

การลดมวลใบพัดมอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่องปั่นเส้นด้ายแบบวงแหวนใน
อุตสาหกรรมสิ่งทอเพื่อการประหยัดพลังงาน

Propeller Mass Reduction of the Electric Motor in Ring-spinning Machine in
Textile Industry for Energy Saving

ชลาลัย วงเวียน^{1*} กังสดาล สกุลพงษ์มาลี² และ ชลีดล อินยาศรี²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี อ. เมือง จ. เพชรบุรี 76000

²สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี อ. เมือง จ. เพชรบุรี 76000

E-mail: chalalai.won@mail.pbru.ac.th*

Chalalai Wongwian^{1*} Kangsadan Sagulpongmalee² and Chaleedol Inyarsi²

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology,

Phetchaburi Rajabhat University, Muang, Phetchaburi, 76000

² Department of Energy Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology,

Phetchaburi Rajabhat University, Muang, Phetchaburi, 76000

E-mail: chalalai.won@mail.pbru.ac.th*

Received 16 Aug 2021; Revised 17 Nov 2021

Accepted 25 Dec 2021; Available online 29 Dec 2021

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการลดภาระมอเตอร์และลดกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ตอนเริ่มเดินเครื่องจักร โดยการลดขนาดมวลของใบพัดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ของเครื่องปั่นเส้นด้ายในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ บทความได้จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต (Production process chart) ของการใช้พลังงานเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานในการผลิต และใช้แผนภูมิแก๊งปลา (Fishbone diagram) ค้นหาสาเหตุเพื่อสร้างมาตรการอนุรักษ์พลังงาน จากการวิจัยพบว่าขั้นตอนของปั่นเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นเส้นด้ายแบบวงแหวนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าถึง 40% ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังนั้นจึงอนุรักษ์พลังงานโดยเปลี่ยนขนาดใบพัดมอเตอร์ไฟฟ้าจากใบพัดมวล 28.31 กิโลกรัม เป็นใบพัดมวล 20.40 กิโลกรัม แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดเท่าเดิม และการลดขนาดใบพัดมอเตอร์ของเครื่องปั่นเส้นด้ายไม่ส่งผลต่อการกระบวนการผลิตการสร้างแรงลมดูดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ จากผลการศึกษาวิจัยสามารถลดกระแสไฟฟ้าตอนเริ่มเดินเครื่องของมอเตอร์สร้างแรงลมดูดลดลงได้ เท่ากับ 4.02 แอมป์ หรือคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ เท่ากับ 16,879 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี หรือค่าพลังงานไฟฟ้า 53,371.71 บาท/ปี โดยการลดขนาดของใบพัดมอเตอร์เครื่องปั่นเส้นด้ายต้องลงทุนเท่ากับ 9,500 บาท ซึ่งคิดเป็นระยะเวลาคืนทุนเพียงเท่ากับ 0.18 ปี หรือ 2 เดือน เท่านั้น

คำหลัก: มอเตอร์ไฟฟ้า, มอเตอร์สร้างแรงลมดูด, เครื่องปั่นเส้นด้าย, อุตสาหกรรมสิ่งทอ

Abstract

This paper reduces the motor load and electric current to the motor at start-up by reducing the mass of the electric motor rotor. which is a 3-phase AC electric motor of the yarn spinning machine in the textile industry. The article creates a production process chart of energy consumption, analyzes the energy consumption in production and uses a fishbone diagram to find the cause and create an energy conservation measure. According to research, the spinning process with a ring spinning machine uses 40% of the total electrical energy in the textile industry. Therefore, energy conservation by changing the size of the electric motor propeller from propeller mass 28.31 kg to propeller mass 20.40 kg but the propeller is the same diameter size. From the experimental, found that the reduction of the propeller of the ring-spinning machine did not affect the production process and the suction power of the AC motor. The results of the research can reduce the electric current at the start of the motor to create a lower suction wind power equal to 4.02 amps, or account for the amount of electricity that can be saved equal to 16,879 kilowatt hours / year or 53,371.71 baht / year of electrical energy costs. Which reducing the size of the motor propeller must be invested equal to 9,500 baht, which is considered a payback period of only 0.18 years or 2 months only.

Keywords: AC motor, Motor suction, Ring-spinning, Textile industry

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สำคัญอย่างหนึ่งของโรงงานอุตสาหกรรม จึงมีความจำเป็นที่โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีการอนุรักษ์พลังงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สามารถแบ่งโหลดของมอเตอร์ตามการใช้งานได้ 3 ประเภท คือ 1) โหลดประเภทแรงบิดแปรผันตามความเร็ว (Variable Torque) เช่น บั๊มน้ำ พัดลม เป็นต้น 2) โหลดประเภทแรงบิดคงที่ (Constant Torque) เช่น บันจัน ลิฟต์ เป็นต้น และ 3) โหลดประเภทกำลังงานคงที่ (Constant Power) เช่น เครื่องม้วน เครื่องเจาะ เป็นต้น โดยการใช้งานมอเตอร์ในระบบการผลิตเป็นจำนวนมาก จึงมีผลต่อค่าไฟฟ้าเป็นมูลค่าที่สูงมาก อีกทั้ง การที่มอเตอร์มีการเดินระบบในแต่ละครั้งจะก่อให้เกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak demand) รวมอยู่ด้วย ซึ่งการวิเคราะห์และพิจารณาการประหยัดพลังงานในมอเตอร์นอกจากจะวิเคราะห์เพื่อลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดแล้ว การพิจารณาลดค่าความสูญเสียภายในมอเตอร์ลงนั้น ถือได้ว่าเป็นการประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง โดยความสูญเสียของมอเตอร์ไฟฟ้าเหี่ยวหาแบ่งตามสภาวะการทำงานหรือการรับภาระโหลดของมอเตอร์ จะ

แบ่งได้ดังนี้ 1) ความสูญเสียเมื่อมอเตอร์ไม่มีโหลด (No-load losses) จะมีค่าคงที่เมื่อป้อนพลังงานให้กับมอเตอร์ มีค่าความสูญเสียประมาณ 30% ของค่าความสูญเสียรวมในมอเตอร์ ประกอบด้วย ความสูญเสียในแกนเหล็กและความสูญเสียทางกล เช่น แรงเสียดทานในดลบลูกปืน 2) ความสูญเสียเมื่อมอเตอร์ได้รับภาระโหลด (Load losses) เป็นการสูญเสียจากภาระการใช้งานซึ่งจะมีการสูญเสียเพิ่มขึ้นตามขนาดของภาระโหลด มีค่าความสูญเสียประมาณ 70% ของค่าความสูญเสียรวมในมอเตอร์ ประกอบด้วย ค่ากระแสไหลวนในแกนเหล็กที่โรเตอร์ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดที่สเตเตอร์ ค่ากระแสฮาร์มอนิกในตัวนำของโรเตอร์ และค่าสนามแม่เหล็กรั่วไหลที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า

ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาค้นคว้าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบการผลิตของโรงงานที่ผลิตสิ่งทอแบบครบวงจร ประกอบด้วย โรงปั่นด้าย โรงพิมพ์ผ้า โรงทอผ้า โรงปัก และโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป จากการศึกษาการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส เมื่อมอเตอร์ทำงานจะเกิดแรงบิดหรือแรงดูดกระชากที่สูงมาก ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าต้องใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนมาก เพื่อเอาชนะแรงดังกล่าว จึงใช้เครื่องมือค้นหาสาเหตุเพื่อหาแนวทางการลดการใช้พลังงาน จากสาเหตุเรื่อง

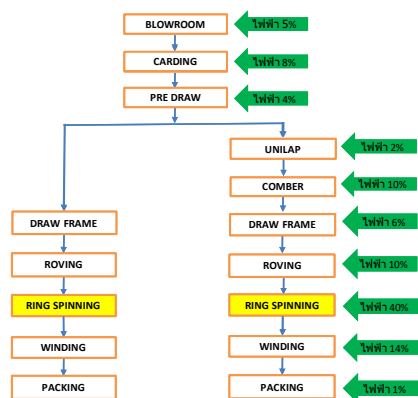
การลดภาระ (load) หรือลดมวลของใบพัดมีผลต่อการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้การทดสอบโดยเปลี่ยนใบพัดมอเตอร์สร้างแรงลมดูด ซึ่งเป็นโหลดที่สวมแกนมอเตอร์โดยตรง โดยใบพัดที่จะทำการเปลี่ยนมีขนาดเท่าเดิมแต่น้ำหนักเบากว่าเดิมและได้ปริมาณลมดูดที่ใกล้เคียงกัน นอกจากประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแล้วยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์และเพิ่มอายุการใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้า

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการผลิตเส้นด้ายในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

กระบวนการผลิตเส้นด้ายเริ่มจากวัตถุดิบ [1] คือ ฝ้าย จะถูกนำไปเข้าเครื่องผสมเส้นใย (Blowroom) เพื่อทำความสะอาด แยกสิ่งเจือปน เช่น พลาสติก เศษกระดาษ เป็นต้น จากนั้นผสมเส้นใยและส่งไปตามทอลมเข้าเครื่องสาวเส้นใย (Carding) เพื่อกระจายเส้นใยที่เป็นแผ่นๆ ให้อิสระต่อกัน โดยจะเป็นการสาวเอาเส้นใยสั้นๆ และสิ่งสกปรกออกแล้วคัดเอาเส้นใยที่ยาวและทำให้เรียงตัวขนานกันดีขึ้น จากนั้นเส้นใยจะถูกนำไปเข้าเครื่องรีดเส้นใยขั้นต้น (Pre-draw) เส้นใยที่ผ่านออกจากกระบวนการสาวใยนี้ จะถูกเรียกว่า เส้นสไลเวอร์ (Sliver) จากนั้นเส้นสไลเวอร์จะถูกนำเข้าเครื่องทำแผ่น Lap (Unilap) เพื่ออัดเส้นใยให้เหยียดตรงเรียงตัวขนานกันมากขึ้น จัดเส้นสไลเวอร์ให้มีความสม่ำเสมอจนตลอด จากนั้น นำเข้าไปเครื่องหรีดฝ้าย (Comber) เพื่อปรับปรุงความสม่ำเสมอและความเหนียวของเส้นด้ายทำการปั่นเส้นด้ายให้เบอร์ละเอียด ราบเรียบ เป็นมัน และกำจัดเส้นใยขนาดสั้นออก จากนั้นนำไปเข้าเครื่องรีดขั้นสุดท้าย (Drawframe) ทำเส้นใยเป็นเส้นสไลเวอร์ให้ได้ขนาดความยาวและน้ำหนักตามต้องการ แล้วทำการบรรจุเส้นสไลเวอร์ลงถังเพื่อส่งต่อการขนย้ายไปกระบวนการต่อไป แล้วนำเข้าเครื่องทำเส้นโรฟวิ่ง (Roving) เพื่อลดขนาดเส้นสไลเวอร์ตามที่ต้องการแล้วพันเกลียวเล็กน้อยเพื่อป้องกันเส้นขาด และนำไปเข้าเครื่องปั่นเส้นด้าย (Ring-spinning) เพื่อลดขนาดเส้นโรฟวิ่งให้ได้ขนาดน้ำหนักและความยาวตามที่ต้องการ ใส่เกลียวตามความเหมาะสมกับเบอร์ของด้ายเพื่อให้เส้นใยพันกันได้ดีและมีความเหนียว แล้วทำการพันเข้า

หลอดให้ได้ความยาวสูงสุดเท่าที่เครื่องจะสามารถทำได้ แล้วนำเข้าเครื่องกรอด้วย (Winging) เพื่อกรอด้วยหลอด เรียกว่า ลูกโคน แล้วนำเข้าสู่เครื่องบรรจุ (Packing) นำลูกด้ายบรรจุใส่กล่องเพื่อส่งต่อการเคลื่อนย้ายขนส่งในโกดังสินค้าหรือจัดจำหน่าย แสดงได้ดังภาพที่ 1 ซึ่งเป็นแผนผังกระบวนการผลิตเส้นด้ายและข้อมูลการใช้พลังงานแยกตามกระบวนการผลิต โดยจากการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการลดขนาดเส้นโรฟวิ่งด้วยเครื่องปั่นเส้นด้าย (Ring-spinning) ใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็น 40% ของพลังงานทั้งหมด และรองลงมาเป็นขั้นตอนการกรอด้วยหลอดด้วยเครื่องกรอด้วย (Winging) ใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็น 14% ของพลังงานทั้งหมด และขั้นตอนการลดขนาดเส้นสไลเวอร์ด้วยเครื่องทำเส้นโรฟวิ่ง (Roving) ใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็น 10% ของพลังงานทั้งหมด



รูปที่ 1 แผนผังกระบวนการผลิต (Production process chart) เส้นด้ายและการใช้พลังงานของแต่ละกระบวนการ

กระบวนการปั่นด้ายในอุตสาหกรรมสิ่งทอ จะมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหลัก ได้แก่ มอเตอร์เครื่องจักร เครื่องอัดอากาศ ระบบทำน้ำเย็น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในหลาย ๆ จุด ของกระบวนการผลิตสิ่งทอ [1] และด้านประสิทธิภาพการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยวิธีการหาความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์ วิธีการลดความเร็วรอบหรือปรับรอบของอุปกรณ์ที่ใช้มอเตอร์ขับ เพื่อให้ภาระ (Load) เหมาะสม [2]

2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า[3-6]

มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือ DC มอเตอร์ (Direct current motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หรือ AC มอเตอร์ (Alternating current motor) โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้งานกันทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชัน (3 Phase induction motor) และ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัส (3 Phase synchronous motor) ซึ่งงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชัน ซึ่งเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนี้ พลังงานไฟฟ้าไม่ได้นำเข้าสู่ที่โรเตอร์โดยตรง แต่ได้จากการเหนี่ยวนำ (Induction) เพื่อส่งกำลังไปในลักษณะการหมุน เรียกว่า แรงบิด (Torque) โดยแรงบิดของมอเตอร์ต้องมีค่ามากกว่าแรงบิดของภาระเพื่อให้วัตถุเริ่มหมุน ดังนั้น การเลือกพิกัดมอเตอร์ที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างมาก โดยการหาค่ากำลัง (Power) งานของมอเตอร์จะสัมพันธ์กับแรงบิดและความเร็วเชิงมุม (Angular velocity)

2.3 เครื่องมือในการค้นหาสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้น [7]

แผนภูมิแก๊งปลา (Fishbone diagram) เป็นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เป็นกระบวนการที่ช่วยระบุปัจจัยพื้นฐานหรือสาเหตุที่ไม่พึงประสงค์ การทำความเข้าใจถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้อต่อ

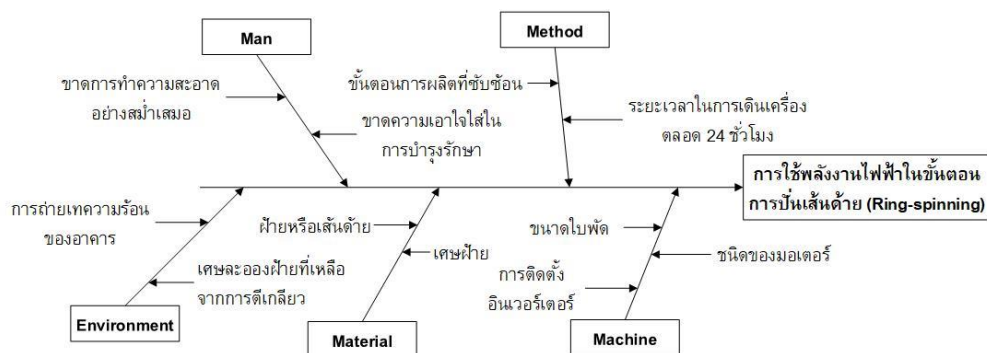
สาเหตุของความล้มเหลวของระบบ แผนภูมิที่เลียนแบบโครงกระดูกปลา ปัญหาพื้นฐานถูกวางไว้ในหัวของปลา (หันหน้าไปทางขวา) และสาเหตุจะขยายไปทางซ้าย เช่นเดียวกับโครงกระดูก ก้างปลาแต่ละก้างแสดงถึงสาเหตุสำคัญ ในขณะที่ก้างย่อยแสดงถึงสาเหตุของแต่ละสาเหตุสำคัญ โครงสร้างของผังก้างปลาสามารถแตกแขนงออกไปได้หลายระดับตามความจำเป็นเพื่อหาสาเหตุของปัญหา

ซึ่งบทความนี้ ใช้แผนภูมิแก๊งปลา (ดังภาพที่ 2) เป็นเครื่องมือระดมสมอง ค้นหาสาเหตุ เพื่อหาแนวการอนุรักษ์พลังงานของกระบวนการปั่นด้าย และงานวิจัยที่ใช้แผนภูมิแก๊งปลาสำหรับหาแนวทางการการแก้ปัญหา [8-9]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาข้อมูลหลักการทำงานของระบบการผลิตของเครื่องจักรแต่ละชนิดและปริมาณการใช้ไฟฟ้า เช่น ข้อมูลการเปิดใช้งานเครื่องจักร และข้อมูลการใช้พลังงาน ของบริษัท นันยางเท็กซ์ไทล์ จำกัด สาขาเพชรบุรี เพื่อนำมาศึกษาความเป็นไปได้ในการอนุรักษ์พลังงานและวิเคราะห์หามาตรการอนุรักษ์พลังงานในการปรับปรุงเครื่องจักร โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุง แล้วคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของการใช้พลังงานในขั้นตอนการปั่นเส้นด้าย (Ring-spinning) ใช้แผนภูมิแก๊งปลาสามารถวิเคราะห์สรุปและจัดเรียงระดับความสำคัญของสาเหตุหลักของปัจจัยที่ส่งผลทั้ง 5 มี



รูปที่ 2 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุการใช้พลังงานในขั้นตอนการปั่นด้าย

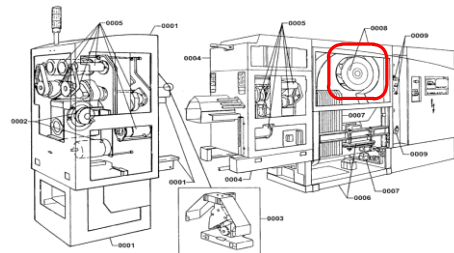
รายละเอียดดังนี้

1. เครื่องจักร (Machine)-ภาระมอเตอร์ที่ทำให้ใช้พลังงานมาก ซึ่งสิ่งที่มีผลต่อภาระของมอเตอร์ ได้แก่ ขนาด/น้ำหนักของใบพัด ชนิดของมอเตอร์ และการติดตั้งอินเวอร์เตอร์
2. วิธีการ (Method)-เปิดระบบงาน 24 ชั่วโมง และขั้นตอนการทำงานซับซ้อน
3. พนักงาน (Man)-เครื่องเปิดใช้ตลอดเวลาขาดการดูแลและบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง
4. สิ่งแวดล้อม (Environment)-ตำแหน่งการวางเครื่อง การระบายความร้อนด้วยน้ำ และปริมาณฝุ่นละอองฝ้าย
5. วัสดุ (Material)-ลักษณะของฝ้ายและเศษฝ้ายที่ทำให้เครื่องทำงานหนักขึ้น

และจากข้อมูลเบื้องต้น พบว่า โรงงานมีการใช้งานเครื่องจักรตลอด 24 ชั่วโมง โดยเครื่องจักรปั่นเส้นด้าย มีทั้งหมด 42 เครื่อง แต่ละเครื่องมีการติดตั้งมอเตอร์สร้างแรงลมดูดซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนใบพัดเพื่อสร้างแรงลมดูดเศษละอองฝ้ายที่เหลือจากการตีเกลียวไปเก็บที่ห้องเก็บเศษฝ้าย (Waste room)

ในระบบการผลิตของเครื่องปั่นเส้นด้าย 1 เครื่อง จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับปั่นเส้นด้ายพร้อมอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ทั้งหมด 14 เครื่อง ซึ่งมีการระบายความร้อนด้วยน้ำ และมีมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อสร้างแรงลมดูด จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งไม่มีการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ จึงได้สำรวจการใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสร้างแรงลมดูด พบว่า มอเตอร์มีการหยุดทุก ๆ 4 ชั่วโมงเป็นเวลา 2 นาที แล้วเปิดเครื่องจักรทันที ทำให้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ตอนเปิดเครื่องมีค่าสูงมาก และจากการสังเกต พบว่า ใบพัดที่สวมกับแกนมอเตอร์มีขนาดใหญ่และเป็นโหลดมอเตอร์โดยตรง จากการศึกษาหาแนวทางการลดการใช้พลังงานจากข้อสรุปจากแผนภูมิถังปลา มีสาเหตุในเรื่องขนาดของใบพัดที่เป็นภาระของการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าจึงคิดมาตรการเปลี่ยนใบพัดมอเตอร์สร้างแรงลมดูด เพื่อลดโหลดให้กับมอเตอร์ และลดกระแสตอนเปิดเครื่อง ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องปั่นเส้นด้าย โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อระบบการผลิต ตำแหน่งที่ทำการเปลี่ยนใบพัดของเครื่องปั่นเส้นด้าย คือ มอเตอร์สร้าง

แรงลมดูด (Suction motor) ตำแหน่งที่ 0008 ดังภาพที่ 3 และ 4 มอเตอร์มีขนาด 9 kW ต่อแบบ Star แรงดันไฟฟ้า 380 V กระแสไฟฟ้า 17 A ความเร็วรอบมอเตอร์ 2890 rpm/min โดยใบพัดที่ทำการเปลี่ยนขนาดจะสวมกับแกนมอเตอร์โดยตรง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 3 ตำแหน่งที่ทำการเปลี่ยนใบพัด



รูปที่ 4 เครื่องปั่นเส้นด้าย (Ring-spinning)



รูปที่ 5 มอเตอร์สร้างแรงลมดูด

4. ผลการวิจัย

จากมาตรการเปลี่ยนใบพัดมอเตอร์สร้างแรงลมดูดจากเดิมมีมวล 28.31 kg ความกว้าง 8.5 cm เป็นมวล 20.40 kg ความกว้าง 7 cm โดยแผ่นเหล็กมีความ

หนาเท่ากัน เท่ากับ 5 mm ดังรูปที่ 6 เพื่อลดการไหลตให้กับมอเตอร์และลดกระแสไฟฟ้าตอนเริ่มเดินเครื่องจักร

จากการทดสอบ พบว่า มาตรการลดมวลของใบพัดมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปั่นเส้นด้ายโดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อกระบวนการผลิต มอเตอร์ไฟฟ้ายังสามารถทำงานตามปกติ และจากการทดสอบเปลี่ยนใบพัดมอเตอร์ของเครื่องปั่นเส้นด้ายได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1



ก่อนปรับปรุง



หลังปรับปรุง

รูปที่ 6 ใบพัดมอเตอร์ไฟฟ้าก่อนและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 1 ค่าพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ทดสอบ

มาตรการ	มวลใบพัด (kg)	กระแสไฟฟ้า (A)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh/day)
ก่อนปรับปรุง	28.31	17.03	105.7
หลังปรับปรุง	20.40	13.01	57.7

จากข้อมูลตารางที่ 1 พบว่า ค่ากระแสไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้เท่ากับ 4.02 A เมื่อคิดวันทำงาน 352 day/year โดยก่อนปรับปรุงใช้พลังงานไฟฟ้า 37,204.99 kWh/year และหลังปรับปรุงใช้พลังงานไฟฟ้า 20,325.89 kWh/year ซึ่งคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ เท่ากับ 16,879.10 kWh/year เมื่อคิดค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยเท่ากับ 3.162 Baht/kWh ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ เท่ากับ 53,371.71 Baht/year ค่าการลงทุนในการเปลี่ยนใบพัด เท่ากับ 9,500 บาท คิด

เป็นระยะเวลาคืนทุน 0.18 year หรือ 2 month

5. สรุป

เครื่องปั่นเส้นด้ายในอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นเครื่องจักรหลักที่สำคัญในการผลิตเส้นด้ายโดยมีจำนวนทั้งสิ้น 42 เครื่อง ทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรอื่น ๆ พบว่า เครื่องจักรปั่นเส้นด้ายจะใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 40% ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในโรงงาน ในแต่ละเครื่องปั่นด้ายจะมีมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับปั่นด้ายทั้งหมด 14 ตัว โดยทุกตัวจะมีการติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อปรับความเร็วรอบตามภาระการทำงานและมีการระบายความร้อนด้วยน้ำ และมีมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อสร้างแรงลมดูด จำนวน 1 ตัว ซึ่งไม่มีการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ โดยมอเตอร์ไฟฟ้านี้จะมีการหยุดทำงานทุก ๆ 4 ชั่วโมง นานเป็นเวลา 2 นาที แล้วเริ่มเดินมอเตอร์ใหม่ทันที ทำให้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ตอนเริ่มเดินเครื่องจักรมีค่าสูงมาก โดยสังเกตว่าใบพัดที่สวมกับแกนมอเตอร์มีขนาดใหญ่และเป็นภาระสำหรับมอเตอร์โดยตรง จึงได้ดำเนินการวิจัยการเปลี่ยนใบพัดมอเตอร์สร้างแรงลมดูดจากเดิมมวล 28.31 kg เป็นมวล 20.40 kg พบว่า การลดมวลใบพัดมอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่องปั่นเส้นด้ายแบบวงแหวนในอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 16,879.10 kWh/year หรือค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ เท่ากับ 53,371.71 Baht/year และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.18 year หรือ 2 month ซึ่งถ้านำไปขยายผลกับเครื่องปั่นด้ายทั้งหมด 42 เครื่อง จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ เท่ากับ 2,241,611.82 Baht/year

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากบริษัท นันยางเท็กซ์ไทล์ จำกัด สาขาเพชรบุรี ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2557). คู่มือพัฒนาบุคลากรด้านการอนุรักษ์พลังงานจากกรณีตัวอย่างที่ประสบผลสำเร็จอุตสาหกรรมสิ่งทอ. สำนักงานพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, กรุงเทพฯ.
- [2] ฤชากร จิรกาลวสาน. (ม.ป.ป.). ภาวะและประสิทธิภาพมอเตอร์. สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย บทความวิชาการ ชุดที่ 11. 84-95.
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2553). การอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์, หลักสูตรฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ (โรงงาน), 4.2-4.9.
- [4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, (2553), การอนุรักษ์พลังงานสำหรับพัดลม, หลักสูตรฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ (อาคาร), 6.2-6.5.
- [5] Factomart, (2561), มอเตอร์ 3 เฟส. คู่มือการสตาร์ทและควบคุมมอเตอร์, ค้นเมื่อ พฤษภาคม 10, 2561, จาก <https://mall.factomart.com>
- [6] Hughes, A., (2006), Electric motors and drives fundamentals, types and applications (3th ed.). Great Britain: Elsevier Ltd. 431 p.
- [7] พีระวัฒน์ นันทรวางศ์. (2564). Fishbone Diagram คือ เรื่องควรรู้เกี่ยวกับ แผนภูมิแก๊งปลา เพื่อหาสาเหตุและผลกระทบ. สืบค้นวันที่ 10 สิงหาคม 2564.
- [8] กนกวรรณ สุภักดี, อินทุอร หินผา, อาริญา กล่อ กระโทก, &ณัฐวัฒน์ เหล่าไถ้. (2019). การลด ความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตเทียนเวียนหัว กรณีศึกษา: ธุรกิจโรงหล่อเทียนมงคล. UBU Engineering Journal, 12(2), 112-122.
- [9] เพ็ญเพ็ญ ชนาเทพพร. (2562). การศึกษาความคลาดเคลื่อนการจัดยาของเครื่องจัดยาอัตโนมัติ และตู้อิเล็กทรอนิกส์จัดยาแบบต่างๆในการ บริการจ่ายยาผู้ป่วยในที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์. IJPS, 16(3)