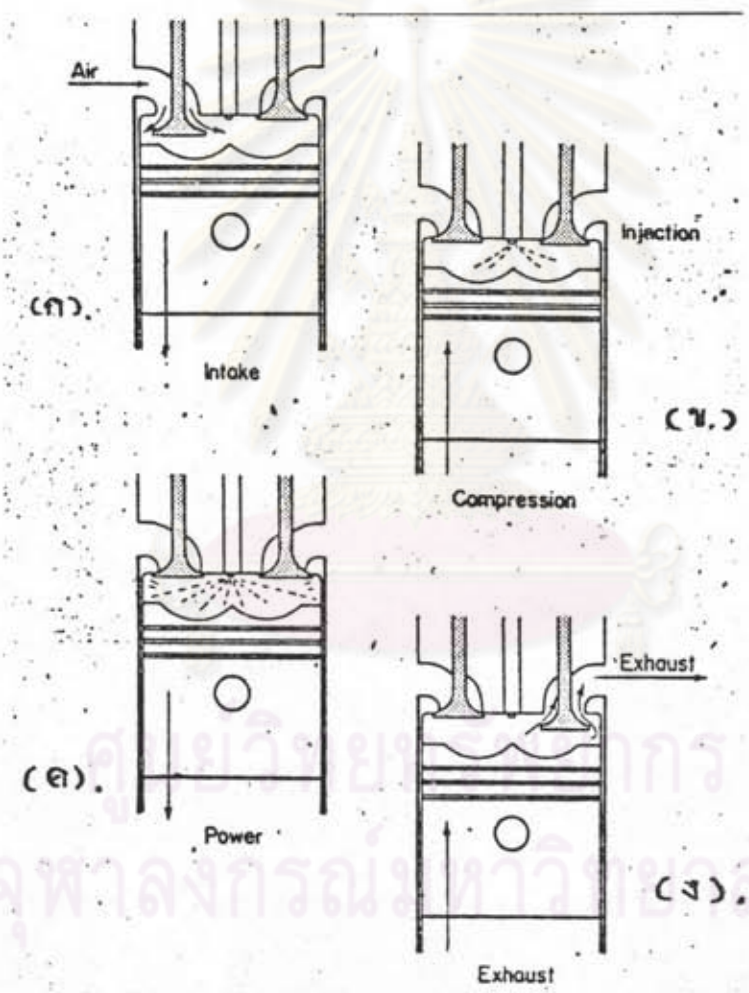
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว

หลักการทำงานขั้นต้นของเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วถูกแสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

เริ่มต้นการทำงานดังรูป (ก) ลูกสูบอยู่ในตำแหน่งศูนย์ตายบน (T.D.C) และลูกสูบเริ่มเคลื่อนตัวลง ลิ้นไอดีจะเปิดเพื่อดูดอากาศเข้ามาภายในกระบอกสูบขณะที่ลูกสูบ

เคลื่อนตัวลงถึงศูนย์ตายล่าง (B.D.C.) ลิ้นไอดีจะเริ่มปิดและลูกสูบจะเคลื่อนตัวขึ้นอัดอากาศภายในกระบอกสูบ ทำให้อุณหภูมิและความกดดันของกาอาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีอุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียสและมีความกดดันประมาณ 30 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร และก่อนที่ลูกสูบจะถึงศูนย์ตายบน (T.D.C.) เล็กน้อย ปั๊มจะฉีดน้ำมันผ่านหัวฉีดเข้ามาในห้องเผาไหม้ ดังรูป (ข) และเกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงจนทำให้อุณหภูมิและความกดดันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดันลูกสูบให้เคลื่อนตัวลงดังรูป (ค) ซึ่งให้งานออกมาเรียกว่าจังหวะงานและเมื่อลูกสูบเคลื่อนตัวลงจนผ่านจุดศูนย์ตายล่าง (B.D.C.) และเริ่มเคลื่อนตัวขึ้น ลิ้นไอเสียจะเปิดเพื่อให้ลูกสูบเคลื่อนตัวขึ้น เพื่อไล่ไอเสียออกไปดังรูป (ง) จนลูกสูบเคลื่อนตัวขึ้นเกือบถึงศูนย์ตายบน (T.D.C.) เล็กน้อย ลิ้นไอดีจะเริ่มเปิดและเมื่อลูกสูบผ่านศูนย์ตายบนเคลื่อนตัวลงเล็กน้อยลิ้นไอเสียจะเริ่มปิดทำให้ไอดีบางส่วนที่ถูกดูดเข้ามาช่วยไล่ไอเสียให้ออกจากห้องเผาไหม้ได้ดีขึ้น จากนั้นการทำงานของเครื่องยนต์ก็จะวนเวียนดังกล่าวข้างต้น

สรุปได้ว่าเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่อาศัยกำลังอัดภายในกระบอกสูบจุดระเบิดน้ำมันดีเซลให้เผาไหม้ เพื่อให้กำลังออกมา ต่างกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงซึ่งต้องอาศัยหัวเทียนทำให้เกิดประกายไฟในการจุดระเบิด ซึ่งข้อดีอันนี้ทำให้เครื่องยนต์ดีเซลหมดปัญหาเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าในการจุดระเบิดเหมือนเครื่องยนต์ชนิดอื่น ดังนั้นเมื่อเครื่องยนต์ดีเซลใช้กำลังอัดในการจุดระเบิดเมื่อระเบิดแล้วก็ให้กำลังอัดสูงด้วย ทำให้ส่งแรงบิดได้สูงที่รอบต่ำ ทั้งราคาของน้ำมันดีเซลก็ถูกกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น จึงเหมาะสำหรับเครื่องต้นกำลังและเครื่องยนต์ที่ต้องใช้แรงบิดสูง ๆ เช่น เครื่องกำเหนิดไฟฟ้า รถแทรกเตอร์ ตลอดจนเป็นเครื่องต้นกำลังในอุตสาหกรรม ฯลฯ จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ชิ้นส่วนประกอบของเครื่องยนต์ดีเซลจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่กว่าเครื่องยนต์ชนิดอื่น จึงทำให้ไม่สามารถสร้างให้มีความเร็วรอบได้สูงมากและจะสตาร์ทเครื่องให้ติดได้ยากเมื่ออากาศเย็นมาก ๆ แต่เมื่อสตาร์ทติดได้แล้วอุณหภูมิของเครื่องเพิ่มขึ้นก็จะทำงานได้ดี จึงเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

1.2 เชื้อเพลิงแอลกอฮอล์สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

น้ำมันดีเซลที่ใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลนั้นเป็นผลิตผลจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยด้วยกำลังประสพปัญหา

เรื่องน้ำมันปิโตรเลียมที่มีราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากกลุ่มประเทศผู้ส่งน้ำมันออก (OPEC) พบว่าน้ำมันสำรองในประเทศตนลดลงมาก จึงได้ร่วมใจกันลดการผลิตลงในปี 2522 ผลิตน้ำมันประมาณ 30-32 ล้านบาเรล (บาเรลละ 169 ลิตร) ซึ่งต่ำกว่าที่ตลาดโลกต้องการเล็กน้อย และโดยเฉพาะเมื่อเกิดปัญหาขึ้นในประเทศ อิรักและอิหร่าน ยิ่งทำให้การผลิตน้ำมันถูกกระทบกระเทือนมากขึ้น เราอาจจะต้องประสพกับปัญหาของการขาดแคลนในอนาคตอันใกล้นี้มากขึ้น

วิธีหนึ่งที่จะแก้ไขการขาดแคลนก็คือ หาพลังงานทดแทนซึ่งหมายถึงการหาพลังงานอื่นมาใช้แทนน้ำมันนั่นเอง ทุกวันนี้ได้มีการศึกษา วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนทุกรูปแบบเพื่อจะนำมาใช้แทนน้ำมันและแอลกอฮอล์ก็เป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ได้มีการศึกษา วิจัยและพัฒนาที่จะนำมาใช้แทนน้ำมันที่กำลังเป็นปัญหาอยู่ในปัจจุบัน

แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนที่ยังมีส่วนของออกซิเจนเหลืออยู่ ธรรมดาจะไม่รวมอยู่ในน้ำมันดิบ เป็นสารประกอบอิ่มตัว มีโครงสร้างเป็นแบบลูกโซ่ แบ่งออกได้เป็น 4 จำพวก

1. Methanol CH_4O
2. Ethanol C_2H_6O
3. Propanol C_3H_8O
4. Butanol $C_4H_{10}O$

แอลกอฮอล์ทั้ง 4 จำพวก ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้และมีออคเทนนัมเบอร์สูง แต่ธรรมดาแล้วแอลกอฮอล์ที่นำมาพัฒนาใช้ทดแทนน้ำมันนั้นคือ Methanol (เมธานอล) และ Ethanol (เอธานอล) เพราะทั้งสองชนิดมีขบวนการเตรียมง่ายกว่าและแน่นอนกว่า ราคาถูกกว่าและสามารถเตรียมได้จากวัสดุที่มีมากในธรรมชาติและราคาถูก คือ Methanol เตรียมได้จากถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ฯลฯ ส่วนเอธานอลเตรียมได้จากโมลาส น้ำตาล แป้ง มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวสาลี ฯลฯ ดังนั้นจะเห็นว่า เอธานอลจะเป็นเชื้อเพลิงทดแทนแบบพลังงานคืนรูปหรือพลังงานหมุนเวียน เพราะสามารถผลิตได้จากวัสดุเกษตร ซึ่งอาจปลูกทดแทนได้โดยไม่มีวันหมดไปเหมือนน้ำมันปิโตรเลียม

สำหรับโพรพานอลและบิวทานอลนั้น สามารถจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีกว่าเมธานอลและเอธานอลเสียอีกมีค่าความร้อนสูงกว่า น้ำหนักโมเลกุลมากกว่า บางทีก็เรียกว่า แอลกอฮอล์หนัก แต่เนื่องจากปัจจุบันโพรพานอลและบิวทานอลในตลาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลี่ยม ซึ่งราคาแพงกว่ามาก มีการวิจัยและพัฒนาการผลิตของโพรพานอลและบิวทานอล โดยการใช้วัสดุการเกษตร แต่ผลยังไม่เป็นที่แพร่หลายและแน่นอนและราคาก็แพงมาก จึงยังไม่นิยมที่จะนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนและไม่มีผู้สนใจศึกษาพัฒนา แต่ถ้าหากได้ศึกษาวิจัยการใช้พลังงานทดแทน เอธานอลและเมธานอลแล้ว ผลที่ได้จะเป็นข้อมูลอย่างดีที่จะนำมาปรับปรุงการใช้โพรพานอลและบิวทานอลให้มีประสิทธิผลยิ่งขึ้นได้

ได้แสดงคุณสมบัติของเมธานอลและเอธานอลไว้ในภาคผนวก (ข)

การนำแอลกอฮอล์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันในเครื่องยนต์นั้นมิใช่เป็นของใหม่ ในปี 1935 ประเทศต่าง ๆ ในยุโรปได้ใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์กันมาก รัฐบาลหลาย ๆ ประเทศ เช่น ฝรั่งเศส สวีเดนและออสเตรเลีย เคยออกกฎหมายบังคับให้ใช้แอลกอฮอล์ผสมกับเบนซินที่ผลิตหรือนำเข้ามาจากต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ ทั้งนี้เพื่อช่วยเหลืออุตสาหกรรมและเกษตรกรรมของตน โดยเฉพาะในปี 1936 เศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลก ผลผลิตทางด้านการเกษตรจำหน่ายได้น้อย ฝรั่งเศส ให้ผสมแอลกอฮอล์ 10 % ในเบนซินที่จำหน่าย อย่างไรก็ดี ราคาแอลกอฮอล์ยังแพงอยู่มาก เมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซินในสมัยนั้น จึงได้ยกเลิกการใช้แอลกอฮอล์ไปโดยปริยาย

