บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดเรื่องการนำน้ำมันพืชมาเป็นเชื้อเพลิงเริ่มต้นจาก Rodolph Diesel ได้ใช้น้ำมันถั่วลิสงเป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในและแสดงในงานเอกซ์โปที่กรุงปารีสในปี 1900 แต่ไม่เป็นที่สนใจเนื่องจากราคาน้ำมันดีเซลในขณะนั้นยังมีราคาถูก ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าของนักวิจัยและหน่วยงานต่างๆในหลายๆประเทศทั่วโลก ต่างก็ทำการศึกษาและวิจัยเพื่อหาแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันที่กำลังจะหมดไปในอนาคตโดยน้ำมันไบโอดีเซลเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่เด่นชัดในสภาวะการในปัจจุบัน

จากการศึกษางานวิจัยจากแหล่งข้อมูลต่างๆ โดยสรุป ข้อดีของไบโอดีเซลในเชิงเศรษฐศาสตร์ก็คือ ราคาถูก ช่วยพยุงราคาพืชผลทางการเกษตรของไทย ลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ ข้อดีในด้านสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตก็คือ ช่วยลดมลพิษในอากาศ ทำให้ลดการสูญเสียจากการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับมลพิษจากอากาศ อย่างไรก็ตาม พลังงานไบโอดีเซลก็ย่อมมีจุดอ่อนเหมือนพลังงานทุกประเภท เริ่มจากไบโอดีเซลประเภท "น้ำมันพืชหรือสัตว์" หรือไบโอดีเซลประเภทนี้ก็คือน้ำมันพืชแท้ๆ นั้นมีคุณสมบัติต่างกับดีเซลค่อนข้างมาก จึงมีปัญหาเรื่องการสันดาปไม่สมบูรณ์ เครื่องสะดุด มีผลต่อลูกสูบและวาล์ว มีตะกรันขาวหลงหาทางออกไม่ได้อยู่ในถังน้ำมัน และมีความหนืดสูง ทำให้รถสตาร์ตติดยากในที่อากาศเย็นๆ แต่มีข้อดีก็คือมีราคาถูกพอใช้ได้กับเครื่องยนต์รอบต่ำ ด้าน "ไบโอดีเซลลูกผสม" มีปัญหาเรื่องความหนืดไม่มากนัก แต่ก็ยังมีปัญหาตอนที่อากาศเย็นและมีปัญหาไส้กรองจะอุดตันเร็วกว่าปกติ อาจกล่าวได้ว่า โดยรวมมีคุณสมบัติเหมือนกับน้ำมันดีเซล เครื่องจะเดินเรียบไม่มีปัญหาเรื่องสะดุดเหมือนไบโอดีเซลประเภท "น้ำมันพืชหรือสัตว์" เครื่องสตาร์ตติดง่ายเหมาะสำหรับการใช้กับเครื่องยนต์รอบต่ำ หรือเครื่องจักรกลการเกษตร ส่วน "ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์" มีข้อดีข้อแรกคือค่า "ซีเทน" (ค่าดัชนีการจุดติดไฟ) สูงกว่าน้ำมันดีเซล นั่นคือจุดติดไฟได้ง่ายกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้การจุดระเบิดทำได้ดี การสันดาปสมบูรณ์ คาร์บอนมอนอกไซด์พ่นออกมาจากท่อไอเสียจึงน้อย ไม่มีควันดำและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซ้ำเติมสิ่งแวดล้อม ความหนืดคงที่จึงตัดปัญหาเรื่องความหนืดออกไปได้ แต่ข้อเสียข้อใหญ่เลยก็คือมีราคาแพง เพราะต้นทุนสูงกว่าไบโอดีเซลแบบอื่นๆ

2.2 การสึกหรอ

การสึกหรอ หมายถึงการต้องสูญเสียเนื้อสารจำนวนหนึ่งออกไปจากชิ้นวัตถุ โดยไม่ปรารถนา สาเหตุของการสึกหลอมีหลายประการ และมักจะเกิดจากหลายสาเหตุพร้อม ๆ กันการสึกหลอสามารถแบ่งได้ตามสาเหตุเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.2.1 การสึกหรอแบบ Adhesive

เกิดจากการที่ผิวโลหะมาเสียดสีกัน และยอดแหลมที่หลอมติดกันถูกกระแทกให้แตกหัก อันเป็นขบวนการเกิดแรงเสียดทานนั่นเอง น้ำมันหล่อลื่นป้องกันและลดการสึกหรอประเภทนี้โดยการทำหน้าที่ลดการสัมผัสกันระหว่างหน้าสัมผัสได้ อันเป็นการลดแรงเสียดทานไปในตัว การสึกหลอประเภทนี้มักเกิดจากการหยุดและไปของผิวหน้าสัมผัสก่อนที่ฟิล์มน้ำมันจะเกิดขึ้นได้ หรือความล้มเหลวอื่น ๆ ของฟิล์มน้ำมันที่จะแยกหน้าสัมผัสออก

2.2.2 การสึกหรอแบบ Abrasive

เกิดจากการที่มีชิ้นส่วนของแข็งขนาดเล็กหลุดเข้าไปในบริเวณผิวสัมผัส และครูดไถไปบนผิวหน้าที่อาจจะอ่อนกว่าชิ้นส่วนของแข็งนี้อาจจะเป็นสิ่งแปลกปลอมจากภายนอก หรือเศษที่แตกหักมาจากการสึกหรอนั่นเอง ดังนั้นปัจจัยของการสึกหลอแบบ Abrasive คืออนุภาคของแข็งต้องมีขนาดใหญ่กว่าความหนาของฟิล์มน้ำมันและมีความแข็งกว่าผิวหน้าสัมผัส น้ำมันหล่อลื่นสามารถทำหน้าที่ชะล้างหรือพัดพาเอาอนุภาคของแข็งที่เป็นอันตรายต่อผิวหน้านี้ไปได้ เป็นการลดการสึกหรอโดยที่อุปกรณ์ของระบบหล่อลื่น เช่นซีลและไส้กรอง มีส่วนสัมพันธ์กับหน้าที่นี้มาก

2.2.3 การสึกกร่อน (Corrosive)

หมายถึงการที่เนื้อสารถูกสารอื่นเข้ากรัดกร่อนทำปฏิกิริยาเคมี เช่น จากในบรรยากาศทั่ว ๆ ไป จากสารที่เกิดจากน้ำมันหล่อลื่นที่เสื่อมสภาพกลายเป็นกรด หรือจากไอกรดกำมะถันจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เผาไหม้และอื่น ๆ น้ำมันหล่อลื่นช่วยลดการสึกกร่อนได้ 2 วิธี คือ การทำตัวเป็นฟิล์มเคลือบผิวหน้าป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยากับอ็อคซิเจน และการที่น้ำมันหล่อลื่นมีสารเคมีที่จะหยุดยั้งหรือชิงเข้าทำปฏิกิริยากับสารที่เป็นอันตรายนั้นเสียก่อน

2.2.4 Fatique Wear

เกิดจากความเสียหายภายใต้ผิวหน้าอันเป็นผลมาจากการที่ผิวหน้าถูกแรงกระทำซ้ำๆ กันเป็นเวลานาน และเกิดการล้าของเนื้อสารนั้น อาการที่พบได้มักจะเป็นรู หรือการแตกที่เกิดโดยฉับพลัน ไม่สามารถคาดการณ์ได้ สำหรับการสึกหลอประเภทนี้ยังไม่สามารถชี้ชัดถึงความสามารถของน้ำมันหล่อลื่นว่ามีส่วนช่วยลดหรือป้องกันได้ประการใด

2.3 แรงเสียดทาน

หรือ ความฝืด คือแรงซึ่งต่อต้านการเคลื่อนที่ของผิวหน้าหนึ่งบนอีกผิวหน้าหนึ่งในเครื่องจักรกล พลังงานที่ต้องเสียไปเพื่อเอาชนะความฝืด ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำลง และพลังงานที่สูญเสียไปอยู่ในรูปของความร้อนที่อาจจะเป็นอันตรายและผลเสียต่อเครื่องจักรได้ แรงเสียดทานนี้เกิดจากความขรุขระของผิวหน้าที่มาสัมผัสกันและการหลอมตัวติดกันเป็นจุดๆ ผิวหน้าของโลหะที่แม้ได้รับการขัดมันมาอย่างดี เมื่อนำมาส่องดูด้วยกล้องขยายกำลังสูงจะเห็นว่าประกอบไปด้วยยอดแหลมและหลุมลึกมากมาย ดังนั้นเมื่อผิวหน้าหนึ่งถูกนำมาสัมผัสกับอีกผิวหน้าหนึ่ง บริเวณที่สัมผัสกันจริงๆ นั้นจึงเป็นจุดเล็กๆ ที่ยอดแหลมไปแตะกับผิวตรงข้าม จุดที่เล็กมากๆ เหล่านี้ ต้องรับน้ำหนักที่กดหน้าสัมผัสทั้ง 2 เข้าด้วยกัน และแรงกดที่สูงมากนี้ก็ทำให้จุดสัมผัสเหล่านั้นหลอมติดกันได้ แรงเสียดทานของการเสียดสีระหว่างผิวหน้าเช่นนี้ จึงเป็นแรงที่ต้องใช้ในการหักและการฉีกจุดเชื่อมติดให้ขาดจากกัน นอกจากนั้นแล้วในขณะที่กำลังเคลื่อนที่ ยอดสูงๆ ก็ยังสามารถกีดขวางซึ่งกันและกัน เช่น ชนกันแตกหัก หรือต้องครูดไถไปบนอีกผิวหน้าหนึ่งที่แข็งน้อยกว่าด้วย แรงเสียดทานจึงขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือโหลดซึ่งกำหนดพื้นที่รวมที่หลอมติดกัน และชนิดของสารที่เป็นหน้าสัมผัสว่ามีความแข็งเพียงใด ยากต่อการฉีกหักหรือครูดไถเพียงใด โดยสมการพื้นฐานของแรงเสียดทานเขียนได้ดังนี้

$$F_f = \mu N \tag{2.1}$$

เมื่อ

μ คือ coefficient of friction

N คือ normal force to the contact surface,N

F_f คือ แรงที่เกิดขึ้นจากความเสียดทาน,N

2.4 คุณสมบัติของน้ำมันเครื่อง

คุณสมบัติของน้ำมันเครื่องที่นิยมตรวจสอบและพูดถึงกับบ่อยๆ ได้แก่ ความหนืด ค่าความเป็นกรด-ด่างและจุดวาปไฟ

2.4.1 ความหนืด

เป็นอัตราการไหลของปริมาณน้ำมันเครื่องต่อขนาดและความยาวของรู ต่อหน่วยเวลา ณ อุณหภูมิหนึ่ง เช่น น้ำมัน 60 ซีซี (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ไหลผ่านรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.77 มิลลิเมตร ความยาวของรู 12.25 มิลลิเมตร ณ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสโดยมีหลายหน่วยการวัด เช่น ระบบเมตริก หน่วย cSt เซนติกโตส, สหรัฐอเมริกา หน่วย SUS, SSU วินาทีเซย์โบลต์, อังกฤษ หน่วย RW1 เรดวู๊ด และยุโรป E อิงเลอร์ โดยมีความแตกต่างกันในรายละเอียดและทุกอุณหภูมิการวัด ความหนืดเกี่ยวข้องกับการสร้างชั้นเคลือบและการไหลเวียน ค่าความหนืดควรเหมาะสมกับสภาพการทำงานเพื่อป้องกันการสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องยนต์

2.4.2 จุดวาบไฟ

โดยปกติจุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่นจะอยู่ในช่วง 160 ถึง 320°C แล้วแต่ว่าเป็นน้ำมันใสหรือน้ำมันข้น น้ำมันหล่อลื่นใสมักจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่าน้ำมันข้น ส่วนเชื้อเพลิงนั้นมีจุดวาบไฟต่ำมาก เช่น น้ำมันเบนซินมีจุดวาบไฟราว -43° C และน้ำมันโซล่ามีจุดวาบไฟราว 86°C หากมีเชื้อเพลิงลงไปปะปนในน้ำมันหล่อลื่น จุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่นจะลดลงมาก และความหนืดก็จะลดลงด้วย การทดสอบนี้ใช้กับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เท่านั้น เพราะเชื้อเพลิงมีโอกาสเข้ามาปะปนกับน้ำมันหล่อลื่น โดยเล็ดลอดผ่านแหวนลูกสูบและซีลใน Injection Pump ในเครื่องดีเซล จุดวาบไฟของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์วัดโดยวิธี ASTM D-93 (PMCC) ไม่ควรต่ำกว่าของใหม่เกิน 45°C

2.4.3 ค่าความเป็นกรด ในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

ค่าความเป็นกรดที่วัดออกมาเป็นหน่วยมิลลิกรัมด่าง KOH/กรัมน้ำมัน เช่นเดียวกันกับค่าความด่าง แสดงถึงปริมาณของกรดทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นวัดได้ 2 วิธีคือ โดยวิธี ASTM D - 664 และ ASTM D-974 สำหรับน้ำมันหล่อลื่นไม่ว่าจะเป็นงานหล่อลื่นชนิดใดต้องไม่มีกรดแก่อยู่ในน้ำมัน เพราะกดแก่จะทำการกัดกร่อนโลหะทำให้เกิดความเสียหาย ตรวจหาค่าปริมาณกรดแก่ในน้ำมันโดยวิธี ASTM D - 664 หรือ ASTM D-974 เช่นกัน โดยแสดงค่าเป็น Strong Scid Number (SAN) สำหรับกรดอ่อนที่มีอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นนั้นมาจากหลายแหล่งดังนี้

- ตัวน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน ซึ่งมีสารพวก Oxygenated Hydrocarbon อยู่ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าผ่านขบวนการผลิตมาอย่างไร ปกติน้ำมันพื้นฐานที่ผ่านขบวนการผลิตอย่างดีจะมีค่าความเป็นกรดน้อยมากไม่เกิน 0.05 ถึง 0.10 มิลลิกรัมด่าง KOH/กรัมน้ำมัน

- เกิดจากสารเพิ่มคุณภาพซึ่งมีสภาพเป็นกรดอ่อนที่ใส่ในน้ำมันเพื่อช่วยทำหน้าที่ต่างๆ เช่น สารป้องกันสนิม สารรับแรงกดสูง และอื่นๆ ดังนั้นน้ำมันหล่อลื่นคุณภาพดีที่ยังมิได้ใช้งานอาจมีค่าความเป็นกรดรวมได้สูงถึง 5 บางชนิดก็มีค่าความเป็นกรดต่ำแล้วแต่ประเภทของสารเพิ่มคุณภาพที่ใส่ ค่า TAN จากแหล่งนี้ลดลงได้ตามระยะเวลาการใช้งาน

- เกิดจากการที่ตัวเนื้อน้ำมันพื้นฐานทำปฏิกิริยากับอ็อกซิเจนในอากาศในระหว่างการใช้งาน หากเกิดขึ้นมากความหนืดของน้ำมันจะเพิ่มขึ้นด้วย และปริมาณตะกอนที่ไม่ละลายในสารละลายก็จะสูงขึ้นเช่นกันกรดที่เกิดปฏิกิริยาในเบื้องต้นมักจะไม่ค่อยเป็นอันตรายต่อชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเพราะยังมีความเข้มข้นต่ำอยู่ หากการเกิดปฏิกิริยาจะมีความเป็นกรดสูงพอที่จะเริ่มกัดกร่อนผิวชิ้นส่วนโลหะเกิดเป็นกรดเกลือโลหะที่จะเร่งปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันกับอ็อกซิเจนอีก ทำให้น้ำมันเสื่อมสภาพลงอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นตะกอนยางเหนียวและแลคเกอร์เกาะติดตามทางเดินของน้ำมันในเครื่องจักรกล อาจอุดตันทางเดินของน้ำมัน ทำให้ขาดการหล่อลื่นและเครื่องจักรกลสึกหลอในที่สุด น้ำมันที่เสื่อมลงจะมีสีคล้ำเข้มขึ้น ความหนืดของน้ำมันจะสูงขึ้น ค่าความเป็นกรดก็สูงขึ้นด้วย ปริมาณของกรดที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของน้ำมันนี้จะยอมให้เกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักรกลที่ใช้ เช่น น้ำมันประเภทหล่อลื่นเทอร์ไบน์ ควรจับตามองเมื่อมีปริมาณเกิน 0.3 มิลลิกรัม KOH/กรัมน้ำมัน พวกน้ำมันหล่อลื่นแบริ่ง น้ำมันไฮดรอลิค เครื่องอัดลม และเกียร์ ควรจับตามองเมื่อมีปริมาณเกิน 1.0 มิลลิกรัม

เนื่องจากค่าความเป็นกรดรวมในน้ำมันหล่อลื่นที่หาโดยวิธีดังกล่าวข้างต้นเกิดจากปัจจัยหลายตัว ดังนั้นเป็นการยากมากที่จะใช้ค่า TAN ตัวเดียวดังกล่าวมาตัดสินใจว่าน้ำมันอยู่ในสภาพเสื่อมหรือยัง วิธีที่ถูกต้องคือ ต้องตรวจสอบค่า TAN เป็นระยะๆ เริ่มตั้งแต่ใส่น้ำมันใหม่แล้วดูอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า TAN เริ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือหากเรามีวิธีที่จะ สกัดเฉพาะเนื้อน้ำมันที่เสื่อมสภาพมาวัดค่า TAN แล้ว ตัวเลขข้างบนดังกล่าวก็สามารถใช้เป็นแนวทางได้ เช่น ใช้เมทธานอลสกัด

2.4.4 ค่าความเป็นด่าง (Total Base Number - TBN) ในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

ค่าความเป็นด่างของน้ำมันใช้ในการวิเคราะห์สภาพน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ขี้โล้ หรือน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะวัดออกมาเป็นหน่วยมิลลิกรัมของด่าง KOH/กรัมน้ำมัน การวัดค่าความเป็นด่างทำได้โดยวิธี ASTM D-664 หรือ ASTM D-2896 โดยปกติค่าที่วัดได้โดยวิธีหลังจะสูงกว่าวิธีแรก เพราะวิธีหลังได้วัดเอาค่าความเป็นด่างของสารพวก Ashed Detergent และด่างอ่อนจากสารประกอบไนโตรเจนมาด้วย ในขณะที่วิธีแรกวัดได้เฉพาะค่าความเป็นด่างจาก Ashed Detergent สารที่จะช่วยป้องกันเครื่องยนต์มิให้ถูกกัดกร่อนด้วยไอของกรดกำมะถันซึ่งได้จากการเผาไหม้กำมะถันในเชื้อเพลิงดีเซลก็คือ สารพวก Ashed Detergent ส่วนสารพวก Ashless Dispersant เป็นตัวกระจายเขม่าตะกอนป้องกันมิให้เกิด Sludge และVarnish ดังนั้น ค่าความเป็นด่างที่วัดโดยวิธี ASTM D-664 จึงเป็นตัวบ่งถึงความสามารถของน้ำมันในการทำลายฤทธิ์กรดกำมะถันที่แท้จริง ค่าความเป็นด่างในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลที่ใชเล้ว ถ้าเป็นเครื่องดีเซลหมุนเร็วขนาดเล็กไม่ควรให้ลดต่ำกว่าค่า (1.0+% กำมะถันในเชื้อเพลิง) หากเป็นเครื่องดีเซลหมุนเร็วขนาดใหญ่ซึ่งมีปริมาณน้ำมันหล่อลื่นในอ่างมาก เช่น ในเรือเดินสมุทร ไม่ควรให้ลดต่ำกว่าระดับตัวเลข % กำมะถันในเชื้อเพลิงที่ใช้ หากเป็นเครื่องดีเซลรอบปานกลาง หรือรอบช้าไม่ควรให้ลดต่ำกว่า 3 เท่าของตัวเลข % กำมะถันเชื้อเพลิงที่ใช้

2.5 คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิง

2.5.1 ความถ่วงจำเพาะ

คือ ค่าความหนาแน่นของน้ำมันโดยวัดความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิมาตรฐาน 15°C ของเขตอบอุ่น โดยเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเรียกว่า ไฮโดรมิเตอร์ ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันแต่ละชนิดไม่เท่ากัน การทราบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันแต่ละชนิดทำให้สามารถใช้ค่าความถ่วงจำเพาะเพื่อบอกความบริสุทธิ์ของน้ำมันได้เพราะถ้ามีการปลอมปนในน้ำมันจะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไปด้วย

2.5.2 ความหนาแน่น

คือ มวลของน้ำมันต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ความหนาแน่นของน้ำมันขึ้นอยู่กับปริมาตรหลายค่าเช่น ค่าไอโอดีน ปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าซาปอนิฟิเคชั่น(Saponification) หรือความสามารถในการเกิดสบู่และอุณหภูมิของน้ำมัน โดยที่ความหนาแน่นของน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงไปประมาณ +3 kg/m^3 ซึ่งความหนาแน่นของน้ำมันดีเซลที่ 15°C ควรอยู่ในช่วง 0.81-0.87 g/cm^3 น้ำมันที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า 0.81 g/cm^3 อาจทำให้เครื่องยนต์กำลังตก ขณะที่น้ำมันมีความหนาแน่นสูงกว่า 0.87 g/cm^3 อาจทำให้เกิดปัญหาควันดำได้

