



การพัฒนาเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติสำหรับชุมชน The Development of an Automatic Barbed Wire Fabricating Machine for Community

ไพฑูรย์ ไชยวงศา^{1*} และ สมพร หงษ์ก่ง¹

Praitoon Chaiwongsa^{1*} and Somporn Hongkong¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
วิทยาเขตคลองหลวง

*Correspondent author: praitoon_ch@yahoo.com

Received September 28, 2011

Accepted November 3, 2012

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เสนอเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ ซึ่งปัจจุบันมีผลผลิตจากกลุ่มผลิตลวดหนามด้วยมืออยู่หลายกลุ่มในชนบท แต่กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดสร้างเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติและทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการประกอบลวดหนาม ชิ้นส่วนของเครื่องประกอบด้วย 1) ชุดป้อนลวดแกน, 2) ชุดประกอบลวดข้อหนาม, 3) ชุดใบมีดตัดลวดข้อหนาม, 4) ชุดลดความเร็ว, 5) ชุดกว้านพันเกลียวลวดแกน, 6) ชุดเรียงลวดหนาม และ 7) ชุดต้นกำลังขับเคลื่อนและอุปกรณ์ควบคุม สำหรับการประกอบลวดหนามจะใช้ลวดเหล็กชุบสังกะสี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร ระยะพิชข้อหนามเท่ากับ 10 เซนติเมตร และความยาวของหนามเท่ากับ 2 เซนติเมตร ผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบของชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนและชุดประกอบข้อหนามที่เหมาะสมเท่ากับ 79.4 และ 27.6 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยสามารถผลิตลวดหนามได้เท่ากับ 15.24 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 1.47 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตลวดหนามระหว่างกรรมวิธีการผลิตแบบเดิมกับการผลิตด้วยเครื่องที่สร้างขึ้น พบว่า เครื่องมีความสามารถในการผลิตเร็วกว่าการผลิตด้วยมือประมาณ 8 เท่า สำหรับการลงทุนถ้าคิดอายุการใช้งาน 5 ปี ต้องผลิตลวดหนามได้ 15.95 ตัน จึงจะถึงจุดคุ้มทุน และสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.287 ปี

Abstract

This article presents the Automatic Barbed Wire Fabricating Machine (ABWFM). Currently, the group of produces the Barbed Wire Manually (BWM) was set up from many groups in local areas. But the product is not enough for requirement. This research is aim to construct the ABWFM and evaluate the appropriate speed of

barbs wire assembly. The ABWFM consists of many parts as follows: 1) Wire feed roller, 2) Barbs wire assembly, 3) Cutting knife, 4) Wire strictness decrease unit, 5) Bobbin unit, 6) Traverse spindle, and 7) Power source and operating control units. In this study, barb wire with zinc coated and diameter of 2.0 mm is used. Similarly, the barb pitch and barb length are 10 cm and 2 cm, respectively. The results found that the suitable speeds of traverse spindle and barbs wire assembly are 79.4 and 27.6 RPM, respectively. Moreover, the produce capacity of the ABWFM is about 15.24 kg/h and electric power consumption is approximately 1.47 kWh. Compared with the BWM, the results indicated that the producing rate of ABWFM is higher than the BWM by about 8 times. For the investment cost, 15.95 tons of the barbed wire can be produced within 5 years and the payback period is about 1.287 years.

คำสำคัญ: เครื่องผลิตลวดหนาม การประกอบลวดหนาม ลวดหนาม เครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติต้นแบบ

Keywords: Barbed wire machine, Barbed wire fabricating, Barbed wire, ABWFM prototype

1. บทนำ

ปัจจุบันในท้องถิ่นชนบทมีการรวมกลุ่มในชุมชนจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชน เพื่อหารายได้เสริมนอกฤดูกาลทำนา โดยชาวบ้านได้จัดตั้งเป็นกลุ่มอาชีพต่าง ๆ ขึ้น เช่น กลุ่มทอผ้าไหมคราม กลุ่มเพาะเห็ด กลุ่มเลี้ยงสัตว์ กลุ่มจักสาน กลุ่มทอเสื่อและกลุ่มผลิตลวดหนาม โดยที่กิจกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนให้สามารถต่อสู้กับยากจนและปัญหาการว่างงานของคนในชนบทได้โดยไม่ต้องเดินทางเข้าไปหางานทำในกรุงเทพมหานคร ซึ่งปัจจุบันนี้งานด้านหัตถกรรมภายในชุมชนอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ คือการผลิตลวดหนามด้วยมือ ผลผลิตที่ได้คือลวดหนามที่ใช้สำหรับทำรั้วเพื่อการเกษตรกรรมและการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งหัตถกรรมประเภทนี้เกิดขึ้นค่อนข้างมากในชุมชน แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้นั้นก็ยังมีน้อยไม่พอกับความต้องการของชุมชนเอง สาเหตุเนื่องจากเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตลวดหนามนั้นยังไม่เหมาะสม อีกทั้งต้องใช้แรงงานของคนในการผลิตจำนวนมากและใช้เวลานาน จึงไม่ทันต่อความต้องการของตลาด จากปัญหาต่าง ๆ นี้ คณะผู้วิจัยได้เห็นถึงความจำเป็นและความสำคัญเพื่อที่จะดำเนินการแก้ไข ดังนั้นจึงได้จัดทำโครงการร่วมกับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มหัตถกรรมผลิตลวดหนาม ในการพัฒนาเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติสำหรับชุมชน

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการออกแบบและจัดสร้างชุดประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ สำหรับใช้ผลิตลวดหนามแทนแรงงานคน เพื่อเพิ่มอัตราการผลิตให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยคาดหวังว่าจะได้เครื่องผลิตลวดหนามแบบอัตโนมัติต้นแบบสำหรับใช้ผลิตลวดหนามในชุมชน ซึ่งเป็นการเพิ่มศักยภาพและความเข้มแข็งให้กับกลุ่มวิสาหกิจในชนบทต่อไปในอนาคต

• ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตลวดหนามและการพัฒนาเครื่องผลิตลวดหนามที่นักวิจัยได้พัฒนาและประดิษฐ์คิดค้นมาก่อนหน้านี้พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

กลุ่มผลิตลวดหนามด้วยมือบ้านขุนเจริญ (1) หมู่ 12 ตำบลเคอศรีคันไชย อำเภอนาวนาธิวาส จังหวัดสตูลนคร ก่อตั้งเมื่อ ปี พ.ศ. 2544 เพื่อให้สมาชิกได้มีอาชีพเสริมเกิดรายได้เพิ่มเติมและเป็นการตอบสนองนโยบายของรัฐบาลให้เป็นหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตลวดหนามด้วยมือ คือ ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า สำหรับพันเกลียวลวดแกน กวาลวด เครื่องตัดลวดเหล็ก และอุปกรณ์ตัดลวด ส่วนวัสดุที่ใช้คือ ลวดชุบสังกะสี เบอร์ 14 โดยมีวิธีการผลิตคือ พันเกลียวลวดแกนความยาว 40 เมตร จากนั้นจึง

ประกอบลวดข้อหามาให้ห่างกัน 10 เซนติเมตร ความสามารถในการผลิตคือ 1 คนผลิตได้ 3 เส้นต่อวัน โดยได้ค่าแรงงานเส้นละ 40 บาท

กลุ่มชาวบ้านผลิตลวดหนามด้วยมือบ้านปอภาร (2) หมู่ 12 ตำบลปอภาร อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ก่อตั้งกลุ่มเมื่อ ปี พ.ศ. 2546 ทำการผลิตลวดหนามด้วยมือ จากลวดชุบสังกะสีเบอร์ 12 หรือ เบอร์ 14 ตามความต้องการ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตใช้เหมือนกันกับกลุ่มผลิตลวดหนามด้วยมือบ้านขุนเจริญ (1) วิธีการผลิต คือนำลวดเหล็ก จำนวน 2 เส้น ความยาวเส้นละ 40.5 เมตร พันกันให้เป็นเกลียวจนความยาวลดลงเป็น 40 เมตร จากนั้นจึงประกอบลวดข้อหามาให้มีระยะห่างระหว่างหนาม 9-10 เซนติเมตร ซึ่งถ้าทำเสร็จ 1 เส้น ก็จะได้ลวดหนามจำนวน 1 ขด

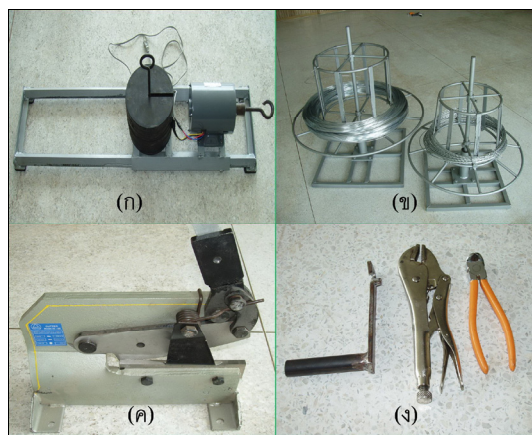
กลุ่มชาวบ้านผลิตลวดหนามด้วยมือบ้านหนองแสง (3) หมู่ 9 ตำบลหนองแสง อำเภอนาคู จังหวัดนครราชสีมา ก่อตั้งกลุ่มเมื่อ ปี พ.ศ. 2548 ทำการผลิตลวดหนามด้วยมือ จากลวดชุบสังกะสีเบอร์ 12 โดยมีอุปกรณ์และวิธีการผลิตเหมือนกันกับกลุ่มผลิตลวดหนามด้วยมือบ้านขุนเจริญ (1) และกลุ่มชาวบ้านผลิตลวดหนามด้วยมือบ้านปอภาร (2) ซึ่งเมื่อทำเสร็จ 1 เส้น จะได้ลวดหนามจำนวน 1 ขด มีน้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม โดยที่ใน 1 วันจะผลิตได้ 3 ขดต่อคน

ชาวพัฒนา โพรซีร์ และคณะ (4) ได้ออกแบบและจัดสร้างเครื่องผลิตลวดหนามแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยได้ดำเนินการในส่วนของการชุบที่สำหรับพันเกลียวลวดแกนและชุบม้วนลวดหนาม ซึ่งผลจากการทำงานของเครื่องก็ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากไม่มีเครื่องต้นแบบ ซึ่งจากข้อมูลในการสำรวจพบว่า การผลิตลวดหนามในอุตสาหกรรมนั้นจะใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติ ซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง ซึ่งจะมีการปกปิดและสงวนไว้โดยไม่เปิดเผยเพื่อหวังผลประโยชน์ทางการค้าเป็นหลัก สำหรับประดิษฐ์กรรมที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 746 วัตต์ เป็นต้นกำลังในการหมุนชุดก้านพันเกลียวลวดแกนและชุบม้วนลวดหนาม ส่วนการประกอบลวดข้อหามาในลวดแกนนั้นยังคงใช้การประกอบด้วยมือ

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การผลิตลวดหนามด้วยมือ

การผลิตลวดหนามด้วยมือของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตลวดหนามนั้น จะผลิตลวดหนามจากลวดเหล็กชุบสังกะสีเบอร์ 14 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร โดยทำเป็นลวดแกนและลวดข้อหามา ซึ่งสมบัติของเส้นลวดที่ใช้ก็จะมีขนาดไม่เล็กเกินไป อ่อนและเหนียวเหมาะสำหรับการตัดด้วยมือ ถ้าโตกว่านี้จะแข็งตัดด้วยมือได้ยากเนื่องจากในการประกอบลวดหนามต้องออกแรงบิดสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตลวดหนามด้วยมือ ประกอบด้วยชุดมอเตอร์พันเกลียวลวดแกน, กวางลวด, เครื่องตัดลวดเหล็กและอุปกรณ์ตัดลวดข้อหามา ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการผลิตลวดหนามด้วยมือ (ก) ชุดมอเตอร์พันเกลียวลวดแกน, (ข) กวางลวด, (ค) เครื่องตัดลวดเหล็ก และ (ง) อุปกรณ์ตัดลวดข้อหามา

สำหรับกระบวนการผลิตลวดหนามด้วยมือได้แสดงไว้ในรูปที่ 2 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้คือ เริ่มจากการพันเกลียวลวดแกนที่มีความยาวเส้นละ 40.7 เมตร จำนวน 2 เส้น โดยการเกี่ยวปลายลวดด้านหนึ่งเข้ากับแกนของมอเตอร์พันเกลียวลวดแกน และยึดปลายลวดอีกด้านหนึ่งไว้ จากนั้นจึงสตาร์ทมอเตอร์ ซึ่งจะทำให้เส้นลวดแกนทั้งสองเส้นหมุนพันกันเข้าและบิดเป็นเกลียวจน



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตลวดหนามด้วยมือของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ความยาวลดลงเหลือ 40.2 เมตร หลังจากนั้นจึงนำลวดแกนไปตัดตรงในบริเวณที่เตรียมไว้ สำหรับการประกอบลวดข้อหนามในลวดแกน ต่อจากนั้นจึงใช้คีมถ่างลวดแกนออกให้เป็นรูมีระยะห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร แล้วนำลวดที่จะทำข้อหนามที่ตัดเตรียมไว้ที่ใช้เครื่องตัดลวดเหล็กตัดปลายให้แหลม มีความยาวประมาณ 7 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น สอดเข้าไปในรูของลวดแกนที่ถ่างไว้ จากนั้นจึงใช้คีมจับและใช้อุปกรณ์ตัดลวดหมุนพันลวดข้อหนามนั้นเข้ากับลวดแกนเป็นจำนวน 2 รอบครึ่ง จากนั้นจึงใช้คีมตัดปลายหนามโดยให้ปลายทั้งสองด้านทำมุมกัน 90 องศาซึ่งกันและกัน ซึ่งในการผลิตลวดหนามด้วยมือ นั้นจะประกอบลวดข้อหนามเป็นข้อ ๆ ลักษณะนี้ไปตลอดทั้งเส้น สุดท้ายหลังจากประกอบลวดหนามเสร็จทั้งเส้นแล้ว จึงทำการม้วนลวดหนามที่ได้ให้เป็นขดเพื่อเตรียมนำไปใช้งานหรือจำหน่ายต่อไป

2.2 เครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ

• ส่วนประกอบและอุปกรณ์

โครงสร้างและชิ้นส่วนของเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติที่จัดสร้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3 มีการออกแบบและรายละเอียดดังนี้

1. ชุดป้อนลวดแกน ใช้ลูกกลิ้งเหล็ก จำนวน 3 อันวางสลับกัน โดยให้ลูกกลิ้งตัวกลางสามารถเลื่อนขึ้น-ลงได้เพื่อปรับความตึงลวดเหล็ก ส่วนด้านหน้าของลูกกลิ้งแต่ละตัวจะกัดเป็นร่องคู่ขนานกัน เพื่ordesเส้นลวดให้เป็นแนวตรง

2. ชุดประกอบลวดข้อหนาม มีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ ลูกกลิ้งเลื่อนลวดข้อหนาม, หัวบิดลวดหนาม และชุดใบมีดตัดลวดข้อหนาม ซึ่งทั้ง 3 ส่วนนี้ จะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขับเคลื่อนชุดประกอบลวดข้อหนาม ส่งกำลังผ่านพูลเลย์และสายพาน สำหรับการออกแบบนั้น ลูกกลิ้งเลื่อนลวดข้อหนามจะใช้ลูกกลิ้งประกบกับเฟืองจำนวน 2 ลูก คือตัวขับและตัวตามที่มีขนาดเท่ากัน โดยด้านหน้าของลูกกลิ้งแต่ละตัวจะกัดเป็นร่องเพื่อหนีบและปล่อยลวด และสามารถปรับตั้งได้ ซึ่งลูกกลิ้งเลื่อนลวดข้อหนามนี้จะมีทั้งด้านบนและด้านล่างโดยใช้ใช้ในการส่งถ่ายกำลัง ส่วนหัวบิดลวดหนามจะถูกหมุนด้วยกลไกแบบ Four bar mechanism (6) ร่วมกับระบบเฟืองทด

3. ชุดใบมีดตัดลวดข้อหนาม ตัวใบมีดทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง โดยในชุดใบมีดนี้จะมีใบมีด 2 ใบที่วางทำมุมกัน 90 องศา มีกลไกและการเคลื่อนที่เป็นแบบ Four bar mechanism (6)

4. ชุดลดความตึงลวดแกน ใช้กลไกและการเคลื่อนเป็นแบบ Four bar mechanism (6)

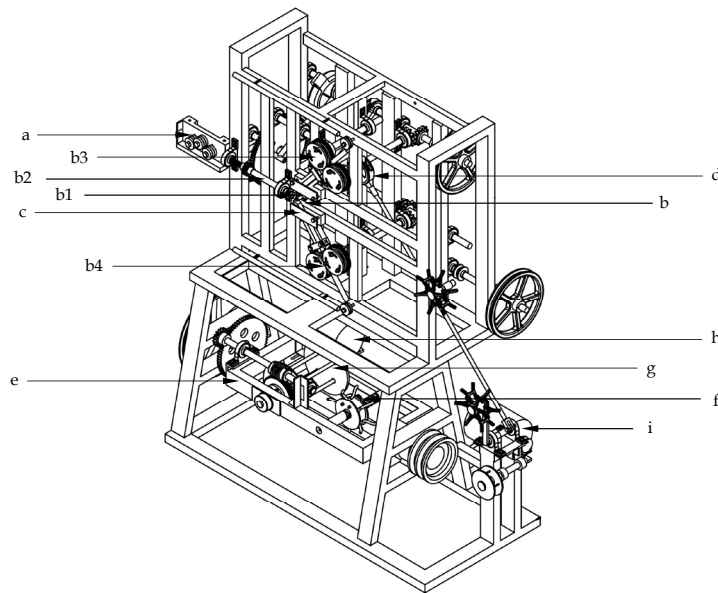
5. ชุดกว้านพันเกลียวลวดแกน ออกแบบให้ปลายเพลาคับเป็นเพลาดันตืดพูลเลย์รับกำลังขับจากมอเตอร์ผ่านสายพาน ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งเป็นเพลากลางขนาด 4 นิ้ว สำหรับใส่ลวดหนาม ซึ่งตัวโครงสร้างชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนนี้จะติดตั้งชุดเรียงลวดและชุดม้วนลวด และทำการถ่วงน้ำหนักเพื่อสมดุลการหมุนของเพลาลูกกลิ้ง

6. ชุดเรียงลวดหนาม ออกแบบให้ลูกกลิ้งเรียงลวดหนามเคลื่อนที่บนเพลามีร่องเกลียว 2 ทาง ซึ่งเพลานี้จะถูกยึดให้อยู่กับที่โดยให้ลูกกลิ้งเรียงลวดหนามเคลื่อนที่กลับไป-กลับมามบนเพลานี้ ด้วยการขับเคลื่อนของลวดหนามจากการดึง

7. ชุดม้วนลวดหนาม ได้รับกำลังขับเคลื่อนจากกว้านพันเกลียวลวดแกน โดยใช้ระบบเฟืองทดร่วมกับระบบเฟืองตัวหนอน (Worm gear) (6)

8. โครงสร้างตัวเครื่อง เป็นตัวรองรับและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำจากเหล็กชุบพรม ขนาด 950 x1575x1750 มิลลิเมตร (กxยxส)

9. มอเตอร์ขับเคลื่อนกว้านพันเกลียวลวดแกน ใช้เป็นต้นกำลังทำหน้าที่ขับเคลื่อนชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนที่ใช้สำหรับดึงลวดแกน, พันเกลียวลวดแกน และม้วนลวด



รูปที่ 3 โครงสร้างและชิ้นส่วนของเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ

ตารางที่ 1 รหัสและชื่อส่วนประกอบเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ (ตามรูปที่ 3)

รหัส	ชื่อส่วนประกอบ	รหัส	ชื่อส่วนประกอบ
a	ชุดป้อนลวดแกน	d	ชุดลดความเร็วลวดแกน
b	ชุดประกอบลวดข้อหนาม	e	ชุดกว้านพันเกลียวลวดแกน
b1	หัวบีดลวดหนาม	f	ชุดเรียงลวดหนาม
b2	ปลอกนำลวดแกน	g	ชุดม้วนลวดหนาม
b3	ชุดลูกกลิ้งเลื่อนลวดข้อหนาม (ตัวบน)	h	มอเตอร์ขับเคลื่อนกว้านพันเกลียวลวดแกน
b4	ชุดลูกกลิ้งเลื่อนลวดข้อหนาม (ตัวล่าง)	i	มอเตอร์ขับเคลื่อนชุดประกอบลวดข้อหนาม
c	ชุดใบมีดตัดลวดข้อหนาม		

หนามเข้าถัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าชนิด 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 2.237 กิโลวัตต์ ยี่ห้อ MISHUBISHI (3HP 4P) รุ่น SF-JR และควบคุมความเร็วด้วยอินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ Yaskawa รุ่น CIMR-AT4A0011 (5)

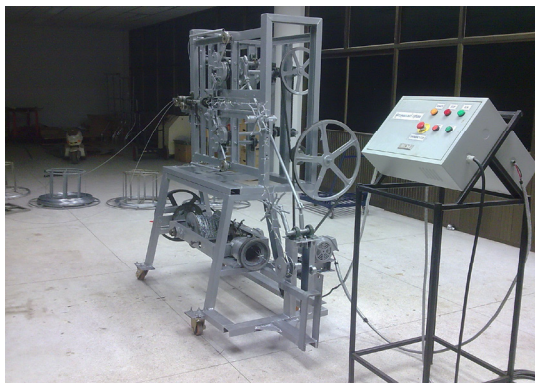
10. มอเตอร์ขับเคลื่อนชุดประกอบลวดข้อหนาม ใช้เป็นต้นกำลังทำหน้าที่ขับเคลื่อนชุดประกอบลวดข้อหนาม โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าชนิด 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 0.746 กิโลวัตต์ ยี่ห้อ MISHUBISHI (1HP 4P) รุ่น SF-JR ควบคุมความเร็วด้วยอินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ OMRON รุ่น 3G3MV-A4037 (5)

11. ระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องเป็นแบบ Stop-start มีระบบ Emergency stop สั่งให้เครื่องหยุดทำงานเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน (5)

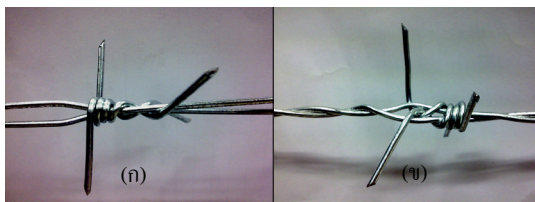
การทำงานของเครื่อง

เครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้จะทำการประกอบหนามเข้ากับลวดแกนเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้ เริ่มจากเมื่อกดสวิตช์เดินเครื่องจักรให้ทำงาน ชุดกว้านพันเกลียวลวดแกน จะดึงลวดแกน 2 เส้น ผ่านชุดป้อนลวดแกนมาที่ตำแหน่งชุดประกอบลวดข้อหนามเข้า โดยที่ปลอกนำ

ลวดแกนจะบังคับให้เส้นลวดแกนทั้ง 2 เส้นนั้นแยกออกจากกัน จากนั้นชุดกลไกและข้อเหวี่ยงของชุดลดความตึงลวดแกนจะเข้าสู่จังหวะที่ลวดแกนหย่อนทำให้ลวดแกนหยุดชั่วขณะ ซึ่งจะตรงกับจังหวะที่ชุดลูกกลิ้งเลื่อนลวดข้อหนาม เลื่อนลวดข้อหนามทางด้านบนและทางด้านล่างเข้ามาไขว้กันเป็นรูปกากบาท หลังจากนั้นหัวบิดลวดหนามก็จะบิดปลายลวดหนามทั้งสองให้หมุนพันกับลวดแกนไปตามเข็มนาฬิกาเป็นจำนวน 2 รอบครึ่ง (มองตามทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดแกน) โดยจะทำให้ปลายลวดข้อหนามทั้งสองเส้นทำมุมกัน 180 องศา ต่อจากนั้นชุดใบมีดตัดลวดข้อหนามก็จะเคลื่อนที่เข้ามาตัดลวดข้อหนามที่ปลายอีกด้านหนึ่งทั้ง 2 เส้น ซึ่งในจังหวะเดียวกันนี้หัวบิดลวดหนามจะหมุนทวนเข็มนาฬิกากลับสู่ตำแหน่งเดิมเป็นจำนวน 2 รอบครึ่ง พร้อมกับถอยตัวออกจากลวดข้อหนามเล็กน้อย



รูปที่ 4 ภาพถ่ายโครงสร้างและชิ้นส่วนของเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 5 ลักษณะลวดหนาม(ก)ก่อนพันเกลียวลวดแกน (ข) หลังพันเกลียวลวดแกน

สำหรับชุดประกอบลวดข้อหนามเข้าลวดแกนที่เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องประกอบด้วย ชุดลูกกลิ้งเลื่อนลวดข้อหนามมี 2 ชุด คือชุดด้านบนและชุด

ด้านล่าง, หัวบิดลวดหนาม, ชุดปลอกนำลวดแกน และชุดลดความตึงลวดแกน โดยที่กลไกของชุดประกอบลวดหนามเข้าแกนลวดนี้จะถูกขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ขับเคลื่อนชุดประกอบลวดข้อหนาม ขึ้นตอนต่อไปหลังจากที่ประกอบลวดหนามเสร็จเรียบร้อยแล้ว ชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนที่หมุนไปก็จะดึงลวดแกนที่ประกอบลวดข้อหนามแล้วเข้าไปม้วนที่ชุดม้วนลวดหนาม โดยที่ลวดหนามจะถูกดึงผ่านชุดเรียงลวดหนาม ซึ่งข้อลวดหนามจะเป็นตัวขับให้ชุดเรียงลวดหนามเคลื่อนที่กลับไป-กลับมาบนแกนเพลลาเพื่อเรียงลวดหนามให้เป็นแถวและหาขึ้นเป็นชั้น ๆ เติมกองของชุดม้วนลวดหนาม และจากการหมุนของชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนจะทำให้ลวดแกน 2 เส้นนั้นพันกันเป็นเกลียวบิดลวดข้อหนามที่ประกอบแล้วให้แน่น ซึ่งชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนและชุดม้วนลวดหนามนี้ จะถูกขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ขับเคลื่อนชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนที่เป็นตัวขับเคลื่อนหลักของเครื่อง

การเดินเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 4 เมื่อต้องการเดินเครื่องให้ทำงานให้กดปุ่ม Start และถ้าต้องการหยุดเครื่องให้กดปุ่ม Stop ส่วนกรณีที่ต้องการเดินเครื่องให้หยุดไปเป็นจังหวะให้กดปุ่ม Jog mode นั่นคือเครื่องหมุนเมื่อกดและเครื่องหยุดหมุนเมื่อปล่อย นอกจากนี้ถ้าต้องการหยุดเครื่องฉุกเฉินให้กดปุ่ม Emergency stop

วิธีการทดลอง

พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดเงื่อนไขของการทดลองเพื่อหาความสามารถในการผลิตลวดหนามของเครื่องผลิตลวดหนามแบบอัตโนมัติ นั้น ซึ่งประกอบด้วย ระยะพิชช์ของลวดข้อหนาม, ความยาวของหนาม, ความเร็วรอบของชุดกว้านพันเกลียวลวดแกน และเวลาที่ใช้ในการผลิต โดยมีวิธีการทดลองดังนี้ ปรับระยะพิชช์ของลวดข้อหนาม และความยาวของหนามให้คงที่ และทำการปรับเปลี่ยนความเร็วของชุดกว้านพันเกลียวลวดแกน ด้วยการปรับความถี่ (Frequency) ของอินเวอร์เตอร์ไปที่ค่าคือ 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 เฮิร์ตซ์ตามลำดับ จากนั้นเมื่อได้ความเร็วของชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนที่เหมาะสมแล้วก็ทำการทดลองซ้ำเพื่อหาอัตราการผลิต

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการผลิตลวดหนามจากเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาทีก)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความยาว (เมตร)	อัตราผลิตเฉลี่ย (เมตรต่อนาที)	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (วัตต์)	อัตราใช้กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	10	3.65	40.52	4.23	2200	0.366
2	10	3.90	43.29			
3	10	4.00	44.40			
4	10	3.70	41.07			
5*	75	3.60	40.00	0.53	-	-

*การผลิตลวดหนามด้วยมือ: กลุ่มผลิตลวดหนามด้วยมือบ้านขุนเจริญ ต.เคอศรีกันไชย อ.วานรนิวาส จ.สกลนคร
เมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2553

ของเครื่อง ซึ่งจะกำหนดเวลาที่ใช้ในการทดลองแต่ละรอบการทำงานนั้นให้เท่ากัน

เท่ากับ 27.6 รอบต่อนาที และเมื่อใช้เวลา 10 นาที จะได้ผลดังตารางที่ 2

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการทดลองหาความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องประกอบลวดหนามแบบอัตโนมัติ โดยการควบคุมระยะพิตซ์ของลวดข้อหนามให้มีระยะเท่ากันตลอดทั้งเส้นเท่ากับ 10 เซนติเมตร จะต้องใช้ความเร็วรอบของชุดก้านพันเกลียวลวดแกน เท่ากับ 79.4 รอบต่อนาทีและความเร็วรอบของชุดประกอบลวดข้อหนาม

จากตารางที่ 2 เมื่อใช้เวลา 10 นาที ในการผลิต 4 ครั้ง จะได้ลวดหนามน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 กิโลกรัม, ความยาวเฉลี่ย 42.31 เมตร, และอัตราการผลิตเฉลี่ย 4.23 เมตรต่อนาที ซึ่งในการผลิตแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาถอดเอาลวดหนามออกและประกอบก้านลวดหนามเข้าไปใหม่ใช้เวลาประมาณ 5 นาที ดังนั้นในเวลา 1 ชั่วโมงเครื่องจะสามารถจะผลิตลวดหนามได้จำนวน 4 ชุด ซึ่ง

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบข้อมูลการผลิตลวดหนามจำนวน 100 กิโลกรัม ระหว่างการผลิตด้วยมือกับการผลิตด้วยเครื่อง

ที่	รายการ	กระบวนการผลิต	
		ผลิตด้วยมือ	ผลิตด้วยเครื่องจักร
1	ราคาวัตถุดิบ	3,600 บาท	3,600 บาท
2	ราคาผลผลิต	5,500 บาท	5,500 บาท
3	มูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์	1,900 บาท	1,900 บาท
4	ค่าไฟฟ้า	-	32.12 บาท
5	ค่าแรงงาน	1,100 บาท	300 บาท
6	เวลาที่ใช้ผลิตแบบต่อเนื่อง	34.72 ชั่วโมง	4.37 ชั่วโมง
7	เวลาที่หยุดระหว่างการผลิต	13.88 ชั่วโมง	2.18 ชั่วโมง
8	เวลาที่ใช้ผลิตจริง	48.60 ชั่วโมง	6.55 ชั่วโมง
9	ราคาเครื่องเชิงพาณิชย์(โดยประมาณ)	-	250,000 บาท

ควบคุมการทำงาน ในการขับเคลื่อนนั้นใช้มอเตอร์ไฟฟ้าชนิด 3 เฟส ขนาด 2.237 กิโลวัตต์ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนชุดกว้านพันเกลียวลวดแกน และขนาด 0.746 กิโลวัตต์ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนชุดประกอบลวดข้อหนาม และใช้ลวดเหล็กชุบสังกะสี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร เป็นวัตถุดิบในการผลิต

ส่วนการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการผลิตเมื่อผลิตลวดหนามที่ระยะพิชของเท่ากับ 10 เซนติเมตรพบว่า ความเร็วรอบของชุดกว้านพันเกลียวลวดแกนเท่ากับ 79.4 รอบต่อนาทีและความเร็วรอบชุดประกอบลวดข้อหนามเท่ากับ 27.6 รอบต่อนาที ในเวลา 10 นาทีเครื่องสามารถผลิตลวดหนามได้ 1 ชุด มีน้ำหนักเท่ากับ 3.81 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 เมตรต่อนาที ดังนั้น ถ้าคิดเวลาทำงาน 1 ชั่วโมง จะสามารถผลิตลวดหนามได้ 4 ชุด โดยใช้เวลาในการถอด-ประกอบม้วนลวดครั้งละ 5 นาที และใช้พลังงานไฟฟ้า โดยประมาณ 1.47 กิโลวัตต์-ชั่วโมงและเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตลวดหนามระหว่างกรรมวิธีการผลิตแบบเดิมกับการผลิตด้วยเครื่อง พบว่า เครื่องมีความสามารถในการผลิตเร็วกว่าการผลิตด้วยมือประมาณ 8 เท่า สำหรับการลงทุนนั้นถ้าคิดอายุการใช้งาน 5 ปี จะต้องผลิตลวดหนามได้ 15,945.10 กิโลกรัม ประมาณ 15.95 ตัน จึงจะถึงจุดคุ้มทุน และมีระยะเวลาในการคืนทุน 1.287 ปี

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก ฝ่ายกิจกรรมการพัฒนาประดิษฐ์กรรมเพื่อชุมชนบท สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ 2553

6. เอกสารอ้างอิง

- (1) Barbed wire fabricating locally made by hands, Ban khunjaroen community enterprises. [Internet] 2011 Feb 1. Available from: http://somsak-phonrat.blogspot.com/2011/02/blog-post_10.html
- (2) Barbed wire fabricating locally made by hands, Ban Po phan community enterprises. [Internet] 2011 Oct 15. Available from: http://www3.cdd.go.th/muang_roiet/kbo8.pdf
- (3) Barbed wire fabricating locally made by hands, Ban Nongsaeen community enterprises. [Internet] 2011 Nov 10. Available from: <http://http://sites.google.com/site/bannongsan/kar-tha-lwd-hnam-dwy-mux>
- (4) Posee Ch, Chaipanha P, Kaewdara W, Chaiwongsa P. Design and construction of semi-automatic barbed wire machine (I085). Industrial and Research Projects for Undergraduate Students (IRPUS). 2007; 6: 391. Thai.
- (5) Bolton W. Electrical actuation systems. In: Mechatronics, Electronic control systems in mechanical engineering. England: Wesley longman; 1996. p. 117-126.
- (6) Lyndon O. Barton. Mechanism analysis. New York: Marcel dekker, Inc; 2002.
- (7) Yaemphuan P. The cost-effectiveness analysis. In: Engineering economy. Bangkok: se-education; 1999. p. 162-178.