



รายงานการวิจัย
ระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมการกำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์
Combined Power Generation and Infectious Medical Waste Disposal

รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพร ไชยญาติ
นางสาววรรษมล เลิศจตุรานนท์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2565



บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) ระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมการกำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์

(ภาษาอังกฤษ) Combined Power Generation and Infectious Medical Waste Disposal

ชื่อคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพร ไชยญาติ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 ม.4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ 088-2523088

โทรสาร 053-875599

E-mail benz178tii@hotmail.com

ผู้ร่วมโครงการ

นางสาววรรณมล เลิศจตุรานนท์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 ม.4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ 062-4429245

โทรสาร 053-875599

E-mail l.wassamol@hotmail.com

งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 งบประมาณที่ได้รับ 1,000,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัย ตั้งแต่ 1 กันยายน พ.ศ. 2564 ถึง 31 สิงหาคม พ.ศ. 2565

สรุปโครงการวิจัย

ผลการดำเนินงานวิจัย สามารถสรุปได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- มูลขยะติดเชื้อทางการแพทย์ที่เกิดขึ้น ณ อาคารบริหารจัดการขยะติดเชื้อ โรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เป็นขยะติดเชื้อทางการแพทย์ที่เกิดจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นหลัก มีปริมาณเฉลี่ย 350 kg/day ถูกทำการบด ย่อย และทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ กลายเป็นเชื้อเพลิงขยะประเภทที่ 3 ที่มีค่าความร้อนสูงและต่ำประมาณ 28.89 MJ/kg และ 26.92 MJ/kg ตามลำดับ รวมทั้งเมื่อนำขยะติดเชื้อทางการแพทย์ที่ผ่านการบำบัดแล้วและน้ำทิ้งจากกระบวนการบำบัด ไปทำการทดสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ พบว่า ผลทดสอบเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ของกฎกระทรวงว่าด้วยการควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2545 ข้อที่ 27
- เตาเผากำจัดขยะขนาดเล็กร่วมการผลิตความร้อนขนาดโดยประมาณกว้าง 1.3 m × ยาว 2.9 m × สูง 2.0 m มีอัตราการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะประมาณ 2 ton/day ถูกออกแบบและพัฒนาโดยแบบการวิเคราะห์พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ พบว่า เหมาะสมสำหรับการใช้น้ำร้อนเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนระหว่างกระบวนการเผาไหม้สู่ระบบผลิตไฟฟ้า ร่วมกับการเลือกใช้ถังเก็บของไหลร้อนที่เหมาะสม ขนาดความจุ 200 L

- การเลือกสารทำงานที่เหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์ โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า R-1233zd เหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากสารทำงานชนิดนี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารทำงานเพียง 20 kg CO₂-eq และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อการผลิตไฟฟ้า 1 kWh เท่ากับ 0.00001 kg CO₂-eq นอกจากนี้ยังมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์ค่อนข้างสูงที่ 9.42%
- เตาเผากำจัดขยะขนาดเล็กร่วมการผลิตความร้อน ถูกติดตั้งร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์ขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด 25 kW_e และห่อหุ้มระบายความร้อนขนาดความสามารถ 80 TR
- ระบบตรวจวัดและควบคุมแบบอัจฉริยะแบบเรียลไทม์ ถูกพัฒนาและเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลบนเว็บไซต์ www.tdetlab.com ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยที่เก็บข้อมูลที่แนบมากับเครือข่าย (Network attached store: NAS) และโมดูลไวไฟ (ESP8266)
- ผลการทดสอบการทำงานของระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมการกำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์ พบว่า อุณหภูมิของไหล์ร้อนที่สามารถผลิตได้จากเตาเผากำจัดขยะมีค่า 105.37 °C สามารถผลิตไอสารทำงานที่อุณหภูมิ 102.98 °C ที่ความดันไอสารทำงานด้านสูง 10.41 bar gauge และความดันไอสารทำงานด้านต่ำ 1.70 bar gauge สามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด 23.65 kW_e
- ระบบผลิตไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์มีประสิทธิภาพด้านพลังงานอยู่ที่ 8.52% (η_{ORC}) และระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมการกำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน 5.86%
- ค่าต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของระบบผลิตไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์มีค่าอยู่ที่ 3.94 Baht/kWh และค่าต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมการกำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์มีค่าอยู่ที่ 5.72 Baht/kWh
- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต พบว่า เกิดขึ้นมาจากการใช้วัสดุ 4 ประเภทหลัก คือ เหล็ก 78.41% ทองแดง 18.56% พลาสติก 1.50% และทองเหลือง 1.49% ตามลำดับ
- การพัฒนานำซีเมนต์จากเตาเผากำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์มาสร้างวัสดุก่อสร้าง พบว่า การนำมาใช้ในการผลิตบล็อกคอนกรีตเหมาะสมมากที่สุด เป็นไปตามค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 58-2533 โดยมีค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 5% และค่าการรับกำลังอัดสูงกว่า 25 kg/cm² รวมทั้งมีลักษณะทางกายภาพดีกว่าบล็อกคอนกรีตที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอีกด้วย