2.5.3 ความหนืด

ความหนืดของน้ำมันมีอิทธิพลต่อรูปร่างของละอองน้ำมันที่ฉีดออกมาจากหัวฉีด หากน้ำมันมีความหนืดสูงจะทำให้การฉีดเป็นฝอยไม่ดี ละอองน้ำมันที่มีขนาดใหญ่จะพุ่งไปไกลและเป็นสาย ทำให้น้ำมันรวมกับอากาศได้ไม่ดีทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เครื่องกำลังตก น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความหนืดต่ำไป จะทำให้น้ำมันที่พ่นออกมาเป็นฝอยละเอียดมากจึงไม่พุ่งไปไกลเท่าที่ควร การเผาไหม้จะไม่ดี กำลังและประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ตกเช่นกัน นอกจากนี้การสึกหรอของชิ้นส่วนในระบบเชื้อเพลิงอาจมากขึ้นเนื่องจากน้ำมันใสจะให้การหล่อลื่นไม่ดี โดยทั่วไปน้ำมันเชื้อเพลิงมักมีความหนืดในช่วง 1.8-4.1 Cst ที่ 40°C

2.5.4 จุดวาบไฟและจุดติดไฟ

จุดวาบไฟ คือ อุณหภูมิต่ำสุดของเชื้อเพลิงเหลว หรือ ของเหลวที่ไอของมันเกิดติดไฟและดับทันที(วาบ)จุดนี้หาได้จากการที่ค่อยๆให้ความร้อนแก่น้ำมันจนถึงอุณหภูมิๆหนึ่ง แล้วให้ความร้อน(เปลวไฟ)และเกิดเปลวไฟวาบ กวาดไปบนพื้นผิวหน้าน้ำมันวาบหนึ่งแล้วก็ดับไป

ส่วนจุดติดไฟ คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่ไอน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดการติดไฟและติดไฟอยู่ได้อย่างต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 5 วินาที

2.5.5 ค่าซีเทน

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลนั้นต้องการเวลาเพียงเล็กน้อยในการระเหยตัวและผสมกับอากาศก่อนเกิดการลุกไหม้ด้วยตัวเอง ช่วงเวลานี้เรียกว่า Ignition Delay ถ้า Ignition Delay นานก็จะทำให้มีการสะสมของน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้เมื่อเกิดการลุกไหม้ขึ้นจึงมีการเผาไหม้รุนแรงและไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องชะลอช่วงเวลา Ignition Delay ให้เหลือน้อยที่สุด ค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว คือ ตัวเลขที่บ่งชี้ถึง Ignition Delay ของน้ำมันที่ได้มาจากการทดสอบในเครื่องยนต์ทดสอบมาตรฐาน CFR โดยการตั้งมาตรฐานให้ไฮโดรคาร์บอน Normal Cetane ($C_{16}H_{34}$) ซึ่งลุกติดไฟได้ง่าย มีค่าเป็น 100 และ Heptamethylnonane มีค่าซีเทนเป็น 15 ซึ่งสามารถหาค่าซีเทนได้จากสมการ

$$\text{ค่าซีเทน} = \%\text{n-Cetane}+0.15(\%\text{Heptamethylnonane}) \qquad (2.2)$$

2.5.6 ความร้อนทางสูงและทางต่ำ

ค่าความร้อนคือปริมาณความร้อนที่เชื้อเพลิงให้ หลังจากการเผาไหม้ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักเนื่องจากเชื้อเพลิงมีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบเมื่อเกิดการเผาไหม้ไฮโดรเจนจะรวมกับออกซิเจนได้น้ำ ถ้าน้ำที่ออกมาเป็นของเหลวเชื้อเพลิงนั้นจะให้ค่าความร้อนทางสูงแต่ถ้าน้ำที่ออกมาเป็นไอเชื้อเพลิงจะให้ค่าความร้อนในทางต่ำทั้งนี้เพราะความร้อนจากการเผาไหม้ส่วนหนึ่งจะต้องเอาไปใช้ในการเผาน้ำเหลวให้กลายเป็นไอผลต่างของความร้อนทั้งสองชนิดนี้คือ ความร้อนแฝงของการระเหย ณ ที่อุณหภูมินั้น ค่าความร้อนต่ำหาได้จาก

$$Lhv = 21.98 \times Hhv \times H \qquad (2.3)$$

เมื่อ Lhv = ค่าความร้อนทางต่ำ,kJ/kg

Hhv = ค่าความร้อนทางสูง,kJ/kg

H = เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไฮโดรเจนในเชื้อเพลิง,%

2.6 ลักษณะและคุณสมบัติของน้ำมันดีเซล

2.6.1 การติดไฟ

คุณสมบัติการติดไฟบ่งบอกความสามารถในการติดเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำ และการป้องกันการน็อคในเครื่องยนต์ระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบ ลักษณะการเผาไหม้เช่นเผาไหม้เร็ว เผาไหม้มีประสิทธิภาพสูง เหล่านี้แสดงออกมาเป็นตัวเลขของดัชนีซีเทน หรือซีเทนนัมเบอร์ ค่าซีเทนควรให้สูงพอกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำให้ติดเครื่องยนต์ง่ายไม่น็อคและประหยัดการใช้น้ำมัน

2.6.2 ความสะอาด

ความสะอาดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันดีเซล น้ำมันดีเซลต้องมีความสะอาดทั้งก่อนและหลังการเผาไหม้ เช่นต้องมีตะกอน น้ำ กากหรือเขม่าน้อยที่สุดที่จะทำได้ เนื่องจากระบบน้ำมันดีเซลจะต้องใช้ปั๊มน้ำมันและหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้

2.6.3 การกระจายตัวเป็นฝอย

ความหนืดหรือความข้นใสเป็นตัวกำหนดลักษณะของการกระจายตัวของน้ำมันดีเซล ความหนืดที่พอเหมาะทำให้น้ำมันน้ำมันกระจายเป็นฝอยดี ความหนืดของน้ำมันดีเซลยังมีผลต่อระบบการปั๊มน้ำมัน เพราะในขณะที่ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ตัวน้ำมันก็จะทำหน้าที่หล่อลื่นลูกสูบปั๊มไปในตัวด้วย

2.6.4 อัตราการระเหยตัว

อัตราการระเหยตัวของน้ำมันดีเซลมีผลต่อจุดเดือด จุดวาบไฟ และจุดติดไฟ

2.6.5 สี

โดยปกติน้ำมันดีเซลมีสีชาอ่อน แต่บางครั้งสีอาจเปลี่ยนไปบ้างเนื่องจากในกระบวนการกลั่นน้ำมันอาจใช้น้ำมันดิบจากแหล่งต่างกันแต่คุณสมบัติในการเผาไหม้ยังคงเหมือนเดิม ทั้งนี้สีไม่ได้เป็นตัวสำคัญที่กำหนดคุณภาพน้ำมัน ผู้ประกอบการได้กำหนดมาตรฐานสีที่มีค่าไม่เกิน 3 ซึ่งเป็นสีคล้ายสีชา สีของน้ำมันดีเซลอาจเข้มขึ้นหากเก็บไว้นานๆ แต่ในกรณีที่สีเปลี่ยนแปลงไปมาก เช่นเป็นสีเขียวหรือสีดำคล้ำ ควรตั้งข้อสังเกตว่าอาจมีการปลอมปนของน้ำมันก๊าด น้ำมันเตา หรือน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว

2.6.6 ปริมาณกำมะถัน

ปริมาณกำมะถันในน้ำมันชนิดใดๆที่สูงเกินไปเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา การกัดกร่อนของกำมะถันในน้ำมันมีด้วยกัน 2 ลักษณะ ลักษณะแรกเกิดจากการกัดกร่อนภายหลังการเผาไหม้สารประกอบของกำมะถันเมื่อถูกเผาไหม้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ ซึ่งเมื่อรวมกับน้ำจะเป็นสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด และกัดกร่อนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ได้ ลักษณะที่สอง เกิดจากกำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรง คือน้ำมันจะกัดกร่อนชิ้นส่วนของระบบหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล กำมะถันในน้ำมันดีเซลจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันดิบและกระบวนการกลั่นที่ใช้ สารประกอบกำมะถันที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนจะอยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น เมอร์แคปแทน ไดซัลไฟด์หรือสารประกอบเฮเตอร์โรไซคลิก เช่น ไธโอเฟน (thiophen)

2.6.7. ความหนาแน่นและความข้นใส

ความข้นใสมีอิทธิพลต่อรูปร่างของละอองน้ำมันที่ฉีดออกจากหัวฉีด ถ้าน้ำมันมีความข้นใสสูง การฉีดเป็นฝอยละอองจะไม่ดีเพราะละอองน้ำมันมีขนาดใหญ่และพุ่งเป็นสายไปไกลแทนที่จะกระจายเป็นฝอยเล็กๆทำให้น้ำมันรวมตัวกับอากาศไม่ดีการเผาไหม้จึงไม่สมบูรณ์และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ลดลง แต่ถ้าน้ำมันดีเซลมีความข้นใสต่ำเกินไปจะทำให้การฉีดฝอยน้ำมันละเอียดแต่ไม่พุ่งไปไกลเท่าที่ควร การเผาไหม้ก็ไม่ดีและอาจทำให้มีการรั่วกลับในตัวปั๊มหัวฉีด ด้วยเหตุนี้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วโดยทั่วไปจะกำหนดค่าความข้นใสอยู่ระหว่าง 1.8-4.1 เซนติสโตก ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

