การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

การทดสอบประสิทธิภาพพลังงานของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำในประเทศไทย

Testing Energy Efficiency of Low-Pressure Gas Stoves in Thailand

ปรีชา ยาออม, สราวุธ เวชกิจ, บรรยงวุฒิ จุลละโพธิ[1]

โครงการที่ปรึกษาทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170
[1]โทร 0-2889-2138 ต่อ 6407 Email:egbch@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

เตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายทั้งในครัวเรือน และในกิจการเชิงพาณิชย์ โดยเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำที่ดำเนินการศึกษานั้นหมาย เตาแก๊สที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในการให้พลังงานความร้อนประเภทปรุงอาหารเหนือเตาชนิดมีเปลวไฟ สำหรับประเทศไทยมีปริมาณการจำหน่ายเตาแก๊สเฉลี่ยปีละ 800,000 เครื่อง คิดเป็นปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวประมาณ 80 ล้านกิโลกรัมต่อปีหรือคิดเป็นพลังงานเท่า 93 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี จากการศึกษาได้ดำเนินการทำการทดสอบเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำตามมาตนฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก. 2312-2549 จำนวน 246 ตัวอย่าง พบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 49.8 โดยมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 64.2 และ 39.0 ตามลำดับ และหากภาครัฐมีการกำหนดเกณฑ์ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนขั้นสูงของเตาแก๊สมีค่าเท่ากับร้อยละ 53 และดำเนินการส่งเสริมให้มีการใช้เตาแก๊สที่ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนขั้นสูง จะสามารถช่วยลดการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวประมาณ 5.2 ล้านกิโลกรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่า 93 ล้านบาท หรือคิดเป็นพลังงานเท่า 6.07 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี

คำสำคัญ: มอก. 2312-2549 , ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน ,เตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ, ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

Abstract

A low pressure gas stove has been widely used in both household and commercial activities. For this study, the low pressure gas stove using the Liquefied Petroleum Gas (LPG) and delivering the heat by means of open flame burner is of interest. The marketing data shows that the volume of sales for this particular type of the gas stove is averagely 800,000 units per year, which accounted for the consumption of approximately 80 million kilograms of LPG per year, equivalent to the energy of about 93 tons oil equivalent per year. The study was conducted to test and measure the thermal efficiency of 246 samples of the gas stove. The testing methodology followed the TIS.2312-2549 testing standard. The results show

that the thermal efficiency of the gas stove was averagely about 49.8% with the maximum and minimum of 64.2% and 39.0% respectively. Currently, there is a governmental promotional campaign to encourage the use of an energy efficient gas stove which has the thermal efficiency of 53% or higher. Based on the test results from this study, the energy efficient gas stove can help reducing the use of LPG approximately 5.2 million kilograms per year, or 93 million baht worth of saving, or equivalently equal to the energy from 6.07 tons oil equivalent per year.

Keywords: Gas Stove, Thermal Efficiency, Testing, Standards

1. บทนำ

ในปี 2552 ประเทศไทยมีปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 6,451 ล้านลิตร [1] ซึ่งมาจากการใช้ใน สาขาอุตสาหกรรม สาขาบ้านที่อยู่อาศัยและธุรกิจการค้า และสาขาการขนส่ง และเมื่อพิจารณาในสาขาบ้านที่อยู่อาศัยและธุรกิจ พบว่ามีการใช้น้ำมันสำเร็จรูป(ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและน้ำมันก๊าด) 3,619 ล้านลิตร[1] ทำให้เห็นว่าปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวของประเทศไทย ประมาณร้อยละ 50 มาจากสาขาบ้านที่อยู่อาศัยและธุรกิจการค้า และเมื่อพิจารณาถึงอุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสาขาดังกล่าวนั้น พบว่าอุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวส่วนใหญ่คือ เตาแก๊สหุงต้ม โดยเตาแก๊สหุงต้มในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ และเตาแก๊สหุงต้มความดันสูง สำหรับประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ[2] เพียงเท่านั้น

บทความนี้กล่าวผลการศึกษาค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ โดยเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำที่ดำเนินการศึกษานั้นหมาย เตาแก๊สที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในการให้พลังงานความร้อนประเภทปรุงอาหารเหนือเตาชนิดมีเปลวไฟ ที่มีการผลิตและจำหน่ายในท้องตลาดของประเทศไทยในปัจจุบัน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและกำหนดค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำของประเทศไทยซึ่งจะส่งผลให้เกิดศักยภาพในการประหยัดก๊าซปิโตรเลียมเหลวอีกทางหนึ่งด้วย โดยในการศึกษาประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงาน การวิเคราะห์ผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ และการวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดก๊าซปิโตรเลียมเหลว

2. ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ

ในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ อาศัยข้อมูล ปริมาณการจำหน่ายเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ ชั่วโมงการใช้งานเฉลี่ย ปริมาณการใช้ก๊าซเฉลี่ยต่อชั่วโมง จากการรวบรวมข้อมูลมีปริมาณการจำหน่ายเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ พบว่าในประเทศไทยมีผู้ประกอบเกี่ยวกับเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ ประมาณ 15 ราย และจำนวนเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำที่จำหน่ายท้องตลาดประมาณ 280 รุ่น [3,4] และมีปริมาณการ จำหน่ายเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำตั้งแต่ปี 2548-2552 ซึ่งมีปริมาณการจำหน่ายเฉลี่ยปีละ 825,000 เครื่อง[5] และจากการศึกษาถึงลักษณะการใช้งานเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ พบว่ามีการใช้งานเฉลี่ย 1.04 ชั่วโมงต่อวันและมีปริมาณการใช้ก๊าซเฉลี่ยเท่ากับ 0.266 กิโลกรัมต่อชั่วโมง(kg/h) [6] จากข้อมูลดังกล่าวสามารถที่วิเคราะห์ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้ดังตารางที่ 1 และสามารถประมาณการใช้ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ระหว่างปี 2553-2557 ได้ดังตารางที่ 2

จากข้อมูลพบว่าปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวสำหรับเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำนั้นมีแนวโน้ม

การใช้งานที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้เกิดการศึกษาถึงค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและกำหนดค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำของประเทศไทย ซึ่งจะส่งผลต่อการประหยัดปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวต่อไป

ตารางที่ 1 ปริมาณการจำหน่าย และปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ ระหว่างปี 2548-2552

ปี	ปริมาณการจำหน่าย (เครื่อง)	ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ล้านกิโลกรัม)
2548	736,400	74,356,959
2549	792,126	79,983,814
2550	804,901	81,273,752
2551	846,309	85,454,866
2552	949,946	95,919,467

ตารางที่ 2 แนวโน้มปริมาณการจำหน่าย และปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ ระหว่างปี 2543-2557

ปี	ปริมาณการจำหน่าย (เครื่อง)	ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ล้านกิโลกรัม)
2553	1,025,250	103,523,183
2554	1,081,756	109,228,798
2555	1,149,662	116,085,511
2556	1,215,567	122,740,176
2557	1,277,773	129,021,340

3.วิธีการทดสอบค่าประสิทธิภาพ

3.1 มาตรฐานการทดสอบ

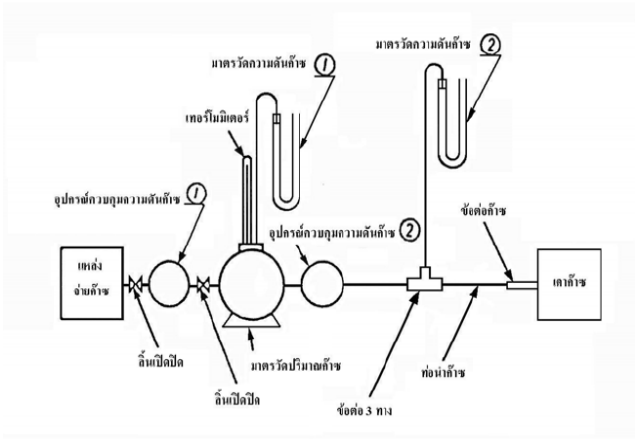
สำหรับการทดสอบค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ ได้ทำการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพตามมอก. 2312-2549 [2] โดยที่ค่าประสิทธิภาพ หมายถึงค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่ระบุไว้ในมาตรฐาน โดยในการศึกษาได้ทำการทดสอบเฉพาะค่าประสิทธิภาพเท่านั้น ซึ่งในการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่มีอัตราส่วน โพรเพนและบิวเทน ร้อยละ 50 โดยมวล และใช้ห้องทดสอบที่มีอุณหภูมิระหว่าง 23 องศาเซลเซียสถึง 27 องศาเซลเซียส

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1) หม้ออะลูมิเนียมแบบหม้อแขกตามมอก.789
2) มาตรปริมาณก๊าซ
3) มาตรความดันก๊าซ
4) อุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
5) เทอร์โมมิเตอร์
6) นาฬิกาจับเวลา
7) เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.3 การติดตั้งชุดทดสอบ

ในการทดสอบทำการติดตั้งเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำเข้ากับชุดทดสอบ ซึ่งชุดทดสอบมีลักษณะดังรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 รูปแบบชุดทดสอบ

รูปที่ 2 ลักษณะการติดตั้งชุดทดสอบ

3.4 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ ประกอบไปด้วยการทดสอบ 2 ครั้ง คือการทดสอบหาปริมาณการใช้ก๊าซสูงสุด และการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน

3.4.1 การทดสอบหาปริมาณการใช้ก๊าซสูงสุด ทำการทดสอบโดยการจุดเตาแก๊สเป็นเวลา 15 นาที แล้ววัดปริมาณการใช้ก๊าซแล้วคำนวณหาปริมาณการใช้ก๊าซสูงสุด

3.4.2 การทดสอบหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน เป็นการทำการทดสอบโดยการต้มน้ำที่มีอุณหภูมิระหว่าง23 องศาเซลเซียสถึง 27 องศาเซลเซียส ให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นจากเดิม 50 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงบันทึกค่าอุณหภูมิและปริมาณก๊าซที่ใช้ ซึ่งน้ำที่ใช้ในการทดสอบเป็นไปตามปริมาณการใช้ก๊าซสูงสุด ที่ระบุไว้ในมอก. 2312-2549 [2]

3.5 การคำนวณ

การคำนวนปริมาณการใช้ก๊าซสูงสุดและค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเป็นไปตามมอก. 2312-2549 [2] ดังนี้

$$\text{ปริมาณการใช้ก๊าซสูงสุด} = \frac{VK}{t} \quad (1)$$

เมื่อ

V คือ ปริมาณของก๊าซที่ใช้ไปทั้งหมด เป็นลูกบาศก์เมตร

t คือ เวลาที่ใช้ในการต้มน้ำเป็นชั่วโมง

K คือ ความหนาแน่นของก๊าซ เป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

และ

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงความร้อน} = \frac{m \times C \times (t_2 - t_1)}{V \times Q} \times \frac{273 + t_g}{298} \times \frac{101.3}{B + P_m - S} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ

m คือ มวลของน้ำที่ใช้ในการทดสอบมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

C คือ ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำที่ใช้ทดสอบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.004186 เมกะจูลต่อกิโลกรัมเคลวิน

t_1คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

t_2คือ อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

V คือ ปริมาณของก๊าซที่ใช้ทดสอบ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

Q คือ ค่าความร้อนทางต่ำของก๊าซที่ใช้ทดสอบ มีหน่วยเป็นเมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร ที่ความดัน 101.3 กิโลพาสคัล และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

t_g คือ อุณหภูมิของก๊าซทดสอบในมาตรวัดปริมาณก๊าซในระหว่างทดสอบ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

B คือ ความดันบรรยากาศในขณะทดสอบ มีหน่วยเป็นกิโลพาสคัล

Pm คือ ความดันของก๊าซทดสอบในมาตรวัดปริมาณก๊าซในระหว่างทดสอบ มีหน่วยเป็นกิโลพาสคัล

S คือ ความดันของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิ tg องศาเซลเซียสมีหน่วยเป็นกิโลพาสคัล

4. ผลการทดสอบ

4.1 ตัวอย่างทดสอบ

ในการศึกษาค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ ได้ทำการทดสอบเตาแก๊สจำนวน 246 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำที่หัวเตาทำจากเหล็กหล่อ 148 ตัวอย่าง และหัวเตาทำด้วยสแตนเลส 98 ตัวอย่าง

4.2 ผลการทดสอบ

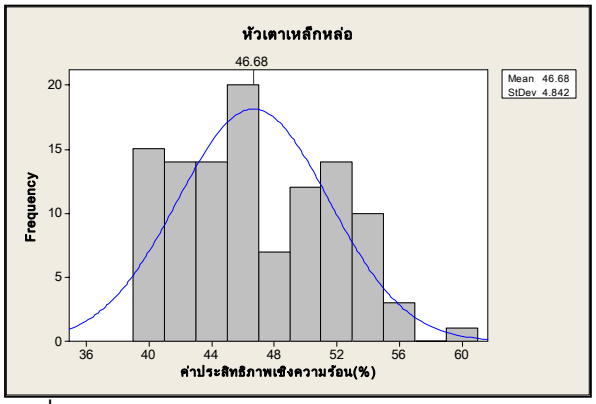
การทดสอบเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ ได้ดำเนินการทดสอบตาม มอก. 2312-2549[2] โดยในการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนทำการทดสอบตัวอย่างละ 2 ครั้ง โดยที่ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนทั้ง 2 ครั้งที่ทำการทดสอบแตกต่างกันไม่เกิดร้อยละ 5 จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ

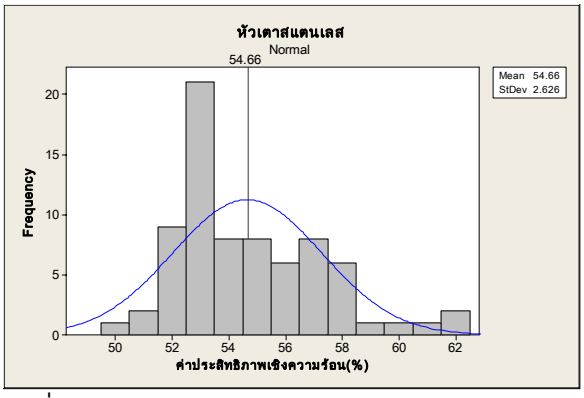
ชนิดของหัวเตา	ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน(%)			Standard Deviation
	Min	Avg.	Max	
เหล็กหล่อ	39.0	46.7	60.9	4.8
สแตนเลส	49.6	54.7	64.2	2.6
ทุกชนิด	39.0	49.8	64.2	5.7

4.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

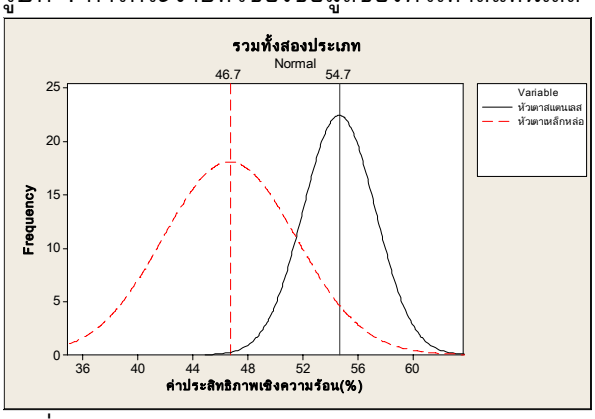
จากผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนนำมาวิเคราะห์โดยอาศัยทฤษฎีการกระจายตัวของข้อมูล แผนภูมิฮีสโตแกรม(Histogram) ภายใต้เส้นโค้งการแจกแจงปกติ ดังรูปที่ 3-5 พบว่าผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำที่มีหัวเตาทำด้วยสแตนเลส มีการกระจายตัวของข้อมูลน้อยกว่าหัวเตาที่ทำเหล็กหล่อ นั้นแสดงให้เห็นว่าสำหรับหัวเตาที่ด้วยสแตนเลสนั้นมีค่าประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน แต่สำหรับหัวเตาที่ทำด้วยเหล็กหล่อมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่แตกต่างกันมาก นั้นหมายถึงค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สหุงต้มที่มีหัวเตาทำด้วยเหล็กหล่อขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นส่วนสำคัญ อีกทั้งค่าประสิทธิภาพเชิงเฉลี่ยความร้อนของหัวเตาสแตนเลสสูงกว่าหัวเตาเหล็กหล่อถึงร้อยละ 17.13



รูปที่ 3 การกระจายตัวของข้อมูลของหัวเตาเหล็กหล่อ



รูปที่ 4 การกระจายตัวของข้อมูลของหัวเตาสแตนเลส



รูปที่ 5 การกระจายตัวของข้อมูลของหัวเตาทกชนิด

5.การวิเคราะห์ศักยภาพการประหยัดก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ในการวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดก๊าซปิโตรเลียมเหลว อาศัยข้อมูลค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของเตาแก๊ส ค่าประสิทธิภาพที่กำหนด และลักษณะการใช้งาน จากการรวบรวมข้อมูลมูลค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยแก๊สมีค่าเท่ากับร้อยละ 49.8 [4] ซึ่งศักยภาพเกิดจากการเปลี่ยนการใช้งานเตาแก๊สจากที่มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยมาเป็นเตาแก๊สที่มีค่าประสิทธิภาพที่กำหนดโดยมีการคำนวณศักยภาพดังนี้

$$\text{ศักยภาพ} = (H - M)*h*d*m*N/M$$

โดยที่

H คือ ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่กำหนด

M คือ ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ย

h คือ จำนวนชั่วโมงต่อวัน

d คือ จำนวนวันต่อปี

m คือ ปริมาณการใช้ก๊าซเฉลี่ย

N คือ ปริมาณการจำหน่าย

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ หากมีการกำหนดค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊ส เท่ากับร้อยละ 53.0 จะสามารถช่วยประหยัดปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ศักยภาพการประหยัดก๊าซปิโตรเลียมหลว

ปี	จำหน่าย (เครื่อง)	ศักยภาพการประหยัดก๊าซปิโตรเลียมหลว (ล้านกิโลกรัม)
2553	1,025,250	6,652,092
2554	1,081,756	7,018,718
2555	1,149,662	7,459,310
2556	1,215,567	7,886,919
2557	1,277,773	8,290,528

และเมื่อพิจารณาตารางที่ 2 เทียบกับตารางที่ 4 พบว่าศักยภาพการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละ 6.43 ของการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวของเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ

6.สรุป

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าในปัจจุบันเตาแก๊สหุงต้มความดันต่ำ มีด้วยกัน 2 ชนิด คือชนิดหัวเตาทำด้วยเหล็กหล่อและชนิดหัวเตาทำด้วยสแตนเลส โดยที่ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 46.7 และ 54.7 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพระหว่างชนิดหัวเตาทำด้วยเหล็กหล่อและชนิดหัวเตาทำด้วยสแตนเลส พบว่าหัวตทำด้วยสแตนเลสมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าร้อละ 17.13 และหากพิจารณาค่าประสิทธิภาพของเตาแก๊สที่ทำการทดสอบ พบว่าหากภาครัฐมีการกำหนดเกณฑ์ค่าประสิทธิภาพและดำเนินการส่งเสริมให้เกิดการใช้งาน หากมีการกำหนดค่าประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 53.0 ก็สามารถทำให้เกิดการประหยัดพลังงานจากการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ได้ประมาณร้อยละ 6.43 ของการใช้หรือคิดเป็นการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวปีละ 5.2 ล้านกิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าประมาณ 93 ล้าน หรือคิดเป็นพลังงานเท่า 6.07 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี

อย่างไรก็ตามในการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะค่าประสิทธิภาพเท่านั้น ไม่ได้มีการศึกษาถึงไอเสียที่เกิดจากการใช้เตาแก๊สหุงต้มทั้ง 2 ชนิดของหัวเตา ซึ่งหากถ้าหากจะศึกษาถึงความเหมาะสมในการที่ภาครัฐจะดำเนินการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานก็ควรศึกษาถึงไอเสียที่เกิดขึ้นด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานที่ให้ทุนสนับสนุนบางส่วนของงานวิจัยนี้

8. เอกสารอ้างอิง

8.1 รายงาน

[1] Summary of Thailand Energy Statistics-2009 (preliminary) , กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักพลังงานกระทรวงพลังงาน

[2] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2312 2549 เตาหุงต้มในครัวเรือนใช้กับก๊าซปิโตรเลียมเหลว

[3] โครงการส่งเสริมเครื่องจักร อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงและวัสดุอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (การติดฉลาก) ปี 2550 , กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักพลังงานกระทรวงพลังงาน

[4] โครงการส่งเสริมเครื่องจักร อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงและวัสดุอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (การติดฉลาก) ปี 2552 , กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักพลังงาน กระทรวงพลังงาน

[5] โครงการศึกษาจัดทำแผนการส่งเสริมเครื่องจักรอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงและวัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 2549 , กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานกระทรวงพลังงาน

[6] โครงการแนวทางการใช้พลังงานในสาขาบ้านที่อยู่อาศัยของประเทศ (2546) , กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานกระทรวงพลังงาน