บทที่ 1

บทนำ

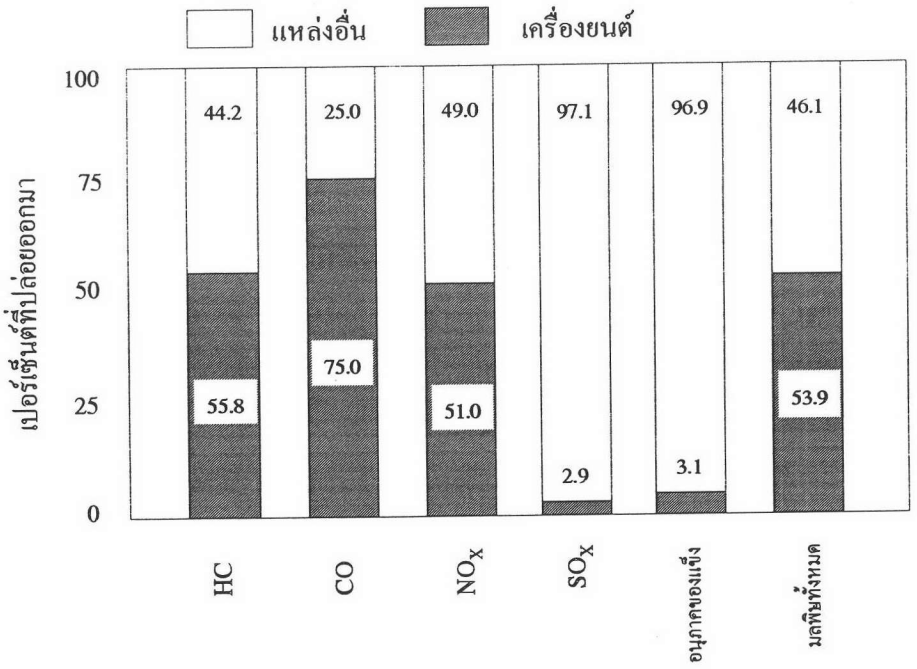
สภาพแวดล้อมของประเทศไทยอยู่ในขั้นวิกฤตที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างรีบด่วน โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร มลภาวะทางอากาศของกรุงเทพ ฯ นั้น ขณะนี้ติดอันดับ 1 ใน 5 ของโลกแล้ว[1] ความเป็นพิษในอากาศก็เพิ่มมากขึ้นทุกวัน ไม่ว่าจะเป็นไอเสียจากรถยนต์ การเผาไหม้ต่าง ๆ ควันพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งฝุ่นจากคอนกรีต และฝุ่นจากสีที่เสื่อมสภาพแล้ว สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนทำให้ความปลอดภัยในชีวิตความเป็นอยู่เริ่มลดน้อยลงเป็นลำดับอย่างที่ทุกคนอาจคาดไม่ถึง

มลภาวะทางอากาศมีหลายรูปแบบ มีทั้งเกิดภายในและภายนอกอาคาร แม้จะมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันไป แต่ความสามารถในการทำลายสภาพแวดล้อม และสุขภาพของมนุษย์ก็ไม่ได้ยิ่งหย่อนไปกว่ากันเท่าใดนัก ไม่ว่าจะเป็นแกสซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งเป็นแกสที่ไม่มีสี แต่มีฤทธิ์เป็นกรด เกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิง เมื่อรวมตัวกับละอองน้ำในบรรยากาศ จะก่อให้เกิดกรดซัลฟุริก แกสคาร์บอนมอนน็อคไซด์ (CO) อันเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ไม่สมบรูณ์ 2ใน3 ของสารพิษชนิดนี้เกิดจากการสันดาปที่ไม่สมบรูณ์ของเครื่องยนต์ แกสไนโตรเจน-ไดออกไซด์ (NO_2) เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูง เช่น จากรถยนต์ โรงไฟฟ้า และโรงงานอุตสาหกรรม อนุภาคต่าง ๆ (Particulates) เช่น ฝุ่นหรือของเหลวที่เกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน (HC) เบนซิน มีเทน และบิวเทน ซึ่งเกิดจากการสันดาปที่ไม่สมบรูณ์ของเชื้อเพลิงในรถยนต์ แกสโอโซน (O_3) ที่เป็นแกสที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยา มักพบในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ไฟฟ้าแรงสูง และบางส่วนก็มาจากยานพาหนะ และตะกั่ว (Lead) ซึ่งปล่อยออกมาจากรถยนต์ ที่ใช้น้ำมันที่มีตะกั่วเป็นตัวเพิ่มค่าออกเทน โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานสี สารต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วล้วนแต่เป็นอันตรายต่อร่างกายด้วยกันทั้งนั้น

ไม่ใช่เฉพาะมนุษย์เท่านั้นที่ได้รับอันตรายจากอากาศเป็นพิษ แม้กระทั่งพืชและสัตว์ก็พลอยได้รับอันตรายจากสารพิษไปด้วย ที่เห็นชัด ๆ ก็คือ ต้นไม้ข้างถนนที่เกือบจะทนความเป็นพิษของอากาศไม่ไหว บางต้นก็ทนไม่ได้ตายไปอย่างที่เห็น ต้นไหนยังพอทนได้ก็จะเคยเห็นว่าใบที่เคยเขียวกลับมีจุดดำ ๆ เกิดขึ้น มีเขม่าควันไอเสียเกาะจนแทบไม่เหลือพื้นที่ให้หายใจ

ควันไอเสียที่เกิดจากรถยนต์ โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ ๆ ที่มีปัญหาการจราจรติดขัด เนื่องจากการเพิ่มจำนวนรถยนต์ที่แล่นในท้องถนน เป็นปัญหาที่ยากต่อการแก้ไข และนับวันจะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่องนี้เป็นที่หนักใจของทางสาธารณสุข เพราะเกี่ยวข้องโดยตรงกับสุขภาพของประชาชน

เมื่อได้ทราบว่าสารพิษในอากาศที่เกิดอยู่ทุกวันนี้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลมาจากเครื่องยนต์ทั้งนั้น[3] (ดังแสดงในรูปที่ 1.1) ดังนั้น บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงพยายามหามาตรการต่าง ๆ เพื่อควบคุมแกสมลภาวะที่ปล่อยจากเครื่องยนต์ เช่น การเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมมลภาวะ ได้แก่ การติดตั้งเครื่องแปรสภาพแกสไอเสีย (Catalytic Convertor) เพื่อแปรสภาพแกส CO, NO_X และ HC ให้เป็นแกสที่ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์โดยตรง เช่น แกส CO_2 นอกจากนั้น ยังมีวิธีการ โดยปรับปรุงระบบการเผาไหม้, ออกแบบเครื่องยนต์ใหม่ หรือเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น



รูปที่ 1.1 เปอร์เซ็นต์สารพิษต่าง ๆ จากรถยนต์และแหล่งอื่น ๆ

นอกจากปัญหามลพิษทางอากาศแล้ว การเตรียมหาแหล่งพลังงานอื่นเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ก็เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นพลังงานที่ได้จากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ได้แก่ น้ำมันดิบ แกสธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการทับถมของพวกซากฟอสซิลเป็นเวลานานนับล้าน ๆ ปี ดังนั้น ถ้าปริมาณการใช้น้ำมันดิบมากกว่าปริมาณการเกิดขึ้นใหม่ของน้ำมันดิบ

ในที่สุดน้ำมันดิบก็จะหมดไป จะทำให้ขาดแคลนเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ ดังนั้น จึงควรมีการค้นคว้าหาแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงจากแหล่งปิโตรเลียมนี้ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงในอนาคต

จากการศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่สามารถนำมาทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงได้ ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์จากแกสธรรมชาติ เช่น CNG, LPG หรือผลิตภัณฑ์ประเภท แอลกอฮอล์ เช่น เมธิลแอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเชื้อเพลิงเหล่านั้นมาใช้กันแล้ว นอกจากนั้นยังมีเชื้อเพลิงไฮโดรเจนซึ่งเป็นเชื้อเพลิงอีกชนิดหนึ่งที่กำลังมีการศึกษาถึงความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในเครื่องยนต์

ไฮโดรเจน (H_2) เป็นธาตุที่ไม่มีส่วนประกอบของธาตุคาร์บอน (C) เมื่อเกิดการเผาไหม้จะไม่มีส่วนประกอบของคาร์บอนออกมาแต่จะได้น้ำเป็นส่วนประกอบหลัก ดังนั้นในแกสไอเสียจึงมีแกสพิษน้อยมาก จึงกล่าวได้ว่าไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด และเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถหมุนเวียนได้เนื่องจากสามารถผลิตได้จากน้ำ นอกจากนั้นไฮโดรเจนยังสามารถที่จะผลิตได้หลายวิธีได้แก่ กระบวนการผลิตทางเคมีหลายกระบวนการด้วยกัน และสามารถแยกได้จากน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ดังนั้นถ้าสามารถนำไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ได้จะสามารถแก้ปัญหามลภาวะทางอากาศและปัญหาการขาดแคลนพลังงานได้

การนำไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายในได้มีการศึกษาและวิจัยในหลายประเทศด้วยกัน เช่น ในปี คศ.1930 ประเทศเยอรมันนีเริ่มศึกษาระบบฉีดพ่นไฮโดรเจนลงในกระบอกสูบ โดย R.A.Erren และในปี คศ. 1946 Ochmichen ได้พัฒนาประสิทธิภาพระบบหัวฉีดของ R.A.Erren ทำให้แรงดันในการฉีดเพิ่มขึ้น ทำให้เครื่องยนต์มีกำลังสูงขึ้นและสามารถแก้ปัญหา Pre-ignition และ Flashback ได้ ในปัจจุบันการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเชื้อเพลิงไฮโดรเจนในประเทศเยอรมันนีมีความก้าวหน้าไปอย่างมาก บริษัทรถยนต์ใหญ่ ๆ เช่น BENZ, BMW สามารถผลิตรถยนต์ต้นแบบที่ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงได้ และยังทำการพัฒนาเพื่อผลิตออกมาใช้งานต่อไป

ในประเทศสหรัฐอเมริกา N.E.Morgan แห่ง NASA ได้ทำการคิดค้นเครื่องยนต์ที่ใช้ไฮโดรเจนเหลวและออกซิเจนเหลวที่มีกำลัง 3 กิโลวัตต์ เพื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์ที่ดวงจันทร์ แต่ออกซิเจนเหลวนี้จะกัดเนื้อโลหะทำให้สึกกร่อนเร็ว จึงไม่สามารถนำไปใช้ได้ แต่การทดลอง

ของ Morgan นับว่าเป็นการเริ่มใช้ไฮโดรเจนเหลวเป็นครั้งแรก ต่อมาในปี คศ. 1972 ที่ UCLA (University of California Los Angeles) สามารถผลิตรถยนต์ที่ใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงได้สำเร็จ และในปี คศ. 1974 Prof. Wan Boston จาก UCLA ก็สามารถผลิตรถยนต์ซึ่งใช้ไฮโดรเจนเหลวเป็นเชื้อเพลิงได้สำเร็จเช่นกัน และก็ยังทำการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง

ในส่วนของประเทศญี่ปุ่น ในปี คศ. 1970 Prof. Furuhama เป็นผู้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับเครื่องยนต์ไฮโดรเจน และก็ทำการวิจัยอย่างต่อเนื่อง จนถึงปัจจุบันสามารถทดลองรถยนต์ซึ่งใช้ทั้งแกสไฮโดรเจนและไฮโดรเจนเหลวเป็นเชื้อเพลิงได้ และในปัจจุบัน Prof. Furuhama ก็ยังคงพัฒนาเครื่องยนต์ไฮโดรเจนต่อไป โดยเฉพาะในเรื่องของการสันดาปของไฮโดรเจน เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

สำหรับในประเทศไทยนั้น ในปี พ.ศ. 2539 คุณวัชระ ลอยสมุทร ได้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับเครื่องยนต์ไฮโดรเจนในเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว แบบใช้หัวฉีดแกสไฮโดรเจน ได้เป็นผลสำเร็จ โดยใช้แรงดันในการฉีดแกสเท่ากับ 35 บาร์ เครื่องยนต์มีกำลังขาออกสูงสุดเท่ากับ 4.46 กิโลวัตต์ ที่ 2000 รอบต่อนาที และมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะต่ำสุดเท่ากับ 0.12 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง[5]

จากข้อมูลที่กล่าวมาในเบื้องต้น จะเห็นว่า การนำไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้น ได้มีการศึกษาวิจัยมาจนกระทั่งปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะทุกคนต่างตระหนักดีว่าหากสามารถนำไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้สำเร็จจะไม่ต้องกังวนเกี่ยวกับเรื่องเชื้อเพลิงที่จะหมดไปจากโลกนี้ ดังนั้นถ้าสามารถออกแบบเครื่องยนต์ไฮโดรเจนให้มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพและสามารถผลิตไฮโดรเจนเพื่อจำหน่ายในราคาถูกและมีระบบการจัดเก็บอย่างปลอดภัย จะทำให้มีการใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนกันมากขึ้น ดังนั้นจึงควระมีการทดลองวิจัยและพัฒนาการนำเชื้อเพลิงไฮโดรเจนมาใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายในต่อไป

วัตถุประสงค์

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการประยุกต์ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน มีวัตถุประสงค์ คือ

1. ดัดแปลงเครื่องยนต์แกสโซลีนแบบใช้คาร์บูเรเตอร์ จำนวน 4 สูบ เพื่อให้สามารถใช้แกสไฮโดรเจนแทนน้ำมันเบนซินได้

2. ศึกษาพื้นฐานการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง

3. เปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้แกสไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงกับครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง

ขอบเขตและวิธีการศึกษา

การนำแกสไฮโดรเจนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์แกสโซลีนในครั้งนี้จะต้องทำการดัดแปลงระบบบรรจุส่วนผสมระหว่างอากาศกับแกสไฮโดรเจนเข้าเครื่องยนต์แกสโซลีนนี้เพื่อให้สามารถใช้กับแกสไฮโดรเจนได้ เพราะว่าระบบบรรจุส่วนผสมไอดีนี้มีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์ไฮโดรเจน โดยอาจทำให้เกิด Pre-ignition, Flashback และ Combustion knock[8] ที่มีผลต่อกำลังของเครื่องยนต์ เหตุที่ต้องทำการดัดแปลงระบบเชื้อเพลิงนี้เนื่องจากน้ำมันเบนซินกับแกสไฮโดรเจนนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีแตกต่างกัน (ดูตารางที่ ง-1) ซึ่งระบบบรรจุส่วนผสมไอดีของเครื่องยนต์แกสโซลีนนั้นจะจ่ายน้ำมันเบนซินที่มีสถานะเป็นของเหลวเข้าไปผสมกับอากาศที่คาร์บูเรเตอร์ก่อนแล้วจ่ายเข้าสู่กระบอกสูบของเครื่องยนต์ โดยในระบบจะประกอบด้วย ถังบรรจุน้ำมัน, ท่อส่งน้ำมัน, ปั๊มน้ำมัน และคาร์บูเรเตอร์ ส่วนระบบบรรจุส่วนผสมไอดีของเครื่องยนต์ไฮโดรเจนจะจ่ายไฮโดรเจนที่มีสถานะเป็นแกสเข้าไปผสมกับอากาศโดยอุปกรณ์ในระบบจะต้องมีการออกแบบเป็นพิเศษ เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบเครื่องยนต์แกสโซลีนนี้จะไม่มีอุปกรณ์สำหรับป้องกันเปลวไฟย้อนกลับ(Flashback)มาในระบบจ่ายเชื้อเพลิงแต่สำหรับเครื่องยนต์ไฮโดรเจนนั้น ต้องคำนึงถึงระบบความปลอดภัยนี้ด้วย เพราะแกสไฮโดรเจนมีความหนาแน่นน้อยมาก ทำให้รั่วซึมได้ง่าย, มีความสามารถในการติดไฟสูง และเครื่องยนต์ไฮโดรเจนเองจะเกิด Flashback ได้ง่ายเนื่องจากคุณสมบัติของมัน ดังนั้นถ้าไม่มีระบบป้องกัน Flashback แล้วอาจทำให้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เปลวไฟที่เกิดจากการ Flashback ของเครื่องยนต์ไหลย้อนเข้าไปในท่อส่งแกสไฮโดรเจนได้ และถ้าไหลเข้าไปถึงถังเก็บแกสจะทำให้เกิดการระเบิดขึ้นได้ ดังนั้นระบบบรรจุส่วนผสมไอดีของเครื่องยนต์ไฮโดรเจนจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกัน Flashback พร้อมนั้นยังต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับปิด-เปิดการจ่ายแกสที่สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วด้วย

โดยทั่วไปแล้วระบบบรรจุส่วนผสมอากาศกับแกสไฮโดรเจน สามารถทำได้เป็น 2 วิธี [7][8] คือ ระบบบรรจุส่วนผสมอากาศกับแกสไฮโดรเจนแบบผสมภายนอก (External mixture formation) คือ จะมีการผสมอากาศกับแกสไฮโดรเจนที่ท่อร่วมไอดีก่อนที่จะไหลเข้าสู่กระบอกสูบของเครื่องยนต์ และระบบบรรจุส่วนผสมอากาศกับแกสไฮโดรเจนแบบผสมภายใน (Internal mixture formation) คือ จะมีการผสมอากาศกับแกสไฮโดรเจนภายในห้องเผาไหม้

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้เครื่องยนต์ที่เป็นแบบ Startified charge spark ignition engine[6] ซึ่งจากโครงสร้างของเครื่องยนต์ที่เป็นแบบนี้ทำให้สามารถดัดแปลงระบบบรรจุส่วนผสมอากาศกับแกสไฮโดรเจนได้ทั้งภายในและภายนอกกระบอกสูบดังนั้นทำให้สามารถเปรียบเทียบผลของทั้ง 2 วิธี เพื่อสามารถเลือกวิธีที่ดีที่สุดไปใช้งานได้ ซึ่งการดัดแปลงวิธีการผสมไอดีแบบภายในนั้นค่อนข้างยุ่งยากกว่าการผสมไอดีแบบภายนอก แต่โดยทั่วไปแล้วการผสมแบบภายในจะให้ประสิทธิภาพดีกว่า เนื่องจากจะไม่เกิด Flashback ของเครื่องยนต์ สำหรับวิธีการดัดแปลงระบบบรรจุเชื้อเพลิงนั้นจะกล่าวถึงในหัวข้อการดัดแปลงในบทที่ 3

เมื่อทำการดัดแปลงระบบบรรจุอากาศกับแกสไฮโดรเจนเข้าเครื่องยนต์ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ไฮโดรเจนเพื่อนำผลไปเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง สำหรับการทดสอบเครื่องยนต์ไฮโดรเจน จะทำการปรับองศาการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ไปที่ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อดูผลว่าที่องศาการจุดระเบิดใดที่ให้สมรรถนะเครื่องยนต์สูงที่สุด เนื่องจากองศาการจุดระเบิดมีผลต่อการเผาไหม้โดยตรงที่อาจทำให้เกิด Pre-ignition, Flashback และ Combustion knock ได้ โดยจะมีผลทำให้กำลังของเครื่องยนต์ต่ำลง

ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสรุปผลการทดสอบโดย จะเปรียบเทียบสมรรถนะและวิเคราะห์ไอเสียของเครื่องยนต์แกสโซลีนกับเครื่องยนต์ไฮโดรเจนโดยที่เครื่องยนต์ไฮโดรเจนจะนำเสนอวิธี

การบรรจุส่วนผสมที่ดีที่สุด ที่ตำแหน่งองศาการจุดระเบิดต่าง ๆ ที่ทำให้กำลังของเครื่องยนต์สูงที่สุด หลังจากนั้นจะสรุปผลการทดลองและเสนอแนวทางการศึกษาขั้นต่อไป

จากขอบเขตของการศึกษาขั้นต้น สามารถสรุปขั้นตอนการศึกษาและการทดลองได้ดังนี้ คือ

1. ปรับแต่งเครื่องยนต์แกสโซลีนตามคู่มือของเครื่องยนต์เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทดสอบสมรรถนะของเครื่องแกสโซลีนที่ตำแหน่งปีผีเสื้อเปิดกว้างสุดเพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น กำลัง, แรงบิด, ประสิทธิภาพเชิงความร้อน, ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ, วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น, อุณหภูมิแกสไอเสีย, วัดค่าอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิง, และวัดปริมาณแกสไอเสีย

3. ดัดแปลงเครื่องยนต์แกสโซลีน เพื่อใช้กับแกสไฮโดรเจน โดยดัดแปลงระบบจ่ายเชื้อเพลิงทั้งสองวิธี คือ ระบบการบรรจุส่วนผสมไอดีแบบผสมภายนอกกระบอกสูบ และระบบการบรรจุส่วนผสมไอดีแบบผสมภายในกระบอกสูบ

4. ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ไฮโดรเจน จะเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่นเดียวกับเครื่องยนต์แกสโซลีน โดยในขณะทำการทดสอบจะทำการปรับปริมาณอากาศต่อเชื้อเพลิงให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างเต็มกำลัง พร้อมกับปรับองศาการจุดระเบิดไปในตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องยนต์มีกำลังออกขาออกมากที่สุด

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางในการดัดแปลงเครื่องยนต์แกสโซลีนมาใช้กับเชื้อเพลิงไฮโดรเจน

2. เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน