บทที่ 4

การดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัย ส่วนของการศึกษาและทดสอบสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ด้วยกัน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาคุณสมบัติของเครื่องบำบัดไอเสียแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Converter) , ส่วนที่สองเป็นการทดสอบหา สมรรถนะของเครื่องยนต์ เพื่อดูผลกระทบจากการติดตั้งเครื่องบำบัดไอเสีย และ ส่วนที่สามเป็นการทดสอบหาประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร

การศึกษาคุณสมบัติของเครื่องบำบัดมลสารแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

เครื่องบำบัดมลสารแบบใช้ตัวเร่งปฏิกิริยามีด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบ ออกซิเดชั่น (Oxidation Catalytic Converter) จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น คือ ออกซิเจนจะให้อิเล็กตรอนกับมลสาร มลสารที่บำบัดได้ในปฏิกิริยานี้ คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไฮโดรคาร์บอน (HC) กลายเป็น คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ (CO_2) และ น้ำ (H_2O)

2. เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบ 2 ชั้น (Dual-Bed Catalytic Converter) จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และรีดักชันกับมลสาร มลสารที่บำบัดได้ในปฏิกิริยานี้ คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ,ไฮโดรคาร์บอน (HC) และ อ๊อกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)] กลายเป็น คาร์บอนไดอ๊อกไซด์ (CO_2), น้ำ (H_2O), และไนโตรเจน (N_2)

3. เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบ 3 ทาง (Three-way Catalytic Converter) จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และรีดักชันกับมลสาร มลสารที่บำบัดได้ และผลิตภัณฑ์ในเครื่องนี้ เหมือนกับเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบ 2 ชั้น

จากการศึกษาคุณสมบัติของเครื่องปรับสภาพไอเสีย 3 ชนิด พบว่า เครื่องปรับสภาพไอเสียที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนเก่า ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์เป็นตัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง คือ เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน เพราะ

- เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบ 3 ทาง มีขีดจำกัดของอัตราส่วนผสมอากาศน้ำมันต้องอยู่ในช่วงทำปฏิกิริยากันพอดี (Stochiometric) และมีช่วงการใช้งานเปลี่ยนแปลงไม่เกิน± 0.05 ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ไม่สามารถทำได้

- เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบ 2 ชั้น เป็นตัวที่น่าสนใจในการบำบัดไอเสีย เพราะสามารถบำบัดออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ได้ แต่มีข้อเสียที่ต้องการส่วนผสมอากาศต่อน้ำมันเป็นส่วนผสมหนา จึงทำให้มีความสิ้นเปลืองการใช้น้ำมันสูง และข้อเสียอีกส่วน คือการเพิ่มอุปกรณ์ปั๊มลม ให้กับส่วนเบด(bed)ที่สองของปฏิกิริยา ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์เพิ่มเติม ดังนั้นการติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบ 2 ชั้น จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการเพิ่มอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายกับความสิ้นเปลืองน้ำมันสูง

- เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน มีข้อเสียที่ไม่สามารถบำบัดมลสารที่เป็นออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) แต่จากการสำรวจสภาวะอากาศของกองควบคุมมลพิษประจำปี พ.ศ. 2537 พบว่า ปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) มีปริมาณที่น้อยจึงไม่ได้ทำการวัดอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบ ออกซิเดชั่น จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสม เพราะสามารถบำบัดมลสาร CO และ HC ที่มีกฎหมายออกมาควบคุม, นอกจากนี้ ไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายกับปั๊มอากาศเสริม, และตัวอุปกรณ์มีราคาถูกกว่าประเภทอื่น ๆ

ตัวเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน (Oxidation Catalytic Converter) พบว่า มีโครงสร้างภายในอยู่ 2 แบบ คือ แบบ Monolith ซึ่งมีลักษณะเป็นรังผึ้ง และแบบ Pellet ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างภายในเป็นวัสดุทรงกลมเล็ก ๆ ที่บรรจุอยู่ในกล่องของอุปกรณ์บำบัดไอเสีย

จากการสำรวจงานวิจัยของ JR.Mondt (1987) พบว่า เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชันที่รูปร่างเท่ากัน แบบ Pellet จะบำบัดมลสารได้ดีกว่า แต่จะสูญเสียพลังงานกับความดันย้อนกลับมากด้วย ส่วนกรณีที่ให้การบำบัดและความดันย้อนกลับเท่ากัน แบบ Pellet จะมีรูปร่างที่ใหญ่กว่า และใช้เวลาเริ่มต้นทำปฏิกิริยา (light-off) มากกว่า ดังนั้นการเลือกโครงการภายในแบบ Monolith จึงมีส่วนดีในด้านแรงม้าที่สูญเสียจากแรงดันย้อนกลับน้อยกว่าและด้านปริมาตรที่มีขนาดเล็กกว่า

ผลสรุปการศึกษาข้างต้น ความเหมาะสมที่จะใช้อุปกรณ์บำบัดไอเสียในเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนที่ใช้ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์ คือ การใช้เครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชันที่มีโครงสร้างภายในเป็นแบบ Monolith

การทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์

เป็นการทดสอบหาค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของเครื่องยนต์ การทดสอบจะติดตั้งเครื่องยนต์บนชุดทดสอบไดนาโมมิเตอร์ สำหรับการวางท่อไอเสีย กรณีไม่ติดเครื่องปรับสภาพไอเสียจัดตามรูปที่ 4-1 ส่วนกรณีติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียจัดตามรูปที่ 4-2 และทำการทดสอบตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเดินเครื่องยนต์ที่ติดตั้งอยู่บนชุดทดสอบไดนาโมมิเตอร์
2. ปรับภาระของไดนาโมมิเตอร์ให้อยู่ในค่าต่ำสุด
3. เร่งเครื่องยนต์ให้ความเร็วของรอบอยู่ที่ 1000 rpm แล้วรอให้เครื่องยนต์อยู่ในสภาพคงที่
4. บันทึกค่าผลการทดลองดังนี้
   -ภาระที่อ่านได้จากไดนาโมมิเตอร์
   -เวลาที่เครื่องยนต์ใช้น้ำมันปริมาตร 50 cc
   -ความดันที่แตกต่างของอุปกรณ์วัดปริมาณความสิ้นเปลืองอากาศแบบใช้ความหนืด โดยอ่านค่าจากมาโนมิเตอร์
   -อุณหภูมิของไอเสียของและความดันที่แตกต่าง (back pressure) ที่ท่อไอเสีย
   -อุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น
   -อุณหภูมิห้องทดสอบ
5. เพิ่มภาระให้เครื่องยนต์ที่ละช่วงจนถึงภาระสูงสุด โดยแบ่งออกเป็นช่วง แต่ละภาระให้บันทึกผลตามข้อ 4
6. เมื่อจบการทดลองที่ความเร็วรอบที่กำหนด ปลดคันเร่งและภาระออก เพื่อดับเครื่องยนต์
7. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 1 ถึง 6 โดยเพิ่มความเร็วช่วงรอบทีละ 500 rpm เป็น 1500,2000,2500 และ 3000 rpm ตามลำดับ
8. นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้ มาคำนวณหา แรงบิด, กำลังม้าเบรค, ความสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะ, ความสิ้นเปลืองน้ำมันและอากาศ, อัตราส่วนผสมน้ำมัน-อากาศ, พลังงานที่ใส่เข้าในระบบ, และ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

9. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 ถึง8 ในกรณีติดตั้งเครื่องปรับสภาพไอเสียแบบออกซิเดชัน

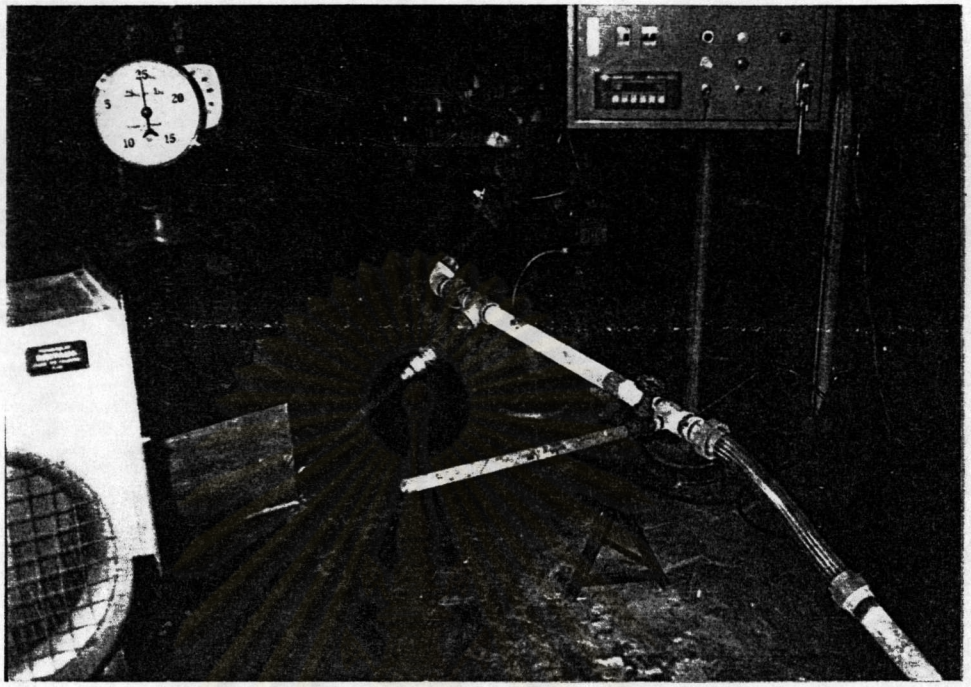
<u>การทดสอบหาประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร</u>

เป็นการหาประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร โดยบันทึกผลระหว่างช่วงการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ เพื่อหาสัดส่วนของมลสารที่ลดลงภายใต้สภาวะต่างๆ การทดสอบมีขั้นตอน ดังนี้

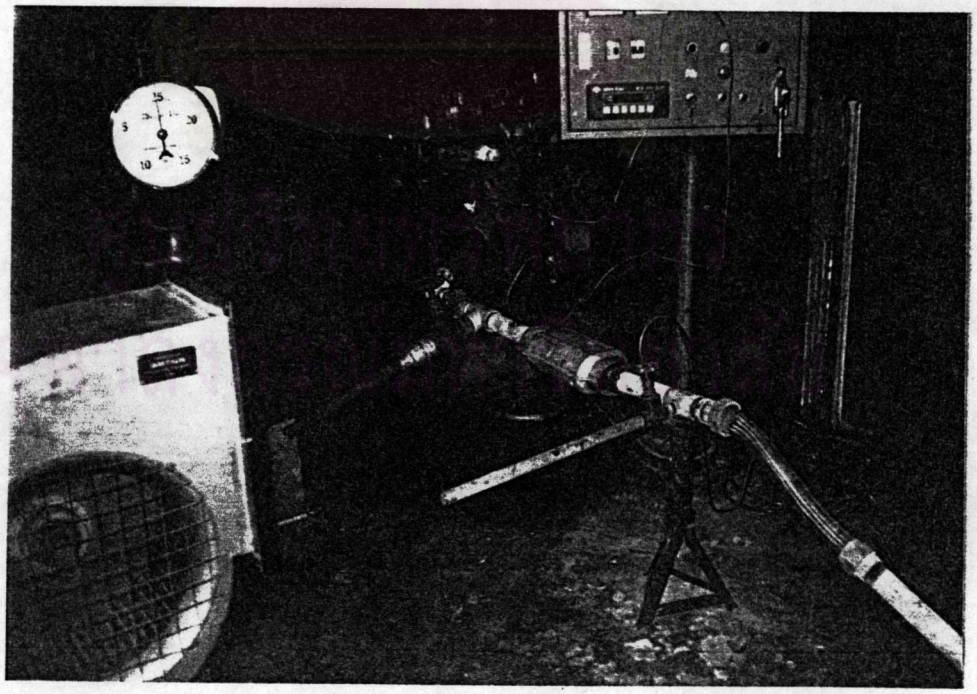
1. ให้เดินเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบ และภาระของเครื่องยนต์ ที่กำหนดในหัวข้อ การหาสมรรถนะเครื่องยนต์ ข้อ 3
2. รอให้สภาพของเครื่องยนต์คงที่
3. หลังจากการจดบันทึกในหัวข้อ การหาสมรรถนะเครื่องยนต์ ข้อ 4 ให้ทำการบันทึกเพิ่มเติม ดังนี้

   -อุณหภูมิของอุปกรณ์บำบัดไอเสียแบบออกซิเดชัน
   -ปริมาณ CO และ HC ที่ทางเข้าและออกจากอุปกรณ์บำบัดไอเสียแบบออกซิเดชัน
   -ความดันของไอเสียที่ทางเข้าและออก โดยอ่านค่าจากมาโนมิเตอร์
4. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-1 การทดลองกรณีไม่ติดตั้งอุปกรณ์บำบัดไอเสีย



รูปที่ 4-2 การทดลองกรณีติดตั้งอุปกรณ์บำบัดไอเสีย