สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากวิธีการดำเนินงานวิจัยที่กล่าวมาแล้ว ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องสืบเส้นด้ายยืน
2. ศึกษาหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องสืบเส้นด้ายยืน
3. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ
4. ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องสืบเส้นด้ายยืนต้นแบบ

ดังนั้นจึงแยกการเสนอผลการวิจัยออกเป็น 4 หัวข้อ โดยมีรายละเอียดของผลการวิจัยดังนี้

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

จากการศึกษาข้อมูลของผ้าพื้นเมืองที่ช่างทอผ้าพื้นเมืองทอกันทั่วไป พบว่า

4.1.1 ความหนาแน่นของเส้นด้าย

ก) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้าจก ซึ่งประกอบด้วย ผ้าจกลายหน้าหมอน ผ้าจกลายขาเปีย ผ้าจกลายดอกเซีย ผ้าจกลายเอี้ย และผ้าจกลายนกคู่ มีจำนวนเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 50 เส้นต่อนิ้ว เส้นด้ายพุ่งโดยเฉลี่ย 56 เส้นต่อนิ้ว จำนวนเส้นด้ายยืนต่อนิ้วมากสุด 52 เส้นต่อนิ้ว น้อยสุด 43 เส้นต่อนิ้ว

ข) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้าแพวา ประกอบด้วยผ้าแพวาลายดอกผักแว่นน้อย ผ้าแพวาลายหมี่หงส์ ผ้าแพวาลายนาคน้อย และผ้าแพวาลายแมงงอด มีจำนวนเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 51 เส้นต่อนิ้ว เส้นด้ายพุ่งโดยเฉลี่ย 64 เส้นต่อนิ้ว จำนวนเส้นด้ายยืนต่อนิ้วมากสุด 57 เส้นต่อนิ้ว น้อยสุด 35 เส้นต่อนิ้ว

ค) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้าขิด ประกอบด้วย ผ้าขิดลายดอกจัน ผ้าขิดลายผักแว่นใหญ่ ผ้าขิดลายฮอส ผ้าขิดลายดอกแก้ว ผ้าขิดลายช้าง ผ้าขิดลายเปีย มีจำนวนเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 48 เส้นต่อนิ้ว เส้นด้ายพุ่งโดยเฉลี่ย 64 เส้นต่อนิ้ว จำนวนเส้นด้ายยืนต่อนิ้วมากสุด 59 เส้นต่อนิ้ว น้อยสุด 41 เส้นต่อนิ้ว

ง) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้ายกดอกลายพิกุล 7 ลำ มีจำนวนเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 51 เส้นต่อนิ้ว เส้นด้ายพุ่งโดยเฉลี่ย 80 เส้นต่อนิ้ว จำนวนเส้นด้ายยืนต่อนิ้วมากสุด 62 เส้นต่อนิ้ว น้อยสุด 45 เส้นต่อนิ้ว

จ) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้ามัดหมี่ ประกอบด้วย ผ้ามัดหมี่ลายขอใหญ่ 25 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายขอน้อย 25 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายบักจับเล็ก 3 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายผักแว่นน้อย 25 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายขาเปีย 25 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายบักจับใหญ่ 7 ลำ มีจำนวนเส้นด้ายยืน

โดยเฉลี่ย 62 เส้นต่อนิ้ว เส้นด้ายพุ่งโดยเฉลี่ย 46 เส้นต่อนิ้ว จำนวนเส้นด้ายยืนต่อนิ้วมากสุด 93 เส้นต่อนิ้ว น้อยสุด 44 เส้นต่อนิ้ว

ฉ) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้าลายน้ำไหลลายน้ำทะเล มีจำนวนเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 64 เส้นต่อนิ้ว เส้นด้ายพุ่งโดยเฉลี่ย 56 เส้นต่อนิ้ว จำนวนเส้นด้ายยืนต่อนิ้วมากสุด 80 เส้นต่อนิ้ว น้อยสุด 49 เส้นต่อนิ้ว

4.1.2 ขนาดของเส้นด้าย

ก) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้าจก ซึ่งประกอบด้วย ผ้าจกลายหน้าหมอน ผ้าจกลายขาเปีย ผ้าจกลายดอกเซีย ผ้าจกลายเอี้ย และผ้าจกลายนกคู่ ขนาดเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 18Ne ขนาดใหญ่สุดคือ 17Ne ขนาดเล็กสุดคือ 19Ne 52

ข) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้าแพวา ประกอบด้วยผ้าแพวาลายดอกผักแว่นน้อย ผ้าแพวาลายหมี่หงส์ ผ้าแพวาลายนาคน้อย และผ้าแพวาลายแมงงอด ขนาดเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 36Ne ขนาดใหญ่สุดคือ 28Ne ขนาดเล็กสุดคือ 50Ne 52

ค) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้าขิด ประกอบด้วย ผ้าขิดลายดอกจัน ผ้าขิดลายผักแว่นใหญ่ ผ้าขิดลายฮอส ผ้าขิดลายดอกแก้ว ผ้าขิดลายช้าง ผ้าขิดลายเปีย ขนาดเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 18Ne ขนาดใหญ่สุดคือ 15Ne ขนาดเล็กสุดคือ 19Ne

ง) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้ายกดอกลายพิกุล 7 ลำ ขนาดเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 31Ne ขนาดใหญ่สุดคือ 31Ne ขนาดเล็กสุดคือ 32Ne

จ) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้ามัดหมี่ ประกอบด้วย ผ้ามัดหมี่ลายขอใหญ่ 25 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายขอน้อย 25 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายบักจับเล็ก 3 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายผักแว่นน้อย 25 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายขาเปีย 25 ลำ ผ้ามัดหมี่ลายบักจับใหญ่ 7 ลำ ขนาดเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 53Ne ขนาดใหญ่สุดคือ 18Ne ขนาดเล็กสุดคือ 92Ne

ฉ) ผ้าทอพื้นเมืองกลุ่มผ้าลายน้ำไหลลายน้ำทะเล ขนาดเส้นด้ายยืนโดยเฉลี่ย 18 Ne ขนาดใหญ่สุดคือ 17Ne ขนาดเล็กสุดคือ 20Ne

จากข้อมูลผ้าทั้ง 6 กลุ่ม พบว่า ความหนาแน่นเส้นด้ายยืนในผ้าทอพื้นเมืองที่น้อยสุด คือ 48 เส้นต่อนิ้ว โดยใช้เส้นด้ายขนาดใหญ่สุด 15Ne มากสุดที่คือ 93 เส้นต่อนิ้ว ด้วยเส้นด้ายขนาด 92 Ne ซึ่งเมื่อนำไปคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นด้ายด้วยสูตรของ Peirce (1937) คือ

$$d = \frac{1}{28\sqrt{N_e}}$$

เมื่อ d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นด้าย (นิ้ว) และ N_e = เบอร์เส้นด้ายในระบบอังกฤษ

ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4-1 ผลที่ได้จะนำไปใช้กำหนดระยะในการเคลื่อนที่ของสายพานพาเส้นด้าย

ตารางที่ 4-1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นด้าย (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

เบอร์ด้าย (English Cotton Count)	ค่าคงที่ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง)	เบอร์ด้าย (English Cotton Count)	ค่าคงที่ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง)	เบอร์ด้าย (English Cotton Count)	ค่าคงที่ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง)
1	0.9677	21	0.2108	42	0.1473
2	0.6858	22	0.2057	43-44	0.1448
3	0.5588	23	0.2007	45	0.1422
4	0.4826	24	0.1981	46-47	0.1397
5	0.4318	25	0.1930	48	0.1372
6	0.3962	26	0.1905	49-50	0.1346
7	0.3658	27	0.1880	51-53	0.1295
8	0.3404	28	0.1803	54-56	0.1295
9	0.3226	29	0.1778	57-59	0.1270
10	0.3048	30	0.1753	60-61	0.1245
11	0.2896	31	0.1727	62-63	0.1219
12	0.2794	32	0.1702	64-65	0.1194
13	0.2692	33	0.1676	66-68	0.1194
14	0.2565	34	0.1651	69-72	0.1143
15	0.2489	35	0.1626	73-76	0.1118
16	0.2413	36	0.1600	77-80	0.1092
17	0.2337	37	0.1575	100	0.0976
18	0.2260	38	0.1550		
19	0.2210	39	0.1524		
20	0.2159	40-41	0.1499		

4.1.3 ความยาวสืบของเส้นด้ายยืน

จากการศึกษาในกลุ่มช่างทอผ้าพื้นเมืองพบว่า ช่างทอผ้าพื้นเมืองนิยมสืบเส้นด้ายยืนให้มีความยาวประมาณ 200 -300 เมตร ขึ้นอยู่กับหน้ากว้างผ้าและขนาดเส้นด้าย เพื่อประหยัดต้นทุนค่าจ้าง เนื่องจากการคิดค่าจ้างในการร้อยตะกอฟันหวี ไม่คำนึงถึงความยาวเส้นด้าย โดยใช้เวลาในการสืบหรือเดินด้ายประมาณ 6-8 ชั่วโมง ดังนั้นจึงไม่สามารถเปลี่ยนรูปแบบผ้าได้ง่าย ๆ ทำให้เป็น

ข้อจำกัดในการรับงานทอ แต่ก็มีช่างทอผ้าพื้นเมืองบางชนิด เช่นผ้าจก จะสืบสำหรับการทอผ้าได้ไม่เกิน 2 ผืน แต่ละผืนยาวไม่เกิน 2 เมตร เมื่อรวมเผื่อหัวท้ายของผ้าแล้วเส้นด้ายยืนที่สืบหรือขึ้นแต่ละครั้งจะยาวไม่เกิน 10 เมตร เนื่องจากต้องใช้เวลาในการทอนาน

4.1.4 จำนวนเส้นด้ายยืน

จากการศึกษา ผ้าทอพื้นเมืองส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดจะมีความกว้างของผ้าไม่เกิน 1.05 เมตร แผ่นเส้นด้ายยืนที่หน้าฟันหวี ไม่เกิน 48 นิ้วหรือประมาณ 120 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อศึกษาจากชิ้นผ้าตัวอย่างที่เป็นผ้ามัดหมี่ ที่มีความหนาแน่นเส้นด้ายมากสุด 93 เส้น/นิ้ว จะใช้เส้นด้ายทั้งหมดเท่ากับ 48 x 93 = 4464 เส้น ซึ่งจัดเป็นจำนวนเส้นด้ายที่มาก เนื่องจากผ้าไหมมัดหมีใช้เส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายไหมที่มีขนาดเล็ก แต่โดยปกติทั่ว ๆ ไป ผ้าทอพื้นเมืองจะใช้เส้นด้ายยืนไม่เกิน 2000 เส้น เท่านั้น

4.2 ผลการศึกษาหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบของเครื่องสืบเส้นด้ายยืน

จากข้อมูลผ้าตัวอย่าง และข้อมูลการสืบด้ายยืนของช่างทอผ้าพื้นเมือง ค่าที่เหมาสมสำหรับเครื่องสืบเส้นด้ายยืนสำหรับงานทอผ้าพื้นเมือง คือดังนี้

4.2.1 ชุดลูกกลิ้งรับเส้นด้าย

ชุดลูกกลิ้งรับเส้นด้ายเป็นส่วนสำคัญหลักของงานวิจัย จากข้อมูลและการศึกษาเครื่องสืบเส้นด้ายยืนสำหรับผ้าตัวอย่างในงานอุตสาหกรรม พบว่า ขนาดของลูกกลิ้งมีความสัมพันธ์กับความยาวเส้นด้ายแต่ละเส้นที่สืบ นั่นคือ ถ้าต้องการเส้นด้ายสืบที่ยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้งจะต้องมีขนาดใหญ่ เพื่อให้ความยาวเส้นรอบวงที่ยาวตามต้องการ แต่จากข้อมูลความยาวผ้าที่ทอและความยาวในการสืบเส้นด้ายยืนในข้อ 4.1.3 งานวิจัยนี้จึงออกแบบให้ลูกกลิ้งรับเส้นด้ายของเครื่องสืบเส้นด้ายยืนสำหรับงานทอผ้าพื้นเมืองต้นแบบ เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า ยาวด้านละ 30 ซม. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 ซม. ได้ความยาวเส้นรอบวง 180 ซม. ทำจากแผ่นเหล็กโครงสร้างหนา 10 มม. เชื่อมต่อถึงกันด้วยรางเหล็กที่มีชุดสายพานรับเส้นด้ายติดตั้งไว้ภายใน จำนวน 6 อัน ยาวอันละ 120 ซม. บริเวณมุมทั้งหกมุม ดังรูปที่ 3.3 ทำให้ขนาดความยาวของเส้นรอบวงของลูกกลิ้งรับเส้นด้าย เมื่อรวมความสูงของชุดสายพาน เท่ากับ 2.2 เมตร หรือจะได้เส้นด้ายยาว 2.2 เมตรต่อรอบ

งานวิจัยนี้ ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการทอผ้าพื้นเมืองที่ทำงานทอผ้า ซึ่งแต่ละครั้งใช้เส้นด้ายยืนไม่ยาวมากนัก โดยลดเวลาในการสืบเส้นด้าย จึงกำหนดความยาวเส้นด้ายแต่ละเส้นที่สืบไว้คงที่เท่ากับ 5 รอบ ของลูกกลิ้งรับเส้นด้าย ทำให้ได้เส้นด้ายยาวประมาณ 11 เมตร/เส้น

ในการสืบเส้นด้ายยืน ถ้ามีเส้นด้ายที่ต้องการสืบเป็นจำนวนมาก เราสามารถแบ่งการสืบเส้นด้าย ออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ ตามความสามารถในการรองรับเส้นด้ายของเครื่อง เช่น ต้องการสืบ

4000 เส้น แบ่งออกเป็น 4 ครั้ง ครั้งละ 1000 เส้น เป็นต้น ข้อเสียคือเวลาในการทำงานจะนานกว่าการสืบครั้งเดียวทั้ง 4000 เส้น แต่เพื่อให้เครื่องมีขนาดและความเร็วสืบ ที่เหมาะสม จึงออกแบบให้ส่วนรับเส้นด้ายหรือสายพานลำเลียง มีความกว้างไม่เกิน 1200 มิลลิเมตร ตามขนาดหน้ากว้างของผ้าทอพื้นเมือง

สำหรับจำนวนเส้นด้ายต่อหน่วยหรือความหนาแน่นของเส้นด้าย ที่เครื่องสามารถทำได้นั้น เนื่องจากเส้นด้ายที่ชุดพาเส้นด้าย วางบนสายพานลำเลียงบนลูกกลิ้งสืบ ถูกกำหนดไว้ว่าจะต้องไม่ซ้อนกันกับเส้นด้ายเดิมที่พันอยู่ก่อนหน้า จึงออกแบบให้สายพานลำเลียงเคลื่อนที่ทุกครั้งที่ตัวกลางพาเส้นด้ายป้อนเข้าลูกกลิ้งสืบหมุนครบ 5 รอบ (ไม่เคลื่อนที่ทุก ๆ รอบ เพราะระยะเคลื่อนที่น้อยมากเกินไป) ซึ่งระยะเคลื่อนที่นี้จะเป็นไปตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นด้ายคูณด้วยจำนวนรอบครั้ง และเครื่องถูกออกแบบให้ทำการสลับเส้นด้ายทุก 5 รอบ ดังกล่าวมาแล้วนั้น จำนวนเส้นด้ายที่สืบต่อหน่วยความยาวหรือความหน้าแน่นจึงขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นด้ายนั้น ๆ

ตัวอย่างเช่น ต้องการสืบเส้นด้ายขนาด 10Ne ซึ่งเป็นขนาดเส้นด้ายโตที่สุดที่ใช้กันในการทอผ้าพื้นเมือง จากผลการคำนวณในตารางที่ 4.1 เส้นด้ายจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3048 มม. นั่นคือสายพานลำเลียงต้องเคลื่อน 0.3048 มม. = 5 x 0.3048 = 1.5240 มม.

นอกจากนี้ ได้ออกแบบความกว้างของส่วนรองรับเส้นด้ายหรือสายพานลำเลียงเท่ากับ 1200 มม. ดังนั้น จำนวนเส้นด้ายทั้งหมดที่สามารถสืบได้คือ 1000/1.5240 = 787.40 เส้น หรือประมาณ 785 เส้น

แต่สำหรับเส้นด้ายขนาด 100Ne ซึ่งเป็นขนาดเล็ก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0976 มม. จำนวนเส้นด้ายทั้งหมดที่สามารถสืบได้คือ 1200/(5 x 0.0976) = 2459.02 เส้น หรือ 2450 เส้น

4.2.2 ชุดพาเส้นด้าย

ชุดพาเส้นด้ายทำหน้าที่ดึงเส้นด้ายจากกลุ่มด้าย พาเคลื่อนที่วนรอบลูกกลิ้งรับเส้นด้ายและวางเส้นด้ายลงบนสายพานพาเส้นด้ายที่อยู่บนลูกกลิ้งรับเส้นด้ายทั้ง 6 มุม ลักษณะของชุดพาเส้นด้าย เป็นดังในรูปที่ 3.4 ซึ่งจะเห็นว่าออกแบบให้รับการถ่ายทอดการเคลื่อนที่มาจากมอเตอร์ ผ่านระบบส่งกำลังเพลา โดยตรง ความเร็วในการหมุนรอบตนเองของชุดพาเส้นด้าย จึงมีผลต่อสมรรถนะในการสืบเส้นด้ายโดยตรงนั่นคือ ที่ความเร็วรอบสูง ๆ เส้นด้ายจะมีความตึงสูงมากตามความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดพาเส้นด้าย ในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบให้ชุดพาเส้นด้ายในเครื่องสืบเส้นด้ายยืนสำหรับงานทอผ้าพื้นเมืองต้นแบบ หมุนในอัตราความเร็วที่คงที่ที่ 100 รอบ/นาที

ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ชุดพาเส้นด้ายหยุดหมุน เมื่อครบจำนวนรอบที่กำหนดผ่านจำนวนเส้นด้ายที่ต้องการสืบ เช่น ต้องการสืบเส้นด้ายจำนวน 500 เส้น ตัวพาเส้นด้ายจะหมุนเท่ากับ 5 x 500 = 2500 รอบ เมื่อครบจำนวนรอบที่ระบบกำหนด ชุดพาเส้นด้ายจะหยุดในตำแหน่งเริ่มต้นทำงาน

เนื่องจากกำหนดความยาวสืบของเส้นด้ายแต่ละเส้นไว้คงที่ ที่ 5 รอบการหมุนของตัวกลางพาเส้นด้ายป้อนเข้าลูกกลิ้งสืบ ดังนั้นความเร็วในการสืบหรือการทำงานจะแปรผันไปตาม จำนวนเส้นด้ายที่ต้องการสืบ เช่น ต้องการสืบเส้นด้ายขนาด 20Ne จำนวน 600 เส้น ถ้าให้ตัวกลางพาเส้นด้ายป้อนเข้าลูกกลิ้งสืบ หมุน 100 รอบ/นาที จะใช้เวลาเท่ากับ [600/(100/5)] = 30 นาที ในขณะที่ การสืบเส้นด้าย 2000 เส้นต้องใช้เวลา [2000/(100/5)] = 100/60 = 1.67 ชม.

4.2.3 ชุดแยกเส้นด้าย

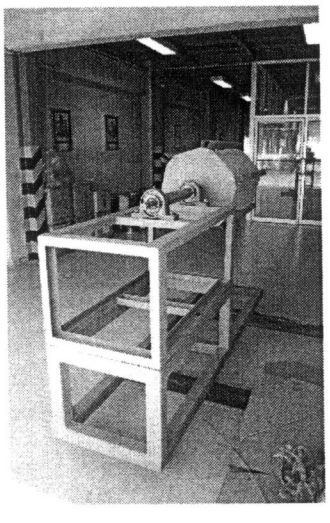
ชุดแยกเส้นด้ายทำหน้าที่สลับตำแหน่งเส้นด้ายที่พันลงบนแกนเหล็กแยกเส้นด้ายทั้ง 4 ตัว และบนลูกกลิ้งรับเส้นด้าย ออกจากกันเป็นชุด เพื่อให้เส้นด้ายเรียงตัวกันตามลำดับเส้น ไม่ไขว้หรือข้ามซึ่งกันและกัน ทำให้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ในนำปลายเส้นด้ายร้อยเข้าตะกอและฟันหวี ทั้งนี้ชุดแยกเส้นด้าย ทำงานตามคำสั่งของระบบควบคุม ที่รับรู้ตำแหน่งของชุดพาเส้นด้ายจากสัญญาณของชุดตรวจสอบที่ติดตั้งไว้ระหว่างสายพานแต่ละชุด รวมทั้งหมด 6 ชุด

ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ ส่วนปลายของแกนเหล็กแยกเส้นด้ายทั้ง 4 อัน มีชิ้นส่วนที่ส่วนปลายเอียงและสามารถขยับเคลื่อนที่เข้าออกจากแนวเคลื่อนที่ของเส้นด้าย ที่ถูกวางโดยชุดพาเส้นด้ายได้ โดยในการเริ่มต้นพันเส้นแรก ระบบจะสั่งให้ชุดพาเส้นด้ายเตรียมพร้อมที่จุดตรวจสอบที่ 1 ระบบควบคุมการแยกเส้นด้ายสั่งให้ส่วนปลายแกนเหล็กอันที่ 1 และอันที่ 4 เคลื่อนที่ออกไปด้านนอกสุดของตำแหน่งวางเส้นด้ายลงบนแกนเหล็ก ส่วนปลายแกนเหล็กอันที่ 2 และอันที่ 3 เคลื่อนที่เข้าไปด้านในสุดของตำแหน่งวางเส้นด้ายลงบนแกนเหล็ก หลังจากนั้น ชุดพาเส้นด้ายจะหมุนพาเส้นด้ายวางบนสายพานลำเลียงชุดที่ 1 ก้านแยกเส้นด้ายอันที่ 1 ก้านแยกเส้นด้ายอันที่ 2 และสายพานลำเลียงชุดที่ 2 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดพาเส้นด้ายเคลื่อนที่ผ่านจุดตรวจสอบตำแหน่งชุดพาเส้นด้ายชุดที่ 2 ระบบตรวจสอบจะส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมการทำงานของส่วนปลายสุดของแกนเหล็กแยกเส้นด้ายอันที่ 2 ให้เคลื่อนที่ออกไปด้านนอกสุด ดันเส้นด้ายที่วางอยู่ไถลลงไปอยู่ด้านล่างของแกนเหล็ก และค้างไว้ที่ตำแหน่งนี้ในอีก 4 รอบข้างหน้า ในขณะที่ชุดพาเส้นด้ายยังคงหมุนต่อไปเพื่อวางเส้นด้ายบนชุดสายพานลำเลียงชุดที่ 3-4 ก้านแยกเส้นด้ายอันที่ 3 และ อันที่ 4 ตามลำดับ แต่ก่อนที่ชุดพาเส้นด้ายจะวางเส้นด้ายลงบนสายพานลำเลียงชุดที่ 5 ชุดตรวจสอบที่ 3 จะส่งสัญญานไปยังระบบควบคุมแกนเหล็กแยกเส้นด้าย เพื่อสั่งให้ส่วนปลายแกนเหล็กอันที่ 3 ดันเส้นด้ายให้ตกลงไปอยู่ด้านล่างของแกนเหล็ก และค้างอยู่ในตำแหน่งนั้น อีก 4 รอบ ขณะที่ชุดพาเส้นด้ายยังคงหมุนพาเส้นด้ายวางบนสายพานลำเลียงชุดที่ 6 และผ่านจุดตรวจสอบที่ 1 ก่อนจะวางจุดเริ่มเส้นด้ายในรอบที่ 2 ลงบนสายพานลำเลียงชุดที่ 1 ระบบตรวจสอบจะส่งสัญญาณให้ส่วนปลายของแกนเหล็กอันที่ 1 เคลื่อนที่เข้าไปด้านในสุดเพื่อรอรับเส้นด้าย และอยู่ในตำแหน่งนี้ต่อไปอีก 4 รอบ ทั้งนี้ก่อนครบจำนวนรอบการหมุนที่กำหนด(ความยาว) ซึ่งได้ออกแบบไว้ที่ 5 รอบหรือก่อนขึ้นรอบที่ 6 ระบบจะสั่งให้ส่วนปลายของแกนเหล็กแยกเส้นด้ายอันที่ 1 เคลื่อนที่ออกไปด้านนอกสุดเพื่อดันเส้นด้ายทั้ง 4 เส้นให้ไปอยู่ด้านล่างของแกนเหล็ก และค้างไว้อย่างนั้น เพื่อรอวัฏจักร

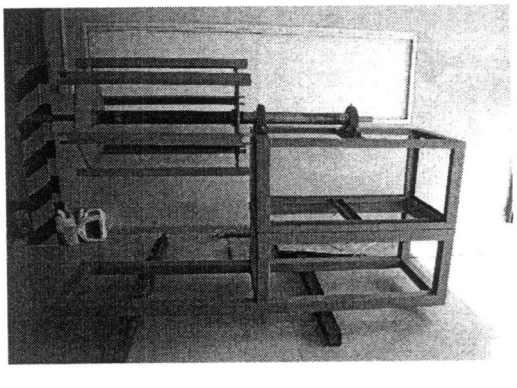
การทำงานเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง ซึ่งก่อนเริ่มวฏจักรการทำงานใหม่ ระบบควบคุมจะสั่งให้สายพานลำเลียงทั้ง 6 ชุดเคลื่อนที่พร้อมกัน พาเส้นด้ายทั้งหมดไปอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

4.3 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

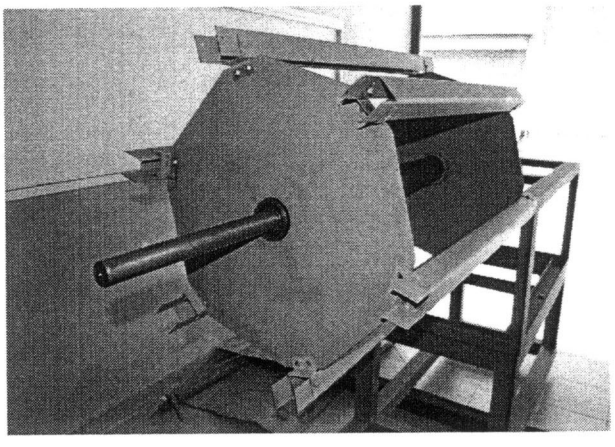
จากการรวบรวมข้อมูลและศึกษาในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้และหลักการทางวิศวกรรมในการออกแบบ ทำให้ได้เครื่องสืบเส้นด้ายยืนสำหรับงานทอผ้าพื้นเมือง ต้นแบบที่มีส่วนประกอบหลักคือ โครงสร้างของเครื่อง ชุดลูกกลิ้งรับเส้นด้าย ลักษณะดังรูปที่ 4-1 ถึงรูปที่ 4-3 ชุดพาเส้นด้ายเคลื่อนที่ และชุดแยกเส้นด้าย ดังแสดงในรูปที่ 4-4 (ไม่ได้แสดงชุดระบบไฟฟ้า และระบบควบคุม)



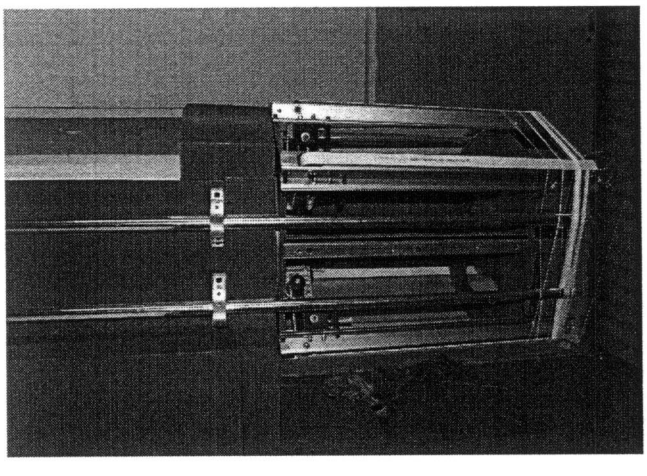
รูปที่ 4-1 โครงสร้างเครื่องและลูกกลิ้งรับเส้นด้าย



รูปที่ 4-2 มุมมองด้านหลังของโครงสร้างเครื่องและลูกกลิ้งรับเส้นด้าย



รูปที่ 4-3 แกนสำหรับชุดพาเส้นด้าย และรางสายพานลำเลียงเส้นด้าย



รูปที่ 4-4 เครื่องสืบเส้นด้ายยืนสำหรับงานทอผ้าพื้นเมืองต้นแบบ

การทำงานของเครื่องสืบเส้นด้ายยืนสำหรับงานทอผ้าพื้นเมือง

- การป้อนข้อมูลขนาดของเส้นด้ายที่ใช้สืบ และจำนวนเส้นด้ายที่ต้องการสืบ เข้าไปในระบบควบคุม ระบบประมวลผลจะสั่งให้ระบบต่าง ๆ ของเครื่องเตรียมพร้อมทำงาน
- นำปลายเส้นด้ายจากกลุ่มด้ายมัดไว้ที่จุดยึดใต้ชุดลูกกลิ้งรับเส้นด้าย
- กดปุ่มให้เครื่องเริ่มทำงาน
- เครื่องจะทำงานต่อเนื่องจนครบจำนนวนเส้นด้ายที่ต้องการ เครื่องจะหยุด

4.4 ผลการทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องสืบเส้นด้ายยืนสำหรับงานทอผ้าพื้นเมือง

ทำการทดลองสืบเส้นด้ายยืน โดยช่างทอผ้าพื้นเมือง อ.ชนบท จังหวัดขอนแก่น โดยใช้เส้นด้ายไหมขนาด 120D/3 จำนวนเส้นด้ายที่ต้องการสืบทั้งหมด 2120 เส้น พบว่าเครื่องสามารถสืบเส้นด้ายได้ครบจำนวนเส้นตามที่กำหนดไว้ในเวลา 2.12 ชั่วโมง โดยมีการหยุดเนื่องจากเส้นด้ายขาด ต้องต่อเส้นด้าย ทั้งสิ้น 11 ครั้ง รวมเวลาทั้งสิ้น นาที 25 นาที

4.4.1 จากสมรรถนะของเครื่องจักร

จาก $W = n \times \pi d$

เมื่อ W = ความเร็วในการสืบเส้นด้ายยืน (เมตรต่อนาที)

n = ความเร็วรอบของส่วนพาเส้นด้าย = 100 (รอบต่อนาที)

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้งรับเส้นด้าย = 0.70 (เมตร)

จะได้ $W = 100 \times \pi \times 70$ = 220 เมตร/นาที

4.4.2 ประสิทธิภาพในการสืบเส้นด้าย

จาก $E_f = \frac{T_e}{T_t} \times 100$

เมื่อ E_f = ประสิทธิภาพในการทำงาน (%)

T_e = เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริง = 102.2 (นาที)

T_t = เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (รวมเวลาหยุดเครื่องทั้งหมด) = 127.2 (นาที)

จะได้ $E_f = \frac{102.2}{127.2} \times 100$ = 80.35%