ในปลายปี 1972 หลังจากที่เกิดวิกฤติการณ์น้ำมันขึ้นแล้ว ได้มีการพัฒนาที่จะนำแอลกอฮอล์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์อีก ได้แก่ประเทศบราซิล ได้กำหนดโครงการแอลกอฮอล์แห่งชาติขึ้น ประเทศออสเตรเลียได้กำหนดการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงเป็นส่วนหนึ่งของแผนพลังงานทดแทนของชาติ และสหรัฐอเมริกาก็ได้สนับสนุนโครงการแอลกอฮอล์ที่ได้จากน้ำตาลของสำนักงานวิจัยและพัฒนาของพลังงานทหาร

สำหรับการนำแอลกอฮอล์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซลนั้น ได้มีการวิจัยและพัฒนามาบ้างแล้วเช่นกัน ซึ่งในปัจจุบันก็ยังคงพัฒนาอยู่ โดยเฉพาะบริษัทโฟลก-สวาเกนและบริษัทเมอร์ซีดีสเบนส์ ได้ออกแบบหัวฉีดและเครื่องยนต์ใหม่ให้เหมาะสมกับการนำ

แอลกอฮอล์มาใช้เป็นเชื้อเพลิง เป็นโครงการวิจัยที่รัฐบาลบราซิลสนับสนุน เพื่อพัฒนาการใช้แอลกอฮอล์ให้มากขึ้น

1.3 วิธีป้อนแอลกอฮอล์เข้าเครื่องยนต์ดีเซล

การป้อนแอลกอฮอล์เข้าเครื่องยนต์ดีเซลนั้น อาจทำได้หลายวิธีคือ

1.3.1 โดยการผสมกับน้ำมันดีเซล วิธีนี้ยังไม่เคยมีผู้ทดลอง เพราะแอลกอฮอล์และน้ำมันดีเซลไม่สามารถจะผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อผสมเข้าด้วยกันจะแยกชั้นทันที ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับเครื่องยนต์ แต่ถ้ามีสาร Additive ที่สามารถจะทำให้แอลกอฮอล์และดีเซลผสมเข้าด้วยกันได้แล้ว วิธีนี้ต้องเปลี่ยนชุดหัวฉีดในการนำมาใช้งาน

1.3.2 วิธีหัวฉีด เช่นเดียวกับการฉีดน้ำมันดีเซลเข้าเครื่องยนต์ แต่ต้องออกแบบหัวฉีดให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของแอลกอฮอล์ ปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาหัวฉีดอยู่ นอกจากนั้นยังพยายามออกแบบและดัดแปลงเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว ซึ่งคงจะประสบผลในไม่ช้านี้และเครื่องยนต์ชนิดนี้ก็จะเป็น "เครื่องยนต์แอลกอฮอล์"

1.3.3 โดยวิธีคาร์บูเรชั่น คือการป้อนแอลกอฮอล์เข้าทางไอดี อาจให้ผ่านคาร์บูเรเตอร์หรือ Venturi ที่เหมาะสม แอลกอฮอล์ก็จะถูกดูดเข้าในจังหวะดูดของเครื่องยนต์พร้อมกับอากาศเข้าในกระบอกสูบ ต้องมีการปรับปริมาณของแอลกอฮอล์และอากาศที่เข้าให้เหมาะสม เพื่อว่าจะได้เกิดการสันดาปที่สมบูรณ์และเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพดีที่สุด

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ป้อนแอลกอฮอล์เข้าเครื่องยนต์โดยวิธีคาร์บูเรชั่น[13] (เหมือนกับการทดลองของนายชูเกียรติ ภูปตานนท์ ซึ่งได้ทำการทดลองนำแอลกอฮอล์ (เอธานอล) มาใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซลเพื่อวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องยนต์) เป็นการเสริมงานวิจัยของนายชูเกียรติ เพื่อศึกษาดูว่าคอคอดของคาร์บูเรเตอร์ซึ่งได้จากสูตรการคำนวณทางทฤษฎี คือ

$$d = 0.13 \sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$$

โดยที่ d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเวนจูรี่, นิ้ว

V_h = ปริมาตรบรรจุสูบของแต่ละสูบ, $(นิ้ว)^3$

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์, รอบ/นาที

ซึ่งโดยปกติ สูตร $d = 0.13 \sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}}$ (10) ใช้สำหรับคำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเวนจูรี่สำหรับคาร์บูเรเตอร์ที่ใช้ป้อนเชื้อเพลิงเบนซินเข้าเครื่องยนต์เบนซินนั้น พอจะนำมาใช้คำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเวนจูรี่เพื่อใช้ป้อนเอธานอลเข้าเครื่องยนต์ดีเซลโดยวิธีคาร์บูเรชั่นได้หรือไม่ ซึ่งวิธีคาร์บูเรชั่นเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ค่าใช้จ่ายน้อยและโดยเฉพาะการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลบางส่วนกับเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปที่ใช้อยู่แล้วในปัจจุบันโดยมีการดัดแปลงที่น้อยที่สุดและเสียค่าใช้จ่ายน้อยด้วย โดยทำการทดลองเปรียบเทียบกับขนาดเวนจูรี่ซึ่งเล็กกว่าและใหญ่กว่าขนาดที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี เพื่อศึกษาดูว่าจากการเปลี่ยนแปลงของขนาดเวนจูรี่ซึ่งแตกต่างไปจากค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีนั้นมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ อัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิง และไอเสียของเครื่องยนต์อย่างไรบ้างและเมื่อเปรียบเทียบแล้ว ก็พอจะสรุปได้ว่า สูตรซึ่งได้จากการคำนวณทางทฤษฎีนั้น พอจะใช้คำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเวนจูรี่ซึ่งจะใช้ป้อนเอธานอลเข้าเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซลบางส่วนได้หรือไม่โดยวิธีคาร์บูเรชั่น สำหรับรายละเอียดของระบบคาร์บูเรชั่นจะได้บรรยายในหัวข้อ 1.4 และบทที่ 2 ต่อไป

1.5 คาร์บูเรเตอร์

1.5.1 ลักษณะของคาร์บูเรเตอร์

คาร์บูเรเตอร์ คืออุปกรณ์ผสมไอของเชื้อเพลิงกับอากาศสำหรับเครื่องยนต์เพื่อใช้ทำการเผาไหม้

1.5.2 ชนิดของคาร์บูเรเตอร์

คาร์บูเรเตอร์สำหรับประกอบกับเครื่องยนต์ แบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

1.5.2.1 ชนิดสูญญากาศภายในทางเดินอากาศคงที่

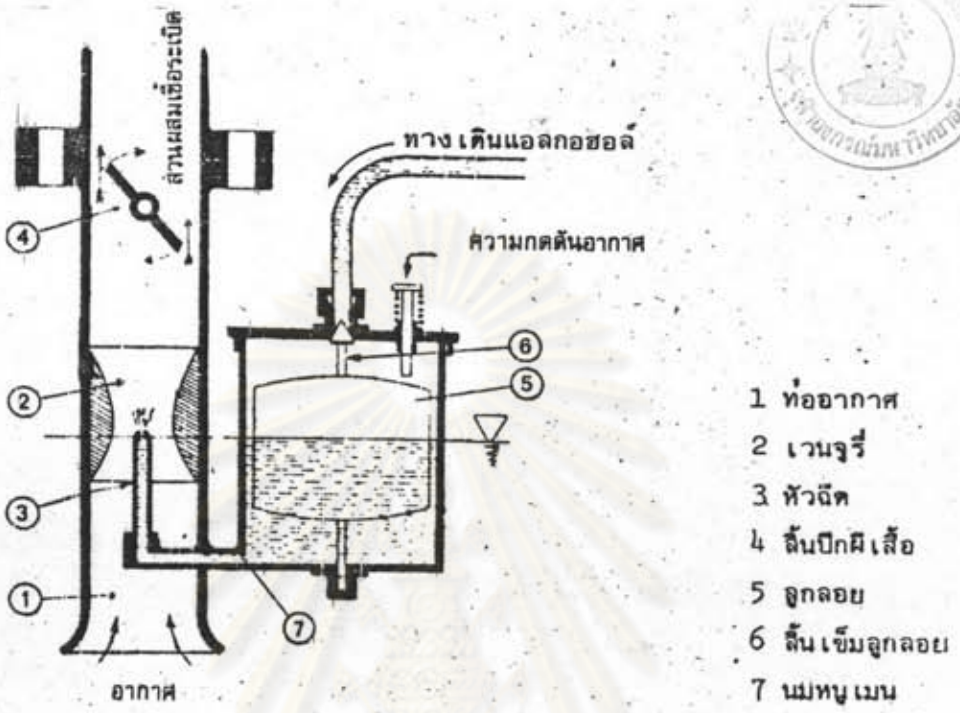
1.5.2.2 ชนิดทางเดินอากาศมีขนาดคงที่

คาร์บูเรเตอร์ชนิดสูญญากาศภายในทางเดินอากาศคงที่ จะไม่กล่าวในที่นี้ เนื่องจากไม่เกี่ยวกับการทดลองครั้งนี้

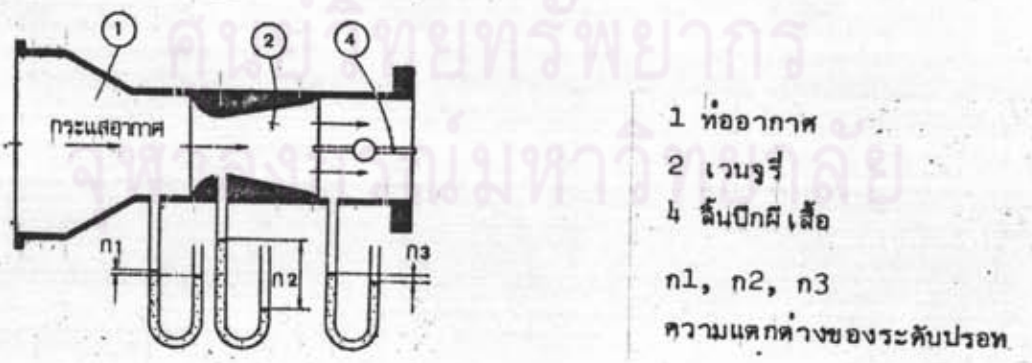
1.5.3 ส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์แบบทางเดินอากาศมีขนาดคงที่

เครื่องยนต์รถยนต์ส่วนใหญ่ติดตั้งคาร์บูเรเตอร์แบบนี้ เนื่องจากผู้ใช้ไม่ยุ่งยากในการบำรุงรักษา แต่มีข้อเสียคือ อัตราส่วนผสมเชื้อระเบิดจะเปลี่ยนไปเมื่อความกดอากาศเปลี่ยนแปลง ส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์แบบทางเดินอากาศคงที่แสดงในรูปที่ 2 ส่วนประกอบแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

1.5.3.1 ท่ออากาศกับเวนจูรี ท่ออากาศ (1) ลักษณะเป็นท่อสัญฐานรูปทรงกระบอกกลวง ภายในมีเวนจูรี่ (2) ประกอบอยู่ เวนจูรี่เป็นโลหะหรือไนลอนรูปทรงกระบอกกลวงปากและก้นผายกว้างกว่าตรงกลางดังรูป เมื่อลูกสูบของเครื่องยนต์เลื่อนลงทำให้เกิดสูญญากาศภายในกระบอกสูบ อากาศภายนอกวิ่งเข้าแทนที่สูญญากาศผ่านท่ออากาศ (1) เวนจูรี (2) ลิ้นปีกผีเสื้อ (4) ท่อรวมไอดีและลิ้นไอดีเข้าสู่กระบอกสูบ ขณะที่อากาศวิ่งผ่านเวนจูรี (2) ชักนำให้เกิดสูญญากาศบริเวณหลังเวนจูรี แสดงให้เห็นได้โดยเจาะท่ออากาศและสวมเกจวัดความกดดันอากาศ 3 ตำแหน่งคือ หน้าเวนจูรี่ กึ่งกลางเวนจูรี่และหลังเวนจูรี่ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์แบบทางเดินอากาศมีขนาดคงที่



รูปที่ 3 การทดลองหาตำแหน่งของสุญญากาศในท่ออากาศ

เกจวัดเป็นหลอดแก้วรูในโตสม่ำเสมอรูปก้านร่มปลายทั้ง 2 ข้าง เปิดตลอด ข้างหนึ่งยาวกว่าอีกข้างหนึ่ง ภายในท่อบรรจุของเหลวซึ่งมีความถ่วงจำเพาะสูง เช่นปรอท หลอดแก้วตรึงแน่นบนแผ่นมาตราส่วนทำให้สามารถอ่านค่าแตกต่างระหว่างระดับของ ๆ เหลว ในหลอดแก้วทั้ง 2 ข้างได้ เมื่อเดินสูบลมดูดอากาศผ่านท่ออากาศและเวนจูรี่ ของเหลวใน เกจวัดอันกลางมีระดับแตกต่างกันมากที่สุด (ก 2) แสดงว่ามีสูญญากาศต่ำที่สุด ณ ตำแหน่งเลย ที่กลางเวนจูรี่เล็กน้อย เมื่ออากาศวิ่งผ่านเวนจูรี่สูญญากาศนี้จะต่ำลงอีกเป็นสัดส่วนตรงกับ ความเร็วของกระแสอากาศที่เพิ่มขึ้น

สำหรับท่ออากาศ (1) สามารถจัดทิศทางให้อากาศผ่านได้เป็น 3 แบบคือ

แบบดูดอากาศขึ้นสู่เครื่องยนต์

แบบดูดอากาศในแนวระดับสู่เครื่องยนต์

แบบดูดอากาศลงสู่เครื่องยนต์

ก. แบบดูดอากาศขึ้นสู่เครื่องยนต์

ข. แบบดูดอากาศในแนวระดับสู่เครื่องยนต์

ค. แบบดูดอากาศลงสู่เครื่องยนต์

รูปที่ 4 ทางเดินอากาศของคาร์บูเรเตอร์ทั้ง 3 แบบ

คาร์บูเรเตอร์แบบดูดอากาศขึ้นสู่เครื่องยนต์ รูปที่ 4 ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คาร์บูเรเตอร์แบบนี้ติดตั้งอยู่ได้ท่อรวมไอดี ส่วนผสมซึ่งประกอบด้วยไอของเชื้อเพลิงกับอากาศ ถูกดูดขึ้นสู่เครื่องยนต์ในทิศทางย้อนกลับกับแรงดึงดูดของโลก ฉะนั้นเมื่อเครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำเชื้อระเบิดขึ้นสู่เครื่องยนต์ได้ด้วยความเร็วไม่สม่ำเสมอ เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ อนึ่งเมื่อต้องการเร่งความเร็วรอบเครื่องยนต์จะมีอาการดื้ออยู่ชั่วขณะ เนื่องจากเชื้อเพลิงเหลวเพิ่มความเร็วได้ล่าช้า คาร์บูเรเตอร์แบบนี้จึงไม่นิยมใช้ในรถยนต์ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบอยู่ตลอดเวลา

คาร์บูเรเตอร์แบบดูดอากาศในแนวระดับเข้าสู่เครื่องยนต์ รูปที่ 4 ข.

ข้อบกพร่องของทางเดินของส่วนผสมเชื้อระเบิด เนื่องจากแรงของความโน้มถ่วงของโลกยังคงเป็นข้อบกพร่องของคาร์บูเรเตอร์แบบนี้คือ ขณะเครื่องยนต์มีความเร็วรอบต่ำกระแสอากาศผ่านท่ออากาศด้วยความเร็วต่ำ แรงจากความโน้มถ่วงของโลกจะดึงดูดให้ส่วนผสมเชื้อระเบิดบางส่วนไหลต่ำลงกระทบกับผนังของท่ออากาศแล้วรวมตัวกันเป็นหยดของเชื้อเพลิง ทำให้ไม่สามารถเผาไหม้ได้หมดจด แต่ข้อดีของคาร์บูเรเตอร์แบบนี้คือ ระยะทางวิ่งของส่วนผสมเชื้อเพลิงกับอากาศเข้าสู่กระบอกสูบสั้นและไม่โค้งงอ ส่วนผสมเชื้อระเบิดจึงมีความเร็วสูงเข้าสู่กระบอกสูบเป็นผลให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูง

คารบูเรเตอร์แบบดูดอากาศลงสู่เครื่องยนต์ รูปที่ 4 ค.

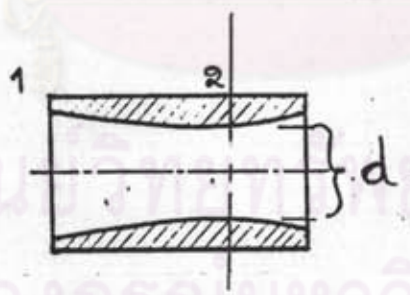
เป็นแบบที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง สำหรับประกอบกับเครื่องรถยนต์ เนื่องจากมีข้อดี คือ แรงจากความโน้มถ่วงของโลกช่วยให้ส่วนผสมถูกดูดเข้าสู่เครื่องยนต์ได้ดีแม้แต่เมื่อกระแสอากาศไหลผ่านท่ออากาศด้วยความเร็วต่ำ ฉะนั้นคาร์บูเรเตอร์แบบนี้จึงขยายขนาดของท่ออากาศให้โตขึ้นได้ ซึ่งเป็นผลดีให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพบรรจุสูบเพิ่มขึ้นขณะเครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูง

ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ การขยายขนาดท่ออากาศได้ดังกล่าวมาแล้ว มีผลช่วยให้ลดอุณหภูมิของส่วนผสมที่เข้าสู่กระบอกสูบซึ่งเกิดจากการเสียดสีระหว่างโมเลกุลของอากาศกับโมเลกุลของเชื้อเพลิงกับผนังท่อ ฉะนั้น ความหนาแน่นของส่วนผสมเชื้อระเบิดดูด

เข้าสู่เครื่องยนต์จึงเพิ่มขึ้น เป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิที่ลดลง เป็นผลให้ประสิทธิภาพบรรจุสูงขึ้น

จากเหตุผลเนื่องจากการจัดท่อดูดอากาศทั้ง 3 แบบที่กล่าวข้างต้นนั้น จะเห็นว่าการจัดท่อดูดอากาศแบบดูดอากาศเข้าในแนวนอนกับแบบดูดอากาศลงสู่เครื่องยนต์นั้น เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับ เอธานอล แอลกอฮอล์ เนื่องจากเอธานอล แอลกอฮอล์ในขณะกลายเป็นไอต้องการความร้อนแฝงสูงกว่าน้ำมันเบ็นซิน ดังนั้น จึงหมดปัญหาเรื่องอุณหภูมิของส่วนผสมสูงขึ้น เนื่องจากการเสียดสีอันจะทำให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรลดลง และในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทดลองกับเครื่องยนต์ Petter type AV 2 ซึ่งมีความเร็วรอบในการทดลองคงที่และอยู่ระหว่าง 1200-1500 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วในช่วงพอเหมาะไม่ต่ำและสูงมาก ปัญหาในเรื่องส่วนผสมกลายเป็นหยดเชื้อเพลิงทำให้เครื่องยนต์เดินไม่สะดวกในรอบต่ำจึงไม่นำกังวล ตลอดจนการติดตั้งและสถานที่จริงอำนวยให้กับคาร์บูเรเตอร์แบบดูดอากาศเข้าในแนวนอน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้ดำเนินการจึงเลือกคาร์บูเรเตอร์แบบดูดอากาศเข้าในแนวนอนเพื่อใช้กับ Venturi 3 ขนาดคือ ขนาดที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี ขนาดที่โตกว่าและที่เล็กกว่า

1.5.4 การหาขนาดของเวนจูรี่ (Venturi)



จาก Energy equation เมื่อ fluid อยู่ในสภาพคงตัว

$$q-w = h_2-h_1+\frac{v_2^2-v_1^2}{2geJ}$$

เมื่อ $q, w, v_1, = 0$

$$v_2 = \sqrt{2geJ(h_1-h_2)} \qquad \text{.....(1)}$$

fromideal frictionless reversible flow of air

$$PV^k = C, \quad h_1-h_2 = C_p(T_1-T_2)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = (\frac{V_1}{V_2})^k, \quad \text{จาก } \frac{P_1V_1}{R} = T_1, \frac{P_2V_2}{R} = T_2$$

$$h_1-h_2 = \frac{C_p}{R}|P_1V_1-P_2V_2|$$

$$= \frac{C_p}{R}|V_2\frac{P_1V_1}{V_2} - P_1V_2\frac{P_2}{P_1}|$$

$$= \frac{C_p}{R} \cdot V_2P_1|(\frac{P_2}{P_1})^{\frac{1}{k}} - \frac{P_2}{P_1}|$$

$$V_2 = V_1(\frac{P_2}{P_1})^{-\frac{1}{k}} \quad = \frac{C_p}{R} P_1V_1|(\frac{P_2}{P_1})^{\frac{1}{k}}\cdot(\frac{P_2}{P_1})^{-\frac{1}{k}} - (\frac{P_2}{P_1})^{\frac{K-1}{K}}|$$

$$h_1-h_2 = \frac{C_p}{R}\cdot RT_1|1-(\frac{P_2}{P_1})^{\frac{K-1}{K}}|$$

จาก (1) $$V_2 = \sqrt{2geJC_pT_1|1-(\frac{P_2}{P_1})^{\frac{K-1}{K}}|} \quad \text{.....(2)}$$

โดยที่ V_2 = ideal velocity at throat (ft/sec)

C_p = Specific heat of air = 0.24 (BTU/lb^oF)

T_1 = inlet temperature (^oR)

P_2 = Pressure at throat (psia)

P_1 = inlet pressure (psia)

k = isentropic coefficient (1.4 for air)

$\sqrt{2geJ}$ = conversion constants = $224\ ((ft/sec)\sqrt{\frac{lbm}{BTU}})$

เนื่องจาก

$$m_2 = \frac{A_2 V_2}{v_2} \quad (lb/sec) \qquad .....(3)$$

v_2 = specific volume at the throat (ft^3/lb)

A_2 = area of throat (ft^2)

โดยที่ v_2 หาได้จาก v_1 โดยสมการ $Pv^k = C$

$$v_2 = v_1(\frac{P_2}{P_1})^{-\frac{1}{K}} \qquad .....(4)$$

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1 x144} \qquad .....(5)$$

P_1 = inlet pressure (psia)

$$A_2 = \frac{\P d^2}{4x144} \quad ft^2 \qquad .....(6)$$

d = Throat diametre in inches.

นำสมการ (2), (4), (5), (6) แทนค่าในสมการ (3)

$$M_2 = \frac{\frac{\P d^2}{4x144}\sqrt{2geJC_pT_1\left|1-(\frac{P_2}{P_1})^{\frac{K-1}{K}}\right|}}{v_1(\frac{P_2}{P_1})^{-\frac{1}{K}}}$$

$$M_a = \frac{\frac{\P d^2}{4x144} \times 224\sqrt{0.24}x\sqrt{T_1}\sqrt{1-(\frac{P_2}{P_1})^{\frac{K-1}{K}}}}{\frac{RT_1}{P_1 x144}(\frac{P_2}{P_1})^{-\frac{1}{K}}}$$

$$M_a = \frac{\pi d^2 x 224\sqrt{0.24} x P_1 x 144\sqrt{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{2}{K}} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{K+1}{K}}}}{4x144xR\sqrt{T_1}} \quad \text{.....(7)}$$

จากสมการดังกล่าวข้างบนจะเห็นว่าเป็นมวลของอากาศซึ่งได้ตามทฤษฎี เพื่อให้ได้มวลของอากาศเป็นจริงยิ่งขึ้น ในการดูดอากาศจะขึ้นอยู่กับค่าของ Coefficient of discharge = C_d

ดังนั้น จากสมการที่ (7)

$$M_a = \frac{1.62.C_d.P_1.d^2}{\sqrt{T_1}} \sqrt{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1.43} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1.71}} \quad \text{.....(8)}$$

M_a = flow of air (lb/sec)

P_1 = inlet pressure (psia)

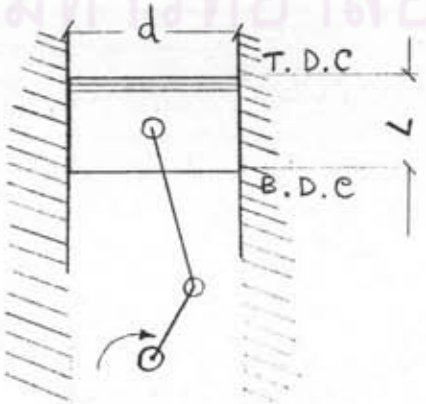
P_2 = throat pressure (psia)

d = Venturi diameter (inches)

T_1 = inlet air (R^o)

C_d = Coefficient of discharge

และนอกจากนี้เมื่อคิดว่าอากาศมีอัตราการไหลคงที่



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะดูดอากาศเข้าเครื่องยนต์นั้น ลูกสูบจะเลื่อนจากจุดบนสุดลงมาถึงจุดต่ำสุดซึ่งจะมีระยะทางยาวเท่ากับความยาวของก้านสูบให้เท่ากับ L (นิ้ว), d เป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกสูบเป็นนิ้ว เพราะฉะนั้นในจังหวะดูดสามารถดูดอากาศเข้าได้ตามทฤษฎีคิดเป็นปริมาตรได้

$$\frac{\P d^2}{4} \times L \quad (\text{นิ้ว})^3$$

ถ้าให้ N เป็นความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่อนาที เพราะฉะนั้นทุก ๆ N รอบของเครื่องยนต์ 4 จังหวะทุก ๆ 2 รอบของเครื่องยนต์จะมีจังหวะดูดเพียง 1 ครั้ง

ดังนั้นปริมาตรดูดของเครื่องยนต์ 4 จังหวะคือ $= \frac{\P d^2}{4} \times L \times \frac{N}{2}$ และถ้ามีจำนวนสูบเท่ากับ K สูบจะมีปริมาตรดูด $= \frac{\P d^2}{4} \times L \times \frac{N}{2} \times K$

จาก

$$M = \underline{Q}.\rho.$$

M = มวลของอากาศ lb/sec.

Q = อัตราการไหลของอากาศ $ft^3/sec.$

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (lb/ft^3)

ดังนั้นมวลของอากาศซึ่งสามารถบรรจุสูบได้ตามทฤษฎีคือ

$$M = \frac{\P d^2}{4} \times \frac{L}{(12)^3} \times \frac{N}{2x60} \times \underline{K} \times \rho \quad lb/sec.$$

เมื่อให้ V_h เป็นปริมาตรบรรจุสูบ $= \frac{\P d^2}{4} \times L \quad (in^3)$

$$M = \frac{V_h x N x K x \rho}{(12)^3 x 2 x 60} \quad lb/sec.$$

ให้ η_v เป็น Volumetric efficiency $= \frac{M_a}{M}$

009797

M_a = มวลของอากาศซึ่งบรรจุสูบได้จริง

M = มวลของอากาศซึ่งบรรจุสูบได้ตามทฤษฎี

$$M_a = M.\ \eta_v.$$

$$M_a = \eta_v.\ \frac{V_h x N x K x \rho}{(12)^3 x 2 x 60} \quad \text{lb/sec.}$$

ดังนั้น

$$M_a = \eta_v.\ \frac{V_h x N x K x \rho}{1728 x 2 x 60} \quad \text{lb/sec.} \qquad .....(9)$$

เมื่อใช้กับเครื่องยนต์ Peter AV_2 ซึ่งมี 2 สูบ

จาก (๙),

$$M_a = \frac{\eta_v.V_h.N.\rho.2}{1728 x 2 x 60}$$

$$M_a = \frac{\eta_v.V_h.N.\rho}{1728 x 60} \quad \text{lb/sec.} \qquad .....(10)$$

โดยที่ η_v = Volumetric efficiency

V_h = ปริมาตรบรรจุสูบของแต่ละสูบ $(นิ้ว)^3$

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (รอบ/นาที)

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (lb/ft^3)

เมื่อสมการที่ (๙) = สมการที่ (๑๐)

(๙) = (๑๐)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\frac{1.62.C_d.P_1.d^2}{\sqrt{T_1}}\sqrt{(\frac{P_2}{P_1})^{1.43}-(\frac{P_2}{P_1})^{1.71}} = \frac{\eta_v.\rho.V_h.N}{1728x60}$$

$$d^2 = \frac{\eta_v.\rho.V_h.N.\sqrt{T_1}}{1.62.C_d.P_1.1728x60\sqrt{(\frac{P_2}{P_1})^{1.43}-(\frac{P_2}{P_1})^{1.71}}}$$

$$\rho = \frac{P_1x144}{RT_1}, \quad P_1 = \text{psia}$$

$$d^2 = \frac{\eta_v.144.V_h.N}{1.62.C_d.R.1728x60\sqrt{T_1}.\sqrt{(\frac{P_2}{P_1})^{1.43}-(\frac{P_2}{P_1})^{1.71}}}$$

$$d^2 = \frac{\eta_v.144.V_h.\frac{N}{1000}}{1.62.C_d.R.1728x60\frac{}{1000}\sqrt{T_1}.\sqrt{(\frac{P_2}{P_1})^{1.43}-(\frac{P_2}{P_1})^{1.71}}}$$

$$d^2 = \frac{144.\eta_v.V_h.\frac{N}{1000}}{1.62x1728x60x\ RxC_d.\sqrt{T_1}\sqrt{(\frac{P_2}{P_1})^{1.43}-(\frac{P_2}{P_1})^{1.71}}} \quad \ldots.(11)$$

