

ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ

Electrical Energy Consumption of Wood Chipping Machine

ประพัทธ์ สันติวรการ¹, สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์² และ อภิชาติ ศรีชาติ³

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

โทรศัพท์: 0-43202845 โทรสาร 0-43202849

E-mail: sprapat@kku.ac.th¹, somthe@kku.ac.th² and tor_en38kku@hotmail.ac.th³

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ โดยได้ทำการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบดิสก์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ความเร็วรอบของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ 900 รอบต่อนาที มีจำนวนใบมีดติดที่ล้อหมุนสับจำนวน 6 ใบ และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 30 แรงม้าเป็นชุดต้นกำลัง จากการทดสอบกับไม้โตเร็วชนิดต่าง ๆ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวที่แตกต่างกัน พบว่าลักษณะการใช้กำลังไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงคือ ช่วงที่ไม่มีการสับไม้และมีการสับไม้ โดยมีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของทั้ง 2 ช่วงเท่ากับ 10.37 และ 19.95 kW ตามลำดับ การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับจะขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ ขนาดความยาวของท่อนไม้และระยะยื่นใบมีด โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของไม้เพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 นิ้วและ 10 เซนติเมตรตามลำดับ จะมีการใช้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 7.94 และ 1.18 % ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อผลผลิตที่ได้ จะพบว่าเครื่องผลิตชิ้นไม้สับมีดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.37 kWh ต่อตัน

Abstract

This paper presents a study of the electrical energy consumption of wood disk chipping machine. The machine has 80 centimeters of diameter and 900 cycles per minute of cutting speed. The flywheel of the machine has 6 blades and is driven by 30 horsepower of electrical motor. From testing many different types of fast growing wood which are different in their diameter and length, the result is shown that the characteristic of electrical energy consumption is divided into 2 ranges which are the range of non-cutting wood and cutting wood. The average electrical power consumption of these 2 ranges are 10.37 and 19.95 kW, respectively. The energy consumption depends on the type of wood, diameter of wood, length of wood and range of blade. The increasing of every 1 inch of diameter and every 10 centimeters

of length of wood effects to the increasing of electrical power at 7.94 and 1.18 %, respectively. Moreover, it is found that the average specific energy consumption of this chipping machine is 3.37 kWh/ton.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและมีทรัพยากรอยู่อย่างมากมาย ทำให้มีพลังงานจากชีวมวลเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเศษกิ่งไม้ ไม้ที่ปลูกเป็นธุรกิจเชิงพาณิชย์ หรือเศษไม้ที่ได้ออกอุตสาหกรรมไม้ ซึ่งมีจำนวนมากและยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เท่าที่ควร ถ้าเราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานได้ ก็จะสามารถลดปริมาณการนำเข้าพลังงานลงได้ โดยขั้นตอนในการนำเอาเศษกิ่งไม้ หรือไม้ที่ปลูกเป็นธุรกิจเชิงพาณิชย์มาใช้ นั้นจะต้องทำให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อน และจากการศึกษาพบว่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไม้พืนในลักษณะที่เป็นท่อนจะให้ความร้อนน้อยกว่าการเผาไหม้ไม้พืนในลักษณะที่เป็นชิ้นเล็ก ๆ เนื่องจากไม้พืนในลักษณะที่เป็นชิ้นเล็ก ๆ จะมีพื้นที่ในการเผาไหม้มากกว่า นอกจากนี้นี้ยังพบว่าราคาซื้อขายชิ้นไม้สับยังมีราคาสูงกว่าท่อนไม้อีกด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถสับไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อให้ได้ค่าความร้อนในเผาไหม้ที่มากขึ้น และเพิ่มมูลค่าของไม้พืนที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก ๆ ในการส่งขายให้กับโรงไฟฟ้า และโรงงานผลิตพลังงานความร้อน โดยในปัจจุบันมีผู้ประกอบการโรงงานผลิตชิ้นไม้สับอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งที่เป็นการผลิตชิ้นไม้สับจากไม้ยูคาลิปตัสในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ และการผลิตชิ้นไม้สับจากไม้เบญจพรรณหรือไม้โตเร็วเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลในโรงไฟฟ้าและโรงงานผลิตความร้อน

แต่ในการศึกษาเบื้องต้นพบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังขาดความรู้และความเข้าใจในเรื่องของการใช้พลังงานของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ จึงทำให้มีต้นทุนในด้านพลังงานไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น ซึ่งหากผู้ประกอบการทราบถึงปัจจัยหรือตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ ก็จะสามารถที่จะหาแนวทางหรือกำหนดมาตรการในการประหยัดพลังงานในการใช้งานเครื่องผลิตชิ้นไม้สับได้

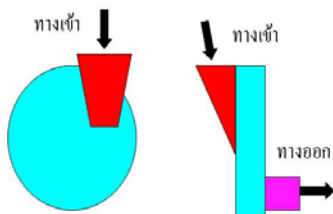
โดยงานวิจัยชิ้นนี้จะได้ทำการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่มือประกอบการในการพิจารณาตัดสินใจกำหนดมาตรการประหยัดพลังงาน ต่อไป

2. เครื่องผลิตชิ้นไม้สับ

โดยทั่วไปเครื่องผลิตชิ้นไม้สับมีอยู่ 3 ประเภทคือ เครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบล้อหมุนแผ่นดิสก์ (Disk Chipper Machine) เครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบถัง (Drum Chipper Machine) และเครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบผสม ซึ่งประเภทที่นิยมใช้งานคือแบบล้อหมุนแผ่นดิสก์ ซึ่งมีทั้งหมด 4 แบบคือ

2.1 แบบ Gravity Feed

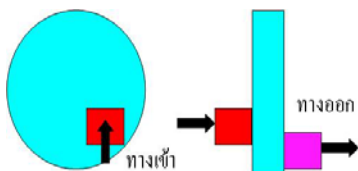
เป็นเครื่องสับไม้ที่ใช้แรงดึงดูดของโลกช่วยในการป้อนไม้ซึ่งจะทำให้ไม่ต้องออกแรงดันไม้เข้าไปในช่องสับ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงเครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบ Gravity Feed

2.2 แบบ Horizontal Feed

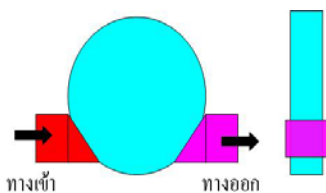
เป็นเครื่องสับไม้ที่มีการป้อนไม้ในทิศทางขนานกับพื้น และตั้งฉากกับล้อหมุนสับ ซึ่งจะทำให้ต้องออกแรงดันไม้เข้าไปในช่องสับ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงเครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบ Horizontal Feed

2.3 แบบ Side Discharge

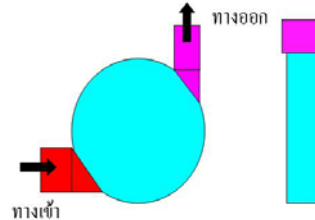
เป็นเครื่องสับไม้ที่มีการป้อนไม้ในทิศทางขนานกับล้อหมุนสับ และตั้งฉากกับล้อหมุนสับ ซึ่งจะทำให้ต้องออกแรงดันไม้เข้าไปในช่องสับ และการสับจะสับด้านข้าง และส่งชิ้นไม้สับในทิศทางเดียวกัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงเครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบ Side Discharge

2.4 แบบ Blow Discharge

เป็นเครื่องสับไม้ที่มีการป้อนไม้ในทิศทางขนานกับล้อหมุนสับ และตั้งฉากกับล้อหมุนสับ ซึ่งจะทำให้ต้องออกแรงดันไม้เข้าไปในช่องสับ และการสับจะสับด้านข้างและส่งชิ้นไม้สับในทิศทางที่ตั้งฉากกัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4

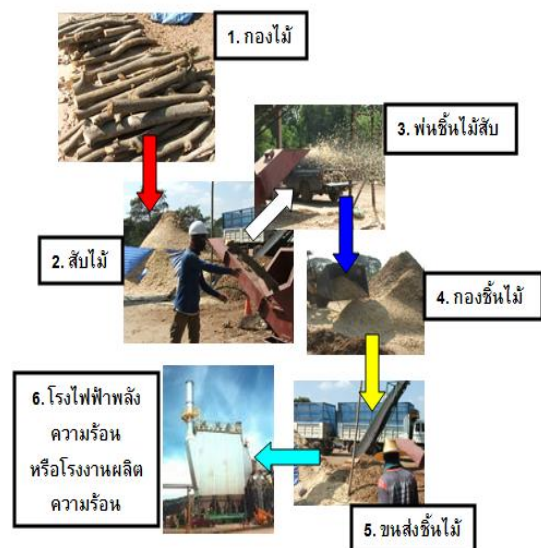


รูปที่ 4 แสดงเครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบ Blow Discharge

โดยลักษณะการสับไม้โดยทั่วไปคือ เริ่มต้นจากเมื่อทำการป้อนท่อนไม้ลงในช่องรับไม้ ท่อนไม้จะถูกป้อนลงมาจนถึงใบมีด คมของใบมีดซึ่งติดอยู่กับล้อหมุน จะสับท่อนไม้ที่ป้อนลงมาให้มีขนาดเล็กลง โดยขนาดของชิ้นไม้สับจะมีขนาดเท่ากับระยะยื่นของใบมีดที่ปรับตั้งค่าไว้ในแต่ละครั้งของการสับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5 และหลังจากสับได้ชิ้นไม้สับแล้ว ชิ้นไม้สับจะตกลงด้านล่าง ซึ่งจะถูกพัดและพ่นออกไปตามท่อไปกองที่พื้น จากนั้นจึงใช้รถตักตักกองชิ้นไม้สับขึ้นรถบรรทุกเพื่อขนส่งไปยังโรงงานต่อไป ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6



รูปที่ 5 แสดงลักษณะของชิ้นไม้สับ



รูปที่ 6 แสดงการผลิตชิ้นไม้สับ

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้นำเครื่องผลิตชิ้นไม้สับขนาดกลางที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย อภิชาติและประพัทธ์ [1] มาใช้ในการทดลอง โดยเครื่องผลิตชิ้นไม้สับนี้ เป็นเครื่องผลิตชิ้นไม้สับแบบดิสก์ มีสมรรถนะการทำงาน 5.14 – 6.84 ตัน/ชั่วโมง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ความเร็วรอบของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ 900 รอบต่อนาที มีจำนวนใบมีดติดที่ล้อหมุนสับจำนวน 6 ใบ และเครื่องผลิตชิ้นไม้สับใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 30 แรงม้าเป็นชุดต้นกำลัง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงเครื่องผลิตชิ้นไม้สับที่ใช้ในการทดสอบ

3. การทดสอบเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ

เพื่อให้ทราบลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ ผู้วิจัยได้เตรียมการทดสอบโดยได้เตรียมท่อนไม้จากไม้โตเร็วชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทดสอบสับไม้และวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าตามเงื่อนไขต่าง ๆ โดยเงื่อนไขในการทดสอบและปัจจัยที่พิจารณาทั้งหมด 4 ปัจจัย คือ

3.1 ชนิดของไม้

เพื่อให้ทราบลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าจากไม้ที่มีความแข็งแรงแตกต่างกันแต่ละชนิด ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับไม้ทั้งหมด 9 ชนิดคือ ไม้กระถิน ไม้มะม่วง ไม้หน่ขี้เหล็ก ไม้จามจุรี ไม้มะพร้าว ไม้หมาก ไม้มะกอก ไม้จืด และไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งไม้ทั้ง 9 ชนิด แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามขนาดค่าแรงเฉือนของไม้ [2] คือกลุ่มไม้เนื้ออ่อนได้แก่ ไม้หมาก ไม้มะพร้าวและไม้จืด กลุ่มไม้เนื้อปานกลางได้แก่ ไม้มะกอกและไม้ยูคาลิปตัส และกลุ่มของไม้เนื้อแข็งได้แก่ ไม้กระถิน ไม้มะม่วง ไม้หน่ขี้เหล็กและไม้จามจุรี โดยต้นไม้แต่ละชนิดกำหนดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากันคือ 4 นิ้ว ความยาวของท่อนไม้แต่ละท่อนยาวประมาณ 100 เซนติเมตร ระยะยื่นใบมีด $X=7$ มิลลิเมตร

3.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนไม้

เพื่อให้ทราบอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสับไม้กระถิน โดยที่ท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ขนาดคือขนาด 2 – 6 นิ้ว ความยาวของท่อนไม้แต่ละท่อนยาวประมาณ 100 เซนติเมตร ระยะยื่นใบมีด $X = 7$ มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 8



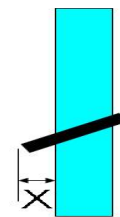
รูปที่ 8 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนไม้ 2 – 6 นิ้ว

3.3 ขนาดความยาวของท่อนไม้

เพื่อให้ทราบอิทธิพลของขนาดความยาวของท่อนไม้ที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสับไม้กระถิน โดยที่ไม้กระถินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4 นิ้ว และความยาวของท่อนไม้แต่ละท่อนมีความยาว 11 ขนาด ตั้งแต่ขนาดความยาว 50 - 150 เซนติเมตร และมีระยะยื่นใบมีด $X = 7$ มิลลิเมตร

3.4 ระยะยื่นของใบมีด

เพื่อศึกษาผลกระทบของการปรับระยะยื่นใบมีดที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสับไม้กระถิน โดยที่ไม้กระถินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4 นิ้ว ความยาวของท่อนไม้แต่ละท่อนมีความยาวประมาณ 70 เซนติเมตร โดยเปลี่ยนแปลงระยะยื่นใบมีด(X) แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ $X = 5, 7, 9$ และ 11 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงระยะยื่นของใบมีด (X) ของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ

4. ผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ

ในการทดสอบเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ ทำการทดสอบโดยเริ่มต้นจากการนำไม้ไปซังแยกตามประเภทและขนาดที่กำหนดไว้ จากนั้นนำมาทดสอบโดยทำการจับเวลาเมื่อเริ่มทดสอบ บ่อนไม้ที่ละท่อน อย่างต่อเนื่อง และวัดค่ากระแสไฟฟ้า ทุก ๆ 1 วินาทีอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องวิเคราะห์กำลังไฟฟ้า (Power analysis) ในการบันทึกผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ โดยการทดสอบแต่ละครั้ง จะดำเนินการ 3 รอบ แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นตัวแทนของ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่น้อยกว่าจะมีค่าแรงเฉือนน้อยกว่าและจากการวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่าทุก ๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้น 1 นิ้ว มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณ 7.94 % และสามารถสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าของไม้แต่ละชนิดตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ดังตารางที่ 2

4.4.การใช้พลังงานไฟฟ้าของไม้ที่มีความยาวของท่อนไม้

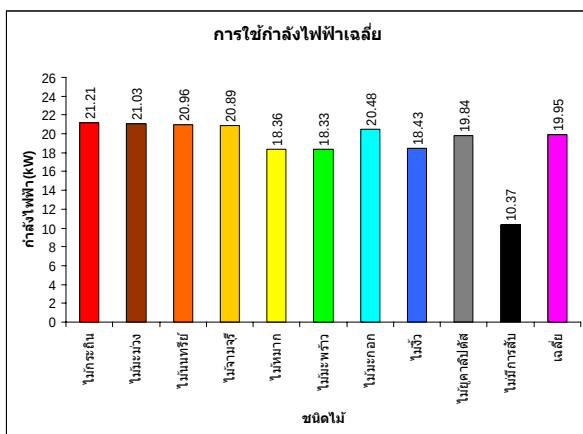
ขนาดต่าง ๆ

เมื่อทำการทดสอบสับไม้ที่มีขนาดความยาวแตกต่างกัน 11 ขนาด คือขนาด 50,60,70,80,90,100,110,120,130,140 และ150 เซนติเมตร พบว่าลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปตามรูปที่ 14 จากรูปจะเห็นว่าไม้กระถินที่มีความยาวน้อยกว่ามีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยน้อยกว่าไม้กระถินที่มีความยาวมากกว่า โดยมีค่าการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยจะมากขึ้นตามขนาดความยาวที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อความยาวไม้เพิ่มขึ้น โดยแรงที่ใช้ในการสับไม้ก็จะต่อเนื่องและมีระยะเวลาในการสับนานขึ้น จึงทำให้การใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้นและเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการ ใช้พลังงานไฟฟ้ากับสมรรถนะการทำงานจะพบว่าสมรรถนะการทำงานจะเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดความยาวของไม้จาก 50 ไปจนถึง 70 เซนติเมตร และจะเริ่มลดลงเมื่อความยาวของไม้ตั้งแต่ 80 เซนติเมตร ขึ้นไป ซึ่งจะทำให้ทราบว่าความยาวที่เหมาะสมสำหรับการสับไม้ควรมีค่าประมาณ 70 เซนติเมตร ซึ่งจะให้ค่าสมรรถนะการทำงานสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าทุก ๆ ความยาวที่เพิ่มขึ้น 10 เซนติเมตร จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 1.18 %

4.5.การใช้พลังงานไฟฟ้าของไม้ที่มีระยะยืนใบมิดที่

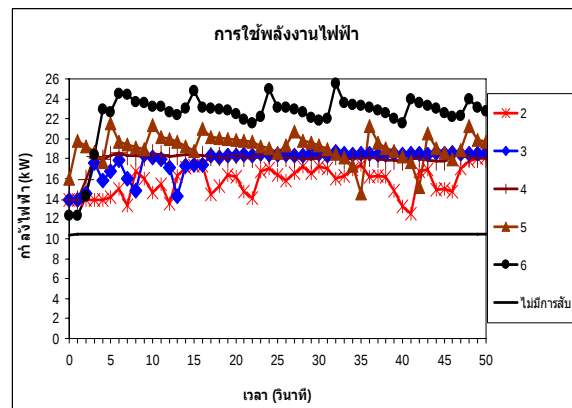
แตกต่างกัน

เมื่อทำการทดสอบสับไม้ที่มีระยะยืนใบมิดขนาดต่าง ๆ กัน 4 ระดับ คือ 5,7,9 และ 11 มิลลิเมตร จะพบว่าการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยน้อยกว่าจะมีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยน้อยกว่าการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของใบมิดมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อระยะยืนใบมิดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดแรงต้านของใบมิดที่ใช้ในการสับไม้มีค่าเพิ่มขึ้น การใช้กำลังไฟฟ้ากระถินเฉลี่ยที่มีระยะยืนใบมิดต่าง ๆ กันสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3



รูปที่ 12 แสดงการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของไม้ทั้งหมด 9 ชนิด

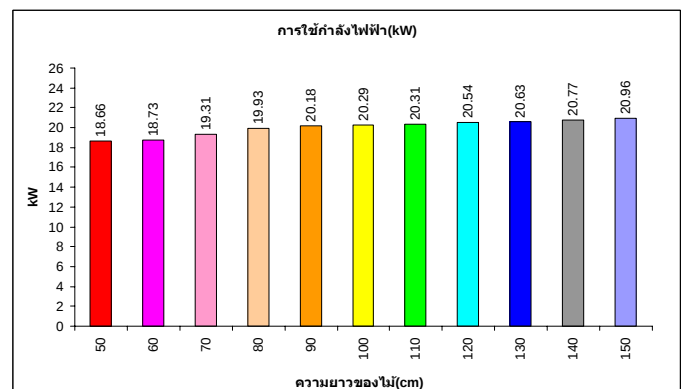
รวมบทความวิชาการ เล่มที่ 3 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22



รูปที่ 13 แสดงกำลังไฟฟ้าของไม้กระถินเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-6 นิ้ว

ตารางที่ 2 แสดงการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของไม้ 3 ชนิด ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 6 นิ้ว

เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (นิ้ว)	การใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)		เปอร์เซ็นต์ที่ เพิ่มขึ้น (%)
	ไม่มีการ สับ	มีการสับ	
2	10.37	16.07	
3	10.21	17.78	10.64
4	10.65	17.98	1.12
5	10.5	19.33	7.51
6	10.46	21.74	12.47
เฉลี่ย	10.44	18.58	7.94



รูปที่ 14 แสดงการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของไม้ที่มีขนาดความยาวต่าง ๆ

4.6.ดัชนีการใช้พลังงาน

เมื่อทำการทดสอบสับไม้ตามปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ จะพบว่าดัชนีการใช้พลังงาน ซึ่งเกิดจากการคำนวณสัดส่วนระหว่างการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับสมรรถนะการทำงาน ค่าดัชนีการใช้พลังงานของไม้ทั้ง 9 ชนิด มีค่าอยู่ระหว่าง 2.95 – 4.06 kWh/ตัน โดยมีดัชนีการใช้พลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 kWh/ตัน นั่นคือถ้าคิดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย

3 บาทต่อหน่วย (บาท/kWh) จะพบว่าต้นทุนทางด้านพลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับมีค่าเฉลี่ย 11.11 บาทต่อตัน ดังสามารถแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยตามระยะยื่นใบมีด

ระยะยื่นของใบมีด	การใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)
X = 5 mm	18.53
X = 7 mm	19.50
X = 9 mm	20.74
X = 11 mm	21.11

ตารางที่ 4 แสดงดัชนีการใช้พลังงานของไม้ชนิดต่าง ๆ

ชนิดไม้	ดัชนีการใช้พลังงาน (kWh/ตัน)
ไม้กระถิน	4.03
ไม้มะม่วง	3.39
ไม้นนทรี	3.60
ไม้จามจุรี	4.06
ไม้หมาก	2.95
ไม้มะพร้าว	3.03
ไม้มะกอก	3.19
ไม้จืด	2.69
ไม้ยูคาลิปตัส	3.77
เฉลี่ย	3.37

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ

การใช้พลังงานไฟฟ้า	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า			
	ชนิดของไม้	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม้	ขนาดความยาวไม้	ระยะยื่นใบมีด
น้อย ↓ มาก	ไม้เนื้ออ่อน ↓ ไม้เนื้อแข็ง	เส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก ↓ เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่	ความยาวน้อย ↓ ความยาวมาก	ระยะยื่นน้อย ↓ ระยะยื่นมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] อภิชาติ ศรีชาติ และประพัทธ์ สันติวรกร , การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ, การประชุมวิชาการเทคโนโลยี และนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืนครั้งที่ 2, ขอนแก่น, ประเทศไทย, 2551
- [2] มนัส อนุศิริ. (2548). การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

5. สรุปผลการศึกษา

จากผลการทดสอบเครื่องผลิตชิ้นไม้สับขนาดกลางเพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้ามี 4 ปัจจัยคือ ชนิดของไม้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ ขนาดความยาวของท่อนไม้และระยะยื่นใบมีด โดยลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีค่าแปรผันตามปัจจัยทั้ง 4 ข้อดังกล่าวคือ การใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีค่ามากขึ้นเมื่อชนิดของไม้ที่มีค่าความแข็งมากขึ้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากขึ้น ขนาดความยาวของไม้มากขึ้น และระยะยื่นใบมีดมากขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสามารถนำไปใช้ในการกำหนดมาตรการในการประหยัดพลังงานในเครื่องผลิตชิ้นไม้สับได้ เช่นการสับไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก หรือขนาดความยาวสั้น หรือการเลือกสับไม้เนื้ออ่อน ก็จะทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น