2.7 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

2.7.1 การเผาไหม้ของละอองน้ำมันที่ฉีดเข้าไปในกระบอกสูบ

ละอองน้ำมันขนาดประมาณหลายสิบไมครอนที่ฉีดเข้าไป ถูกอากาศที่มีอุณหภูมิและความกดดันสูงในกระบอกสูบ จะระเหยที่ผิวหน้าของละอองแต่ละหยดและกลมกลืนเข้ากับอากาศโดยรอบ อัตราส่วนของการผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงรอบ ๆ จุดดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นจากด้านในออกมาสู่ด้านนอก ส่วนที่อยู่ด้านในสุดนั้นจะประกอบด้วยน้ำมันที่อุณหภูมิต่ำ ยังมีสภาพเป็นของเหลวอยู่และมีไอน้ำมันเป็นผิวบาง ๆ ล้อมรอบ ถัดจากนั้นออกมาก็เป็นชั้นของไอน้ำมันผสมกับอากาศเล็กน้อย ไกลออกมาอีกเป็นชั้นของไอน้ำมันผสมกับอากาศมากยิ่งขึ้น อุณหภูมิบริเวณด้านนอกก็จะสูงกว่าด้านใน และส่วนที่เป็นด้านนอกสุดนั้นจะเป็นอากาศล้วน ๆ จุดเหล่านี้จะขยายตัวอยู่ทุกขณะ ปฏิกิริยาของการเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดขึ้นที่ชั้นของส่วนผสมหลายแห่ง จนกระทั่งในช่วงเวลาอันสั้นจะก่อให้เกิดสภาพของการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงในเฉพาะบางบริเวณในชั้นของส่วนผสมนั้น จนทำให้เริ่มมีการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงได้ ทุก ๆ หยดของน้ำมันจะเป็นไปตามกรรมวิธีข้างต้น และการเริ่มติดไฟจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีสภาพเหมาะสมที่สุด ปรากฏการณ์ของการเริ่มติดไฟจะไม่จำกัดอยู่ที่จุดเดียว แต่อาจเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันที่หลายจุดและเมื่อมีการเริ่มติดไฟที่ไหนแล้ว อุณหภูมิก็ดี ความกดดันก็ดี จะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเกิดการเผาไหม้โดยทั่วถึงกันทั้งหมด เพื่อจะเร่งกรรมวิธีการเผาไหม้ของละอองน้ำมันให้เร็วขึ้น จะต้องทำให้อากาศในกระบอกสูบหมุนเวียนอย่างกว้างขวางเสียก่อน เพื่อจะให้ละอองน้ำมันผสมกลมกลืนกันกับอากาศกรรมวิธีดังกล่าวเรียกว่า “สเวิร์ล” อย่างไรก็ตามเมื่อความเร็วของอากาศในกระบอกสูบสูงขึ้น ความร้อนที่ถ่ายเทให้ผนังของกระบอกสูบและผิวส่วนบนของลูกสูบก็จะมากขึ้นตามส่วน มีผลให้เกิดการสูญเสียความร้อนมากขึ้นจนทำให้สตาร์ทเครื่องยนต์ในสภาพอากาศเย็นลำบากยิ่งขึ้น

2.7.2 พิกัดควัน

การเผาไหม้เป็นไปดั่งกล่าวไว้ข้างต้น แต่ละอองน้ำมันหยดใหญ่ ๆ หรือที่รวมกันอยู่ในบางแห่งอาจมีการสลายตัว และจับกันเป็นเขม่าคาร์บอนที่อุณหภูมิสูงในขณะที่มันยังไม่ได้ระเหยและผสมกับอากาศ เมื่อเพิ่มปริมาณฉีดน้ำมันมากขึ้นตามลำดับเพื่อให้ได้กำลังสูงขึ้น เขม่าดังกล่าวก็จะเกิดขึ้นในเครื่องยนต์ไม่ว่าประเภทใด ถ้าปริมาณเขม่าที่เกิดขึ้นมาก ควันไอเสียจะดำและทำให้อากาศสกปรก ฉะนั้น จึงจำแนกไอเสียไว้ตามสภาพที่เป็นสีเทาหรือสีดำของมัน และกำหนดพิกัดที่ยอมรับได้ว่า “พิกัดควัน” และเป็นกฎเกณฑ์อันหนึ่งที่จำกัดกำลังของเครื่องยนต์ดีเซล

2.7.3 อัตราส่วนผสม

อากาศกับน้ำมันรวมกันเรียกว่า “ส่วนผสม” และอัตราส่วนน้ำหนักของอากาศ W_a ในส่วนผสมต่อน้ำหนักของเชื้อเพลิง W_f , W_a/ W_f เรียกว่า “อัตราส่วนผสม” ตามข้อสมมติของการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ของเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอนจะต้องแปลงตัวประกอบ C เป็น CO_2 โดยสิ้นเชิง และตัวประกอบ H เป็น H_2O โดยสิ้นเชิงเช่นเดียวกัน อัตราส่วนของน้ำหนักของอากาศอย่างน้อยที่สุดต่อน้ำหนักของเชื้อเพลิงเรียกจำกัดลงไปว่า “อัตราส่วนผสมสโตคิโอเมตริก” หรือ “อัตราส่วนผสมที่ถูกต้องตามหลักเคมี” อัตราส่วนระหว่างส่วนผสมที่ใช้กับอัตราส่วนผสมตามทฤษฎีเรียกกันว่า “แฟคเตอร์ของอากาศเกิน” หรือ “อัตราส่วนของอากาศเกิน” อัตราส่วนนี้ มักใช้แทนด้วยเครื่องหมาย λ แต่ส่วนกลับของมันคือ $\phi = 1/\lambda$ ก็ใช้เหมือนกันและเรียกว่า “อัตราส่วนเท่าเทียม” ในบางกรณี สมมติว่าอัตราส่วนผสมตามทฤษฎีเป็น R_{st} ดังนั้น

$$\lambda = \frac{\mathrm{Wa}}{\mathrm{Wf} \bullet Rst} \tag{2.4}$$

เมื่อ

λ = อัตราส่วนของอากาศเกิน

W_a = น้ำหนักของอากาศ,kg

W_f = น้ำหนักของเชื้อเพลิง,kg

R_{st} = อัตราส่วนผสมตามทฤษฎี

สำหรับอากาศบริสุทธิ์ $\lambda = \infty$ โดยการปรับแต่งปริมาณของ λ ของกระบอกสูบ ก็อาจคุมกำลังของเครื่องยนต์ดีเซลได้ และขอบเขตทางด้านต่ำของ λ ในกรณีนี้ขึ้นอยู่กับพิกัดควัน ขึ้นอยู่กับประเภทห้องเผาไหม้ และสภาพการผสมส่วนอากาศ-เชื้อเพลิง ค่าทางด้านต่ำของแต่ละเครื่องจะต่างกัน และแม้แต่สภาพที่ดีที่สุดก็จะไม่ต่ำไปกว่า λ =1.1 ซึ่งหมายความว่า แม้จะมีอากาศเกินก็จะยังมีควันได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผสมตามแบบ “สเวิร์ล” ไม่อาจทำให้เกิดการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ได้ ในทำนองตรงกันข้าม สำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน λ อาจทำให้น้อยกว่า 1 ได้ ฉะนั้นถึงแม้จะได้ประสิทธิภาพทางด้านความร้อนต่ำลง แต่อาจทำให้ความกดดันที่ได้ผลมีค่าสูงขึ้น และนอกจากนั้นความกดดันสูงสุดจะต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซล เพราะอัตราส่วนการอัดน้อยกว่า จากเหตุผลดังกล่าว จึงอาจใช้ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่รับกำลังน้อยว่า ทำให้สร้างเครื่องยนต์แก๊สโซลีนเบากว่าเครื่องยนต์ดีเซลที่แรงม้าเท่ากัน

2.7.4 ระยะหน่วงก่อนติดไฟของเชื้อเพลิง

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล เริ่มต้นจากการติดไฟทันทีทันใดที่จุดใดจุดหนึ่งของส่วนผสมที่ไม่คงที่ และมี $\lambda > 1$ อย่าไรก็ตามระยะเวลาจากขณะที่ตั้งต้นฉีดน้ำมันเข้าไปจนกระทั่งเกิดการเผาไหม้ทันทีทันใดขึ้นนั้นกินเวลาประมาณ1/1,000 วินาทีระยะเวลานี้เรียกว่า “ระยะหน่วงก่อนติดไฟ” ระยะหน่วงก่อนติดไฟเป็นระยะเวลาที่ต้องการเพื่อให้เกิดปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ เช่น การถ่ายเทความร้อน การระเหยและการกระจายตัวและเพื่อเกิดปรากฏการณ์ทางเคมี เช่น ปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนั้น ยังขึ้นกับความกดดัน อุณหภูมิ สเวิร์ล และโครงสร้างทางโมเลกุลของเชื้อเพลิง ยิ่งความกดดันสูง อุณหภูมิสูง ยิ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาอุณหภูมิสูงเร็วขึ้น

2.8 ความหมายของน้ำมันไบโอดีเซล

ในประเทศไทยโดยทั่วไปไบโอดีเซล หมายถึง น้ำมันที่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้ โดยการนำน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์หรือแม้แต่น้ำมันที่ใช้แล้วมาปรับปรุงคุณภาพแล้วใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งอาจแบ่งไบโอดีเซลตามประเภทของน้ำมันที่นำมาใช้ได้ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.8.1 น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์

ไบโอดีเซลประเภทนี้ก็คือน้ำมันพืชแท้ๆ (เช่น น้ำมันมะพร้าว,น้ำมันปาล์ม,น้ำมันถั่วลิสง, น้ำมันถั่วเหลือง) หรือน้ำมันจากไขมันสัตว์ (เช่น น้ำมันหมู) ซึ่งสามารถเอามาใช้ได้เลยกับเครื่องยนต์ดีเซลโดยไม่ต้องผสม หรือเติมสารเคมีอื่นใด หรือไม่ต้องนำมาเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำมันอีกเลย

2.8.2 ไบโอดีเซลลูกผสม

ไบโอดีเซลชนิดนี้เป็นลูกผสมระหว่างน้ำมันพืช (หรือสัตว์) กับน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล เพื่อให้ไบโอดีเซลที่ได้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลให้มากที่สุด อย่างเช่น โคโคดีเซล (coco-diesel) ที่ อ.ทับสะแก ประจวบขีรีขันธ์ ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันก๊าด หรือปาล์มดีเซล (palm-diesel) เป็นการผสมระหว่างน้ำมันปาล์มกับน้ำมันดีเซล

2.8.3 ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์

เป็นความหมายของไบโอดีเซลที่แท้จริงที่ใช้ในต่างประเทศโดยทั่วไป ดังนั้นคำว่า “ไบโอดีเซล” ในความหมายของสากลจะหมายถึง ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ สำหรับไบโอดีเซลประเภทนี้ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่น (Trans-esterification) นั่นคือ การนำเอาน้ำมันพืชหรือสัตว์ที่มีกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้ได้เอสเทอร์ โดยจะเรียกชนิดของไบโอดีเซลตามชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

2.9 การนำน้ำมันไบโอดีเซลมาใช้กับเครื่องยนต์

2.9.1 น้ำมันไบโอดีเซล(Biodiesel)

เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยการนำน้ำมันพืชมาทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์และด่าง จได้น้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งอยู่ในรูปของ เมทธิลเอสเทอร์ และ กลีเซอร์รีน น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากสามารถนำไปเติมในเครื่องยนต์ดีเซลได้ทุกชนิด ทั้งเติมโดยตรงและผสมลงในน้ำมันดีเซล 20%

2.9.2 น้ำมันก๊าดผสมน้ำมันพืช (Veggie/Kero Mix)

เป็นวิธีผสมน้ำมันพืชด้วยน้ำมันก๊าด ซึ่งน้ำมันที่ได้จากวิธีการดังกล่าวเหมาะกับกรณีจำเป็นต้องการใช้น้ำมันอย่างเร่งด่วน และใช้กับเครื่องยนต์ที่ใช้งานหนักตลอดจนใช้งานในอุณหภูมิอากาศเขตร้อน อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันก๊าดและน้ำมันพืช ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของพื้นที่ใช้งาน อัตราส่วนผสมโดยมากจะอยู่ตั้งแต่ 10%น้ำมันก๊าด 90%oน้ำมันพืช จนถึง 40%น้ำมันก๊าด 60%น้ำมันพืช อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมอยู่ที่ 20%น้ำมันก๊าด 80%น้ำมันพืช อย่างไรก็ตามหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันพืชผสมน้ำมันก๊าด ให้ติดตั้งถังน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้ในการสตาร์ทเครื่องยนต์และตอนก่อนเลิกใช้งานเครื่องยนต์

ใช้น้ำมันพืชโดยตรง (Straight Vegetable Oil)

เป็นวิธีการนำน้ำมันพืชบริสุทธิ์หรือน้ำมันพืชที่ใช้งานแล้วมาเดินเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจำเป็นต้องมีถังน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้ในการสตาร์ทเครื่องยนต์และใช้ก่อนหยุดเครื่องยนต์ ประเด็นสำคัญของการใช้น้ำมันพืชโดยตรงคือต้องมีการอุ่นน้ำมันในทุกจุดที่มีน้ำมันผ่านได้แก่ ถังน้ำมัน ท่อทางเดินน้ำมัน ชุดกรองน้ำมัน อุณหภูมิของน้ำมันที่อุ่นอย่างน้อย 70°C

2.10 ประโยชน์ของการใช้น้ำมันไบโอดีเซล

น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากการแปรสภาพจากกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น พบว่าน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้มีประโยชน์ดังนี้

2.10.1 เป็นเชื้อเพลิงสะอาดและปลอดภัยโดยพบว่าก๊าซไอเสียจากน้ำมันไบโอดีเซลมีอันตรายน้อยกว่าน้ำมันดีเซลโดยผ่านการทดสอบจาก US-EPA Tier I Health Effect Testing ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ได้รับการยอมรับในเรื่องการดูแลผลกระทบต่อสุขภาพทางสิ่งแวดล้อมของมนุษย์

2.10.2 สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบสูงหรือรอบต่ำได้เลยโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์

2.10.3 ปลอดภัยในการจัดเก็บและขนส่งเพราะน้ำมันไบโอดีเซลมีจดวาปไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซลและลุกติดไฟได้ยากกว่าในสภาพบรรยากาศ

2.10.4 การเผาไหม้ของน้ำมันไบโอดีเซลสมบูรณ์กว่าการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลจึงช่วยลดปริมาณ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอนที่ไม่เผาไหม้และฝุ่น

2.10.5 เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบภายในประเทศและเป็นพลังงานทดแทนที่สามารถนำมาใช้งานโดยนำมาผสม (Blends) กับน้ำมันดีเซลหรือใช้โดยตรงโดยไม่ผสมกับน้ำมันดีเซล

2.11 การคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องยนต์

2.11.1 แรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์

แรงบิดในเครื่องยนต์เกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงและอากาศในห้องสันดาปทำให้ก๊าซในลูกสูบมีอุณหภูมิสูงและความดันสูงไปดันให้ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่ทำให้เกิดงานขึ้นสำหรับแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์มีความสำพันธ์ดังสมการ

$$P = T \times \omega = (2\pi TN)/60 \qquad (2.5)$$

เมื่อ

P = กำลังที่เครื่องยนต์ผลิตได้ที่เพลา,W

T = แรงบิด,N-m

ω = ความเร็วเชิงมุมของเครื่องยนต์,เรดียน/วินาที

N = ความเร็วรอบของเครื่องยนต์,รอบต่อนาที

2.11.2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ

เป็นอัตราส่วนระหว่างอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อกำลังเบรกของเครื่องยนต์ที่ได้ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Specific fuel consumption} = \frac{\text{Specific gravity} \times \text{Fuel consumption} \times 3600}{\text{Engine Power}} \qquad (2.6)$$

เมื่อ

Specific fuel consumption = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ, kg/kW hr

Specific gravity = ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเชื้อเพลิง, gm/cc

Fuel consumption = ค่าสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง, cc/sec

Engine Power = กำลังที่เครื่องยนต์ผลิตได้ที่เพลา,kW

2.12 เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามรอบการทำงานของเครื่องยนต์ คือ เครื่องยนต์ดีเซลรอบสูง รอบปานกลาง และรอบช้า โดยทั่วไปขนาดของเครื่องยนต์จะเป็นสัดส่วนผกผันกับรอบของเครื่อง กล่าวคือ เครื่องยนต์ดีเซลหมุนช้าจะมีขนาดใหญ่ และเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วจะมีขนาดเล็ก เป็นต้น

เครื่องยนต์ดีเซลหมุนช้า รอบเครื่องต่ำกว่า 350 รอบ/นาที

เครื่องยนต์ดีเซลหมุนปานกลาง รอบเครื่องประมาณ 350-1,000 รอบ/นาที

เครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว รอบเครื่องสูงกว่า 1,000 รอบ/นาที

2.12.1 เครื่องยนต์ดีเซลหมุนช้า

เครื่องยนต์ดีเซลชนิดนี้นิยมใช้ในการขนส่งทางทะเล เช่น เรือเดินสมุทรขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะแบบแบ่งการหล่อลื่นลูกสูบ และแบริ่งข้อเหวี่ยงออกจากกัน เนื่องจากเครื่องยนต์ประเภทนี้ใช้น้ำมันเตาซึ่งมีปริมาณกำมะถันสูงเป็นเชื้อเพลิงในระหว่างเครื่องยต์ทำงานจะเกิดกรดกำมะถันซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงขึ้นสูงมากมายในห้องเผาไหม้บริเวณผนังลูกสูบและแหวนลูกสูบจะมีค่าความเป็นด่างสูงกว่าน้ำมันหล่อลื่นแบริ่งข้อเหวี่ยงมาก ซึ่งน้ำมันในส่วนของลูกสูบจะถูกเผาไหม้ไปพร้อมกับเชื้อเพลิง ส่วนน้ำมันหล่อลื่นแบริ่งข้อเหวี่ยงจะเป็นระบบหมุนเวียน

2.12.2 เครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง

เครื่องยนต์รอบปานกลางจะพบได้ในการขนส่งทางรถไฟ เช่น เป็นตัวจักรต้นกำลังของรถไฟ เป็นต้น เครื่องยนต์ประเภทนี้ใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันไม่สูงมากนัก จึงมีระบบหล่อลื่นเป็นแบบหมุนเวียน ระบบน้ำมันหล่อลื่นลูกสูบและแบริ่งข้อเหวี่ยงใช้ร่วมกัน สำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงมีกำมะถันค่อนข้างสูงควรใช้น้ำมันเครื่องที่มีค่าความเป็นด่าง (TBN) ค่อนข้างสูงหรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำไว้

2.12.3 เครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว

เครื่องยนต์ชนิดนี้นิยมใช้ในการขนส่งทางรถยนต์ทั่วไป เช่น รถกะบะหรือรถบรรทุก ระบบหล่อลื่นจะเป็นระบบหมุนเวียน น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้จะมีค่าความเป็นด่างไม่สูงมากนัก เนื่องจากเครื่องยนต์ชนิดนี้ใช้น้ำมันโซล่า (Diesoline) ที่มีกำมะถันต่ำกว่าเชื้อเพลิงดีเซลประเภทอื่น แต่อย่างไรก็ตาม ควรเลือกใช้น้ำมันเครื่องที่มีมาตรฐานตามที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์ได้แนะนำไว้

2.13 หน้าที่ชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องยนต์ดีเซล

2.13.1 กระบอกสูบ (cylinder)

หน้าที่ กระบอกสูบเป็นช่องทางสำหรับให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ทำจากเหล็กหล่อคุณภาพสูงที่มีคุณสมบัติในการขจัดความเสียดทาน และการสั่นสะเทือนได้ดี ทำด้วยโลหะผสมอะลูมิเนียม แมกนีเซียม หรือ นิเกิลก็ได้ ทำให้น้ำหนักเบาและระบายความร้อนได้ดี ผนังด้านในส่วนใหญ่ชุบด้วยโครเมียม สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลนี้ กระบอกสูบจะเป็นแบบปลอกสูบ (liner) ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ ปลอกสูบที่ใช้กันทั่วไปปัจจุบัน มี 2 แบบ ได้แก่ ปลอกสูบแบบแห้ง(dry liner) ปลอกสูบแบบนี้ไม่สัมผัสกับน้ำหล่อเย็นโดยตรง การถ่ายเทความร้อนจึงต้องถ่ายเทผ่านเสื้อสูบไปยังน้ำหล่อเย็นแต่ถอดเปลี่ยนยาก ปลอกสูบแบบเปียก (wet liner) เป็นปลอกสูบที่สัมผัสกับน้ำหล่อเย็นโดยตรง ปลอกสูบแบบนี้ทางตอนล่างจะถูกเซาะเอาร่องไว้ 2-3 ร่องเพื่อใส่แหวนยาง จึงสามารถป้องกันน้ำรั่วได้ ภายในกระบอกสูบมีตำแหน่งที่สำคัญอยู่ 2 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งศูนย์ตายบน (top dead center) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่สูงสุด กับตำแหน่งศูนย์ตายล่าง (bottom dead center) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงต่ำสุด

2.13.2 เสื้อสูบ (cylinder jacket)

หน้าที่ เสื้อสูบเป็นส่วนที่หุ้มกระบอกสูบ หรือปลอกสูบ ภายในเสื้อสูบจะประกอบด้วยกระบอกสูบหรือ ปลอกสูบ ร่องลิ้นและช่องทางของน้ำมันหล่อเย็น เสื้อสูบของเครื่องยนต์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะทำเป็นครีบ เพื่อให้กระจายความร้อนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับเสื้อสูบของเครื่องยนต์ดีเซลจะทำด้วยเหล็กหล่อ

2.13.3 ฝาสูบ (cylinder head)

หน้าที่ ฝาสูบเป็นส่วนที่ปิดด้านบนของกระบอกสูบ โดยมีปะเก็นรองรับระหว่างฝาสูบกับเสื้อสูบหรือเรือนสูบ และยึดติดเข้าด้วยกันอย่างแข็งแรง ด้วยสลักเกลียว การมีปะเก็นขั้นระหว่างฝาสูบกับเสื้อสูบเพื่อป้องกันการรั่วไหลของแก๊สภายในห้องเผาไหม้ ฝาสูบจะเป็นส่วนหนึ่งของห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์บางแบบของฝาสูบจะมีช่องทางของน้ำหล่อเย็น ช่องไอดี-ไอเสีย ช่องสำหรับติดตั้งหัวเทียน หัวฉีด นอกจากนั้นยังเป็นที่ติดตั้งลิ้นและกลไกประกอบลิ้น สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลนี้ จะทำจากเหล็กหล่อ ฝาสูบของเครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศจะทำเป็นครีบ เพื่อเพิ่มเนื้อที่ในการกระจายความร้อนให้ออกไปจากฝาสูบ

2.13.4 ห้องแคร้ง (crankcase)

หน้าที่ ในเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ห้องแคร้งจะเป็นที่รองรับและเก็บน้ำมันเครื่อง นอกจากนั้นยังเป็นที่ติดตั้งส่วนประกอบอื่นๆของเครื่องยนต์ เช่น แบริ่งเพลาข้อเหวี่ยง และเพลาข้อเหวี่ยง ก้านสูบ เฟืองเพลาราวลิ้น และเพลาราวลิ้น ปั๊มน้ำมันเครื่องและส่วนประกอบต่างๆที่ใช้ในระบบหล่อลื่น กระบอกสูบและลูกสูบส่วนล่างก็อยู่ภายในห้องแคร้ง ตอนบนมักจะหล่อเป็นชิ้นเดียวกันกับเสื้อสูบ ตอนล่างจะทำเป็นอ่างน้ำมัน (oil pan) ห้องแคร้งเครื่องยนต์ดีเซลจะทำจากเหล็กหล่อ

2.13.5 ลูกสูบ (piston)

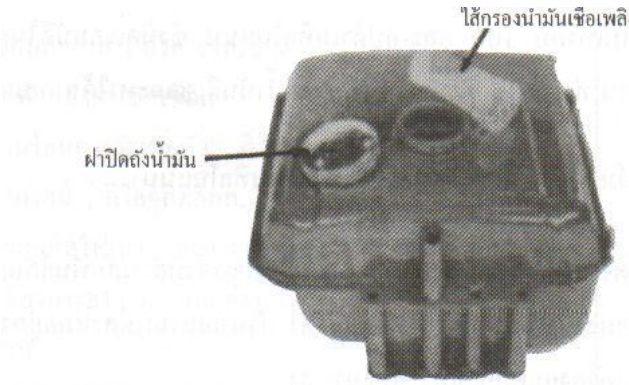
หน้าที่ เป็นต้นกำลังอันหนึ่งของเครื่องยนต์ ทำงานเลื่อนขึ้นเลื่อนลงของกระบอกสูบไปตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ลูกสูบจะเป็นตัวถ่ายทอดกำลังงานที่เกิดขึ้นจากการระเบิดภายในห้องเผาไหม้ ส่งผ่านก้านสูบไปยังเพลาข้องเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ลูกสูบออกแบบสร้างอย่างแข็งแรง สามารถเคลื่อนไหวได้คล่องตัว (free movable) ภายในกระบอกสูบและสามารถป้องกันแก๊สรั่วได้ มีคุณสมบัติในการทนความร้อนได้สูง เนื่องจากได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ และเสียดสีกับผนังกระบอกสูบตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ทำงานอยู่ โดยทั่วไปบริษัทผู้ผลิตจะจัดให้มีช่องว่างระหว่างลูกสูบกับผนังกระบอกสูบ ระหว่าง 0.003-0.004 นิ้ว ส่วนใหญ่ลูกสูบจะทำจากโลหะผสมระหว่าง อะลูมิเนียม กับซิลิคอน หรือระหว่างอะลูมิเนียม ทองแดง และนิเกิลก็ได้ ลูกสูบสำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะจะใช้แหวนลูกสูบ 3 ตัวหรือมากกว่าโดยจะเป็นแหวนอัด 2 ตัวหรือมากกว่า และแหวนน้ำมัน 1 ตัว ที่ร่องแหวนจะไม่มีสลักสำหรับลือกปากแหวนเหมือนกับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

2.13.6 ก้านสูบ (connecting rod)

หน้าที่ เป็นก้านต่อระหว่างลูกสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง ทำหน้าที่ที่รับถ่ายทอดกำลังดันที่ลูกสูบได้รับให้กับเพลาข้อเหวี่ยง ปลายบน (small end) จะยึดติดกับลูกสูบด้วยสลักลูกสูบ ส่วนปลายล่าง (big end) ส่วนใหญ่จะทำเป็นแบริ่งหน้าเรียบ (plain bearing) แบบฝาประกับสวมเข้ากับข้อเหวี่ยงของเพลาข้อเหวี่ยงก้านสูบที่ใช้กับเครื่องยนต์ขนาดเล็กส่วนใหญ่จะหล่อจากโลหะผสมอะลูมิเนียมแบริ่งจะหล่อติดกับปลายล่างของก้านสูบเลย

2.14 ส่วนประกอบที่สำคัญในระบบน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก

2.14.1 ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (fuel tank)



รูปที่ 2.1 ถังน้ำมันเชื้อเพลิง

ถังน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์ขนาดเล็กดีเซล ดังรูป 2.1 ตำแหน่งที่ตั้งของตัวถังปกติจะอยู่เหนือระดับตัวเครื่อง จะมีท่อน้ำมันไหลกลับ (return pipe) ซึ่งเป็นจุดที่แตกต่างไปจากถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์แก๊สโซลีน เพื่อเปิดโอกาสให้น้ำมันส่วนที่เกินความต้องการไหลคืนเข้าสู่ถังเก็บ

2.14.2 ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง (fuel lines)

ท่อโดยทั่วไปทำจากเหล็ก ใช้เป็นช่องทางให้น้ำมันเชื้อเพลิงไหลไปยังอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เล็กดีเซลจำแนกได้ 3 แบบ คือ

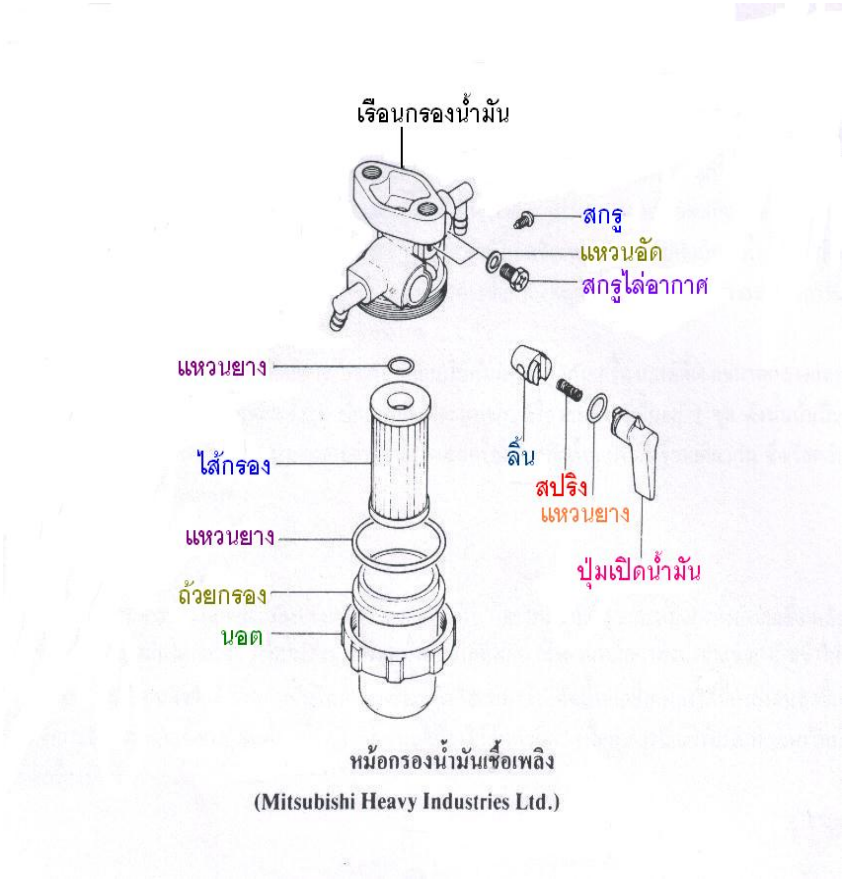
1.แบบบาง (light weight)

2.แบบปานกลาง (medium weight)

3.แบบหนา (heavy weight)

ในท่อน้ำมันเชื้อเพลิงแบบหนา จะถูกนำไปใช้ระหว่างปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงกับหัวฉีด ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงมีแรงดันสูงมาก ส่วนแบบปานกลางจะถูกใส่ในที่ซึ่งน้ำมันมีแรงดันต่ำหรือมีแรงดันปานกลาง โดยมากจะใช้ระหว่างปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกับปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมีแรงดันเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีแรงดันเลย เช่นท่อน้ำมันไหลกลับหัวฉีดสู่ถังหรือ จากถังสู่ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กบางแบบส่วนนี้อาจใช้ท่อสายยางชนิดทนน้ำมันอย่างหนาแทนก็มี

2.14.3 หม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (fuel filter)



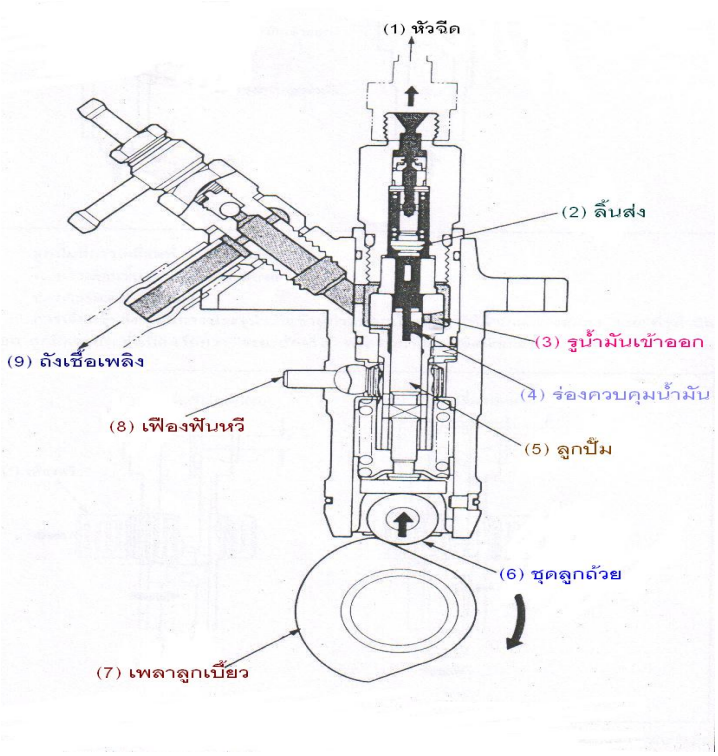
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของหม้อกรองน้ำมันเชื้อเพลิง

การกรองน้ำมันเชื้อเพลิงในระหว่างการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นสิ่งสำคัญมาก เนื่องจากชิ้นส่วนที่ใช้ในปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงและหัวฉีด ต้องการความละเอียดมาก ดังนั้นการสึกหรอที่เกิดขึ้นจากเศษผงหรือสิ่งสกปรกที่ปะปนเข้ามากับน้ำมันแม้เพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงได้ อันเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ลดลงด้วย ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงโดยทั่วไปมี 2 ขั้นตอน คือ

1. กรองผ่านตะแกรงที่ทางน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากถังเก็บ ตะแกรงกรองดังกล่าวจะใช้ดักเศษผง

2. กรองผ่านหม้อกรองน้ำมัน (fuel filter) ดังรูป 2.2 เพื่อใช้เศษผงที่มีขนาดเล็กสำหรับไส้กรองของหม้อกรองส่วนใหญ่จะทำจากกระดาษกรองชนิดพิเศษ ซึ่งไม่เพียงแต่จะดักเศษผงที่มีขนาดเล็กเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้ดักน้ำที่อาจปะปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงได้ด้วย

2.14.4 ปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง (injection pump)

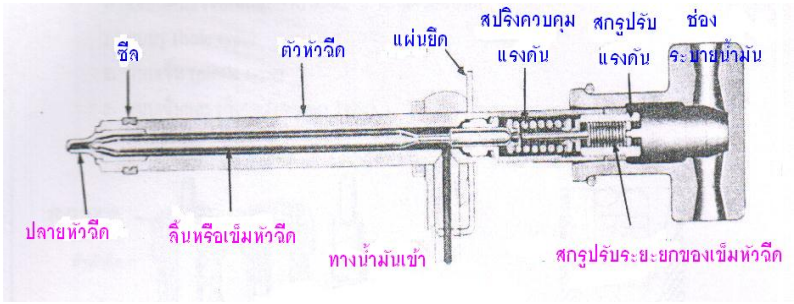


รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง จะทำหน้าที่อัดน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีกำลังดันสูงเพื่อส่งให้กับหัวฉีด โดยที่น้ำมันเชื้อเพลิงดังกล่าวจะมีแรงดันตั้งแต่ 3200 ถึง 5000 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว ปั๊มที่นิยมใช้ปัจจุบันเป็นชนิดอัดกระแทก (jerk pump)ดังรูป 2.3 ซึ่งใช้หลักการทำงานของลูกปั๊ม (plunger) และลูกเบี้ยว (cam) โดยที่ลูกเบี้ยวหมุนลูกปั๊มก็จะเคลื่อนที่ขึ้น-ลงทำให้เกิดการอัดน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีแรงดันสูงส่งไปให้หัวฉีดซึ่งสามารถควบคุมทั้งปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง และช่วงเวลาการฉีดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปั๊มชนิดนี้เป็นชนิดแบบประจำสูบ แต่ละสูบของเครื่องยนต์จะมีปั๊มอยู่ 1 ชุด

2.14.5 หัวฉีด (nozzle)

หน้าที่ หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นลิ้นหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกระจาย (Atomizing or cracking) น้ำมันเชื้อเพลิงให้แตกออกเป็นฝอยละอองเล็กๆและฉีดผ่านเข้าไปเผาไหม้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

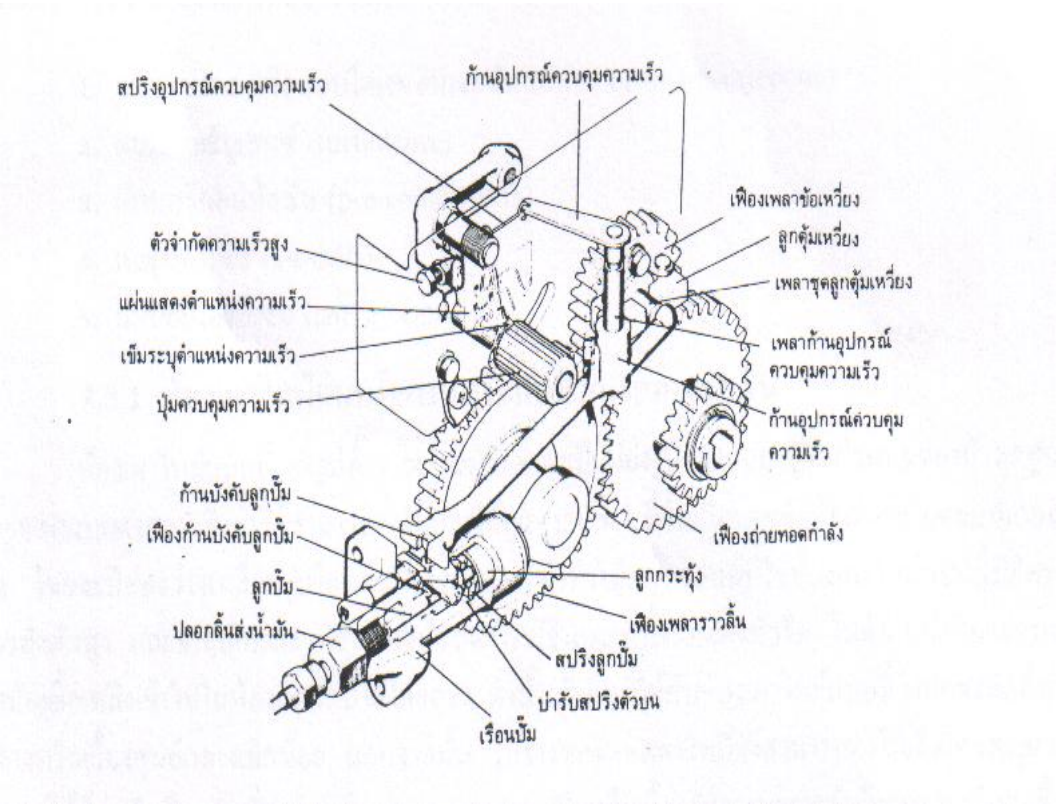
2.14.5.1 การเป็นฝอยละออง (Atomization)

การเป็นฝอยละอองที่เล็กกว่าของน้ำมันเชื้อเพลิง จะทำให้การระเหยกลายเป็นไอและถูกเผาไหม้ได้เร็วกว่า การเป็นฝอยละอองมีข้อจำกัดว่า ถ้ามันมีขนาดเล็กมากเกินไปจะทำให้มันไม่มีกำลังพอที่จะฝ่าเข้าไปในแรงดันสูงของอากาศภายในห้องเผาไหม้ได้ ขนาดของละอองน้ำมันถูกกำหนดโดยปัจจัยต่างๆเช่น แรงดันการฉีดน้ำมัน เส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีดรูปร่าง อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้และลักษณะการหมุนวนของละอองน้ำมันเชื้อเพลิง

2.14.5.2 การกระจายของละอองน้ำมัน (Spray Distribution)

ในเครื่องยนต์ดีเซลมักจะใช้อากาศแต่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกับหัวฉีดเท่านั้น เป็นผลทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เกิดขึ้นบริเวณนี้ ในขณะที่อากาศยังคงอยู่ภายในห้องเผาไหม้ถูกขับเป็นไอเสียออกไปโดยเปล่าประโยชน์เกือบทั้งหมด ดังนั้นการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจึงจำเป็นต้องทำให้ละอองน้ำมันกระจายไปภายในห้องเผาไหม้ได้อย่างทั่วถึงปริมาณการฉีด (Injection Amount) ปริมาณการฉีดคือปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกจากหัวฉีด ปริมาณการฉีดที่ไม่เหมาะสมจะเป็นเหตุให้การจุดระเบิดล่าช้าและขัดขวางความราบรื่นในการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง

2.14.6 กาวานา (Governor)

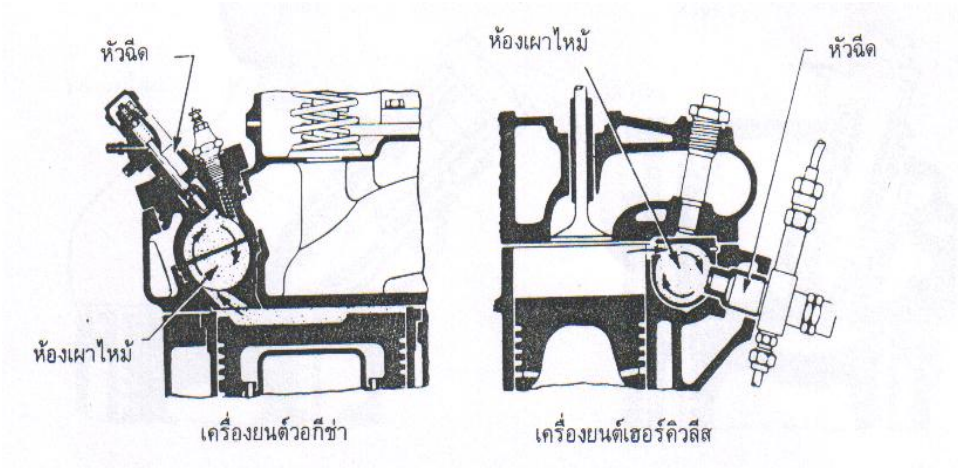


รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของ Governor

กาวานาเป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ ใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์เป็นตัวควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ ตั้งแต่รอบเดินเบาและรอบสูงสุด

2.14.7 ห้องเผาไหม้

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้จะต้องเป็นฝอยละเอียด ความเร็วของกระแสอากาศกับอณูของน้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องสูงเพื่อให้เกิดการคลุกเคล้ากันได้อย่างทั่วถึง นอกจากนั้นอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้จะต้องสูงพอที่จะทำให้เกิดการจุดระเบิดได้อย่างฉับพลันเมื่อถึงจังหวะอันเหมาะสม ในที่นี้จะยกตัวอย่างห้องเผาไหม้แบบเทอร์บูเลนส์ (turbulence) ดังรูป 2.6



รูปที่ 2.6 ลักษณะห้องเผาไหม้

มีลักษณะเป็นรูปทรงกลม (spherical shape) แยกออกต่างหากจากกระบอกสูบ โดยมีช่องทางเล็กๆต่อถึงกัน ทำให้อากาศหมุนวนและมีความเร็วสูงขึ้นจึงทำให้เกิดการคลุกเคล้ากันระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศอัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดนทั่วไปสามารถบรรจุอากาศที่ถูกอัดตัวอยู่ภายในได้เกินกว่า 50 %ของปริมาตรรวมของห้องเผาไหม้ทั้งหมด หัวฉีดที่ใช้มักจะเป็นแบบเข็มที่มีแรงดันสูงประมาณ 1,100 ถึง 1,800 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ห้องแบบนี้สามารถถ่ายเทความร้อนได้อย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้หัวเผาเพื่อช่วยสตาร์ทเครื่องครั้งแรก เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุดมสวัสดิ์ เอกภูม และคณะ ได้เลือกเครื่องยนต์ Isuzu รุ่น 6BD1 ขนาด 145 แรงม้า ซึ่งใช้กับรถโดยสารขนาดใหญ่ของกองทัพเรือเป็นเครื่องยนต์ต้นแบบ โดยนำมาดัดแปลง ติดตั้ง ทดสอบสมรรถนะ และตรวจสอบมลภาวะที่เกิดจากไอเสียของเครื่องยนต์ โดยเฉพาะควันดำบนแท่นทดสอบ จนได้ผล ดังนี้

แรงบิดสูงสุด (Maximum Torque) เมื่อใช้น้ำมันดีเซล ได้แรงบิดสูงสุด 335 NM ที่ 2,000 รอบต่อนาที (Round per minute: RPM) แม้จะเร่งเครื่องยนต์ไปที่ 2,200 RPM แรงบิดไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อใช้น้ำมันดีเซลชีวภาพหรือที่เรียกกันติดปากว่าไบโอดีเซล (Bio Diesel) ได้แรงบิดสูงสุด 320 NM ที่ 2,200 RPM ลดลงเหลือ 306 NM เมื่อเร่งเครื่องยนต์ไปที่ 2,400 RPM และ 295 NM เมื่อเร่งเครื่องยนต์ไปที่ 2,600 RPM เมื่อใช้ดีเซลชีวภาพร่วมกับก๊าซธรรมชาติ ได้แรงบิดสูงสุด 405 NM ที่ 2,600 RPM แรงบิดเพิ่มขึ้นจากการใช้น้ำมันดีเซลธรรมดาถึง 70 NM

กำลังสูงสุด (Maximum Power) เมื่อใช้น้ำมันดีเซล ได้กำลังสูงสุด 103 แรงม้า (Break Horse Power: BHP) ที่ 2,200 RPM แม้จะเร่งเครื่องยนต์ไปที่ 2,400 RPM กำลังไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ดีเซลชีวภาพ ได้กำลังสูงสุด 108 BHP ที่ 2,600 RPM เมื่อใช้ดีเซลชีวภาพร่วมกับก๊าซธรรมชาติ ได้กำลังสูงสุดถึง 148 BHP ที่ 2,600 RPM กำลังเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ดีเซลปกติถึง 45 BHP

ควันดำ ณ จุดสูงสุด (Black Smoke at Maximum Curve) ที่ 2,000 RPM น้ำมันดีเซล ร้อยละ 38 ชีวภาพ ร้อยละ 22 และก๊าซธรรมชาติ ร้อยละ 23 การลดควันดำ (Black Smoke Reduction) ที่ 2,000 รอบ น้ำมันดีเซลไม่เปลี่ยนแปลง ดีเซลชีวภาพลดได้ร้อยละ 58 ในขณะที่ดีเซลชีวภาพร่วมกับก๊าซธรรมชาติลดได้สูงสุดถึงร้อยละ 61(อุดมสวัสดิ์ เอกภูม และคณะ,2545)

ไพศาล เหลืองตระกูล และคณะ ได้ทดสอบการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มที่ผ่านกระบวนการใช้แล้วกับเครื่องยนต์ดีเซลผลจากการวิจัยพบว่า ค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของการใช้น้ำมันปาล์มมีมากกว่า การใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 19.37% และปริมาณการกลายเป็นกรดของน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันปาล์มจะมีมากกว่าในเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ส่วนปริมาณการกลายเป็นด่างของน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันปาล์มจะมีน้อยกว่า ส่วนอัตราการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันปาล์มจะมีมากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลโดยเฉพาะตะกั่วและโครเมียม(ไพศาล เหลืองตระกูล และคณะ,2548)

Vern Hofman และคณะ ได้ทำการทดสอบน้ำมันไบโอดีเซล B100 B20และ B5(B100 คือไบโอดีเซล100%, B20คือมีไบโอดีเซล20%ในน้ำมันเชื้อเพลิง, B5คือมีไบโอดีเซล5%ในน้ำมันเชื้อเพลิง) มาใช้กับเครื่องยนต์การเกษตรได้ผลว่าน้ำมันไบโอดีเซล B100 B20และ B5 มีค่าซีเทนและค่าความหนืดมากกว่าน้ำมันดีเซลปกติโดยเฉพาะความหนืดของไบโอดีเซลจะมากกว่าดีเซล

อย่างเห็นได้ชัด ค่าความร้อนจากการจุดระเบิดต่ำกว่าดีเซล 7-0.35% ส่วนในเรื่องไอเสียไบโอดีเซล B100มีสารพิษเจือปนน้อยที่สุดซึ่งสารพิษในไอเสียจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของน้ำมันจากพืช/สัตว์ที่ลดลง (Vern Hofman et.al,2006)

อนุตร จำลองกุล และคณะได้ทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลเล็กโดยใช้ไขน้ำมันปาล์มไบโอดีเซลเพื่อการศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม ระหว่างน้ำมันดีเซลกับไขน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลเล็กสูบเดียวสำหรับการทดสอบหาแรงบิด, กำลัง, และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จากการทดสอบด้านคุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่า ค่าความร้อน ค่าความหนาแน่นและค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันดีเซลที่ผสมไขน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ มีค่าสูงขึ้นตามอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จากน้ำมันดีเซล ส่วนค่าความหนืดวัดที่อุณหภูมิ 37.7 , 54.4 และ 90 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนืดของน้ำมันดีเซลที่ผสมไขน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ มีค่ามากกว่าความหนืดของน้ำมันดีเซล โดยมีค่าสูงขึ้นตามอัตราส่วนที่ผสมเช่นกัน อัตราส่วนผสมที่เหมาะสม ระหว่างน้ำมันดีเซลกับไขน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คือ 80:20 โดยปริมาตร และที่อัตราส่วนผสมดังกล่าว ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,500 รอบต่อนาที ได้แรงบิดของเครื่องยนต์เท่ากับ 14.5 นิวตัน-เมตร อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเท่ากับ 2,839 กรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง และกำลังงานของเครื่องยนต์เท่ากับ 3.79 kW ในขณะที่ใช้น้ำมันดีเซลบริสุทธิ์ทดสอบได้ค่าแรงบิดเท่ากับ 14.3 นิวตัน-เมตร อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อ เพลิงจำเพาะเท่ากับ 3,163 กรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง และกำลังงานของเครื่องยนต์เท่ากับ 3.74 kW ตามลำดับ (อนุตร จำลองกุล และคณะ,2548)

Schumacher และคณะ ได้ทำการทดสอบหาปริมาณโลหะที่ตกค้างในน้ำมันเครื่องที่ได้จากการใช้ไบโอดีเซลในอัตราส่วนต่างๆคือ 1%,2%,20%,50%และ100%เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลปกติ ซึ่งปริมาณโลหะที่ทำการตรวจสอบจะแสดงให้เห็นถึงสภาพการสึกหรอของเครื่องยนต์ โดยมีโลหะต่างๆคือaluminumบ่งบอกถึงการสึกหรอที่ลูกสูบ เหล็กบอกการสึกหรอที่กระบอกสูบและก้านวาล์ว copperและตะกั่วบอกการสึกหรอที่ลูกปืน ส่วนchromiumบอกการสึกหรอที่แหวนลูกสูบ ซึ่งผลการสึกหรอที่เกิดขึ้นจะน้อยลงตามส่วนผสมของไบโอดีเซลที่มากขึ้นในน้ำมันเชื้อเพลิง(Schumacher et.al,2001)

Kennethและ Robert ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้B20(B20คือมีไบโอดีเซล20%ในน้ำมันเชื้อเพลิง)กับเครื่องยต์ดีเซลซึ่งสนใจในเรื่องค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและอายุการใช้งาน โดยใช้งานกับรถขนส่งสินค้าขนาดกลาง Ford cargoและ รถขนส่งสินค้าขนาดใหญ่(convoy)อย่างละ4คัน (2คันใช้ดีเซลอีก2คันใช้B20)ซึ่งจะทำการใช้งานเป็นระยะทาง600,000ไมล์ ผลที่ได้คือค่าใช้จ่ายใน

การบำรุงรักษาและการสึกหรอมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยโดยค่าใช้จ่ายต่อไมล์ของรถที่ใช้B20 จะสูงกว่าในช่วงที่ใช้งานแรก(Kennethและ Robert,2005)

Barry Hertz ได้ศึกษาการใช้ไบโอดีเซลในเขตอากาศหนาวโดยใช้B10ในการทดสอบกับรถยนต์Isuzu 1.8L เป็นระยะทาง3,600 กิโลเมตร ทดสอบในสภาพอุณหภูมิ -33 °Cถึง 10°C เปรียบเทียบสมรรถนะกับการใช้ดีเซลผลที่ได้คือปริมาณไอเสีย เสียงของเครื่องยนต์และตะกอนน้ำมันของเครื่องยนต์ที่ใช้B10น้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลจาก120 mg/L เป็น80mg/L

ส่วนการสึกหรอของอนุภาคที่มีขนาด0-5μmเครื่องยนต์ที่ใช้B10จะมีน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซลประมาณ30%(Barry Hertz,)