จากสมการที่ (11) จะเห็นว่า $\sqrt{(\frac{P_2}{P_1})^{1.43}-(\frac{P_2}{P_1})^{1.71}}$, η_v เป็นค่าที่ยังไม่ทราบค่า แต่สามารถหาได้จาก Data ของ M_a ซึ่งได้จากการทดลองจริงในภาคผนวก ซึ่งจะใช้ Data ค่าของ M_a ที่ 1500 rpm. เนื่องจากเป็นค่าความเร็วรอบสูงสุดที่ใช้ในการทดลองและสูตรสำเร็จที่ได้จากการวิจัยนี้ก็แนะนำให้ใช้คำนวณกับความเร็วรอบสูงสุดของเครื่องยนต์ที่จะใช้ขนาด Venturi ที่คำนวณได้กับเครื่องยนต์นั้น ๆ

สำหรับสูตรสำเร็จรูปที่ใช้คำนวณหา d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเวนจูรี่ นั้นในหนังสือ "คาร์บูเรเตอร์" ของ อนันต์ มีชูเวท หน้า 95 ได้แนะนำให้ใช้

$$d = 0.13\sqrt{V_h \cdot \frac{N}{1000}} \qquad \text{.....(12)}$$

เมื่อ d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเวนจูรี่, นิ้ว

V_h = ปริมาตรบรรจุสูบของแต่ละสูบ, $(\text{นิ้ว})^3$

N = ความเร็วรอบสูงสุดของเครื่องยนต์, รอบ/นาที

1.6 ระบบจ่ายเชื้อเพลิงที่คาร์บูเรเตอร์

1.6.1 หัวฉีด (3) มีลักษณะเป็นหลอดโลหะกลวงสวมอยู่เลยกึ่งกลางของเวนจูรี่เล็กน้อยตรงบริเวณที่มีสูญญากาศต่ำที่สุดในท่ออากาศ รูปที่ 2 ปลายอีกข้างหนึ่งติดต่อกับห้องลูกลอย (5) ซึ่งเป็นภาชนะบรรจุเชื้อเพลิง เมื่ออากาศถูกดูดผ่านเวนจูรี่ (2) สู่กระบอกสูบทำให้เกิดสูญญากาศบริเวณปากท่อหัวฉีด (3) ความกดดันอากาศปกติกดลงบนผิวหน้าของเชื้อเพลิงในห้องลูกลอย (5) ดันเชื้อเพลิงผ่านนมหนู (7) พ่นออกจากหัวฉีด (3) เพื่อแทนที่สูญญากาศ ไอของเชื้อเพลิงกระทบกับกระแสอากาศ คลุกเคล้ากับอากาศโดยทั่วถึงจึงไหลผ่านลิ้นปีกผีเสื้อ (4) เข้าสู่กระบอกสูบ

1.6.2 นมหนูเมน (7) มีรูปร่างเป็นหมุดเกลียวทองเหลืองเจาะรูทะลุตรงกลาง มีหน้าที่กำหนดอัตราไหลของเชื้อเพลิงจากห้องลูกลอย (5) สู่หัวฉีด (3) ซึ่งมีผลกำหนดอัตราส่วนผสมเชื้อระเบิด ให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องยนต์ ขนาดของนมหนูเมน (7) กำหนดจากขนาดโตผ่านศูนย์กลางของรูนมหนูเป็นมิลลิเมตร เริ่มตั้งแต่หมายเลข 70, 75, 80 ถึง 250 ตามลำดับ หมายเลขบอกขนาดพิมพ์ไว้ที่ตัวนมหนู เช่น ขนาดเบอร์ 120 แสดงว่ามีขนาดโตผ่านศูนย์กลางของรูนมหนู 1.20 มิลลิเมตร

1.6.3 ห้องลูกลอย เป็นภาชนะบรรจุเชื้อเพลิงและรักษาระดับของเชื้อเพลิงในท่อหัวฉีด (3) ซึ่งมีผลให้หัวฉีดจ่ายเชื้อเพลิงออกผสมกับกระแสอากาศในอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ ลูกลอย (5) เป็นลูกโป่ง โลหะบางเบาหรือพลาสติก

สัญฐานกลมหรือทรงกระบอก ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์

เมื่อระดับเชื้อเพลิงภายในห้องลูกลอยเปลี่ยนแปลงลูกลอย (5) ลอยสูงขึ้นหรือต่ำลงได้ เมื่อลูกลอย (5) ลอยขึ้นตามระดับของเชื้อเพลิง ก้านลูกลอยดันลิ้นเข็ม (6) ยกตัวขึ้นใช้เรียวอุดช่องทางเดินของเชื้อเพลิงรักษาระดับเชื้อเพลิงในห้องลูกลอยไม่ให้สูงขึ้น ลิ้นเข็ม (6) จะลดตัวต่ำลงมาเปิดทางให้เชื้อเพลิงไหลเข้าห้องลูกลอยได้อีกเมื่อระดับเชื้อเพลิงลดลง

1.6.4 ลิ้นปีกผีเสื้อ ลิ้นปีกผีเสื้อ (4) มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลมแบน ประกอบอยู่กับแกน ซึ่งสวมขวางกั้นทางเดินของอากาศอยู่ในท่ออากาศ (1) หลังเวนจูรี่ (2) ออกมาเล็กน้อย ลิ้นปีกผีเสื้อพลิกตัวเปิดกว้างหรือปิดแคบลง มีผลบังคับปริมาณของส่วนผสมเชื้อระเบิดที่ถูกดูดเข้าสู่กระบอกสูบเพื่อเผาไหม้ ให้เกิดกำลังงานมากน้อยตามลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์

1.7 หน้าที่ของคาร์บูเรเตอร์

คาร์บูเรเตอร์มีหน้าที่จ่ายส่วนผสมเชื้อระเบิดให้เครื่องยนต์ โดยมีปริมาณและอัตราส่วนผสมเหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ตามสภาพการทำงานและความเร็วรอบต่าง ๆ