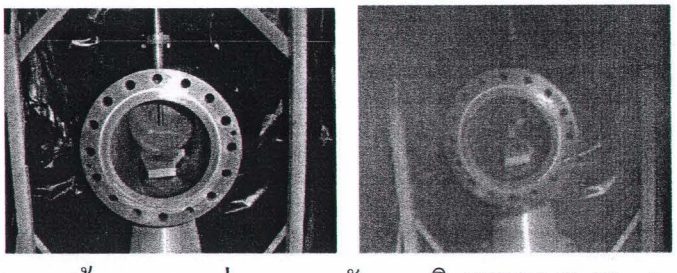
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในอดีตมีการนำเอาลำพุ่งของของเหลวที่มีความเร็วสูง (high-speed liquid jet) มาประยุกต์ใช้กับงานหลายๆอย่าง เช่น การตัดโลหะ การเจาะอุโมงค์ การทำเหมืองแร่ และการทำความสะอาด [1-3] และในปัจจุบันก็ยังมีการศึกษาและพัฒนาต่อไป เมื่อไม่นานมานี้ มีการตั้งข้อสังเกตว่า การนำเอาคุณสมบัติของลำพุ่ง มาใช้กับการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ จะก่อให้เกิดประโยชน์เป็นอย่างมากเช่นกัน เนื่องจากลำพุ่งเชื้อเพลิง (fuel jet) ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง (มากกว่าเสียงขึ้นไป) จะทำให้เกิดการเสียดสี (shear) กับอากาศรอบข้าง และเกิดการแตกตัว (atomization) ของน้ำมันเชื้อเพลิง เกิดการผสมคลุกเคล้า (mixing) เป็นอย่างดี ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ สูงกว่าการฉีดน้ำมันด้วยความเร็วและแรงดันปกติ เป็นผลให้มลพิษในไอเสียลดลง (โดยเฉพาะ CO_2 CO HC และ smoke particulate) [4-15] กำลังและแรงบิด ของเครื่องยนต์ก็น่าจะเพิ่มขึ้นด้วย

การศึกษาคุณลักษณะของการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็วสูง (high-speed liquid fuel jets: HSLFJ) นี้ โดยทฤษฎีแล้วจะเป็นประโยชน์ ต่อเครื่องยนต์ที่ต้องการเผาไหม้อย่างรวดเร็วและรุนแรง เช่น Supersonic Combustion Ram Jet (SCRAM jet) หรือเครื่องบินที่มีการเผาไหม้ที่ระดับความเร็วมากกว่าเสียง และเครื่องดีเซลสมรรถนะสูง (high performance diesel engine) อีกทั้งในการฉีดน้ำมันที่มีความเร็วสูงนี้จะทำให้เกิดคลื่นชอค์ก (shock wave) นำหน้าลำพุ่ง น้ำมัน ซึ่งจะเป็นการเหนี่ยวนำ (shock induced heating) ความร้อนมาอุ่น และระเหยละอองน้ำมัน ช่วยให้การเผาไหม้ให้ดีขึ้นด้วย [4,5,7,15]



รูปที่ 1.1 สภาพของห้องทดสอบก่อนและหลังการ เกิด HSLFJ, K. Pianthong *et al.* [21]

ปัจจุบันมีแนวคิดในการบรรจุ หรือป้อน (charge) เชื้อเพลิงเหลวเข้าไปในกระบอกสูบของเครื่องยนต์แบบใหม่ที่เรียกว่า "Homogeneous charge compression ignition (HCCI)" ซึ่งถือว่าเป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับเครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน (internal combustion engine) และมีข้อดีหลาย

อย่างเช่น มลพิษของไอเสียที่ลดลง (โดยเฉพาะ NO_x และฝุ่นละออง (particulate) ลดลงเกิน 50%) และสามารถเผาไหม้ได้ดี ที่ช่วงเชื้อเพลิงในการเผาไหม้น้อย (lean combustion) ซึ่งจะทำให้ประหยัดน้ำมันได้มากกว่าการ charge น้ำมันเชื้อเพลิงแบบปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม HCCI ก็ยังมีปัญหาอีกมากที่จะต้องแก้ไข คือ การควบคุมการเผาไหม้ ให้ได้จังหวะที่แน่นอน และ การทำงานที่ภาระงานสูงสุดและภาระงานที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (operation at full load and suddenly varied load) HCCI ยังไม่สามารถทำงานได้ดี จึงยังไม่มีการนำมาใช้จริงในเครื่องยนต์ปัจจุบัน หากมองในแง่ของ HCCI แล้ว HSLFJ ก็คือการทำ HCCI แบบกลายๆ ผู้เสนอโครงการขอเรียกว่า Virtual HCCI (VHCCI) ซึ่งเป็นการนำข้อดีของ HCCI มาใช้โดยไม่จำเป็นต้องทำการดัดแปลงอุปกรณ์ และ ปรับปรุงทฤษฎีการเผาไหม้ใหม่ รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างของห้องทดสอบ (test chamber) ก่อนและหลังการ เกิด HSLFJ จะเห็นว่าเกิดละอองน้ำมันที่เป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) หากเกิดการป้อนเชื้อเพลิง (fuel charge) ลักษณะเช่นนี้ในกระบอกสูบ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ และคุณภาพของไอเสียจะดีขึ้นมาก

ดังนั้นโครงการนี้ จะมุ่งศึกษาคุณลักษณะของน้ำมันเชื้อเพลิงเหลว ที่ความเร็วสูง แรงดันหัวฉีดสูงๆ (เท่าที่ชุดทดลองจะทำได้, ประมาณ 2000 m/s) และที่ความเร็วสูงกว่าที่มีอยู่เครื่องยนต์จริงในปัจจุบัน เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบ หัวฉีด กระบอกสูบ และการเผาไหม้สำหรับเครื่องยนต์ในอนาคต โดยจะใช้วิธีการยิงลูกปืน ไปกระแทกน้ำมันที่อยู่ในหัวฉีด แล้วเกิดลำพุ่งเชื้อเพลิง ที่ความเร็วสูงมากๆ ซึ่งเครื่องยนต์ในปัจจุบันไม่สามารถทำได้ และเน้นที่การศึกษาคุณลักษณะของลำพุ่ง โดยใช้กล้องวิดีโอความเร็วสูง

<u>หมายเหตุ</u> ปัจจุบัน เครื่องยนต์ทุกรุ่น มีแนวโน้มที่จะใช้แรงดันและความเร็วของ Spray (หรือ jet) น้ำมัน สูงขึ้นเรื่อยๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สร้างชุดทดลองและอุปกรณ์พื้นฐาน สำหรับการศึกษา HSLFJ
2. ศึกษาพฤติกรรมและสมรรถนะของชุดทดลอง และปรับเทียบค่า ต่างๆ
3. ศึกษาคุณลักษณะพื้นฐานของ HSLFJ ที่เกิดจากการกำเนิดด้วย วิธี "projectile impact driven" กับหัวฉีดรูปร่างต่างๆ ที่แรงดันและความเร็วต่างๆ
4. ศึกษาการเกิดกำเนิดการเผาไหม้จากการเหนี่ยวนำของคลื่น ของน้ำมัน ดีเซล ที่สภาวะ อุณหภูมิและความดันต่ำ
5. วิเคราะห์ความเป็นไปได้และพัฒนาการนำ HSLFJ ไปสู่การใช้งานจริง
6. ได้ชุดยิงลูกปืน (launcher) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ กับการทดสอบที่เกี่ยวกับลำพุ่งความเร็วสูงที่แง่มุมอื่น

1.3 ขอบเขตของโครงงานวิจัย

1. สร้างชุดยิงลูกปืนที่มีความเร็วกระแทก อย่างน้อย 800 m/s และอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็น อื่นๆ
2. ทำการปรับเทียบ (calibration) เพื่อหากราฟสมรรถนะ (performance charts) ของชุดยิงลูกปืน เพื่อเป็นตัวแปรตั้งต้นในการทดลอง
3. ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะทั่วไป ของลำพุ่งเชื้อเพลิงที่ถูกสร้างด้วยวิธี "projectile impact method" ที่ความเร็วสูง และหัวฉีดรูปร่างต่างๆ โดยเน้นที่แรงดันและความเร็วลำพุ่งที่สูงกว่าเครื่องยนต์จริงเล็กน้อย เช่น 800-1200 m/s และใช้หัวฉีดที่คล้ายกับหัวฉีดในเครื่องยนต์มากขึ้น
4. การศึกษาคุณลักษณะของลำพุ่งใช้วิธีวัดความเร็ว ด้วยหลักการตัดแสงเลเซอร์ (laser beam interruption method) และถ่ายภาพด้วยกล้องวีดิโอความเร็วสูง (high-speed video camera)
5. วิเคราะห์ คุณลักษณะของลำพุ่ง และวิเคราะห์ ประเมิน และแนะแนวทางในการพัฒนา HSLFJ ไปสู่การใช้งานจริง

1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ
2. ศึกษาวิธีการออกแบบสร้างชุดกำเนิดลำพุ่งความเร็วสูงโดยวิธี "projectile impact driven method"
3. ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และปรับปรุง ชุดทดลองการกำเนิดลำพุ่งความเร็วสูง
4. ออกแบบ สร้างทดสอบ และ ปรับปรุง ชุดเครื่องวัดความเร็วของลูกปืนและลำพุ่งของเหลว โดยวิธี "Laser beam interruption method"
5. ออกแบบ สร้าง ทดสอบและปรับปรุง ชุดถ่ายภาพ (visualization) ด้วยวิธี shadowgraph
6. กำเนิดลำพุ่งเชื้อเพลิงความเร็วสูง วัดความเร็ว ถ่ายภาพโดยกล้องถ่ายภาพความเร็วสูง
7. วิเคราะห์และสรุปผล
8. เขียนรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลการศึกษาเกี่ยวกับลำพุ่งเชื้อเพลิงที่ความเร็วและความดันที่สูงกว่าปกติที่เครื่องยนต์ทำได้ เพื่อเป็นพื้นฐานการออกแบบเครื่องยนต์ในอนาคต
2. เป็นการศึกษาพื้นฐานเพื่อให้ข้อมูลแก่งานวิจัยอื่นที่เกี่ยวของ เช่น สถาบันหรือบริษัท ยานยนต์ต่างๆ และหน่วยงานค้นคว้าเกี่ยวกับเครื่องยนต์ SCRAMJET

3. เป็นการศึกษาเพื่อยืนยันและขยายผล จากทฤษฎีหรือสมมติฐาน ที่น่าจะเป็นจริงได้เกี่ยวกับการเผาไหม้ด้วยการเหนี่ยวนำจากคลื่นชอค์กของลำพุ่งความเร็วสูง
4. เป็นการศึกษาที่เป็นเทคนิคที่เฉพาะ (unique technique) และเป็นองค์ความรู้ใหม่ สามารถเป็นผลงานวิจัยระดับนานาชาติได้
5. หน่วยงานที่สนใจสามารถนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเกี่ยวกับการเผาไหม้ หน่วยงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับลำพุ่งความเร็วสูง