรัศมีของการหมุน ล้อหลังทั้งสองหมุนรอบแกนเพลาท้าย เส้นศูนย์กลางเพลาท้ายและรัศมีการหมุนของล้อหน้าทั้งสองพบกันที่จุดศูนย์กลางของการหมุน ล้อหน้าทั้งสองจะเอียงไม่เท่ากันในขณะที่เลี้ยวโค้ง ล้อหน้าด้านในจะเอียงมากกว่าล้อหน้าด้านนอกซึ่งได้แก่มุม A และ B ตามลำดับ

กลไกแอกเคอร์แมน

ความแตกต่างของการเอียงของล้อหน้าด้านใน และล้อหน้าด้านนอกไม่เท่ากันในขณะที่เลี้ยวโค้งเป็นเพราะกลไกแอกเคอร์แมนตามรูปที่ 10.13 คันส่งจะมีขนาดสั้นกว่าระยะเสถียรของคานล้อหน้า คันส่งอาจจัดวางไว้ที่ส่วนหน้าของคานล้อหน้าก็ได้ ในขณะที่รถยกเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงคันส่งจะขนานกับคานล้อหน้า แต่ในขณะที่เลี้ยวโค้งปลายด้านในของคันส่งจะเคลื่อนที่เข้าใกล้คานล้อหน้ามากกว่าปลายด้านนอก (แสดงด้วยเส้นประ)

ผลดังกล่าวทำให้แกนบังคับเลี้ยวด้านในหมุนมากกว่าแกนด้านนอก ซึ่งทำให้ล้อด้าน

ในหมุนเอียงมากกว่าสี่ด้านนอก ผลต่างระหว่างมุมทั้งสองไม่คงที่ แต่จะปรับตัวอย่างอัตโนมัติให้สี่เหลี่ยมทำมุม 90° กับรัศมีของการหมุนอยู่เสมอ

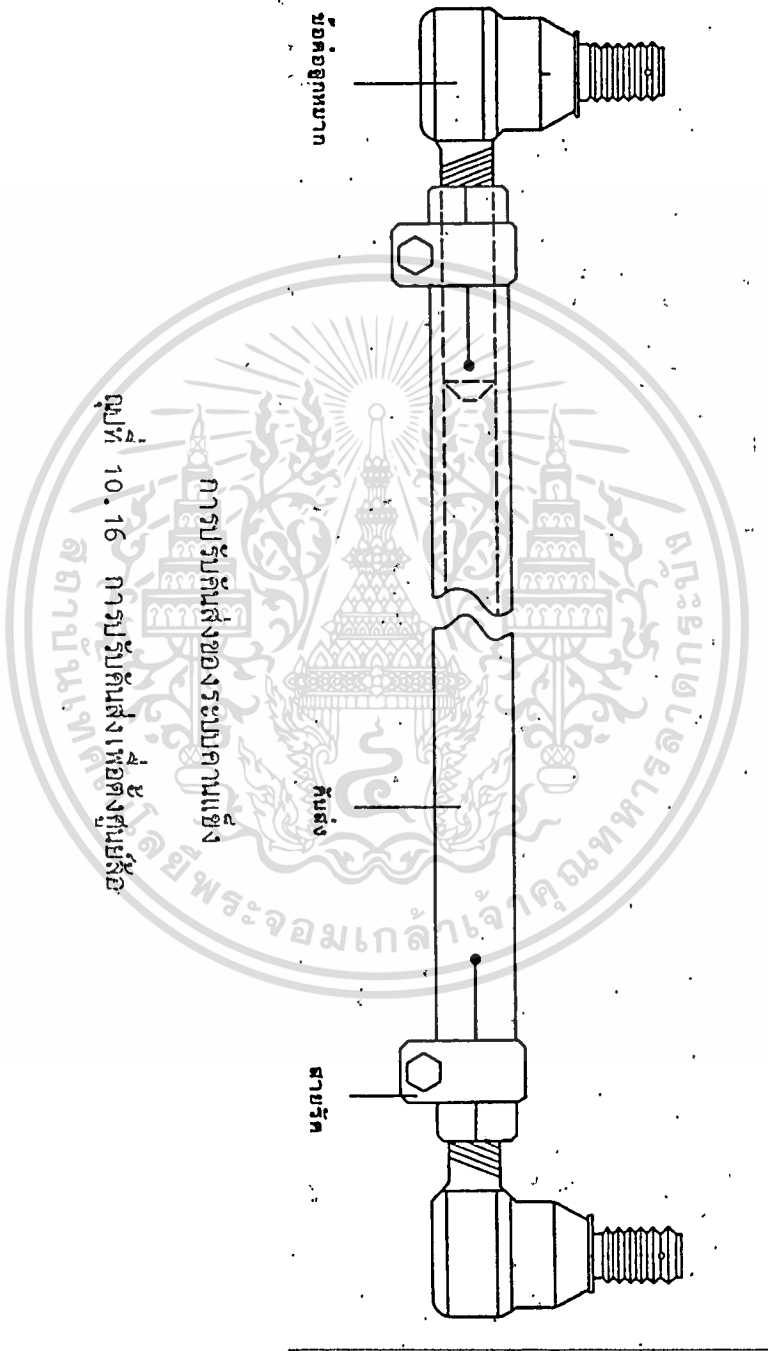


รูปที่ 10-14 หลักการบังคับด้วยตัวของแอกเคอร์แมน

หลักของแอกเคอร์แมนทำงานได้ดีภายใต้สภาพดังนี้

1. อัตราเร็วรถยนต์ต่ำ
2. ความดันลมในยางสูง
3. กันสะเทือนที่ใช้สปริงค่อนข้างแข็ง

ในทางปฏิบัติ จะต้องปรับปรุงระบบแอกเคอร์แมนให้เหมาะสมกับอัตราเร็วรถยนต์สูง ความดันยางต่ำ และระบบกันสะเทือนที่ใช้สปริงอ่อน



ภาพที่ 10.16 การรับส่งของระบบคานแซง

คุณสมบัติของ LPG กับน้ำมัน

11.1 LPG คืออะไร

LP gas (LPG) คือ คำย่อซึ่งได้มาจากอักษรตัวหน้าของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) และเป็นส่วนประกอบที่เบาที่สุดที่มีอยู่ในน้ำมันปิโตรเลียม LPG เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีหลายชนิดด้วยกัน ขึ้นอยู่กับการรวมตัวของคาร์บอน อะตอมและไฮโดรเจนอะตอม ได้แก่ โพรเพน (C_3H_8) โพรพิลีน (C_3H_6) บิวเทน (C_4H_{10}) บิวทิลีน (C_4H_8) เป็นต้น โดยมีส่วนประกอบสำคัญคือ โพรเพน (Propane) และบิวเทน (Butane) ก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติพิเศษที่ว่าเมื่อได้รับความเย็น หรือความดันจะเปลี่ยนสภาพ เป็นของเหลวได้โดยง่าย หนึ่งในทางกลับกัน เมื่อให้ความร้อน หรือ ลดความดันก็จะกลายเป็นก๊าซ ซึ่งจะมีน้ำหนักประมาณ 1.5 - 2 เท่าของอากาศ โดยปกติ LPG จะถูกทำให้เป็นของเหลว โดยได้รับความดัน และจะถูกเก็บในภาชนะความดันสูง

LPG มี 2 ชนิดคือ ชีตก๊าซบ่อน้ำมัน (oil field gas) ที่ได้จากการ แยกและกลั่นก๊าซธรรมชาติ กับชนิดก๊าซโรงกลั่นน้ำมันที่ได้จากการแยกก๊าซ อันเป็นผลพลอยได้ซึ่ง เกิดจากการกลั่นน้ำมันดิบ เนื่องจาก LPG มีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ จึงต้อง ทำให้เป็นของเหลวอยู่เสมอ โดยการอัดความดัน หรือ แช่แข็ง แล้วต้องขนส่งด้วยเรือที่ใช้บรรทุก PLG โดยเฉพาะ

เนื่องจาก LPG ลุกไหม้ได้ง่าย (ช่วงที่เกิดการลุกไหม้คือ เมื่อมี PLG อยู่ ประมาณ 2 - 9 % ในอากาศ) อนึ่ง เนื่องจากเป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศด้วย จึงมีอันตรายมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระมัดระวังในการใช้ให้มาก ตัว LPG เอง ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น แต่เพื่อ

ป้องกันอันตรายเมื่อเกิดการรั่วไหลจึงมีการใส่กลิ่นไว้ในระดับที่人能รับรู้ได้ อนึ่ง PLG นั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

แตกต่างจาก Town Gas ตรงที่ว่าไม่มีคาร์บอนมอนอกไซด์ผสมอยู่เลย จึงไม่มีพิษ

11.2 คุณสมบัติของ LPG

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของ LPG มีแสดงไว้ดังในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1.1 คุณสมบัติของ LPG

ชื่อ คุณสมบัติ		LPG				น้ำมัน เบนซิน
		PROPANE	PROPYLENE	N-BUTANE	ISO-BUTANE	
สูตรโมเลกุล		C_3H_8	C_3H_6	C_4H_{10}	C_4H_{10}	C_6H_{14}
จุดเดือด ($^{\circ}C$)		-42.07	-47.70	-0.50	-11.73	128
ความดันไอ (kg/cm^2 , $20^{\circ}C$)		8.0	9.8	2.0	2.95	—
ถ.พ.	ของเหลว ที่ $15^{\circ}C$	0.508	0.522	0.584	0.563	0.66-0.75
	ก๊าซ อากาศ = 1 ($15^{\circ}C$)	1.548	1.453	2.071	2.067	—
จุดติดไฟ ($^{\circ}C$)		481	458	441	544	210 - 300
ค่าความร้อน ($kcal/kg$)		12,034	11,692	11,832	11,797	11,200
ช่วงการลุกไหม้ (% ในอากาศ)		2.37 - 9.50	2.00 - 11.10	1.86 - 8.41	1.80 - 8.44	1.5 - 4.7
ความเร็วสูงที่สุดของ เปลวไฟ (m/sec "ในท่อ")		0.81	1.01	0.825	1.825	0.83
ปริมาณอากาศที่ใช้ในการ สันดาปอย่างสมบูรณ์ (kg/kg)		15.71	14.80	15.49	15.49	14.70
ความร้อนแฝงของการ ระเหย ($kcal/kg$)		101.8	104.6	62.09	87.56	—
ค่าออกเทน (Octane no.)		125	85	91	99	87

11.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมกับอุณหภูมิและความดันไอ

LPG ที่บรรจุอยู่ในถังจะมีโมเลกุลของโพรเพน และ บิวเทนเคลื่อนตัวอยู่ และจะไป
ชนกับผนังของถัง ความแรงของการชนจะเป็นกิโลกรัมต่อ 1 ตารางเซนติเมตร นั่นคือค่า "ความ
ดันไอของก๊าซ" ซึ่งสามารถถือได้ว่าเป็นความดันของ LPG ในถังนั่นเอง

ก. เมื่ออุณหภูมิสูง ความดันก็สูงขึ้น

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การเคลื่อนไหวของโมเลกุลจะกระฉับกระเฉงขึ้น โมเลกุลจะชนกับฝาผนังของภาชนะแรงขึ้น ผลก็คือความดันจะสูงขึ้น หนึ่ง ในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิลดต่ำลง การเคลื่อนไหวจะช้าลงเรื่อย ๆ เมื่อทำให้อุณหภูมิต่ำมากขึ้น การเคลื่อนไหวจะช้าลงไปอีก

ข. ถ้ามีส่วนประกอบของโพรเพนมาก ความดันจะสูงขึ้น

เนื่องจากโมเลกุลของโพรเพนเคลื่อนไหวกระฉับกระเฉงกว่าโมเลกุลของบิวเทน ดังนั้นในกรณีที่อุณหภูมิเท่ากัน LPG ที่มีส่วนประกอบของโพรเพนมากกว่าจะมีความดันสูงกว่า

ค. ปริมาณเล็กน้อยของของเหลวไม่มีความสัมพันธ์กับความดัน

ไม่ว่าจะมี LPG อยู่เต็มถัง หรือมีเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยก็ตาม ถ้าอุณหภูมิและองค์ประกอบไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว ความดันก็ไม่เปลี่ยน ดังนั้นสิ่งที่ทำให้ความดันภายในถังเปลี่ยนไป จะมีแต่อุณหภูมิและอัตราส่วนผสมของโพรเพน และบิวเทนเท่านั้น เนื่องจากโดยทั่วไปอุณหภูมิจะเป็นอุณหภูมิของบรรยากาศ ฉะนั้นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้โดยฝีมือคนก็คือ อัตราส่วนผสมเท่านั้น

11.2.2 การขยายตัวของก๊าซในสถานะที่เป็นของเหลวมีมาก

เนื่องจาก LPG มีอัตราการขยายตัวในสถานะที่เป็นของเหลวสูงเมื่อเทียบกับน้ำ ดังนั้นในการบรรจุใส่ภาชนะ จำเป็นต้องทิ้งที่ว่างไว้ในระดับที่คงที่เพื่อการขยายตัว

ตารางที่ 11.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราส่วนปริมาตร

อุณหภูมิ °C	-20	0	10	15	20	30	40	50	60
โพรเพน	91.4	96.2	98.7	100	101.7	104.9	109.1	113.8	119.3
นอร์มัลบิวเทน	94.3	97.4	99.0	100	101.1	103.0	105.2	107.5	109.8

(อัตราส่วนปริมาตรเมื่อใช้ปริมาตรของ LPG เหลวที่ 15°C เป็น 100)

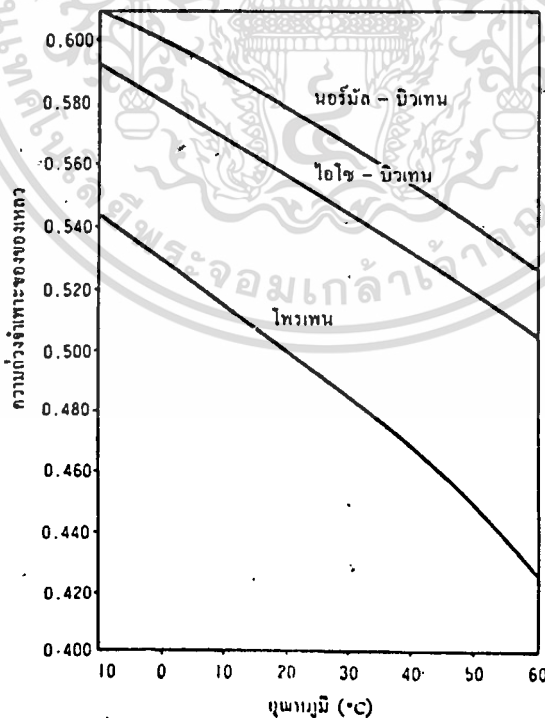
11.2.3 ความถ่วงจำเพาะ

LPG มีค่าความถ่วงจำเพาะ 2 ชนิดคือ ในสภาพที่เป็นของเหลวและก๊าซ ความถ่วงจำเพาะในสภาพของเหลวจะเปรียบเทียบกับน้ำที่ 4°C ซึ่งให้ความถ่วงจำเพาะเป็น 1 ส่วน ความถ่วงจำเพาะในสภาพก๊าซจะเปรียบเทียบกับอากาศที่ 0°C ความดัน 1 บรรยากาศซึ่งให้ความถ่วงจำเพาะเป็น 1

ก. ความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็นของเหลว

ความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็นของเหลวมีค่าเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ถ้าสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามอุณหภูมิมียิ่งสูง ค่าความถ่วงจำเพาะก็ยิ่งลดลงที่อุณหภูมิปกติ (15°C) โพรเพนเหลวมีความถ่วงจำเพาะเป็น 0.508 ส่วนบิวเทนเหลวมีความถ่วงจำเพาะเป็น 0.584 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็นของเหลวตามอุณหภูมิเป็นไป ดังรูปที่

11.1



รูปที่ 11.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความถ่วงจำเพาะในสภาวะที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ของเหลว

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 5 เท่าในกรณีของโพรเพน และ 6.5 เท่าในกรณีของบิวเทน เนื่องจากปริมาณออกซิเจนในอากาศมีประมาณ 21 % ฉะนั้นในการสันดาปโพรเพนอย่างสมบูรณ์จะต้องใช้อากาศ 24 m^3 ต่อโพรเพน 1 m^3 และอากาศ 31 m^3 ต่อบิวเทน 1 m^3 ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินแล้ว LPG ต้องการปริมาณอากาศมากกว่าเล็กน้อย

ค. ช่วงการลุกไหม้

ก๊าซที่สันดาปได้จะมีช่วงส่วนผสมกับอากาศเพียงช่วงเดียวที่จุดไฟแล้วลุกไหม้ได้เพราะมีอากาศผสมอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ช่วงการลุกไหม้ได้จะแสดงค่าเป็นอัตราส่วนร้อยละ (%) ของปริมาตรก๊าซต่ออากาศ ค่าทางด้านความเข้มข้นสูงของช่วงการลุกไหม้เรียกว่า ค่าขอบบน ส่วนทางด้านต่ำเรียกว่า ค่าขอบล่าง (ของผลระหว่างโพรเพนกับบิวเทน) จะลุกไหม้ในช่วงประมาณ 2 - 9 %

ก๊าซที่มีส่วนผสมภายในช่วงระหว่างค่าขอบล่างและค่าขอบบนจะลุกไหม้ได้ แต่ภายในช่วงลุกไหม้ยังมีช่วงลุกไหม้เกิดขึ้นคล้ายกับการระเบิด จึงเรียกว่า ช่วงระเบิด

11.2.5 จุดวาบไฟ (Flash Point) จุดติดไฟ (Ignition Point)

ทั้งที่ใดกล่าวมาแล้วช่วงการลุกไหม้จะมีค่าคงที่สำหรับเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น ในกรณีของน้ำมันเบนซิน อุณหภูมิที่สูงพอที่ทำให้เกิดไอจากน้ำมันเบนซินไปผสมกับอากาศกลายเป็นก๊าซผสมในช่วงการลุกไหม้ เรียกว่า จุดวาบไฟ (Flash Point) แต่ถ้าไม่มีสาเหตุให้เกิดการติดไฟ เชื้อเพลิงที่จุดวาบไฟก็จะไม่เกิดการลุกไหม้ หรือ ติดไฟขึ้น อาจกล่าวได้ว่า LPG ที่อุณหภูมิปกติอยู่เหนือจุดวาบไฟเสมอ

อนึ่งเมื่อค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิให้กับเชื้อเพลิงจนเลยอุณหภูมิค่าหนึ่งแล้ว แม้จะไม่มีสาเหตุของการติดไฟ เชื้อเพลิงก็จะเริ่มลุกไหม้ตามธรรมชาติ อุณหภูมิต่ำสุดที่เริ่มเกิดการลุกไหม้ตามธรรมชาตินี้เรียกว่า จุดติดไฟ (Ignition Point) เนื่องจากจุดติดไฟของโพรเพนคือ

490 - 550° C และของบิวเทนคือ 470 - 540°C LPG จึงติดไฟได้ง่าย เมื่อเทียบกับ น้ำมันเบนซิน ซึ่งมีจุดติดไฟ 360 - 380°C เมื่อคิดรวมเรื่องนี้กับช่วงการลุกไหม้แล้ว จึงพูดได้ว่า LPG มีความปลอดภัยค่อนข้างสูง

11.2.6 ค่าออกเทน (Octane Number)

LPG มีค่าออกเทนสูงเมื่อวัดโดยวิธีงานวิจัย (Research Method) จะได้ค่าออกเทนของโพรเพนเท่ากับ 111.4 ไอโซบิวเทนเท่ากับ 102.4 และนอร์มัลบิวเทนเท่ากับ 94.0 ซึ่งสูงกว่าของน้ำมันเบนซินโดยทั่วไปประมาณ 10 - 20 ฉะนั้น LPG จึงเหมาะกับการใช้เป็นเชื้อเพลิงของรถยนต์มาก

11.2.7 ความเป็นพิษ (Toxicity)

LPG บริสุทธิ์ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เนื่องจากอาจเกิดอันตรายจากการรั่วไหลของก๊าซเป็นต้น จึงต้องใส่กลิ่นลงไป เพื่อให้สามารถทราบได้ ถ้ามี LPG ปนอยู่ในอากาศประมาณ 1 ใน 200

ตัว LPG เองเป็นสารไม่มีพิษ แต่ในกรณีที่เกิดการสันดาปอย่างไม่สมบูรณ์ก็จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่มีสารพิษร้ายแรงเช่น Tetraethyl Lead ซึ่งมียอยู่ในน้ำมันเบนซิน ฉะนั้นก๊าซเสีย (ไอเสีย) ของ LPG จึงสะอาดเมื่อเทียบกับการสันดาปของน้ำมันเบนซิน

11.2.8 คุณสมบัติทางปฏิกิริยาเคมี

เนื่องจาก LPG มีคุณสมบัติละลายสารจำพวกยางธรรมชาติได้ดี ฉะนั้นจึงควรใช้สารที่มีความทนต่อ LPG อย่าง ถ้าเก็บ LPG ซึ่งมีโพรเพนเกิดขึ้นและบิวทิลผสมอยู่ไว้ในถัง อาจเกิดสารพวกยาง หรือ น้ำมันดิน (TAR) ขึ้นได้

11.3 ส่วนประกอบของ LPG

ถ้าทราบอุณหภูมิและความดัน ก็จะสามารถบอกส่วนประกอบของ LPG ได้อย่างคร่าว ๆ หนึ่ง เพื่อให้ส่วนประกอบของ LPG เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มาตรฐานอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น (JIS-K-2240) ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพของ LPG ไว้ดังแสดงในตารางที่ 11.3 (ที่ใช้กับรถยนต์ส่วนใหญ่จะเป็นเบอร์ 4)

ตารางที่ 11.3 ประเภทของ LPG

ประเภท	ลักษณะส่วนประกอบ	การใช้งานส่วนใหญ่
เบอร์ 1	โพรเพนเป็นองค์ประกอบหลัก	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม
เบอร์ 2	โพรเพนและโพรพิลีนเป็นองค์ประกอบหลัก	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม
เบอร์ 3	ปริมาณของโพรเพนและโพรพิลีนมีมากกว่าของบิวเทนและบิวทิลีน	เชื้อเพลิงในครัวเรือน, เชื้อเพลิงในสำนักงาน
เบอร์ 4	ปริมาณของโพรเพนและโพรพิลีนมีมากกว่าของบิวเทนและบิวทิลีนมาก	เชื้อเพลิงใช้กับรถยนต์
เบอร์ 5	บิวเทนและบิวทิลีนเป็นองค์ประกอบหลัก	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม, เชื้อเพลิงใช้กับรถยนต์
เบอร์ 6	บิวเทนเป็นองค์ประกอบหลัก	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม, เชื้อเพลิงใช้กับรถยนต์ใช้เป็นสารช่วยสเปรย์

หากส่วนประกอบของ LPG มีเพียงตัวเดียว ความดันไอของ LPG ในภาชนะจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะมีปริมาณของของเหลวในถังมากน้อยเท่าไรก็ตาม แต่โดยทั่วไปเนื่องจาก LPG เป็นสารผสม การระเหยจะเร็วจากสารที่ระเหยได้ง่าย ดังนั้นความดันไอของ LPG ที่เหลือจะค่อย ๆ ลดลง อย่างไรก็ดี ในกรณีของเหลวถูกทำให้กลายเป็นก๊าซถึงเช่นในรถยนต์ องค์ประกอบของเหลวที่เหลือในภาชนะจะไม่เปลี่ยนแปลง ตารางที่ 11.4 เป็นมาตรฐานคุณสมบัติของ LPG

ตารางที่ 11.4 คุณสมบัติของ LPG

คุณสมบัติ ประเภท	อุณหภูมิที่ระเหยไป ๖๖% (°C)	สารไว้มอมตัว (ก๊าซ) (V/V%)	ความดันไอ (37.8°C) (kg/cm ²)	ปริมาณ ถ่านะ ถ่าน (%)	ปริมาณ ความชื้น
เบอร์ 1	—	—	ต่ำกว่า -14	ต่ำกว่า 0.02	ไม่พบ
เบอร์ 2	—	—	ต่ำกว่า -15	ต่ำกว่า 0.02	ไม่พบ
เบอร์ 3	ต่ำกว่า 1	—	มากกว่า ๑ ต่ำกว่า 15	ต่ำกว่า 0.02	—
เบอร์ 4	ต่ำกว่า 2	—	มากกว่า 5 ต่ำกว่า ๑	ต่ำกว่า 0.02	—
เบอร์ 5	ต่ำกว่า 2	—	ต่ำกว่า 5	ต่ำกว่า 0.02	—
เบอร์ 6	ต่ำกว่า 2	ต่ำกว่า 2	ต่ำกว่า 5	ต่ำกว่า 0.02	—

11.4 คุณสมบัติที่ใช้ร่วมกับรถยนต์

ในการเลือก LPG เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ คุณสมบัติต่อไปนี้เป็นสิ่งจำเป็น

ก. มีค่าความดันไอที่เหมาะสม ($1 \text{ kg/cm}^2 - 10 \text{ kg/cm}^2$)

ข. มีคุณสมบัติเขียนในเรื่อง antiknock

ค. มีไฮโดรคาร์บอนจำพวกโอเลฟินน้อย (olefins)

ง. มีปริมาณทาร์น้อย

จ. มีสารพวกน้ำมันดิบ (tar) เจือปนอยู่น้อย เป็นต้น

ความดันไอที่เหมาะสมหมายถึง คุณสมบัติการระเหยที่จำเป็นในการติดเครื่อง และ
เดินเครื่องยนต์

รถยนต์ที่ใช้ LPG ไม่มีปั๊มส่งเชื้อเพลิงแต่อาศัยความดันของตัวเองในการไหลออกจากถังเก็บไปยังหม้อต้ม (vaporizer) ในเวลาอากาศหนาวจัด ความดันในถังเก็บก็จะลดลง ทำให้ไม่สามารถส่งเชื้อเพลิงออกมาได้ จะไม่สามารถติดเครื่องได้ นั่นคือ LPG ต้องมีความดันไอเพียงพอที่ไม่เกิดอุปสรรคในการเดินเครื่องแม้แต่ในคอนเข้าของฤดูหนาวซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุด ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในถังก๊าซ LPG ที่ประกอบด้วยนิวเทน 100 % ก็ยังมีความดันไอเพียงพอที่จะคิดเครื่องยนต์ได้ แต่ในถังก๊าซ LPG ซึ่งมีแต่นิวเทนจะมีความดันต่ำ ฉะนั้นจึงต้องผสมโพรเพนเข้าใน LPG เพื่อเพิ่มความดันไอให้สูงขึ้น

อนึ่ง หากกลไกไฮดรคาร์บอนจำพวกโอลลีฟินใน LPG ให้น้อยลง คุณสมบัติ antiknock จะสูงขึ้น และการเกิดของสารจำพวกน้ำมันดินและยางก็จะน้อยลงด้วย ไฮดรคาร์บอนจำพวกโอลลีฟิน เช่น โพรพิลีน นิวทิลีน เป็นต้น มีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยาสูง จึงเกิดโพลิเมอร์เซชัน (polymerization) ได้ง่าย และให้สารจำพวกน้ำมันดิน และยางซึ่งเป็นสาเหตุไม่เพียงแต่ทำให้หม้อต้มก๊าซเกิดความเสียหายเท่านั้น แต่ยังมีฤทธิ์กัดกร่อนสูง และทำให้ไดอะแฟรม (diaphragm) เสียหาย ผลก็คือ อายุการใช้งานของอุปกรณ์จะสั้นลง

สิ่งเจือปนใน LPG ได้แก่ ความชื้น และสารประกอบของกำมะถัน ซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนอุปกรณ์ หรือ ทำให้ไอเสียมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ดังนั้นจึงเป็นสิ่งไม่พึงปรารถนา

การตรวจสอบคุณภาพของ LPG อย่างง่าย ๆ ทำได้โดยการตวงน้ำมันดินที่ไหลออกมาเพื่อเปิดก๊อกระบาย (drain cock) ที่อยู่ด้านล่างของหม้อต้ม (regulator) ในขณะที่หม้อต้ม (เครื่องควบคุม) ยังอุ่นอยู่หลังจากที่ให้เครื่องยนต์วิ่งมาเป็นระยะเวลาหนึ่งที่กำหนดให้ทุกครั้ง ถ้ายังมีน้ำมันดินอยู่น้อยเท่าใด ก็แสดงว่าเป็น LPG ที่ดีเท่านั้น

ตารางที่ 11.5 เป็นมาตรฐานของ LPG สำหรับรถยนต์ที่กำหนดโดยบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น

ตารางที่ 11-5 มาตรฐานของ LPG ที่ใช้กับรถยนต์

หัวข้อ		เบอร์ 1 (ใช้ในฤดูหนาว) (1 พ.ย. – พฤษภาคม มี.ค.)	เบอร์ 2 (ใช้ในฤดูร้อน) (1 เม.ย. – พฤษภาคม ค.ค.)
ความดันจำเพาะ (ของเหลว) 15/4°C		0.55 – 0.58	0.56 – 0.58
อุณหภูมิที่ ระเหย °C	95%	ต่ำกว่า 0	ต่ำกว่า 0
	100%	ต่ำกว่า +2	ต่ำกว่า +2
ความดันไอ (37.8°C) kg/cm ²		5.0 – 8.5	3.0 – 5.5
ปริมาณกำมะถัน (น.น.) %		ต่ำกว่า 0.01	ต่ำกว่า 0.01
ปริมาณความชื้น		ไม่พบ	ไม่พบ
การกัดกร่อนแผ่นทองแดง 50°C 1 h		ต่ำกว่า 1 มม.	ต่ำกว่า 1 มม.
ส่วนประกอบ (น.น.) %	โพรเพน	20 – 80	0 – 20
	บิวเทน (N-BUTANE และ ISO-BUTANE 6 : 4)	80 – 40	100 – 80
	บิวทิลีนและอื่นๆ	ต่ำกว่า 5	ต่ำกว่า 5
ส่วนที่เหลือ (residue) %		ต่ำกว่า 0.5	ต่ำกว่า 0.5

11.5 ลักษณะพิเศษของรถยนต์ที่ใช้ LPG

11.5.1 น้ำมันเครื่อง (Engine Oil)

โดยปกติยิ่งใช้เครื่องยนต์มากขึ้น ความหนืดของน้ำมันเครื่องจะลดลง ปฏิกริยาออกซิเดชัน (oxidation) ก็จะเพิ่มขึ้นและน้ำมันเครื่องก็จะค่อย ๆ เสื่อมคุณภาพลงไปเรื่อย ๆ แต่ LPG มีการสันดาปอย่างสมบูรณ์ จึงเกิดคาร์บอนน้อย และการเกิดของตะกอน (sludge) ที่เป็นสาเหตุของความเสียหายต่าง ๆ ก็มีน้อย ดังนั้นการทำให้แก๊วกับเครื่องเสกปรกเสียเถายจึงมีน้อย ทำให้อายุการใช้ของน้ำมันเครื่องยาวนานขึ้น และโอกาสที่น้ำมันเครื่องจะถูกเจือจางโดยเชื้อเพลิงเหลวก็ไม่มี ฉะนั้นการลดลงของความหนืดของน้ำมันเครื่องจึงมีน้อย

11.5.2 การน็อคของเครื่องยนต์ (Knocking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

LPG มีค่าออกเทนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน ค่าออกเทนของโพรเพน

คือ 125 บิวเทน 91 - 99 น้ำมันเบนซิน 87 (ในประเทศไทยเบนซินธรรมดา 83
ซูเปอร์ 95 จากผลิตภัณฑ์ของบริษัทหนึ่ง) ดังนั้นจึงสามารถใช้ขับเคลื่อนเครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วนของการอัด (compression ratio) สูงได้โดยที่ไม่เกิดการน็อค

หนึ่ง โดยปกติกำลังที่ได้ (power output) จะลดต่ำลงเล็กน้อย แต่กล่าวกันว่า ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องแรงขับเคลื่อน แต่ที่ความเร็วต่ำก็เกิดการน็อคได้ยาก ทำให้เครื่องยนต์มีความทนทานมากขึ้น

11.5.3 การสึกหรอของเครื่องยนต์ (Engine Wear)

เนื่องจาก LPG เข้าไปในกระบอกสูบ (cylinder) ในสภาพของก๊าซโดยสมบูรณ์ จะไม่ถึงขั้นมีการชะล้างน้ำมันเครื่องออกจากผิวของกระบอกสูบซึ่งเป็นการเร่งการสึกกร่อนดังเช่น น้ำมันเบนซิน หนึ่ง เนื่องจากการเจือจาง และสลับปรกเสียหายของน้ำมันเครื่องที่น้อยและการน็อคก็เกิดได้ยาก ดังนั้นอายุการใช้งานของเครื่องยนต์จึงยาวนาน เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเบนซิน

11.5.4 ก๊าซเสีย (ไอเสีย)

LPG ไม่มีสารพิษจำพวกสารประกอบของตะกั่ว หรือสารกระตุ้นจำพวกอัลดีไฮด์ (aldehydes) ซึ่งใช้เติมในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทน นอกจากนี้ การเกิดของก๊าซอัลดีไฮด์ก็ออกไฟที่น้อย เพราะมีปริมาณกำมะถันน้อย หนึ่ง ในเรื่องของคาร์บอนมอนอกไซด์ และไฮโดรคาร์บอน ในกรณีของเครื่องยนต์ที่ใช้ LPG การแจกจ่ายก๊าซผสม (ไอดี) ไปยังกระบอกสูบแต่ละตัวเป็นไปด้วยดี ทำให้การสันดาปในแต่ละกระบอกสูบเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และยังสามารถใช้อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงสูงได้ (ส่วนผสมจาง) จึงสามารถทำให้ได้ก๊าซเสียค่อนข้างสะอาด

ตารางที่ 11.6 เป็นตารางที่แสดงส่วนประกอบของก๊าซเสียจากเครื่องยนต์แต่ละชนิด
ที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 11.6 ส่วนประกอบของก๊าซเสียที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ

เชื้อเพลิง	สภาวะการทำงาน.	คาร์บอน มอนอกไซด์ CO (%)	ไฮโดร คาร์บอน HC (ppm)	ไนโตรเจน ออกไซด์ NO _x (ppm)	ซัลเฟอร์ได ออกไซด์ SO ₂ (ppm)
น้ำมัน เบนซิน	เครื่องเดินเบา (idling)	4.0 - 15.0	300 - 2,000	50 - 1,000	0
	ความเร็ว (0 → 40 km/h)	0.7 - 5.0	300 - 600	1,000 - 4,000	0
	ความเร็วคงที่ (40 km/h)	0.5 - 4.0	200 - 400	1,000 - 3,000	0
	ลดความเร็ว (40 → 0 km/h)	1.5 - 4.5	1,000 - 3,000	5 - 50	0
LPG	เครื่องเดินเบา	2.0 - 5.0	150 - 1,000	40 -	0
	เร่งความเร็ว	0.7 - 2.0	190 - 350	1,200 - 2,000	0
	ความเร็วคงที่	0.4 - 1.0	120 - 200	4,500 -	0
	ลดความเร็ว	1.5 - 4.0	2,000 - 4,000	60 -	0
น้ำมัน ดีเซล	เครื่องเดินเบา	0	300 - 500	50 - 70	20 - 100
	เร่งความเร็ว	0 - 0.1	200	800 - 1,070	20 - 100
	ความเร็วคงที่	0	90 - 150	200 - 1,000	20 - 100
	ลดความเร็ว	0	300 - 400	30 - 00	20 - 100

11.5.5 กำลังที่ได้ (Power Output)

ค่าความร้อนต่อหน่วย นน. ของ LPG จะสูงกว่าของน้ำมันเบนซินเล็กน้อย แต่ถ้า
เปรียบเทียบค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรของก๊าซผสมกับอากาศ จะมีค่าน้อยกว่าน้ำมันเบนซิน
ประมาณ 5 % ฉะนั้นถ้าใช้เครื่องยนต์เหมือนกันภายใต้สภาวะการทำงานที่เหมือนกัน กำลังที่ได้
ในกรณีที่ใช้ LPG จะต่ำกว่ากรณีที่ใช้้ำมันเบนซิน

อนึ่ง เนื่องจาก LPG ถูกป้อนให้แก่เครื่องยนต์ในสภาพที่เป็นก๊าซอย่างสมบูรณ์ จึง
เกิดการลดของกำลังที่ได้ เนื่องจากประสิทธิภาพของการดูดเข้าลดลง (เทียบกับน้ำมันเบนซิน
แล้วลดลงประมาณ 6 %) โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความเร็วสูง ๆ กำลังที่ได้จะลดลงประมาณ 5-10%.

แต่ในกรณีที่ความเร็วต่ำซึ่งมีการดูดเข้าของอากาศน้อยจะไม่ค่อยมีผลมากนัก

เพื่อที่จะขจัดข้อเสียเหล่านี้

- ก. เปลี่ยนท่อร่วมไอดี (intake manifold) จากแบบร้อน (hot type) เป็นแบบเย็น (cold type) เพื่อคงความหนาแน่นของไอดีให้สูงไว้
- ข. เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการสันดาปที่ดี ควรเปลี่ยนองศาตั้งใหม่ และเพิ่ม อัตราส่วนของการอัด (compression ratio)

ถ้าเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้กับ LPG โดยเฉพาะดังกล่าวข้างต้น ก็จะสามารถเพิ่มสมรรถนะของเครื่องยนต์ให้ดีกว่าของเครื่องเบนซินได้

11.5.6 คุณสมบัติในการสตาร์ทเครื่องยนต์

เกี่ยวกับเรื่องคุณสมบัติในการสตาร์ทเครื่องยนต์ ถ้าอุณหภูมิภายนอกสูงกว่า 5°C การสตาร์ทจะไม่แตกต่างจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน แต่บางทีก็ยังมีปัญหาในช่วงฤดูหนาว สามารถกล่าวได้ว่าในกรณีเช่นนี้องค์ประกอบของเชื้อเพลิงมีผลอยู่มากพอควร เนื่องจากโดยปกติ LPG ที่ใช้กับรถยนต์เป็นนิวเทนมากกว่าครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับโพรเพนแนว ในกรณีที่อุณหภูมิทำนิวเทนจะกลายเป็นไอยาก และความดันไอดำ จึงเป็นสาเหตุให้สตาร์ทติดยาก ดังนั้นในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวควรเปลี่ยนส่วนประกอบของ LPG ให้เหมาะสม ในช่วงฤดูหนาวจะต้องใช้ LPG ที่มีโพรเพนผสมอยู่ประมาณ 20 - 60 % ถ้าเปรียบเทียบกับเรื่องอื่น ๆ กับรถที่ใช้แก๊สเบนซินแล้วมีดังนี้

- ก. ใช้น้ำมันเครื่อง (engine oil) ที่มีความหนืดสูงกว่า
- ข. จังหวะจุดระเบิดเร็วขึ้น (ไฟแก่กว่า)
- ค. อุณหภูมิของจุดติดไฟสูงกว่า
- ง. ในขณะที่อุณหภูมิต่ำ การกลายเป็นไอของเชื้อเพลิงจะเลวลง เป็นต้น

สิ่งเหล่านี้คาดว่าจะสาเหตุให้เกิดปัญหาสตาร์ทติดยาก แต่จากการปรับแต่งเครื่องยนต์อย่างเหมาะสม และเบตเตอร์มีขนาดที่เพียงพอแล้ว ถึงแม้อุณหภูมิจะค่อนข้างต่ำ (ต่ำกว่า -10°C) ก็จะไม่มีปัญหาเรื่องการสตาร์ทเครื่องยนต์

11.5.7 ความเป็นอันตราย

เนื่องจาก LPG มีความดันสูงจึงรั่วง่าย ในกรณีที่เกิดการรั่วไหลในสภาพที่เป็นของเหลวก็จะกลายเป็นก๊าซที่มีปริมาตรมากกว่าเดิมประมาณ 250 เท่า และหนักกว่าอากาศประมาณ 2 เท่า จึงมีอันตรายเนื่องจากการสะสมอยู่ที่ต่ำได้ง่าย จึงต้องระมัดระวังให้มาก ในระหว่างการทำงานต้องคอยดูแลให้มีอากาศหมุนเวียนถ่ายเทอย่างเพียงพอ

อนึ่ง ในกรณีที่มีการตรวจสอบภายในห้องเครื่องยนต์ หรือห้องเก็บของท้ายรถ (trunk room) ในตอนกลางคืนจะต้องใช้ไฟฉายเสมอ ห้ามใช้ไม้ขีดไฟ หรือไฟแช็กอย่างเด็ดขาด นอกจากนั้นการที่ LPG มีความดันสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ฉะนั้นจำเป็นต้องป้องกันภาชนะบรรจุ (ถัง) มิให้โดนแสงอาทิตย์โดยตรง หรือ ทำให้อุ่นเกินไป

11.5.8 การเติมเชื้อเพลิง

เนื่องจาก LPG มีความดันสูง ฉะนั้นการใช้จึงไม่ง่ายเหมือนน้ำมันเบนซิน ต้องใช้วาล์วชนิดพิเศษถ่ายเทก๊าซถึงพิเศษไปยังภาชนะบรรจุ ในขณะที่ทำการเติมเชื้อเพลิง จำเป็นต้องแสดงหนังสือกำกับภาชนะ และห้ามบรรจุมากเกินไปโดยเด็ดขาด

11.5.9 ราคาเชื้อเพลิง

LPG มีราคาถูกเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน ดังนั้นค่าเชื้อเพลิงจึงถูกกว่า

11.6 น้ำมันเครื่อง (Engine Oil)

11.6.1 หน้าที่ของน้ำมันเครื่อง

การทำหน้าที่ของน้ำมันเครื่องมี 5 ประการดังต่อไปนี้

- ก. ทำหน้าที่ลดความฝืดหล่อลื่นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่เพื่อลดการสึกหรอให้น้อยที่สุด
- ข. ทำหน้าที่ระบายความร้อนหล่อลื่นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่เพื่อลดความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีและช่วยระบายความร้อน
- ค. ทำหน้าที่ **sealing** เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปในชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ได้
- ง. ทำความสะอาด ทำความสะอาดชิ้นส่วนแต่ละชิ้นของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่
- จ. ป้องกันการเกิดสนิม เพื่อหยุดยั้งการเกิดสนิมของชิ้นส่วนต่าง ๆ

11.6.2 น้ำมันเครื่องที่ใช้กับ LPG โดยเฉพาะ

รถยนต์ที่ใช้ LPG ต้องการคุณสมบัติของน้ำมันเครื่องที่แตกต่างกับของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินเป็นอย่างมาก ฉะนั้นต้องใช้น้ำมันโดยเฉพาะเท่านั้น ดังได้กล่าวมาแล้ว LPG จะสันดาปในห้องสันดาปของเครื่องยนต์ได้อย่างสะอาด ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการสันดาปไม่สมบูรณ์ที่อุณหภูมิค่อนข้างน้ำมันเบนซิน ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิรอบ ๆ ห้องสันดาปของรถยนต์ที่ใช้ LPG จะสูงมาก และมีผลต่าง ๆ ตามมา เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นน้ำมันเครื่องก็จะเสื่อมคุณภาพเร็ว ผลก็คือ สารจำพวก **varnish** ที่เกิดจากการเสื่อมคุณภาพที่อุณหภูมิสูงจะไปเกาะตามลูกสูบ - เป็นตัน และเร่งการสึกหรอ ในขณะที่ตัวสารจำพวกกรดที่เกิดขึ้นก็จะไปกัดกร่อนผิวของเพลา (bearing metal) เป็นตัน ฉะนั้นรถยนต์ที่ใช้ LPG ต้องการน้ำมันเครื่องชนิดพิเศษ ที่มีคุณสมบัติเลิศที่อุณหภูมิสูง ซึ่งต่างกับน้ำมันเครื่องที่ใช้กับรถยนต์เบนซินซึ่งค่อนข้างจะเน้นคุณสมบัติที่อุณหภูมิต่ำ

ด้วยเหตุนี้ น้ำมันเครื่องสำหรับ LPG ต้องมีคุณสมบัติเลิศที่อุณหภูมิสูง และป้องกันการกัดกร่อนและการสึกหรอได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นน้ำมันเครื่องสมรรถนะสูงของ **MS-DN CLASS** จึงถูกกำหนดให้ใช้กับ LPG โดยเฉพาะในหน้าหนาวและดินแดนหนาวเย็นต้องใช้ **SAE 20**

ส่วนปกติใช้ **SAE 30** คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันเครื่องเหล่านี้มีแสดงไว้ในตารางที่ 1.7

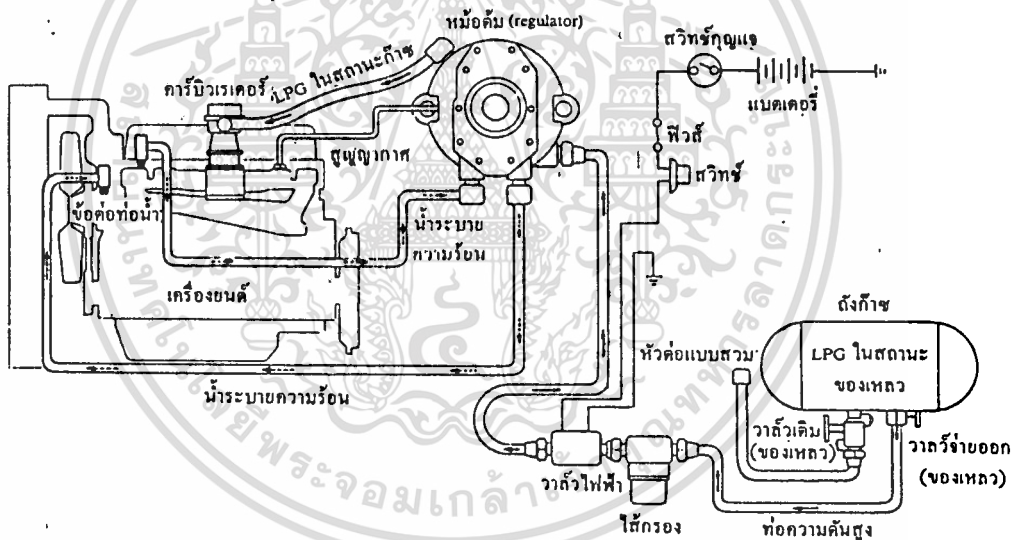
ตารางที่ 11.7 คุณสมบัติของ LPG OIL

หัวข้อการทดสอบ		NISSAN MOTOR OIL JUMBO LPG	
		SAE 20	SAE 30
จุดวาบไฟ	COC, °C	225	238
ความหนืด CS	@ 37.8°C	65.1	95.5
	@ 98.9°C	8.35	10.5
ดัชนีความหนืด		106	100
POUR POINT	°C	-20	-12.5
DEGREE OF OXIDATION STABILITY	105.5°C x 24h		
การเพิ่มของ OXIDATION		-0.19	-0.17
ระดับของ VARNISH		10	10
VISCOSITY RATIO		1.00	1.02
BASIC VALUE	KOH mg/g	4.5	4.5
COPPER PLATE CORROSION	100°C x 3h	ต่ำกว่า 1	ต่ำกว่า 1

โครงสร้างและการทำงาน (function) ของรถยนต์ LPG

12.1 ลักษณะพิเศษของรถยนต์ LPG

รถยนต์ LPG ในประเทศไทยขณะนี้ เป็นของที่เปลี่ยนอุปกรณ์เชื้อเพลิงของรถยนต์ น้ำมันเบนซินให้เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้กับ LPG และเพิ่มเติมอุปกรณ์ความปลอดภัยอีกเล็กน้อยเพื่อจัดการกับการรั่วไหลของก๊าซในกรณีสุดวิสัย ดังนั้นจึงไม่ใช่โครงสร้างเฉพาะทั้งหมด ดังของกรณีรถยนต์ที่เติล เมื่อมาดองไล่เส้นทางที่เชื้อเพลิงออกจากถังไปยังเครื่องยนต์ ก็จะได้ดังรูป



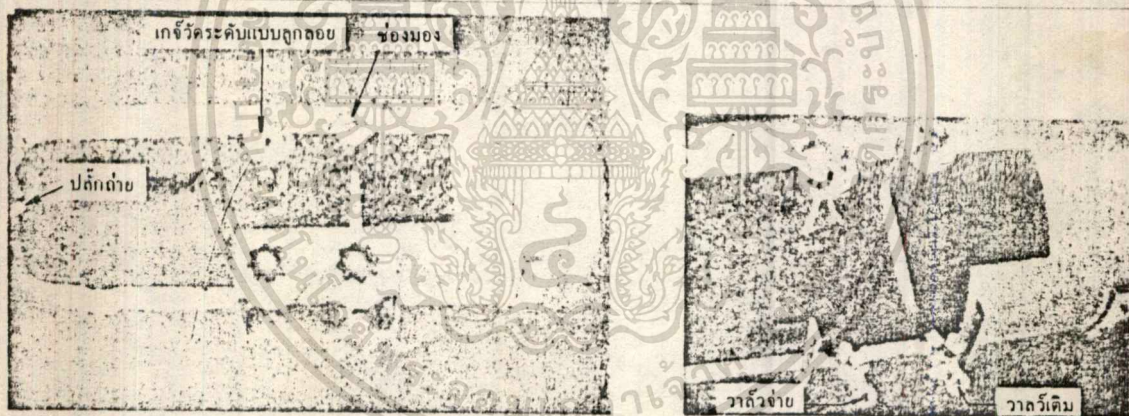
รูปที่ 12.1 ภาพแสดงการไหลของเชื้อเพลิง LPG

LPG ในสถานะของเหลวที่ออกจากภาชนะบรรจุจะผ่านไส้กรอง (filter) ในห้องเครื่องยนต์ (engine room) เพื่อกรองสิ่งเจือปนออกแล้วผ่านวาล์วไฟฟ้า (solenoid valve หรือ electromagnetic valve) ไปยังหม้อต้ม (vaporizer) ซึ่งจะลดความดัน และทำให้เป็นไอเป็นครั้งแรกที่นี้ แล้วจึงถูกดูดเข้าเครื่องยนต์โดยไหลด้านคาร์บิวเรเตอร์ (carburetor)

12.2 โครงสร้างและการทำงานของชิ้นส่วนหลัก

12.2.1 ภาชนะ

ตัวถังทำด้วยเหล็กกล้าสำหรับก๊าซความดันสูง หรือเหล็กกล้าสำหรับการเชื่อม ที่หนา 3.2 มม. และมี Tensile strength มากกว่า 41 kg/mm^2 ถึงทุกในท้องผ่าน การทดสอบความดัน 30 kg/cm^2 และทุกล็อต (lot) ที่ผลิตต้องผ่านการทดสอบการแตก - (destructive testing) แล้วจึงออกใบรับรองถึงก๊าซความดันสูง อนึ่ง ตัวถังถูกแทนด้วย สีเทา และมีเครื่องหมายแสดงว่าใช้กับรถยนต์ ตรงกันข้ามกับถังก๊าซในครัวเรือน ซึ่งเชื้อเพลิง ออกมาในสถานะก๊าซ แต่เชื้อเพลิงจะออกจากถังก๊าซสำหรับรถยนต์ในสถานะของเหลว



รูปที่ 12.2 ภาพตัดของถังก๊าซ (สำหรับรถยนต์)

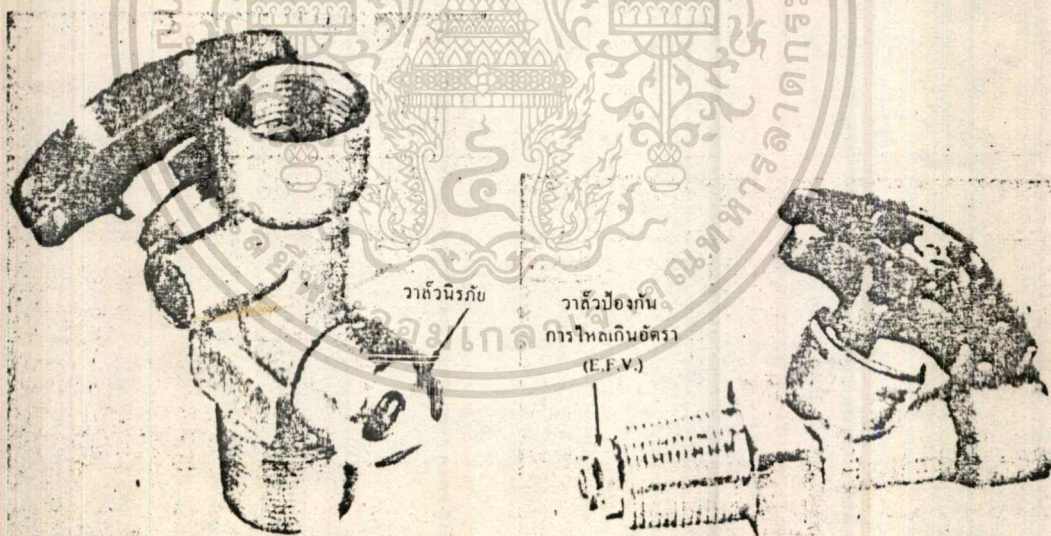
ที่ตัวถังจะมีวาล์วเติม (charge valve) วาล์วจ่ายก๊าซเหลว (liquid discharge valve) เกจแบบลูกลอย (float gauge) และช่องมอง (inspection hole) เป็นต้น ติดอยู่

ถึงได้รับการผลิตให้มีความแข็งแรงมากกว่าของตัวรถ และสามารถทนความดัน ประมาณ 100 kg/cm^2 ได้เป็นอย่างดี

12.2.2 วาล์ว (Valve)

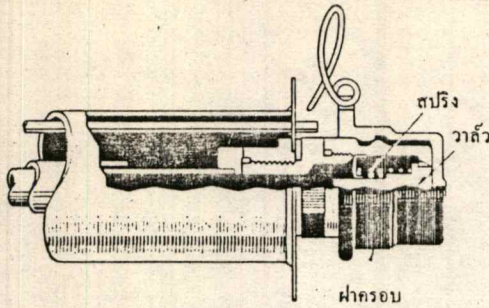
วาล์วของภาชนะมีวาล์วเติมของเหลวจ่ายของเหลวออก วาล์วตัวแรกจะสัมผัสกับส่วนที่เป็นก๊าซ ส่วนวาล์วตัวหลังสัมผัสกับส่วนที่เป็นของเหลว วาล์วทำด้วยทองเหลือง ที่วาล์วบรรจุของเหลวจะมีวาล์วนิรภัย (safety valve) สำหรับลดความดันภายในภาชนะเมื่อขึ้นสูงกว่า 24 kg/cm^2 ส่วนวาล์วจ่ายของเหลวออก จะมีวาล์วป้องกันการไหลเกินอัตรา ซึ่งจะปิดเมื่อเชื้อเพลิงไหลเกินอัตราที่กำหนดไว้ อนึ่ง มือจับของวาล์วเติมก๊าซจะหาคด้วยสียาหรือสีเขียว ส่วนมือจับของวาล์วจ่ายของเหลวออกจะหาคด้วยสีแดง เพื่อให้สังเกตเห็นความแตกต่างได้ง่าย

หมายเหตุ ส่วนที่เป็นก๊าซ : สถานะก๊าซ
หมายเหตุ ส่วนที่เป็นของเหลว : สถานะของเหลว
หมายเหตุ E.F.V. เป็นตัวย่อของวาล์วป้องกันการไหลเกินอัตรา (Excess Flow Valve)

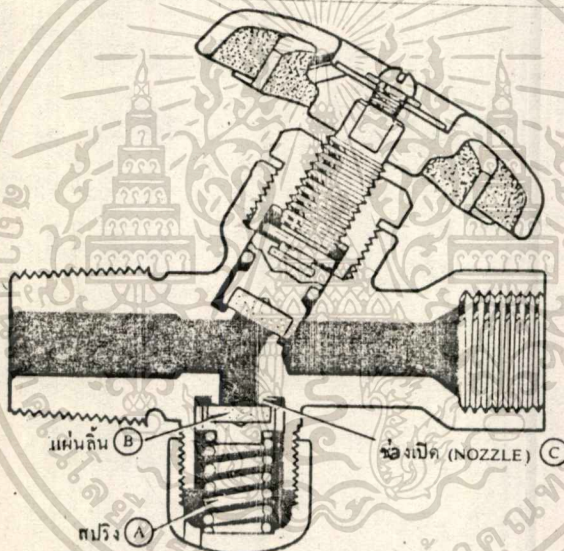


รูปที่ 12.3 วาล์วเติมและวาล์วจ่าย

อนึ่ง โครงสร้างของวาล์วหัวเติมแบบสวม (quick coupling) ซึ่งทำให้การบ่อนเชื้อเพลิงสามารถกระทำได้โดยง่าย มีดังในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 12.4 หัวเติมแบบสวม (quick coupling)



รูปที่ 12.5 ภาพตัดของวาล์วเติม

12.2.3 วาล์วรัญภัยและวาล์วป้องกันการไหลเกินอัตรา (Safety & Excess Flow Valve)

โดยปกติวาล์วรัญภัยของวาล์วเติมของเหลวจะมีแผ่นลิ้น (B) แบบสนิมกับ

Nozzle (C) โดยอาศัยแรงจากสปริง (A) เมื่อความดันภายในภาชนะสูงขึ้นจนเอาชนะ-

แรงจากสปริง (24 kg/cm^2) แผ่นลิ้น (B) ก็จะเคลื่อนห่างจาก Nozzle (C) และ

ปล่อยให้ LPG ไหลออกสู่ภายนอกเมื่อความดันภายในภาชนะลดลงเหลือประมาณ 16 kg/cm^2 ค่า

แรงจากสปริง (A) จะดันแผ่นปิด (B) ไปปิด Nozzle (C) ใหม่ และหยุดการปล่อยก๊าซออก

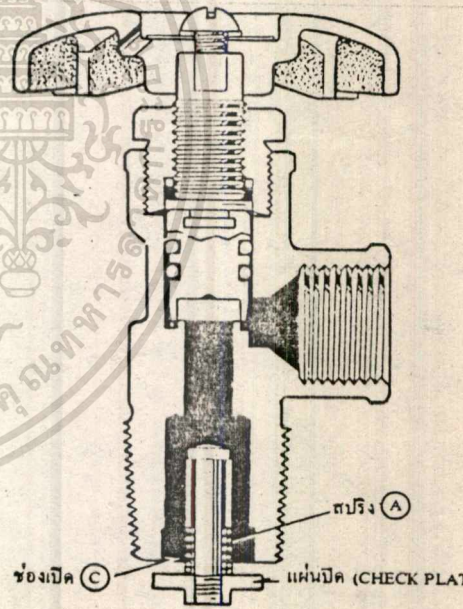
ในกรณีของวาล์วป้องกันการไหลเกินอัตรา (E.F.V.) ของวาล์วจ่ายก๊าซ เหลวออกเมื่ออัตราการไหลของก๊าซเหลวพอเหมาะ แรงจากสปริง (A) จะดันแผ่นปิด (check plate) (B) ให้อยู่ห่างจากช่องเปิด (C) ถ้าข้อต่อของระบบท่อเกิดแตกเสียหาย และเชื้อเพลิงเกิดไหลมากผิดปกติ แรงดันที่กระทำต่อแผ่นปิด (B) จะมากกว่าแรงต้านจากสปริง (A) ผลก็คือ แผ่นปิด (B) จะทำงาน และเคลื่อนไปปิดช่องเปิด (C) ทำให้ LPG ไหลออกไม่ได้

อัตราการไหลที่ปิดลิ้น E.F.V. คือ 2-61 / นาที (ผลต่างของความดันที่ปิดลิ้น มีค่าต่ำกว่า 0.5 kg/cm²)

อนึ่ง ภายหลังจากการทำงานของแผ่นปิด (B) , LPG จะไหลออกทางช่องปรับความดัน (regulating nozzle) ที่อยู่บนแผ่นปิดสำหรับทำความดันให้เท่ากัน ถ้าความดันด้านในและด้านนอกของแผ่นปิดเท่ากันเมื่อใด แผ่นปิดก็จะเคลื่อนห่างจากช่องเปิดโดย

แรงจากสปริง และกลับคืนสู่สภาพปกติ ดังนั้นในเวลาปล่อยก๊าซภายในท่อความดันสูงทั้งเพื่อทำการตรวจ -

สอบ ช่อมแซม และหลังจากนั้นเมื่อเปิดวาล์วจ่ายของเหลวออกเพื่อคิดเครื่องยนต์ ในบางครั้งเครื่องยนต์จะไม่ติด เพราะความดันภายในท่อไม่พอ ทำให้แผ่นปิดทำงาน จึงจำเป็นต้องรอประมาณ 20-30 วินาที (เวลาที่ทำความดันให้เท่ากัน) แล้วจึงติดเครื่อง



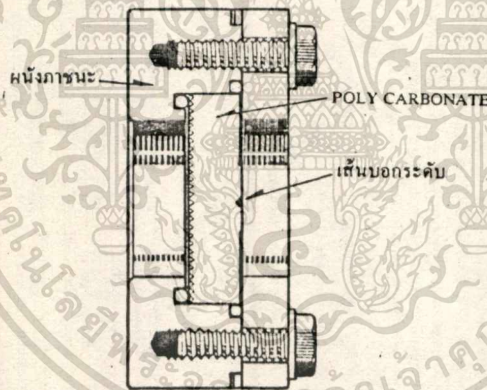
รูปที่ 12.6 ภาพตัดของวาล์วจ่าย

12.2.4 เครื่องแสดงระดับของเหลว

เครื่องแสดงระดับของเหลวมีไว้เพื่อป้องกันการบรรจุ LPG มากเกินไปและเพื่อให้ทราบปริมาณที่บรรจุอยู่

ก. แบบช่องมอง (Inspection Hole Type)

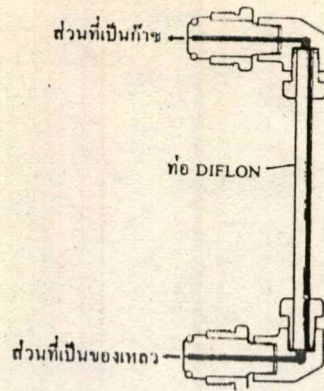
เครื่องวัดระดับของเหลวแบบมีช่องสำหรับมองเพื่อชี้เห็นระดับของของเหลว - จากภายนอก ช่องมองนี้ทำขึ้นโดยการแปะติดแผ่นเรซิน (resin) ใส่หรือแทนด้วยวัสดุตรงส่วนเปิดของผนังของภาชนะ การบรรจุ LPG จะบรรจุจนถึงเส้นระดับ (สีแดง) ของช่องมองนี้เท่านั้น การบรรจุมากกว่านี้จะเป็นการบรรจุมากเกินไป ซึ่งต้องหลีกเลี่ยงอย่างเด็ดขาด



รูปที่ 12.7 ภาพตัดของช่องมอง

ข. แบบท่อแสดงระดับ (Tube Gauge)

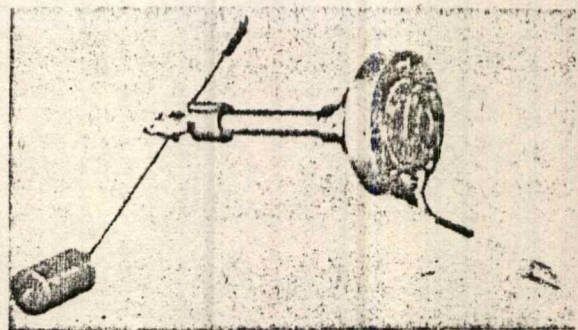
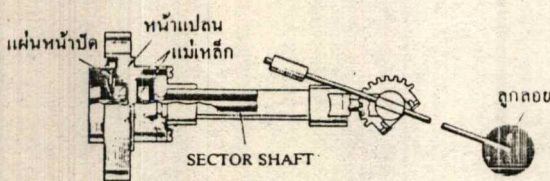
ส่วนมากใช้กับถัง LPG ของรถบรรทุก เครื่องวัดระดับแบบมีวาล์วเชื่อมต่อระหว่างส่วนที่เป็นก๊าซกับส่วนที่เป็นของเหลว แล้วใช้ท่อใส่ต่อโยงระหว่างสองส่วนนี้ ดังนั้นจึงสามารถทราบปริมาณของของเหลวที่เหลือและป้องกันการบรรจุเกินอัตรา อนึ่ง นอกจากเวลาที่ตรวจสอบระดับแล้วจะต้องปิดวาล์วไว้เสมอ



รูปที่ 12.8 ภาพตัดของ tube gauge

ค. เครื่องมือวัดระดับของเหลวแบบลูกลอย (float gauge)

ภายในภาชนะมีลูกลอยอยู่ ดังเช่น Float Gauge ของดัดน้ำมันเบนซินเมื่อลูกลอยขึ้นลงตามระดับของเหลวก็จะทำให้ Sector Shaft หมุนและให้ลูกจาน Sector Shaft แทนหมุนจะหมุนและให้ลูกจานแผ่นหน้าปิดบอกระดับ โดยผ่านหน้าแปลนที่ทำด้วยโลหะผสมเบา (light alloy) นอกจากนี้แล้วทางด้านหน้าก็จะมีวัดความดันและทำให้สามารถทราบปริมาณของก๊าซตลอดเวลา โดยการต่อสายเข้ากับเกจที่แรงดันปิด (dash gauge) หน้าหนึ่งของคนขับ



ความถ่วงจำเพาะของ LPG จะเปลี่ยนค่าตามอุณหภูมิ และองค์ประกอบของของเหลว ดังนั้น ในการหาปริมาณการบรรจุของเชื้อเพลิงโดยใช้การวัดระดับของของเหลวจะต้องทำการชดเชยค่าตามอุณหภูมิและองค์ประกอบของของเหลว เพื่อให้สามารถบรรจุภายในขอบเขตที่ปลอดภัย Float Gauge จะติดตั้งสเกลชดเชยสำหรับปริมาณบรรจุสูงสุดเอาไว้

เส้นนอกสุด (BU) เป็นของเชื้อเพลิงบิวเทนบริสุทธิ์ เส้น (50/50) เป็นของเชื้อเพลิงที่ประกอบด้วยโพรเพน 50 % และบิวเทน 50 % ส่วนเส้นในสุด (PRO) เป็นของเชื้อเพลิงโพรเพนบริสุทธิ์ เส้นแนวตั้งแสดงอุณหภูมิ (อุณหภูมิภายนอก) ตัวอย่างเช่น ถ้าอุณหภูมิภายนอกเป็น 15° C และเชื้อเพลิงเป็นบิวเทนบริสุทธิ์ ปริมาณบรรจุที่กำหนดให้คือ 83 % ของภาชนะ



รูปที่ 12.10 สเกลชดเชยค่าปริมาตร

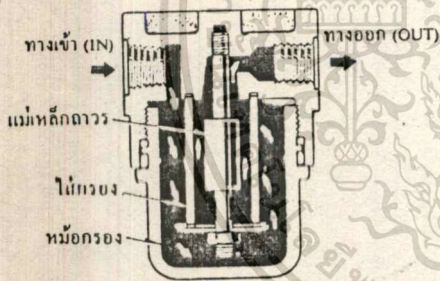
12.2.5 เครื่องกรอง (Filter)

เนื่องจากใน LPG มีสารโมเลกุลที่ต่างกัน ๑ ประเภทย่อย จึงติดตั้งเครื่อง

กรองระหว่างเชื้อเพลิง (fuel line) ที่ก่อนท้าวาล์วไฟฟ้า (solenoid valve)

เพื่อกรองสิ่งเจือปนออก ไส้กรอง (filter element) สามารถใส่เข้าและถอดออกเพื่อทำความสะอาดได้ และเป็นโครงสร้างที่ทนความดันไอของ LPG ได้เป็นอย่างดี

LPG ที่เข้ามาจากทางเข้า (IN) จะผ่านการกรองสิ่งแปลกปลอมที่ไว-ละลายได้ และมีขนาดโตกว่า 80 μ โดยไส้กรองเซรามิก (ceramic element) ที่มีรูพรุน นอกจากนั้นยังเหล็กแขวนลอยขนาดจิ๋วของเหล็กที่ผ่าน Element เข้ามาจะโดนดักจับโดยแม่เหล็กถาวรในไส้กรอง (filter element)

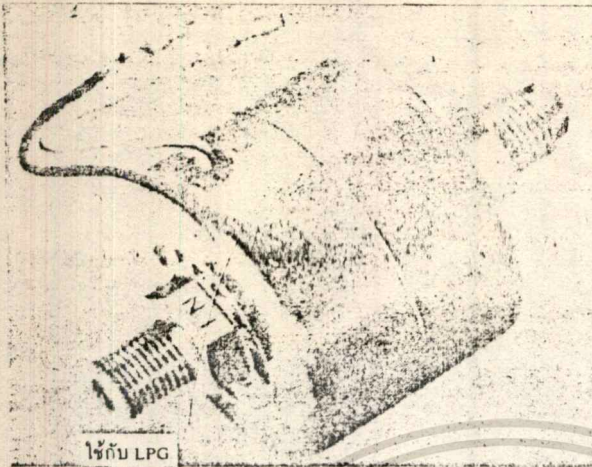


รูปที่ 12.11 เครื่องกรอง

12.2.6 วาล์วไฟฟ้า (Solenoid Valve, Electromagnetic Valve)

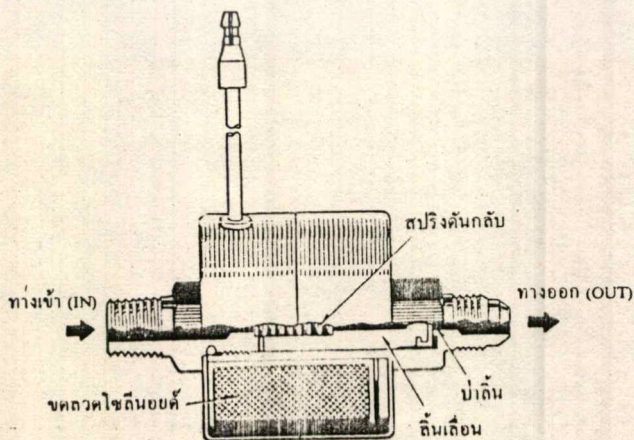
วาล์วไฟฟ้ามีทั้งชนิดที่ใช้กับ LPG และที่ใช้กับน้ำก๊าสเบนซิน แต่ทั้ง 2 ชนิดก็เป็นลิ้นปิดกันเชื้อเพลิง ซึ่งสามารถควบคุมได้จากที่นั่งคนขับ เนื่องจากวาล์วไฟฟ้าจะทำงานผิดปกติถ้ามีพวกผงเหล็ก หรือ ผงสกปรกเข้ามา ฉะนั้นจึงติดตั้งอยู่ระหว่างเครื่องกรองกับหม้อต้ม (vaporizer หรือ regulator) การป้อนหรือปิด LPG โดยวาล์วไฟฟ้าทำได้โดยการเปิด

ปิดวาล์ว LPG ลงงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 12.12 วาล์วไฟฟ้า (Solenoid valve)

ภายในขดลวด (solenoid coil) มีลิ้นเลื่อน (slide valve) โดยอาศัยแรงแม่เหล็กซึ่งเกิดขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ลิ้นเลื่อน (slide valve) จะเอาชนะแรงของสปริงคืนกลับ (back spring) และเลื่อนไปยังด้านตรงเข้า (IN) ทำให้เชื้อเพลิงไหลได้ ในกรณีที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล แรงจากควมดันไอของ LPG และสปริงคืนกลับ (back spring) จะดันลิ้นเลื่อน (slide valve) ไปแนบติดกับวาล์ว (valve seat) และปิดกั้นการไหลของเชื้อเพลิง

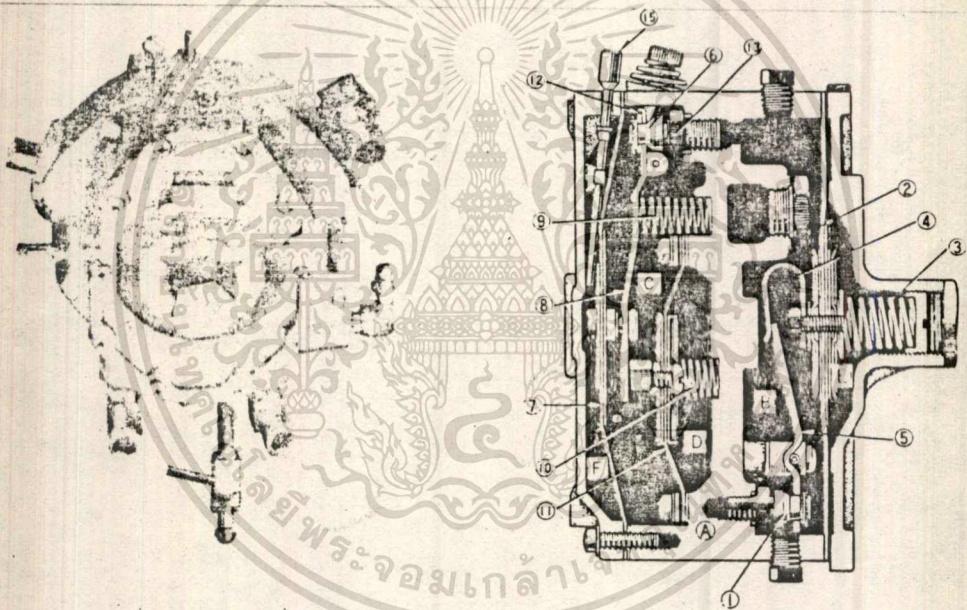


รูปที่ 12.13 ภาพตัดของวาล์วไฟฟ้า (solenoid valve) ระโยชน์ด้านการค้า

12.2.7 หม้อต้ม (Vaporizer)

หม้อต้ม (vaporizer) มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น Regulator, Converter เป็นต้น และนิยมได้เป็นส่วนหนึ่งของคาร์บูเรเตอร์ของเครื่องยนต์เบนซิน

หม้อต้มเป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่สำคัญที่สุดของอุปกรณ์สำหรับ LPG และมีหน้าที่ดังนี้ (1) ลดความดัน (2) ทำให้เป็นไอ (3) ปรับความดัน โครงสร้างของหม้อต้มประกอบด้วยห้องลดความดันปฐมภูมิ ซึ่งระเหย LPG เหลวให้เป็นไอ พร้อม ๆ กับลดความดัน ห้องลด



รูปที่ 12.14 หม้อต้ม

รูปที่ 12.15 ภาพตัดของหม้อต้ม

ความดันอีกครั้ง และควบคุมความดันให้ใกล้เคียงความดันบรรยากาศ ปลอกน้ำ (water jacket) ซึ่งหมุนเวียนน้ำระบายความร้อนจากเครื่องยนต์มาใช้เป็นแหล่งความร้อนสำหรับระเหย LPG และห้องล๊อคด้วยสุญญากาศ (vacuum lock) ซึ่งควบคุมการไหลออกของเชื้อเพลิง โครงสร้างของเครื่องระเหยค่อนข้างง่าย ๆ ก็จริง แต่การทำงานสลับซับซ้อนและละเอียดอ่อน

ห้องปรับความดันปฐมภูมิ (E) เชื่อมต่อกับห้องลดความดันทุติยภูมิ โดยผ่าน

ห้องปรับความดัน (balance port) เพื่อให้ไม่ให้เกิดขบวนการทำงานของไคอะเฟรม (2)
 หนึ่งห้องปรับความดันทุติยภูมิ (F) เปิดออกสู่บรรยากาศ นอกจากนี้ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงปดอม เช่น
 น้ำมันเตา (tar) เป็นต้น สะสมอยู่ในหม้อต้มก็สามารถไล่ออกได้ทางก๊อกระบาย (drain
 cock) ซึ่งเชื่อมต่อกับห้องลดความดันทุติยภูมิ (C)

ก. การทำงาน

ก๊าซ LPG ซึ่งไหลเข้าไปในห้อง (A) ของหม้อต้ม (vaporizer หรือ
 regulator) จะดันวาล์วปฐมภูมิ (primary valve หรือ elastic face valve)⁽¹⁾
 ให้เปิดออกด้วยความดันไอของมันเอง แล้วไหลเข้าไปในห้องลดความดันปฐมภูมิ (B) เพื่อลด
 ความดันและกลายเป็นไอ เมื่อความดันในห้อง (B) ขึ้นสูงถึงความดันที่กำหนด (0.33 kg/cm^2
 สำหรับกรณีของโตโยต้า 0.25 kg/cm^2 กรณีของนิสสัน) แผ่นไคอะเฟรมปฐมภูมิ (primary
 diaphragm)⁽²⁾ ก็จะไปกดสปริงของไคอะเฟรมปฐมภูมิ (primary diaphragm spring)⁽³⁾
 และตะขอ (primary diaphragm hook)⁽⁴⁾ จะกดคานวาล์วปฐมภูมิ (primary valve
 lever)⁽⁵⁾ ซึ่งทำให้วาล์วปฐมภูมิ⁽¹⁾ ปิด เมื่อก๊าซ LPG ไหลออกไปเข้าห้องลดความ
 ดันทุติยภูมิ (C) ความดันปฐมภูมิก็จะลดลง คานวาล์วปฐมภูมิ (primary valve lever)⁽⁵⁾ ก็
 จะทำงานโดยแรงจากสปริง (primary diaphragm spring)⁽³⁾ ผลก็คือ ทำให้วาล์ว
 ปฐมภูมิ (primary valve)⁽¹⁾ เปิด และเชื้อเพลิงก็จะเข้าไปในห้องลดความดันปฐมภูมิ (B)
 อีกครั้งหนึ่ง วาล์วปฐมภูมิ⁽¹⁾ จะปิดเปิดสลับกันไปเช่นนี้และรักษาความดันปฐมภูมิให้คงที่ เชื้อเพลิง
 ที่ไหลออกจากห้อง (B) สู่อ่าง (C) โดยผ่านวาล์วทุติยภูมิ (secondary valve)⁽⁶⁾ จะ
 ถูกลดความดันจนถึงความดันบรรยากาศ เนื่องจากห้อง (C) เชื่อมต่อกับคาร์บูเรเตอร์
 (carburetor) อยู่ ความดันเป็นลบของ Venturi จะทำให้ไคอะเฟรมทุติยภูมิ
 (secondary diaphragm)⁽⁷⁾ เคลื่อนไปกดคานวาล์วทุติยภูมิ (secondary valve
 lever)⁽⁸⁾ ผลก็คือ วาล์วทุติยภูมิ⁽⁶⁾ จะเปิด ส่วนแรงจากสปริงคานทุติยภูมิ (secondary

valve lever spring)⁽⁹⁾

ก็ทำให้การปิดวาล์วสุญญากาศ⁽⁶⁾ เป็นครั้ง ๆ เพื่อรักษา

ความดันให้ค่อนข้างคงที่ (ความดันบรรยากาศ) (มีกลไกบางอย่างเป็นแบบกลไกซึ่งอาศัยกันทดสอบ

เชื้อเพลิง (fuel test bar)⁽¹⁵⁾

ไปดันไดอะแฟรมสุญญากาศ⁽⁷⁾ เพื่อเปิดวาล์วสุญญากาศ

⁽⁶⁾ และบังคับให้เชื้อเพลิงไหลเข้าไปในคาร์บูเรเตอร์ได้ก็มี)

1. ขณะเครื่องยนต์ดับอยู่

ขณะที่เครื่องยนต์ดับอยู่จะไม่เกิดสุญญากาศที่ใดเลย ดังนั้นแรงที่กระทำต่อหม้อต้ม

(regulator) จึงเป็นแรงจากสปริงและความดันไอของ LPG เท่านั้น ขณะที่เครื่องยนต์

ดับอยู่ วาล์วไฟฟ้าเปิดอยู่ วาล์ว LPG จะไหลเข้าไปในห้อง (A) และเข้าไปในห้องลดความ

ดันปฐมภูมิ (B) ด้วยความดันไอของตัวเอง ส่วนวาล์วสุญญากาศ (elastic face valve)⁽⁶⁾

จะถูกบังคับให้เปิดอยู่เนื่องจากการปรับสำหรับเดินเบา (idling adjustment) ดังนั้น

เชื้อเพลิงจากห้องลดความดันปฐมภูมิ (B) จะไหลเข้าไปในห้องลดความดันทุติยภูมิ (C) และก่อ

ให้เกิดอันตรายได้ เพื่อป้องกันเหตุการณ์เช่นนี้ แรงจากสปริงของแผ่นไดอะแฟรมห้องลดด้วยสุญญากาศ

ภาค (vacuum lock diaphragm spring) จะดันแผ่นไดอะแฟรมห้องลดด้วยสุญญากาศ

(vacuum lock diaphragm) ให้เคลื่อนที่แล้วดันวาล์วสุญญากาศ (secondary valve

lever)⁽⁸⁾ ให้เอาชนะแรงต้านจากหมุดเดินเบา (idle pin)⁽¹²⁾ ได้ ผลก็คือ วาล์ว

สุญญากาศ⁽⁶⁾ จะถูกดันให้แนบสนิทกับวาล์ว (valve seat)⁽¹³⁾ และปิดกั้นการไหลของ -

เชื้อเพลิง รูปแบบการทำงานเช่นนี้เรียกว่า แบบล็อกสนิทด้วยสุญญากาศ (vacuum lock-off)

หนึ่ง เนื่องจากสปริงของไดอะแฟรมห้องลดด้วยสุญญากาศ (vacuum lock diaphragm spring

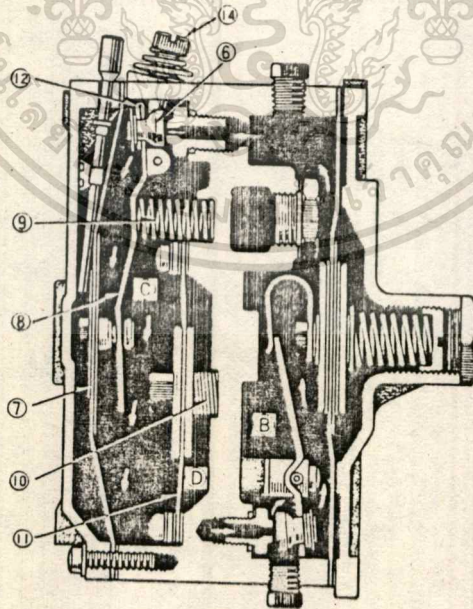
⁽¹⁰⁾ จะหมดประสิทธิภาพในการทำงานอย่างสิ้นเชิง เมื่อความดันในท่อรวมไอดี (intake manifold

เป็นลบ ฉะนั้นจึงไม่เกิดอุปสรรคใด ๆ ในเวลาเดินเครื่องปกติ

2. ขณะเดินเบา (Idling)

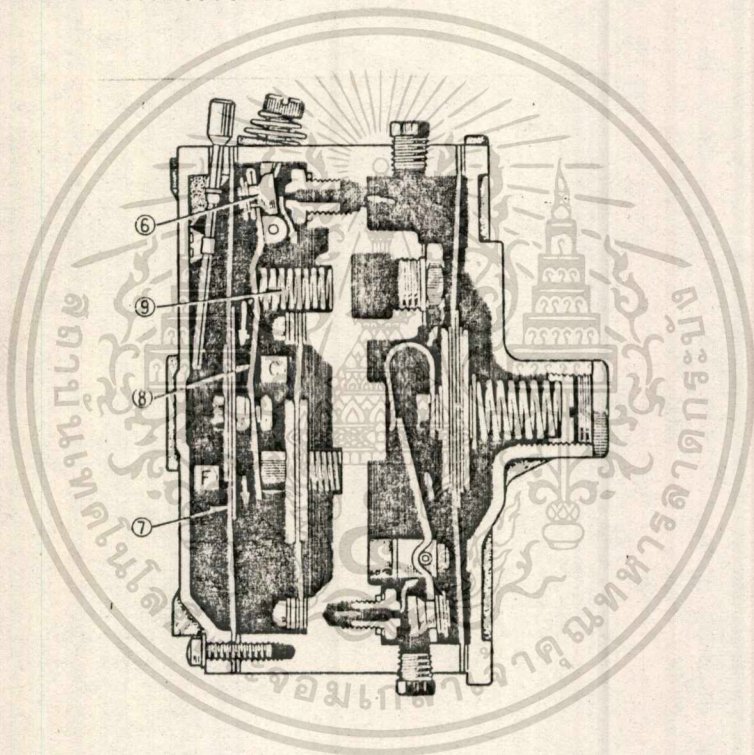
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งในกรณีที่เดินเครื่องยนต์เบา ความดันในท่อรวมไอดี (intake manifold)

จะเป็นลบ และส่งผลไปยังห้องสุญญากาศ (D) ไคอะเตรมห้องคือถว้สุญญากาศ (vacuum lock diaphragm) (11) จึงเอาชนะแรงจากสปริง (vacuum lock diaphragm spring) (10) ได้ และเคลื่อนตัวไปทางห้องลดความดันทุติยภูมิ (B) ผลก็คือแรงที่กระทำต่อคานวาล์วทุติยภูมิ (8) จะเป็นแรงจากสปริงของคานวาล์วทุติยภูมิ (9) เท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในขณะที่เดินเบา ความดันลบใน venturi ของคาร์บูเรเตอร์จะมีค่าน้อยมาก จึงไม่สามารถทำให้ไคอะเตรมทุติยภูมิ (7) ทำงานและไปเปิดวาล์วทุติยภูมิ (6) ได้ด้วยเหตุนี้จึงต้องบังคับให้วาล์วทุติยภูมิ (6) เปิดออกโดยอาศัยสกรูปรับเดินเบา (idle adjust screw) (14) เพื่อชักนำเชื้อเพลิงเข้าห้องลดความดันทุติยภูมิ (C) อนึ่ง การปรับอัตราการเปิดของวาล์วทุติยภูมิ (6) ในเวลาเดินเบา กระทำได้โดยอาศัยสกรูปรับเดินเบา (14) ซึ่งกระทำต่อหมุดเดินเบา (idle pin) (12) ที่ปลายของคานวาล์วทุติยภูมิ (8)



รูปที่ 12.16 รูปแสดงการทำงานของหม้อต้ม (ขณะเดินเบา)

จะเปิดกว้าง ทำให้ปริมาณอากาศที่ถูกเข้าเพิ่มมากขึ้น ความดันลบของ venturi จะเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดผลต่างของความดันระหว่างห้องลดความดันทุติยภูมิ (C) ซึ่งเชื่อมต่อการบิดเรเตอร์กับ ห้องปรับความดันทุติยภูมิ (F) ซึ่งเชื่อมต่อกับบรรยากาศ ทั้งนี้ไคอะเตรมทุติยภูมิ(7) จะเอาชนะแรงจากสปริงของคานาวาล์วทุติยภูมิ(9) และไปกดคานาวาล์วทุติยภูมิ(8) ผลก็คือ วาล์วทุติยภูมิ(6) จะเปิดกว้างขึ้นและปล่อยให้เชื้อเพลิงจำนวนมากไหลเข้าไปในห้องลดความดันทุติยภูมิ (C) และป้อนเชื้อเพลิงจำนวนมากเข้าคาร์บูเรเตอร์



รูปที่ 12.7 รูปแสดงการทำงานของหม้อต้ม (ขณะเร่งความเร็ว)

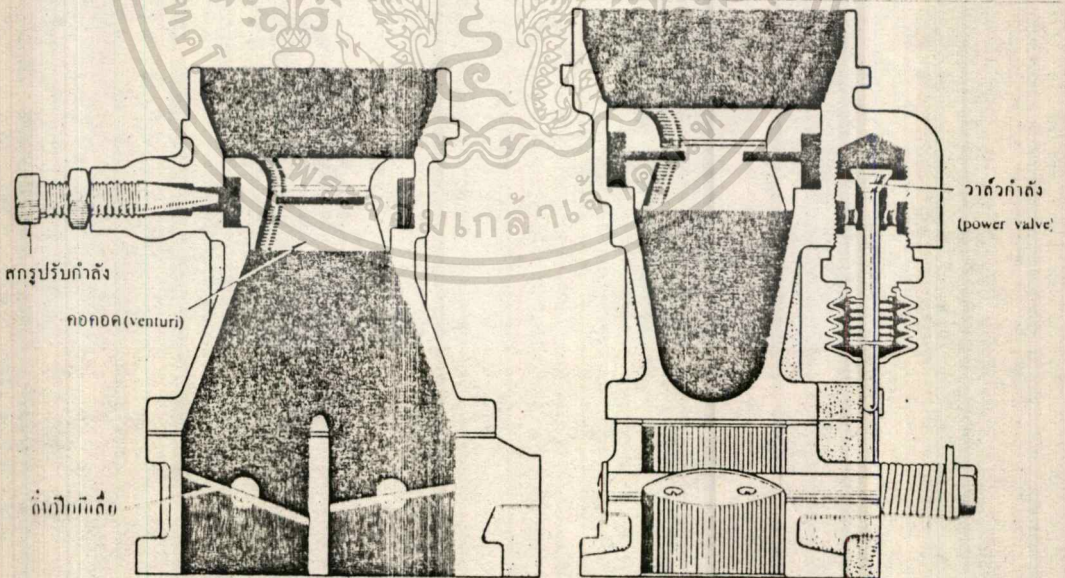
12.2.8 คาร์บูเรเตอร์ (Carburetor)

ก. โครงสร้าง

คาร์บูเรเตอร์เป็นเครื่องมือผสม LPG ซึ่งถูกทำให้กลายเป็นไอจากหม้อต้ม (regulator) กับอากาศแล้วป้อนเข้าเครื่องยนต์ และต้องใช้แบบสำหรับ LPG โดยเฉพาะ เพื่อให้สามารถป้อนปริมาณไอที่ที่เหมาะสมกับภาระของเครื่องยนต์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โครงสร้างของคาร์บูเรเตอร์ประกอบด้วย power adjust screw, power jet, throttle valve, venturi เป็นหลัก



รูปที่ 12.19 ภาพตัดของคาร์บูเรเตอร์

ข. การทำงาน

LPG ซึ่งกลายเป็นไออย่างสมบูรณ์ที่หม้อต้ม (regulator) จะถูกชักนำเข้าคาร์บิวเรเตอร์ตามท่อทางความดันต่ำ (vapor hose) โดยความดันลบที่เกิดขึ้นที่ venturi สกรูปรับกำลัง (power adjust screw) จะปรับอัตราการไหลของ LPG ซึ่งไหลผ่านช่องทางที่เจาะไว้ที่ venturi ไปผสมกับอากาศให้ได้อัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด แล้วจึงถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบ (cylinder)

1. สกรูปรับกำลัง (Power Adjust Screw)

เช่นเดียวกับนมหนูหลัก (main jet) ของคาร์บิวเรเตอร์ของเครื่องยนต์เบนซิน สกรูตัวนี้จะปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิงตลอดช่วงภาระของเครื่องยนต์ (แบบเข็ม, needle type)

เมื่อขันสกรูเข้า พื้นที่หน้าตัดของช่องไหลของ LPG จะน้อยลงทำให้อัตราการไหลลดลง ในทางกลับกันเมื่อคลายสกรูออก อัตราการไหลก็จะเพิ่มขึ้น

2. Power Jet

Power Jet ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิง เมื่อภาระของเครื่องยนต์เพิ่ม (jet type)

3. ลิ้นปีกผีเสื้อ (Throttle Valve)

ลิ้นปีกผีเสื้อ ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลของไอดีตามภาระของเครื่องยนต์ (butterfly type)

4. Venturi

Venturi ทำหน้าที่ปรับปริมาณของไอดี

สารบัญ

ภาคคำนวณ	หน้า
บทที่ 1 กำลังขับเคลื่อนของรถยนต์	1.1-1.13
บทที่ 2 การทรงตัว ของรถยนต์	2.1-2.12
บทที่ 3 ความเร่งสูงสุดของรถยนต์	3.1-3.2
บทที่ 4 ความหน่วงรถยนต์ขณะ เบรก	4.1-4.4
บทที่ 5 ระบบบังคับเลี้ยว	5.1-5.4



กำลังขับเคลื่อนของรถยนต์

รถยนต์เคลื่อนที่ได้ต้องอาศัยกำลังจากเครื่องยนต์ซึ่งส่งผ่านระบบส่งกำลังมาถึงล้อขับเคลื่อน และอาศัยความฝืดระหว่างยางและผิวถนนทำให้เกิดแรงขับเคลื่อน รถยนต์จึงเคลื่อนที่ได้

ในขณะที่รถยนต์กำลังเคลื่อนที่อยู่นั้น จะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ และมีทิศทางสวนกับแรงขับเคลื่อน ถ้ารถยนต์เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ เช่น 60 km/h และอาศัยกฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน จะได้ว่า

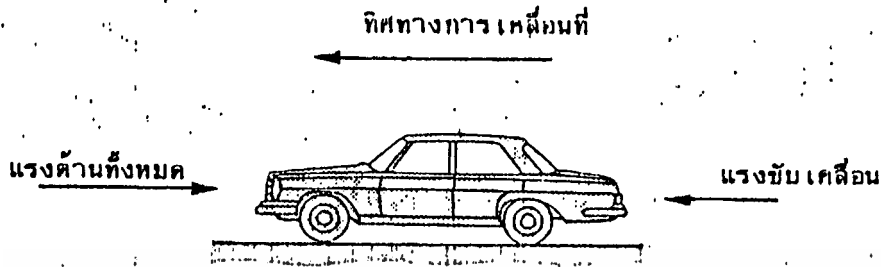
$$\text{แรงขับเคลื่อน} = \text{แรงต้านทั้งหมด}$$

แต่ถ้าแรงขับเคลื่อนมากกว่าแรงต้านทั้งหมดในขณะนั้น รถยนต์จะมีอัตราเร็วเพิ่มขึ้น เช่น เหยียบคันเร่งเพิ่มน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์จะทำให้แรงขับเคลื่อนที่มากขึ้น และมากกว่าแรงต้านทั้งหมดในขณะนั้น จึงทำให้อัตราเร็วของรถยนต์เพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราเร็วของรถยนต์เพิ่มขึ้นนั้นแรงต้านทั้งหมดก็จะเพิ่มตามไปด้วย จนในที่สุดแรงขับเคลื่อนเท่ากับแรงต้านทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง รถยนต์จึงวิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่อีกครั้งหนึ่ง เช่น เดิมมีอัตราเร็ว 60 km/h เพิ่มเป็น 80 km/h

แต่ถ้าแรงขับเคลื่อนน้อยกว่าแรงต้านทั้งหมดในขณะนั้น รถยนต์จะมีอัตราเร็วลดลง ในขณะที่อัตราเร็วลดลงนั้น แรงต้านทั้งหมดจะลดลงด้วย จนในที่สุดแรงขับเคลื่อนเท่ากับแรงต้านทั้งหมด รถยนต์จะวิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ต่อไป เช่น เดิมมีอัตราเร็ว 90 km/h เมื่อถอนคันเร่งลด ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าเครื่องยนต์ แรงขับเคลื่อนจะลดลง รถยนต์จะวิ่งด้วยความหน่วง จนมีอัตราเร็ว 50 km/h

รูปที่ 1.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงขับเคลื่อนกับแรงต้านทั้งหมด ในขณะ

ที่รถยนต์กำลังเคลื่อนที่



รูปที่ 1.1 แรงขับเคลื่อนและแรงต้านทั้งหมด

กำลังจากเครื่องยนต์ส่งไปยังล้อขับเคลื่อนจะใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ เพราะว่ามีบางส่วนสูญเสียไปในระบบส่งกำลัง เรียกว่าการสูญเสียในการส่งกำลัง (transmission losses) กำลังส่วนที่เหลือที่ล้อขับเคลื่อนจะใช้ไปเพื่อเอาชนะแรงต้านต่าง ๆ เพื่อให้รถยนต์เคลื่อนที่ได้ แรงต้านเหล่านั้นได้แก่

1. แรงต้านการหมุนของล้อ (rolling resistance)
2. แรงต้านอากาศ (air resistance)
3. แรงต้านทางขึ้น (gradient resistance)

นอกจากนี้ในขณะที่เครื่องยนต์ กำลังบางส่วนต้องสูญเสียไปเพื่อเอาชนะความเฉื่อยของรถยนต์ เรียกว่า แรงต้านความเฉื่อย (inertia resistance) ซึ่งจะได้อธิบายในรายละเอียด

การสูญเสียในการส่งกำลัง

กำลังจากเครื่องยนต์ส่งผ่าน คลัทช์ : ห่วงส่งกำลัง ข้อต่ออ่อน . . . เพลากลาง เพืองท้าย และดิฟเฟอเรนเชียล และ เพลาหลัง จนถึงล้อขับเคลื่อน กำลังที่ล้อขับเคลื่อน

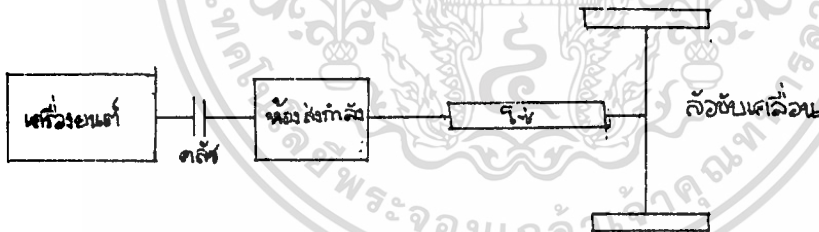
จะน้อยกว่ากำลังของเครื่องยนต์ เนื่องจากมีกำลังบางส่วนสูญเสียไปในระบบส่งกำลังดังกล่าว

สาเหตุของการสูญเสียกำลังเนื่องมาจาก

1. ความผิดของส่วนต่าง ๆ ที่หมุน เช่น ที่เบรค และที่หักเหือง
2. ความหนืดของน้ำมันในห้องส่งกำลัง และเฟืองท้าย
3. แรงต้านอากาศในขณะที่ขึ้นส่วนต่าง ๆ กำลังหมุน

การสูญเสียในการส่งกำลังโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 15-20 % ที่เกียร์ต่ำและประมาณ 10 % ที่เกียร์สูงสุด หรือ อาจกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพการส่งกำลัง(transmission efficiency) ประมาณ 90 % ที่เกียร์สูงสุด

รูปที่ 1.2 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบส่งกำลังเพื่อส่งเขปตั้งแต่ออกจาก-เครื่องยนต์กระทั่งถึงล้อขับเคลื่อน



รูปที่ 1.2 ระบบส่งกำลังของรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยล้อหลัง

แรงต้านการหมุนของล้อ

กำลังจากเครื่องยนต์ที่ล้อขับเคลื่อนจะถูกใช้ไปเพื่อเอาชนะแรงต้านการหมุนของล้อ

การหาแรงต้านการหมุนของล้ออาจทำได้ดังนี้ ออกแรงคันรอกยนต์ให้เคลื่อนที่ไปกัวยึดตราเร็ว

คงที่ค่าหนึ่งโดยใส่เกียร์ว่าง แรงที่ใช้ในการคันรถยนต์จะมีค่าเท่ากับแรงต้านการหมุนของล้อใน
ขณะนั้น แรงต้านการหมุนของล้อจะมาก หรือ น้อยขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. สภาพของผิวถนน เช่น ผิวถนนเรียบ หรือ ขรุขระ แรงต้านการหมุนของ
ล้อจะน้อย ถ้าผิวถนนเรียบ และจะมากถ้าผิวถนนขรุขระเป็นหลุมเป็นบ่อ หรือ มีสิ่งกีดขวางบน
ผิวถนน เช่น ผิวถนนมีน้ำขัง

2. สภาพของขางรถยนต์และความต้านลมในขางตลอดรูปทรงของขาง ขางที่มี
ดอกยางละเอียด หรือ ดอกยางลึกจนเรียบจะมีแรงต้านการหมุนของล้อน้อยกว่าดอกยางเขاب
แรงต้านการหมุนของล้อจะเพิ่มขึ้น ถ้าความต้านลมในขางต่ำกว่าที่กำหนด และขางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง
กลางโต จะมีแรงต้านการหมุนของล้อน้อยกว่าขางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสั้น

3. น้ำหนักของรถยนต์ โดยทั่วไปแรงต้านการหมุนของล้อจะเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนัก
ของรถยนต์เพิ่มขึ้น

4. อัตราเร็วของรถยนต์ แรงต้านการหมุนของล้อจะเพิ่มขึ้นถ้าอัตราเร็วของรถ
ยนต์เพิ่มขึ้น

แรงต้านการหมุนของล้อสามารถหาได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$R_r = K_r W \quad (1.1)$$

