บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

เป็นที่ทราบกันดีว่าในปัจจุบันทั่วโลกประสบปัญหาสถานการณ์วิกฤติด้านพลังงาน เนื่องจากพลังงานที่ใช้มีปริมาณน้อยลง และจะหมดลงในเวลาอันใกล้หากไม่มีการพบแหล่งพลังงานใหม่ นอกจากนี้ ราคาของพลังงานยังสูงค่าเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าหรือใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งเป็นการลดการใช้พลังงานนั่นเอง นอกจากปัญหาข้างต้นแล้ว ปัญหาโลกร้อนก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ทั่วโลกให้ความสนใจ และเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานโดยตรงซึ่งเกิดจากการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ (CO_2) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ก๊าซเรือนกระจก เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นก๊าซที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไม่ว่าจะเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลหรือเชื้อเพลิงปิโตเลียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตเลียมซึ่งมีการใช้อย่างกว้างขวาง เป็นสาเหตุหลักของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ดังนั้นหากใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ นอกจากจะสามารถลดปัญหาด้านวิกฤตพลังงานแล้วยังช่วยลดปัญหาโลกร้อนที่ประสบอยู่ในปัจจุบันอีกด้วย

ตารางที่ 1.1 การจัดหาและความต้องการการใช้แก๊สแอลพีจีของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552-2554 [1]

หน่วย : พันตัน

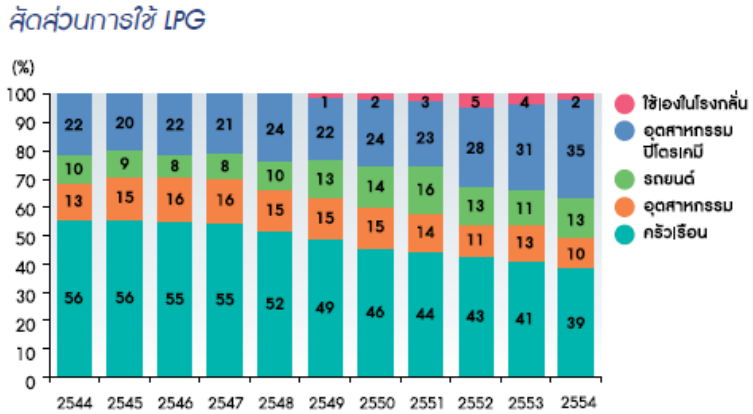
สาขา	2552	2553	2554	เปลี่ยนแปลง (%)	
				2553	2554
การจัดหา	**5,217**	**6,004**	**6,936**	**15.1**	**15.5**
- การผลิต	4,463	4,412	5,499	-1.1	24.6
โรงแยกก๊าซ	2,695	2,676	3,508	-0.7	31.1
โรงกลั่นน้ำมัน	1,766	1,726	1,992	-2.3	15.4
อื่น ๆ	2	10	-	371.7	-
- การนำเข้า	753	1,591	1,437	111.3	-9.7
ความต้องการ	**5,223**	**5,968**	**6,860**	**14.3**	**15.0**
- การใช้	5,208	5,943	6,844	14.1	15.2
ครัวเรือน	2,231	2,435	2,656	9.2	9.1
อุตสาหกรรม	593	778	718	31.3	-7.8
รถยนต์	666	680	920	2.1	35.3
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	1,478	1,837	2,420	24.3	31.7
ใช้เอง	240	213	131	-11.5	-38.5
- การส่งออก	15	25	16	63.3	-34.6

จากสถิติการใช้พลังงานของกระทรวงพลังงาน [1] พบว่า ประเทศไทยมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตเลียมอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะ แก๊สปิโตรเลียมเหลว หรือ

แอลพีจี (Liquefied Petroleum Gas, LPG) ที่เป็นส่วนผสมของโปรเพน (Propane) และบิวเทน (Butane) หรือเป็นอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้ ด้วยเหตุผลที่ว่าแก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด เผาไหม้ได้สมบูรณ์และสะดวกต่อการใช้งานจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน ร้านอาหาร อุตสาหกรรม รถยนต์ และอื่นๆ จากตารางที่ 1 แสดงการจัดหาและความต้องการการใช้แก๊สแอลพีจีของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552-2554 พบว่า ในปี 2554 มีการใช้ LPG อยู่ที่ระดับ 6,844 พันตัน เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 15.2 โดยภาคครัวเรือนซึ่งมีการใช้เป็นสัดส่วนสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39 ของปริมาณการใช้ทั้งหมด มีการใช้เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.1 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน รองลงมาคือ การใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 35 มีการใช้เพิ่มขึ้นร้อยละ 31.7 ตามการขยายตัวของธุรกิจปิโตรเคมี ส่วนการใช้ในรถยนต์คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 13 มีการใช้เพิ่มขึ้นร้อยละ 35.3 ในขณะที่การใช้ในภาคอุตสาหกรรมซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 10 มีการใช้ลดลงร้อยละ 7.8 เนื่องจากรัฐบาลได้ประกาศปรับขึ้นราคาขายปลีกแก๊สแอลพีจีในภาคอุตสาหกรรมไตรมาสละ 1 ครั้ง ครั้งละ 3 บาทต่อกิโลกรัม โดยเริ่มปรับขึ้นตั้งแต่วันที่ 19 กรกฎาคม 2554 และจากรูปที่ 1 แสดงปริมาณการใช้แก๊สแอลพีจีของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544-2554 พบว่า ภาคครัวเรือนจะเป็นภาคส่วนที่ใช้แก๊สแอลพีในอัตราส่วนที่สูงที่สุดของทุกปี ถึงแม้ว่าภาคขนส่งหรือรถยนต์จะมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นทุกๆ ปีก็ตาม ดังนั้นหากต้องการลดการใช้แก๊สแอลพีจีในประเทศไทย ภาคครัวเรือนจึงควรได้รับความสนใจก่อนเป็นอันดับแรก ซึ่งหากสามารถลดการใช้แก๊สแอลพีจีในภาคครัวเรือนได้แค่เพียง 1% จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายของแก๊สแอลพีจีเป็นจำนวนเงินกว่า 630 ล้านบาท (คิดที่ kg ละ 24 บาท)

ซึ่งจากปัญหาวิกฤตด้านพลังงานงานดังกล่าวข้างต้น ก็ส่งผลกระทบต่อแก๊สแอลพีจีเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมร้านอาหารที่ต้องใช้เตาแก๊สหุงต้มเป็นแหล่งให้ความร้อน เนื่องจากลักษณะของเปลวไฟของเตาแก๊สหุงต้มที่ใช้เป็นแบบพุ่งชน (Impinging flame jet) ซึ่งจะให้อัตราการถ่ายเทความร้อนที่สูง [2] ดังนั้นต้องใช้ปริมาณแก๊สแอลพีจีค่อนข้างมาก แต่เตาแก๊สหุงต้มที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นมีการเผาไหม้ในลักษณะเปิด จึงไม่สามารถนำความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้มาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ เพราะว่าการถ่ายเทความร้อนจากเปลวไฟไปยังภาชนะถูกจำกัดโดยการพาความร้อน (Convection) เป็นส่วนใหญ่ ทั้งยังมีการสูญเสียความร้อนเป็นจำนวนมากไปกับแก๊สไอเสียโดยการพาความร้อน (Convection) และสูญเสียความพลังงานความร้อนของเปลวไฟจากการแผ่รังสีความร้อน (radiation) อีกด้วย จึงทำให้เตาแก๊สหุงต้มที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดไม่เกินร้อยละ 56 [3] (มาตรฐานฉลากเบอร์ 5 ของกระทรวงพลังงาน ระบุประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สต้องสูงกว่าร้อยละ 55 [1]) ซึ่งถือว่ายังไม่สูงเท่าที่ควร ถึงแม้ว่ามีการวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มแอลพีจี [4-7] แต่งานวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นหนัก หรือสนใจศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สแรงดันสูง หรือตามท้องตลาดเรียกว่า เตาหัวฟู่ หรือ เตา KB ซึ่งเป็นเตาแก๊สที่มีใหญ่กว่าเตาแก๊สหุงต้มที่ใช้ในครัวเรือน เช่น เตาแก๊ส KB-5, KB-8 และ KB-10 โดยมีขนาดหัวเตา 5 นิ้ว 8 นิ้ว และ 10 นิ้ว ตามลำดับ และยังเป็นเตาที่ใช้แก๊สแอลพีจีสูงกว่า 15 กิโลวัตต์ ในขณะที่ เตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2312-2549 [8] ซึ่งเป็นเตาแก๊สหุงต้มที่ใช้ตามครัวเรือน มีปริมาณการใช้แก๊สแอลพีจีสูงสุดเพียง 5.78 กิโลวัตต์ ต่อ 1 หัวเตา โดยมีการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความ

ร้อนอย่างจริงจังน้อยมาก ทั้งที่เป็นเตาแก๊สหุงต้มแอลพีจีที่ใช้ในทุกครัวเรือนและยังใช้ในอุตสาหกรรมอาหารขนาดเล็ก อาทิ ร้านค้าอาหารทั่วๆ ไปอีกด้วย



รูปที่ 1.1 ปริมาณการใช้แก๊สแอลพีจีของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544-2554 [1]

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีแนวความคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนตามมาตรฐาน มอก. 2312-2549 โดยการนำวัสดุพรุน (Porous media) มาประยุกต์ใช้เพื่อลดการสูญเสียความร้อนจากแก๊สไอเสียโดยการพาความร้อน (Convection) และสูญเสียความพลังงานความร้อนของเปลวไฟจากการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เนื่องจากวัสดุพรุนมีลักษณะเด่น คือ สามารถที่จะเปลี่ยนพลังงานกลับไปกลับมาระหว่างเอนทาลปีของแก๊สและการแผ่รังสีความร้อนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากวัสดุพรุนมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงมาก (Surface area to volume ratio) หากนำมาเป็นตัวรับ (Absorber) ความร้อนสูญเสียจากแก๊สไอเสียและความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อนของเปลวไฟ แล้วนำความร้อนดังกล่าวมาใช้ประโยชน์จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มได้ โดยมีหลักการที่แตกต่างจากเตาแก๊สหุงต้มในท้องตลาดที่เรียกว่า เตาอินฟราเรด หรือเตา Porous ports ที่อาศัยหลักการแผ่รังสีความร้อนจากวัสดุพรุนเพียงอย่างเดียว ถึงแม้ว่าจะสามารถลดการสูญเสียความร้อนจากการพาความร้อนของไอเสียได้บางส่วน แต่การถ่ายโอนพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ของหัวเตาแบบพุ่งชน (Impinging flame jet) ซึ่งเป็นหลักการหลักของการถ่ายโอนพลังงานความร้อนของเตาแก๊สหายไปโดยสิ้นเชิง จึงทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอินฟราเรดมีค่าเพียงร้อยละ 47 [3] รวมทั้งยังมีแนวคิดในการเปลี่ยนลักษณะเปลวไฟที่พุ่งออกมาเป็นเส้นตรงและบานออกจากหัวเตา มาเป็นหัวเตาแบบหมุนวน (Swirl burner) โดยลักษณะของเปลวไฟจะหมุนวนรวมตัวกันบริเวณศูนย์กลางของหัวเตา ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่สูงขึ้นกว่าเดิม [6] นอกจากนี้ ยังจะนำข้อเด่นของการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาด้วยเทคนิคต่างๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย ซึ่งการปรับปรุงและพัฒนาเตาหุงต้มในครัวเรือนโดยวัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวนนี้ จะทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้นกว่าร้อยละ 60 ซึ่งจะสูงกว่าท้องตลาดและงานวิจัยในปัจจุบัน โดยยังคงไม่กระทบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2312-2549 [3]

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.2312-2549 โดยวัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวน

2. เพื่อศึกษาหลักการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มที่ได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยเทคนิคหรืออุปกรณ์เสริมอื่น และนำมาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย

3. เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

4. เพื่อศึกษาและอธิบายอิทธิพลของวัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวนต่อการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน

5. เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อน มลพิษและการใช้งานของเตาที่ออกแบบและพัฒนากับเตาแก๊สหุงต้มมาตรฐานแบบต่างๆ

6. เพื่อศึกษาความความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม และสิ่งแวดล้อมของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ทำการเพิ่มประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนที่ใช้แก๊ส LPG ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.2312-2549 โดยอาศัยหลักการของวัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวน (swirling flow) เป็นหลัก

2. ทำการศึกษาหลักการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มโดยเทคนิคหรืออุปกรณ์เสริมอื่นและนำเทคนิคที่เหมาะสมมาประยุกต์มาใช้ร่วมกับหลักการของวัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวน

3. ทำการออกแบบและสร้างเตาแก๊สหุงต้มโดยนำหลักการของวัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวน รวมถึงเทคนิคอื่นที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ โดยให้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าร้อยละ 60 จากการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.2312-2549

4. ตัวแปร (parameters) หลักในการศึกษา ได้แต่ Firing rate (Fr) , ขนาด mesh size ของวัสดุพรุน, ค่าความหนาเชิงแสง (optical thickness) ของวัสดุพรุน, มุมของการไหลหมุนวน (swirling angle) ชนิดของภาชนะและขนาดของภาชนะ เป็นต้น โดยพฤติกรรมที่ให้ความสนใจได้แก่ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้ม การปลดปล่อยมลพิษ การใช้งานและสมรรถนะการทำงานอื่นๆ ของเตา

5. ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อน มลพิษและการใช้งานของเตาที่ออกแบบและพัฒนากับเตาแก๊สหุงต้มมาตรฐานแบบต่างๆ

6. ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม และสิ่งแวดล้อมของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1. สำรวจผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature survey) อย่างละเอียด

2. ทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนและตรวจวัดมลพิษของเตาแก๊สหุงต้มแบบมาตรฐานเพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบ และแบบที่ได้รับการปรับปรุงโดยเทคนิคหรืออุปกรณ์เสริมอื่น ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.2312-2549 โดยมีตัวแปรหลักคือ Firing rate ชนิดและขนาดของภาชนะ เป็นต้น

3. ออกแบบและสร้างเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.2312-2549 ที่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง โดยอาศัยหลักการของวัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวน รวมทั้งหลักการอื่นจากการทดสอบในข้อที่ 2 ที่เหมาะสม

4. ทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาที่ออกแบบและพัฒนาเบื้องต้น พร้อมทั้งแก้ไขปัญหา รวมไปถึงอาจมีการปรับปรุงแบบของหัวเตาให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

5. ทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาที่ออกแบบและพัฒนาอย่างละเอียดตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 2312-2549

6. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของเตาแก๊สหุงต้ม โดยอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ อาทิ Firing rateความพรุน (Porosity) ของวัสดุพรุน ความหนาเชิงแสง (optical thickness) ของวัสดุพรุน มุมของ Swirling flow ชนิดและขนาดของภาชนะ ตัวแปรอื่นๆ ที่อาจพบระหว่างทำการทดลอง สรรถนะของเตาแก๊สที่ตรวจสอบ อาทิ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน มลพิษที่เกิดขึ้น อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ของเตาแก๊ส สภาพการใช้งาน สมรรถนะอื่นๆ ที่อาจพบระหว่างทำการทดลอง

7. ออกแบบ แก้ไขและปรับปรุงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงวิเคราะห์ผลการทดลองเบื้องต้นซึ่งอาจต้องทำการทดลองซ้ำและเพิ่มเติม

8. เขียนรายงานสรุปผลการศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้เตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.2312-2549 ที่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง จากการประยุกต์ใช้วัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวน และเทคนิคอื่นที่เหมาะสม

2. ทราบถึงหลักการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มที่ได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อยโดยเทคนิคหรืออุปกรณ์เสริมอื่น

3. รู้ถึงตัวแปร (parameters) ต่างๆ ของวัสดุพรุนและการไหลแบบหมุนวน และตัวแปรอื่นที่มีผลประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือน

4. รู้ข้อได้เปรียบในด้านประสิทธิภาพเชิงความร้อน มลพิษและการใช้งานของเตาที่ออกแบบและพัฒนากับเตาแก๊สหุงต้มมาตรฐานแบบต่างๆ

5. ทราบความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม และสิ่งแวดล้อมของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น