ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของตะเข็บที่เชื่อมติดด้วยอัลตร้าโซนิค

The Factors Affecting Seam Strength Welded With Ultrasonic

พิษณุ แสงวัฒนะ [1] และปลื้มจิตต์ เตชธรรมรักษ์ [2]

บทคัดย่อ

การตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูปส่วนใหญ่จะต้องใช้จักรอุตสาหกรรม ที่ทำให้ผ้าเชื่อมติดกันด้วยด้ายเย็บ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัด เมื่อผู้บริโภคบางกลุ่มต้องการเสื้อผ้าที่มีลักษณะพิเศษ นำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ ต่างๆ เช่น ชุดเล่นสกี เสื้อคลุมกันฝน โดยผู้ผลิตเครื่องนุ่งห่มมักประสบปัญหาในเรื่องน้ำซึมบริเวณแนวตะเข็บ ด้วยสาเหตุดังกล่าว ได้มีการประยุกต์ ใช้คลื่นความถี่เสียงเชื่อมแนวตะเข็บผ้าแทนการเย็บด้วยเส้นด้าย ซึ่ง การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงที่ยึดติดด้วยอัลตร้าโซนิคโดยใช้ผ้าตัวอย่างสามชนิดคือ ผ้าทอ พอลิเอสเตอร์ ผ้าทอไนล่อน และผ้าทอไนล่อนเคลือบพอลิยูรีเทน พบว่า ความแข็งแรงของตะเข็บก่อนและ หลังการซัก 5 ครั้ง มีความแตกต่างกันน้อยมาก แต่ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของตะเข็บเป็นอย่าง มากคือ ความเร็วในการเย็บเชื่อมต่อ

คำสำคัญ: จักรอัลตร้าโซนิค, ผ้าพอลิเอสเตอร์ ผ้าไนล่อน, ผ้าไนล่อนเคลือบพอลิยูรีเทน

Abstract

Typically, most of the garments are sewn with threads. However, this is the disadvantage in the case of skiing product, rain protecting cloth where the water resistant property is concerned. Thus, the application of ultrasonic was used in place of sewing machine. The research aims to investigate the factors affecting the seam strength welded with ultrasonic sewing machine. Three woven samples made of polyester, nylon and nylon coated with Polyurethane (PU) were used. It was found that the seam strength of fabrics before and after 5th wash is not much different. It is apparent that the speed of welding affected the seam strength.

Keywords: ultrasonic sewing machine, polyester fabric, synthetic fiber

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. บทนำ

อุตสาหกรรมสิ่งทอมีกระบวนการต่างๆ หลายขั้นตอน โดยเริ่มจากอุตสาหกรรมต้นน้ำคือ การผลิตเส้นใยเส้นด้ายและ ผ่านมาถึง อุตสาหกรรมกลางน้ำ เป็นผ้าทอ ผ้าถัก ผ้าไม่ทอ ฟอกย้อม และตกแต่ง จนกระทั่งส่งผ่านถึงอุตสาหกรรมปลายน้ำ คือการออกแบบตัดเย็บ ซึ่งทำให้เกิดมูลค่าแก่วัสดุอย่างมาก โดยต้องใช้ความชำนาญของผู้เย็บ สามารถใช้จักรเย็บผ้าเข้าด้วยกันด้วยด้ายเย็บเป็นลักษณะของตะเข็บ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการให้น้ำซึม ผ่านบริเวณตะเข็บ หากนำไปใช้งานบางวัตถุประสงค์ เช่น สวมใส่เล่นสกีกลางหิมะ เสื้อกันฝน ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องหาวิธีการเย็บโดยไม่ทำให้ผ้าเป็นรูเข็ม มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีงานเชื่อมด้วยอัลตร้าโซนิคที่ได้นำเอาหลักการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงมาพัฒนาใช้ในวงการสิ่งทอ

ดังนั้น การศึกษาความแข็งแรงของตะเข็บที่เชื่อมด้วย อัลตร้าโซนิคและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงดังกล่าว จะเป็นข้อมูลในการพัฒนาหรือ ทางเลือกต่องานตัดเย็บ และยังเป็นเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green Technology) ที่ใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคทดแทนด้ายเย็บที่ต้องมีการฟอกย้อม

จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิคที่ส่งออกมากระทบวงล้อโลหะ ทำให้เกิดความร้อนสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยพบว่า เกิดความร้อนสูงซึ่งอาจจะเกิดการเปลี่ยนสภาพภายในพอลิเมอร์ กล่าวคือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างประจุบวกกับประจุลบจะเกิดการรบกวนจากคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิค

เครื่องเชื่อมอัลตร้าโซนิค ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนกำเนิดคลื่นเสียงความถี่สูง(Horn) จะส่งพลังงานเสียงที่ความถี่ 20 กิโลเฮิรตซ์ ผ่านผ้าที่ต้องการเชื่อมไปกระทบกับ วงล้อโลหะ(Sealing wheel) ทำให้เกิดการเชื่อมบริเวณจุดเชื่อม(Welding) ซึ่งรูปแบบขึ้นอยู่กับลวดลายบนวงล้อโลหะ เช่น เส้นตรง ซิกแซก เส้นประ เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของตะเข็บที่ยึดติดด้วยเครื่องอัลตร้าโซนิค

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ผ้าตัวอย่าง

1) ผ้าทอพอลิเอสเตอร์ 100% (fabric weight 124 g/m^2)

2) ผ้าทอไนล่อน 100% (fabric weight 68 g/m^2)

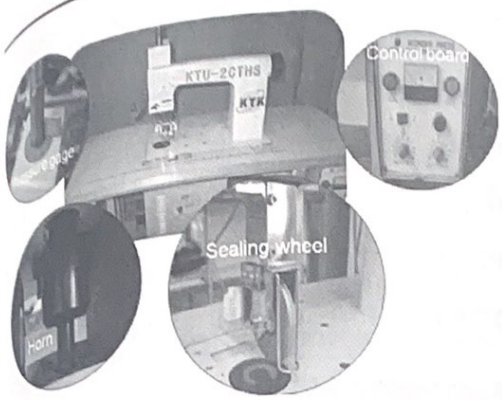
3) ผ้าทอไนล่อน 100% เคลือบ PU laminate milky coating (fabric weight 150 g/m^2)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

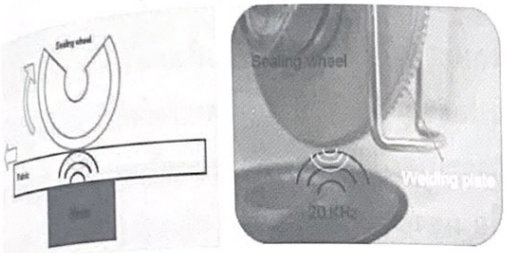
1) เครื่องเชื่อมวัสดุด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic welding) รุ่น KTU 2CTH

2) เครื่องทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength Testing Apparatus) รุ่น Instron Model 5565 Serial No Q8717

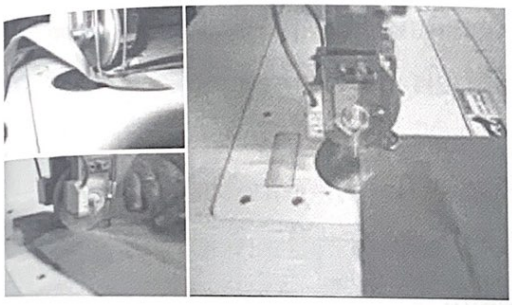
3) เครื่องวัดอุณหภูมิ แบบแสงอินฟาเรด (Infrared Thermometer) รุ่น TM10



รูปที่ 1 จักรเย็บผ้าอัลตร้าโซนิค



รูปที่ 2 ชุดวงล้อเชื่อมติด (Sealing wheel)



รูปที่ 3 การเชื่อมผ้าด้วยจักรอัลตร้าโซนิค

ขั้นตอนการทดลอง

1) เปิดเครื่องกำเนิดคลื่นเสียงของจักรอัลตร้าโซนิค วัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบริเวณวงล้อโลหะแนวการเชื่อมของจักรอัลตร้าโซนิค

2) เชื่อมผ้าตัวอย่าง ด้วยเครื่องเชื่อมวัสดุด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค โดยใช้แรงดัน 0.8 บาร์ ความเร็ว 2 เมตรต่อนาที

3) นำผ้าที่เชื่อมจากข้อ 2) บางส่วนไปซัก 5 ครั้ง (ตาม AATCC 135-1995 Textile-Determination of Dimensional Change in Washing and Drying)

4) ใช้เวลาการเชื่อมที่ความเร็ว 2, 5 และ 8 เมตร ต่อ นาที ตามลำดับ

5) ทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าทุกชิ้น

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการทดลองเย็บเชื่อมผ้าตัวอย่างทั้งสามชิ้นด้วยจักรเย็บผ้าอัลตร้าโซนิค แล้วนำผ้าไปทดสอบหาความแข็งแรงต่อแรงดึง ทำให้สามารถสรุป ได้ดังนี้

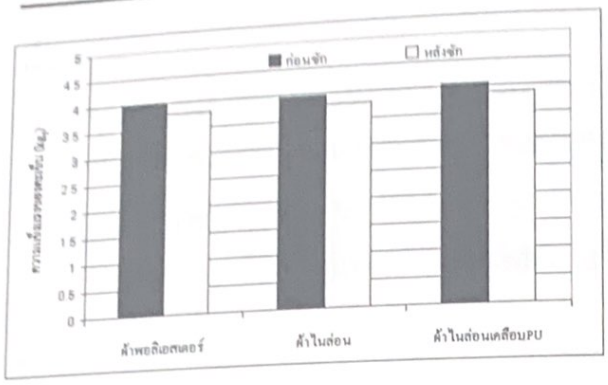
รูปที่ 4 จุดที่วัดอุณหภูมิ

ตารางที่ 1 อุณหภูมิบริเวณวงล้อโลหะแนวการเย็บ

จุดวัดอุณหภูมิ	Horn	Iron bar	Iron bar + Horn
อุณหภูมิ(^{o}C)	29.0	31.7	127.3

ตารางที่ 2 ความแข็งแรงของตะเข็บเย็บก่อนและหลังการซัก

ชิ้นทดสอบที่	ความแข็งแรงของตะเข็บ (kg_f)					
	ผ้าทอพอลิเอสเตอร์		ผ้าทอไนล่อน		ผ้าทอไนล่อนเคลือบ PU	
	ก่อนซัก	หลังซัก	ก่อนซัก	หลังซัก	ก่อนซัก	หลังซัก
1	4.15	3.79	3.90	3.77	3.90	3.88
2	3.90	3.68	3.84	3.74	4.03	3.83
3	3.92	3.86	4.12	3.82	4.14	3.91
ค่าเฉลี่ย (kg_f)	3.99	3.78	3.95	3.78	4.05	3.87

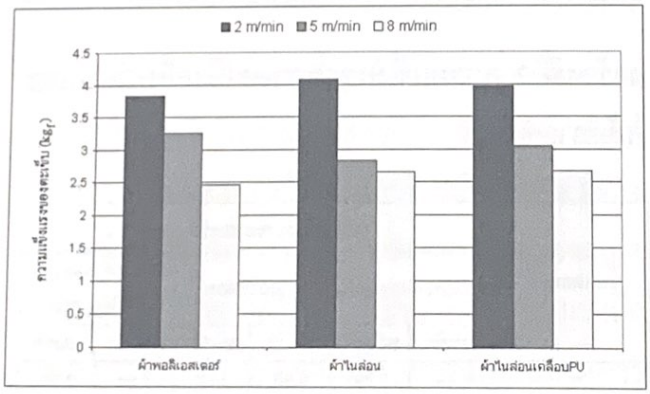


แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบความแข็งแรงของตะเข็บก่อนและหลังการซัก

จากการทดลองพบว่า ความแข็งแรงของตะเข็บของผ้าทั้งสามชนิดลดลงหลังการซัก 5 ครั้ง โดยที่ความแข็งแรงของผ้าทอไนล่อนเคลือบ PU มีค่าสูงสุด

ตารางที่ 3 ความแข็งแรงของตะเข็บเย็บด้วยเงื่อนไขต่างๆ

ชิ้นทดสอบที่	ความแข็งแรงของตะเข็บ ที่เย็บเชื่อมด้วยความเร็ว (m/min)								
	ผ้าพอลิเอสเตอร์			ผ้าไนล่อน			ผ้าไนล่อน เคลือบ PU		
	2	5	8	2	5	8	2	5	8
1	3.85	3.28	2.51	4.13	2.96	2.77	3.89	2.95	2.77
2	3.90	3.31	2.40	4.11	2.82	2.61	4.05	3.27	2.61
3	3.78	3.20	2.48	3.99	2.71	2.58	3.98	2.94	2.58
ค่าเฉลี่ย (kg_f)	3.84	3.26	2.46	4.08	2.83	2.65	3.97	3.05	2.67



แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบความแข็งแรงของตะเข็บที่เชื่อมด้วย เงื่อนไขต่างๆ

จากการทดลองพบว่าความแข็งแรงของตะเข็บของผ้าทั้งสามชนิดลดลงเมื่อเพิ่มความเร็วในการเชื่อม โดยผ้าทอพอลิเอสเตอร์ลดลงร้อยละ15-25 ผ้าทอไนล่อนลดลงร้อยละ 30 ผ้าทอไนล่อนเคลือบ PU ลดลงร้อยละ 23 แสดงให้เห็นว่าต้องใช้เวลาระยะหนึ่งในการทำให้เส้นใยในเนื้อผ้าละลายติดกัน

5. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

1) คลื่นเสียงอัลตร้าโซนิคที่ส่งออกมากระทบวงล้อโลหะ ทำให้เกิดความร้อนสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยพบว่าเกิดความร้อนสูงซึ่งอาจจะเกิดการเปลี่ยนสภาพภายในพอลิเมอร์ กล่าวคือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างประจุบวกกับประจุลบจะเกิดการรบกวนจากพลังงานภายนอก ในขณะเดียวคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิคก็มีอำนาจทะลุทะลวงในระดับทำให้เกิดการสั่นของโมเลกุลได้ และเมื่อได้รับแรงกด จากนั้นเคลื่อนผ่านสู่บริเวณที่ไม่รับคลื่นเสียงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จะทำให้ประจุบวกกับประจุลบในโมเลกุลที่อยู่ใกล้กันจับกันทันที จึงทำให้ผ้าใยสังเคราะห์ในบริเวณดังกล่าวเกิดการเชื่อมติดกัน

2) ความแข็งแรงของตะเข็บ ลดลงร้อยละ 4 - 5 หลังผ่านการซัก 5 ครั้ง

3) ความแข็งแรงของตะเข็บ ลดลงเมื่อความเร็วในการเชื่อมเพิ่มขึ้นจาก 2 เมตร ต่อนาที เป็น 5 และ 8 เมตร ต่อนาทีตามลำดับ ทั้งนี้อาจจะเกิดจากความสมบูรณ์ในการหลอมติดกันของเส้นใยสังเคราะห์

4) ความเร็วในการเชื่อมติดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค

ความแข็งแรงของตะเข็บ ลดลงร้อยละ 15 – 30 ซึ่งในทางอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป ต้องพิจารณาปรับความเร็วให้มีความเหมาะสมกับการผลิต

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ เพราะได้รับความช่วยเหลือและคำชี้แนะต่างๆจากคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และได้รับการสนับสนุนด้านเครื่องมือ และสถานที่ทำการวิจัยจาก บริษัท เวชวิวัฒน์ จำกัด

7. เอกสารอ้างอิง

1) Kathryn L. Hatch. Textile Science. University of Arizona Tucson, .110-224.

2) Lyle Dorothy Siegert. Modern textiles, .51-57.

3) Sara J. Kadolph, Quality Assurance for Textile and Apparel, .158-166.

4) รองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. วิทยาศาสตร์ เส้นใย. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 177-203

5) Frank K. KO, (Abstract of “Seaming and Joining Methods”, 1987. pp.93-107), Available: ElsevierLtd. Elsevier (19 January 2010).

6) Vladimir K. Astashev and Vladimir I. Babitsky, Ultrasonic Processes and Machines, pp.93- 107

7) A. SHOH, Ultrasonic, 1976, pp.209-216