หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

คุณสมบัติของแอลกอฮอล์และน้ำมันเบนซิน

1. <u>คุณสมบัติเชิงโมเลกุล</u>

แอลกอฮอล์แตกต่างจากน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียม ตรงที่ว่า นอกเหนือจากไฮโดรเจน และคาร์บอนแล้ว ยังมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลอีกด้วย ออกซิเจนจับตัวอยู่ในรูปของอนุมูลไฮดรอกซิล (Hydroxyl-OH) ทำให้โมเลกุลของแอลกอฮอล์มีคุณสมบัติเป็นขั้วประจุ (Polar) และเมื่อโมเลกุลแอลกอฮอล์อยู่รวมกันเป็นของเหลว จะเกิดแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุลเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษ เนื่องจากการเกิด Hydrogen Bonding ระหว่างขั้วประจุของโมเลกุล ซึ่งจะมีผลต่อจุดเดือด และค่าความดันไอ คุณสมบัติทางด้าน Polar นี้ ทำให้แอลกอฮอล์สามารถละลายเข้ากับน้ำซึ่งเป็นของเหลวพวก Polar เช่นกันได้ดีมาก และสามารถละลายเข้ากันได้ดีในทุกสัดส่วน แต่จะละลายเข้ากับน้ำมันเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนได้ค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แอลกอฮอล์ประเภทเบา เช่น เมทธานอล และ เอทธานอล ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนเป็นของเหลวพวก Non-Polar สำหรับแอลกอฮอล์ที่หนักขึ้น เช่น ไอโซ-โปรปานอล และ เทอร์ท-บิวตานอล นั้น จำนวนไฮโดรเจน และคาร์บอนในโมเลกุลมากขึ้น ปลายด้านที่มีพวกไฮโดรคาร์บอนของโมเลกุลหนึ่ง ๆ จะมีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำมันเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนมากขึ้น อิทธิพลของอนุมูลไฮดรอกซิล ที่มีต่อโมเลกุลเป็นส่วนรวมจะลดน้อยลง ทำให้แอลกอฮอล์ประเภทหนัก สามารถละลายเข้ากับน้ำมันเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน* (เช่นน้ำมันเบนซิน) ได้ดีขึ้น

โดยทั่วไป การละลายตัวของสารหนึ่งในอีกสารหนึ่ง จะเลวลง เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ส่วนผสมน้ำมันเบนซิน-แอลกอฮอล์ ก็เช่นเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงจนถึงจุดหนึ่ง ความสามารถในการละลายของแอลกอฮอล์ในน้ำมันเบนซิน จะลดต่ำลงจนแอลกอฮอล์เกิดการแยกชั้นออกจากน้ำมันเบนซิน โดยแอลกอฮอล์จะอยู่ชั้นล่าง เนื่องจากมีความหนาแน่น หรือความถ่วงจำเพาะ

---

* น้ำมันเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน (เช่นน้ำมันเบนซิน) เป็นของผสมระหว่างไฮโดรคาร์บอนหลายประเภท เช่น Paraffinics, Naphthenics และ Aromatics ซึ่งมีโมเลกุลหลาย ๆ ขนาดผสมกันอยู่ เช่น เบนซินมีขนาดตั้งแต่ C_5 ถึง C_{12} เป็นต้น

สูงกว่าน้ำมัน เบนซิน ในชั้นของแอลกอฮอล์นี้ จะมีองค์ประกอบของ เบนซิน ส่วนใหญ่เป็นประเภท Aromatics ละลายอยู่บ้าง ในปริมาณที่มากกว่าไฮโดรคาร์บอนประเภทอื่น เพราะ Aromatics และแอลกอฮอล์ละลาย เข้ากันได้ดีพอควร ส่วนชั้นบนซึ่ง เป็นชั้นของน้ำมัน เบนซินนั้น ก็มีแอลกอฮอล์ละลายอยู่บ้าง เล็กน้อย เช่นกัน อุณหภูมิการแยกชั้นสำหรับแอลกอฮอล์เบา เช่น เมทธานอลจะสูงกว่าของแอลกอฮอล์หนัก เนื่องจากแอลกอฮอล์หนักสามารถละลายในน้ำมัน เบนซิน ได้ดีกว่าแอลกอฮอล์เบา ดังได้กล่าวมาแล้ว

เมื่อมีน้ำจำนวน เล็กน้อยปะปนลงในส่วนผสม เบนซิน-แอลกอฮอล์ อุณหภูมิที่แอลกอฮอล์แยกชั้นออกจากน้ำมัน เบนซินจะสูงขึ้น และยิ่งปริมาณของน้ำที่ปะปนลงไปมากยิ่งขึ้น อุณหภูมิการแยกชั้นก็จะสูงขึ้นตาม เหตุที่เป็นดังนี้ เพราะแอลกอฮอล์ละลายในน้ำ ได้ดีกว่าใน เบนซิน แอลกอฮอล์จึง เลือกที่จะมาละลาย เข้ากับน้ำ และแยกชั้นออกมาจาก เบนซินมาอยู่ชั้นล่าง ในชั้นล่างนี้ จะประกอบด้วยแอลกอฮอล์เป็นส่วนใหญ่ มีน้ำ และองค์ประกอบของ เบนซิน ส่วนใหญ่เป็นประ เภท Aromatics ปะปนอยู่บ้าง ส่วนชั้นบนก็จะมีน้ำมัน เบนซิน เป็นส่วนใหญ่ มีแอลกอฮอล์ปะปนอยู่บ้าง เช่นกัน โดยทั่วไป ณ อุณหภูมิหนึ่ง เมื่อปริมาณของแอลกอฮอล์ใน ส่วนผสมสูงขึ้น ส่วนผสมนั้นก็จะสามารถรับน้ำได้มากขึ้นก่อน เกิดการแยกชั้น และในส่วนผสมที่มี เปอร์เซนต์ของแอลกอฮอล์เท่ากัน ส่วนผสมที่ประกอบด้วยแอลกอฮอล์หนักกว่า จะสามารถรับน้ำ ได้มากกว่าก่อน เกิดการแยกชั้น

ปริมาณของไฮโดรคาร์บอนประ เภท Aromatics ในน้ำมัน เบนซินมีผลอย่างมากต่อ ความสามารถในการรับน้ำของส่วนผสม เบนซินแอลกอฮอล์ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ ยิ่งปริมาณ Aromatics ในน้ำมัน เบนซินสูงขึ้น ส่วนผสม เบนซิน-แอลกอฮอล์ก็ยิ่งสามารถรับน้ำได้มากขึ้น ก่อน เกิดการแยกชั้น

แอลกอฮอล์ประ เภทหนัก เช่น ไอโซ-โปรปานอล และ เทอร์ท-บิวตานอล นั้น สามารถใช้ผสมลงในแอลกอฮอล์เบาในจำนวน เล็กน้อย เพื่อทำหน้าที่ เป็น Co-solvent ช่วยให้การละลายตัวของแอลกอฮอล์ในน้ำมัน เบนซินดีขึ้น และช่วยให้ส่วนผสม เบนซิน-แอลกอฮอล์ เบา สามารถรับน้ำได้มากขึ้นก่อน เกิดการแยกชั้น

ปัญหาการแยกชั้นของแอลกอฮอล์ออกจากส่วนผสม เบนซิน-แอลกอฮอล์ เมื่อมีน้ำปะปน ลงไปจำนวน เล็กน้อยนี้ เป็นปัญหาใหญ่ที่จะต้องพิจารณา เมื่อ เปลี่ยนมาใช้ส่วนผสม เบนซิน-แอลกอฮอล์ แทนน้ำมัน เบนซินล้วน ๆ ใน เครื่องยนต์ เบนซิน

2. <u>คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมส่วนผสมเชื้อเพลิง-อากาศในระบบเชื้อเพลิง</u>

2.1 <u>จุดเดือด</u> เนื่องจากแอลกอฮอล์ เป็นสารประกอบเดี่ยว ๆ จุดเดือดของแอลกอฮอล์ จึงเป็นอุณหภูมิเดี่ยว ต่างกับจุดเดือดของน้ำมันเบนซิน ซึ่งมีพิสัยจากราว 40°C จนถึง 220°C เพราะน้ำมันเบนซิน เป็นสารผสมระหว่างไฮโดรคาร์บอนชนิดต่าง ๆ ที่มีคาร์บอนจาก 5 อะตอม ไปจนถึง 12 อะตอม จุดเดือดของแอลกอฮอล์สูงกว่าที่ควรจะเป็น ถ้าพิจารณาจากน้ำหนักโมเลกุล เมื่อเทียบกับไฮโดรคาร์บอน เนื่องจากว่า ในของเหลวแอลกอฮอล์ โมเลกุลของแอลกอฮอล์ มีแรงยึดเหนี่ยวต่อกันเป็นพิเศษ อันเนื่องจาก Hydrogen Bonding ระหว่างไฮโดรเจนในอนุมูลไฮดรอกซิลของโมเลกุลหนึ่ง กับออกซิเจนของอีกโมเลกุลหนึ่ง ทำให้โมเลกุลในของเหลว ไม่สามารถหลุดขึ้นมาอยู่ในสภาพไอได้ง่าย ๆ ตัวอย่าง เช่น อีเทน (Ethane C_2H_6) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 30 มีจุดเดือดที่ความดันบรรยากาศเป็น -44.5°C ในขณะที่เมทธานอล ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 32 มีจุดเดือดที่ความดันบรรยากาศเป็น 65°C เป็นต้น จุดเดือดของแอลกอฮอล์ที่หนักขึ้น ก็จะสูงขึ้นตาม เช่น ที่ความดันบรรยากาศ เมทธานอลมีจุดเดือดเป็น 65°C เอทธานอลมีจุดเดือดเป็น 78.5°C ส่วนไอโซ-โปรปานอล มีจุดเดือดเป็น 82.4°C เป็นต้น ในบรรดาแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน พวกที่มีโครงสร้างแยกกิ่งสาขามากจะมีจุดเดือดต่ำกว่า เพราะโมเลกุลที่กิ่งก้านเกะกะ ทำให้ไม่สามารถเข้าหากันได้ใกล้ชิด ดังเช่นพวกที่มีโครงสร้างเป็นเส้นยาว แรงยึดเหนี่ยวพิเศษระหว่างโมเลกุลจึงอ่อนกว่า ทำให้เดือดง่ายขึ้น

เมื่อนำแอลกอฮอล์ เช่น เมทธานอล หรือ เอทธานอลมาผสมลงในน้ำมันเบนซิน จุดเดือดของส่วนผสมเบนซิน-แอลกอฮอล์ จะเปลี่ยนไปในลักษณะที่ผิดไปจากที่ควรจะเป็นตามความสัมพันธ์เชิงเส้น กล่าวคือ แอลกอฮอล์จะผสมตัวเข้ากับ Aromatics ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำในน้ำมันเบนซิน เกิดเป็นของผสมที่เรียกว่า Azeotrope ซึ่งจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดขององค์ประกอบแต่ละตัวเดี่ยว ๆ ดังนั้น แอลกอฮอล์ที่ผสมลงในน้ำมันเบนซินจะกลั่นตัวออกมา ณ อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของตัวเอง การเติมแอลกอฮอล์หนักลงในเมทธานอลจะช่วยลดการเกิด Azeotrope ลงได้บ้าง ทำให้แอลกอฮอล์กลั่นตัวออกมา ณ อุณหภูมิสูงขึ้น ยิ่งปริมาณแอลกอฮอล์มากยิ่งขึ้น ส่วนใหญ่ของเชื้อเพลิงผสม จะกลั่นตัวออกมา ณ อุณหภูมิต่ำ

2.2 <u>ค่าความดันไอ</u> ค่าความดันไอของแอลกอฮอล์จะต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เมื่อพิจารณาดูจากน้ำหนักโมเลกุลเปรียบเทียบกับพวกไฮโดรคาร์บอน (Non-Polar) ทั้งนี้

เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวพิเศษ ระหว่างโมเลกุลจาก Hydrogen Bonding นั่นเอง ทำให้โมเลกุลไม่สามารถหลุดออกมาเป็นไอได้ง่ายนัก ตัวอย่างเช่น อีเทน มีค่าความดันไอที่ $100^{\circ}F$ ถึง 864 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในขณะที่เมทธานอลมีค่าเพียง 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ยิ่งแอลกอฮอล์หนักขึ้น ค่าความดันไอก็ยิ่งต่ำลง ในบรรดาแอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน พวกที่มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขา จะมีค่าความดันไอสูงกว่าพวกที่มีโครงสร้างแบบเส้นยาว เนื่องจากโมเลกุล ไม่สามารถใกล้ชิดกันได้ดีเท่าแบบเส้นยาว แรงยึดเหนี่ยวพิเศษ ระหว่างโมเลกุลจะน้อยกว่า จึงระเหยได้ง่ายขึ้น

เช่นเดียวกับจุดเดือด เมื่อผสมแอลกอฮอล์ลงในน้ำมันเบนซิน ค่าความดันไอของส่วนผสมเบนซิน-แอลกอฮอล์จะสูงกว่าที่ควรจะเป็น สำหรับส่วนผสมเบนซิน-แอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ จะพบว่าแอลกอฮอล์ที่หนักจะมีผลต่อการเพิ่มความดันไอน้อยกว่าแอลกอฮอล์เบา เหตุผลที่แอลกอฮอล์แสดงพฤติกรรมแบบนี้ สามารถอธิบายได้ดังนี้ ในแอลกอฮอล์ล้วน ๆ ค่าความดันไอต่ำเพราะโมเลกุลมีแรงยึดเหนี่ยวพิเศษ จากการเกิด Hydrogen Bonding เมื่อเติมแอลกอฮอล์ลงในน้ำมันเบนซิน โมเลกุลของแอลกอฮอล์จะถูกกระจายออกไป โดยมีโมเลกุลไฮโดรคาร์บอนของน้ำมันแทรกกั้นอยู่ ทำให้โมเลกุลของแอลกอฮอล์ไม่สามารถเกาะยึดเหนี่ยวกันด้วย Hydrogen Bonding อีก สามารถระเหยตัวขึ้นมาเป็นไอได้มากขึ้นเรื่อย ๆ แต่ถ้ายังเติมแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นไปอีก โมเลกุลบางส่วนของแอลกอฮอล์ก็จะเริ่มอยู่ใกล้กันได้มากขึ้นพอที่จะเกิด Hydrogen Bonding ได้อีกครั้งหนึ่ง การระเหยตัวจึงน้อยลง ค่าความดันไอของส่วนผสมก็จะลดลงอีกครั้ง ความสามารถในการระเหยของของเหลว นอกจากจะแสดงในรูปของความดันไอแล้ว ยังสามารถแสดงออกในค่า Vapour/Liquid Ratio (V/L) ได้ ณ อุณหภูมิและความดันหนึ่ง ๆ ของเหลวใดที่มีค่า V/L สูง จะเป็นของเหลวที่มีความสามารถในการระเหยสูง ปรากฏการณ์ในการเพิ่มความสามารถในการระเหยของส่วนผสมเบนซิน-แอลกอฮอลนี้ จะเพิ่มแนวโน้มในการเกิดปัญหาเรื่อง Vapour Lock ในระบบเชื้อเพลิง เมื่อเปลี่ยนมาใช้ส่วนผสมเบนซิน-แอลกอฮอล์แทนเบนซินล้วน

2.3 <u>พิสัยการลุกติดไฟ</u> พิสัยการลุกติดไฟของน้ำมันเบนซิน มีค่าจาก 1.4 ถึง 7.6 % โดยปริมาตรของเบนซินในส่วนผสมเชื้อเพลิง-อากาศ ส่วนผสมเบนซิน-อากาศที่เข้มข้นน้อยกว่าพิสัยด้านต่ำ (เจือจาง) คือ 1.4 และที่เข้มข้นกว่าพิสัยด้านสูง คือ 7.6 จะไม่สามารถลุกติดไฟได้ และเป็นที่แน่นอนว่า สัดส่วนของเชื้อเพลิง-อากาศที่ทำปฏิกิริยาต่อกันหมดพอดี

(Stoichiometric Mixture) จะอยู่ในพิสัยของการลุกติดไฟของเชื้อเพลิงนั้น ๆ สำหรับแอลกอฮอล์นั้น พิสัยด้านต่ำจะสูงกว่าของเบนซิน เช่น ของเมทธานอล เป็น 6.7 % โดยปริมาตรของแอลกอฮอล์ในอากาศ เอทธานอลเป็น 4.3 % และ ไอโซ-โปรปานอล เป็น 2.0 % เป็นต้น พิสัยด้านสูงของแอลกอฮอล์จะสูงกว่าของเบนซิน เช่น ของเมทธานอลเป็น 36.0 % เอทธานอลเป็น 18.0 % และ ไอโซ-โปรปานอลเป็น 12.0 % เป็นต้น พิสัยการติดไฟของแอลกอฮอล์ที่หนักขึ้น จะใกล้เคียงกับของน้ำมันเบนซินมากขึ้น คุณสมบัติข้อนี้เป็นเหตุผลหนึ่งในหลายข้อ ที่เครื่องยนต์ใช้แอลกอฮอล์ล้วนเป็นเชื้อเพลิงจะสตาร์ทยาก เมื่อเครื่องยังเย็นอยู่ เพราะในขณะเครื่องเย็น ซึ่งแอลกอฮอล์สามารถระเหยได้น้อย ส่วนผสมเชื้อเพลิง-อากาศ ที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ จะเจือจางกว่าพิสัยการลุกติดไฟด้านต่ำ ทำให้เครื่องไม่ติด เครื่องยนต์ที่ใช้เบนซินล้วนไม่เกิดปัญหา เพราะสามารถระเหย ได้มากกว่า และมีพิสัยการลุกติดไฟด้านต่ำ ต่ำกว่าแอลกอฮอล์

2.4 <u>จุดวาบไฟ</u> เป็นคุณสมบัติหนึ่ง ที่วัดความสามารถในการระเหยของเชื้อเพลิง จุดวาบไฟเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อเพลิงสามารถระเหย ขึ้นมามากพอที่จะผสมกับอากาศเหนือเชื้อเพลิง เกิดเป็นส่วนผสมที่ลุกติดไฟได้เมื่อเอาเปลวแหย่ แต่ก็เป็นอุณหภูมิที่ยังไม่สูงพอที่เชื้อเพลิงสามารถระเหย ได้เร็วพอที่จะเกิดการลุกไหม้อย่างต่อเนื่อง จุดวาบไฟของไอโซ-โปรปานอล มีค่า = 11.7 $^{\circ}$C เมื่อเทียบกับจุดวาบไฟของน้ำมันเบนซิน ซึ่งมีค่าเท่ากับ -43 $^{\circ}$C แล้ว จุดวาบไฟของแอลกอฮอล์สูงกว่าของน้ำมันเบนซินมาก จะมีปัญหาในด้านความปลอดภัยต่ออัคคีเพลิงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะต้องเพิ่มความระมัดระวังในการเก็บรักษาให้มากยิ่งขึ้น

2.5 <u>ค่าความร้อนแห่งการระเหยตัว</u> ของเหลวทุกชนิด ต้องการความร้อนจำนวนหนึ่ง เพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวมาเป็นไอ ปริมาณความร้อนที่ต้องการต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของของเหลว เรียกว่า ค่าความร้อนแห่งการระเหยตัว แอลกอฮอล์ มีค่าความร้อนแห่งการระเหยตัวสูงกว่าน้ำมันเบนซินมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอลกอฮอล์เบา ๆ เช่น เมทธานอล และ เอทธานอล เมทธานอลมีค่าความร้อนแห่งการระเหยตัวเป็น 3.66 เท่า และไอโซ-โปรปานอล เป็น 2.63 เท่า แอลกอฮอล์ที่หนักขึ้น จะมีค่าความร้อนแห่งการระเหยตัวต่ำลง เมื่อใช้แอลกอฮอล์ล้วน ๆ เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเบนซิน อุณหภูมิของคาร์บูเรเตอร์ท่อไอดี จะเย็นกว่าเมื่อใช้น้ำมันเบนซิน ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้งาน 3 ประการ คือ

1. เมื่ออุณหภูมิในท่อไอดีต่ำ แอลกอฮอล์ก็จะระเหย ได้น้อยลง ทำให้การผสมตัวระหว่างแอลกอฮอล์กับอากาศเป็นไปได้ไม่ดีนัก มีแนวโน้มที่จะเกิดปัญหาในเรื่องการสตาร์ทยากตอนเครื่องเย็น และเรื่องการเผาไหม้ที่ไม่สม่ำเสมอในระหว่างสูบต่าง ๆ ที่รับส่วนผสมเชื้อเพลิง/อากาศจากท่อไอดีเดียวกัน

2. เมื่ออุณหภูมิท่อไอดีต่ำ อากาศที่ถูกดูดเข้ามาจะมีความหนาแน่นสูงขึ้น ทำให้ลูกสูบสามารถดึงอากาศเข้าไปได้น้ำหนักมากขึ้น ทำให้เครื่องยนต์มีกำลังมากขึ้น และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

3. ส่วนผสมแอลกอฮอล์/อากาศ ที่มีอุณหภูมิต่ำเข้าสู่ห้องเผาไหม้ จะช่วยเพิ่มคุณภาพในการป้องกันการน็อคของแอลกอฮอล์ได้

2.6 <u>อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิง</u> เนื่องจากแอลกอฮอล์มีออกซิเจนอยู่ในโมเลกุลด้วย ดังนั้น ปริมาณของอากาศที่ต้องการเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเผาไหม้หมดพอดี (Stoichiometric Quantity) สำหรับแอลกอฮอล์จะต่ำกว่าของน้ำมันเบนซิน ซึ่งไม่มีออกซิเจนในโมเลกุล เช่น โปรปานอล มีค่าอัตราส่วนโดยน้ำหนักของอากาศ/เชื้อเพลิงที่ทำปฏิกิริยากันหมดพอดี (Stoich A/F Mass Ratio) เป็น 10.5 : 1 ในขณะที่ของเบนซินเป็น 15.1 : 1 ซึ่งหมายความว่า โปรปานอล 1 กิโลกรัม ต้องการอากาศ 10.50 กิโลกรัม เพื่อทำปฏิกิริยาหมดพอดี ในขณะที่เบนซิน 1 กิโลกรัม ต้องการอากาศ 15.1 กิโลกรัม เป็นต้น ดังนั้น ถ้าเติมแอลกอฮอล์ลงในน้ำมันเบนซิน จะทำให้อัตราส่วนนี้ลดลงจาก 15.1 จะลดมาเป็นเท่าไรก็ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของแอลกอฮอล์ที่เติม เช่น เมื่อเติม โปรปานอลลงไป 15 % ทำให้เบนซินผสมแอลกอฮอล์มีค่าอัตราส่วน Stoich A/F Ratio ลดลงจาก 15.1 เป็น 14.41

ดังนั้น หากใช้น้ำมันเบนซินผสมแอลกอฮอล์ โดยมิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ใหม่ จะมีผลทำให้เครื่องยนต์เดิน ณ ส่วนผสมเชื้อเพลิง-อากาศที่เจือจางลง ในลักษณะนี้ เครื่องจะเดินด้วยประสิทธิภาพที่สูงขึ้น และไอเสียที่ปล่อยออกมาก็จะมีองค์ประกอบผิดแปลกไปจากเดิม ตัวอย่างเช่น เดิมตั้งคาร์บูเรเตอร์ให้ป้อนอากาศ เชื้อเพลิงเป็น 14.8 : 1 ซึ่งจะเข้มข้นกว่า Stoich A/F Ratio (คือ 15.1 : 1) เล็กน้อย เมื่อเปลี่ยนมาใช้น้ำมันเบนซินผสมโปรปานอล 15 % โดยปริมาตร ซึ่งจะมีค่า Stoich A/F Ratio เป็น 14.4 : 1 ถ้ามิได้ปรับแต่งคาร์บูเรเตอร์ใหม่ คาร์บูเรเตอร์ก็ยังจะป้อนอากาศเชื้อเพลิงเป็น 14.8 : 1 ดังเดิม

แต่ตอนนี้จะเห็นว่า 14.8 : 1 นั้น เมื่อเทียบกับ 14.41 : 1 ของเชื้อเพลิงแล้ว หมายถึง เครื่องยนต์กำลังเดินด้วยส่วนผสมเชื้อเพลิง-อากาศ ที่เจือจางลง (คาร์บูเรเตอร์ป้อนอากาศมากกว่าที่ต้องการใช้ทำปฏิกิริยาหมดพอดี) ในลักษณะนี้ เครื่องจะวิ่งด้วยประสิทธิภาพที่ดีขึ้น แต่กำลังเร่งตัวจะน้อยกว่าเมื่อใช้เบนซินล้วน เพราะในขณะเร่งตัว เครื่องต้องการกำลังมาก ต้องลุกไหม้โดยใช้ส่วนผสมเชื้อเพลิง-อากาศที่เข้มข้นขึ้น (ซึ่งคาร์บูเรเตอร์จะทำหน้าที่ปรับสัดส่วนให้เข้มข้นขึ้น เมื่อเหยียบคันเร่ง) แต่ความเข้มข้นของเชื้อเพลิงผสมแอลกอฮอล์ในอากาศจะไม่สูงเท่าเมื่อใช้เบนซินล้วน (ดูภาคผนวก ก.)

3. <u>คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ในเครื่องยนต์</u>

3.1 <u>ค่าความร้อนแห่งการเผาไหม้</u> ค่าความร้อนรวมในการเผาไหม้ของแอลกอฮอล์ต่ำกว่าของน้ำมันเบนซิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอลกอฮอล์เบา จะมีค่าความร้อนน้อยกว่าเบนซินมาก เช่น เมทธานอลมีค่าความร้อนเพียง 4221 kcal/ltr. และของเอทธานอลมีค่า 5613 kcal/ltr. เมื่อเทียบกับของเบนซินซูเปอร์ ซึ่งมีค่า = 8425 kcal/ltr. พบว่าเมทธานอลให้ค่าความร้อนต่อลิตร เพียงราวครึ่งเดียวของเบนซิน และเอทธานอลราว 67 % ของน้ำมันเบนซินซูเปอร์เท่านั้น ในแง่ของการใช้งาน หากเทียบในประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ที่เท่ากันแล้ว ในระยะทางวิ่งเท่ากัน จำนวนลิตรของเมทธานอลที่ใช้จะเป็นราว 2 เท่าของเบนซินซูเปอร์ และจำนวนลิตรของเอทธานอลที่ใช้ จะเป็นราวเท่าครึ่งของเบนซินซูเปอร์ นั่นคือ เพื่อให้วิ่งได้ในระยะที่เท่ากัน รถจะต้องแบกน้ำหนักของแอลกอฮอล์มากกว่าเมื่อใช้น้ำมันเบนซินในการใช้งานจริง ๆ นั้น ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ใช้มากกว่าเบนซินซูเปอร์ไม่สูง ดังตัวเลขที่แสดงไว้ข้างบน เพราะประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ เมื่อเปลี่ยนมาใช้แอลกอฮอล์ล้วน สามารถปรับปรุงให้สูงกว่าเมื่อใช้เบนซินล้วน เช่น การเพิ่มค่าอัตราส่วนกำลังอัด (Compression Ratio) ดังจะได้กล่าวในตอนต่อไป ค่าความร้อนของส่วนผสมเบนซิน-แอลกอฮอล์จะต่ำกว่าเบนซินล้วน จะเป็นเท่าใดขึ้นอยู่กับปริมาณ และชนิดของแอลกอฮอล์ที่ผสมอยู่

3.2 <u>อุณหภูมิติดไฟเองโดยอัตโนมัติ</u> เป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่ส่วนผสมเชื้อเพลิง-อากาศ ที่เหมาะสมเกิดลุกติดไฟเองได้โดยมิต้องมีเปลว หรือประกายไฟมาจุด จุดติดไฟเองของเชื้อเพลิงจะเปลี่ยนแปลงได้บ้างไปตามความเข้มข้นของเชื้อเพลิงในส่วนผสมโดยทั่วไป

ค่าจะต่ำสุดสำหรับส่วนผสมที่มีสัดส่วนเชื้อเพลิง-อากาศเข้มข้นกว่า Stoichiometric Mixture เล็กน้อย อุณหภูมิลุกติดไฟเองโดยอัตโนมัติของเชื้อเพลิงมีส่วนสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับคุณภาพในการป้องกันการน็อคของเชื้อเพลิงนั้น ๆ ในเครื่องยนต์เบนซิน อุณหภูมิลุกติดไฟเองโดยอัตโนมัติของแอลกอฮอล์จะสูงกว่าของน้ำมันเบนซิน ทำให้แอลกอฮอล์มีค่าออคเทนสูงกว่าเบนซินที่มิได้เติมสารตะกั่ว

3.3 <u>ค่าออคเทน</u> เป็นค่าที่ใช้แสดงคุณภาพในการป้องกันการน็อคของเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์เบนซิน เชื้อเพลิงใดที่ค่าออคเทนสูง ก็จะมีคุณภาพในการป้องกันการน็อคได้ดี การวัดค่าออคเทนของเชื้อเพลิง จะใช้เครื่องยนต์ลูกสูบเดี่ยวที่ปรับอัตราส่วนกำลังอัดได้ สภาวะที่ใช้ทดสอบมีอยู่ 2 แบบ แบบหนึ่ง จำลองสภาพการขับรถแบบ "ขับกินลม" คือความเร็วคงที่ และวิ่งรอบช้า ค่าที่วัดได้ตามสภาวะนี้เรียกว่า Research Octane Number (RON) อีกแบบหนึ่ง จำลองสภาพการขับรถจริงบนท้องถนน คือความเร็วสูง และรับน้ำหนักบรรทุกมากขึ้น ค่าที่วัดได้ตามสภาวะนี้เรียกว่า Motor Octane Number (MON) โดยปกติสำหรับเชื้อเพลิงหนึ่ง ๆ ค่า RON จะสูงกว่าค่า MON ผลต่างระหว่างสองค่านี้เรียกว่าค่า Sensitivity เชื้อเพลิงใดมีค่า Sensitivity ต่ำ จะมีคุณภาพในการป้องกันการน็อคในทุกสภาวะการณ์ได้ใกล้เคียงกัน และสำหรับเชื้อเพลิงที่มีค่า RON เท่ากัน เชื้อเพลิงใดที่มีค่า Sensitivity ต่ำกว่า จะมีคุณภาพในการป้องกันการน็อคในการใช้งานจริงดีกว่า

แอลกอฮอล์มีค่าออคเทนทั้ง RON และ MON สูงกว่าเบนซินซูเปอร์ที่จำหน่ายในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น RON ของเมทธานอล เป็น 112 ของเอทธานอล เป็น 110 ของไอโซ-โปรปานอลเป็น 106 ในขณะที่ของเบนซินซูเปอร์เป็น 95 เป็นต้น ตัวเลขข้อมูลจากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าค่า Sensitivity ของแอลกอฮอล์เบามักจะสูงกว่าของแอลกอฮอล์หนัก ตัวอย่างเช่น ค่า Sensitivity ของเมทธานอลและเอทธานอลเป็น 20 ของไอโซ-โปรปานอลเป็น 7 และของเทอร์ท-บิวตานอลเป็น 3 ในขณะที่เบนซินซูเปอร์เป็น 9 อย่างไรก็ดี ขอย้ำในที่นี้ว่า ค่าออคเทนของแอลกอฮอล์ที่แสดงในตารางที่ 1 นั้น มาจากหลายแหล่ง ค่าออคเทนของแอลกอฮอล์ที่แสดงในเอกสารเชิงวิจัยจากหลาย ๆ แหล่ง มักไม่ตรงกัน เพราะการวัดค่าออคเทนนั้น วัดโดยใช้เครื่องที่ออกแบบมาใช้โดยเฉพาะสำหรับเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน ซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมส่วนผสมเชื้อเพลิง-อากาศ ก็แตกต่างไปจากแอลกอฮอล์มาก อย่างไรก็ดี ก็พอที่จะใช้เป็นแนวทางในการเปรียบเทียบได้

4. <u>คุณสมบัติอื่น ๆ ที่มีผลต่อการใช้งาน</u>

4.1 <u>การกัดกร่อน</u> เนื่องจากแอลกอฮอล์เป็นของเหลวพวก Polar จึงมีความว่องไวทางปฏิกิริยาเคมีสูงกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน ดังนั้น จึงมีอำนาจกัดกร่อนต่อโลหะและพลาสติก ทำให้ยางและยางสังเคราะห์บางชนิดบวมได้ ได้มีรายงานจากผู้ใช้แอลกอฮอล์ล้วน และเบนซินผสมแอลกอฮอล์ เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เบนซิน เกี่ยวกับการกัดกร่อนของแอลกอฮอล์ต่อโลหะ เหล็ก อลูมินั่ม สังกะสี แมกนีเซี่ยม โลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก ซึ่งใช้เคลือบถังน้ำมันเชื้อเพลิงและโลหะพวกทองแดง ทองเหลืองอยู่เสมอ ชิ้นส่วนของระบบเชื้อเพลิงที่ทำด้วยพลาสติก เช่น ลูกลอยในคาร์บูเรเตอร์ ลูกลอยวัดระดับน้ำมันในถัง และชิ้นส่วนพลาสติกในปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ก็มักจะเสียหาย เมื่อเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ ชิ้นส่วนที่ทำด้วยพลาสติกพวก Methacrylate ก็ถูกกัดกร่อน ปะเก็นมักจะอ่อนตัวลง หรือไม่ก็แข็งเปราะ ขาดความยืดหยุ่นไป ส่วนใหญ่การกัดกร่อนมักจะเกิดขึ้นได้มาก เมื่อมีน้ำปนลงในส่วนผสม เบนซิน-แอลกอฮอล์ หรือแอลกอฮอล์ล้วน

4.2 <u>ความปลอดภัยต่ออัคคีเพลิง</u> ณ อุณหภูมิห้อง ไออิ่มตัวของโปรปานอลในอากาศเหนือ โปรปานอล จะอยู่ในพิสัยของการลุกติดไฟ ดังนั้น หากมีแหล่งประกายไฟ เข้ากระทบจะลุกติดไฟทันที ในขณะที่ไออิ่มตัวของเบนซินในอากาศเหนือเบนซิน จะเข้มข้นเกินไปที่จะลุกติดไฟได้ ดังนั้น ความเสี่ยงต่ออัคคีเพลิงสำหรับถังเก็บโปรปานอล จะสูงกว่า แต่โปรปานอล มีความเสี่ยงภัยทางด้านอัคคีเพลิงที่เกิดจากประกายไฟจากไฟฟ้าสถิตย์ต่ำกว่าเบนซิน เพราะ โปรปานอล มีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดีกว่าเบนซิน ไฟฟ้าสถิตย์ที่เกิดขึ้นจากการเสียดสี ระหว่างเชื้อเพลิงกับถังเก็บหรือท่อ จะถูกถ่ายลงสู่ดินได้ดีกว่าสำหรับโปรปานอล

สำหรับส่วนผสมเบนซิน-โปรปานอล ความเสี่ยงทางด้านอัคคีเพลิงดูจะสูงกว่าเบนซินล้วนอยู่บ้าง เนื่องจากส่วนผสมดังกล่าว มีความสามารถในการระเหยได้ดีกว่าเบนซินล้วนมาก แต่พิสัยการลุกติดไฟมิได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก

4.3 <u>ความปลอดภัยต่อสุขภาพ</u> โปรปานอล มีผลรุนแรงต่อสุขภาพค่อนข้างสูง การสูดเอาไอของโปรปานอลเข้าไป จะทำให้เกิดอาการมึนเมา และถ้าสูดเข้าไปในปริมาณมาก อาจเป็นอันตรายต่อชีวิตได้ โปรปานอลมี Vapour density = 2.07 ดังนั้นไอของโปรปานอลจะอยู่ระดับพื้นและบริเวณที่ต่ำ จึงไม่ควรเก็บโปรปานอลในที่อับ ควรเก็บในที่ที่อากาศสามารถถ่ายเทได้โดยสะดวก Threshold limit value ของโปรปานอลมีค่า = 400 ppm.

ตารางที่ 1

คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานของแอลกอฮอล์ 3 ชนิด และน้ำมันเบนซิน (5)

คุณสมบัติ	Methanol เมทธานอล	Ethanol เอทธานอล	Iso-Propanol ไอโซ-โปรปานอล	น้ำมันเบนซิน ธรรมดา	น้ำมันเบนซิน ซูเปอร์
น้ำหนักโมเลกุล	32.04	46.07	60.11	←100-105 โดยเฉลี่ย→	
องค์ประกอบ, % โดยน้ำหนัก*					
คาร์บอน	37.5	52.2	59.9	84.5	85.2
ไฮโดรเจน	12.6	13.1	13.4	15.5	14.8
ออกซิเจน	49.9	34.7	26.6	-	-
ความถ่วงจำเพาะ ณ 20/4°C	0.791	0.789	0.786	0.70	0.75
ความสามารถในการละลายในน้ำ	←——— ดีมาก ———→			←— ไม่ละลาย —→	
ความสามารถในการละลายในเบนซิน (C_6H_6)	ดี	ดี	ดี	←— ดีมาก —→	
จุดเดือด ณ ความดันบรรยากาศ, °C	65.0	78.5	82.4	←— 40 - 220 —→	
ค่าความดันไอ ณ 100°F , psi	5.0	2.56	1.62	←— 7 - 9 —→	
, (kPa)	(34.47)	(17.65)	(11.17)	(48.26-62.05)	
พิสัยการลุกติดไฟ (% เชื้อเพลิงโดยปริมาตรในส่วนผสม)					
พิสัยด้านต่ำ	6.7	4.3	2.0	←— 1.4 —→	
พิสัยด้านสูง	36.0	19.0	12.0	←— 7.6 —→	
จุดวาบไฟ, °C	11.1	12.8	11.7	←— -43 —→	
ค่าความร้อนแห่งการระเหยตัว kcal/kg	292.7	210.0	167.4	←— ~80 —→	
Stoich. Air/Fuel Mass Ratio	6.45	9.0	10.3	←— 14.7 —→	
ค่าความร้อนรวมแห่งการเผาไหม้					
kcal/kg	5334	7111	7899	11356	11233
kcal/ltr.**	4221	5613	6205	7949	8425
อุณหภูมิลุกติดไฟเองโดยอัตโนมัติ, °C	464	422	399	~350***	~380***
ค่าออคเทน, RON	112	110	106	83	95
MON	92	90	99	-	86

* ไม่รวมถึงสารอื่นที่เติมเข้าไปเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางอย่าง

** วัดที่ 20°C

*** หลังจากเติมสารตะกั่วเพื่อเพิ่มค่าออคเทนแล้ว