

การออกแบบและพัฒนาเครื่องปั้นลูกชุบต้นแบบเพื่อลดความล้าจากการทำงาน

Design and Development of Look – Choob Molding Machine for the Minimization of Working Fatigue

คำนำ

ความล้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานแบ่งออกได้เป็นสองประเภทคือ ความล้าทางกายภาพหรือกล้ามเนื้อ และความล้าทางจิตใจ ความล้าที่เกิดขึ้นในทางกายภาพส่วนมากจะเกิดอาการเมื่อยล้าหรือความรู้สึกเจ็บปวด/ปวดเมื่อย ซึ่งจะเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อที่ได้รับความเครียดจากการทำงานเกินขนาด ส่วนความล้าทางจิตใจจะเป็นความรู้สึกเพลีย เบื่อหน่าย วิตกกังวล หรือความเบื่อระอาต่อการทำงาน ความล้าที่เกิดขึ้นในงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุร่วมกัน เช่น ระยะเวลาในการทำงาน สภาพแวดล้อมในการทำงาน

การทำขนมไทย เช่นลูกชุบ มีขั้นตอนในการผลิตที่ต้องใช้แรงงานจากคนเป็นหลัก ตั้งแต่การปั้นแป้ง การขึ้นรูป การชุบสี การอบ พนักงานต้องทำงานในหน้าที่หนึ่งๆ เป็นเวลานานพบว่าเริ่มเกิดปัญหาเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจากการทำงาน รวมไปถึงการส่งผลให้อวัยวะส่วนที่ใช้ในการทำงานมากเกิดการเสื่อมสภาพ เช่นกระดูกแขนและขา ด้วยปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องปั้นลูกชุบ เพื่อให้สามารถทดแทนการใช้แรงงานคนและลดปัญหาทางด้านสุขภาพอนามัยลงไป

เครื่องปั้นลูกชุบเป็นเครื่องจักรประกอบไปด้วยระบบสกรูอัด ระบบตัดแบ่ง และรวมถึงระบบปั่นกลม โดยการวิจัยพัฒนาจะเน้นไปที่การศึกษาการทำงานของเครื่องเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดจะได้เป็นเครื่องต้นแบบในการพัฒนาอุตสาหกรรมขนมไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องปั่นลูกชุบต้นแบบแทนที่แรงงานคน
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องปั่นลูกชุบ ให้สามารถลดการใช้แรงงานคน
ขจัดปัญหาความล่าช้าจากการทำงานและเพิ่มความสามารถในการผลิตให้มากขึ้น
3. เพื่อศึกษาหาความเหมาะสมต่อการทำงานของเครื่องปั่นลูกชุบ เช่นความเร็วเชิงเส้น
ในการอัดตัวของระบบสกรูอัดและความเร็วเชิงมุมของระบบการปั่นกลม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องปั่นลูกชุบต้นแบบแทนที่แรงงานคน
2. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมกับอุตสาหกรรมอาหาร
3. มีความสามารถในการผลิตที่จะไปลดความล่าช้าจากการทำงานของคน

การตรวจเอกสาร

การยศาสตร์

ความหมายของคำว่า Ergonomics

คำว่า เอร์โกโนมิกส์ ที่เรามักจะใช้เรียกทับศัพท์ภาษาอังกฤษนั้น ได้มีการบัญญัติไว้ในภาษาไทยว่า การยศาสตร์(Ergonomics) ถ้าจะให้นิยามกันสั้นๆก็คือ เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์หลักการ วิธีการและข้อมูล ที่ได้จากความรู้ในสาขาต่างๆ เช่น ความรู้ทางการแพทย์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ความรู้ทางด้านวิศวกรรม ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม ความรู้ทางจิตวิทยา เป็นต้น เพื่อการพัฒนาระบบการทำงานที่ของมนุษย์หรือมีมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องเหล่านั้นสามารถใช้งานหรือทำงานในระบบนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

การยศาสตร์มีความสำคัญอย่างไรอะไรบ้างที่เราู้ เกี่ยวกับร่างกายและจิตใจมนุษย์ขณะทำงานจากความรู้ดังกล่าว เราควรออกแบบงาน เครื่องมือ สถานที่ทำงานให้มนุษย์ได้ทำงานอย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพพร้อมทั้งมีความพอใจและมีความสุขในการทำงาน

ส่วนประกอบในการทำงาน ประกอบด้วย

1. มนุษย์

2. Interaction ในการทำงาน เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องจักร เป็นต้น

3. สภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่แสง สี เสียง ซึ่งหลักทางการยศาสตร์ เป็นการพยายามปรับงาน ให้เข้ากับคนคือ ปรับงานให้ทุกคนทำได้ในท้ายสุด คือ การปรับคนให้เข้ากับงาน ตัวอย่างเช่น การคัดเลือกคนเข้าทำงาน เป็นแอร์โฮสเตสต้องดูรูปร่างประกอบ ถ้าอ้วนไปการทำงานบนเครื่องบินอาจไม่คล่องตัว เป็นต้น

ความรู้ที่เกี่ยวข้อง สำหรับการประยุกต์ทางการยศาสตร์ มนุษยวิทยา สังคมวิทยา ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ชีววิทยาการศึกษา การบริหารจัดการ วิศวกรรม การศึกษาการทำงาน การวิจัยการดำเนินการ Cybernetics สถิติประยุกต์ อาชีวอนามัยสาขาทางการแพทย์ สถาปัตยกรรม เป็นต้น

ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์

1. สภาพแวดล้อมทั่วไป ได้แก่ เสียง แสง ความสั่นสะเทือน อุณหภูมิ อากาศ
2. สภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ เครื่องมือ โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องจักร
3. ลักษณะของงาน

ปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์

1. จิตวิทยาสังคม ได้แก่ ความพอใจในการทำงาน ครอบครัว บุคลิกภาพ
2. ร่างกาย ได้แก่ ความแข็งแรง ความอดทน ความสูงและน้ำหนักสัดส่วนร่างกาย

ปัจจัยเสี่ยงทางยศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับโรคทางระบบกระดูก และกล้ามเนื้อ

1. กิจกรรมที่ต้องใช้แรงมาก (Forceful Exertions)
2. กิจกรรมที่ทำซ้ำซาก (Repetitive Motions)
3. การบริหารจัดการและจิตวิทยาสังคม (Organization and Psychosocial Work Factors)
4. กิจกรรมที่ยาวนาน (Prolonged Activities)
5. ท่าทางที่ไม่เหมาะสม (Awkward Working Postures)
6. การกดเฉพาะที่ (Localized Contact Stress)

การปรับปรุงสภาพการทำงาน

1. ไม่ยกของหนักเกินกำลัง
2. ใช้คนช่วย หรือเครื่องมือ
3. ของที่หนักไม่ควรวางบนพื้น

กระดูกมือ(Hand)

ประกอบไปด้วยกระดูก 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. กระดูกข้อมือ (Carpal bones)

เป็นกระดูกชนิดสั้นเป็นเหลี่ยมชิ้นเล็กๆ มีจำนวนข้างละ 8 ชิ้น รวม 16 ชิ้น แต่ละชิ้นจะยึดติดกันและกันด้วยเอ็น กระดูกข้อมือมีรูปร่าง และสัดส่วน

2. กระดูกฝ่ามือ (Metacarpal bones)

เป็นกระดูกชนิดสั้น มีจำนวนข้างละ 5 ชิ้น รวม 10 ชิ้น แต่ละชิ้นเรียงต่อกับกระดูกนิ้ว โดยเรียงตามลำดับจากด้านข้าง (Lateral) โดยชิ้นที่ต่อกับหัวแม่มือเป็นชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ต่อกับนิ้วก้อยเป็นชิ้นที่ 5 และสามารถ คลำได้ตลอดที่ด้านหลังมือ กระดูกฝ่ามือมีรูปร่างและสัดส่วน ดังนี้

- 2.1 ส่วนหัว (Head) มีลักษณะเรียบมนกลม ต่อกับกระดูกนิ้วมือ
- 2.2 ส่วนกลาง (Body) มีลักษณะเรียว
- 2.3 ส่วนฐาน (Base) เป็นเบ้าสวมกับกระดูกข้อมือ

3. กระดูกนิ้วมือ (Finger bones)

เป็นกระดูกชนิดสั้น มีจำนวนข้างละ 14 ชิ้น รวม 28 ชิ้น กระดูกนิ้วมือมีรูปร่างและสัดส่วนที่สำคัญ ดังนี้

- 3.1 กระดูกนิ้วมือแต่ละชิ้นมีส่วนกลาง และมีส่วนของฐาน ใหญ่กว่าส่วนหัว

3.2 กระดูกนิ้วมือแต่ละชิ้นเรียกว่า Phalanx แต่ละ Phalanx มี 3 ชิ้น โดยชิ้นแรกเรียกว่า Proximal phalange ชิ้นกลางเรียกว่า Middle phalange และชิ้นปลายเรียกว่า Distal phalange ยกเว้นนิ้วหัวแม่มือจะมีแค่ 2 ชิ้น คือ Proximal และ Distal phalange กระดูกนิ้วแต่ละชิ้นจะต่อกันเป็นข้อซึ่งกันและกัน กระดูกหัวแม่มือจะสั้นและกว้างที่สุด นิ้วกลางยาวที่สุด และนิ้วนางมักจะยาวกว่านิ้วชี้เล็กน้อย

ระบบกล้ามเนื้อ (The Muscular System)

กล้ามเนื้อหรือ Muscle หมายถึงอวัยวะที่ประกอบไปด้วยก้อนเส้นใย (Fibre) ที่ยึดและหดได้ กล้ามเนื้อในคนมีประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักตัว มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 75 % โปรตีน 20 % และอื่นๆอีกประมาณ 5 % การทำงานของกล้ามเนื้อจะทำงานร่วมกันกับกระดูก เอ็น ข้อต่อ และระบบประสาท ทำให้ร่างกายสามารถเคลื่อนไหวได้ กล้ามเนื้อยังช่วยให้มีการเคลื่อนไหวของอวัยวะภายใน เช่น การบีบตัวและคลายตัวของทางเดินอาหาร การหายใจ การเต้นของหัวใจ และการบีบตัวของมดลูกขณะคลอด เป็นต้น

ชนิดของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อมีโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกันไป สามารถแบ่งตามลักษณะของการทำงานและตำแหน่งได้ 3 ชนิด คือ

1. กล้ามเนื้อโครงร่าง หรือ กล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle หรือ Striated muscle หรือ Somatic muscle) เป็นกล้ามเนื้อชนิดเดียวที่ติดกับกระดูกและข้อต่อ ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ พบอยู่ทั่วไปของร่างกาย กล้ามเนื้อลายมีจุดเกาะต้นเรียกว่า Origin และที่เกาะปลายเรียกว่า Insertion ซึ่งทั้งสองจุดเกาะจะเกาะกับกระดูกโดยตรงหรือไม่เกาะก็ได้ ซึ่งทั้งสองจุดเกาะดังกล่าวส่วนมากจะมีลักษณะเป็นเอ็น (Tendon or ligament) การทำงานของกล้ามเนื้อลายจะถูกควบคุมโดยประสาทส่วนกลาง จึงอาจเรียกกล้ามเนื้อลายได้ว่า เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ เช่น กล้ามเนื้อแขน ขา ใบหน้า และลำตัว เป็นต้น

2. กล้ามเนื้อเรียบ (Nonstriated muscle หรือ Smooth muscle) เป็นกล้ามเนื้อของอวัยวะภายใน มีลักษณะที่เรียบไม่มีลาย เช่น กล้ามเนื้อในผนังลำไส้ กระเพาะอาหาร กระเพาะปัสสาวะ เป็นต้น การทำงานของกล้ามเนื้อเรียบควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานอยู่นอกอำนาจจิตใจ (Involuntary muscle)

3. กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่พบที่หัวใจเท่านั้น การทำงานจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่นอกเหนือจิตใจ

ลักษณะ รูปร่าง และขนาดของกล้ามเนื้อ

รูปร่าง ขนาด และการจัดเรียงตัวของกล้ามเนื้อมีความหลากหลายแตกต่างกัน เช่น รูปรีวยาว รูปแผ่นกว้าง สั้นแคบ รูปสามเหลี่ยม รูปทรงสี่เหลี่ยม และรูปทรงอื่นๆ เป็นต้น หรืออาจจะรวมตัวกันเป็นพังผืดเหนียวแผ่นแบน เป็นเส้นเอ็นซึ่งมีการรวมตัวกันเป็นมัดกลมคล้ายรูปท่อ ทรงกระบอก ส่วนในเรื่องขนาดความยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้น มีความยาวตั้งแต่ 0.5 เซนติเมตร เช่น กล้ามเนื้อของกระดูกหูส่วนกลาง ไปจนถึงความยาวขนาด 30 เซนติเมตร เช่น กล้ามเนื้อของกระดูกต้นขา เป็นต้น

กล้ามเนื้อลายมีจุดเกาะต้นหรือจุดที่อยู่คงที่ (Origin) และที่เกาะปลายหรือจุดที่เคลื่อนไหว (Insertion) ซึ่งทั้งสองจุดเกาะจะเกาะกับกระดูกโดยตรงหรือไม่ก็ได้ ซึ่งทั้งสองจุดเกาะดังกล่าวส่วนมากจะมีลักษณะเป็นเอ็น (Tendon or ligament) ปลายของจุดเกาะต้นบางมัดมีหลายหัว เช่น กล้ามเนื้อ Biceps brachii หรือ Triceps brachii เป็นต้น

กล้ามเนื้อส่วนมือและนิ้ว

กล้ามเนื้อส่วนมือและนิ้วมือ เป็นกล้ามเนื้อขนาดเล็กและสั้น ส่วนมากจะเป็นเอ็นของกล้ามเนื้อ ซึ่งติดต่อมาจากแขนท่อนล่าง ซึ่งจะช่วยในการงอและเหยียดมือและข้อมือรวมทั้งการที่นิ้วหัวแม่มือสามารถเคลื่อนไหวไปและนิ้วอื่นๆ ได้ จึงเรียกว่า Opposition

ลักษณะและข้อจำกัดของการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย

การเคลื่อนไหวของหัวไหล่ (Shoulder girdle) สามารถเคลื่อนไหวได้อิสระรอบๆ แกน การเคลื่อนไหวทั้ง 3 แกน เช่น การงอ การเหยียด การกางหรือบิดเข้าด้านใน การบิดออกข้างนอก การยกไหล่ขึ้น การควงหมุน การหมุนและเอียงไหล่ขึ้น

การเคลื่อนไหวของข้อศอก (Elbow joint) การเคลื่อนไหวของข้อศอกและหัวเข่า เราเรียกว่า Intermediate joint ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะเหมือนกัน คือ การงอและการเหยียดเท่านั้น

การเคลื่อนไหวของส่วนปลายแขน (Radioulnar joint) เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นกับข้อต่อแบบ pivot joint สามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบ pronation ซึ่งเป็นการหมุนของแขนท่อนล่างเข้าด้านในโดยฝ่ามือจะคว่ำลง กับแบบ Supination ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวตรงกันข้ามคือ หมุนออกด้านนอก โดยฝ่ามือจะหงายขึ้น

การเคลื่อนไหวของมือและข้อมือ การเคลื่อนไหวที่ข้อมือ (Wrist joint) มีการงอ การเหยียด การกางออก และการหุบเข้า และที่นิ้วหัวแม่มือ (Carpometacarpal joint) มีการเคลื่อนไหวแบบ การกางออก การหุบเข้า การงอ การเหยียด การหุบเข้าเกินกว่าปกติ การงอเกินกว่าปกติ และการงอตรงกันข้าม

ผลกระทบต่อสมรรถภาพการทำงานของมนุษย์

1. มือและข้อมือ

ลักษณะโครงสร้างของมือและข้อมือประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนของกระดูก และกล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคลื่อนไหว กับส่วนของระบบประสาท (Nerves) ที่ช่วยในการรับรู้ความรู้สึก การใช้มือและข้อมือในการทำงานต่างๆ ควรคำนึงถึงหลักกายศาสตร์ เพื่อความปลอดภัยและสุขภาพดังนี้

1.1 ท่าทางปกติ

มือและข้อมือควรอยู่ในตำแหน่งปกติที่เป็นธรรมชาติ ในลักษณะเป็นแนวตรง คล้ายกับการจับมือทักทายกัน การวางตำแหน่งชิ้นงานควรให้เหมาะสมกับระดับความสูงของการวางมือและข้อมือ หรือควรวางชิ้นงานตรงหน้าโดยตรงเพื่อให้มองเห็นและทำงานได้โดยตรง และหากมีการเคลื่อนที่ของชิ้นงานในขณะที่ทำงาน ควรสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของมือที่เลื่อนไปตามชิ้นงานด้วย

1.2 การออกแรงจับถือ

ไม่ควรจับถือสิ่งของที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป หากออกแรงจับถือชิ้นงานหรือวัสดุ อุปกรณ์โดยใช้ทั้งมือจับถือ ไม่ควรออกแรงเฉพาะตรงส่วนนิ้ว และถ้าเป็นไปได้ควรใช้ทั้ง

สองมือทำงานประสานร่วมกัน หรืออาจใช้วิธีการลากหรือเลื่อนสิ่งของแทนการใช้วิธีจับขึ้นในแนวดิ่ง เป็นต้น

1.3 ข้อควรระวังในการทำงานของมือและข้อมือ

พยายามหลีกเลี่ยงการงอหรือบิดของข้อมือบ่อยครั้งเกินไป ไม่ควรออกแรงกดมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น หลีกเลี่ยงการออกแรงทำงานของมือเดิมซ้ำๆ กันเป็นเวลานาน ควรสลับหรือปรับเปลี่ยนตำแหน่งของมือและข้อมือไปมา และบางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้ถุงมือเพื่อป้องกันการบาดเจ็บหรือเพื่อความรู้สึกจับได้มั่นคงมากขึ้น เป็นต้น

2. ความเมื่อยล้า

หมายความว่า สภาวะของร่างกายที่มีความรู้สึกเหนื่อยและอ่อนเพลีย ความรู้สึกเหนื่อยและอ่อนเพลียนี้เป็นกลไกปกป้องร่างกายของมนุษย์ตามธรรมชาติกลไกหนึ่งที่จะช่วยไม่ให้ร่างกายใช้พลังงานมากเกินไปจนเกิดอาการเหนื่อยล้า ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถพักเพื่อคลายความเครียดในช่วงเวลาใดๆ ได้ ความรู้สึกเหนื่อยและเพลียสามารถหายไปหรือบางเบาลง ในทางตรงกันข้ามซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งของวิทยาการจัดการสภาพงาน คือ การที่ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานที่หนักภายใต้สภาวะและสิ่งแวดล้อมที่เครียดในช่วงระยะเวลาที่ยาว และมีการจัดช่วงหยุดพักที่ไม่เหมาะสม ในกรณีนี้ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจะคงค้างอยู่และเกิดการสะสมในวันต่อไป ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อร่างกายผู้ปฏิบัติงาน

ความเมื่อยล้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ
2. ความเมื่อยล้าทั่วไป ซึ่งได้แก่
 - 2.1 ความเมื่อยล้าทางร่างกายโดยทั่วไป
 - 2.2 ความเมื่อยล้าทางจิตใจ
 - 2.3 ความเมื่อยล้าทางระบบประสาท
 - 2.4 ความเมื่อยล้าแบบเรื้อรัง
 - 2.5 ความเมื่อยล้าเนื่องจากช่วงเวลาปฏิบัติงาน และเวลานอนไม่แน่นอน

ในการออกแบบหรือการจัดสภาพแวดล้อม การปรับปรุงสภาวะและสิ่งแวดล้อมในการทำงานตามหลักการการจัดสภาพงาน จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสดชื่น แจ่มใส ที่จะมาปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยสภาวะปกติ หรือมีความรู้สึกเหนื่อยและเพลียน้อย ผู้ปฏิบัติงานที่เริ่มงานด้วยสภาวะที่สดชื่นแจ่มใสนี้จะปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพมากกว่าผู้ปฏิบัติงานที่เริ่มต้นด้วยสภาวะของร่างกายปกติหรือมีความรู้สึกเหนื่อยและเพลียน้อย

ความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งที่นักวิทยาการจัดสภาพงานจะต้องควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะอาการของผู้ปฏิบัติงานที่มีความเมื่อยล้า มีผลกระทบต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการทำงาน ลักษณะอาการของผู้ที่มีความเมื่อยล้าไว้ดังต่อไปนี้

1. มีความรู้สึกอ่อนเพลีย ง่วงนอน และจะมีโอกาสเป็นลมได้ง่าย
2. ความคิดและการสั่งงานของสมองช้าลง
3. ความตื่นตัวลดลง
4. ความสามารถในการรับรู้สิ่งต่างๆ ช้าลง
5. รู้สึกไม่อยากจะทำงาน

ลักษณะของร่างกายและจิตใจห้าวข้อที่ได้กล่าวมาเป็นอาการของผู้ที่มีความเมื่อยล้าทั่วไป ยังมีความเมื่อยล้าอีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งจะพบมากในการปฏิบัติงานภาคอุตสาหกรรม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องประสบกับสภาวะและสิ่งแวดล้อมที่มีความเค้นวันต่อวันเป็นเวลานานพอสมควร ความเมื่อยล้าลักษณะนี้เรียกว่า ความเมื่อยล้าแบบเรื้อรัง ลักษณะอาการของความเมื่อยล้าชนิดนี้ไม่เพียงแต่จะเกิดในช่วงระหว่างการปฏิบัติงาน หรือหลังจากเลิกงานเท่านั้น แต่ยังคงค้างอยู่และจะเกิดในช่วงเวลาอื่นด้วย เช่น ช่วงเวลาตื่นนอนตอนเช้าก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ลักษณะอาการของผู้ปฏิบัติงานที่มีปัญหาความเมื่อยล้าแบบเรื้อรังนี้ได้แก่

1. ปวดศีรษะบ่อย
2. มึนและเวียนหัวเสมอ
3. นอนไม่ค่อยหลับ
4. มีจังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติ
5. เบื่ออาหาร เหนื่อยออกง่าย

ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดความเมื่อยล้า

สาเหตุของการเกิดความเมื่อยล้า ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านรูปแบบของงาน สภาพและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ระยะและช่วงเวลาปฏิบัติงานและตัวผู้ปฏิบัติงานเอง

การตรวจวัดความเมื่อยล้า

นักวิทยาการจิตสภาพะงานทำการตรวจวัดความเมื่อยล้า โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเมื่อยล้ากับระดับความเหนื่อยหรือระหว่าความเมื่อยล้ากับผลผลิตจากการปฏิบัติงาน
2. เพื่อนำผลการตรวจวัดมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

ในทางปฏิบัติ นักวิทยาการจิตสภาพหรือนักวิชาการที่เกี่ยวข้องไม่สามารถตรวจวัดความเมื่อยล้าได้โดยตรง ผลของการวัดจะได้มาเพียงตัวชี้ที่แสดงให้เห็นว่ามีความเมื่อยล้าเกิดขึ้นเท่านั้น

