ออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ

Design and development of charcoal screw-press briquette machine with automatic cutting

สุรพงษ์ รามัญจิตต์

Surapong Ramanchit

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Department of Electromechanic Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology,

Bansomdejchaophraya Rajabhat University

*Email: surapong_ram@hotmail.com

Received: October 16, 2019; Revised: November 26, 2019; Accepted: December 08, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกูรเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบตัดถ่านแบบอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์ มีระยะการตรวจจับที่ 10-30 ซม. เครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวมขนาดกว้าง 80 ซม. ยาว 142 ซม. สูง 116 ซม. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที และอัดถ่านที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที ผลการทดสอบพบว่าเครื่องอัดถ่านแท่งและตัวตัดถ่านอัตโนมัติด้วยอัตราส่วนผสม ผงถ่าน 10 กิโลกรัม: น้ำ 3 ลิตร: แป้งมันสำปะหลัง: 0.5 กิโลกรัม และระบบตัดถ่านอัตโนมัติควบคุมด้วยเซนเซอร์ สามารถตัดและอัดถ่านแท่งได้ยาวขนาด 11 ซม. 12 ซม. และ 13 ซม. ตามลำดับ มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 78.2 เปอร์เซ็นต์ 80 เปอร์เซ็นต์ และ 79.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ถ่านอัดแท่ง, เครื่องอัดถ่าน, สกรูเกลียว, เซนเซอร์

Abstract

This research is aimed to design and develop a charcoal screw-press briquette machine with an automatic cutting. The cutting was controlled by detection of sensors at a detected distance range of 10-30 cm. The machine has dimensions of 80 cm. width, 142 cm length and 116 cm. height which require an electric motor with a size of 2 hp and a speed of 1450 rpm. The speed of charcoal pressing was 180 rpm. Prior to pressing and cutting, charcoal was mixed with water and tapioca flour in a ratio of 10 kg.:3 L: 0.5 kg, respectively. The results showed that the developed machine was able to press and cut the mixture providing the final product lengths of 11 cm, 12 cm and 13 cm, and therefore the efficiency of the machine was found to be 78.2%, 80% and 79.4%, respectively.

Keywords: charcoal briquette, charcoal briquette machine, screw-press, sensor

1. บทนำ

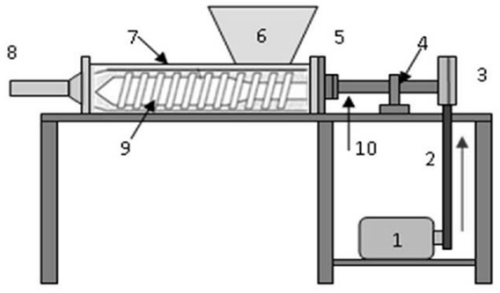
ปัจจุบันพบว่าในหลายๆ ประเทศได้มีการศึกษาค้นคว้า วิจัยพัฒนาทางด้านพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ นำมาซึ่งประโยชน์และประสิทธิภาพด้านพลังงานทดแทนที่มีเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการแข่งขันในการนำพลังงานทดแทนมาใช้ในอุตสาหกรรม สำหรับประเทศไทยก็เช่นเดียวกันมีการส่งเสริมการหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ และการพัฒนาคุณภาพทางด้านพลังงาน โดยเฉพาะประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นการทำเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตทางการเกษตรแล้วยังมีวัสดุทางเกษตรที่เหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยว เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย ทลายปาล์ม เป็นต้น พลังงานทางเลือกในยุคน้ำมันแพง หรือพลังงานทางด้านเชื้อเพลิงให้ความร้อน เช่น ถ่าน ก็เป็นส่วนหนึ่งที่นำมาใช้ในครัวเรือน ดังนั้นจึงมีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการและเครื่องมือเป็นการนำเชื้อเพลิงทางชีวมวลมาแปรรูปเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงานชีวมวลด้วยการนำมาอัดเป็นเม็ด การอัดเป็นก้อน หรือ อัดแท่ง โดยได้การพัฒนาเครื่องอัดแท่งถ่านในรูปแบบอัดเกลียวเย็นสำหรับเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ในการผลิตการกาแฟของชุมชนและการหาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่ง [1] และยังมีการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากใบสะเดาแห้งร่วมกับขี้เลื่อยด้วยเทคนิคเกลียวอัด [2] จากการทดสอบเครื่องพบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของเกลียวอัดจะอยู่ที่ 34.27% นอกจากนี้ยังการการพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าว มีกำลังการผลิตขั้นต่ำที่ 39 กิโลกรัมต่อชั่วโมง [3] ในต่างประเทศก็ได้มีการศึกษาละพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง เช่น การออกแบบและสร้างเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงอัตโนมัติด้วยเกลียดอัด [4] การออกแบบสร้างเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงสำหรับอุตสาหกรรมและเป้าหมายด้านการเกษตร [5] เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่าโดยส่วนใหญ่การศึกษาเรื่องการอัดถ่านแท่งจากวัสดุเหลือใช้จะเป็นการศึกษาซึ่งมุ่งเน้นในเกี่ยวกับคุณสมบัติของถ่านแท่ง ค่าทางเชื้อเพลิงของถ่านที่ผ่านกระบวนการอัดแท่งมากกว่าการพัฒนาเครื่องสำหรับการอัดแท่งถ่าน โดยเครื่องอัดแท่งถ่านที่มีอยู่ในปัจจุบันและใช้กันอย่างมากมายนั้นยังมีส่วนที่ได้รับความสนใจน้อยคือระบบตัดเกี่ยวกับแท่งถ่านให้ได้ตามขนาดที่ต้องการเมื่อทำการอัดขึ้นรูปเสร็จแล้ว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ ซึ่งได้มีการมุ่งเน้นในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดแท่งพร้อมทั้งมีระบบตัดแท่งถ่านอัตโนมัติด้วยการติดตั้งใบมีดตัดแท่งถ่านและควบคุมการตัดด้วยเซนเซอร์ในการตรวจวัดขนาดของถ่านอัดแท่งให้มีขนาดตามต้องการ

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 ออกแบบเครื่องอัดถ่านแท่งด้วยสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ

หลักการออกแบบเครื่องอัดถ่านแท่งด้วยสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ ต้องมีกลไกทำงานของระบบและใช้งานอย่างง่าย และสามารถซ่อมบำรุงได้สะดวก มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบประกอบด้วย การทดรอบและความเร็วรอบของมอเตอร์ต้นกำลัง การส่งกำลังโดยสายพาน และขนาดของสกรูเกลียว โดยในรูปที่ 1 เป็นไดอะแกรมองค์ประกอบของเครื่องอัดถ่านแท่งด้วยสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ

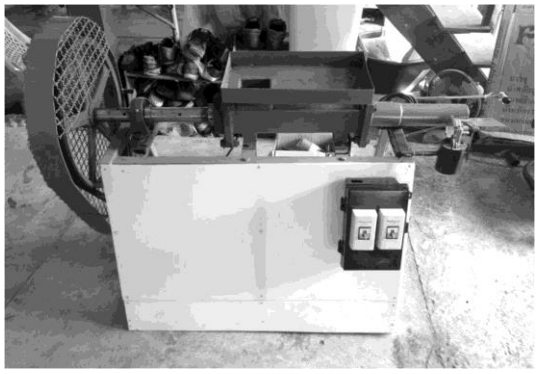


1. มอเตอร์ 2. สายพาน 3. มูเล่ย์สายพาน 4. ลูกปืนตุ๊กตา
5. ลูกปืนสี่เหลี่ยม 6. กรวยรับวัตถุดิบ 7. กระบอกอัด 8. แม่พิมพ์แท่งถ่าน
9. สกรูเกลียวอัด 10. เพลา 11. ชุดใบมีดตัดถ่านอัตโนมัติ

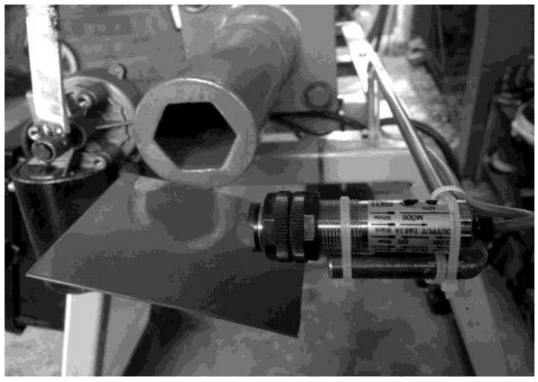
รูปที่ 1 องค์ประกอบของเครื่องอัดถ่านแท่ง

สำหรับงานวิจัยนี้ได้สร้างเครื่องอัดถ่านแท่งด้วยสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ ขนาดความกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 142 เซนติเมตร และสูง 116 เซนติเมตร โดยใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที ดังแสดงในรูปที่ 2 และทำการติดตั้งเซนเซอร์เข้ากับตัวเครื่องอัดถ่าน

แท่งบริเวณปลายของกระบอกอัดของแม่พิมพ์ ดังแสดงในรูปที่ 3 ถ่านแท่งที่ผ่านกระบวนการอัดจะไหลออกทางแม่พิมพ์มายังตำแหน่งที่ติดตั้งใบมีดและเซนเซอร์ตรวจจับ เซนเซอร์จะสั่งให้มอเตอร์ทำการหมุนเพื่อให้ใบมีดตัดถ่านแท่งให้ตกลงยังภาชนะที่รองรับและมอเตอร์ก็จะหยุดการทำงาน โดยถ่านแท่งที่อัดได้จะมีลักษณะเป็นรูปทรงหกเหลี่ยม กว้าง 4.5 เซนติเมตร ยาว 11-13 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร



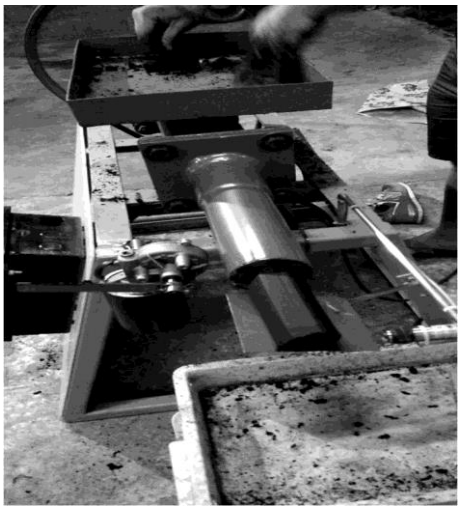
รูปที่ 2 เครื่องอัดถานแท่ง



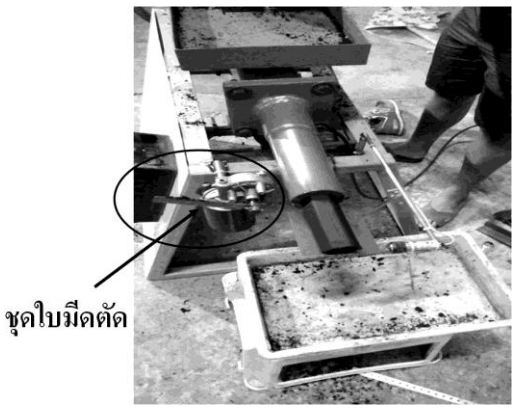
รูปที่ 3 การติดตั้งเซนเซอร์

2.2 การทดสอบเครื่องอัดถ่านแท่งและชุดตัดถ่านอัตโนมัติ

ขั้นตอนการทดสอบเครื่องอัดถ่าน เริ่มต้นด้วยการผสมส่วนประกอบของถ่านและมีอัตราส่วนผสมดังนี้ ใช้แป้งมันสำปะหลังจำนวน 0.5 กิโลกรัม ผงถ่านบดจำนวน10 กิโลกรัม และน้ำ 3 ลิตร โดยปริมาณน้ำสามารถปรับได้ขึ้นอยู่กับความชื้นของส่วนผสม เมื่อได้ส่วนผสมตามต้องการแล้ว นำมาเข้าเครื่องอัดแท่งถ่าน ดังแสดงในรูปที่ 4 เมื่อเครื่องอัดถ่านแท่งส่งผ่านแม่พิมพ์มายังจุดตำแหน่งที่มีการติดตั้งใบมีดสำหรับตัดแท่งถ่าน โดยมีเซนเซอร์ตรวจจับความยาวของถ่านอัดแท่งสามารถปรับเลื่อนเซนเซอร์ได้ตามความยาวที่ต้องการ ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขนาดของถ่านอัดแท่งที่ความยาว 11-13 เซนติเมตร การทำงานของชุดตัดถ่านอัตโนมัตินี้จะใช้หลักการของเซนเซอร์แสงในการตรวจจับวัตถุที่มีสีดำ เมื่อมีขนาดความยาวตามที่ตั้งระบบไว้ชุดตัดก็จะทำการตัดถ่านแท่งที่ออกมาจากแม่พิมพ์ ในการตัดถ่านแท่งนี้พบว่า ในเวลา 1 นาที ชุดตัดถ่านอัตโนมัติสามารถตัดถ่านแท่งได้ 10 แท่ง ซึ่งลักษณะของใบมีดดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 4 กระบวนการอัดแท่งถ่าน



รูปที่ 5 ชุดใบมีดตัดแท่งถ่านอัตโนมัติ

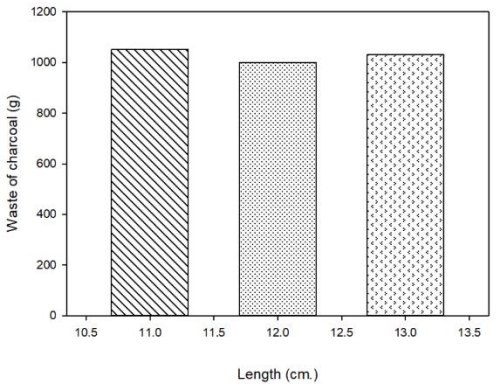
และในรูปที่ 6 คือถ่านที่ผ่านกระบวนการอัดแท่งและตัดอัตโนมัติ

รูปที่ 6 ถ่านแท่งที่ผ่านเครื่องอัดและตัดแท่งอัตโนมัติ

3. ผลการทดสอบเครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ

จากการทดสอบเครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดถ่านแท่ง ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบจำนวนของถ่านแท่งที่ได้จากส่วนผสมของผงถ่านจำนวน 10 กิโลกรัม พบว่าจำนวนของถ่านแท่งที่ตามขนาดที่กำหนดไว้ คือ 11 เซนติเมตร 12 เซนติเมตร และ 13 เซนติเมตร โดยทั้งสามขนาดใช้เงื่อนไขของส่วนผสมผงถ่านเหมือนกันทุกประการ ซึ่งในการอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติใช้เวลาในการอัดทั้งหมด 3 นาทีต่อปริมาณผงถ่าน 10 กิโลกรัม การอัดและตัดแท่งถ่านอัตโนมัติของถ่านแท่งที่มีความสมบูรณ์ของการอัดและการตัดแท่งตามขนาดที่ได้กำหนดไว้จากการสังเกตและวัดขนาด พบว่าขนาดความยาว 11 เซนติเมตร จะได้จำนวนของถ่านแท่งมากที่สุดคือ 27 แท่ง ขนาดความยาว 12 เซนติเมตรได้จำนวน 25 แท่ง และขนาดความยาว 13 เซนติเมตรได้จำนวน 23 แท่ง ตามลำดับ

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณค่าของเสีย เมื่อผ่านกระบวนการอัดและตัดแท่งถ่านอัตโนมัติ พบว่าการอัดและตัดแท่งถ่านแท่งที่มีขนาดความยาว 11 เซนติเมตร มีค่าของเสียของผงถ่านมากที่สุด 1090 กรัม และถ่านแท่งที่มีขนาดความยาว 12 เซนติเมตร มีค่าของเสียของผงถ่านน้อยที่สุดคือ 1000 กรัม ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของถ่านแท่งกับจำนวนค่าของเสียต่อการผสมผงถ่าน แสดงเป็นแผนภูมิในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ค่าของเสียที่เกิดจากการอัดแท่งถ่าน

จากการทดสอบเครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ พบว่าค่าของเสียของผงถ่านต่อการผสมจะมีเศษเหลือของวัสดุผงถ่านเกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานของเครื่องอัดถ่านมีการลำเลียงผงถ่านไม่เต็มแม่พิมพ์ที่ใช้อัดแท่งและบางส่วนเกิดจากการตัดแล้วไม่ได้ตามขนาดที่กำหนดไว้ นอกจากยังมีการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องอัดและตัดแท่งถ่านอัตโนมัติ ด้วยการคิดประสิทธิภาพของระบบรวมของเครื่องอัดและตัดแท่งถ่านอัตโนมัติ

$$Efficiency = \frac{Output}{Input} \times 100\ \%$$

โดย Output คือ ปริมาณของถ่านแท่งที่ได้เมื่อผ่านกระบวนการอัดและตัดอัตโนมัติ ส่วน Input คือ ปริมาณของผงถ่านและส่วนผสมที่ใช้ทดสอบเครื่องอัดและตัดแท่งถ่านอัตโนมัติมีปริมาณ 10 กิโลกรัม

4. สรุปผล

จากการทดสอบเครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติ พบว่าอัตราเร็วเฉลี่ยในการอัดถ่านแท่งที่ผ่านชุดแม่พิมพ์อยู่ที่ 4 วินาทีต่อแท่ง สำหรับถ่านแท่งที่มีขนาดความยาว 11 เซนติเมตร ส่วนอัตราเร็วเฉลี่ยในการอัดถ่านแท่งขนาดความยาว 12 เซนติเมตรอยู่ที่ 5 วินาทีต่อแท่ง ที่มีขนาดความยาว 13 เซนติเมตร มีอัตราเร็วเฉลี่ยในการอัดถ่านแท่งอยู่ที่ 7 วินาทีต่อแท่ง ตามลำดับ และเครื่องอัดถ่านแท่งระบบสกรูเกลียวแบบมีตัวตัดอัตโนมัติมีประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดและตัดถ่านแท่งอัตโนมัติ คือ 78.2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถ่านแท่งขนาด 11 เซนติเมตร

ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดและตัดถ่านแท่งอัตโนมัติ 80 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถ่านแท่งขนาด 12 เซนติเมตร และ 79.4 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถ่านแท่งขนาด 13 เซนติเมตร ตามลำดับ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Pongsak, Y., "Development of a Cold Production Biomass Charcoal Briquette Machine to use Waste from Coffee Bean Processing," *Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal*, vol. 9(1), pp. 34-48, 2016.

[2] Krissada, N. & Mongkol, K., "Design and development of a briquett machine for briquettes production from dried neem leaves and burned sawdust," *The 31st Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand*, July 4-7, 2017, Nakornayok.

[3] Sombat, M. and Piyapong, W., "Development of Hay-Based Fuel Briquetting Machine," *The 17th Graduate Studies of Northern Rajabhat University Network Conference*, July 21, 2017, Phitsanulok.

[4] Ravuna, S. et al, "Automatic Screw Press Briquette Making Machine," *International Journal of Novel Research in Electrical and Mechanical Engineering*, vol.3(1), pp.19-23, 2016.

[5] Nikihil J. Gajbhiye. & Laukik P. Raut., "Briquettes making machine for industrial and agricultural purpose," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol.5(2), pp. 594-598, 2018.