บทคัดย่อภาษาไทย

งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมกับการกำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและต้นทุนลดลง โดยนำมูลขยะติดเชื้อทางการแพทย์ที่ผ่านกระบวนการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ และมีค่าความร้อนสูงและต่ำประมาณ 28.89 MJ/kg และ 26.92 MJ/kg มาเผาไหม้ในเตาเผากำจัดขยะขนาดกว้าง 1.3 m × ยาว 2.9 m × สูง 2.0 m มีอัตราการเผาไหม้เชื้อเพลิงขยะสูงสุดประมาณ 2 ton/day เพื่อผลิตน้ำร้อนและเก็บไว้ในถังเก็บของไหลร้อนขนาด 200 L จากนั้นจ่ายน้ำร้อนอุณหภูมิ 105.37 °C เข้าสู่ระบบผลิตไฟฟ้าวัฏจักรแรงคินสารอินทรีย์ที่กำลังการผลิตไฟฟ้า 23.65 kW_e ที่ใช้สารทำงาน คือ R-1233zd มีประสิทธิภาพด้านพลังงานอยู่ที่ 8.52% และระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมกับการกำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน 5.86% ค่าต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของระบบผลิตไฟฟ้าวัฏจักรแรงคินสารอินทรีย์มีค่า 3.94 Baht/kWh และค่าต้นทุนพลังงานต่อหน่วยของระบบการผลิตไฟฟ้าร่วมกับการกำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์มีค่า 5.72 Baht/kWh ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต พบว่า เกิดขึ้นมาจากการใช้วัสดุ 4 ประเภทหลัก คือ เหล็ก 78.41% ทองแดง 18.56% พลาสติก 1.50% และทองเหลือง 1.49% ตามลำดับ การพัฒนานำเข้าจากเตาเผากำจัดขยะติดเชื้อทางการแพทย์มาสร้างวัสดุก่อสร้าง พบว่า การนำมาใช้ในการผลิตบล็อกคอนกรีตเหมาะสมมากที่สุด เป็นไปตามค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.58-2533 โดยมีค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 5% และค่าการรับกำลังอัดสูงกว่า 25 kg/cm² รวมทั้งมีลักษณะทางกายภาพดีกว่าบล็อกคอนกรีตที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอีกด้วย

คำสำคัญ: ระบบผลิตไฟฟ้า; ขยะติดเชื้อทางการแพทย์; วัฏจักรแรงคินสารอินทรีย์; เตาเผาขยะ; การประเมินวัฏจักรชีวิต

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

This research develops a combined power generation and infectious medical waste disposal for increasing efficiency and decreasing investment cost. Infectious medical waste is treated by a steam sterilization process to be fuel a high heating value (HHV) and low heating value (LHV) of approximately 28.89 MJ/kg and 26.92 MJ/kg. Incinerator at a sizing of width 1.3 m × long 2.9 m × high 2.0 m and a maximum combustion rate of approximately ton/day is used to produce hot water in a hot fluid tank of 200 L. After that, hot water at a temperature of 105.37 °C is supplied into an organic Rankine cycle (ORC) at a power generation of 23.65 kW_e as using a working fluid of R-1233zd. The ORC efficiency is found 8.52%, while the combined power generation and infectious medical waste disposal efficiency is approximately 5.86%. The economic results, a levelized cost of energy (LCOE) of the ORC and combined systems are 3.94 Baht/kWh and 5.72 Baht/kWh, respectively. The environmental results are analyzed by a life cycle assessment (LCA), which imply that four materials of a steel of 78.41%, a copper of 18.56%, a plastic of 1.50%, and brass of 1.49% are directly driven the environmental impacts. Ash from incinerator of infectious medical waste is developed to be construction materials. The study results imply that concrete block is the suitable construction material from infectious medical ash under a Thai Industrial Standard TIS.58-2533. A water absorption factor lower than 5% and a compressive strength higher than 25 kg/cm² are found the TIS testing process. In addition, the physical appearance is an advantage point of the concrete block of this work compared with the commercial concrete block.

Key words: Power generation system; Infectious medical waste; Organic Rankine cycle; Incinerator; Life cycle assessment