

การพัฒนาเครื่องทอโลหะ จากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรม
การทอเสื่อจันทบูร หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี
DEVELOPMENT OF METAL WEAVING MACHINE FROM APPLICATION
OF CHANTABOON WEAVING MATS HANDCRAFT MANUFACTURING
PROCESS, SAMEDNGARM VILLAGE, CHANTABURI PROVINCE

วันที่รับ: 12 สิงหาคม 2564

วันที่แก้ไข: 5 ตุลาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 20 ตุลาคม 2564

คันสนีย์ อาจนาฝาย^{1*}, ภัทรบดี พิมพิ¹,

พนม จงกล¹, จุฑาทิพย์ นามวงศ์¹ และ ดุษฎี ชลปรีชา¹

Sansanee Artnafai^{1*}, Pattarabordee Pimki¹,

Phanom Chongkon¹, Juthathip Namwong¹ and Dutsadee Cholprecha¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

¹Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University,

Chanthaburi 22000

*Corresponding author e-mail: puisun28@gmail.com



บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องทอโลหะจากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรม การทอเสื่อจันทบูร หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษากระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื่อจันทบูร หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี เพื่อนำไปประยุกต์พัฒนาเครื่องทอโลหะ 2) พัฒนาเครื่องทอโลหะโดยการประยุกต์กระบวนการทอเสื่อจันทบูรให้ได้เป็นงานทอโลหะที่มีลวดลายการทอแบบพื้นฐาน และ 3) ทดสอบประสิทธิภาพการใช้เครื่องทอโลหะที่พัฒนาจากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื่อจันทบูร มีขั้นตอนการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ โดยใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการทอเสื่อ ด้านการผลิตเครื่องทอเสื่อ ด้านโลหะ ทำการวิเคราะห์และสรุปในรูปแบบเชิงเนื้อหา และใช้เครื่องมือแบบประเมินการทดสอบประสิทธิภาพการใช้เครื่องทอโลหะ ทำการวิเคราะห์ในรูปแบบค่าเฉลี่ยร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื่อจันทบูร วัสดุที่เป็นปัจจัยหลักคือ กก (เส้นพุ่ง) และปอกระเจา (เส้นยืน) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0–1.2 มิลลิเมตร โดยจะชิงเส้นยืนผ่านรูพิมพ์บนที่ทอเสื่อให้ตึง ระยะห่างสม่ำเสมอ ใช้เส้นพุ่งสอดระหว่างเส้นยืนที่ขัดสลับกัน ด้วยการคว่ำ-หงายของพิมพ์ ได้เป็นเสื่อลายขัด จากการพัฒนาเครื่องทอโลหะ

พบว่าวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องทอโลหะคือ เหล็ก ซึ่งมีความแข็งแรง ง่ายต่อการผลิต ขนาด 30 x 80 x 20 เซนติเมตร แยกส่วนได้ เคลื่อนย้ายสะดวก ใช้โลหะทองแดงและทองเหลือง ขนาดเท่ากับเส้นกกและปอกระเจา ซึ่งโลหะทั้ง 2 ชนิด สามารถทอเป็นผืนโลหะได้ง่าย สวยงาม เส้นเรียงชิด สม่ำเสมอ แต่มีน้ำหนักมาก จึงลดขนาดเส้นโลหะลง โดยใช้ 0.3, 0.5 และ 0.7 มิลลิเมตร จับคู่การทอโดยให้เส้นพุ่งมีขนาดใหญ่กว่าเส้นยืน ทำให้ได้ผืนโลหะที่มีความละเอียดขึ้น และน้ำหนักเบาลง แต่จะพบปัญหาเส้นยืนเกิดความเครียดเมื่อมีขนาดเล็กกว่าเส้นพุ่งมาก ๆ จึงสรุปได้ว่า เส้นยืนจะต้องมีขนาดเท่ากับหรือเล็กกว่าเส้นพุ่งไม่เกิน 42 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้เครื่องทอโลหะที่ได้จากกระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื่อจันทบูร มีคะแนนประเมิน 4.73 คิดเป็นร้อยละ 94.6

คำสำคัญ: เครื่องทอโลหะ, เสื่อจันทบูร, เสื่อโลหะ



Abstract

The research topic of development of metal weaving machine from application of Chantaboon weaving mats handcraft manufacturing process, Samedngarm village, Chantaburi Province have a purpose as following: 1) To study the Chantaboon reed mat handicrafts weaving process in Samedngarm community, Chanthaburi Province, for applying to the development of metal weaving machine. 2) To develop the metal weaving machine by applying the Chantaboon reed mat weaving process to receive the metal mat with a basic weaving pattern, and 3) to examine the working efficiency of the metal weaving machine tools obtained from the processing of Chantaboon reed mat handicrafts weaving. There are procedures according to the research purpose by using the interview of Chantaboon reed mat weaving experts, weaving machine experts, metal experts, then, the descriptive analysis and conclusion were carried out. The working efficiency of the metal weaving machine assessment form was used, and the results data were analyzed in terms of the average percentage.

The research result found that the material that is the first major factor in Chantaboon reed mat weaving is the weft (reed) and the warp (jute tendon). They have a diameter of about 1.0–1.2 mm. For the weaving process, the warp

was inserted through the fuem hole of the loom, after that keep it taut and have a consistent distance. Then, the weft was inserted between the warp, next, both the weft and warp were alternately weaved with the upside-down of the loom. Finally, the receive-metal mat will show a basket weave pattern. The development of the weaving machine process found that the suitable material for the manufacturing of metal weaving machines is steel which had strength and ease of manufacturing. The dimension of metal weaving machines is 30 x 80 x 20 cm. It can be dismantled and portable. Copper and brass wire were chosen to use as materials for metal weaving. This metal wire diameter was equal to the reed and the jute tendon diameter. Both copper and brass wire can be easily woven become the metal mat. The weaving process is simple. The receive metal mat is beautiful which has a tight alignment line but they have a heavy. So, researchers have decided to reduce the metal wire diameter. The warp diameter was resized to 0.3, 0.5, and 0.7 mm. The weft has a larger diameter than the warp. These results found that the receive-metal mat displays a fine surface, and it is lighter. However, we found some problems that the warp can be got the strain when the diameter of the warp is very smaller than the diameter of the weft. It can be concluded that the warp diameter must be small than or equal to 42 percent of the weft diameter. The working efficiency of the metal weaving machine result was found to be 4.73 scores. This result is an average percentage of 94.6.

Keywords: Metal Weaving Machine, Chantaboon Mat, Metal Mat



บทนำ

งานหัตถกรรมการทอเสื่อจันทบุรี จัดว่าเป็นงานหัตถกรรมพื้นเมืองที่มีเอกลักษณ์เป็นของจังหวัดจันทบุรี ที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักของคนไทยทั่วไป จนกลายมาเป็นของดีประจำจังหวัด และถูกจัดไว้เป็นส่วนหนึ่งของคำขวัญประจำจังหวัดจันทบุรีมาจวบจนถึงปัจจุบัน (จันทบุรี, 2562) นอกจากนี้จังหวัดจันทบุรียังมีชื่อเสียงมาอย่างยาวนานในเรื่องของอัญมณี และมีการผลิตเครื่องประดับเพื่อจำหน่ายแก่นักท่องเที่ยวและผู้บริโภคทั่วไป เสื่อจันทบุรี อัญมณี และ

เครื่องประดับ ที่มีบทบาทสำคัญ เป็นค่านิยมสำหรับนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ซึ่งหากสามารถสร้างงานเครื่องประดับหรือของที่ระลึกให้มีความเป็นเอกลักษณ์น่าสนใจ ผลิตได้ในกลุ่มชุมชนท้องถิ่นก็จะสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนได้อีกทางหนึ่ง

จากการสำรวจผู้ผลิตงานหัตถกรรมทอเสื้อจันทบุรี เห็นว่ามีเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการสัมภาษณ์ คุณจุไรรัตน์ สรรพสุข ประธานกลุ่มสตรีทอเสื้อเสม็ดงาม หมู่ 10 พบว่าเด็กรุ่นใหม่ในชุมชนขาดความสนใจที่จะสืบสานงานหัตถกรรมทอเสื้อจันทบุรี แต่ถ้ามีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ น่าจะเป็นการส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจ กระตุ้นให้เด็กรุ่นใหม่ในชุมชนเห็นถึงคุณค่าและความสำคัญที่จะได้จากการต่อยอดกระบวนการงานหัตถกรรมทอเสื้อของท้องถิ่นมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผสมผสานงานหัตถกรรมทอเสื้อจันทบุรี ที่เด็กรุ่นใหม่สามารถเรียนรู้กระบวนการจากภูมิปัญญาดั้งเดิมของท้องถิ่น ให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ของตกแต่งบ้าน งานเครื่องประดับของที่ระลึก เป็นต้น ซึ่งวัสดุทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสามารถนำมาสร้างมูลค่าสินค้าได้ คือ วัสดุประเภทโลหะ ดังที่กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน (2551) ได้กล่าวถึง คุณสมบัติเด่นของวัสดุโลหะ ในด้านการตีแผ่ ดึงเป็นเส้นได้ดี ทนต่ออุณหภูมิและมีความแข็งแรงสูง อีกทั้งยังมีความวาว จึงนิยมนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมที่หลากหลาย อาทิเช่น เครื่องใช้ เครื่องประดับ เพอร์เนเจอร์ ผลงานศิลปะ เป็นต้น

จากความเป็นมาและความสำคัญ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องทอโลหะ จากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรมทอเสื้อจันทบุรี หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี เพื่อผสมผสานงานหัตถกรรมทอเสื้อที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น ประยุกต์ให้เกิดเป็นเครื่องที่สามารถทอโลหะได้ อีกทั้งยังส่งเสริมและสร้างสรรค์ กระตุ้นให้เด็กรุ่นใหม่ในชุมชนเห็นถึงคุณค่าและความสำคัญที่จะได้จากการต่อยอดกระบวนการงานหัตถกรรมทอเสื้อของท้องถิ่น มาใช้ให้เกิดเป็นผลงานนวัตกรรมใหม่ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะนำไปถ่ายทอดแก่ชุมชนโดยการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ รวมถึงแนะนำการนำฝืนโลหะที่ได้จากการทอไปต่อยอดเป็นงานผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น งานเครื่องประดับ ของที่ระลึก เป็นต้น ก่อให้เกิดรายได้ สร้างเป็นอาชีพแก่ชุมชน ซึ่งจะเป็ต้นแบบให้แก่ชุมชนอื่น และนำไปพัฒนาต่อยอดต่อไปในอนาคต



วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื้อจันทบุรี หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี เพื่อนำไปประยุกต์การพัฒนาเครื่องทอโลหะ
2. เพื่อพัฒนาเครื่องทอโลหะโดยการประยุกต์กระบวนการทอเสื้อจันทบุรี ให้ได้เป็นงานทอโลหะที่มีลวดลายการทอแบบพื้นฐาน
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการใช้เครื่องทอโลหะที่ได้จากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื้อจันทบุรี



วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษากระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื้อจันทบุรี หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องทอโลหะ โดยการศึกษาจากเอกสาร หนังสือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการทอเสื้อจันทบุรี หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี จำนวน 1 ท่าน จดบันทึก วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปในรูปแบบเชิงเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาเครื่องทอโลหะจากการประยุกต์กระบวนการทอเสื้อจันทบุรี ให้ได้เป็นงานทอโลหะที่มีลวดลายการทอแบบพื้นฐาน จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องทอเสื้อจันทบุรี จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านโลหะ จำนวน 1 ท่าน รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องทอโลหะ ออกแบบเครื่องทอโลหะ เริ่มจากการออกแบบและเขียนแบบร่างด้วยมือ (Sketch Design) จากนั้นออกแบบ 3 มิติ และนำไปผลิตต้นแบบเมื่อได้ต้นแบบเครื่องทอโลหะแล้ว จึงเข้าสู่ขั้นตอนการเลือกเส้นโลหะที่เหมาะสมกับการทอ

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องทอโลหะที่ได้จากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื้อจันทบุรี โดยใช้เครื่องมือแบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องทอโลหะที่ได้จากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื้อจันทบุรี โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านทอเสื้อจันทบุรี จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านงานสิ่งทอ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านโลหะ จำนวน 1 ท่าน นำผลการประเมินคำนวณหาค่าเฉลี่ยและสรุปผลในรูปแบบเชิงเนื้อหา



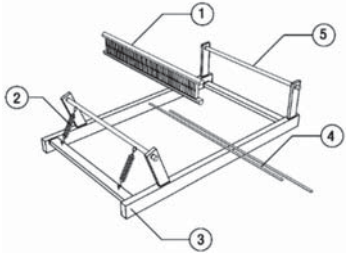
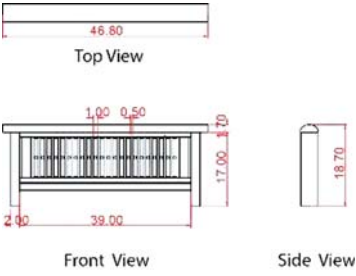
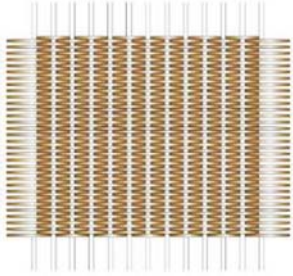
ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ศึกษากระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื้อจันทบุรี หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี เพื่อนำไปประยุกต์การพัฒนาเครื่องทอโลหะ ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการ ภาควิชา ภูมิปัญญาท้องถิ่น เอกสารอินเทอร์เน็ต และภาคสนาม จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการทอเสื้อจันทบุรี คือ จุไรรัตน์ สรรพสุข (2563) ให้ข้อมูลว่า วัสดุที่เป็นปัจจัยหลักคือเส้นพุ่ง ได้แก่ กก ที่มีอายุ 4–5 เดือน นำกกที่ได้มาผ่าซีก เรียกว่า การจักกก และเส้นยืน ได้แก่ เส้นเอ็นปอ ที่ได้มาจากต้นปอกระเจา นำมาลอกเปลือก ชูดให้เหลือใยแล้วนำไปตากแห้ง ย้อมสีและปั่นเป็นเส้นเอ็นที่มีความยาวติดต่อกัน พันใส่แกนไม้ไผ่สำหรับทอเสื้อให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.0–1.2 มิลลิเมตร ในส่วนของกระบวนการทอ จะชิงเส้นยืนผ่านรูพิมพ์บนกึ่งทอเสื้อ ชิงให้ตึง มีระยะห่างสม่ำเสมอ แล้วจึงใช้เส้นพุ่งสอดเข้าไประหว่างเส้นยืนที่ขัดสลับกันด้วยการคว่ำ-หงายของพิมพ์

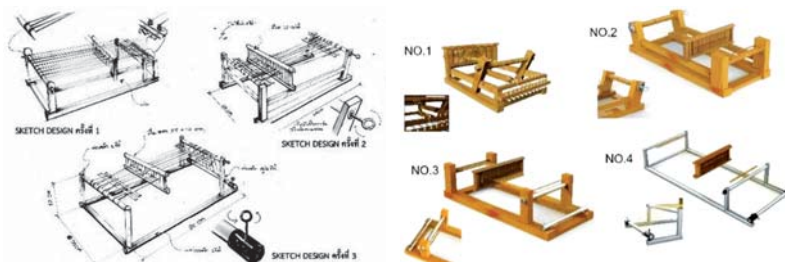
จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พัฒนาเครื่องทอโลหะโดยประยุกต์จากกระบวนการทอเสื้อจันทบุรี เพื่อนำมาทอให้ได้เป็นงานโลหะที่มีลวดลายการทอแบบพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นหาข้อมูลการผลิตเครื่องทอเสื้อก จากการศึกษาสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องทอเสื้อจันทบุรี ปิยะวัฒน์ ศุภอุดมวิบูลย์ (2563) ให้ข้อมูลว่า เครื่องทอเสื้อก หรือที่เรียกว่า กึ่งทอเสื้อ ประกอบด้วย ไม้ทำคาน ไม้รองคาน เกลียวเร่ง ไม้ขัดเอ็น ทำจากไม้เนื้อแข็ง อาจใช้เป็นท่อพีวีซี หรือท่อเหล็ก ได้ตามความเหมาะสม และพิมพ์ จะใช้วัสดุเป็นไม้ไผ่ ขนาดของกึ่งทอเสื้อจะขึ้นอยู่กับขนาดของผืนเสื้อที่ต้องการ และจากการศึกษาโลหะที่เหมาะสมกับการใช้งานในการทอ โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านโลหะ สุทธาวลย์ อม่อไร (2563) ให้ข้อมูลว่า คุณสมบัติที่ควรนำมาพิจารณาในการเลือกใช้โลหะสำหรับงานทอ ได้แก่ ความแข็ง ความเหนียว โดยโลหะที่เลือกมาใช้จึงควรมีความแข็งแรงน้อย และมีความเหนียวมาก ทั้งนี้ให้พิจารณาด้านทุนของเส้นโลหะควบคู่ไปด้วย

จากการศึกษาข้อมูลกระบวนการทอและเครื่องทอ สามารถสรุปเพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาเครื่องทอโลหะ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องทอโลหะ

ประเด็นการวิเคราะห์	
1. ใช้ทองแดงและทองเหลือง โดยทดลองใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับเส้นพุ่ง (กก) และเส้นยืน (ปอกระเจา)	
2. แยกส่วนประกอบของเครื่องทอเสื้อกก เพื่อประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องทอโลหะ	ส่วนที่ 1 ฟืม ส่วนที่ 2 เกลียวเร่ง ส่วนที่ 3 ไม้รองคาน ส่วนที่ 4 ไม้ขัดเอ็น ส่วนที่ 5 ไม้ทำคาน 
3. วัสดุและรูปแบบที่ใช้ในการพัฒนาด้านแบบเครื่องทอโลหะ	ต้นแบบเครื่องทอเสื้อเริ่มจากใช้วัสดุไม้เนื้อแข็ง และพัฒนารูปแบบการขึงเส้นยืนโลหะ ซึ่งอาจจะเป็นการบากร่อง หมุนตึง หนีบล็อก
4. ขนาดเครื่องทอโลหะ	ขนาดเครื่องทอโลหะ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
5. ฟืม	ทดลองใช้ฟืมไม้ไผ่ โดยเลือกใช้ฟืมขนาดเล็กที่กลุ่มทอเสื้อมีอยู่เดิม 
6. ลวดลายพื้นฐานที่ใช้ในการทอโลหะ	เสื้อชั้นเดียว เรียกว่า เสื้อลายขัด เป็นการร้อยเส้นเอ็นเสื้อชั้นเดียว ร้อยทุกฟันฟืมและรูฟันฟืมโดยไม่วั้น คือ ร้อยจากช่องฟันฟืมไปหารูฟันฟืม สลับกันไปตลอดความยาวของตัวฟืม 

ผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษามาใช้ในการพัฒนาเครื่องทอโลหะ โดยผ่านกระบวนการออกแบบและเขียนแบบร่างด้วยมือ (Sketch Design) ออกแบบ 3 มิติ และเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 1 และทำโมเดลต้นแบบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการผลิตและการใช้งานจากช่างผู้ผลิต ผ่านการปรับปรุงพัฒนา 3 ครั้ง ดังรูปที่ 2 พบว่าปัจจัยหลักของเครื่องทอโลหะ คือ การหาวิธีซึ่งเส้นยืนโลหะที่มีความแข็งแรง ให้สามารถขึงตึงได้ตลอดการทอทั้งผืนโลหะ โดยใช้แนวความคิดจากการขึงสายโลหะของเครื่องดนตรี วัสดุที่ใช้ในการผลิตเครื่องทอโลหะเป็นเหล็ก ที่มีความแข็งแรง ทนทาน อีกทั้งยังง่ายต่อการผลิต เครื่องทอมีขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร x ยาว 80 เซนติเมตร x สูง 20 เซนติเมตร สามารถถอดแยกชิ้นส่วนได้สะดวกในการเคลื่อนย้าย ดังรูปที่ 3 โดยมีวิธีการใช้งานเครื่องทอโลหะ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 1 ออกแบบและเขียนแบบร่างด้วยมือ (Sketch Design)
และออกแบบ 3 มิติ ด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2 การลงพื้นที่ศึกษาและผลิตเครื่องทอโลหะ

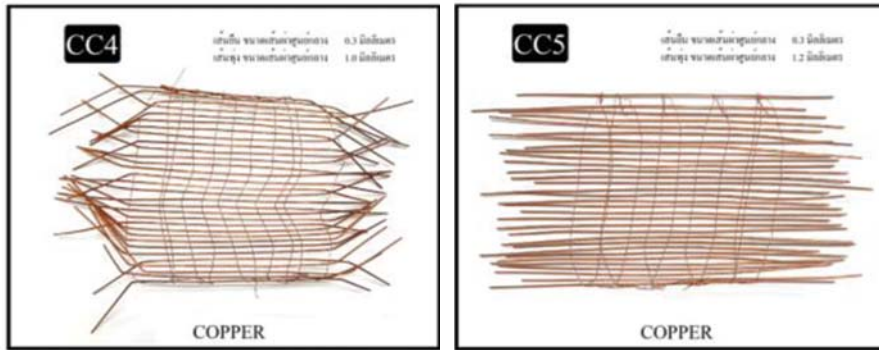


รูปที่ 3 ต้นแบบเครื่องทอโลหะ



รูปที่ 4 วิธีการใช้งานเครื่องทอโลหะ

เมื่อได้เครื่องทอโลหะ จึงทำการทดลองทอเส้นทองเหลืองและทองแดงได้ โดยใช้ขนาดเท่ากับเส้นกกและเส้นปอ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0–1.2 มิลลิเมตร และทดลองทอผืนโลหะขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร x ยาว 10 เซนติเมตร ผลของการทดลองทอ พบว่าสามารถทอเป็นผืนโลหะได้ ทอง่าย มีความสวยงาม เส้นเรียง ชิดแน่น สม่่าเสมอ แต่น้ำหนักค่อนข้างมาก และทำการลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 0.3, 0.5 และ 0.7 มิลลิเมตร จับคู่การทอโดยให้เส้นพุ่งมีขนาดใหญ่กว่าเส้นยืน ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ทำให้ได้ผืนโลหะที่มีความละเอียดขึ้นและน้ำหนักเบาลงตามขนาดเส้นโลหะ แต่มีปัญหาในเส้นยืนที่มีขนาดเล็กและเส้นพุ่งมีขนาดใหญ่แตกต่างกันมาก ส่งผลให้เส้นยืนเกิดความเครียด คือ มีแรงดึงตึงขึ้นเมื่อถูกแรงกระแทกไปเรื่อย ๆ จะทำให้เส้นยืนขาด จะเห็นได้จากการทดลองใช้เส้นยืนขนาด 0.3 มิลลิเมตร พบว่าเมื่อใช้เส้นพุ่งขนาด 0.3, 0.5 และ 0.7 มิลลิเมตร ยังสามารถทอได้ แต่เมื่อใช้ขนาดใหญ่ขึ้น เส้นยืนขาด ไม่สามารถทอให้ชิดแน่นได้ ดังรูปที่ 5 จากผลดังกล่าวจึงสรุปได้ว่าเส้นยืนจะต้องมีขนาดเท่ากับหรือเล็กกว่าเส้นพุ่งไม่เกิน 42 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 5 ตัวอย่างผืนโลหะที่ใช้เส้นยี่นขนาดเล็กกว่าเส้นฟุ้งเกิน 42 เปอร์เซ็นต์

ความแตกต่างของทองเหลืองและทองแดงที่ใช้ในการทอนั้น ทองเหลืองมีความแข็งแรงมากกว่า ทำให้การใช้เส้นที่มีขนาดเล็กทอได้ง่ายกว่า ทองแดงที่มีความนิ่มกว่า หากกระแทกพิมพ์แรงเกินไปจะส่งผลให้เส้นโลหะทองแดงหักงอได้ง่ายกว่าเส้นโลหะทองเหลือง ในส่วนของความสวยงามและน้ำหนักของโลหะทองแดงและโลหะทองเหลืองในขนาดเส้นทอ ผลที่ได้มีความใกล้เคียงกัน

ในการนำไปใช้งาน ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มผืนโลหะที่สามารถนำมาใช้งานได้ 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มของงานผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรง ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 กลุ่มผืนโลหะทองแดงและทองเหลืองที่เหมาะสมในกลุ่มของงานผลิตภัณฑ์

2. กลุ่มของงานเครื่องประดับที่ต้องการที่ต้องการความละเอียด ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 กลุ่มผืนโลหะทองแดงและทองเหลืองที่เหมาะสมในกลุ่มงานเครื่องประดับ

จากผลที่ได้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ผืนโลหะเพื่อนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง โดยนำผืนทองเหลืองไปใช้ในงานผลิตภัณฑ์โคมไฟติดผนัง) ดังรูปที่ 8 ที่คำนึงถึงความสวยงามในการทอที่มีความแน่น ชิด สม่ำเสมอ และมีความแข็งแรง ง่ายต่อการผลิต จึงใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นยืน 0.7 มิลลิเมตร และเส้นพุ่ง 1.0 มิลลิเมตร ซึ่งมีขนาดเส้นยืนเล็กกว่าเส้นพุ่ง 70 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8 งานต้นแบบผลิตภัณฑ์โคมไฟติดผนัง

ผืนทอโลหะที่ใช้ในงานเครื่องประดับตัวอย่าง ได้คัดเลือกมาใช้ทั้งทองเหลืองและเลือกเส้นโลหะ 2 ขนาด คือ 1) ใช้เส้นยืนและเส้นพุ่งที่มีขนาดเท่ากัน คือ 0.5 มิลลิเมตร ใช้กับชิ้นงานขนาดเล็ก ต้องการรายละเอียดมาก และน้ำหนักเบา ได้แก่ ต่างหูและเข็มกลัด ดังรูปที่ 9 และ 2) ใช้เส้นยืน 0.5 มิลลิเมตร เส้นพุ่ง 0.7 มิลลิเมตร ซึ่งมีขนาดเส้นยืนเล็กกว่าเส้นพุ่ง 71.42 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมกับงานเครื่องประดับที่มีขนาดชิ้นที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ กำไลข้อมือ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 งานต้นแบบเครื่องประดับประเภทต่างหูและเข็มกลัด



รูปที่ 10 งานต้นแบบเครื่องประดับประเภทกำไลข้อมือ

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพการใช้เครื่องทอโลหะที่ได้จากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื้อจันทบุรี ผู้วิจัยได้นำเครื่องทอโลหะที่ได้จากการพัฒนาและผลการวิเคราะห์การทดลองทอเส้นโลหะ จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องทอโลหะ

เกณฑ์ในการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
1. ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องทอโลหะ	5	4	5	4.66	93.2
2. ความเหมาะสมของเส้นโลหะที่ใช้ในการทอ	4	5	5	4.66	93.2
3. ขนาดเครื่องทอโลหะเหมาะสมกับการใช้งาน	5	5	5	5.00	100
4. เครื่องทอมีความแข็งแรงต่อการทอโลหะ	5	4	4	4.33	86.6
5. ความสมบูรณ์ของผืนโลหะที่ได้จากเครื่องทอ	5	5	5	5.00	100
รวม				4.73	94.6

จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องทอโลหะ พบว่ามีค่าคะแนนการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องทอโลหะ รวม 4.73 จากคะแนนเต็ม 5.00 คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 94.6 อยู่ในระดับมากที่สุด โดยใช้ทฤษฎีมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale)



อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและการสัมภาษณ์ จูไรรัตน์ สรรพสุข (2563) กล่าวถึง กระบวนการทอเสื้อจันทบุรี ต้องเริ่มต้นจากขั้นตอนการเตรียมกกสำหรับใช้เป็นเส้นพุ่ง และการเตรียมเส้นเอ็นปอ ก่อนที่จะทอเสื้อต้องนำเอ็นมาซึ่งเป็นเส้นยืนที่ทอเสื้อ โดยร้อยเอ็นผ่านรูพิมพ์จนเต็มพิมพ์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอากระบวนการทอเสื้อมาใช้กับกระบวนการทอเส้นโลหะ ซึ่งมีความแตกต่างกันในส่วนของการขึงตั้งเส้นยืน เพราะเส้นโลหะมีความแข็งแรงกว่าเส้นเอ็นปอ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับรูปแบบของเครื่องทอให้สามารถขึงเส้นโลหะได้ ตามลักษณะการพัฒนาเครื่องทอโลหะที่ได้จากการวิจัยและการผลิตเครื่องทอเสื้อกจันทบุรี

จากการศึกษาและสัมภาษณ์ ปิยะวัฒน์ ศุภอุดมวิบูลย์ (2563) กล่าวถึง เครื่องทอเสื้อจันทบุรีและวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตเครื่องทอ หลัก ๆ ใช้ไม้เนื้อแข็ง ส่วนตัวพิมพ์ใช้ไม้ไผ่ เพราะตัดเจาะรูง่ายกว่าไม้เนื้อแข็ง สำหรับวัสดุที่ใช้ทดแทนไม้ คือ ท่อพีวีซีหรือเหล็ก สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสม ส่วนประกอบของเครื่องทอ ซึ่งจากการพัฒนาต้นแบบเครื่องทอโลหะมีความสอดคล้องกับเครื่องทอเสื้อจันทบุรี โดยส่วนประกอบของเครื่องทอโลหะประกอบด้วย ฐานรองคาน คานส่วนหัวและท้าย แต่จะมีการปรับวิธีการขึงตั้งของเส้นยืนจากเดิมเครื่องทอเสื้อกใช้เป็นเกลียวเร่ง ได้ปรับให้เครื่องทอโลหะเป็นลักษณะการสอดปลายเส้นโลหะผ่านรูที่คานด้านล่างของเครื่อง และขึงตั้งด้วยการหมุนคาน ชันนอตล็อกให้แน่น ซึ่งเป็นผลให้ต้องปรับเปลี่ยนวัสดุจากไม้เนื้อแข็งเป็นเหล็ก เพื่อพัฒนากลไกการทำงานได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังสามารถถอดประกอบชิ้นส่วน เพื่อให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย

การศึกษาคุณสมบัติของโลหะ สรพงษ์ ภาสุปรีย์ (2562) กล่าวถึง คุณสมบัติที่สำคัญของทองแดงมีอยู่หลายประการ เช่น มีความต้านทานแรงดึงสูง มีความเหนียวสูง สามารถขึ้นรูปโดยไม่เสี่ยงต่อการแตกหัก เป็นตัวนำไฟฟ้าและนำความร้อนที่ดี กลึงไสเข้ารูปได้ง่าย ด้านทานการกัดกร่อน มีสีสวยงามใช้ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการนำมาใช้ในการทอเส้นโลหะ ที่ต้องการแรงดึงเพื่อใช้ในการขึงเป็นเส้นยืน และเมื่อใช้แรงกระแทกเพื่อให้ผืนโลหะแน่นชิด เรียงสม่ำเสมอ เส้นพุ่งและเส้นยืนจึงต้องมีความเหนียวไม่ขาด ไม่แตกหัก เข้ารูปได้ง่าย แต่พบว่าทองแดงมีคุณสมบัติการเป็นตัวนำไฟฟ้าและตัวนำความร้อนที่ดี ในการนำผืนโลหะทองแดงไปใช้ในงานผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จะต้องคำนึงถึงลักษณะของการใช้งาน ส่วนโลหะทองเหลืองเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี คุณสมบัติมีผิวแวววาว มีความแข็งแรงสูง ทนต่อ

แรงกระแทกได้ดี ทนต่อการกัดกร่อนได้สูง มีจุดหลอมเหลวไม่สูง สามารถทำขึ้นได้ในระดับครัวเรือนที่ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อน การใช้งานทนทาน (สยามเคมี, 2563) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองการทอเส้นโลหะทองเหลืองที่มีความแข็งแรงมากกว่าโลหะทองแดง ทำให้การใช้เส้นที่มีขนาดเล็กทอได้ง่ายกว่า โลหะทองแดงที่มีความนิ่มกว่า หากกระแทกพิมพ์แรงเกินไปจะส่งผลให้เส้นโลหะทองแดงหักงอได้ง่ายกว่าเส้นโลหะทองเหลือง แต่อย่างไรก็ตาม ในการทอโลหะที่ต้องผ่านการกระแทกและการเสียดสีของเส้นยืนและเส้นพุ่งตลอดการทอผืนโลหะ ทำให้โลหะเกิดความเครียด คือมีแรงตึงตังขึ้น หากเส้นยืนมีขนาดเล็กและเส้นพุ่งมีขนาดใหญ่แตกต่างจากเส้นยืนมาก จะทำให้เส้นยืนโลหะขาดเสียหายได้



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเครื่องทอโลหะ จากการประยุกต์กระบวนการผลิตงานหัตถกรรมการทอเสื้อจันทบุรี หมู่บ้านเสม็ดงาม จังหวัดจันทบุรี ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการการทอเสื้อจันทบุรี ทั้งเรื่องต้นแบบเครื่องทอโลหะ ซึ่งได้มีการปรับขนาดให้เล็กลง วัสดุจากเดิมที่เป็นไม้เนื้อแข็ง ถูกปรับเปลี่ยนเป็นเหล็ก เพื่อให้ง่ายต่อการผลิตและถอดประกอบ เคลื่อนย้ายได้สะดวก สามารถทอเส้นโลหะเป็นผืนโดยมีลวดลายขัดแบบพื้นฐาน และนำไปใช้ในการผลิตผลงานตัวอย่างให้เป็นแนวทางในการพัฒนา โดยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำไปประยุกต์ใช้และใช้งานวิจัยครั้งต่อไปได้ ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

1. พัฒนาต่อยอดการออกแบบผลิตภัณฑ์และงานเครื่องประดับเชิงพาณิชย์เพื่อการจำหน่าย
2. ต่อยอดแนวคิดการสร้างรายได้แก่ชุมชน โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ชุมชนสามารถผลิตสินค้าจากแผ่นโลหะได้โดยคนในชุมชน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เครื่องทอโลหะสามารถปรับเปลี่ยนขนาดให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้นตามความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน เช่น หากนำเครื่องทอโลหะไปใช้ในงานเครื่องประดับขนาดเล็ก สามารถปรับขนาดเครื่องทอให้เล็กลงจากเครื่องต้นแบบ หรืออาจเพิ่มเทคนิคการยัด-ขยายเครื่องทอในเครื่องต้นแบบเดิม
2. พัฒนาเรื่องระบบการทอให้มีความสะดวกรวดเร็วขึ้น โดยการศึกษากระบวนการทอของโรงงานอุตสาหกรรม ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในอนาคต
3. ทดลองใช้พิมพ์ที่มีความถี่-ห่าง เพื่อใช้ในการขัดสานลายเพิ่มขึ้น และสามารถพัฒนาวัสดุที่ใช้ทำพิมพ์ให้มีความแข็งแรง เหมาะสมกับวัสดุโลหะมากขึ้น

4. พัฒนาด้านความอ่อนแอของโลหะ รวมถึงขนาดและรูปแบบเส้นโลหะให้มีความหลากหลายขึ้น เช่น เส้นปั่นเกลียว เส้นที่มีพื้นผิวต่าง ๆ
5. ศึกษาและพัฒนาเพื่อป้องกันการเกิดออกไซด์บนเส้นโลหะหรือชิ้นงานทอ ที่จะส่งผลให้โลหะเกิดการกัดกร่อน หมองคล้ำ
6. พัฒนาต่อยอดให้มีสีของโลหะที่มากขึ้นเพื่อทอให้เกิดลวดลายและสีสันในการนำไปใช้งาน



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้สนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ปีงบประมาณ 2563 ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี สำหรับการสนับสนุนการให้ความช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ คุณจุไรรัตน์ สรรพสุข คุณปิยะวัฒน์ ศุภอุดมวิบูลย์ ดร.สุทธาวัลย์ อิมอุไร และอาจารย์จินตจิ สหรัตนพันธ์ ที่กรุณาให้ข้อมูลตอบแบบสัมภาษณ์ แบบประเมิน และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณทีมงานวิจัย ที่ให้ความร่วมมือ ช่วยกันหาวิธีแก้ไขทุกอุปสรรค ให้สามารถดำเนินงานวิจัยได้สำเร็จลุล่วง



เอกสารอ้างอิง

- กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน. (2551). โลหะกับการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ส่วนการประกอบโลหะกรรม สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐานกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่.
- จันทบุรี. (2562). จันทบุรี เมืองเก่าที่เล่าขาน. สืบค้น 16 ตุลาคม 2562, จาก <https://chanthaboon.net>
- จุไรรัตน์ สรรพสุข. (2563). กระบวนการทอเสื้อจันทบุรี. (20 กันยายน 2563). สัมภาษณ์.
- ปิยะวัฒน์ ศุภอุดมวิบูลย์. (2563). การผลิตเครื่องทอเสื้อจันทบุรี. (20 กันยายน 2563). สัมภาษณ์.
- สยามเคมี. (2563). ทองเหลือง (Brass) ส่วนผสม และประโยชน์ทองเหลือง. สืบค้น 5 ธันวาคม 2563, จาก <https://www.siamchemi.com/ทองเหลือง/>
- สรพงษ์ ภาวสุปรีย์. (2562). วัสดุวิศวกรรม. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สุทธาวัลย์ อิมอุไร. (2563). การพิจารณาเลือกใช้โลหะสำหรับงานทอ. (5 ตุลาคม 2563). สัมภาษณ์.