เมื่อ R_r = แรงต้านการหมุนของล้อ N

K_r = ส.ป.ส. แรงต้านการหมุนของล้อ

W = น้ำหนักของรถยนต์ N

ค่าของ K_r มีค่าต่าง ๆ กันตามสภาพของถนนดังนี้

K_r = 0.0095 สำหรับถนนที่เรียบก็ผิวทุก

$K_r = 0.18$ สำหรับถนนเป็นทราย

$K_r = 0.015$ สำหรับค่าเฉลี่ยที่ใช้กันโดยทั่วไป

ดังนั้นเนื่องจากอัตราเร็วของรถยนต์มีผลต่อแรงต้านการหมุนของล้อ จึงมักนิยมใช้สูตรต่อไปนี้สำหรับหาค่า K_r

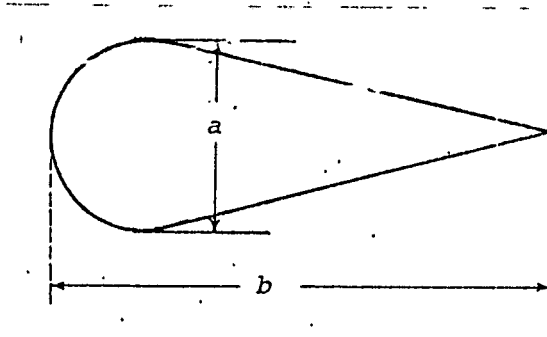
$$K_r = 0.015 + 0.00016 V \quad (1.2)$$

เมื่อ V = อัตราเร็วของรถยนต์ km/h
แรงต้านอากาศ

กำลังจากเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนที่ล้อส่วนมากต้องใช้ไปเพื่อเอาชนะแรงต้านอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อัตราเร็วสูง ๆ แรงต้านอากาศจะเกิดขึ้นเมื่อรถยนต์เคลื่อนที่ และจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับรูปทรง อัตราเร็ว และพื้นที่หน้าตัดของรถยนต์

รถยนต์ปัจจุบันมักออกแบบให้กลมตามหลักอากาศพลศาสตร์ (aerodynamics) เพื่อลดแรงต้านอากาศ และทำให้อัตราเร็วสูงของรถยนต์เพิ่มขึ้น ตลอดจนช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

วัตถุทรงหยดน้ำที่ขาวเกินไปถึงแม้จะลดอากาศหมุนจนเหลือน้อยมากก็ตาม แต่จะเพิ่มแรงจุดที่เกิดขึ้นบริเวณผิวสัมผัสของทรงหยดน้ำกับอากาศ จึงทำให้แรงต้านอากาศรวมเพิ่มขึ้น แต่วัตถุทรงหยดน้ำที่สั้นเกินไปจะมีอากาศหมุนบริเวณส่วนท้ายมากถึงแม้ว่าแรงจุดที่บริเวณผิวสัมผัสจะน้อยก็ตาม แต่แรงต้านอากาศรวมจะเพิ่มขึ้น ค่าที่เหมาะสมสำหรับวัตถุทรงหยดน้ำที่ให้แรงต้านอากาศน้อยที่สุดคือ $a/b = 1/2.5$



รูปที่ 1.3 สัดส่วนที่เหมาะสมของวัตถุทรงหยดน้ำ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาแรงต้านอากาศ คือ

$$R_a = K_a A V^2$$

(1.3)

เมื่อ R_a = แรงต้านอากาศ N

K_a = ส.ป.ส. แรงต้านอากาศ

A = พื้นที่หน้าตัดของรถยนต์ m^2

V = อัตราเร็วรถยนต์ km/h

จากการทดลองพบว่า ค่า K_a ขึ้นอยู่กับรูปร่างของรถยนต์ที่ออกแบบ ถ้าออกแบบ
ได้คลุ้มค่า K_a ก็จะน้อย แต่ถ้าทำกลมค่า K_a ก็จะมาก ค่า K_a ที่นิยมใช้กันมีดังนี้

K_a = 0.023 สำหรับรถยนต์ที่ออกแบบดีมาก

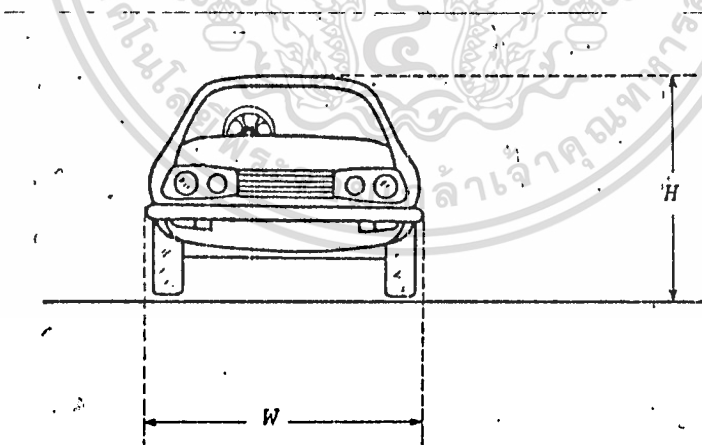
= 0.031 สำหรับรถยนต์ทั่ว ๆ ไป

= 0.045 สำหรับรถบรรทุก และรถเมล์

เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของรถยนต์นั้นไม่เป็นสี่เหลี่ยมคือ มีส่วนเว้าส่วนโค้งตามความสวยงามของการออกแบบ จึงทำให้ไม่สามารถหาพื้นที่หน้าตัดของรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นจึงหาได้โดยวิธีประมาณดังนี้

$$A = 0.8 WH \quad (1.4)$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดของรถยนต์ m^2
 W = ความกว้างของรถยนต์ m
 H = ความสูงของรถยนต์ m
 ความกว้างของรถยนต์วัดจากขอบตัวถังด้านซ้ายไปยังขอบตัวถังด้านขวา ความสูงของรถยนต์วัดจากแนวนอนถึงจุดสูงสุดของหลังคาของรถยนต์



รูปที่ 1.4 ความกว้างและความสูงของรถยนต์

สำหรับอัตราเร็วรถยนต์ที่ใช้ในสูตรสำหรับการหา $R_{\text{ลู}}$ ทางสมการ ถ้ามีอัตราเร็วลมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น วิ่งทวนลม วิ่งตามลม จะต้องนำอัตราเร็วลมมาคิดใน

สูตรด้วยดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{รถยนต์วิ่งทวนลม} \quad \text{ใช้ } V &= \text{อัตราเร็วรถยนต์} + \text{อัตราเร็วลม} \\ \text{รถยนต์วิ่งตามลม} \quad \text{ใช้ } V &= \text{อัตราเร็วรถยนต์} - \text{อัตราเร็วลม} \\ \text{รถยนต์วิ่งในลมสงบ} \quad \text{ใช้ } V &= \text{อัตราเร็วรถยนต์} \end{aligned}$$

แรงต้านทางขึ้น

ในขณะที่รถยนต์วิ่งขึ้นทางชัน กำลังจากเครื่องยนต์บางส่วนต้องถูกใช้ไปเพื่อเอาชนะแรงต้านทางขึ้น ทำให้เครื่องยนต์ต้องทำงานหนักมากขึ้นกว่าวิ่งบนถนนระดับ แต่ในทางกลับกัน รถยนต์วิ่งลงทางลาด เครื่องยนต์จะทำงานเบาขึ้นเพราะมีแรงเสริม เนื่องจากน้ำหนักเครื่องยนต์ทำให้รถยนต์เคลื่อนที่ลงได้เอง

แรงต้านทางขึ้นเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. น้ำหนักของรถยนต์
2. ความชันของถนน

น้ำหนัก W ของรถยนต์ สามารถแตกออกเป็นสองเขเวตามรูป ได้แก่ $W \sin \theta$ และ $W \cos \theta$ แรงต้านทางขึ้นเกิดจากค่า $W \sin \theta$

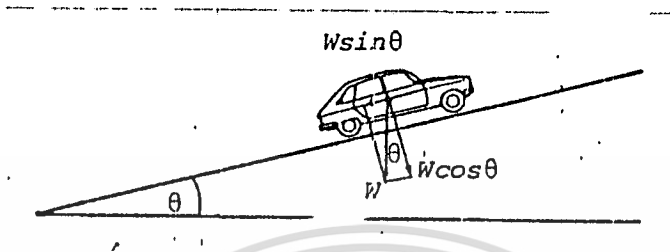
$$\therefore R_g = W \sin \theta$$

ในกรณีที่ θ มีค่าน้อย (น้อยกว่า 20°) จะได้ว่า $\tan \theta \approx \sin \theta$

$$\text{และให้ } G = \% \text{ ความชัน} = \tan \theta \times 100$$

$$\text{ดังนั้น} \quad R_g = \frac{WG}{100} \quad (1.5)$$

$$\text{เมื่อ } R_g = \text{แรงต้านทางขึ้น } N$$



รูปที่ 1.5 แรงต้านทางขึ้น

เมื่อรวมแรงต้านการหมุนของล้อ แรงต้านอากาศ และแรงต้านทางขึ้นจะได้
แรงต้านทั้งหมดของรถยนต์ในขณะที่กำลังวิ่งขึ้นทางขึ้น (ถ้ารถยนต์วิ่งบนถนนระดับแรงต้านทั้งหมด
จะมีเพียงแรงต้านการหมุนของล้อ และแรงต้านอากาศ) ดังนั้นจะได้

$$R_t = R_r + R_a + R_g \quad (1.6)$$

เมื่อ $R_t = \frac{\text{แรงต้านทั้งหมด}}{N}$

$$R_F = \text{แรงต้านการหมุนของล้อ } N$$

$R_a =$ แรงต้านอากาศ N

$$R_g = \frac{\nu}{\text{แรงต้านทางขึ้น}} N$$

แรงขับเค็ดอน

ในขณะที่รถยนต์กำลังวิ่งด้วยอัตราเร็วใด ๆ เครื่องยนต์จะต้องส่งกำลังขับเคลื่อนไป

ยังล้อยับเคลื่อน แรงขับเคลื่อนที่ล้อยจะต้องมีค่าเท่ากับแรงต้านทั้งหมดในขณะนั้น เพื่อรักษาอัตราเร็วรถยนต์ให้คงที่ แรงขับเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นบริเวณผิวสัมผัสระหว่างยางกับถนน ดังนั้นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับถนนต้องสูงมากเพื่อจะไม่ทำให้เกิดการลื่นไถลบริเวณผิวสัมผัส

แรงขับเคลื่อนที่ล้อยสามารถหาได้จากกำลังเครื่องยนต์ หรือในทางกลับกันก็สามารถหาลำลังเครื่องยนต์ได้จากแรงขับเคลื่อนที่ล้อย โดยใช้ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังเครื่องยนต์กับทอร์กใช้สูตร

$$P_e = 2 \pi N T_e \quad (1.7)$$

เมื่อ P_e = กำลังเครื่องยนต์ W
 $= 3.1416$
 N = อัตราเร็วรอบเครื่องยนต์ rps
 T_e = ทอร์กเครื่องยนต์ N.m

ความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กที่ล้อยับเคลื่อนกับทอร์กเครื่องยนต์ใช้สูตร

$$T_w = \frac{n_t i_g i_f T_e}{100} \quad (1.8)$$

เมื่อ T_w = ทอร์กที่ล้อยับเคลื่อน N.m

n_t = ประสิทธิภาพการส่งกำลัง %

i_g = อัตราทดเกียร์

เมื่อ i_f = อัตราทดเฟืองท้าย

T_e = ทอร์กเครื่องยนต์ N.m

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงขับเคลื่อนและทอร์กที่ล้อใช้สูตร

$$F = \frac{T_w}{r} \quad (1.9)$$

เมื่อ F = แรงขับเคลื่อน N

T_w = ทอร์กที่ล้อ N.m

r = รัศมีของยางที่ล้อขับเคลื่อน m

จากสมการ จะได้แรงขับเคลื่อนดังนี้

$$F = \frac{n_t i_g i_f T_e}{100r} \quad (1.10)$$

$$\text{หรือ} \quad F = \frac{n_{to} T_e}{100r} \quad (1.11)$$

เมื่อ i_o = $i_g \cdot i_f$ = อัตราทดเฟืองทั้งหมด

อัตราเร็วรถยนต์

ในขณะที่ขับรถยนต์ อัตราเร็วรถยนต์จะมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วรอบเครื่องยนต์

โดยขึ้นอยู่กับอัตราทดเฟืองทั้งหมดในขณะนั้น

การหาอัตราเร็วรถยนต์ทำได้ดังนี้

$$\text{ให้อัตราเร็วรอบเครื่องยนต์} = N \text{ rps}$$

$$\text{ดังนั้น อัตราเร็วรอบล้อขับเคลื่อน} = \frac{N}{i_o} \text{ rps}$$

$$\text{เส้นรอบวงของยางรถยนต์} = 2 \text{ r m}$$

$$\text{ดังนั้น อัตราเร็วรถยนต์} = (2 \text{ r}) \frac{N}{i_o} \text{ m/s}$$

$$\text{หรือ} = (2 \text{ r}) \frac{N}{i_o} \left(\frac{3600}{1000} \right) \text{ km/h}$$

$$\text{หรือ} \quad v = \frac{3.6(2 \text{ r})N}{i_o} \quad (1.12)$$

$$\text{เมื่อ } v = \text{อัตราเร็วรถยนต์ km/h}$$

$$r = \text{รัศมียางรถยนต์ m}$$

$$N = \text{อัตราเร็วรอบเครื่องยนต์ rps}$$

$$i_o = \text{อัตราทดเฟืองทั้งหมด}$$

กำลังขับเคลื่อนของเครื่องยนต์

เมื่อคำนวณแรงต้านทั้งหมดของรถยนต์ได้แล้ว แรงขับเคลื่อนจะต้องมีค่าเท่ากับ

แรงต้านทั้งหมดเพื่อรักษาอัตราเร็วรถยนต์ให้คงที่

ดังนั้น กำลังขับเคลื่อนที่ล้อในขณะที่ยานยนต์มีอัตราเร็ว = v หาได้จากสูตร

$$P_w = \frac{FV}{3.6} \quad (1.13)$$

และกำลังเครื่องยนต์ในขณะนั้นคำนวณได้จาก

$$P_e = \frac{100P_w}{n_t} = \frac{100FV}{3.6n_t} \quad (1.14)$$

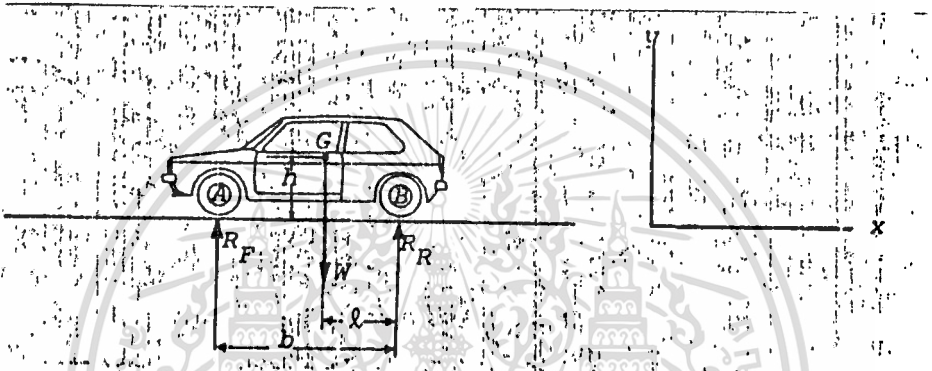
หมายเหตุ P_w = กำลังขับเคลื่อนที่ล้อ P
 F = แรงขับเคลื่อน N
 V = อัตราเร็วรถยนต์ km/h
 P_e = กำลังเครื่องยนต์ P
 n_t = ประสิทธิภาพการส่งกำลัง %

บทที่ 2

การทรงตัวของรถยนต์

การทรงตัวบนพื้นระดับ

รถยนต์มีน้ำหนัก W จอดนิ่งบนพื้นระดับ (ดูรูปที่ 2.1) G เป็นจุดศูนย์กลางมวล



รูปที่ 2.1 การทรงตัวของรถยนต์บนพื้นระดับ

รถยนต์อยู่ในสภาวะสมดุล จากผังวัตถุอิสระของรถยนต์ตามรูปที่ 2.1 ได้

$$F_y = 0 ; \quad R_F + R_R - W = 0 \quad (1)$$

$$M_B = 0 ; \quad R_F b - W l = 0$$

$$R_F = \frac{W l}{b} \quad (2)$$

แทนค่า R_F ใน (1) ได้

$$\frac{W l}{b} + R_R = W$$

$$R_R = W - \frac{W l}{b}$$

$$R_R = W \left(1 - \frac{l}{b} \right)$$

สรุป

$$R_F = \frac{Wl}{b}$$

$$R_R = W(1 - \frac{l}{b})$$

เมื่อ R_F = แรงปฏิกิริยาที่ล้อหน้า

R_R = แรงปฏิกิริยาที่ล้อหลัง

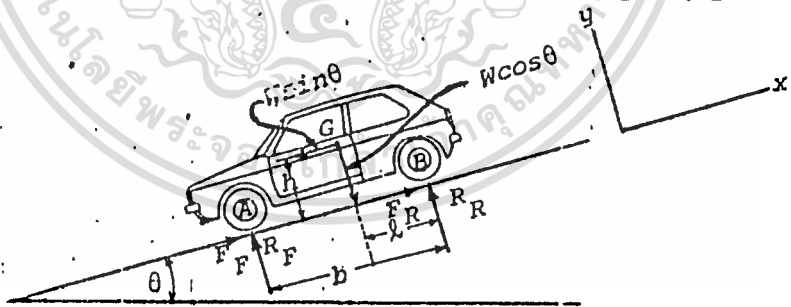
W = น้ำหนักรถยนต์

b = ระยะห่างระหว่างล้อหน้าและล้อหลัง

l = ระยะห่างระหว่างแนวน้ำหนัก W กับล้อหลัง

การทรงตัวบนพื้นเอียง

รถยนต์มีน้ำหนัก W จอดนิ่งบนพื้นเอียง (ดูรูปที่ 2.2) G เป็นจุดศูนย์กลางมวล



รูปที่ 2.2 การทรงตัวของรถยนต์บนพื้นเอียง

รถยนต์อยู่ในสภาวะสมดุล จากผังวัตถุอิสระของรถยนต์ตามรูปที่ 2.2 ได้

$$F_x = 0 ; F_F + F_R - W \sin \theta = 0 \quad (1)$$

$$F_y = 0 ; R_F + R_R - W \cos \theta = 0 \quad (2)$$

$$M_A = 0 ; W \sin \theta + R_R b - W(b-l) \cos \theta = 0 \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไปว่าเอกสารนี้คือหนังสือพิมพ์หรือสิ่งพิมพ์อื่นใดและเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

$$\text{จาก (3)} \quad R_R = \frac{W}{b} (b - l) \cos \theta - h \sin \theta$$

แทนค่า R_R ใน (2) ได้

$$R_F = \frac{W}{b} (1 \cos \theta + h \sin \theta)$$

สรุป

$$R_F = \frac{W}{b} (1 \cos \theta + h \sin \theta)$$

$$R_R = \frac{W}{b} (b - l) \cos \theta - h \sin \theta$$

เมื่อ

$$R_F = \text{แรงปฏิกิริยาที่ล้อหน้า}$$

$$R_R = \text{แรงปฏิกิริยาที่ล้อหลัง}$$

$$W = \text{น้ำหนักรถยนต์}$$

$$b = \text{ระยะทางระหว่างล้อหน้าและล้อหลัง}$$

$$l = \text{ระยะทางระหว่างแนวน้ำหนัก } W \cos \theta \text{ กับล้อหลัง}$$

$$h = \text{ระยะทางระหว่างแนวน้ำหนัก } W \sin \theta \text{ กับพื้นเอียง}$$

$$\theta = \text{มุมระหว่างพื้นเอียงกับแนวระดับ}$$

รูปที่ 2.2 ถ้ามุมของพื้นเอียงเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ อาจเกิดเหตุการณ์ได้ 3 กรณี ดังนี้

1. รถยนต์พลิกคว่ำ
2. รถยนต์ลื่นไถลลงบนพื้นเอียงเนื่องจากแรงเสียดทานไม่เพียงพอ
3. รถยนต์เลื่อนไถลลงบนพื้นเอียงเนื่องจากเบรกไม่อยู่

กรณีที่ 1 รถยนต์พลิกคว่ำคือ รถยนต์เริ่มที่จะหมุนรอบจุด A นั่นคือ แรงปฏิกิริยา $R_R = 0$

$$\frac{W}{b} (b - l) \cos \theta - h \sin \theta = 0$$

$$(b - l) \cos \theta - h \sin \theta = 0$$

$$\tan \theta = \frac{b - l}{h}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\theta_{\max} = \tan^{-1}\left(\frac{b-1}{h}\right)$$

$\theta_{\max}$ = มุมสูงสุดของพื้นเอียงที่ทำให้รถยนต์พลิกคว่ำ

กรณี 2 รถยนต์ลื่นไถลบนพื้นเอียงเนื่องจากแรงเสียดทานไม่เพียงพอ ทั้งขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นเอียง u

พิจารณารูปที่ 2.2 ซึ่งอยู่ในสภาวะสมดุล

$$F_x = 0 ; F_F + F_R - W \sin \theta = 0$$

$$uR_F + uR_R = W \sin \theta$$

$$u(R_F + R_R) = W \sin \theta \quad (1)$$

$$F_y = 0 ; R_F + R_R - W \cos \theta = 0 \quad (2)$$

แทนค่า $R_F + R_R$ จาก (2) ลงใน (1) ได้

$$u(W \cos \theta) = W \sin \theta$$

$$\tan \theta = u$$

$$\theta_{\max} = \tan^{-1} u$$

$\theta_{\max}$ = มุมสูงสุดของพื้นเอียงที่ทำให้รถยนต์ลื่นไถลลงพื้นเอียง ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน u

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนขึ้นอยู่กับประเภทของถนน และสภาพผิวถนน ซึ่งอาจแห้ง หรือ เปียก ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ประเภทของถนน	สภาพผิวถนน	
	แห้ง	เปียก
ถนนคอนกรีตแอสฟัลท์, ถนนคอนกรีตซีเมนต์	0.7-0.8	0.35-0.45
ถนนดินลูกรัง	0.6-0.7	0.3 -0.4
ถนนปกคลุมด้วยฝุ่นสกปรก	0.5-0.6	0.2 -0.4

กรณีที่ 3 รถยนต์เลื่อนไหลลงบนพื้นเอียงเนื่องจากเบรกไม่อยู่

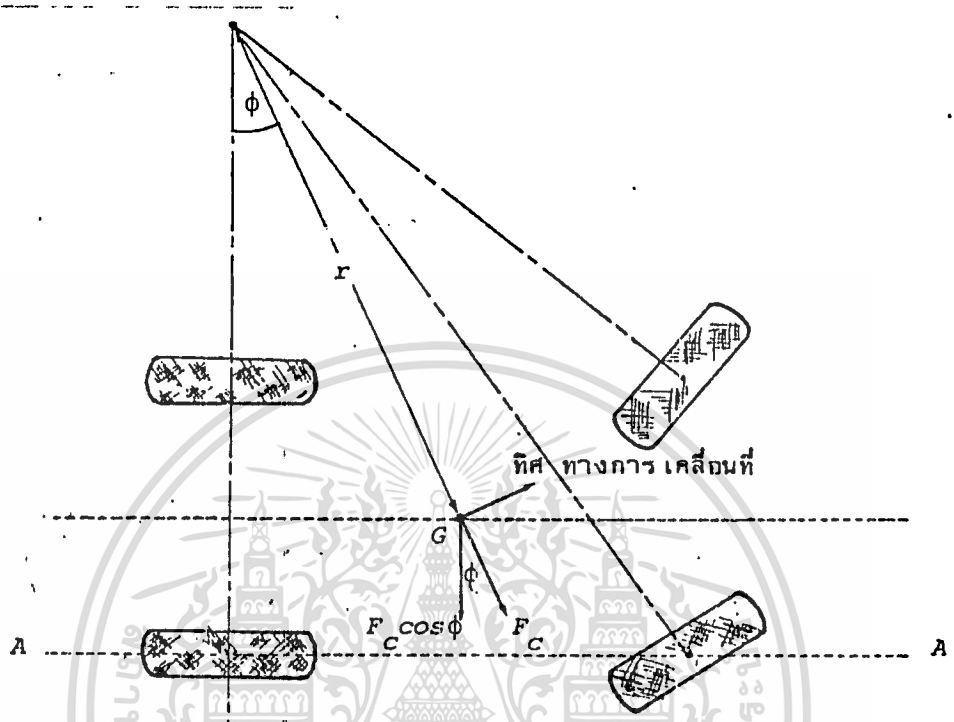
$$\begin{aligned}
 T_F &= F_F r \quad \text{และ} \quad T_R = F_R r \\
 \text{เมื่อ } T &= \text{ทอร์กเนื่องจากการเบรกที่ล้อ} \\
 r &= \text{รัศมียางรถยนต์} \\
 F_F + F_R &= \frac{T_F + T_R}{r} = W \sin \theta \\
 \sin \theta &= \frac{T_F + T_R}{W r} \\
 \theta_{\max} &= \sin^{-1} \left(\frac{T_F + T_R}{W r} \right)
 \end{aligned}$$

เมื่อ $\theta_{\max}$ = มุมสูงสุดของพื้นเอียงที่ทำให้รถยนต์เลื่อนไหลลงบนพื้นเอียงเนื่องจากเบรกไม่อยู่

การทรงตัวบนทางโค้ง

ในขณะที่รถยนต์เลี้ยวโค้งนั้น ล้อหน้าจะหันเอียงไปทางด้านที่ต้องการเลี้ยว แต่ล้อทั้งสองจะหันเอียงไม่เท่ากัน ล้อด้านในจะเอียงมากกว่าล้อด้านนอก เมื่อลากเส้นตรงตั้งฉากกับล้อทั้งสอง เส้นตรงเหล่านั้นจะรวมกันที่จุดเดียวกัน ซึ่งเรียกว่าจุดศูนย์กลางการหมุน ตามแสดงในรูปที่ 2.3

ในขณะที่เลี้ยวโค้งจะเกิดแรงหนีศูนย์กลางกระทำกับรถยนต์ตรงจุดศูนย์กลางมวล ซึ่งให้แก่แรงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าตามรูป



รูปที่ 2.3 แรงหนีศูนย์กลางกระทำกับรถยนต์ในขณะเลี้ยวโค้ง
แรงหนีศูนย์กลางคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$F_c = \frac{mV^2}{12.96r} = \frac{wV^2}{12.96gr}$$

F_c = แรงหนีศูนย์กลาง N

m = มวลรถยนต์ kg

V = อัตราเร็วรถยนต์ในขณะเลี้ยวโค้ง km/h

r = รัศมีความโค้ง m

w = น้ำหนักรถยนต์ N

เนื่องจากแรง $F_c \cos \phi$ ทำให้รถยนต์พลิกคว่ำรอบแกน A-A รูปที่ 2.4 จะได้
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$$\begin{aligned}\text{โมเมนต์พลิกคว่ำ} &= F_C \cos \phi (h) \\ &= \frac{mv^2}{12.96r} h \cos \phi\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{โมเมนต์ตรงตัว} &= W \frac{t}{2} \\ &= mg \frac{t}{2}\end{aligned}$$

ดังนั้น รถยนต์จะเริ่มพลิกคว่ำก็ต่อเมื่อ

$$\text{โมเมนต์พลิกคว่ำ} = \text{โมเมนต์ตรงตัว}$$

$$\begin{aligned}\frac{mv^2}{12.96r} h \cos \phi &= mg \frac{t}{2} \\ v^2 &= \frac{6.48grt}{h \cos \phi}\end{aligned}$$

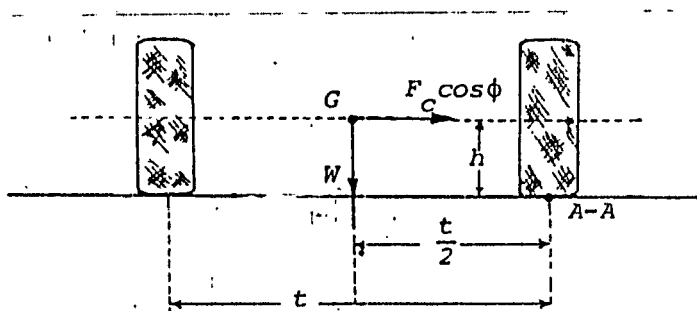
ถ้ารู้มีความโค้งยาวมากเมื่อเทียบกับขนาดรถยนต์ $\cos \phi$ จะมีค่าใกล้เคียงหนึ่ง

ดังนั้น จะได้

$$v = \frac{6.48 \text{ grt}}{h}^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ t = ระยะห่างระหว่างล้อข้างซ้ายและข้างขวา m

h = ความสูงของจุดศูนย์ถ่วง G จากพื้นถนน m



รูปที่ 2.4 แรงที่ทำให้เกิดโมเมนต์พลิกคว่ำและโมเมนต์ตรงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สํานักงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

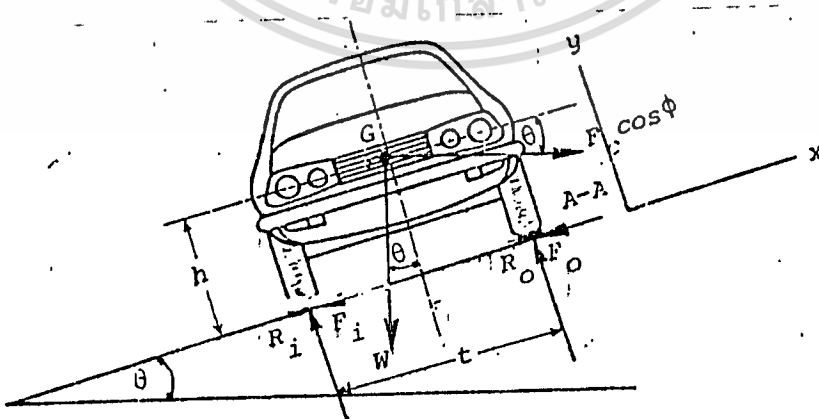
ไม่ว่ากรณีใดๆ จะไม่รับผิดชอบต่อข้อผิดพลาดใดๆ และขอสงวนสิทธิ์ในข้อมูลเอกสารและข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้อง

๒๕
ทั้งนี้

1. ใช้อัตราเร็วรถยนต์ไม่สูงเกินไปในขณะเลี้ยวโค้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางโค้งที่มีรัศมีความโค้งสั้น ๆ
2. ออกแบบรถยนต์ให้มีจุดศูนย์ถ่วงต่ำ ๆ เพื่อลดค่าโมเมนต์พลิกคว่ำ
3. ออกแบบรถยนต์ให้มีระยะห่างระหว่างล้อข้างซ้ายและข้างขวามากขึ้น เพื่อเพิ่มค่าโมเมนต์ทรงตัว
4. ออกแบบถนนให้เอียงในช่วงเลี้ยวโค้งเพื่อลดค่าโมเมนต์พลิกคว่ำ และเพิ่มค่าโมเมนต์ทรงตัว

ในขณะที่รถยนต์เลี้ยวโค้ง อาจเกิดเหตุการณ์ขึ้นได้ 2 กรณี

1. รถยนต์พลิกคว่ำรอบแกน A - A
2. รถยนต์ขึ้นไถลออกนอกถนนเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนไม่เพียงพอ



รูปที่ 2.5 การทรงตัวบนทางโค้ง

กรณี 1 รอยนศพลิกคว่ำรอบแกน A - A

$$\text{โมเมนต์พลิกคว่ำ} = F_c h \cos \phi \cos \theta - W h \sin \theta$$

$$\text{โมเมนต์ตรงตัว} = F_c \frac{t}{2} \cos \phi \sin \theta + W \frac{t}{2} \cos \theta$$

รอยนศจะเริ่มพลิกคว่ำก็ต่อเมื่อ

$$\text{โมเมนต์พลิกคว่ำ} = \text{โมเมนต์ตรงตัว}$$

$$F_c h \cos \phi \cos \theta - W h \sin \theta = F_c \frac{t}{2} \cos \phi \sin \theta + W \frac{t}{2} \cos \theta$$

$$F_c \cos \theta (h \cos \theta - \frac{t}{2} \sin \theta) = W(h \sin \theta + \frac{t}{2} \cos \theta)$$

$$F_c \cos \phi = \frac{W(h \sin \theta + \frac{t}{2} \cos \theta)}{h \cos \theta - \frac{t}{2} \sin \theta}$$

$$\frac{WV^2}{12.96gr} \cos \phi = \frac{W(h \sin \theta + \frac{t}{2} \cos \theta)}{h \cos \theta - \frac{t}{2} \sin \theta}$$

$$V^2 = \frac{12.96gr(h \sin \theta + \frac{t}{2} \cos \theta)}{\cos \phi (h \cos \theta - \frac{t}{2} \sin \theta)}$$

ถ้ารัศมีความโค้งของการเลี้ยวมีความยาวมากเมื่อเทียบกับขนาดของรอยนศ ดังนั้น

$$\cos \phi = 1$$

ดังนั้น อัตราเร็วรอยนศสูงสุดที่ทำให้เริ่มมีการพลิกคว่ำคือ

$$V = \frac{12.96 \text{ gr}(h \sin \theta + \frac{t}{2} \cos \theta)}{h \cos \theta - \frac{t}{2} \sin \theta}^{\frac{1}{2}}$$

กรณีที่ 2 รถยนต์เริ่มไถลออกนอกถนนเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนไม่เพียงพอ
จากรูปที่ 2.5

$$F_y = 0$$

$$R_o + R_i = W \cos \theta + F_c \cos \phi \sin \theta \quad (1)$$

$$F_x = 0$$

$$F_o + F_i = F_c \cos \phi \cos \theta - W \sin \theta \quad (2)$$

รถยนต์จะเริ่มไถลก็ต่อเมื่อ

$$F_o + F_i = u(R_o + R_i)$$

แทนค่าจากสมการ (1) และ (2) ได้

$$F_c \cos \phi \cos \theta - W \sin \theta = u(W \cos \theta + F_c \cos \phi \sin \theta)$$

$$F_c \cos \phi (\cos \theta - u \sin \theta) = W \sin \theta + u W \cos \theta$$

$$F_c = \frac{W(\sin \theta + u \cos \theta)}{\cos \phi (\cos \theta - u \sin \theta)}$$

$$\frac{WV^2}{12.96 \text{ gr}} = \frac{W(\sin \theta + u \cos \theta)}{\cos \phi (\cos \theta - u \sin \theta)}$$

ถ้ารัศมีความโค้งของการเลี้ยวมีความยาวมากเมื่อเทียบกับขนาดของรถยนต์ ดังนั้น

$$\cos \phi = 1$$

ดังนั้น อัตราเร็วสูงสุดที่ทำให้เริ่มมีการไถล คือ

$$V = \frac{12.96 \text{ gr}(\sin \theta + u \cos \theta)}{\cos \theta - u \sin \theta}^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ v = อัตราเร็วรถยนต์ km/h

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก 9.81 m/s^2

r = รัศมีความโค้งของการเลี้ยว m

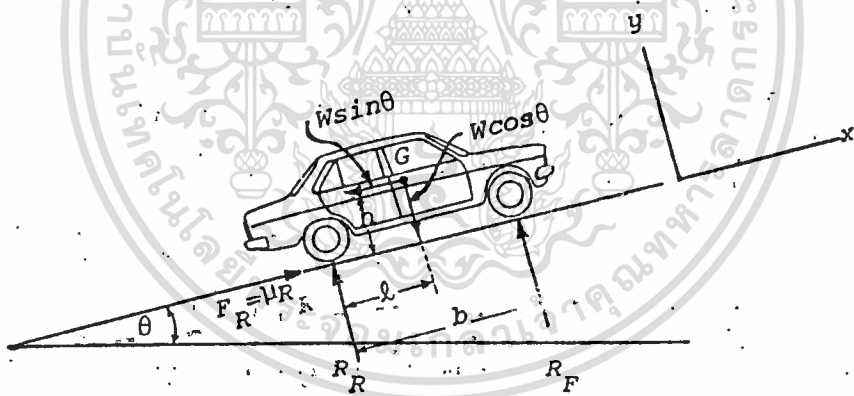
θ = ความเอียงของพื้นถนน องศา

u = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนน

การขับเคลื่อนขึ้นทางชัน

รถยนต์ในปัจจุบันอาจขับเคลื่อนด้วยล้อหลังหรือล้อหน้า ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบ ถ้ากำลังเครื่องยนต์มีปริมาณไม่จำกัด โอกาสที่จะเกิดขึ้นในขณะไต่ขึ้นทางชันคือ เกิดการลื่นไถลที่ล้อขับเคลื่อน โดยที่มุม θ ของความชันเพิ่มขึ้นทีละน้อย

ในกรณีที่ขับเคลื่อนล้อหลัง



รูปที่ 2.6 การขับเคลื่อนด้วยล้อหลังขึ้นทางชัน

รถยนต์ที่ขับเคลื่อนล้อหลัง เมื่อไต่ขึ้นทางชัน จะมีแรงขับเคลื่อนกระทำเฉพาะที่ล้อหลังเท่านั้น ซึ่งได้แก่ $F_R = u R_R$

จากรูปที่ 2.6 ได้

$$F_y = 0 ; \quad R_R + R_F = W \cos \theta \quad (1)$$

$$F_x = 0 ; \quad F_R = W \sin \theta$$

(2) / (1) ได้

$$\tan\theta = \frac{u R_R}{R_R + R_F} \quad (3)$$

$$M_G = 0 ; R_F(b-1) + F_R h = R_R l$$

$$R_F(b-1) + u R_R h = R_R l$$

$$R_F = \frac{R_R(1 - u h)}{b - 1}$$

แทนค่า R_F ในสมการ (3)

$$\tan\theta = \frac{u R_R}{R_R + \frac{R_R(1 - u h)}{b - 1}}$$

$$= \frac{u}{1 + \frac{1 - u h}{b - 1}}$$

$$\tan\theta = \frac{u(b-1)}{b - u h}$$

$$\theta_{\max} = \tan^{-1} \frac{u(b-1)}{b - u h}$$

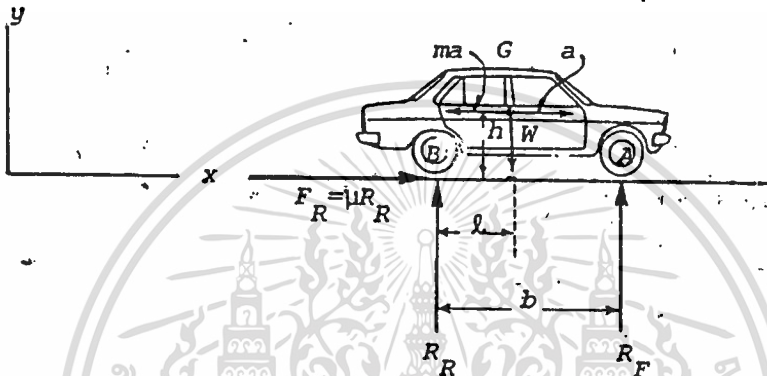
เมื่อ $\theta_{\max}$ = มุมสูงสุดของความชันที่รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลังสามารถไต่ขึ้นไปได้ก่อนเกิดการลื่นไถล

ความเร่งสูงสุดของรถยนต์

ในขณะที่รถยนต์มีความเร่งสูงสุด จะต้องใช้แรงขับเคลื่อนสูงสุดซึ่งเกิดขึ้นบริเวณผิวสัมผัสระหว่างยางกับผิวถนน

แรงขับเคลื่อนสูงสุดนี้มีค่าเท่ากับแรงเสียดทานระหว่างยางกับผิวถนน

รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง



รูปที่ 3.1 รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง

แรงขับเคลื่อนสูงสุดที่ล้อหลังคือ $F_R = \mu R_R$ ซึ่งเป็นแรงที่ทำให้รถยนต์มีความเร่ง a

แรงเฉื่อย ma เป็นแรงที่กระทำต่อรถยนต์ในขณะที่รถยนต์มีความเร่ง โดยมีทิศทางตรงกันข้ามกับความเร่ง a ตามแสดงในรูปที่ 3.1

$$F_y = 0 ; R_R + R_F - W = 0 \quad (1)$$

$$F_x = 0 ; F_R - ma = 0$$

$$\mu R_R = \frac{W}{g} a \quad (2)$$

$$M_A = 0 ; R_R b - W(b-l) - \frac{W}{g} ah = 0 \quad (3)$$

แทนค่า R_R จากสมการ (2) ในสมการ (3) ได้

$$\frac{Wab}{g} - W(b-l) - \frac{Wah}{g} = 0$$

$$a = \frac{ug(b-1)}{b-uh}$$

แทนค่า a ในสมการ (2) ได้

$$R_R = \left(\frac{b-1}{b-uh} \right) w$$

แทนค่า R_R ในสมการ (1) ได้

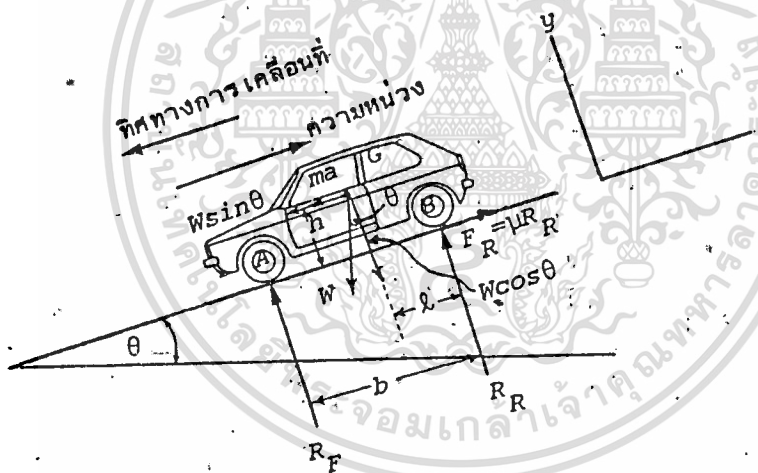
$$R_F = \left(\frac{1-uh}{b-uh} \right) w$$

ความหน่วงรถยนต์ในขณะเบรก

ในขณะที่ยารถยนต์ด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่งต้องการลดอัตราเร็วให้น้อยลง จำเป็นต้องเหยียบเบรก โดยเฉพาอย่างยิ่งในขณะเคลื่อนที่ลงทางลาดซึ่งเอียงทำมุม θ กับแนวระดับ ตามแสดงในรูปที่ 4.1

การเบรกที่ให้แรงเบรกสูงสุด ก็คือต้องเบรกแบบให้ล้อเกือบจะลื่นไถลตาย แต่ยังไม่ลื่นไถล การทำเช่นนี้ทำให้ใช้ค่า ส.ป.ส. ความเสียดทานสถิต ซึ่งมีค่าสูงกว่า ส.ป.ส. ความเสียดทานจลน์ที่จะใช้ก็ต่อเมื่อล้อลื่นไถลตาย

เบรกกระทำเฉพาะที่ล้อหลัง



รูปที่ 4.1 เบรกกระทำที่ล้อหลัง

แรงเบรกสูงสุดที่ล้อหลังคือ $F_R = \mu R_R$ ซึ่งเป็นแรงที่ทำให้รถยนต์มีความหน่วง a แรงเฉื่อย ma เป็นแรงที่กระทำกับรถยนต์ในขณะที่ยารถยนต์มีความหน่วง โดยมีทิศทางตรงกันข้ามกับความหน่วง ตามแสดงในรูปที่ 4.1 (รถยนต์วิ่งลงทางลาด)

ตามรูป W = น้ำหนักรถยนต์

μ = ส.ป.ส. ความเสียดทานระหว่างยางกับผิวถนน

b = ระยะห่างระหว่างล้อหน้าและล้อหลัง

- h = ความสูงของจุดศูนย์กลางถ่วงจากพื้นถนน
 l = ระยะห่างของจุด G ในแนวตั้งฉากกับพื้นถนนถึงแกนเพลาล้อหลัง
 a = ความหน่วงสูงสุดที่เป็นไปได้
 ma = แรงเฉื่อยเนื่องจากความหน่วง
 R_F, R_R = แรงปฏิกิริยาที่ล้อหน้าและล้อหลัง

$$F_Y = 0 ; R_F + R_R - W \cos \theta = 0 \quad (1)$$

$$F_X = 0 ; F_R - W \sin \theta - ma = 0$$

$$u R_R - W \sin \theta - \frac{W}{g} a = 0$$

$$R_R = \frac{1}{u} (W \sin \theta + \frac{W}{g} a) \quad (2)$$

$$M_A = 0 ;$$

$$\frac{W}{g} ah + W h \sin \theta + R_R b - W(b-l) \cos \theta = 0 \quad (3)$$

แทนค่า R_R จากสมการ (2) ในสมการ (3) ได้

$$\frac{W}{g} ah + W h \sin \theta + \frac{Wb}{u} \sin \theta + \frac{Wba}{g} = W(b-l) \cos \theta$$

$$\frac{a}{g} (h + \frac{b}{u}) = (b-l) \cos \theta - (h + \frac{b}{u}) \sin \theta$$

$$a = \frac{u(b-l) \cos \theta}{b + uh} - \sin \theta \quad g$$

แทนค่า a ในสมการ (2) ได้

$$R_R = \frac{W(b - l)\cos\theta}{b + uh}$$

แทนค่า R_R ในสมการ (1) ได้

$$R_F = \frac{W(1 + uh)\cos\theta}{b + uh}$$

ความร้อนที่เกิดจากการเบรก

ในขณะขับขี้อยกยนต์ ผู้ขับขี่เหยียบเบรกเพื่อลดอัตราเร็วจาก u km/h เป็น v km/h

ในระยะทาง s m ดังนั้นความหน่วงจึงคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$a = \frac{\left(\frac{u}{3.6}\right)^2 - \left(\frac{v}{3.6}\right)^2}{2s}$$

เมื่อ a = ความหน่วง m/s^2

u = อัตราเร็วก่อนเหยียบเบรก km/h

v = อัตราเร็วสุดท้ายหลังเบรก km/h

s = ระยะทางที่รถยนต์เคลื่อนที่ในขณะที่ใช้เบรก m

ดังนั้น แรงเบรกที่ใช้เพื่อให้รถยนต์เกิดความหน่วง a ดังกล่าว คือ

รถยนต์วิ่งบนถนนระดับ ได้

$$F = ma = \frac{W}{g} a$$

รถยนต์วิ่งลงทางลาดซึ่งเอียงทำมุม θ กับแนวระดับได้

$$F = ma + W \sin \theta$$

รถยนต์วิ่งขึ้นทางชันซึ่งเอียงทำมุม θ กับแนวระดับได้

$$F = ma - W \sin \theta$$

ความร้อนที่เกิดจากการเบรคมีค่าเท่ากับงานที่ทำโดยแรงเบรคซึ่งเท่ากับผลคูณระหว่างแรงเบรคกับระยะทางที่เคลื่อนที่ในขณะที่ใช้เบรค ดังนั้น

$$\text{ความร้อนที่เกิดจากการเบรค} = \text{แรงเบรค} \times \text{ระยะทาง}$$

∴

$$H = FS$$

เมื่อ H = ความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเบรค J

F = แรงเบรค N

S = ระยะทางที่รถยนต์เคลื่อนที่ในขณะที่ใช้เบรค m

กำลังที่ใช้ในการเบรคในขณะที่รถยนต์มีอัตราเร็วใด ๆ คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$P = \frac{FV}{3.6}$$

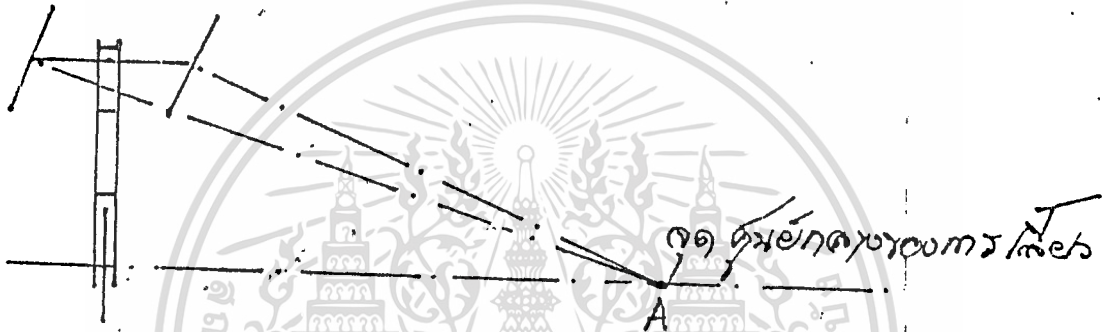
เมื่อ P = กำลังที่ใช้ในการเบรคในขณะที่รถยนต์มีอัตราเร็วใด ๆ W

F = แรงเบรค N

V = อัตราเร็วรถยนต์ในขณะที่ขณะหนึ่ง km/h

ระบบบังคับเลี้ยว

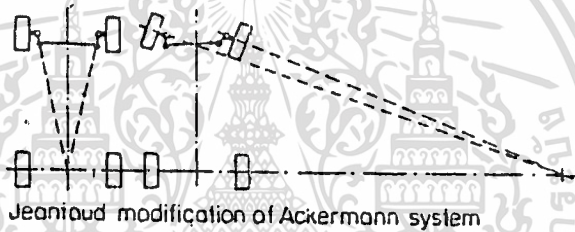
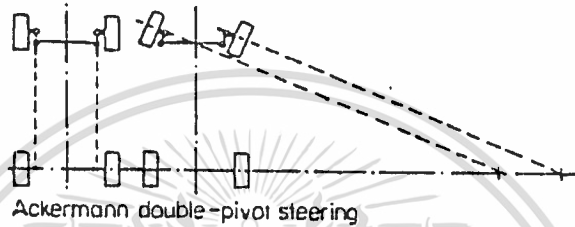
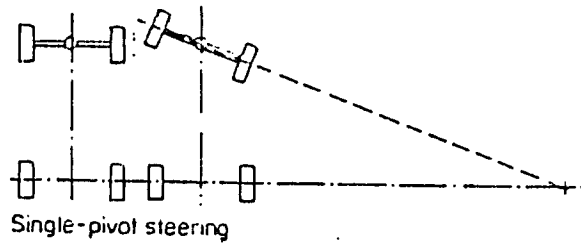
เนื่องจากล้อคู่หน้าขนานกันเมื่อรถวิ่งในแนวตรง และต้องให้ล้อในมุมเลี้ยวมากกว่าล้อนอก เพื่อให้แกนล้อทั้งสาม ไปตัดกันที่จุดเดียว ดังรูป จึงจะทำให้การเลี้ยวราบเรียบ และลดแรงเสียดทานที่ล้อ



ลักษณะมุมล้อ

ความคิดพื้นฐานคือ ต้องการให้รถทำรัศมีวงเลี้ยวได้ในระยะ 6 เมตร และเพื่อให้การเลี้ยวเป็นไปอย่างราบเรียบ จะต้องให้วงล้อด้านในเลี้ยวมากกว่าวงล้อด้านนอก ได้เคยมีผู้คิดค้นระบบบังคับเลี้ยวไว้หลายคย แต่ระบบบังคับเลี้ยวที่ใช้ในรถยนต์ทั่ว ๆ ไป ให้แก่ระบบ

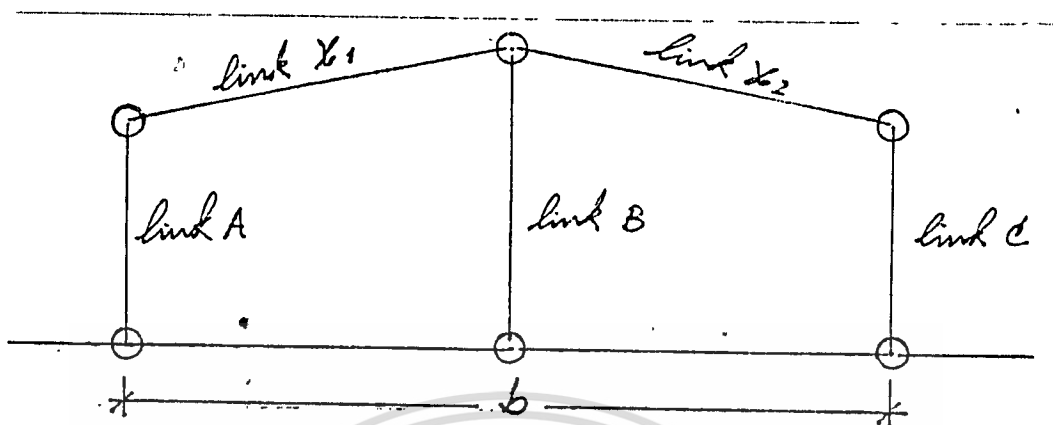
- บังคับเลี้ยวแบบของ Ackermann และระบบบังคับเลี้ยวของ Davis



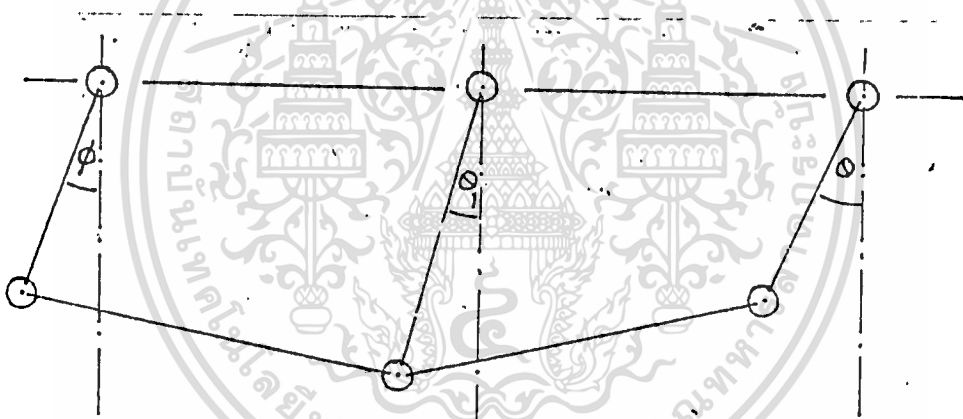
ระบบบังคับเลี้ยวของ Davis นั้น ใช้ mechanism แบบ sliding pair และชุดเฟือง ส่วนระบบของ Ackermann ใช้กลไกแบบ turning pair และชุดเฟือง การใช้กลไกแบบ -turning pair จะทำให้เกิดแรงเสียดทานมาก และยังทำให้ความเที่ยงตรงแม่นยำในการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์แปรเปลี่ยนไปได้หากใช้งานไปชั่วระยะเวลาหนึ่งจึงต้องมีการบำรุงรักษา (maintenance) ระบบกลไกเสมอ

ระบบบังคับเลี้ยวแบบของ Ackermann และ Davis ไม่เหมาะจะนำมาใช้กับยานยนต์ที่ประติรูปขึ้น ทั้งนี้เพราะมีกลไกที่ซับซ้อนทำให้เพิ่มภาระน้ำหนักแก่ยานยนต์ประหยัด จึงได้มีการใช้ระบบบังคับเลี้ยวชนิดใหม่

ระบบบังคับเลี้ยว ประกอบด้วย float link 2 ชุด ดังรูป



เมื่อกลับ link และนำมาใช้งาน จะมีลักษณะมุม ดังรูป



กลศาสตร์ของกลไกบังคับเลี้ยว

โดยที่ link A = link C และ link B ยาว link A และ link

C

จะเห็นได้ว่าลักษณะการเคลื่อนตัวของ link B มีผลทำให้มุม θ และ ϕ แตกต่างกัน โดยที่ ϕ เป็นมุมเลี้ยวของล้อด้านใน ซึ่งจะมีค่ามากกว่ามุมวงเลี้ยวด้านนอก

การประยุกต์ใช้กลไกนี้ ทำได้โดยให้พวงมาลัยเป็นคัตวุน link B ขั้วประโยและให้ link A และ C คือ Steering Arm ของล้อซ้ายและขวา

จากรูป พบว่า

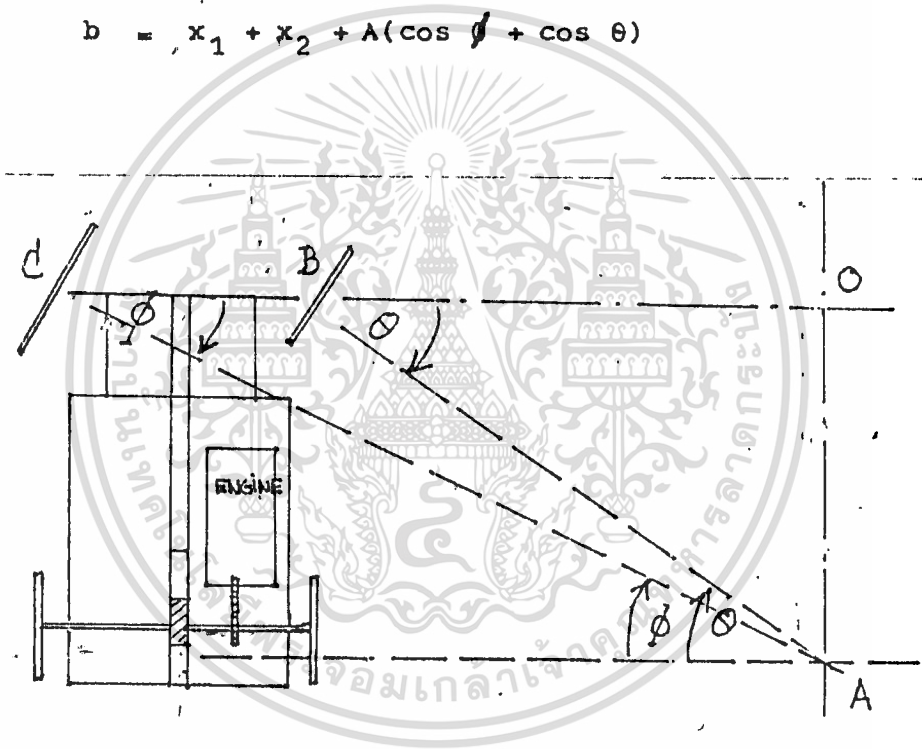
$$b = x_1 \cos \psi_1 + x_2 \cos \psi_2 + A \sin(90-\phi) + C \sin(90-\theta)$$

เมื่อ ψ_1, ψ_2 มีค่าน้อย $\cos \psi_1, \psi_2 \approx 1$

$$b = x_1 + x_2 + A \cos \phi + C \cos \theta$$

แต่ $x_1 \neq x_2$ และ $A = C$

$$b = x_1 + x_2 + A(\cos \phi + \cos \theta)$$



กิตติกรรมประกาศ

โครงการและวิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็โดยความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ท่านด้วยกัน ผู้จัดทำขอถือโอกาสนี้ แสดงความขอบคุณ ผศ.อักรเดช สินธุภัก ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ขอขอบคุณอาจารย์ภาคเครื่องกลทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายพงษ์ศักดิ์ คำมูล และนายมณฑา เทียมเมือง ที่ช่วยแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการนี้ นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคน โดยเฉพาะน้องปี 3 ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจในขณะทำโครงการอยู่ตลอดเวลา และที่จะลืมไม่ได้ก็คือ ห้องขอขอบคุณ คุณจุฑาภรณ์ เทียนทอง ที่ได้กรุณาจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์นี้จนเสร็จสมบูรณ์



หนังสืออ้างอิง

1. บร่าม เรืองฤทธิ์, จักรยานยนต์ ทฤษฎีและปฏิบัติ ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์และ
ทำปกเจริญผล 2526 กรุงเทพฯ
2. ปรีชา ทักษะกุล ณ อยุธยา, ทรงสวัสดิ์ ทิพย์คงคา และพิศาล ชำคม, ทฤษฎีและ
ปฏิบัติจักรยานยนต์, โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร กรุงเทพฯ
3. YAMAHA คู่มือซ่อมและบริการ VR 150, แผนกเทคนิคและฝึกอบรม, บริษัท
สยามยามาฮ่า จำกัด
4. YAMAHA คู่มือด้านเทคนิค สำหรับการขายและบริการเบื้องต้น, แผนกเทคนิคและ
ฝึกอบรม, บริษัท สยามยามาฮ่า จำกัด
5. วิทยานิพนธ์ยานยนต์ประหยัคน้ำมัน, 2528
6. อีระยุทธ สุวรรณประทีป, วิศวกรรมยานยนต์, ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์, กรุงเทพฯ
7. อีระยุทธ สุวรรณประทีป, วิศวกรรมยานยนต์ ภาคบรรยาย, ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์,
กรุงเทพฯ
8. Muney, Malcolm Jones, Vehicle Technology I, Butterwerth & co
(Publishers) Ltd, 1980.
9. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), มาตรฐานของโครงสร้างและ
การใช้รถยนต์ LPG, พิมพ์ครั้งที่ 2, ภาพพิมพ์, 2527