ชื่อเรื่อง	การผลิตไอน้ำสำหรับครัวเรือน กรณีศึกษาการให้พลังงานความร้อน จากเตาเผาจากหม้อไอน้ำที่ใช้ชีวมวลและน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง
ผู้วิจัย	ดร.บดินทร์ แว่วสอน
ปริญญา	Ph.D. คณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2551

บทคัดย่อ

ชีวมวล คือ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งเป็นแหล่งกักเก็บพลังงานตามธรรมชาติ สามารถนำมาเผาไหม้ให้เกิดพลังงานความร้อนได้ การนำพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ชีวมวลไปใช้ประโยชน์ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นแนวคิดหนึ่งที่จะช่วยในการประหยัดพลังงานได้ ในการศึกษาถึงการเผาไหม้ชีวมวลตลอดจนการใช้ประโยชน์จากพลังงานดังกล่าวนี้ จำเป็นต้องมีเตาเผาเพื่อช่วยให้เกิดการเผาไหม้ที่ดีและหม้อไอน้ำเพื่อรับพลังงานความร้อนจากเตาเผาแล้วผลิตไอน้ำเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

รายงานการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบ สร้างและทดลองเตาเผาชีวมวลแบบตะกรับเลื่อนที่ใช้เป็นแหล่งให้ความร้อนกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ เพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน ด้วยอัตราการผลิตไอน้ำที่ 20 kg/hr ความดัน 6 bar เชื้อเพลิงที่ใช้ได้แก่ ฟางข้าว ที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิง 12 – 16 kg และชานอ้อน ที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิง 13 – 17 kg โดยใช้อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงตั้งแต่ 4.5 – 8 kg_{air}/kg_{fuel} การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองที่ความดัน 2 bar และ การทดลองที่สภาวะเงื่อนไขการออกแบบความดัน 6 bar การทดลองที่ความดัน 3 bar ศึกษาอิทธิพลของอัตราการป้องเชื้อเพลิงและอากาศส่วนเกินที่มีผลต่อประสิทธิภาพเตาเผา ประสิทธิภาพการเผาไหม้คาร์บอนและประสิทธิผลของหม้อไอน้ำ รวมทั้งมลพิษที่เกิดขึ้น ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ผลการทดลองพบว่า หม้อไอน้ำสามารถผลิตไอน้ำได้ตามที่ออกแบบไว้ การทดลองที่ความดัน 3 bar จะได้อัตราการผลิตไอน้ำที่ 15 – 19 kg/hr ที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิง 12 – 17 kg/hr อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลงที่ 4.58 – 8.0 8 kg_{air}/kg_{fuel} ประสิทธิภาพเตาเผาอยู่ในช่วง 16 – 26% ประสิทธิภาพการเผาไหม้อยู่ในช่วง 90 – 92% ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำอยู่ในช่วง 16 – 22% ประสิทธิผลเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอยู่ในช่วง 74 – 82% ส่วนการทดลองที่สภาวะเงื่อนไขการออกแบบที่ความดันไอน้ำ 6 bar สามารถผลิตไอน้ำ 28 kg/hr ที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิง 14 และ 15 kg/hr อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงที่ 6.2 และ 5.8 8 kg_{air}/kg_{fuel} สำหรับฟางข้าวและขานอ้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตามลำดับ ประสิทธิภาพเตาเผาอยู่ในช่วง 23.1 และ 19.5% ประสิทธิภาพการเผาไหม้อยู่ในช่วง 91 และ 92% ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำอยู่ในช่วง 33.1 และ 27.6% ประสิทธิผลเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอยู่ในช่วง 78.2 และ 79.4% ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพทุกส่วนเพิ่มขึ้นตามอากาศส่วนเกิน ประสิทธิภาพการเผาไหม้และประสิทธิภาพหม้อไอน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ส่วนปริมาณก๊าซพิษอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้เตาเผาชีวมวลแทนหัวเผาน้ำมันดีเซล จากการใช้ฟางข้าวและชานอ้อยเป็นเชื้อเพลงสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 1.87 และ 1.89 ปี โดยมีอัตราคืนทุน 57.33 และ 57.5% ตามลำดับ

โดยสรุป การนำผลการวิจัยไปใช้งานจริงเป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับอุตสาหกรรมในครัวเรือน ซึ่งสามารถประยุกต์พัฒนาใช้กับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ โดยเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้จะทำให้ประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

TITLE	Production of Steam for Domestic Industry Using Traveling Grate Combustor as Heat Source
AUTHOR	Dr.Bordin Weawsorn
DEGREE	Ph.D.
UNIVERSITY	Rajabhat Mahasarakham University YEAR 2008

ABSTRACT

Biomass is agricultural waste material used as a source of natural energy. It can be used in the combustion process to provide heat energy. Industrial complexes and other large energy users could use heat energy from biomass as their primary source of energy. The efficient use of biomass would limit the use of other over – burdened energy sources. This study will focus on the development of an efficient combustion technique capable of processing biomass. In particular, a furmace, for better combustion with boiler activation, is explored. Heat energy from the furnace produces steam for use in the next process.

The objectives of this thesis are to design, construct and test a biomass traveling grate combustor supplying heat to a fire – tube boiler for producing steam for domestic industry. The boiler has the steam capacity of 20 kg/hr at pressure of 6 bar. The used biomass fuel are rice straw by feed rate of 12 – 16 kg/hr and bagasse by feed rate of 13 – 17 kg/hr with different ratio of air to fuel (A/Fact) at 4.5 – 8 kg_{air}/kg_{fuel} The experiments are divided into 2 parts, namely, at steam pressures of 3 and 6 bar respectively. The following experiments at steam pressure of 3 bar are investigates the effects of fuel feed rate and excess air on the combustor efficiency, carbon burning efficiency and boiler effectiveness. In addition, the toxic gas quantities are detected i.e. carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO_2)

Experimental results showed that the boiler can produce steam capacity according to its design conditions. Experiments at steam pressure of 3 bar with 15 – 19 kg/hr of steam require 12 – 16 kg/hr of rice straw in the range of A/F ratios at 4.88 – 8.01 kgair/kgfuel The combustor efficiency, carbon burning efficiency and boiler effectiveness, are 19 – 28% 91 – 92% and 76-81% respectively. When bagasse was used as fuel at the

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

same steam capacity and steam pressure, the combustor used 13 – 17 kg/hr of bagasse in the range of A/F ratio at 4.58 – 7.40 kg_{air}/kg_{fuel} The combustor efficiency, carbon burning efficiency and boiler effectiveness are 17 – 24% 90 – 91% and 75 – 83% respectively. In the design condition experiment, at steam pressure of 6 bar, the boiler produced steam at rate of 28 kg/r for 14 kg/hr rice straw feed rate at A/F ratio of 6.2 kg_{air}/kg_{fuel} abd for 15 kg/hr bagasse feed rate at A/F ratio of 5.8 kg_{air}/kg_{fuel} respectively. At this condition, the combustor efficiency, carbon burning efficiency nd boiler effectiveness are 23.1 and 19.5% 91 and 92% 78.2 and 79.4% respectively An economic analysis of rice straw and bagasse as fuel replacing a diesel burner shows rice straw has a payback period and internal rate of return as 1.87 and 1.89 years and 57.33 and 57.5% respectively.

In conclusion, the experiment showed this type of system would introduce cost savings in the use of energy by the domestic industry and could be applied on a large scale. The boiler, likewise was energy saving.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY