รายงานการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง อุตสาหกรรมไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

Design and Developed of Bamboo Chopping Four Machine, Bamboo Industry OTOP Phetchabun Province.

นรัตว์ รัตนวัย และคณะ

สาขาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2561

รหัสโครงการสัญญา

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง อุตสาหกรรมไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์

Design and Developed of Bamboo Chopping Four Machine, Bamboo Industry OTOP Phetchabun Province.

นรัตว์ รัตนวัย และคณะ

สาขาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจาก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ 2561

ชื่องานวิจัย การออกแบบและพัฒนาเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง อุตสาหกรรมไม้ไผ่ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย นรัตว์ รัตนวัย
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา เอราวัณ ชาญพหล
สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิตและการจัดการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2561

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง สำหรับการไสไม้ไผ่แบบเดิมแรงงานคนใช้มีดในการไสไม้ไผ่ ทำให้เกิดปัญหาคือ เกิดความเมื่อยล้าแก่ผู้ปฏิบัติงาน ใช้เวลามากในการไสไม้ไผ่ เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางสามารถไสไม้ไผ่และลดเวลาในการไสไม้ไผ่ซึ่งโดยปกติแรงงานคนใช้มีดในการไสไม้ไผ่ในอัตราการผลิตเฉลี่ย 3-4 แผ่นต่อนาที โดยขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ไสไม้ไผ่ ผลการทดลอง พบว่า เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางสามารถไสไม้ไผ่ในอัตราการผลิตเฉลี่ย 18 แผ่นต่อ 1 นาที ซึ่งสูงกว่าแรงงานคนใช้มีดในการผ่าประมาณ 6 เท่า เมื่อประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี จำนวน 30 รายใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านการผลิต ผลการประเมินเท่ากับ 4.26 จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง การออกแบบและพัฒนา

Title Design and development of Bamboo Chopping Four machine, Bamboo Industry OTOP Phetchabun Province.

Author Narat Rattanawai

Co-Researcher Arawan Chanpahon

Branch Production and Management Engineering
Phetchabun Rajabhat University

Abstract

The purpose of this research. To design and build a four-direction bamboo planter. For traditional bamboo shoots, workers use knives to lay bamboo. Cause is the problem. Fatigue for workers. Spend a lot of time on bamboo. Four-way bamboo planers can be used to cut bamboo and reduce the time needed for bamboo shoots, usually by using bamboo knives in a bamboo cutting machine at an average of 3-4 sheets per minute, depending on the skill of the bamboo shoots. It was found that four-way bamboo planers were able to produce bamboo shoots at an average production rate of 18 sheets per minute, which was 6 times higher than that of manual workers. Ban Matuli Community Enterprise Group consists of 30 members in 3 aspects. Usability And production. The score was 4.26 out of 5 which was good.

Keywords: Bamboo Chopping Four machine, Design and development

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

นรัตว์ รัตนวัยและคณะ

30 พฤศจิกายน 2561

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย 3
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย 3
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ไม้ไผ่สีสุก 5
2.2 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล 7
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 23
3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่ 23
3.2 การออกแบบบันทึกและแบบสอบถาม 31
บทที่ 4 ผลการวิจัย 36
4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่ 36
4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพ 37
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 41
5.1 สรุปผลการวิจัย 41
5.2 ข้อเสนอแนะ 41

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม..... 42
ภาคผนวก..... 45
ภาคผนวก ก (การลงพื้นที่ทดสอบเครื่องไสไม้ไผ่เผยแพร่เทคโนโลยีสู่ชุมชน) 46
ประวัติคณะผู้วิจัย..... 48

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3-1 ตารางการทดสอบสมรรถนะเครื่องไสไม้ไผ่ 31

4-1 ผลทดสอบสมรรถนะเครื่องไสไม้ไผ่ 38

4-2 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องไสไม้ไผ่ 39

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2-1 แสดงลักษณะลำต้น 5
2-2 แสดงลักษณะใบ 6
2-3 แสดงลักษณะดอก 6
2-4 ลักษณะการขับด้วยสายพาน แบบโอเพ่นไดร์ฟ 8
2-5 ล้อสายพาน 9
2-6 หน้าตัดล้อสายพาน 9
2-7 สปริงขด 11
2-8 สปริงขดแบบบิด (แบบมีขายื่น) 12
2-9 สปริงแผ่น 12
2-10 สปริงแบบเพลาบิด 13
2-11 สปริงขดก้นหอย 13
2-12 สปริงจาน 14
2-13 สปริงวงแหวน 15
2-14 สปริงยาง 15
2-15 ลูกปืน 16
2-16 เฟือง 17
2-17 ลูกกลิ้งลำเลียงหรือลูกม้วน 18
2-18 ใบมีด 19
3-1 แสดงแบบเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง 23
3-2 แสดงแบบขั้นตอนการทำงานเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง 24
3-3 แสดงแบบโครงสร้างเครื่อง 26
3-4 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง 26
3-5 แสดงแบบตัวส่งกำลัง 27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3-6 แสดงภาพถ่ายตัวส่งกำลัง 27
3-7 แสดงใบมีดเหลาด้านข้าง 28
3-8 แสดงภาพถ่ายใบมีดเหลาด้านข้าง 28
3-9 แสดงแบบใบมีดไสไม้ 29
3-10 แสดงภาพถ่ายใบมีดไสไม้ 29
3-11 แสดงแบบลูกกลิ้งประคองโซ่ 30
3-12 แสดงภาพถ่ายลูกกลิ้งประคองโซ่ 30
4-1 แบบแสดงเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง 36
4-2 แสดงเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง 37

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงการหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ เป็นหนึ่งในนโยบายเศรษฐกิจชุมชนที่สำคัญของ ยุทธศาสตร์การสร้างรายได้ ลดรายจ่าย ขยายโอกาส มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาความยากจน สร้างสาน สร้างรายได้ในท้องถิ่น กรมการพัฒนาชุมชนมีนโยบายและแนวทางในการส่งเสริมพัฒนา OTOP เชิงรุก โดยเฉพาะการตลาดเพื่อเพิ่มช่องทางการตลาด ได้มีการพัฒนาส่งเสริมโครงการหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันนี้ พ.ศ.2559 ทำให้ผลิตภัณฑ์ OTOP มีกลุ่มผู้ผลิตจำนวนเพิ่มมากขึ้นขนาดเท่าตัว จังหวัดเพชรบูรณ์ก็เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP อย่างต่อเนื่องทำให้มีกลุ่มใหม่ๆเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก รวมแล้วทั้งจังหวัดเพชรบูรณ์มีกลุ่ม OTOP 392 กลุ่ม จาก 11 อำเภอ โดยมีกลุ่มผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ถึง 27 กลุ่ม (สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์ : 2554) ใช้ไม้ไผ่ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องเรือน ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสาน ผลิตภัณฑ์ตกแต่งและของที่ระลึก โดยกลุ่มผู้ผลิตได้ใช้ไม้ไผ่ที่มีอยู่ในชุมชนเป็นวัสดุหลักในการผลิต

จากการทำวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่จากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพชบุระสำหรับผลิตภัณฑ์ OTOP จังหวัดเพชรบูรณ์ โดย ขุนแผน ตุ้มทองคำ และคณะได้วัสดุไม้ไผ่เป็นแผ่นไม้ประกอบที่ใช้แทนไม้จริงด้วยวิธีการเพลาะไม้หรือการประสานไม้จึงได้ไม้ที่เพชรบูรณ์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 (ขุนแผน ตุ้มทองคำ.2558) โดยที่กลุ่มไผ่เงินเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งมีนางสุทธภา แก้วยศ เป็นประธานกลุ่มมีสมาชิก 15 คน เลขที่ 125 หมู่ 11 ตำบลบ้านน้ำร้อน อำเภอเมือ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่จำหน่ายทั้งในและต่างจังหวัด ตามรีสอร์ทและโรงแรมต่างๆ และทางเว็ปไซต์ และมีความต้องการขยายเป็นอุตสาหกรรมก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปีสามารถพัฒนาต่อยอดในระบบอุตสาหกรรมในเรื่องของการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรในขบวนการผลิตผลของการวิจัยในครั้งนี้ยังมีอุปสรรคในเรื่องขบวนการผลิตโดยลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกต้องแปรรูปผ่าให้เป็นซี่แท่งไม้ไผ่ และไสให้เรียบทั้งสี่ด้านเพื่อนำไปประสานไม้เป็นแผ่นไม้ประกอบใช้แทนไม้จริงขบวนการดังกล่าวจะต้องทำด้วยมือทุกขั้นตอน และไสไม้ไผ่ทีละด้านจนครบทั้งสี่ด้านไม่สามารถควบคุมขนาดของแท่งไม้ไผ่และใช้เวลานานมาในแต่ละขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในปัจจุบันไม่ตอบสนองต่อการแปรรูปการไสไม้แบบสี่ด้านพร้อมกันจึงต้องมีการออกแบบและพัฒนาเครื่องไสประสานไม้แบบสี่ด้านพร้อมการผ่าไม้ไผ่ในตัวนอกเหนือจากเทคโนโลยีชนบทและพัฒนาแผ่นไม้ประกอบแทนไม้ยางพารา ไม้ไผ่มีอายุการเจริญเติบโตเร็วและเมื่อตัดยังสามารถงอกแตกหน่อได้ตลอดเวลา แต่ไม้ยางพาราต้องรอให้มีอายุมากผลิตน้ำยางได้

น้อยจึงค่อยตัดนำต้นมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไม้ คุณสมบัติของไม้ไผ่สามารถนำมาใช้แทนไม้ยางพาราได้ดีเข้าสู้ระบบอุตสาหกรรมเป็นการยกระดับชุมชนให้เข้มแข็ง ตามแผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559-2564 ที่ว่าด้วยการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม วิสาหกิจชุมชน ให้มีความเข้มแข็ง และสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559 ประเด็นสำคัญตามมติและข้อสั่งการของคณะรักษาความสงบแห่งชาติ (คสช.) นโยบายรัฐบาล (พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา)และแผนแม่บทการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย พ.ศ. 2555-2574 รวมทั้งให้สอดคล้องกับสถานการณ์และบริบทการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งในด้านภาวะเศรษฐกิจและสังคมไทยในช่วงที่ผ่านมา รวมถึงจุดยืนทางยุทธศาสตร์ของกลุ่มจังหวัด (Positioning) ซึ่งแสดงถึงศักยภาพของพื้นที่ที่มีความต้องการในการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อก่อให้เกิดการเชื่อมโยงในทิศทางเดียวกันอย่างเป็นรูปธรรมและมุ่งไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนอย่างแท้จริงในการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้น จำเป็นต้องผลักดันให้ภาคการผลิตมีความสมดุล มั่นคง และยั่งยืนซึ่งการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับศักยภาพพื้นฐานของประเทศ โดยการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และนวัตกรรม มาประยุกต์ใช้จะก่อให้เกิดการเพิ่มผลิตภาพ มูลค่า และมาตรฐาน รวมถึงพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการให้มีความเข็มแข็ง และแข่งขันได้ในเวทีโลก (แผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559-2564) ในกลุ่มประเทศอาเซี่ยนนั่นเป็นประที่มีสภาพภูมิอาการที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของไม้ไผ่ อุตสาหกรรมไม้ไผ่ได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วตามที่เครือข่ายระหว่างประเทศเพื่อการไม้ไผ่และหวาย ในปัจจุบันมีมูลค่า 1.5 พันล้านคนทั่วโลกที่อาศัยอยู่บนไม้ไผ่เป็นพืชยืนต้นที่เร็วที่สุดในการเจริญเติบโต ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่อุตสาหกรรม พื้นเครื่องเรือน และวัสดุก่อสร้างปัจจุบันทั่วโลกมีการส่งออกอุตสาหกรรมไม้ไผ่ประมาณ 330 พันล้านบาทต่อปีคาดว่าภายในปี 2018 จะถึง 600 พันล้านบาท ขณะที่พื้นที่ริมแม่น้ำโขงไปยังประเทศเวียดนามส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่มูลค่าส่งออกตลาดของอุตสาหกรรมในปัจจุบันประจำปีของเพียง 15,000 ล้านบาท นั้นจึงต้องมีการพัฒนาตลาดต่างประเทศและการส่งเสริมการขายที่มากขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางเพื่อเพิ่มผลผลิต ลดเวลาในการทำงาน เพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อสร้างรายได้และผลกำไรจากการผลิตเพิ่มมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง จำนวน 1 เครื่อง

1.2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางที่พัฒนาขึ้น

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.2 พัฒนาและออกแบบเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

1.3.3 ทำการสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ที่ได้พัฒนาออกแบบขึ้นมา

1.3.4 ทดสอบการใช้งาน และวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาทางแก้ไข และทำการปรับปรุงให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.5 สรุปและรายงานผล

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.2.1 การออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

1.4.2.2 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ เวลาในการไสไม้ไผ่

1.4.2.3 การประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ตัวแปร ได้แก่ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ไสไม้ไผ่

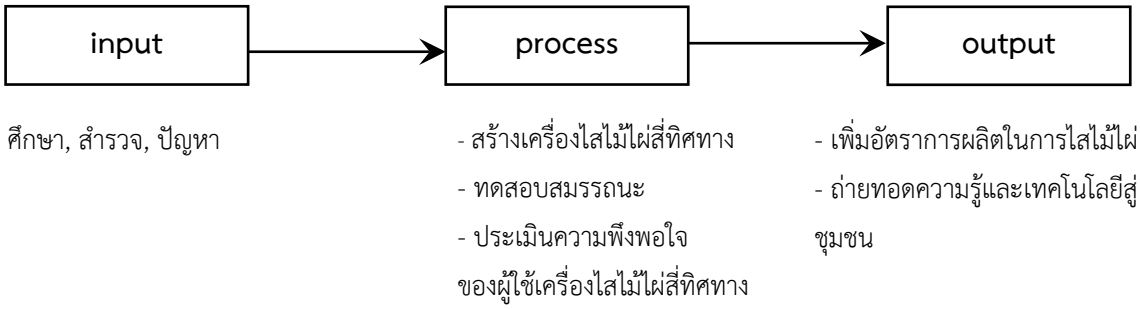
1.4.3 ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ในการวิจัยเพื่อศึกษาข้อมูลประกอบการดำเนินการวิจัย ได้แก่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดเพชรบูรณ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ผลการวิจัยการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง และทดสอบสมรรถนะ ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

1.6.2 มหาวิทยาลัยได้เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางที่เป็นแหล่งองค์ความรู้เพื่อพัฒนาท้องถิ่นสอดคล้องกับเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยโดยถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

1.6.3 ได้เทคโนโลยีเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางที่สามารถเพิ่มอัตราปริมานการผลิตในการไสไม้ไผ่ตอบสนองความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไม้ไผ่สีสุก

ไม้ไผ่สีสุกมีต้นกำเนิดมาจากอินเดียตะวันออกหรือหมู่เกาะแปซิฟิกตอนใต้ ในประเทศไทยมักขึ้นอยู่ตามที่ราบลุ่มริมห้วย ริมแม่น้ำ และมักปลูกไว้รอบๆบ้านในชนบท มีการจัดหมวดหมู่ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้ จัดอยู่ในวงศ์ตระกูล GRAMINEAE-BAMBUSOIDEAE ชื่อวิทยาศาสตร์ BambusablumeanaSchult.f ชื่อภาษาไทย ไม้ไผ่สีสุก ชื่ออื่น สีสุก ไผ่เปาะ ไผ่โปก ไผ่หวาน ทางด้านคติความเชื่อ ไม้ไผ่สีสุกนับเป็นไม้มงคลที่เชื่อกันว่าช่วยเสริมสิริมงคลให้แต่ผู้ปลูก ผู้ให้เพราะกล่าวขานกันว่าเป็นไม้ที่ช่วยให้เจ้าของและครอบครัวมีความสุข ความเจริญ สุขกายสบายใจในทุกสิ่งทุกอย่างไผ่สีสุกเป็นไม้ไผ่ประเภทมีหนาม ลำต้นสูง 10 – 18 เมตร แข็ง ผิวเรียบเป็นมัน ข้อไม่มีพอง กิ่งมากแตกตั้งฉากกับลำต้น หนามโค้งออกเป็นกลุ่มๆ ละ 3 อัน อันกลางยาวลำมีรูเล็กเนื้อหนา ใบมีจำนวน 5 – 6 ใบ ที่ปลายกิ่งปลายใบเรียวแหลม โคนใบเป็นรูปลิ่มกว้างๆ หรือตัดตรง ใต้ดอกมีสีเขียวอมเหลือง เส้นลายใบมี 5 – 9 คู่ก้านใบสั้น ขอบใบสาก คืบใบเล็กมีขน เมล็ดมีขนาดคล้ายเมล็ดข้าวสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1) ลำต้น เป็นไม้ยืนต้น ที่มีกอแน่นหนา ลักษณะมีข้อเป็นปล้องกลวง สีเขียวสด ผิวเป็นมันสูงประมาณ 10 – 18 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 – 12 เมตร ข้อไม่กางออกมาก กิ่งแตกตามข้อตั้งฉากกับลำต้น หนามแหลมโค้ง

รูปที่ 2-1 แสดงลักษณะลำต้น

ที่มา : หนังสือ"ต้นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัด" ๗๒ พรรษา พฤกษามหาราชินี กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสตรีแห่งชาติในพระบรมราชินูปถัมภ์. 2559,7 กรกฎาคม.

2) ใบ มีสีเขียวอมเหลือง กว้างประมาณ 0.8 – 2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม โคนใบเป็นรูปลิ่มหรือตัดตรง ขอบใบสาก ผิวใบมีขนอ่อนๆ

รูปที่ 2-2 แสดงลักษณะใบ

ที่มา : หนังสือ"ต้นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัด" ๗๒ พรรษา พฤกษามหาราชินี กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสตรีแห่งชาติในพระบรมราชินูปถัมภ์.2559, 7 กรกฎาคม.

3) ดอกไผ่มีส่วนต่างๆ จำนวน 3 ส่วนเกือบทุกสกุล และเนื่องจากส่วนต่างๆของดอกอยู่ใกล้ชิดกันมากจึงมีรูปลักษณะผิดแปลกไปจากดอกพรรณไม้จำพวกหญ้าในวงศ์เดียวกัน คือ ช่อดอก หนึ่งจะมี กลุ่มดอก หลายกลุ่ม และกลุ่มดอกหนึ่งก็มีดอก ดอกเดียวหรือหลายดอกที่โคนสุดของดอกของกลุ่มดอกนั้นมีกลีบ เรียกว่า กลีบหุ้มกลุ่มดอก ซึ่งปกติมี 2 กลีบ มีกลีบหุ้มละกลีบรอง

รูปที่ 2-3 แสดงลักษณะดอก

ที่มา : หนังสือ"ต้นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัด" ๗๒ พรรษา พฤกษามหาราชินี กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสตรีแห่งชาติในพระบรมราชินูปถัมภ์.2559, 7 กรกฎาคม.

4) ผล จะมีลักษณะลูกคล้ายเมล็ดข้าวสาร หน่อมีขนาดใหญ่ มีกาบสีเหลืองหุ้ม และมีขนสีน้ำตาลเป็นเนื้อนุ่มเปลือกอ่อน หรือเนื้อแข็งเปลือกกร่อนแข็ง

5) ราก เหง้า คือส่วนของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

5.1) ลำเหง้าเรียวยาวเจริญออกไปตามแนวระดับและมีขนาดเล็กกว่าลำที่งอกขึ้นมาด้านข้างของเหง้า ประการนี้เรียกว่า เหง้าโมโนพอเดียล (Monopodial rhizome) ส่วนโคนของแขนงที่เจริญงอกยาวออกไปจนเกือบเหมือนกับเหง้านั้น เรียกว่า เหง้าสมทบ (Metamorphic axis)

5.2) ลำเหง้าสั้น และมีขนาดใหญ่กว่าลำที่งอกขึ้นมาจากตอนปลาย ประการนี้เรียกเหง้าซิมพอเดียล (Sympodial rhizome) ส่วนโคนของแขนงที่งอกออกไปจากเหง้านั้นเรียกว่า คอเหง้า (Rhizome neck)

2.2 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล

การส่งกำลังทางกล ในการส่งกำลังจากเพลาต้นกำลังหนึ่งไปยังอีกเพลารับกำลัง อาจทำได้ 3 วิธี คือ การส่งกำลังโดยใช้เฟือง การส่งกำลังโดยใช้สายพานและการส่งกำลังด้วยโซ่ เครื่องทำไสไม้ไผ่ได้อาศัยหลักการส่งกำลังด้วยสายพานเพราะเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ดี โดยมีข้อดี คือ มีราคาถูก ได้งานง่าย ดูดซับเสียงและแรงสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลัง ระหว่างเพลาที่ห่างกันมากๆ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ โดยมีข้อเกี่ยวกับการส่งกำลังด้วย สายพานเบื้องต้นดังนี้

2.1.1 สายพาน

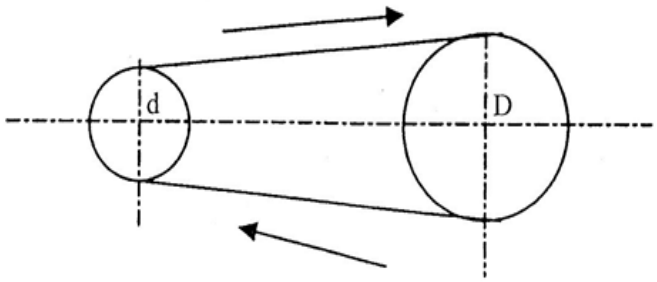
การส่งกำลังทางกลจากเพลาอันหนึ่งไปยังเพลาอีกอันหนึ่ง อาจทำได้ 3 วิธี คือ โดยใช้เฟือง ใช้สายพานและใช้โซ่ การส่งกำลังโดยใช้สายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัว (Flexible) ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเทียบกับการส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดี มีราคาถูกและใช้งานง่าย สามารถรับ แรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง สำหรับในการส่งกำลังระหว่างเพลาที่อยู่ ห่างกันมากๆ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ แต่มีข้อเสีย คือ อัตราความยาวไม่แน่นอนนัก เนื่องมาจากสลิป (Slip) และการคลิพ (Creep) ของสายพานและต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลาหรือปรับแรงดึงในสายพานระหว่างใช้งาน นอกจากนั้นยังไม่อาจใช้งานที่มีอัตราสูงใช้งานได้ ลักษณะขับด้วยสายพาน เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนตัวของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการขับของสายพาน ได้ต่างๆกัน ลักษณะทั่วไปนิยมใช้ในการขับด้วยสายพาน มีอยู่ 6 ลักษณะ คือ แบบโอเพ่นไดร์ฟ (Open Drive) เป็นลักษณะการส่งกำลังเพื่อขับเพลาที่อยู่ขนานกันและการขับเพลาทั้งสองหมุนในทิศทางเดียวกัน แบบครอสไดร์ฟ (Crossed Drive) เป็นลักษณะการส่งกำลังเหมือนกับ แบบโอเพ่นไดร์ฟ แต่ต่างกันตรงที่ต้องการใช้เวลาทั้งสองหมุนสวนทางกัน แบบควอเตอร์ไดร์ฟ (Quartet) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกันแบบมิวล์ไดร์ฟ (Mule Drive) มีลักษณะเหมือนควอเตอร์เทอนไดร์ฟต่างกันที่ต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้แบบใช้ล้อ

ช่วย (Idler) เป็นการส่งกำลังที่ช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อมากขึ้นซึ่งเพิ่มกำลังและแบบริเวอสไดร์ฟ (Reverse Drive) ต้องการส่งกำลังไปยังเพลาหลายๆอันพร้อมกัน (มานพ ตันตระบัณฑิตย์, สำลี แสงห้าว, สุทิน จิตเจริญ, 2542)

การหาความเร็วรอบการส่งกำลังด้วยสายพาน

$$WL/WS = d/D$$

กำหนดให้ WL = ความเร็วเชิงมุมล้อขับ (rad/s)
WS = ความเร็วเชิงมุมล้อตาม (rad/s)
d = ขนาดของล้อขับ (mm.)
D = ขนาดของล้อตาม (mm.)



รูปที่ 2-4 ลักษณะการขับด้วยสายพาน แบบโอเพ่นไดร์ฟ (Open Drive)
ที่มา: มานพ ตันตระบัณฑิตย์, สำลี แสงห้าว, สุทิน จิตเจริญ, 2542

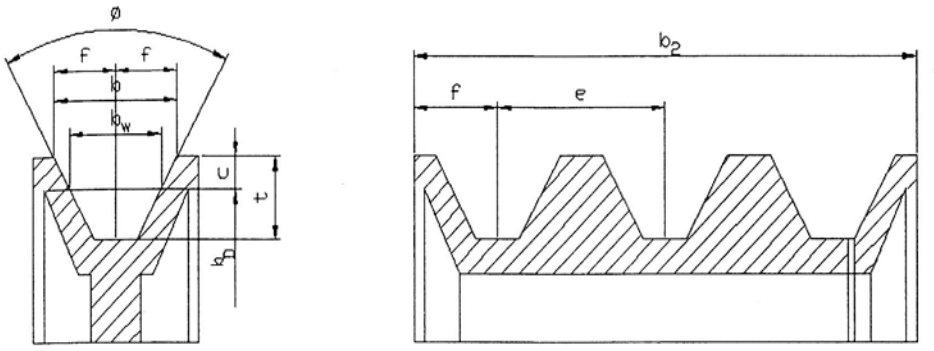
ดังนั้นเครื่องทำไสไม้ไผ่จึงเลือกลักษณะการขับสายพานแบบโอเพ่นไดร์ฟ (Oper Drive) เพราะ กลไกในการขับไม่ซับซ้อน บำรุงดูแลรักษา ซ่อมแซมง่ายและราคาถูก

2.2.2 ล้อสายพาน

การส่งกำลังโดยสายพาน โดยอาศัยความเสียดทานระหว่างผิวหน้าล้อสายพานกับผิวหน้าของสายพาน ล้อสายพานจะยึดติดกับเพลาด้วยลิ่ม ดังนั้นดุมล้อสายพานจงต้องเจาะร่องลิ่มไว้เพื่อให้สายพาน มีน้ำหนักเบา จึงมักเป็นแขนยื่นออกจากดุมล้อไปยังผิวหน้าที่สัมผัสกับสายพาน แขนยื่นนี้มีขนาดเรียว ลงตลอดและมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี

รูปที่ 2-5 ล้อสายพาน

ที่มา: มานพ ตันตระบัณฑิตย์ สำลี แสงห้าว สุทิน จิตเจริญ, 2542



รูปที่ 2-6 หน้าตัดล้อสายพาน

ที่มา: มานพ ตันตระบัณฑิตย์, สำลี แสงห้าว, สุทิน จิตเจริญ, 2542

จากสูตร D1. N1 = D2. N2

กำหนดให้ D1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานตัวขับ
N1 = ความเร็วรอบของล้อสายพานตัวขับ (1,400 รอบ/นาที)
D2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานตัวตาม
N2 = ความเร็วรอบตัวตาม

2.2.3 เพลา

เพลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลา ทำให้เพลาเสียหายเพราะความล้าได้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบเพลาให้มีความแข็งแรง เพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนั้นเพลายังจะต้องมีความแข็งแกร่ง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลาให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Beflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลาเช่นเดียวกัน เพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมาก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุน ทำให้ความเร็ววิกฤต (Critical speed) ของเพลาลดลงซึ่งอาจทำให้เพลามีการสั่นอย่างรุนแรงในขณะที่ความเร็วของเพลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ ระยะโก่งนี้ยังมีผลต่อการเลือกชนิดของที่รองรับเพลา เช่น บอลแบริ่ง (Ball Bearing) ก็ต้องมีการเยื้องแนว (Misalignment) ในการใช้งานที่พอเหมาะกับเพลาด้วย

1) วัสดุเพลา วัสดุใช้สำหรับทำเพลาทั่วไปคือเหล็กกล้าละมุน (Mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อการกระตุกพิเศษแล้วมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลา เช่น AiSi1347 3140 4150 4340 เป็นต้น เพลาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 90 mm มักจะกลึงมาจากเหล็กล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อนอย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลามีราคาถูกที่สุดผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

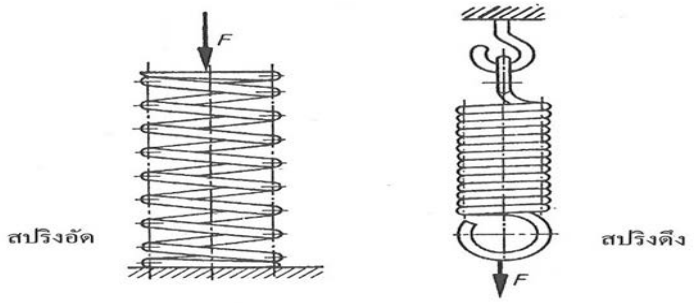
2) ขนาดของเพลาเพื่อให้เพลามีขนาดมาตรฐานเหมือนกันองค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อให้สามารถซื้อได้ทั่วไปนอกจากนี้ยังเป็นข้อสอดคล้องกับขนาดแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลาดูได้จากตาราง (มานพ ตันตระบัณฑิตย์, สำลี แสงห้าว, สุทิน จิตเจริญ, 2542)

2.2.4 สปริง (Spring)

สปริงเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบยืดหยุ่นงานที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปนี้จะเป็นพลังงานศักย์ที่สะสมในสปริง เมื่อคลายภาระที่กระทำต่อสปริงออก พลังงานนี้ก็จะสูญหายไป หน้าที่การทำงานของสปริงก็คือ การรับแรงกระแทก แรงสั่นสะเทือน (ระบบกันสะเทือนของยานยนต์,ยางสปริงในคลัตช์,สปริงคลัตช์) ในกระบอกสูบนิวแมติกส์จะมีสปริงช่วยดันให้ลูกสูบกลับสู่ตำแหน่งเดิม,เป็นพลังงานกดอัดสะสมช่วยในการพาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้หมุนตามและสปริงหากแบ่งตามชนิดของภาระ จะแบ่งได้เป็น สปริงอัด,สปริงดึง,สปริงดัด และสปริงหมุนบิด แต่หากพิจารณาถึงรูปร่างภายนอกของสปริง จะแบ่งได้เป็นสปริงขด,สปริงขดก้นหอยมสปริงแผ่น,สปริงแบบเพลาบิด(Torsion Bar),สปริงจาน,สปริงวงแหวน และสปริงนิวแมติกส์

1) สปริงขด

ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างทรงกระบอกจะนำมาใช้งานเป็นสปริงดึงและสปริงกด(ดูรูปที่ 2.7) ที่มีเส้นโค้งแสดงคุณสมบัติที่ส่วนใหญ่เป็นเส้นตรง และนำมาใช้งานให้ยืดหดที่ระยะทางเคลื่อนที่ได้มาก สปริงขดส่วนมากจะได้จากการม้วนขึ้นรูปลวดเหล็กกล้าสปริง

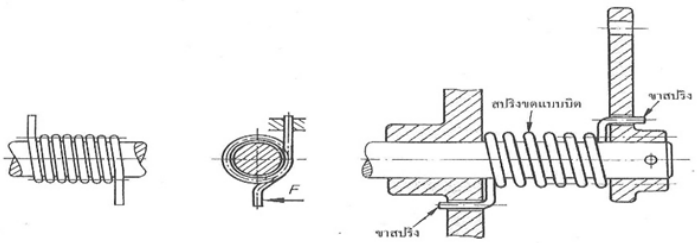


รูปที่ 2-7 สปริงขด

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 262)

2) สปริงขดแบบบิด (แบบมีขายื่น)

ตาม DIN 2088 เป็นสปริงที่มีรูปร่าง(ส่วนใหญ่)เป็นขดทรงกระบอก ลวดเหล็กกล้าสปริงจะทำการม้วนขึ้นรูปบนแท่งเหล็กกลมทรงกระบอก โดยที่ปลายจะดัดขึ้นรูปเป็นขายื่นออกมาตามแต่จุดประสงค์การใช้งาน เช่น ใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงดึงชิ้นส่วนให้กลับมาที่เดิมในกลไกลต่างๆ เป็นแขนหนีบรัดตะกร้าหรือกระเป๋าบนรถจักยาน เป็นต้น

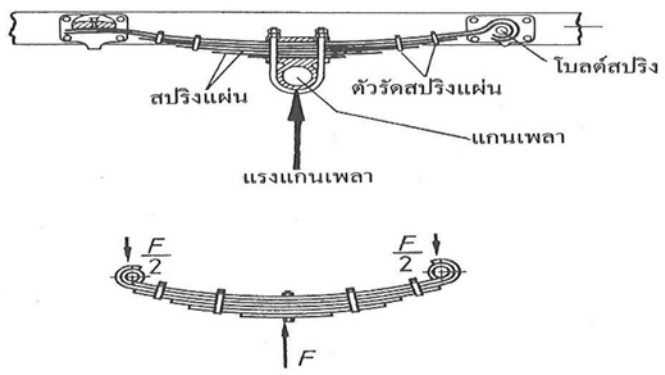


รูปที่ 2-8 สปริงขดแบบบิด (แบบมีขายื่น)

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 263)

3) สปริงแผ่น

เป็นสปริงที่ใช้รับภาระดัดโดยตรง ผลิตจากเหล็กกล้าแผ่นแถบเป็นรูปร่างแตกต่างกัน ในงานกลไกที่เที่ยงตรงจะใช้ทำเป็นแผ่นสปริงคอนแทกหรือสปริงดีดกลับตำแหน่งเดิม เป็นต้น สปริงแผ่นหนาที่มีการนำมาวางเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วมีตัวรัดให้อยู่ด้วยกันเป็นชุดจะเรียกว่า แหนบสปริง ที่ใช้รองรับการกระเทือนของรถยนต์บรรทุกหนัก ในรางรถ,รถไฟ (ดูรูปที่ 2-9)

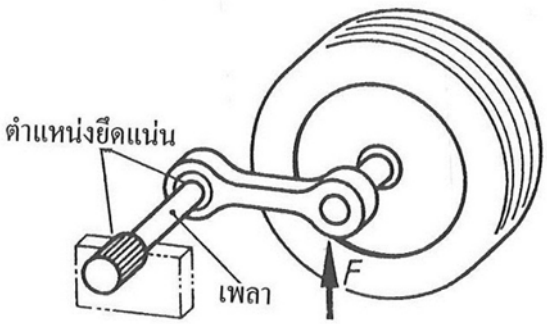


รูปที่ 2-9 สปริงแผ่น

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 263)

4) สปริงแบบเพลาบิด (Torsion Bar)

ส่วนใหญ่จะเป็นเพลากลมที่ปลายเพลาด้านหนึ่งจะยึดแน่น ส่วนอีกด้านหนึ่งจะยึดต่อกับแขนและมีแรงกระทำที่ทำให้เพลารับโมเมนต์บิดแบบหยุ่นตัว ที่ใช้กับยานยนต์ในการรับแรงสั่นสะเทือนจากแกนเพลาล้อ หรือใช้ในการวัดโมเมนต์บิดของประแจโมเมนต์



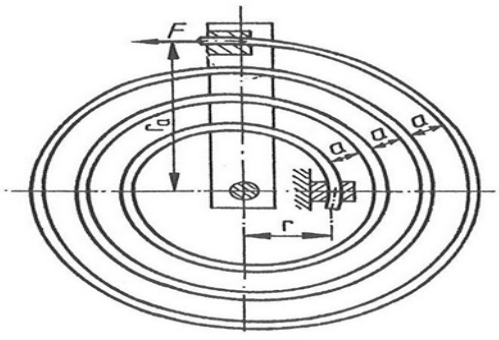
(ก)

รูปที่ 2-10 สปริงแบบเพลาบิด (Torsion Bar)

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 264)

5) สปริงขดก้นหอย

เป็นสปริงดัดชนิดหนึ่งส่วนใหญ่จะผลิตจากเหล็กกล้าสปริง มีภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้วม้วนขึ้นรูปเป็นขดก้นหอย ระยะห่างของขดก้นหอยจะแปรผันอย่างเป็นสัดส่วนกับมุมหมุนบิด สปริงนี้จะใช้เป็นสปริงดึงกลับตำแหน่งเดิมในอุปกรณ์วัดทางอุตสาหกรรม,เป็นสปริงสะสมกำลังงานของระบบนาฬิกาและในระบบคลัตช์แบบหมุนบิดยืดหยุ่นได้

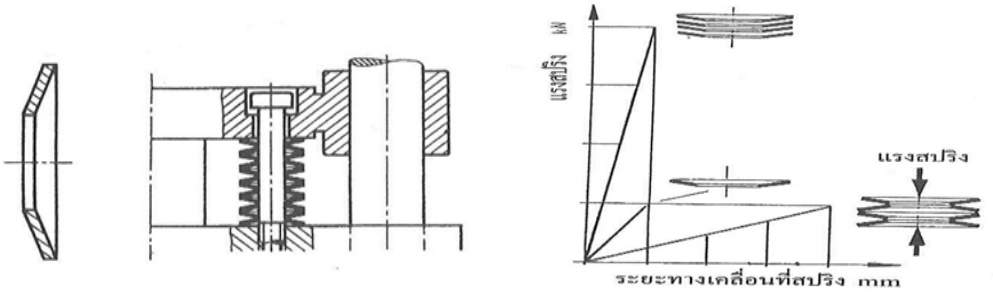


รูปที่ 2-11 สปริงขดก้นหอย

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 264)

6) สปริงจาน

เป็นสปริงรับแรงกดที่มีรูปร่างเป็นวงแหวนรูปทรงเรียวที่สามารถับแรงตามแนวแกนได้ (ดูรูปที่ 2-12) สปริงนี้เหมาะสำหรับให้รับแรงมากโดยมีระยะการยุบตัวน้อย เส้นแสดงคุณสมบัติของสปริงจานแต่ละตัวจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งลาดลง (Degressive) ในการประกอบสปริงจานสามารถที่จะให้เรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกัน หรือให้สลับทิศทางกันในแกนเสา ดังรูปที่ 2-12 (ซ้าย) ได้ การเรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกันจะทำให้ระยะกดของสปริงน้อยกว่าแบบเรียงสลับทิศทางกัน สปริงจานจะนำมาใช้งาน เช่น ในงานแม่พิมพ์,งานเครื่องจักรกล และงานจิก-ฟิกเจอร์ เป็นต้น

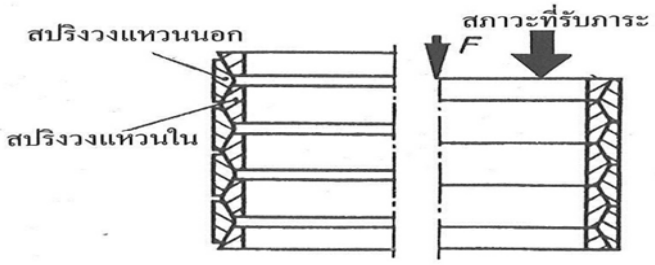


รูปที่ 2-12 สปริงจาน

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 265)

7) สปริงวงแหวน

เป็นสปริงที่ทำจากเหล็กกล้าสปริงวงแหวนแบบไม่มีปลาย (รอยต่อ) ที่มีผิวเรียงสัมผัสกัน (ดูรูปที่ 2-12) เมื่อสปริงนี้รับภาระตามแนวแกนจะทำให้แหวนนอกขยายตัวออกอย่างยืดหยุ่นในขณะที่แหวนในจะกดอัดเข้าหากันอย่างยืดหยุ่นเช่นกันสปริงวงแหวนจะสามารถรับภาระจนกระทั่งผิวแหวนในและนอกสัมผัสแนบสนิท ดังรูปที่ 2-13 ขวามือ เนื่องจากผิวเรียวของแหวนที่มีความเสียดทานอยู่จะช่วยทำให้การดูดกลืนการกระแทกและสั่นสะเทือนได้ดีสปริงนี้จะใช้ในการรองรับชิ้นงานรีดในโรงรีดและในหัวรถจักรหรือในรถราง เป็นต้น

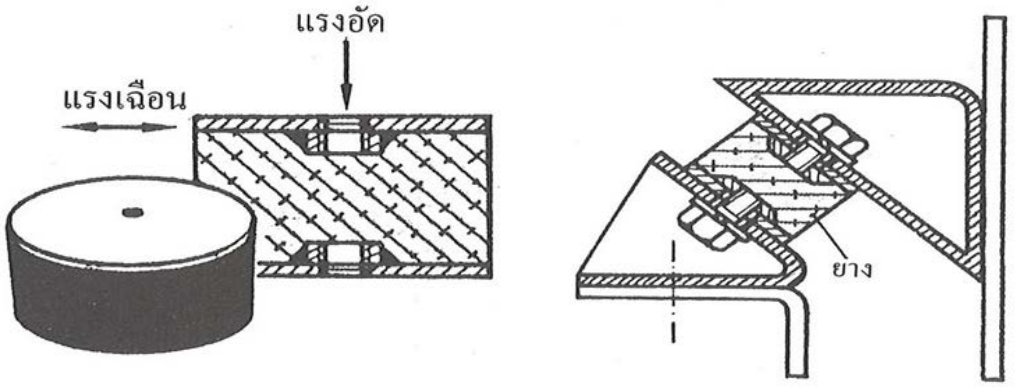


รูปที่ 2-13 สปริงวงแหวน

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 266)

8) สปริงยาง

สปริงนี้ผลิตจากยางสังเคราะห์ ส่วนใหญ่จะนำสปริงนี้มาใช้งานรับการสั่นสะเทือนและการกระแทก เช่น ในคับปลิ้ง ยางสังเคราะห์นี้จะนำมาวัลเคไนซ์ให้ยึดกับแผ่นโลหะหรือการใช้กาวยึดระหว่างยางกับแผ่นโลหะที่สามารถรับภาระการเฉือนและการอัดได้ (ดูรูปที่ 2-14)



รูปที่ 2-14 สปริงยาง

ที่มา : มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 266)

ดังนั้นเครื่องไสไม้ไผ่จึงเลือกใช้สปริงแบบขดใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงดึงชิ้นส่วนให้กลับมาที่เดิมในกลไกลต่างๆ

2.2.5 ลูกปืน

เครื่องมือกลแทบทุกชนิด จะประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักที่สำคัญชิ้นส่วนหนึ่ง คือ ตลับลูกปืน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รองรับและประคองการหมุนของเพลา ทั้งเพลางาน (Work Spindle) และเพลาชุดเฟืองทดรอบ (Shaft) นอกจากนี้ ตลับลูกปืนยังทำหน้าที่ถ่ายทอดหรือส่งผ่านแรงที่เกิดขึ้นจากการทำงานบนเพลาให้ผ่านลงไปสู่ฐานเครื่อง หากเปรียบหน้าที่การทำงานของตลับลูกปืนกับชิ้นส่วนอื่นๆของเครื่องมือกลจะเห็นได้ว่าตลับลูกปืนเป็นจุดวิกฤตจุดหนึ่งของเครื่องมือกลเพราะต้องเป็นชิ้นส่วนที่ต้องทำหน้าที่การทำงานหลายๆอย่างในขณะเดียวกัน ดังนั้นชิ้นส่วนที่หมดสภาพการใช้งานหรือเสียหายจึงมักเกิดขึ้นที่ตลับลูกปืน การเลือกชนิดของตลับลูกปืนการถอด ประกอบตลับลูกปืนและการบำรุงรักษาจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในเครื่องมือกล ตลับลูกปืนทำหน้าที่ลดความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้

สามารถลดปริมาณพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรและเนื่องจากความเสียดทานที่ลดลง จึงช่วยเพิ่มสมรรถนะในการทำงานของเครื่องจักร ลดการสึกหรอ มีผลให้การดูแลรักษาง่ายขึ้น

รูปที่ 2.15 ลูกปืน

ที่มา :มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2525 : 28)

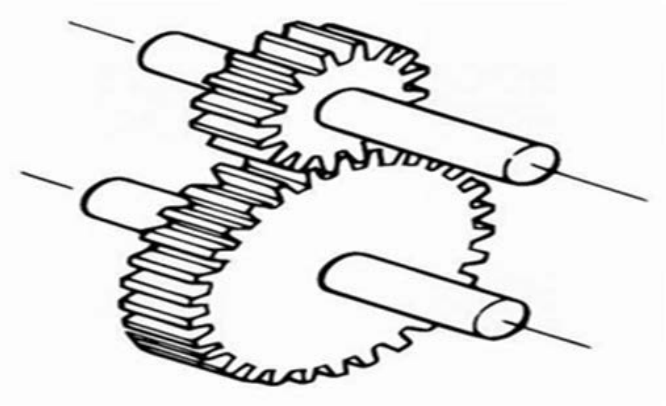
2.2.6 เฟือง

เฟืองเป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างเป็นจานแบนรูปวงกลม ตรงขอบมีลักษณะเป็นแฉกเรียกฟันเฟือง ซึ่งสามารถนำไปประกบเฟืองอีกตัวหนึ่ง ทำให้เมื่อเฟืองตัวแรกหมุน ตัวเฟืองที่สองจะหมุนไปทิศทางตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น โดยความเร็วรอบของเฟืองที่สองจะเกิดขึ้นกับอัตราส่วนจำนวนฟันเฟืองของตัวแรกเทียบกับตัวที่สอง ซึ่งอัตราส่วนนี้สามารถปรับให้เกิดเป็นความได้เปรียบเชิงกลได้ จึงถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่งด้วยคุณลักษณะนี้ เฟืองสามารถนำมาใช้ส่งผ่านแรงหมุนปรับความเร็ว, แรงหมุน และทิศทางการหมุนในเครื่องจักรได้ โดยระบบเฟืองหรือระบบส่งกำลังนี้ มีความสามารถคล้ายคลึงกับระบบสายพาน แต่จะดีกว่าตรงที่ระบบเฟืองจะไม่สูญเสียพลังงานไปกับการยืดหดและการลื่นไถลของสายพานเมื่อเฟืองสองตัวขบกัน และกำลังหมุน เฟืองเล็กหมุนเร็วกว่าเฟืองใหญ่ แต่จะมีแรงหมุนน้อยกว่า และสังเกตว่าบริเวณขอบของทั้งสองเฟืองจะมีความเร็วเชิงเส้นเท่ากัน เฟืองจะมีหน้าที่การทำงาน คือ

1) การเพิ่มแรงและลดความเร็ว เฟืองจะทำหน้าที่เพิ่มแรงและลดความเร็วได้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน เช่น เฟืองตรง ทำงานโดยการหมุนรอบแกนเพลาและส่งแรงหมุนนั้นไปยังเฟืองอีกตัวหนึ่งผ่านทางฟันของเฟืองทั้งสองที่ส่วนเฟืองที่สบกัน เฟืองที่ต่ออยู่กับต้นกำเนิดของแรงเรียกว่า เฟืองขับ ส่วนเฟืองที่สบอยู่แล้วหมุนตามเรียกว่า เฟืองตาม โดยเฟืองทั้งสองตัวจะหมุนในทิศทางตรงตรงกันข้าม

2) การลดแรงและเพิ่มความเร็ว ถ้าเฟืองตรงที่ใช้เป็นเฟืองขับที่มีจำนวนฟัน 50 ซี่ และเฟืองตามจำนวนฟัน 10 ซี่ เมื่อเฟืองขับหมุนไป 1 รอบจะทำให้เฟืองตามหมุนไปถึง 5 รอบ การใช้งานลักษณะนี้เป็นการเพิ่มความเร็วในการหมุนให้มากขึ้นแต่จะมีแรงในหมุนน้อยลง

3) การเปลี่ยนแกนในการหมุน เฟืองดอกจอกมีลักษณะคล้ายกรวย ฟันของเฟืองดอกจอกมีทั้งแบบตรงและแบบเฉียง เฟืองดอกจอกมีหน้าที่ส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนแกนการหมุนของเพลา โดยจะใช้เฟืองดอกจอก 2 ตัวประกบทำมุม 90 องศา เช่น สว่านมือ



รูปที่ 2-16 เฟือง

ที่มา :มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2525 : 112)

2.2.7 ลูกม้วนหรือลูกกลิ้งลำเลียง (**Free Roller Conveyor)**

ลูกกลิ้งลำเลียง หรือลูกม้วน คือ ลูกกลิ้งมีลักษณะเป็นทรงกระบอก โดยมีขนาดแตกต่างกันออกไปซึ่งขนาดของลูกกลิ้งมีจะมีขนาดตั้งแต่ 4-7 โดยแบ่งตามการใช้งาน ว่ารับ load มากน้อยแค่ไหน โดยหน้าที่ของลูกกลิ้ง คือตัวช่วยพยูงหรือรองรับสายพานให้คงรูป และเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรงได้โดยสะดวก โดยที่วัสดุบนสายจะไม่หล่นหรือร่วงเป็นตัวลำเลียงรองรับให้หมุนแล่นเคลื่อนที่ไปได้คล่องๆ

รูปที่ 2-17 ลูกกลิ้งลำเลียง หรือลูกม้วน
ที่มา : วสท. : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2556.

ส่วนประกอบของลูกกลิ้งจะประกอบด้วยปลอก ซีล ตลับลูกปืน โดยทั้งหมดจะถูกสวมอยู่บนเพลา หากเมื่อลูกกลิ้งหมุนจะเกิดแรงเสียดทานเพราะส่วนประกอบเหล่านี้ จะมีแรงเสียดทานที่มีผลต่อแรงดึง แรงสายพานจะส่งผลต่อแรงฉุดสายพานต้องใช้ขับสายพานในระบบให้เคลื่อนที่ ดังในการออกแบบลูกกลิ้งจะต้องมีการเลือกใช้ตลับลูกปืนที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานสายพายลำเลียงด้วย

2.2.8 ใบมีด

ใบมีดคือ เครื่องมือชนิดแรกๆที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันมาอย่างยาวนาน เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับแทบจะทุกกิจกรรม ในการดำเนินชีวิต ไม่ว่าจะเป็นเผ่าพันธุ์ หรือกลุ่มสังคมใดๆ ก็ตาม มีดเป็นเครื่องมือตัดเฉือนชนิดมีคมสำหรับใช้ สับ หั่น เฉือน ปาด บางชนิดอาจมีปลายแหลมสำหรับกรีดหรือแทง มักมีขนาดเหมาะสมสำหรับจับถือด้วยมือเดียวเครื่องใช้สำหรับฟัน ผ่า จัก เหลา เป็นต้น ทำด้วยโลหะมีเหล็กเป็นต้น ใบมีด มีลักษณะเป็นแผ่น รูปยาวรี มีคมด้านหนึ่ง มีสันอยู่อีกด้านหนึ่ง หรือมีคมทั้ง ๒ ด้าน ปลายมีดรูปร่างแหลมก็มี ป้านก็มี โคนมีดเป็นกั่นรูปเดือยเรียวแหลม หรือเป็นแผ่นสอดติดอยู่ในด้ามซึ่งมักทำด้วยไม้หรือเขาสัตว์ มีชื่อเรียกต่าง ๆ ตามลักษณะและวัตถุประสงค์ที่ใช้

รูปที่ 2-18 ใบมีด

ที่มา : ออกแบบจากผู้ผลิตเครื่องไสไม้ไผ่

2.2.9 การสั่นสะเทือน (Vibration)

การสั่นสะเทือน คือ ปรากฏการณ์ของการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของวัตถุภายใต้ของแรงกระทำ ซึ่งอาจเป็นแรงภายในและภายนอกก็ได้ การแบ่งประเภทการสั่นการแบ่งประเภทการสั่นสามารถจะแบ่งได้หลายประเภท สำหรับในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการแบ่งการสั่นประเภทต่างๆ ที่สำคัญและพบเห็นในการศึกษาขั้นพื้นฐานนี้

1) การสั่นแบบอิสระหรือการสั่นแบบบังคับ

การสั่นแบบอิสระ(Free Vibration) คือการสั่นของระบบในลักษณะที่หลังจากมีการรบกวนระบบที่หยุดนิ่งอยู่ที่จุดสมดุลครั้งแรกเพื่อให้เกิดการสั่นขึ้นแล้ว การสั่นนั้นดำเนินการต่อไปโดยไม่มีแรงจากภายนอกมากระทำกับระบบอีกเลยการรบกวนระบบอาจจะเป็นการทำให้เกิดการขจัดเบื้องต้นหรือทำให้เกิดความเร็วเริ่มต้นหรือทั้งสองแบบรวมกันก็ได้ การสั่นสะเทือนแบบบังคับ(Forced Vibration) คือการสั่นของระบบภายใต้แรงกระทำภายนอก ซึ่งแรงกระทำจากภายนอกนี้อาจจะเป็นแรงลักษณะซ้ำตัวเองหรือไม่ซ้ำตัวเองก็ได้ การสั่นลักษณะนี้ก็เช่นการสั่นเนื่องจากความไม่สมดุลของเครื่องจักรที่เกิดจากหมุนของลูกเบี้ยว สิ่งหนึ่งที่เราพบจากการสั่นแบบบังคับก็คือหากว่าความถี่ของแรงที่กระทำกับระบบนั้นไปพ้องกับความถี่ธรรมชาติของระบบพอดี การสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะที่มีช่วงกว้างการสั่นสูงมาก เราเรียกการสั่นลักษณะนี้ว่า การสั่นพ้อง(Resonance) ซึ่งผลการสั่นพ้องนี้มักจะทำให้เกิดความเสียหายกับโครงสร้างที่กำลังเกิดการสั่นอยู่ ยกเว้นระบบที่ต้องการให้สั่น

2) การสั่นแบบมีความหน่วงและไม่มีความหน่วง

การสั่นแบบไม่มีความหน่วง (Undamped Vibration) หมายถึงการสั่นที่ไม่มีการสูญเสียพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อมของระบบ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแรงเสียดทานหรือแรงต้านอื่นใด ซึ่งเมื่อระบบเคลื่อนที่แบบไม่มีความหน่วงจะทำให้พลังงานรวมของระบบในระหว่างการเคลื่อนที่นี้มีค่าคงที่ การสั่นที่ไม่มีความหน่วงในระบบของความจริงจะเกิดขึ้นได้ในอวกาศเท่านั้น เพราะวัตถุที่เกิดการเคลื่อนที่โดยทั่วไปแล้วจะเกิดการสูญเสียพลังงานบ้างอย่างน้อยที่สุดก็จะสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานกับอากาศรอบข้าง สำหรับระบบการสั่นสะเทือนแบบไม่มีความหน่วงและเป็นการสั่นแบบอิสระความถี่ของการสั่นของระบบเรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ(Natural Frequency) ซึ่งความถี่ธรรมชาตินี้ถือว่าเป็นปริมาณที่มีความสำคัญมากในการออกแบบเพื่อป้องกันการสั่นของอุปกรณ์หรือโครงสร้าง การสั่นแบบไม่มีความหน่วง(Damped Vibration) คือการสั่นที่เกิดการสูญเสียพลังงานในระหว่างเกิดการเคลื่อนที่ของระบบไม่ว่าจะมาจากสาเหตุใดก็ตาม ซึ่งเป็นผลทำให้พลังงานรวมของระบบมีค่าลดลง โดยทั่วไปแล้วการสั่นตามสภาพความเป็นจริงนั้นเป็นการสั่นแบบที่มีความหน่วงแทบทั้งสิ้น

3) การวิเคราะห์สัญญาณการสั่นสะเทือนบนโดเมนความถี่

จากการสั่นสะเทือนไม่ว่าจะเป็นระยะการเคลื่อนที่ ความเร็ว ความเร่งนั้น ขนาดโดยรวมของการสั่นสะเทือนระบุสาเหตุหรือที่มีของการสั่นสะเทือนทำให้ทราบถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนได้ ดังนี้

2.2.10 การเยื้องศูนย์ (Eccentricity)

เกิดจากการผลิตและประกอบชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรที่มักมีตำแหน่งจุดศูนย์กลางเพี้ยนไปจากที่กำหนดไว้ ทำให้ระยะห่างจากแกนหมุนไม่คงที่ คือ เส้นกึ่งกลางเพลาไม่ซ้อนกับศูนย์กลาง การเยื้องศูนย์หลายๆ แบบที่เกิดขึ้นบ่อยๆ คือ พุลเล่ย์เยื้องศูนย์ ลูกเบี้ยวเยื้องศูนย์ ตลับลูกปืน เฟืองเยื้องศูนย์ การเยื้องศูนย์คือสาเหตุที่สำคัญของการไม่สมดุล เพราะทำให้มวลด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลางเพลามค่ามากกว่าอีกด้านหนึ่งดังนั้นลักษณะการสั่นสะเทือนทั่วๆไปจะเหมือนกับการสมดุล ตัวอย่างของข้อแตกต่างได้แก่การสั่นสะเทือนจะมีค่ามากในแนวจุดศูนย์กลางของเกียร์ที่ขบกันหรือของพุลเล่ย์เป็นต้น การเคลื่อนที่ชักกลับไปมา(Reciprocating Action) เกิดจากการเคลื่อนที่ชักกลับไปกลับมาของชิ้นส่วนของเครื่องจักร เช่นลูกเบี้ยวของเครื่องสูบคอมเพลสเซอร์เครื่องยนต์ การสั่นสะเทือนที่มีความซับซ้อนเพราะเกิดการเคลื่อนทีเกิดขึ้นเป็นจังหวะกลับไปกลับมา และชิ้นส่วนต่างๆมีช่องว่าง ทำให้เกิดการกระทบกัน (วุฒิชัย กปิลกาญจน์ 2528)

2.2.11 ความเร็วตัดและความเร็วรอบ

ความเร็วตัด หมายถึงความเร็วที่คมมีดตัดปวดผิวโลหะออกเมื่อชิ้นงานหรือมีดตัดหมุนไปครบ 1รอบ มีหน่อยวัดเป็นเมตรต่อนาที (ม./นาที: m/m) หรือฟุตต่อนาที (ฟุต/นาที :ft/m)

ความเร็วรอบ หมายถึง ความเร็วที่ชิ้นงานหรือมีดตัดหมุนรอบต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยวัดเป็นรอบต่อนาที (RPM = Revolutions per minute) ความเร็วตัดเป็นมาตรฐานที่กำหนดมาให้ตามลักษณะของมีดตัด ชนิดของวัสดุ ความลึกของการป้อนกินวัสดุ

อัตราป้อน หมายถึงระยะการป้อนชิ้นงานหรือมีดตัดเข้าหารชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานหรือมีดตัดหมุนครบหนึ่งรอบ มีหน่วยวัดเป็น มม./รอบ

ความเร็วขอบ หมายถึง ความเร็วแล่นของจุดใดจุดหนึ่งบนผิวชิ้นงาน ซึ่งมีใช้ในการหมุนของมู่เลย์ มีหน่วยวัดเป็นเมตร/วินาที ซึ่งงานเหล่านี้จะต้องหมุนเร็วมากแต่ความเร็วรอบเมื่อมาใช้ในงานนี้จะเรียกว่าความเร็วตัด คือสูตรคำนวณความเร็วตัดนั่นเองแต่คูณด้วย 60 เพื่อเปลี่ยนเวลาให้เป็นวินาที

$$\text{สูตรความเร็วรอบ(v) (ม./นาที)} = \frac{\pi \times d(\text{มม.}) \times n(\text{รอบ/นาที})}{1000 \times 60}$$

สิ่งที่พิจารณาในการกำหนดความเร็วตัดและความเร็วรอบในการทำงานของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ที่มา : (บรรเลง ศรนิล และประเสริฐ ก๋วยสมบูรณ์.2542.ตารางโลหะ,กรุงเทพมหานคร :สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.2.12 อัตราทด

อัตราทด หมายถึง การทดรอบกำลังส่งของมอเตอร์ให้มีกำลังส่งที่ช้าลงเพื่อให้การทำงานของมอเตอร์สอดคล้องกับพลูเลย์ โดยใช้สูตร คือ

$$\text{สูตร อัตราทด} = \frac{\text{เส้นรอบวงมู่เล่ย์ตาม}}{\text{เส้นรอบวงมู่เล่ย์ขับ}}$$

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายจิตรกร กองแก้ว นายชรินทร์ รักวัด นายวุฒิพงษ์ กุศล นายอโนทัย ดังดี (2548) ทำการศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยเครื่องผลิตไม้เสียบลูกชิ้นและไม้ตะเกียบ โดยการทำงานของเครื่องจะใช้ระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ จะใช้แรงกระแทกส่งไปยังใบมีดแล้วทำการเหลา ผ่าไม้ให้ได้ตามขนาดที่กำหนดไว้โครงสร้างการทำงานมีความสะดวกรวดเร็วในการผลิตไม้เสียบลูกชิ้น ทำให้ประหยัดเวลา และลดแรงงานในการผลิต มีรวดเร็วมากขึ้น เครื่องผลิตไม้เสียบลูกชิ้นยังใช้เป็นเครื่องต้นแบบการผลิตสามารถนำไปสู่รูปแบบการค้า หรือธุรกิจขนาดเล็ก หรือธุรกิจครอบครัวได้

นิเวศน์ วงษ์เสือและคณะ (2554) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิจัยการออกแบบโครงสร้างเครื่องและชุดควบคุมการทำงานสำหรับเครื่องปอกข้าวหลาม เป็นการศึกษาถึงโครงสร้างความสามารถในการทำงานโดยมีแรงการทำงานของเครื่องที่เป็นตัวทำงาน และการออกแบบที่ต้องคำนึกถึงงานทั้งหมดให้อยู่ในการทำงานเดียวกัน การศึกษากระบอกข้าวหลามที่ใช้เป็นไม้ไผ่และกำหนดขนาดของกระบอกข้าวหลามซึ่งมีขนาดอยู่ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของ

เอราวัณ ชาญพหลและคณะ (2557) ทำการศึกษาเครื่องทำไม้ไก่ย่าง โดยการทำงานของเครื่องทำไม้ไก่ย่างจะใช้ระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ และต้องเหลาไม้ไผ่มาก่อนจึงจะนำมาเข้าเครื่องผ่าไม้ไก่ย่างได้ ใช้แรงงานคนในการป้อนเพื่อทำไม้ไก่ย่าง โดยเครื่องทำไม้ไก่ย่างสามารถผ่าไม้ไก่ย่างได้ 20 ไม้ต่อนาที โดยเร็วกว่าแรงงานคน 3.33 เท่า

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ในส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบบันทึกและแบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดสอบหาสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

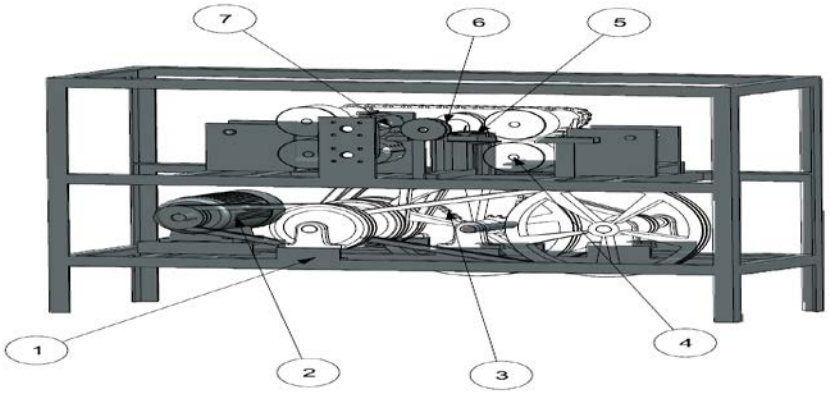
3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

3.1.1 การออกแบบ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ประกอบด้วยส่วนหลักๆดังต่อไปนี้

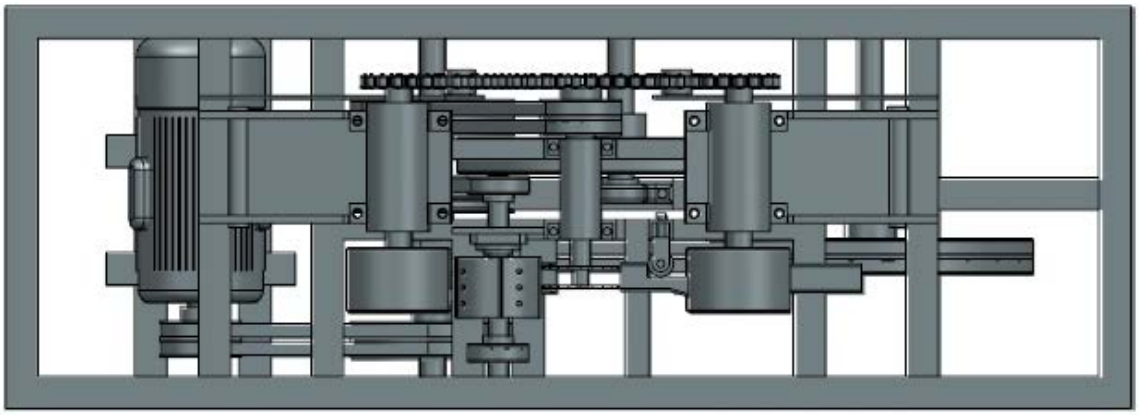
3.1.1.1 การออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องไส้ไม้ไผ่สี่ทิศทางมี 8 ส่วน ประกอบด้วย

หมายเลข 1 โครงสร้างเครื่อง
หมายเลข 2 ชุดส่งกำลัง
หมายเลข 3 โซ่ขับเคลื่อน
หมายเลข 4 ชุดลูกม้วน
หมายเลข 5 ลูกกลิ้งประคองไม้
หมายเลข 6 ใบเลื่อย
หมายเลข 7 ใบมีด



รูปที่ 3-1 แสดงแบบเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

3.1.1.2 การออกแบบส่วนประกอบกลไกลการทำงานเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง



รูปที่ 3-2 แสดงแบบขั้นตอนการทำงานเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

3.1.1.3 การออกแบบหลักการทำงานของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

1) คำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์

$$\boldsymbol{N2}\ \frac{\boldsymbol{N1\ D1}}{\boldsymbol{D2}}$$

$$\frac{\boldsymbol{(1440)\ (50.8)}}{\boldsymbol{355.6}}$$

$$\mathrm{N2} = \ 205.71$$

2) คำนวณหาความเร็วของตัวกระแทก

$$\mathrm{N2}\ \frac{\mathrm{N1\ D1}}{\mathrm{D2}}$$

$$\frac{(\mathbf{1440})\ (\mathbf{76.2})}{\mathbf{457.2}}$$

$$\mathrm{N2} = \ 34.28$$

3) คำนวณหาความเร็วของลูกม้วน

$$\mathrm{N2}\ \frac{\mathrm{N1\ D1}}{\mathrm{D2}}$$

$$\frac{(\mathbf{61.71})\ (\mathbf{76.2})}{\mathbf{203.2}}$$

$$\mathrm{N2} = \ 23.14$$

4) คำนวณหาความเร็วของตัวขับทดลูกม้วน

$$\mathrm{N2}\ \frac{\mathrm{N1\ D1}}{\mathrm{D2}}$$

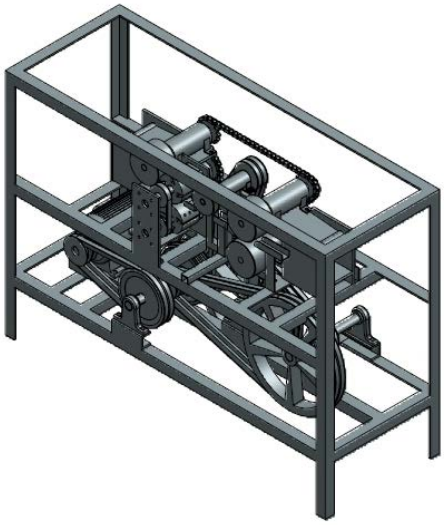
$$\frac{(\mathbf{205.71})\ (\mathbf{76.2})}{\mathbf{245}}$$

$$\mathrm{N2} = \ 61.71$$

3.1.2 การสร้างเครื่อง

3.1.2.1 โครงสร้างเครื่อง

ทำหน้าที่ยึดติดอุปกรณ์ และส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง โครงสร้างเครื่องใช้เหล็กฉาก ขนาดขนาด 1.5 นิ้ว หนา 5 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูป 3-3– 3-4



รูปที่ 3-3 แสดงแบบโครงสร้างเครื่อง

รูปที่ 3-4 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง

3.1.2.2 ตัวส่งกำลังหรือมอเตอร์

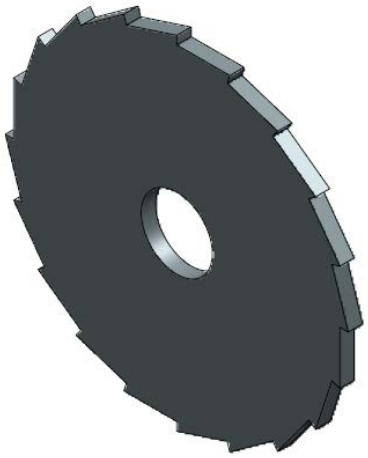
ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานกลเครื่อง โดยใช้สายพานและล้อสายพานเป็นตัวส่งกำลังไปยังอุปกรณ์และส่วนต่างๆของเครื่อง ตัวส่งกำลังใช้แรงขนาด ตัวส่งกำลังใช้แรงขนาด $\frac{1}{2}$ แรงม้า ดังแสดงในรูป 3-5 – 3-6

รูปที่ 3-5 แสดงแบบตัวส่งกำลัง

รูปที่ 3-6 แสดงภาพถ่ายตัวส่งกำลัง

3.1.2.3 ใบมีดเหลาด้านข้าง

ทำหน้าที่ตัดไม้ด้านข้างออก 2 ข้าง ดังแสดงในรูป 3-7 – 3-8

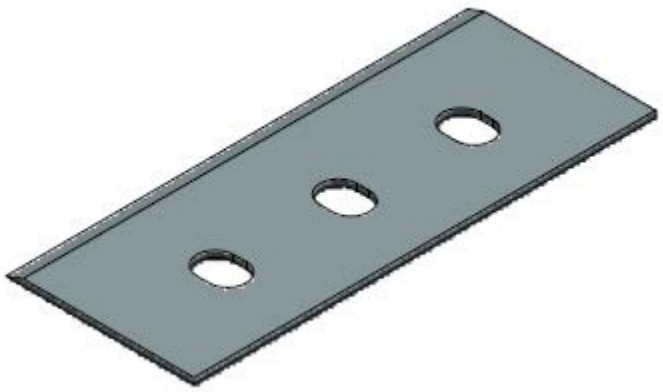


รูปที่ 3-7 แสดงใบมีดเหลาด้านข้าง

รูปที่ 3.8 แสดงภาพถ่ายใบมีดเหลาด้านข้าง

3.1.2.4 ใบมีดไสไม้

ทำหน้าที่ไสไม้ไผ่ ดังแสดงในรูป 3-9 – 3-10



รูปที่ 3.9 แสดงแบบใบมีดไสไม้

รูปที่ 3-10 แสดงภาพถ่ายใบมีดไสไม้

3.1.2.5 ลูกกลิ้งประคองโซ่

ลูกกลิ้งประคองโซ่ทำหน้าที่ประคองโซ่ให้ตึง ดังแสดงในรูป 3-11 – 3-12

รูปที่ 3-11 แสดงแบบลูกกลิ้งประคองโซ่

รูปที่ 3.12 แสดงภาพถ่ายลูกกลิ้งประคองโซ่

3.2 การออกแบบบันทึกและแบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดสอบหาสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

3.2.1 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง คือ ไม้ไผ่สีสุก จำนวน 10 ครั้ง ครั้งระ 1 นาที

ตารางที่ 3-1 ตารางการทดสอบสมรรถนะเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

การทดสอบเครื่องครั้งที่	เวลาในการเดินเครื่อง (นาที)	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (อัน)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
เฉลี่ย		

3.2.2 แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพ

3.2.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผู้ทดลองใช้เครื่องจำนวน 5 คนและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 25 คน

3.2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามจำแนกตาม

1) ด้านโครงสร้าง
2) ด้านการใช้งาน
3) ด้านการผลิต

3.2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้ทำการนำเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ไปทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการบรรยายและสาธิตการใช้เครื่องและข้อมูลของเครื่องจากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความคิดเห็นให้ผู้ที่เข้าร่วมการฟังการบรรยายและสาธิตได้ทำการประเมินความคิดเห็น

3.2.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของความคิดเห็น ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านการผลิต โดยการการหาค่าร้อยละ(Percentage) ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลในสถิติในการบรรยายเหตุผล

3.2.2.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) ค่าร้อยละ (Percentage)

(พิสณุ ฟองศรี,2551)

สูตร $P=\frac{f}{N}x\ 100$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี,2551)

สูตร $\bar{x}=\frac{\sum x}{n}$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation : S.D.) ดังนี้

(สมนึก ภัททิยธานี, 2546)

สูตรS.D.= $\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนของแต่ละคน

N แทน จำนวนทั้งหมด

4) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความคิดเห็นของการตอบแบบสอบถาม เป็นแบบการประเมิน 5 ระดับ (Rating Scale) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้ (เติมศักดิ์ สุขวิบูลย์,2552)

ระดับคะแนน 5 ระดับความคิดเห็น ดีมาก

ระดับคะแนน 4 ระดับความคิดเห็น ดี

ระดับคะแนน 3 ระดับความคิดเห็น ปานกลาง

ระดับคะแนน 2 ระดับความคิดเห็น ควรปรับปรุง

ระดับคะแนน 1 ระดับความคิดเห็น ต้องปรับปรุง

5) เกณฑ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล (likert) จากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลเกณฑ์การให้คะแนนค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ระดับความคิดเห็น ดีมาก

3.51-4.50 หมายถึงระดับความคิดเห็นดี

2.51-3.50 หมายถึง ระดับความคิดเห็น ปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ระดับความคิดเห็นควรปรับปรุง

1.00-1.50 หมายถึง ระดับความคิดเห็น ต้องปรับปรุง

แบบประเมินความคิดเห็นการออกแบบเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

1.ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-40 ปี ☐ 40 ปี ขึ้นไป

ประสบการณ์การทำงาน ☐ ต่ำกว่า 5 ปี ☐ 5 ปี ขึ้นไป

2.ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดพิจารณาการออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ที่สร้างขึ้นว่ามีความสอดคล้องกับระดับความคิดเห็นในระดับใด โดยเขียนเครื่องหมาย ลงในช่องตารางด้านขวาตรงกับหัวข้อ การประเมินจากช่องตารางด้านซ้าย ซึ่งมีระดับเกณฑ์ในการพิจารณา ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง ระดับความคิดเห็นดีมาก

4 หมายถึง ระดับความคิดเห็นดี

3 หมายถึง ระดับความคิดเห็นปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความคิดเห็นควรปรับปรุง

1 หมายถึง ระดับความคิดเห็นต้องปรับปรุง

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
ด้านโครงสร้าง		5	4	3	2	1
1.	การออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง					
2.	ขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความเหมาะสม					
3.	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่อง					
4.	การจัดวางชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบมีความเหมาะสมกับการใช้งาน					
5.	การออกแบบระบบส่งกำลังมีเหมาะสม					
6.	การออกแบบชุดใบมีดไสไม้มีความเหมาะสม					

7.	การออกแบบชุดตัดไม้ไม้มีความเหมะสม					
8.	การออกแบบลูกกลิ้งหรือตัวดึงไม้มีความเหมาะสม					
ด้านการใช้งาน						
1.	ความสะดวกในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่อง					
2.	รูปแบบในการทำงานของชุดตัวไสไม้					
3.	ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง					
4.	ความปลอดภัยในการใช้งาน					
5.	ความสะดวกในการขนยายเครื่อง					
6.	เวลาในการไสไม้ไผ่					
ด้านการผลิต						
1.	รูปทรงของไม้ไผ่					
2.	ความสะอาดของไม้ไผ่					

ข้อเสนอแนะด้านโครงสร้าง

.....

.....

ข้อเสนอแนะด้านการใช้

.....

.....

ข้อเสนอแนะด้านการผลิต

.....

.....

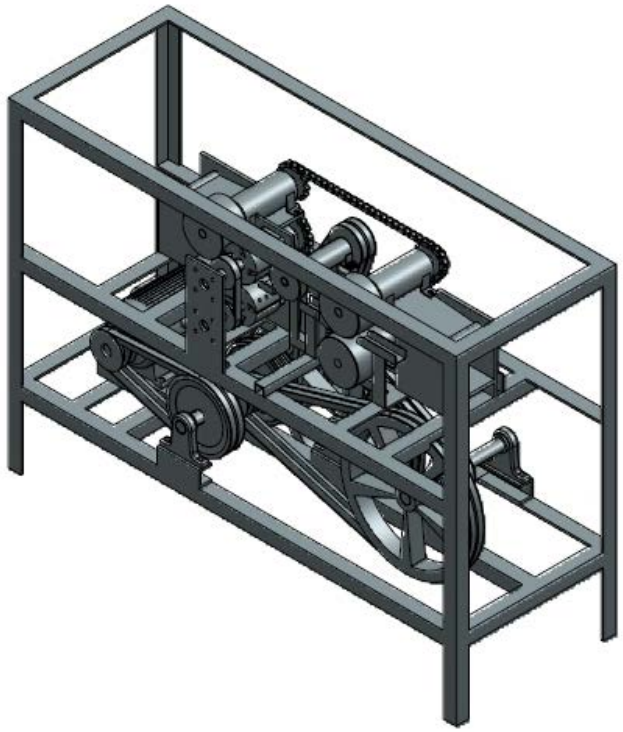
ลงชื่อ.....ผู้ให้ข้อมูล

(.....)

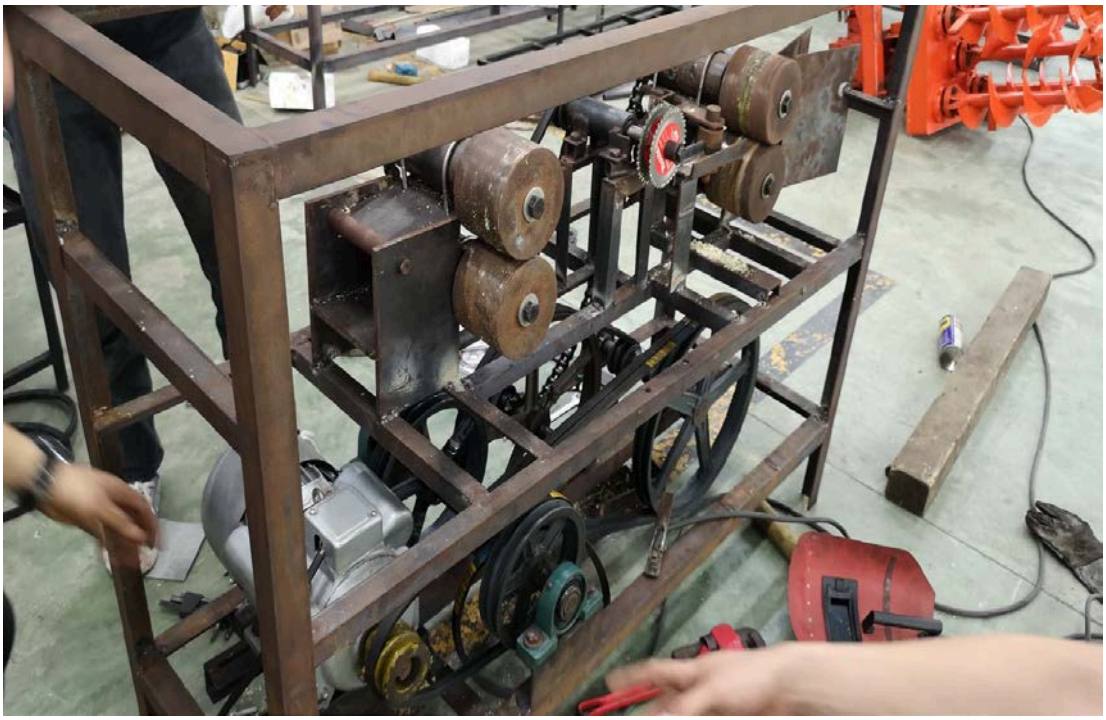
บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในบทที่ 4 ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นผลการออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง และในส่วนที่สอง ผลการทดสอบหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง ดังนี้

4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องผ่าไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง



รูปที่ 4-1 แบบแสดงเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง



รูปที่ 4-2 แสดงเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

4.2.1 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ในการทดสอบจะต้องควบคุมตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ความชำนาญในการป้อนไม้ไผ่เข้าเครื่อง และลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ ในการทดสอบจะเริ่มจับเวลาใน 1 นาที การทดสอบใน 1 รอบการทำงาน ประกอบด้วย การนำไม้ไผ่เข้าเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง จนออกมาเป็นไม้ไผ่ที่มีลักษณะสามารถนำไปใช้งานได้จริง จากนั้นทำการบันทึกเวลา บันทึกปริมาณผลผลิตที่ได้ ทำต่อเนื่องกันไปจนครบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ตารางที่ 4-1 ผลทดสอบสมรรถนะเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

การทดสอบเครื่องครั้งที่	เวลาในการเดินเครื่อง (นาที)	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (แผ่น)
1	1	18
2	1	19
3	1	17
4	1	18
5	1	18
6	1	19
7	1	17
8	1	18
9	1	19
10	1	17
เฉลี่ย	1	18

จากผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตที่ได้ 20 แผ่นต่อ 1 นาที ซึ่งไม่มีไม้ไผ่ที่เสียหายจากการผ่าจนนำไปใช้งานไม่ได้ แต่ปริมาณผลผลิตในแต่ระรอบการทดสอบผลลัพธ์มีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากความชำนาญในการป้อนไม้ไผ่เข้าเครื่องและลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ โดยทำการทดสอบ 10 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย ซึ่งเร็วกว่าแรงงานคนถึง 6 เท่า โดยแรงงานคนจะไสไม้ไผ่ได้ 3 แผ่นต่อ 1 นาที

4.2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ผลการประเมินประสิทธิภาพจากเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางที่ได้จากการนำเครื่องไปทดลองที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการไสไม้ไผ่ ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 30 คน ในวันที่ 1 สิงหาคม 2561 มีผลการวิเคราะห์ความคิดเห็น ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง

ประสิทธิภาพ	หัวข้อในการสอบถาม	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านโครงสร้าง	การออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง	4.45	0.55	ดี
	ขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความเหมาะสม	4.02	0.65	ดี
	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่อง	4.02	0.73	ดี
	การจัดวางชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	3.91	0.78	ดี
	การออกแบบระบบส่งกำลังมีเหมาะสม	4.15	0.64	ดี
	การออกแบบชุดใบมีดไสไม้มีความเหมาะสม	4.31	0.58	ดี
	การออกแบบชุดตัดไม้ไม้มีความเหมะสม	4.18	0.67	ดี
	การออกแบบลูกกลิ้งหรือตัวดึงไม้มีความเหมาะสม	4.18	0.65	ดี
เฉลี่ย		**4.15**	**0.66**	**ดี**
ด้านการใช้งาน	ความสะดวกในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่อง	4.59	0.54	ดีมาก
	รูปแบบในการทำงานของชุดตัวไสไม้	4.18	0.65	ดี
	ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง	4.28	0.69	ดี
	ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.32	0.73	ดี
	ความสะดวกในการขนยายเครื่อง	4.21	0.86	ดี
	เวลาในการไสไม้ไผ่	4.41	0.60	ดี
เฉลี่ย		**4.33**	**0.68**	**ดี**
ด้านการผลิต	รูปทรงของไม้ไผ่	4.27	0.68	ดี
	ความสะอาดของไม้ไผ่	4.37	0.60	ดี
เฉลี่ย		**4.32**	**0.66**	**ดี**
เฉลี่ยรวม ทั้ง 3 ด้าน		**4.26**	**0.66**	**ดี**

1) ด้านโครงสร้าง

ในด้านการออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นสูงสุด 4.45 ด้านขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.02 ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่องได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.02 การจัดวางชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 3.91 การออกแบบระบบส่งกำลังมีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.15 การออกแบบชุดใบมีดมีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.31 การออกแบบชุดมีดผ่าฉีกไม้มีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.17 การออกแบบชุดใต้ไม้มีความเหมะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.18 การออกแบบลูกกลิ้งหรือตัวดึงไม้มีความเหมาะสมได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.18 ผลรวมระดับคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านโครงสร้างได้ 4.15 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.66

2) ด้านการใช้งาน

ในด้านความสะดวกในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นสูงสุด 4.59 ด้านรูปแบบในการทำงานของชุดตัวไสไม้ ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 4.18 ด้านความสะดวกในการใช้งานเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.28 ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.32 ด้านความสะดวกในการขนย้ายเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.21 และด้านเวลาในการไสไม้ไผ่ ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.41 ผลรวมระดับความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านการใช้งานได้ 4.33 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.68

3) ด้านการผลิต

ในด้านรูปทรงของไม้ไผ่ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 4.27 อยู่ในระดับดี และด้านความสะอาดของไม้ ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นสูงสุด 4.37 อยู่ในระดับปานกลาง ผลรวมระดับความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านการผลิตได้ 4.32 อยู่ในระดับดีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.66

ค่าเฉลี่ยรวมระดับคะแนนความคิดเห็นของทั้ง 3 ด้าน ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านการผลิต คือ 4.23 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.63 อยู่ในระดับดี

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง พบว่า เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางสามารถไสไม้ไผ่ในอัตราการผลิตเฉลี่ย 18 แผ่นต่อ 1 นาที ซึ่งเร็วกว่าแรงงานคนใช้มีดในการผ่าประมาณ 6 เท่า โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบและสร้างเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง การไสไม้ไผ่ ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพ และข้อบกพร่องของเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง พร้อมทำการแก้ไขจุดบกพร่องและอุปสรรคต่างๆ ระหว่างการศึกษาวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องไที่ถูกสร้างขึ้น ซึ่งสรุปผลการทดสอบดังนี้

5.1.1 พิจารณาการลงทุน การคุ้มทุน

เครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง สามารถทำงานเร็วกว่าแรงงานคนประมาณ 6 เท่า และลดความเมื่อยล้าในการทำงาน ซึ่งปัจจุบันการหาคนไสไม้ไผ่นั้นหาได้ยากมากและต้องใช้คนที่มีความชำนาญในการทำงาน ซึ่งมีความคุ้มค่าในการลงทุนประหยัดค่าใช่จ่ายในการจ้างแรงงานคนในการไสไม้ไผ่และประหยัดเวลาในการทำงาน

5.1.2 ปัญหาและอุปสรรค์ที่พบ

5.1.2.1 ยางลูกม้วนสึกหรอง่าย

5.1.2.2 เศษไม้ไผ่ติดคาในตัวเครื่อง

5.1.3 การแก้ไขปัญหา

5.1.3.1 ทำตัวกั้นเศษไม้ไผ่

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทาง มีบางส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นจึงเสนอแนวทาง คือ ควรลดขนาดเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางให้มีขนาดที่เล็กกว่านี้จะได้ง่ายต่เคลื่อนย้าย และ ในอนาคตข้างหน้าทางคณะผู้วิจัยหวังว่า คงมีการพัฒนาสมรรถนะและประสิทธิภการใช้งานมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. (2537). **วัสดุและอุปกรณ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

รุ่งนภา และคณะ. (2544) **ไม้ไผ่ในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร. สำนักวิชาการ กรมป่าไม้.

นางสาวอัจฉรา พงษ์สมบัติ. (2544). **การศึกษาความพึงพอใจของลูกค้าต่อการใช้บริการของร้านไก่ย่างวรรณา อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ขุนแผน ตุ้มทองคำ. (2551). **การออกแบบบรรจุภัณฑ์ไก่ย่างข้าวเบือ**. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

ยอดปชา ยอดทองดี. (2553). **ปัจจัยส่วนบุคคลของผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ไก่ย่างห้าดาวของผู้บริโภคในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.** มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

บัณฑิต แก้วคำ. (2555) **การพัฒนาเครื่องแยกดอกตองกงเพื่อเป็นวัสดุทำไว้กวา**ด. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

จงรักษ์ ไกรนาม.2559.**"ต้นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัด" ๗๒ พรรษา พฤกษามหาราชินี กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสตรีแห่งชาติในพระบรมราชินูปถัมภ์.**[อนนไลน์]. เข้าถึงได้จาก. http://botanykus.weebly.com**วันที่สืบค้น** 2559, 7 กรกฎาคม.

จำรูญ ตันติพิศาลากุล.2550.**การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล1.** กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

ดนัย ภู่แก้ว.2534. **การปลูกไผ่.** กรุงเทพฯ:สมาคมส่งเสริมการเกษตร.

เต็ม สมิตินันทน์. 2544.**พรรณไม้แห่งประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

บริษัท หลีแซ อิมปอร์ต จำกัด. 2552. **การส่งกำลังด้วยสายพาน.**[ระบบออนไลน์].เข้าถึงได้จาก. http.//www.leesae.com/product_detial.php?d=670 วันที่สืบค้น2558,20 กรกฎาคม.

มานัส สถิรจินดา.2538.**เหล้ากล้า.** กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มานพ ต้นตระบัณฑิตย์ สำลี แสงห้าว และสุทิน จิตร์เจริญ .(2542). **ชิ้นส่วนเครื่องมือกล.** กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด.

มานพ ต้นตระบัณฑิตย์. 2556. **วัสดุวิศวกรรม.**กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2546.**การออกแบบเครื่องกล.**กรุงเทพฯ:ซีเอ็นยูเคชั่น.

ศุภชัย สุรินทร์วงศ์.2550. **มอเตอร์.**กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

สุมาลี สิงห์พันธุ์.2547. **ต้นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัด**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สะอาด บุญเกิด. 2528. **ไผ่ป่าบางชนิดในประเทศไทย.**กรุงเทพฯ : กองทุนจัดพิมพ์ตำราปลาไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำลี แสงห้าว. 2552. **ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การลงพื้นที่ทดสอบเครื่องไสไม้ไผ่สี่ทิศทางเผยแพร่เทคโนโลยีสู่ชุมชน

รูปที่ ก – 1 การทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ

รูปที่ ก – 2 การทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านมาตุลี ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นายนรัตว์ รัตนวัย

ตำแหน่งทางวิชาการ : อาจารย์

คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ): วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร

วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สถานที่ติดต่อ : สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

โทรศัพท์ 086-7474122

E-mail : narat_pcru@hotmail.com

2. คณะผู้วิจัย

ชื่อผู้ร่วมวิจัย : นายเอราวัณ ชาญพหล

ตำแหน่งทางวิชาการ : อาจารย์

คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ) : คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

คอ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สถานที่ติดต่อ : สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

โทรศัพท์ 086-2267789

E-mail : arawan2519@hotmail.com