วิธีการตรวจวัดเพื่อชี้ให้เห็นว่ามีความเมื่อยล้าเกิดขึ้น มีดังต่อไปนี้

1. การบันทึกผลการสอบถามถึงลักษณะอาการหรือความรู้สึก โดยใช้แบบสอบถามที่ได้ออกแบบไว้ล่วงหน้า
2. การใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถบันทึกเป็นกราฟ ตรวจวัดคลื่นกระแสไฟฟ้าของระบบประสาทส่วนต่างๆ ของร่างกาย
3. การทดสอบการสั่งงานของสมองผ่านทางการตอบสนองของร่างกาย
4. การทดสอบการทำงานของสมองในการแก้ปัญหา
5. การตรวจวัด “Flicker-Fusion Frequency”
6. การตรวจวัดโดยประเมินผ่านทางคุณภาพ

ความเมื่อยล้าจะก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายในการปฏิบัติงาน

นอกจากความเมื่อยล้าแล้ว นักวิทยาการจัดสภาพงานยังให้ความสนใจถึงเรื่องความเบื่อหน่ายในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เนื่องจากความเบื่อหน่ายส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตในการทำงาน และผลผลิตของสถานประกอบการ

สาเหตุที่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการปฏิบัติงาน สามารถแบ่งออกเป็น 2 สาเหตุใหญ่ๆ คือ จากสภาวะและสิ่งแวดล้อมในการทำงานและจากปัจจัยต่างๆที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน

สาเหตุที่เกิดจากสภาวะและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่

1. การที่ต้องปฏิบัติงานที่ง่ายในลักษณะจำเจ เป็นระยะเวลานาน
2. งานที่มีหน้าที่ดูแลหรือควบคุมที่มีลักษณะเป็นการทำที่จำเจไม่ต้องใช้ความคิดมาก
3. สิ่งแวดล้อมในสถานที่ปฏิบัติงานที่ไม่ถูกหลักวิทยาการจัดสภาพงาน โดยเฉพาะในเรื่องแสงสว่าง สี ระดับอุณหภูมิและความชื้น
4. การปฏิบัติงานในลักษณะโดดเดี่ยว ห่างไกลจากเพื่อนร่วมงานอื่น

สาเหตุที่เกิดจากปัจจัยต่างๆที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่

1. ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในสภาวะที่มีความเมื่อยล้า
2. ผู้ปฏิบัติงานในช่วงเวลากลางคืน ที่ยังไม่สามารถปรับตัวได้
3. ผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้ ความสามารถในระดับสูง แต่ต้องมาทำหน้าที่ที่ไม่สามารถใช้ความรู้ความสามารถได้เต็มที่
4. ผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ ความชำนาญงานที่ชอบทำงานที่ทำท่าย

เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุต่างๆ ที่ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันอยู่ด้วยจะเห็นได้ว่า ความเบื่อหน่ายในการปฏิบัติงานเป็นปัญหาหนึ่งที่เป็นผลมาจากการออกแบบหรือจัดสถานที่ปฏิบัติงานที่ไม่ได้คำนึงถึงหลักวิทยาการจัดสภาพงาน

อุตสาหกรรมลูกชุบ

ลูกชุบ เป็นขนมไทยโบราณที่มีลักษณะอันเป็นเอกลักษณ์ของความเป็นไทย มีปรากฏเป็นลายลักษณ์อักษรแสดงไว้ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 2 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ การทำลูกชุบนั้นต้องอาศัยศาสตร์และศิลป์ ในการปรุงแต่งให้ขนมมีรสชาติที่กลมกล่อม ผสมผสานกับศิลปะของการปั้นและระบายสี เพื่อให้ได้ลูกชุบที่มีรูปทรงและสีสันที่สวยงามเหมือนจริง กระบวนการเริ่มตั้งแต่การนำถั่วเขียวที่กะเทาะเปลือกแล้วมาทำความสะอาด นำไปนึ่งจนสุก นำกะทิมาผสมกับถั่วที่นึ่งจนสุกและบดจนได้เนื้อถั่วที่เนียนละเอียด แล้วจึงนำมาใส่ลงกระทะ พร้อมทั้งน้ำตาลทรายขาว กวนด้วยไฟอ่อนๆจนเนื้อถั่วข้นเหนียว ต่อนไม่ติดกระทะ จึงยกถั่วลงแล้วปล่อยให้เย็นแล้วจึงนำให้เป็นเนื้อเดียวกันซึ่งเรียกว่าถั่วกวน จากนั้นจึงแบ่งถั่วเป็นก้อนขนาดตามต้องการ แล้วนำไปอบควันเทียนก่อนจะนำมาปั้นแต่งเป็นรูปทรงต่างๆ ตามแต่จินตนาการของผู้ประดิษฐ์

โดยปกติขนมลูกชุบมักมีขนาดพอดีคำ การปั้นจึงปั้นเลียนแบบผลไม้ที่มีขนาดเล็ก เช่น ลูกหว้า ชมพู ฯลฯ หรืออาจเลียนแบบผลไม้ที่มีขนาดใหญ่ เช่น มะม่วง มังคุด กล้วยหอม ฯลฯ ก็ได้แต่ต้องขย้อส่วนเสียก่อน บางทีก็มีการปั้นเป็นรูปผักต่างๆ ซึ่งแต่ละแบบจะมีวิธีการความยากง่ายในการปั้นแตกต่างกันไป แต่ไม่ว่าจะเป็นรูปอะไรก็ตาม สิ่งสำคัญก็คือเนื้อถั่วจะต้องมีผิวเรียบสนิท ไม่มีรอยต่อรอยแยกซึ่งจะทำให้ลงสีได้สวยงาม ขั้นตอนท้ายของการทำลูกชุบนั่นคือ การชุบวุ้นจนได้ขนมที่เงาคล้ายผลไม้ ความเด่นของขนมลูกชุบที่ทำให้ได้รับความนิยมมากจนถึงปัจจุบันนี้คือ รูปร่างและสีสันของผลไม้หรือผักหลากชนิดที่ถูกสร้างจากฝีมืออันเหมือนของจริงมาก และเป็นเครื่องแสดงให้เห็นถึงเอกลักษณ์ของการทำขนมไทยที่ต้องใช้ศาสตร์ อันเป็นเอกลักษณ์ของความเป็นไทย



ภาพที่ 1 ขนมหูกขบ

การทำลูกขบจะต้องอาศัยใจรัก การฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญ ความประณีตบรรจง เพื่อให้เกิดความสวยงาม และการรักษาความสะอาดเพื่อให้ลูกสุขอนามัย ดังนั้นการทำลูกขบเปรียบเสมือนเป็นทั้ง “ศาสตร์” และ “ศิลป์” ในตัวของมันเอง

ลักษณะของลูกขบที่ดี

1. มีความเหมือนจริง ตามลักษณะของจริงที่ปั้นเลียนแบบ
2. มีสัดส่วนที่เหมาะสม ทั้งรูปร่างและรูปทรง
3. มีสีสันสวยงาม คล้ายของจริงหรือใกล้เคียง และไม่เป็นอันตราย
4. รสชาติหวานมัน
5. ผิวสัมผัสของถั่วนุ่มนวล เนื้อเนียน
6. ร่วนที่เคลือบไม่หนาจนเกินไป เป็นมันแวว
7. วัสดุที่ใช้ตกแต่ง ต้องไม่ทำให้เป็นพิษต่อผู้บริโภค

การปั้นลูกขบ

การที่จะทำให้ลูกขบสวย น่ารับประทาน การปั้นถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างมาก ขั้นตอนหนึ่ง เพราะรูปร่างสิ่งที่ปั้นออกมานั้นจะเป็นการจำลองของจริงต่างๆ ว่าเหมือนจริงมาน้อยเพียงใด ในการปั้นมีเทคนิคที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ศึกษารูปร่างของสิ่งของที่จะปั้น โดยดูจากของจริง หรือรูปภาพ หาจุดเด่นของสิ่งของ เพื่อดึงจุดเด่นนั้นๆ ออกมาใช้ เช่น

- 1.1 ชมพู่ จะมีรูปร่างคล้ายระฆังคว่ำ
- 1.2 องุ่นม่วง ผลจะกลม ส่วนองุ่นเขียวผลจะพอมยาว
- 1.3 มะเฟือง ผลยาวมีหยักเป็นร่อง 5 กลีบ มองคล้ายรูปดาวถ้าตัดทางขวาง
- 1.4 แมวกับหมู มีลักษณะหูคล้ายๆ กัน แต่ลักษณะเด่นที่แตกต่างอยู่ตรงส่วนจมูก

2. ฝึกฝนการปั้นโดยใช้ดินน้ำมันเสียก่อน เพื่อให้เกิดความชำนาญ เวลาปั้นกับถั่วกวนจะได้รูปร่างที่สวยงาม

3. ขนาดของสิ่งของที่จะปั้น ควรมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ไม่ใหญ่เล็กแตกต่างกันมากเกินไป เพราะลูกชุบที่ปั้นเสร็จแล้วจะต้องนำมาจัดรวมในภาชนะเดียวกัน เมื่อมีขนาดที่แตกต่างกันมากเกินไปจะทำให้ไม่สวย

4. พื้นฐานของการปั้น จะเริ่มต้นจากการปั้นทรงกลมก่อน ควรคลึงถั่วที่จะปั้นให้แน่น เพราะเมื่อคลึงเป็นรูปร่างต่างๆ จะได้ไม่แตกและสามารถทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ง่าย

5. เวลาปั้นควรปั้นรูปร่างต่างๆ ทีละชนิด และปั้นจากสิ่งที่มีรูปร่างใกล้เคียงกัน เพื่อสะดวกและเกิดความชำนาญในการปั้น อาจเริ่มจากสิ่งที่มีรูปร่างทรงกลมก่อน ถัดจากนั้นก็ปั้นทรงยาวรี รูปไข่ เช่น เริ่มจากพุทรา ส้ม องุ่นม่วง เป็นต้น

6. ควรมีกล่องหรือผ้าขาวบางชุบน้ำหมาดๆ ปิดลูกชุบที่ปั้นเสร็จแล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้ลูกชุบแห้งแตก ไม่ควรปั้นทีละมากๆ หรือปั้นพักไว้นานๆ ควรระบายสี ชุบวุ้น สลับกันไป เพื่อป้องกันไม่ให้แห้งแตก

7. ในการปั้นลูกชุบทุกครั้งควรระวังในเรื่องความสะอาด ล้างมือ เช็ดให้แห้งก่อนปั้น

การออกแบบระบบสกรู

สกรูป้อน (Screw feeders)

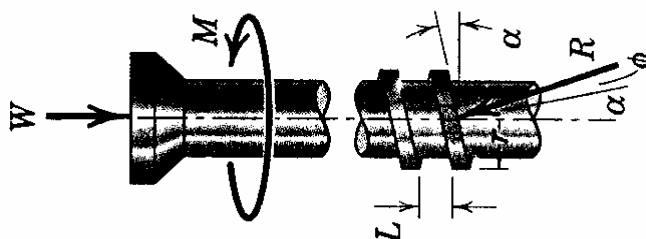
สกรูป้อนนั้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของวัสดุออกจากถังบรรจุอย่างสม่ำเสมอ สกรูป้อนมักจะบรรจุอยู่ในรางปิด มี 4 ชนิดแบ่งตามระยะพิตช์

1. ระยะพิตช์มาตรฐาน (Regular Full Pitch)
2. ระยะพิตช์สั้น (Regular Short or Half Pitch)
3. สกรูเรียวมาตรฐาน (Taper Full Pitch)
4. ระยะพิตช์สั้นสกรูเรียว (Taper Short Pitch)

ระยะพิตช์มาตรฐานนั้นใช้กับวัสดุที่เคลื่อนไหลง่าย และช่วงทางออกวัสดุจากถังบรรจุอยู่บริเวณช่วงหลังของใบเกลียว เพื่อป้องกันการเกิดเขตไม่ถ่ายเทวัสดุในถัง และช่วงเปิดจากถังไม่ควรยาวกว่า 2 เท่าของระยะพิตช์ ส่วนระยะพิตช์สั้นใช้ในกรณีที่วัสดุเคลื่อนไหลไม่สะดวก มีโอกาสที่จะทำให้เกลียวป้อนที่เกาะเกินได้ง่าย

ส่วนเกลียวเรียวใช้ในการป้อนวัสดุที่เป็นก้อน สามารถรับวัสดุจากถังบรรจุ หรือถังพัก ได้ตลอดความยาวของเกลียวเรียว โดยไม่เกิดเขตไม่ถ่ายเท เกลียวแบบนี้ กินกำลังงานน้อยกว่าเกลียวปกติที่มีระยะรับวัสดุจากถังเท่ากัน

ในปัจจุบันมีเกลียวป้อนที่ใช้เพลาริ้วแทนเกลียวเรียว ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้ เกิดเขตไม่ถ่ายเทในรางเกลียวป้อนซึ่งมีเกลียวลำเลียงต่อออกมานั้นต้องมีชุดแขวนต่อ (Intermediate hanger) กรณีอย่างนี้ เกลียวลำเลียงจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า



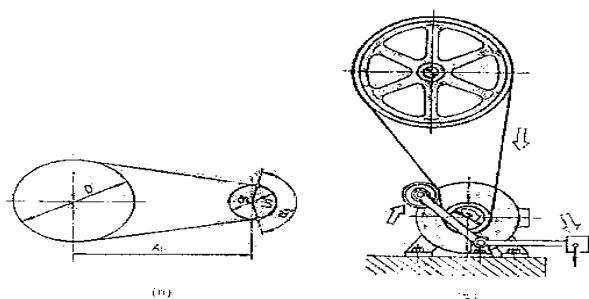
ภาพที่ 2 สกรู

การออกแบบระบบสายพาน

สายพาน (Belts) เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลประเภทชุดดึง สายพานและโซ่จะทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเมนต์หมุนและการเคลื่อนที่ระหว่างเพลาดั้งแต่ 2 เพลารขึ้นไป ด้วยความเร็วรอบสูงและให้มีระยะห่างกันมากได้

1. สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยแรงจะส่งถ่ายโมเมนต์หมุนด้วยแรงเสียดทาน (Friction) ระหว่างล้อยสายพานและสายพานส่วนการทำให้สายพานตึงนั้นจะได้จากการกำหนด ให้มีความยาวสายพานที่ถูกต้องด้วยการขยายระยะห่างระหว่างแกนเพลาล เช่น ให้มอเตอร์ขับเคลื่อนอยู่ในรางเลื่อนได้หรือบนแท่นเอียงปรับขึ้นลงหรือใช้ลูกกลิ้งกดสายพานด้านหย่อน (ขณะส่งกำลัง) ให้อยู่ใกล้ด้านล้อยพูลี่ที่มีขนาดเล็กกว่าเพื่อให้มีการโอบของสายพานเพิ่มมากขึ้น ยิ่งทำให้การส่งกำลังมากขึ้นแรงตามของล้อยสายพานที่ส่งกำลัง จะทำให้สายพานเกิดการยืดตัวแบบยืดหยุ่นที่มีผลให้สายพานเกิดการลื่น ในขณะส่งกำลังบนล้อยสายพาน ≈ 2 เปอร์เซ็นต์ ของการส่งกำลังทั้งหมด ด้วยเหตุนี้ สายพานที่มีลักษณะการส่งกำลังด้วยแรง จึงไม่เหมาะนำมาใช้งานในที่ต้องการอัตราทดที่เที่ยงตรงระหว่างเพลาดั้งแต่ 2 เพลารขึ้นไป โดยปกติจะต้องให้มีมุมโอบที่ล้อยสายพานตัวเล็กให้มากเพียงพอที่การส่งกำลังจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องกำหนดอัตราทดสำหรับการส่งกำลังสายพานให้ไม่เกิน $i = 6 : 1$ และระยะห่างระหว่างแกนล้อยสายพาน $a \geq 1,2 (d_1 + d_2)$

ในกรณีที่อัตราทด $i =$ มากกว่า $6 : 1$ หรือในกรณีที่มุมโอบของสายพานด้านล้อยสายพานตัวเล็กสุดน้อยกว่า 100° ก็ให้ใช้ลูกกลิ้งกดสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยที่สุดเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อยสายพานตัวเล็กสุด



ภาพที่ 3 (ก) แสดงมุมโอบ α_2 ที่ล้อยพูลี่เล็ก (ข) อุปกรณ์ที่ช่วยให้สายพานตึงอีกอย่างหนึ่งที่ใช้
นำหนักถ่วงให้ตึง

ที่มา: มานพ (2539)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของสายพานส่งกำลังด้วยแรง

ข้อดี	ข้อเสีย
ส่งถ่ายแรง ได้อย่างยืดหยุ่น	เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังได้
ดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือน	รองเพลารับภาระสูง
ไม่ต้องมีการหล่อลื่น	เปลืองเนื้อที่มาก

ที่มา: มานพ (2539)

2. สายพานลักษณะส่งกำลังแบ่งออกเป็นแบบสายพานแบน สายพานลิ้มและสายพานกลม

2.1 สายพานแบน จะผลิตจากหนัง , สิ่งทอ หรือทำจากชั้นต่าง ๆ ของหนัง พลาสติก และเส้นใยหลาย ๆ ชั้น สายพานแบนสามารถนำมาใช้งานในลักษณะไขว้ได้ แต่การสึกหรอของสายพานดังกล่าวจะเกิดขึ้นมากกว่า การใช้ของสายพานลักษณะเปิด

สายพานลักษณะไขว้ เป็นลักษณะการวางสายพานที่ทำให้มีมุมโอบมากกว่า ลักษณะเปิด อัตราทดจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ล้อยสายพานจะหมุนไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน เนื่องจากสายพานไขว้สัมผัสกันจึงทำให้เกิดการสึกหรอค่อนข้างเร็ว

สายพานลักษณะกึ่งไขว้ จะทำให้มีมุมโอบล้อยสายพานมากกว่าแบบลักษณะเปิดล้อยสายพาน ซึ่งจะวางในทิศทางตั้งฉากกัน แต่มีทิศทางการหมุนเหมือนกัน เพื่อให้การหมุนของสายพานบนล้อยสายพานมันคง จะกำหนดให้ความกว้างของสายล้อยสายพานขับโตกว่าประมาณ 1/4 เท่า ของล้อยแบบลักษณะเปิด และให้ล้อยสายพานตามโตกว่าประมาณ 1/3 เท่าของล้อยแบบลักษณะเปิด

2.2 สายพานสิ่งทอจะผลิตแบบไม่มีปลายจากเส้นใยของโพลีเอไมด์หรือโพลีเอสเตอร์ สายพานแบบนี้เวลาใช้งานจะมีเสียงน้อยมากและไม่มีการสั่นสะเทือน จึงเหมาะใช้ในงานขับเพลาสปีนเดิล (ภายใน) ของเครื่องเจียรไนและความเร็วสูงสำหรับล้อยสายพานขนาดเล็ก

2.3 สายพานแบบหลายชั้น จะมีชั้นความฝืดที่เป็นพลาสติกยืดหยุ่นหรือหนัง ส่วนชั้นที่รับการดึงจะทำจากแถบโพลีเอไมด์ชั้นเดียว หรือหลายชั้น หรือทำจากเชือกเกลียวโพลีเอสเตอร์

2.4 สายพานกำลัง สายพานเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับถ่ายทอดการหมุนและกำลังระหว่างเพลา 2 เพลาหรือมากกว่า สายพานสามารถถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลา 2 เพลา ได้โดยอาศัยระหว่างสายพานกับล้อสายพาน อัตราส่วนความเร็วของล้อสายพานคู่หนึ่ง ถ่ายทอดด้วยกำลังสายพานคือ

$$mW = \frac{D_{P.1}}{D_{P.2}} = \frac{rpm_1}{rpm_2} \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ

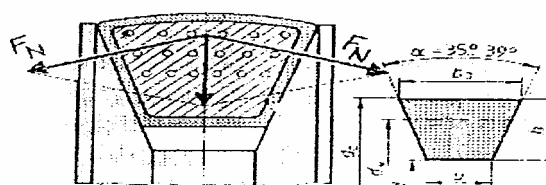
mW = อัตราส่วนความเร็วของล้อสายพานคู่หนึ่ง

$D_{P.1} D_{P.2}$ = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพาน

$rpm_1 .rpm_2$ = ความเร็วรอบของล้อสายพาน

สายพานมีอยู่ 3 แบบ คือ สายพานแบน สายพานวี และสายพานเฟือง ในปัจจุบันสายพานวี และสายพานเฟืองได้ถูกนำมาใช้แทนสายพานแบนเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากสายพานแบนมีการลื่นไถลสูง ร่องลื่นต้องรับภาระหนัก มีเสียงดังและกินพื้นที่ในแนวแกนมาก ส่วนสายพานวีมีข้อดี คือสายพานรับการกระตุก (Shock) ได้ดี ต้องการการบำรุงน้อย สำหรับพื้นที่ผิวสัมผัสมีเท่ากันจะมีขนาดแคบกว่าแต่ความหนาแน่นกว่าสายพานแบน สำหรับความดันในแนวตั้งฉากกับล้อสายพานที่เท่ากันจะเกิดความดันร่องลื่นน้อยกว่าสายพานแบน มีความเสียดทานภายในสูงเนื่องจากมีความหนาแน่นมาก และมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์

3. การส่งกำลังด้วยสายพานลิ้ม สายพานลิ้มส่วนใหญ่จะผลิตแบบไม่มีปลาย เป็นสายพานทำจากยางมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนมีเส้นโพลีเอสเตอร์ที่ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มสูงขึ้นสายพานลิ้มชนิดที่มีชั้นใยสังเคราะห์หุ้มอยู่รอบ ๆ จะช่วยป้องกันการสึกหรอได้อีกด้วย



ภาพที่ 4 โครงสร้างแรงปฏิกิริยา และขนาดของสายพานลิ้ม 60

ที่มา: มานพ (2539)

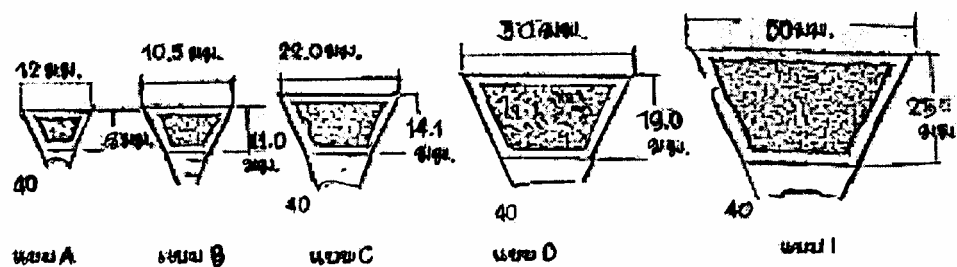
สายพานลิ่มจะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรงเหมือนสายแบน แต่จะรับแรงตามแนวตั้งฉากกับด้านข้างของสายลิ่ม สายพานลิ่มที่มีความตึงและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน μ เท่ากับสายพานแบน จะสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนได้ถึง 3 เท่า ซึ่งข้อดีและข้อเสียของสายพานลิ่มเมื่อเทียบกับสายพานแบนมีดังนี้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของสายพานลิ่มเมื่อเทียบกับสายพานแบน

ข้อดี	ข้อเสีย
ส่งกำลังได้ดีในขณะที่ยังรองรับภาระน้อยกว่า	ต้นทุนการผลิตสูงกว่าสายพานแบน
มีการลื่นไถลขณะส่งกำลังน้อย	มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาจํากัด
มีมุมโอบน้อย แต่ให้อัตราทดได้มากถึง Imax 15 : 1 โดยที่ไม่มีลูกกลิ้งกดสายพาน	ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้สลับได้
เปลือกที่น้อย, มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาน้อยกว่า	-
ส่งกำลังงานได้สูงที่ขนาดล้อสายพานและเพลาล็กกว่า	-
สามารถจัดเรียงสายพานลิ่มได้หลายเส้นทำให้ส่งถ่ายกำลังงานได้มาก	-

ที่มา: มานพ (2539)

4. การเลือกขนาดสายพาน ขนาดพื้นที่หน้าตัดสายพานที่เหมาะสม จะขึ้นอยู่กับกำลังม้าของมอเตอร์และความเร็วของล้อสายพาน และในกรณีใช้สายพานหลายเส้นจำนวนแรงม้าทั้งหมดจะแบ่งให้สายพาน แต่ละเส้นเท่า ๆ กัน ในทางปฏิบัติจะเพิ่มเข้าอีก 10-15 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการรับภาระที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากความตึงในแต่ละเส้นที่ไม่เท่ากันซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ความเร็วของสายพานจะอยู่ระหว่าง 1,000- 5,000 รอบต่อนาที โดยใช้ช่วง 4,000- 5,000 รอบต่อนาทีจะเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 5 สักส่วนของพื้นที่หน้าตัดของสายพานตัววี

ที่มา: วรวิทย์ และ ชาญ (2534)

5. การบำรุงรักษาสายพาน

5.1 สายพานแบน สายพานที่ทำจากหนังเมื่อใช้งานไปนานๆ ผิวสัมผัสจะเกิดเป็นมัน ซึ่งอาจเกิดจากการดึงสายพานไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการลื่นไถลนั้น ห้ามนำมาทาเรซินเด็ดขาด เพราะเรซินทุกชนิดจะทำให้สายพานเสียหาย สายพานหนังที่มีผิวสัมผัส จะนิยมใช้น้ำสบู่พออุ่น และแปลงขัดออก หลังจากปล่อยให้แห้งแล้วนำมาทาด้วยน้ำมันสัตว์หรือน้ำมันพืช หรือจาระบี ปล่อยให้ซึมเข้าไปในสายพาน (ทำให้สายพานอ่อนตัว) หลังจาก 2 ชั่วโมงแล้ว หากยังมีเศษ น้ำมันหรือจาระบีที่สายพานไม่สามารถดูดซึมต่อไปแล้วให้ใช้ผ้าเช็ดออกให้แห้ง

5.2 สายพานลื่น จะห้ามมิให้น้ำมันหรือจาระบีสัมผัสสายพานลื่นเด็ดขาด หากมีสามารถ หลีกเลียงบริเวณที่มีน้ำมันหรือจาระบีได้แล้ว ก็ให้ใช้สายพานลื่นพิเศษที่ทำจากยางนานในการใช้ เรซินก็จะทำให้เกิดการเสียหายแก่สายพานเช่นกัน การใช้สายพานลื่นที่อุณหภูมิเกินกว่า 70 องศา อย่างถาวร จะทำให้สายพานเสื่อมสภาพเร็ว ในการปรับตั้งสายพานมากเกินไปจะมีผลให้ขาดเร็วก่อน

การเลือกใช้มอเตอร์

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลมอเตอร์ใช้กระแสดำเนินมากในการเอาชนะแรงเฉื่อยขณะหยุดนิ่งการสตาร์ทมอเตอร์เพื่อการลดกระแสตอนเริ่มต้นจึงมีความสำคัญเป็นอันดับแรก ต่อจากนั้นจะต้องมีการควบคุมให้มอเตอร์ทำงานและหยุดได้อย่างปลอดภัยรวมทั้งให้เกิดความปลอดภัยต่อทรัพย์สินและต่อผู้ปฏิบัติงานด้วยการควบคุมมอเตอร์ยังมีหลายประเภททั้งการควบคุมด้วยมือการควบคุมกึ่งอัตโนมัติและการควบคุมอัตโนมัติ

มาตรฐานมอเตอร์ของ NEMA

มาตรฐานของ NEMA (National Electrical Manufacturers Association) และ
ห้องปฏิบัติการทดลองของผู้รับประกัน

มาตรฐานสำหรับมอเตอร์ ปกติจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ตามสถานะแวดล้อม ไฟฟ้าและ
กลไก

1. สถานะแวดล้อม

ผู้ผลิตมอเตอร์และสำนักงานมาตรฐานได้ตกลงกันเรื่อง สถานะแวดล้อมมาตรฐานหรือ
สถานะแวดล้อมปกติการใช้งานมอเตอร์ส่วนใหญ่จะแจ้งไว้บนเปลือกหุ้ม กำหนดโดยมาตรฐาน
เหล่านั้น และมาตรฐานทั้งหมดได้ออกแบบมา เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สถานะ
เหล่านั้น สถานะแวดล้อมมาตรฐาน ได้แก่

1.1 อุณหภูมิแวดล้อมรอบระหว่าง 10 °c ถึง 40 °c

1.2 ตำแหน่งที่ติดตั้งซึ่งทำให้การหมุนเวียนของอากาศระบายความร้อนที่แห้งและ
สะอาดเป็นไปอย่างอิสระและไม่ถูกจำกัดขอบเขต

1.3 ตำแหน่งที่ติดตั้ง ภายใต้เงื่อนไข ทางเข้าสำหรับการตรวจสอบอย่างละเอียด การ
หล่อลื่นและการบำรุงรักษาเป็นครั้งคราว

2. เกี่ยวกับไฟฟ้า

ได้มีการกำหนดแนวทางและขีดจำกัดสำหรับ : กระแสในแกนหมุน (Rotor) คงที่,
แรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงได้, ความถี่เปลี่ยนแปลงได้, อุณหภูมิสูงขึ้นและมีฉนวนหุ้ม

3. เกี่ยวกับกลไก

สมรรถนะของมอเตอร์ ความสัมพันธ์ของความเร็วและแรงบิดการประยุกต์มอเตอร์ให้เป็นเครื่องจักรหรือเป็นอุปกรณ์ตัวหนึ่ง ความเร็วและแรงบิดที่ต้องการโดยที่เครื่องจักรต้องรู้ เมื่อลากเส้นความเร็วเทียบกับแรงบิดของมอเตอร์ จะได้สมรรถนะของชุดขับ นอกจากนี้ยังสามารถที่จะพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงภาระหรือแรงบิดซึ่งจะมีผลต่อสมรรถนะ มีการกำหนดมาตรฐานสำหรับเส้นโค้งแรงบิด (Torque Curves) กำลังม้าและความเร็ว Short-time Ratings โครงฝาครอบ (Enclosures) โครงร่างแฟคเตอร์การใช้งานและอื่น ๆ ตารางที่ 3 แสดงความเร็วที่สอดคล้องกันสำหรับกำลังม้าต่าง ๆ

ตารางที่ 3 ความเร็วและกำลังม้ามาตรฐาน สำหรับความถี่ 60 Hz

ระดับแรงม้า (HP)	ความเร็วที่สอดคล้องกัน (RPM)
1/2	514, 600, 720, 900
3/4	514, 600, 720, 900, 1,200
1	514, 600, 720, 900, 1,200, 1,800
1 1/2, 2, 3, 5, 7 1/2, 10, 15, 20, 25	514, 600, 720, 900, 1,200, 1,800, 3,600
30, 40, 50, 60, 75, 100, 125	514, 600, 720, 900, 1,200, 1,800, 3,600
150	600, 720, 900, 1,200, 1,800, 3,600
200	720, 900, 1,200, 1,800, 3,600
250	900, 1,200, 1,800, 3,600

มอเตอร์ทั้งหลายจะถูกเปรียบเทียบกับการเพิ่มอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมมาตรฐานอุณหภูมิ 40 °C สำหรับฉนวนประเภท A ซึ่งการใช้งานในสภาพแวดล้อมอุณหภูมิไม่ก่อจะเกินค่านี้ สำหรับอุณหภูมิรอบ ๆ ที่เกิน 40 °C มอเตอร์มาตรฐานสามารถใช้งานได้ แต่อายุและการะจะลดลงหรืออาจใช้ฉนวนประเภทที่ทนต่ออุณหภูมิสูงกว่า หรือใช้มอเตอร์ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่สูงนัก ในทางกลับกันอาจประยุกต์ใช้สำหรับอุณหภูมิล้อมรอบซึ่งปกติจะต่ำกว่า 40 °C

การสร้างแบบ 3 มิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Solid Works

โปรแกรมสำเร็จรูป Solid Works คือโปรแกรมออกแบบเครื่องกลอัตโนมัติ ใช้งานร่วมกับ Microsoft Windows ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถถ่ายทอดความคิดของตนเองออกสู่ภาพสเก็ตช์ได้อย่างรวดเร็วรวมทั้งสามารถกำหนดขนาดการทดลอง สร้างแบบจำลองและกำหนดโครงสร้างละเอียดได้

แนวความคิดของโปรแกรมสำเร็จรูป SolidWorks คือ ให้สามารถออกแบบแบบจำลองได้อย่างรวดเร็วแม่นยำในรูป 3 มิติและการแยกส่วนประกอบแต่ละชิ้นออกให้เห็นเด่นชัด ซึ่งผู้ใช้งานต้องมีทักษะด้านคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปด้านโปรแกรม Windows เช่น การเปิดเอกสาร การจัดเก็บ การสร้างรูปภาพ การประกอบรูปภาพ เป็นต้น
2. ความรู้พื้นฐานการออกแบบวิศวกรรมเครื่องกล
3. การเลือกฟังก์ชันในโปรแกรมสำเร็จรูป Solid Works เช่น เมนู

การออกแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Solid Works ผู้ใช้งานต้องกำหนดความต้องการของแบบจำลองที่จะออกแบบให้สอดคล้องกับการตอบสนองของปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบ โดยพิจารณาถึงสิ่งที่ต้องการในปัจจุบันและสิ่งที่วางแผนไว้ล่วงหน้าว่าอาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

ขั้นตอนการออกแบบมีดังนี้

1. ชีบ่งความต้องการ
2. สร้างแบบจำลองตามแนวคิดให้สอดคล้องกับการชีบ่งความต้องการ
3. สร้างแบบจำลองเบื้องต้น
4. วิเคราะห์แบบจำลองและพัฒนาผลลัพธ์
5. สร้างต้นแบบแบบจำลอง
6. สร้างแบบจำลองจริง
7. ปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติพงษ์ (2546) ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยมูลสัตว์ โดยใช้เกลียวเป็นตัวลำเลียงปุ๋ยให้เข้าไปในกระบอกอัดออกมาเป็นเส้นๆแล้วทำการตัดตามขนาดที่ต้องการ

มาลีนีย์ และคณะ (2545) ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดเมล็ดทานตะวันแบบใช้เกลียว โดยใช้สกรูลำเลียงผ่านเกลียวอัดที่ไม่ใช้ความร้อน

ประคอง (2539) ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องอัดเชื้อเพลิงเขียวโดยใช้เกลียวเป็นตัวอัดวัสดุเชื้อเพลิงเขียวเข้าสู่กระบอกอัด เพื่อให้มีความแน่นของวัสดุอัด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ในการออกแบบ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล Acer รุ่น Extensa 2900E 40 GHz Ram 256
2. โปรแกรม Solid works 2005

อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องปั้นลูกชุบ

1	มอเตอร์ 1/4 Hp 220 V	จำนวน	1	ตัว
2	เกียร์ทด 1 : 40	จำนวน	1	ตัว
3	มูเล่ 2 นิ้ว ร่อง A	จำนวน	2	ตัว
4	มูเล่ 3 นิ้ว ร่อง A	จำนวน	2	ตัว
5	มูเล่ 4 นิ้ว ร่อง A	จำนวน	2	ตัว
6	มูเล่ 6 นิ้ว ร่อง A	จำนวน	1	ตัว
7	มูเล่ 7 นิ้ว ร่อง A	จำนวน	3	เส้น
8	ลูกปั้น #6205ZZ	จำนวน	4	ตัว
9	เหล็กแบน กว้าง 3 นิ้ว ยาว 6 นิ้วหนา 10 มม.	จำนวน	1	ชิ้น
10	เหล็กกล่อง 38 มม. × 38 มม × 3 มม.	จำนวน	3	เส้น
11	ซูปเปอร์ลีน 3 ฟุต × 4 ฟุต × 2 นิ้ว	จำนวน	2	ก้อน
12	เหล็กเพลลา Ø 2½ ยาว 12 นิ้ว	จำนวน	1	พ่อน
13	เพลลาสแตนเลส Ø 1 นิ้ว ยาว 2 เมตร	จำนวน	1	เส้น
14	เบรกเกอร์ 30 แอมป์	จำนวน	1	ตัว
15	สายไฟ 2.5 มม. ภายในมี 2 เส้น ยาว 10 เมตร	จำนวน	1	เส้น
16	ปลั๊กยาง ตัวผู้	จำนวน	2	ตัว
17	สแตนเลสแผ่น 2 มม. 5 × 8 ฟุต	จำนวน	2	แผ่น
18	มอเตอร์ 1 HP 220 V	จำนวน	1	ตัว
19	พลาสติกใส 200 × 320 × 5 มม.	จำนวน	1	อัน
20	น๊อตหางปลา M6 × 1.25 ยาว 10 มม.	จำนวน	24	ตัว
21	น๊อต M10 × 1.5 ยาว 30 มม.	จำนวน	24	ตัว
22	น๊อต M12 × 1.75 ยาว 30 มม.	จำนวน	24	ตัว

อุปกรณ์ในการทดสอบ

1. นาฬิกาจับเวลา
2. เวอร์เนีย
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ
4. เครื่องอัดและตัด
 - 4.1 ชุดป้อนความเร็วรอบ 7 รอบต่อนาที
 - 4.2 ชุดอัดความเร็วรอบ 18 รอบต่อนาที
5. เครื่องปั่น
 - 5.1 มีความเร็วรอบ 16 รอบต่อนาที

วิธีการ

1. ศึกษารายละเอียด

รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยพร้อมทั้งทำการออกแบบและเขียนแบบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2. การดำเนินการสร้าง

สร้างเครื่องปั่นลูกสูบ ในด้านวิธีการสร้างเครื่องนั้นสามารถจะแบ่งขั้นตอนงานได้เป็นขั้นตอน ตามลำดับดังต่อไปนี้



ภาพที่ 6 สกรูอัด

2.1 สร้างชุดอัดโดยใช้สกรูเกลียวเป็นตัวอัด

โดยใช้สกรูเกลียวเป็นตัวอัด โดยมีระยะพิทช์ 50 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ความยาวเกลียว 270 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว แล้วนำมากลึงออกให้ได้ขนาด 50 มิลลิเมตร ในการใส่หรือการถอดได้ถูกออกแบบไว้โดยที่ปลายเพลามีร่องลิ้นอยู่เพื่อให้สามารถใส่ได้ง่ายขึ้น

2.2 โครงเครื่องอัด

ใช้เหล็กกล่อง 1.5 นิ้ว มาตัดแล้วเชื่อมทำเป็นโครงตามแบบและขนาดที่กำหนด โดยอยู่ในภาคผนวก ข ส่วนที่เหลือใช้สแตนเลสทั้งหมด

2.3 ชุดป้อนถั่ว

สแตนเลสแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร มาขึ้นรูปตามแบบ



ภาพที่ 7 ชุดป้อนถั่ว

2.4 ชุดมีดตัด

ใช้มอเตอร์ DC เป็นตัวต้นกำลังขับใบมีดจำนวน 2 ใบ



ภาพที่ 8 ชุดมีดตัด

สร้างเครื่องปั้นลูกหุบ ในด้านวิธีการสร้างเครื่องนั้นสามารถแบ่งขั้นตอนงานได้เป็นขั้นตอน ตามลำดับดังต่อไปนี้



ภาพที่ 9 เครื่องปั้นลูกหุบ

2.5 สร้างชุดปั้น

โดยใช้วัสดุเป็นโพลีเอสเตอร์ ทำการสร้างให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 นิ้ว และ 12 นิ้ว

2.6 โครงเครื่องปั้น

ใช้เหล็กกล่อง 1.5 นิ้ว มาตัดแล้วเชื่อมทำเป็นโครงตามแบบและขนาดที่กำหนด โดยอยู่ในภาคผนวก ข ส่วนที่เหลือใช้สแตนเลสทั้งหมด

3. ทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องปั้นลูกชุบ

การทดสอบโดยหาสมรรถนะของเครื่องโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างสกรูอัดในเชิงเส้นกับสกรูอัดในเชิงมุมและชุดปั้นกลม

ผลและวิจารณ์

การคำนวณแรงที่ใช้ในเกลียวอัด



ภาพที่ 10 สกรูอัด

การออกแบบสกรู โดยกำหนดให้สกรูที่ใช้เป็นเกลียวมีมิติดังนี้

ระยะพิทช์ (P) = 56 มิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางกำหนด (d) = 71 มิลลิเมตร

ขนาดรวมโดยเฉลี่ย (d_2) = 48 มิลลิเมตร

ความยาวของเกลียว (l) = 270 มิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวใน (d_3) = 25.4 มิลลิเมตร

การคำนวณแรงที่กระทำต่อเกลียวสกรู สามารถหาได้จากขั้นตอนดังต่อไปนี้

มุมเอียงของสกรูป้อนสามารถหาได้จาก (มานพ, 2540)

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{P}{\pi d_2} \quad (2)$$

แทนค่าในสมการที่ (2)

ดังนั้นมุมเอียงของสกรูป้อนมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned}\alpha &= \tan^{-1}(56 / \pi \times 48) \\ &= 20.30^\circ\end{aligned}$$

จากสมการพื้นฐานการคำนวณค่าความดัน $P = F/A$ สามารถนำมาคำนวณหาองค์ประกอบของแรงที่กระทำกับเกลียวสกรู

$$F = P \times A \quad (3)$$

เมื่อ $F = F_v =$ แรงกดอัดในสกรู

$P =$ ความดันภายในเกลียวสกรู $= 2.9$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

$A =$ พื้นที่ผิวร่องเกลียว

พื้นที่ผิวร่องเกลียว (A) สามารถหาได้จาก (มานพ, 2540)

$$A = [\pi(d^2 - d_3^2) \cos \alpha] / 4 \quad (4)$$

แทนค่าในสมการที่ (3)

ดังนั้น พื้นที่ผิวร่องเกลียว (A) มีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned}A &= [\pi(48^2 - 25^2) \cos 20.30^\circ] / 4 \\ &= 393.67 \text{ ตารางมิลลิเมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้น แรงกดอัดในสกรู (F_v) มีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned}F_v &= 2.9 \times 393.67 \\ &= 1,141.66 \text{ นิวตัน}\end{aligned}$$

จากค่ามุมเอียงของสกรู สามารถนำมาหาค่าของแรงในแนวนองกลมของสกรู (F_u) ได้จาก (มานพ, 2540)

$$F_u = F_v \times \tan \alpha \quad (5)$$

แทนค่าในสมการที่ (4)

$$\begin{aligned} F_u &= 1,141.66 \times \tan 20.30^\circ \\ &= 422.31 \text{ นิวตัน} \end{aligned}$$

ในการออกแบบสกรูจะต้องพิจารณาถึงความสูญเสีย ได้แก่ ความหยาบผิวเกลียวและผิวชิ้นงานตลอดจนวัสดุที่ใช้ทำสกรูดัวย เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณได้มีการกำหนดค่าแฟกเตอร์ Y จากประสบการณ์จะอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 5 แสดงดังตารางผนวกที่ ก1 สามารถหาแรงกดอัดในสกรูได้จาก (มานพ, 2540)

$$F_v = F_u \times Y \quad (6)$$

หาค่าเฉลี่ยแฟกเตอร์ Y ได้จาก (มานพ, 2540)

$$Y = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4) / 4$$

เป็นภาระสถิต

$$Y_1 = 3$$

จำนวนผิววัสดุรองไม่มี

$$Y_2 = 0$$

สภาพผิวสัมผัสเป็นผิวปาตะเอียง

$$Y_3 = 3$$

ความยาว $L > 5d$ เมื่อ $L = 270$ มิลลิเมตร

$$Y_4 = 1.5$$

$$5d = 5 \times 50 = 250 \text{ มิลลิเมตร}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยแฟกเตอร์มีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} Y &= (3+0+3+1.5) / 4 \\ &= 1.88 \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการที่ 6

ดังนั้น จะได้แรงกดอัดในสกรู (F_v) ค่าใหม่เท่ากับ

$$\begin{aligned} F_v &= 422.31 \times 1.88 \\ &= 793.94 \text{ นิวตัน} \end{aligned}$$

การคำนวณหาความเร็วรอบการทำงาน



ภาพที่ 11 การทดกำลัง

1. ความเร็วรอบเข้าที่เกียร์ทดอัดและตัดแบ่ง

ใช้มอเตอร์ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที ทดรอบโดยใช้ฟุ่เลย์ ตัวขับเคลื่อนขนาด 2.5 นิ้ว
ตัวตาม 3 นิ้ว จะได้ความเร็วรอบที่เกียร์ทด $= 1,450 \times 0.8 = 1,208$ รอบต่อนาที

2. ความเร็วรอบที่ออกจากเกียร์ทด ขนาด 1 : 40

เมื่อมีความเร็วรอบเข้าที่เกียร์ทด 1,208 รอบต่อนาที ใช้อัตราทดเกียร์ 1:40 จะได้
ความเร็วรอบ $= \frac{1,208}{40} = 30$ รอบต่อนาที

3. ความเร็วรอบที่เกสียวอัดแนวนอน

ความเร็วรอบที่ออกจากเกียร์ทด 30 รอบต่อนาที ทดรอบโดยใช้ฟูลเลย์ ตัวขับเคลื่อน 4 นิ้ว ตัวตาม 6 นิ้ว จะได้ความเร็วรอบที่เกียร์ทด $= 30 \times 0.6 \therefore$ ความเร็วรอบที่เกสียวอัด = 18 รอบต่อนาที

4. ความเร็วรอบที่เพลาชุดอัดแนวตั้ง

ความเร็วรอบที่ออกจากเกียร์ทด 30 รอบต่อนาที ทดรอบโดยใช้ฟูลเลย์ ตัวขับเคลื่อน 6 นิ้ว ตัวตาม 2.5 นิ้ว จะได้ความเร็วรอบที่เกียร์ทด $30 \times 2.4 = 72$ รอบต่อนาที จากนั้นเข้าเกียร์ทด $1 : 10 = 7$ รอบต่อนาที $\therefore$ ความเร็วรอบที่เกสียวอัดแนวตั้ง = 7 รอบต่อนาที

5. ความเร็วรอบเข้าที่เกียร์ทดระบบปั่น

ใช้มอเตอร์ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที ทดรอบโดยใช้ฟูลเลย์ ตัวขับเคลื่อน 2.5 นิ้ว ตัวตาม 3 นิ้ว จะได้ความเร็วรอบที่เกียร์ทด $= 1,450 \times 0.83 = 1,208$ รอบต่อนาที

6. ความเร็วรอบที่ออกจากเกียร์ทด ขนาด 1 : 30

เมื่อมีความเร็วรอบเข้าที่เกียร์ทด 1,208 รอบต่อนาที ใช้อัตราทดเกียร์ 1 : 30 จะได้
 ความเร็วรอบ $= \frac{1,208}{30} = 40$ รอบต่อนาที

7. ความเร็วรอบที่ชุดปั่น

ความเร็วรอบที่ออกจากเกียร์ทด 40 รอบต่อนาที ทดรอบโดยใช้ฟูลเลย์ ตัวขับเคลื่อน 3 นิ้ว ตัวตาม 7 นิ้ว จะได้ความเร็วรอบที่เกียร์ทด $= 40 \times 0.42 = 16$ รอบต่อนาที

ความสัมพันธ์ระหว่างสกรู

การสร้างเครื่องอัดและตัดได้สร้างให้มีความสัมพันธ์กันโดยใช้ต้นกำลังจากที่เดียวกัน แล้วทำการทดกำลัง เมื่อสกรูอัดเชิงเส้นทำงานก็จะดันตัวเข้าไปในสกรูอัดเชิงมุม



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ของสกรู

ชุดตัด

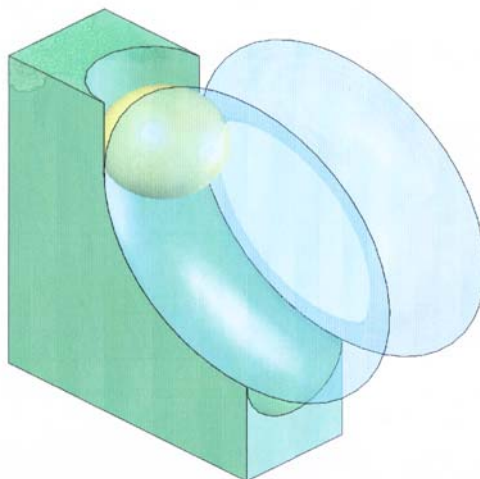
ควบคุมโดยมอเตอร์ DC 19V เป็นตัวขับเคลื่อนโดยที่ใบมีดมี 2 ใบสามารถปรับความเร็วได้ ในส่วนของชุดใบมีดได้มีการทำกรอบคุมใบมีดและมีช่องเปิดปิด ที่ช่องเปิดปิดนี้ได้ติดตั้งสวิทช์เพื่อตัดการทำงานของใบมีดเมื่อมีใครเปิดกรอบชุดใบมีดเป็นการปลอดภัยเนื่องจากใบมีดมีความคม



ภาพที่ 13 ชุดตัด

ชุดปืน

เป็นรางครึ่งวงกลมมาคบกัน โดยรางมีขนาดความกว้าง 19 มิลลิเมตร

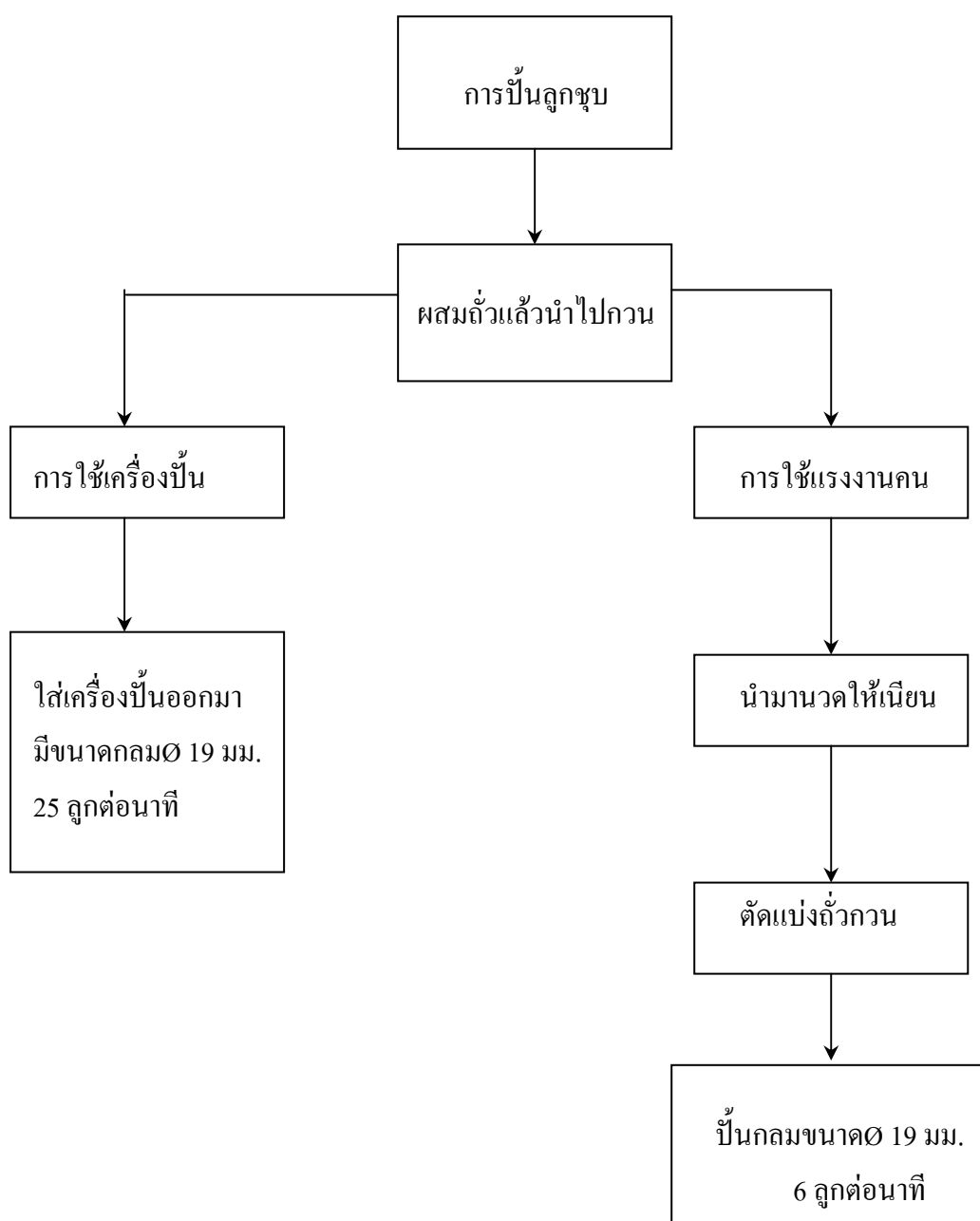


ภาพที่ 14 ชุดปืน

ผลการทดสอบ

จากการทดสอบโดยวัดความเร็วรอบที่เครื่องอัดและตัดแล้วทำการปรับค่าที่เครื่องปั่น จึงตั้งค่าที่เครื่องอัดและตัดที่ชุดปืนความเร็วรอบ 7 รอบต่อวินาที ที่ชุดอัดความเร็วรอบ 18 รอบต่อวินาที ทำการปรับความเร็วรอบที่เครื่องปั่นโดยปรับขนาดของพูลเลย์เพื่อให้ความเร็วรอบเปลี่ยนไป

1. ปรับความเร็วรอบ 14 รอบต่อวินาทีจะได้จำนวนที่น้อยและความเนียนของผิวมีความเรียบมากกว่าที่ความเร็วรอบ 16 รอบต่อวินาที
2. ปรับความเร็วรอบ 16 รอบต่อวินาทีจะได้จำนวนที่มากและความเนียนของผิวมีความเรียบมากกว่าที่ความเร็วรอบ 14 รอบต่อวินาที
3. ปรับความเร็วรอบ 20 รอบต่อวินาทีจะได้จำนวนที่มากและความเนียนของผิวมีความเรียบน้อยกว่าที่ความเร็วรอบ 16 รอบต่อวินาที



ภาพที่ 15 เปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องปั๊มและการใช้แรงงานคน

จากภาพที่ 15 เครื่องปั๊มลูกชุบสามารถช่วยลดขั้นตอนการทำงานและการที่พนักงานทำงานปั๊มเป็นเวลานานๆ จากการวัดด้วยสายตาพบว่าจะมีความเมื่อยล้าขณะที่ทำการปั๊มจึงต้องมีการพักในการทำงานทุกๆ ชั่วโมงเป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้พนักงานต้องมีการผ่อนคลายกล้ามเนื้อในระหว่างการทำงาน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเครื่องปั๊มสามารถปั๊มได้ตลอดและยังช่วยลดปัญหาความล้าที่เกิดขึ้นกับพนักงานที่ทำการปั๊มลูกชุบได้อย่างดี

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การออกแบบและพัฒนาเครื่องปั่นลูกชุบคันแบบนี้จะสามารถเข้าไปใช้งานแทนที่การใช้แรงงานของคนที่จะต้องทำการปั่นลูกชุบและยังลดจำนวนแรงงานคนที่ต้องทำลูกชุบจากเดิมที่ต้องใช้ 2 คนแต่นำเครื่องเข้าไปใช้เหลือเพียง 1 คนเท่านั้น

เครื่องปั่นลูกชุบสามารถจัดความถี่ที่จะเกิดกับคนงานที่จะต้องทำการปั่นลูกชุบถึง 4 เท่า เพราะถ้าคนงานทำงานจะใช้เวลา 1 นาที ได้ 6 ลูกแต่นำเครื่องเข้าไปใช้สามารถปั่นได้ 25 ลูก และเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานของการทำขนมไทยจะได้ก้าวไปสู่การเป็นอุตสาหกรรมขนมไทยในภาคหน้า

การศึกษาหาความเหมาะสมพบว่าเครื่องอัดและตัดจะต้องมีความเร็วรอบที่ 7 รอบต่อนาที ในส่วนของชุดป้อน ความเร็วรอบที่ 18 รอบต่อนาที ในส่วนของชุดอัดและตัด ซึ่งจะต้องใช้กับเครื่องปั่นลูกชุบที่มีความเร็วรอบที่ 16 รอบต่อนาที จะเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน

จากการคำนวณและการออกแบบมีข้อมูลดังต่อไปนี้

1. เกลียวอัดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 56 มิลลิเมตร ยาว 270 มิลลิเมตร
2. ใช้มอเตอร์ต้นกำลัง 1 แรงม้า ที่เกลียวอัดและชุดป้อน
3. ใช้เกียร์ทดอัตราส่วน 1 : 40
4. ความเร็วรอบที่เกลียวอัดแวนอน 18 รอบต่อนาที
5. ความเร็วรอบที่เกลียวอัดแวนตั้ง 7 รอบต่อนาที
6. ใช้มอเตอร์ต้นกำลัง $\frac{1}{4}$ แรงม้าที่ชุดปั่น
7. ใช้เกียร์ทดอัตราส่วน 1 : 30
8. ความเร็วรอบที่ชุดปั่น 16 รอบต่อนาที
9. สามารถปั่นได้ 25 ลูกต่อนาที

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาและทำสกรูอัคชั่นใหม่หลายๆ แบบ เช่น ความกว้างของระยะพิตช์ที่ต่างกัน
ความยาวของเกลียว

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คมสันติ เม่ากลาง. 2545. การออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วง
หิมพานต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บรรเลง ศรีนิล และ ประเสริฐ ก๊วยสมบุญ. 2524. ตารางงานโลหะ. สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

มานพ ตันตระกูล. 2540. การออกชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

วริทธิ์ อิงภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. 2541. การออกแบบเครื่องจักรกล. เล่ม 1. กรุงเทพฯ.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ กฤษฎา ชัยกุล. 2540. เออร์กอนอมิกส์. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

วัฒนา เติยรสวัสดิ์. 2529. รายงานวิจัยเรื่องเชื้อเพลิงเขียว (โครงการเชื้อเพลิงแข็ง).
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทวีศักดิ์ ศรีช่วย. 2547. เขียนแบบวิศวกรรมด้วยโปรแกรม Solid Works. สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

อมราภรณ์ วงษ์พัก. ม.ป.ป. **ลูกชุบ**. บริษัท สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด, กรุงเทพฯ.

Brennan, J.G., J.R. Butters., N.D. Cowell., AEV. Lilly. 1990. **FOOD ENGINEERING
OPERATION**. 3rd ed. London: Elsevier Applied Science.

Farrell, P.O., S. Blaikie. and E. Chacko. 2001. **The New Rural Industries-A Handbook for
Farmers and Invertor-Cashew**. Online Available:

<http://www.rirde.gov.au/pup/handbook/cashew.html>, 24 January 2001.

Norton, R.L. 2004. **Design of Machinery**. 3rd edition. McGraw Hill, New York.

http://www.forest.go.th/Research/Knowledge/green_fuel.htm.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงข้อมูลที่ใช้คำนวณ

ตารางผนวกที่ ก1 ค่าแฟกเตอร์ y สำหรับจัดอันดับสกรู

ประเภทภาระ	y1	จำนวนผิว วัสดุรอง	y2	สภาพผิวสัมผัส	y3	ความยาว สกรู	y4
สถิต	1, 5	3	1, 5	ปาดผิวละเอียดมาก	1, 5	$1 > 5.d$	1, 5
เปลี่ยนแปลงไม่มาก	3	4	3	ปาดผิวละเอียด	3	$1 \approx 5.d$	3
เปลี่ยนแปลงมาก	5	6	5	ผิวหยาบละเอียดปานกลาง	4		
				ผิวหยาบ = ผิวตะไบหยาบ	5	$1 < 5.d$	5

ที่มา: มานพ (2540)

ภาคผนวก ข

ภาพแสดงส่วนต่างๆ ของเครื่องอัดและตัด



ภาพผนวกที่ ข1 เครื่องอัดและตัด



ภาพผนวกที่ ข2 มอเตอร์ต้นกำลัง



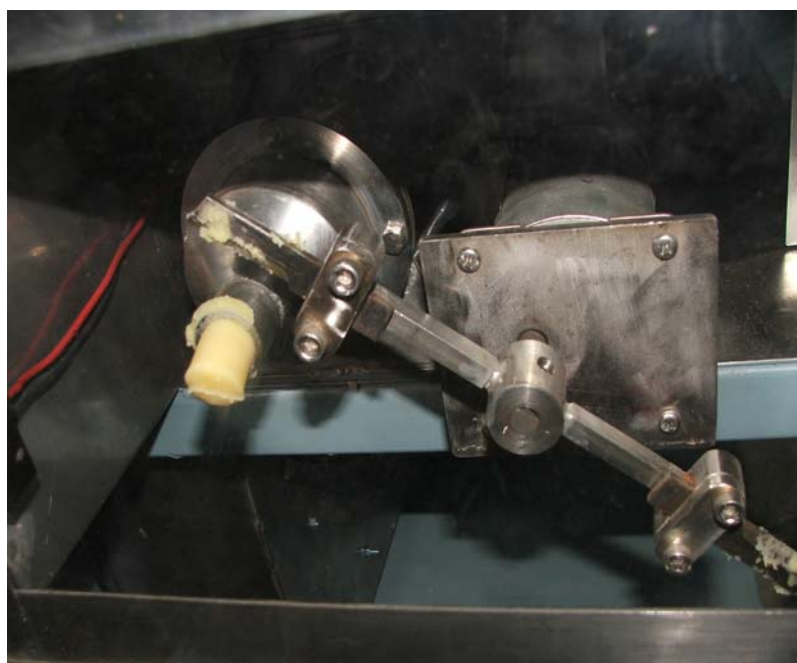
ภาพผนวกที่ ข3 เกียร์ทดกำลังสกรูในแนวนอน



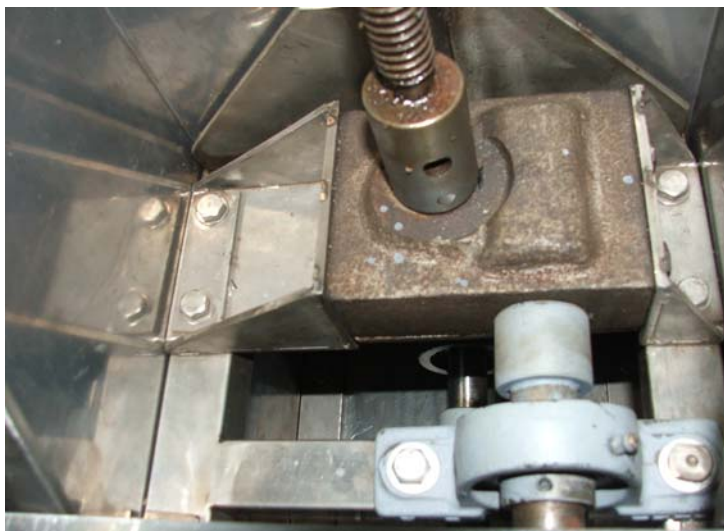
ภาพผนวกที่ ข4 สกรูอัดในแนวนอน



ภาพผนวกที่ ข5 ช่องใส่ถั่ว



ภาพผนวกที่ ข6 ใบมีตัดถั่ว



ภาพผนวกที่ ข7 เกียร์ทดกำลังสกรูในแนวตั้ง



ภาพผนวกที่ ข8 สกรูอัดในแนวตั้ง



ภาพผนวกที่ ข๑ ชุดควบคุมเครื่องอัดและตัด

ภาคผนวก ค
ภาพแสดงเครื่องบินถูกจับ



ภาพผนวกที่ ค1 เครื่องปั้นลูกชุบ



ภาพผนวกที่ ค2 ทางป้อนถั่ว



ภาพผนวกที่ ค3 ช่องทางลำเลียงออก



ภาพผนวกที่ ค4 สวิตช์ควบคุม

ภาคผนวก ง
แบบเครื่องอัดและตัด

ภาคผนวก จ
แบบเครื่องบิน

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์

จากการทดสอบเครื่องปั่นลูกชุบโดยใช้แรงงานคนปฏิบัติงาน 1 คน อัตราการใช้ไฟฟ้า 8 หน่วย ความสามารถในการทำงาน 1.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง เมื่อกำหนดให้เครื่องทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ทำงานปีละ 300 วัน สามารถคิดค่าใช้จ่ายในการทำงาน ระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนของเครื่องปั่นลูกชุบได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ค่าใช้จ่ายในการทำงานคำนวณได้จากต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) และต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

ค่าเสื่อมราคา (Depreciation, DP) คิดค่าเสื่อมราคา (DP) แบบ Straight-line Method $DP = (P-S) / L$ โดยที่ P คือ ราคาซื้อเครื่องจักร(บาท) S คือ ราคาขายหรือคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุ(บาท) และ L คือ อายุการใช้งานเครื่องจักร(ปี)

ราคาเครื่องปั่นลูกชุบเท่ากับ 150,000 บาท ให้มูลค่าซากของเครื่องเมื่อสิ้นปีที่ 10 มูลค่าคงเหลือ 10% ของราคาเครื่อง

$$\text{ดังนั้น ราคาซากเครื่อง (S)} = (10/100)150,000 = 15,000 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา (DP)} = (P-S)/L = (150,000-15,000)/10 = 13,500 \text{ บาท}$$

ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest an Investment) คิดค่าเสียโอกาส

$(I) = ((P+S)/2)(i / 100)$ โดยที่ i คืออัตราดอกเบี้ยต่อปี(%) กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 10% ดังนั้นค่าเสียโอกาสต่อปี $= ((150,000+15,000)/2)(10/100) = 8,250$ บาท/ปี รวมต้นทุนคงที่ต่อปี(Fixed Cost) $= 13,500+8,250 = 21,750$ บาท/ปี

1. ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost)

ค่าบำรุงรักษา (Repair and Maintenance) คิดเฉลี่ยประมาณวันละ 10 บาท ทำงาน 300 วัน/ปี ค่าบำรุงรักษา = $10 \times 300 = 3,000$ บาท/ปี

ค่าไฟฟ้าจะมีอัตราการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 8 ยูนิท ราคาไฟฟ้ายูนิทละ 4 บาท ใน 1 ปีทำงาน 300 วัน วันละ 8 ชั่วโมง จะใช้ไฟฟ้าเท่ากับ $(8 \times 4 \times 300 \times 8) = 76,800$ บาท/ปี

ค่าจ้างแรงงานอัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 169 บาทจำนวนคนงาน 1 คน ทำงาน 300 วัน/ปี ค่าจ้างแรงงาน = $(1 \times 169 \times 300) = 50,700$ บาท/ปี

รวมต้นทุนผันแปร = $3,000 + 76,800 + 50,700 = 130,500$ บาท/ปี

ค่าใช้จ่ายในการทำงาน(บาท/ชั่วโมง)ของเครื่องปั้นลูกชุบใน 1 ปี เวลาทำงาน 2,400 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 5 กิโลกรัม/ชั่วโมง จะได้เท่ากับ $(21,750 + 130,500) / (2,400 \times 5) = 53$ บาท/กิโลกรัม

2. ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปั้นลูกชุบ

รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณระยะเวลาคืนทุนมีดังนี้

ต้นทุนแปรผัน คือ ค่าผลบวกของค่าซ่อมแซม บำรุงรักษา ค่าไฟฟ้าและค่าจ้างแรงงาน

ต้นทุนรวม คือ ต้นทุนผันแปรรวมบวกเบี่ย

ผลประโยชน์ที่ได้คิดจากอัตราค่าจ้างในการทำงานของเครื่องปั้นลูกชุบคูณชั่วโมงในการทำงานต่อปี

อัตราค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องปั้นลูกชุบต่อชั่วโมง โดยค่าใช้จ่ายของเครื่องปั้นลูกชุบเท่ากับ 12 บาท/กิโลกรัมคูณอัตราการทำงาน 5 กิโลกรัม/ชั่วโมง เท่ากับ 60 บาท/ชั่วโมง

ผลประโยชน์สุทธิ คือ ผลต่างระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับกับต้นทุนรวม

ระยะเวลาคืนทุน คือ ผลหารระหว่างราคาซื้อเครื่องกับผลประโยชน์สุทธิ

ชั่วโมงการทำงาน	2,400		ชั่วโมง/ปี
ดอกเบี้ย	8,250		บาท/ปี
ต้นทุนผันแปร	130,500		บาท/ปี
ต้นทุนรวม	$130,500 + 8,250$	$= 138,750$	บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายในการทำงาน	$2,400 \times 60$	$= 144,000$	บาท/ปี
ผลประโยชน์ที่ได้รับ	$(8 \times 5 \times 2,400)$	$= 96,000$	บาท/ปี
ผลประโยชน์สุทธิ	$96,000 - 144,000$	$= -48,000$	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	$(150,000 / 186,750)$	$= 0.80$	ปี

ดังนั้นถ้า 1 ปี ทำงาน 2,400 ชั่วโมง ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 0.80 ปี หรือ 9 เดือน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-สกุล	นายชัยรัตน์ หงษ์ทอง
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (2542)
ตำแหน่งปัจจุบัน	(อาจารย์ ผศ. รศ. ศ.) อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ	1.งานเชื่อมโลหะ 2. ด้านเครื่องจักรกลเกษตร 3. ด้านอาหาร 4. งานด้านความปลอดภัย
ผลงานวิจัย	1. การตัดโลหะด้วยก๊าซชีวภาพ 2. ที่ปรึกษาเครื่องยึดกึ่ง (โครงการ IPUS ประจำปี 2546) โครงการสิ้นสุดแล้ว 3. ที่ปรึกษาเครื่องตัดเกี่ยว (โครงการ IPUS ประจำปี 2546) โครงการสิ้นสุดแล้ว 4. ที่ปรึกษาเครื่องปลูกเปลือกมะละกอ (ปีการศึกษา 2547) 5. ที่ปรึกษาเครื่องปลูกเปลือกและคั่นน้ำอ้อย (ปีการศึกษา 2547)