บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบัน ปัญหาทางด้านมลพิษและพลังงาน เป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกต่างกำลังมุ่งหาวิธีแก้ไข การหาแหล่งพลังงานทดแทนพลังงานจากน้ำมันและก๊าซธรรมชาติที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และสามารถหาได้ง่าย จึงเป็นสิ่งสำคัญในอนาคต เนื่องจากแหล่งพลังงานที่มนุษย์ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ส่วนมากเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดสิ้นไป นอกจากนี้กระบวนการในการเปลี่ยนรูปพลังงานต่างๆ ให้มาอยู่ในรูปของพลังงานที่มนุษย์ต้องการก็จะก่อให้เกิดมลพิษขึ้นด้วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก

ไฮโดรเจนนับเป็นแหล่งพลังงานในรูปแบบหนึ่ง ซึ่งจัดเป็นพลังงานที่มีความสะอาดสูง เนื่องจากในกระบวนการนำมาใช้จะไม่ก่อให้เกิดมลพิษขึ้น แต่การใช้พลังงานจากไฮโดรเจนก็มีข้อจำกัดอยู่ด้วยเช่นกัน ทั้งในเรื่องของการผลิตไฮโดรเจนทำได้หลายวิธี เช่น การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นต้น รวมทั้งการจัดเก็บ และการนำไปใช้ ซึ่งต้องอาศัยกรรมวิธีพิเศษที่อาจยังไม่มีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับการใช้งานในปัจจุบัน เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจน สามารถหาได้ง่ายในธรรมชาติ ดังนั้นจึงถูกพิจารณาเป็นแหล่งพลังงานได้ดีกว่าแหล่งพลังงานอื่น แต่การศึกษาแนวทางการใช้พลังงานจากไฮโดรเจนนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เมื่อเกิดการขาดแคลนพลังงานจากแหล่งพลังงานในปัจจุบัน

การกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนสามารถกักเก็บได้หลายวิธี ได้แก่ ในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สำหรับการประยุกต์ใช้ก๊าซไฮโดรเจนสำหรับยานพาหนะ ในปัจจุบันนี้ต้องการบรรจุในยานพาหนะที่ทำให้น้ำหนักเบา ขนาดกะทัดรัด ปลอดภัยและประหยัด ก่อนหน้านี้ได้มีการหาวิธีการที่จะกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนสำหรับยานพาหนะ เพื่อประยุกต์ใช้ในงานของเครื่องยนต์สันดาปภายในโดยเทคโนโลยีการกักเก็บหลายวิธีด้วยกัน มีวิธีการกักเก็บวิธีหนึ่งที่น่าสนใจเหมาะสมที่สุดสำหรับยานพาหนะที่มีขนาดกะทัดรัด และปลอดภัย นั่นคือการกักเก็บไฮโดรเจนแบบเมทัลไฮไดรด์ (Metal Hydride)

เมทัลไฮไดรด์แบบกึ่งโลหะกับโลหะจำพวก rare earth metal มีคุณค่าทางการนำไปใช้ โดยทั่วไป สารประกอบแบบกึ่งโลหะที่มีคุณภาพสูงจะเหมาะสำหรับทางด้านการค้า เช่น ผลิตภัณฑ์

ของบริษัท Inc. U.S.A. Aldrich Chemicals Co. (HY-STOR 101-302) ประเทศสหรัฐอเมริกา และกลุ่ม Hydrology จากบริษัท GFE (Gesellchaft for Elektrometallurgie) ประเทศเยอรมัน

การนำเมทรัลไฮไดรด์มาใช้ในงานการกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนเริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1967 และในปี ค.ศ. 1974 มีเมทัลไฮไดรด์สำหรับยานพาหนะถูกนำมาทดสอบเป็นจำนวนมาก ยานพาหนะเบื้องต้นใช้กับรถยนต์ รถบัส โฟร์คลิฟท์ รถบรรทุก และรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก [10]

ผลงานที่ประสบความสำเร็จของการใช้เชื้อเพลิงก๊าซไฮโดรเจน ในการทดลองของ Miata [10] ปี 1993 ใช้กับเครื่องยนต์แบบโรตารี่ (rotary engine) สามารถผลิตกำลังงานได้เทียบเท่ากับรถยนต์ขนาด 1,600 cc 4 กระบอกสูบ ปกตินิยมใช้กับรถแข่ง (Sport Car) ระบบเชื้อเพลิงประกอบด้วยท่อไฮไดรด์บรรจุอยู่ภายในกองเรียงเป็นแถวแบบอนุกรม ภายในแต่ละท่อที่มีเมทัลไฮไดรด์บรรจุอยู่และท่อต่าง ๆ ถูกระบายความร้อนและทำให้ร้อนด้วยน้ำ [10] (Strickland, 1978) การออกแบบถังกักเก็บเมทัลไฮไดรด์ $LaNi_5$ ถูกวางแผนสำหรับแผงโซลาร์ของซันโย (Sanyo-Solar) และรถยนต์เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Car) ที่ประกอบด้วยถังกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนขนาด 300 ลิตร (Hydrogen Today, 1993)

ตารางที่ 1.1. แสดงการเปรียบเทียบระบบเก็บเชื้อเพลิงไฮไดรด์ของรถยนต์

Vehicle	Characteristics of the Energy Storage System			Amount of H2 Stored		Energy Density of the Complete System	
	Volume (liter)	Alloy	W1 (kg)	Wt (kg)	Energy (MJ)	MJ/kg	MJ/l
MB 310 Van	170	TiV Mn Ti Fe	568	6.0	848	1.492	4.988
Station Wagon	135	TiCr Mn Mg	365	5.0	705.7	1.933	5.227
Volga-5 Seat	-	LaNi5	180	2.5	353.4	1.962	-
Forklift	130	LaNi5	450	3.4	478.9	1.064	3.683
Minibus	550	Fe Mn Ti	113	1.57	222.6	1.969	0.405
Jeep	250	Fe Mn Ti	90	0.68	97	1.078	0.388
Pick-up Truck	190 144	Fe Mn Ti Fe Ti	433 563	5.0 5.44	705.7 766.8	1.629 1.362	3.713 5.321

ในประเทศเยอรมัน ปี ค.ศ. 1989 ได้ศึกษาและวิจัยก๊าซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ โดย T. Petkov, T. N. Veziroglu and J. W. Sheffield [7] ของบริษัท GFE ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับชนิดของเมทัลไฮไดรด์ และถังเก็บเชื้อเพลิงกับรถยนต์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาและวิจัยของ Lutz Fischer [6] ในปี ค.ศ. 1999 ศึกษาเกี่ยวกับเมทัลไฮไดรด์ที่ใช้ในการเก็บก๊าซไฮโดรเจน รวมทั้งการออกแบบสร้างหน่วยถังเก็บเมทัลไฮไดรด์

สำหรับในประเทศไทย การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา เป็นการศึกษาถังเก็บก๊าซไฮโดรเจนในรูปของถังความดันสูง ในปี พ.ศ. 2539 คุณขวัญชัย จ้อยเจริญได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาบ่ภายใน โดยใช้ไฮโดรเจนจากถังเก็บความดันสูงได้เป็นผลสำเร็จ [4] เมื่อเชื้อเพลิงไฮโดรเจนหมดก็ต้องเปลี่ยนถังใหม่ การเปลี่ยนถังนั้นใช้เวลา และไม่สะดวกในการเติมเชื้อเพลิงไฮโดรเจนได้เช่นเดียวกับรถยนต์ปกติ อีกทั้งถังบรรจุก๊าซไฮโดรเจนแบบความดันสูงไม่สะดวกในการขนย้าย และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้น จึงได้พัฒนาเทคนิคการเก็บก๊าซไฮโดรเจนเป็นแบบถังเก็บเมทัลไฮไดรด์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทำให้รถยนต์ไฮโดรเจนในงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพสูงทัดเทียมกับรถยนต์ไฮโดรเจนในต่างประเทศ

มีการศึกษาเกี่ยวกับก๊าซไฮโดรเจนใช้กับยานพาหนะ โดยอาจารย์ฉัตรชัย หงษ์อุเทน ในปี พ.ศ. 2536 [2] ทำการศึกษาการใช้พลังงานไฮโดรเจน และในปี พ.ศ. 2538 [3] ทำการศึกษาการดัดแปลงใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนกับยานพาหนะ โดยมีลูกเบี้ยวควบคุมปริมาณการไหลของไฮโดรเจนเข้าผสมกับอากาศที่คาร์บูเรเตอร์ ก่อนเข้าห้องเผาไหม้ได้เป็นผลสำเร็จ

วัตถุประสงค์

การศึกษากระบวนการเก็บและปล่อยก๊าซไฮโดรเจนจากถังเมทัลไฮไดรด์ สำหรับใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ศึกษาเทคนิคการจัดเก็บและปล่อยก๊าซไฮโดรเจนจากถังเมทัลไฮไดรด์ สำหรับใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน

2. ติดตั้งระบบเชื้อเพลิงไฮโดรเจนแบบเมทัลไฮไดรด์ แทนที่ระบบเชื้อเพลิงไฮโดรเจนจากถังเก็บความดันสูง

3. ทำการศึกษา และเปรียบเทียบสมรรถนะของถังเก็บเชื้อเพลิงไฮโดรเจนในรูปเมทัลไฮไดรด์ สำหรับใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายในกับรถยนต์ทดสอบ

4. เพื่อเสริมสร้างความรู้ในด้านการใช้พลังงานทดแทนประเภทก๊าซไฮโดรเจน ในกรณีที่พลังงานเชื้อเพลิงชนิดอื่นลดน้อยลงไป

ขอบเขตและขั้นตอนการศึกษา

ศึกษาชนิดของอัลลอย (alloy) ที่ใช้ในการเก็บ-ปล่อยก๊าซไฮโดรเจน ที่สามารถใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน ตัวแปรตามคือ ความดันและความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจน ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง ใช้ความดันเท่าใด เมื่อมีการถ่ายเทผ่านตัวกลางคือน้ำ ใช้เวลานานเท่าใดในการใช้หรือบรรจุ, ความดันขาออกเท่าใด, Flow Rate ของก๊าซไฮโดรเจนเป็นเท่าใด เป็นต้น

จากนั้นศึกษาอุปกรณ์ถังเก็บเมทัลไฮไดรด์ ทำการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงไฮโดรเจนถังเก็บเมทัลไฮไดรด์กับเครื่องยนต์ โดยคำนึงถึงความสะดวกและง่ายต่อการบรรจุก๊าซไฮโดรเจน รวมทั้งการนำก๊าซไฮโดรเจนมาใช้งาน สำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน บริเวณกระบะด้านหลัง เพื่อความปลอดภัยในกรณีก๊าซไฮโดรเจนรั่วออกจากถัง

เมื่อติดตั้งระบบเชื้อเพลิงไฮโดรเจนแบบเมทัลไฮไดรด์ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย จากนั้นจะทำทดสอบสมรรถนะของถังเก็บเมทัลไฮไดรด์ รวมทั้งการวัดค่าความดันของการใช้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และการบรรจุก๊าซไฮโดรเจนเทียบกับเวลาที่ใช้ก๊าซไฮโดรเจน วัดค่าพลังงานความร้อนที่นำเข้าหรือถ่ายเทออกจากถังโดยการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน

วิเคราะห์ปัญหาด้านความปลอดภัย หากมีการรั่วก็สามารถระบายหรือทำให้เจือจางได้โดยเลือกตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ถังเก็บก๊าซไฮโดรเจนในรูปเมทัลไฮไดรด์ไว้ที่เหมาะสม เช่น บริเวณกระบะด้านหลังของรถยนต์ทดสอบ หลังจากนั้นจะสรุปผลการทดลอง

จากขอบเขตของการศึกษาขั้นต้น สามารถสรุปขั้นตอนการศึกษาและการทดลองได้ ดังนี้

1. ติดตั้งอุปกรณ์ถังเก็บก๊าซไฮโดรเจนแบบเมทัลไฮไดรด์กับเครื่องยนต์ บริเวณกระบะด้านหลัง แทนที่ถังเก็บความดันสูง

2. ทดสอบหาสมรรถนะของถังเก็บเมทัลไฮไดรด์ สำหรับการเก็บและปล่อยก๊าซไฮโดรเจนจากถังเก็บเมทัลไฮไดรด์กับเครื่องยนต์

3. สรุปและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยเรื่องการศึกษากระบวนการเก็บ และปล่อยก๊าซไฮโดรเจนจากถังเมทัลไฮไดรด์ สำหรับใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายใน นั่นคือ ช่วยส่งเสริมให้เกิดความรู้ ความเข้าเกี่ยวกับขบวนการเก็บและใช้ก๊าซไฮโดรเจนจากถังเมทัลไฮไดรด์ สำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน และสามารถใช้งานได้จริงบนท้องถนน รวมทั้งได้ขยายความรู้ด้านการออกแบบถังเก็บก๊าซไฮโดรเจนแบบเมทัลไฮไดรด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้ทำงานวิจัยนี้ได้มีประสบการณ์ในการวิเคราะห์ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างรอบคอบ และปลอดภัย ในกรณีที่เกิดปัญหาไม่ว่าโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม