การผลิตเส้นด้ายจากเศษไหมในกระบวนการทอผ้า

YARN SPINNING FROM SILK WASTES IN WEAVING PROCESS

พิศุทธิ์ จันทร์คำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การผลิตเส้นด้ายจากเศษไหมในกระบวนการทอผ้า

พิศุทธิ์ จันทร์คำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตเส้นด้ายจากเศษไหมในกระบวนการทอผ้า
ชื่อ – นามสกุล	นายพิศุทธิ์ จันทร์คำ
สาขาวิชา	สิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำเศษเส้นด้ายไหมกลับมาใช้ใหม่ โดยนำมาผลิตเป็นเส้นด้ายใยสั้นด้วยกระบวนการปั่นด้ายแบบวงแหวน

ในการศึกษานี้ได้นำเศษไหมทั้งจากเครื่องทอแบบกี่กระตุกและเครื่องทอไร้กระสวยแบบเรเปียร์ มาตัดให้ได้ความยาวประมาณ 38 มิลลิเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการปั่นด้ายฝ้าย แล้วนำเส้นใยมาป้อนเข้าเครื่องตีเปิดเส้นใย เครื่องสางใย เครื่องรีดปุย เครื่องโรฟวิ่งและเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน ตามลำดับ หลังจากนั้นนำเส้นด้ายไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและนำไปถักเป็นถุงมือ ถุงเท้าและผืนผ้า

ผลการทดสอบพบว่าสามารถนำเศษเส้นไหมทั้งจากเครื่องทอแบบกี่กระตุกและจากเครื่องทอแบบเรเปียร์ มาปั่นเป็นเส้นด้ายได้ โดยเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอแบบกี่กระตุก สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ 18.37 ของระบบเบอร์ด้ายฝ้าย มีจำนวนเกลียว 17.22 เกลียวต่อ นิ้ว ความแข็งแรงเท่ากับ 14.40 เซ็นตินิวตันต่อ เท็กซ์ และเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอแบบเรเปียร์สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ 16.51 ของระบบเบอร์ด้ายฝ้าย มีจำนวนเกลียว 16.53 เกลียวต่อ นิ้วความแข็งแรงเท่ากับ 20.27 เซ็นตินิวตันต่อ เท็กซ์ และสามารถนำไปถักเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ถุงมือ ถุงเท้า และผืนผ้าได้

คำสำคัญ : เศษไหม เครื่องทอแบบเรเปียร์ กี่กระตุก การปั่นด้ายใยสั้น

Thesis Title	Yarn Spinning from Silk Wastes in Weaving Process
Name – Surname	Mr. Pisut Chankum
Program	Textiles
Thesis Advisor	Associate Professor Tirapong Chaichalermvong
Academic Year	2011

ABSTRACT

The research aimed to recycle silk wastes from weaving process by transforming into spun yarns using ring spinning system.

In this study silk wastes from both handloom and rapier loom were used and cut at length of 38 mm. suitable for cotton spinning process. Then fibers were fed into opener, carding machine, draw frame, roving machine and ring spinning machines. Physical properties were then used characterize the properties of resulted yarns. The yarns were knitted to make gloves, socks and knit fabrics.

It was established that silk wastes from both handloom and rapier loom were able to make yarns. The yarn count of the recycled yarn from waste of handloom was 18.37 Ne with the average twist of 17.22 turns per inch. The tenacity of yarn from waste of handloom was 14.40 cN/tex. The yarn count of the recycled yarn using waste from the rapier loom was 16.51 Ne with the average twist of 16.53 turns per inch. The tenacity of yarn from waste of rapier loom was 20.27 cN/tex. The recycled yarns could be knitted into end-use product such as gloves, socks and knit fabrics.

Key words : silk waste, rapier loom, handloom, ring spinning system

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเศษไหมมาทำให้เกิดประโยชน์ โดยการนำเศษไหมที่ได้จากกระบวนทอผ้ามาปั่นเป็นเส้นด้าย ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายและหลายหน่วยงาน จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ ที่ให้คำแนะนำและชี้แนะในการทำวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ คุณสุชาติ จุลพูล ผู้อำนวยการศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ หนองคาย คุณต่อพงษ์ สมอรัตน์ บริษัท อาร์ทรี จำกัด คุณณัฐวัชร นิธิทองสกุล บริษัทพรีเมียร์ เท็กไทล์ อินดัสทรี้ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เศษไหม คุณจตุรงค์ บัณฑิตยารักษ์ และคุณสุวิทย์ กองคำ บริษัทไทยอะคริลิค ไฟเบอร์ จำกัด คุณพนิต สิริสิน บริษัททีซีที ซูมิโนเอะ จำกัด คุณธนินธ์ จันทรพิภพ บริษัทนันยางอุตสาหกรรม จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และคำแนะนำในการปฏิบัติงานวิจัย และขอขอบคุณ ทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ในงานวิจัยนี้ ซึ่งมีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยจะนำความรู้ที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่และใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป หากมีความผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

พิศุทธิ์ จันทร์คำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 3

2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ความรู้เกี่ยวกับไหม 4

2.2 การทอผ้าไหมแบบกี่กระตุก 9

2.3 เครื่องทอผ้าแบบอุตสาหกรรม 12

2.4 ริมผ้า 14

2.5 การปั่นด้ายใยสั้นหรือแบบวงแหวน 14

2.6 โครงสร้างเส้นด้าย 27

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35

3 วิธีการดำเนินการวิจัย 41

3.1 สถานที่ทำการทดลอง 42

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 42

3.3 ขั้นตอนการทดลอง 43

3.4 การทดสอบสมบัติเส้นด้าย 70

3.5 การทดลองทำเป็นผลิตภัณฑ์ 75

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4 ผลการทดลอง 78

4.1 การคัดแยกและเตรียมเศษไหม 78

4.2 การตัดเศษไหม 78

4.3 การฉีดพ่นสารลดไฟฟ้าสถิต 79

4.4 การทดสอบสมบัติของเส้นใย 79

4.5 การเปิดเศษไหมด้วยเครื่องสางใยขนาดเล็ก 82

4.6 การผสมเส้นใย 83

4.7 ผลการสางใย 83

4.8 ผลการรีดปุย 84

4.9 ผลการโรฟวิ่ง 84

4.10 ผลการปั่นด้ายแบบวงแหวน 85

4.11 ผลการกรอด้าย 85

4.12 ผลการทดสอบสมบัติเส้นด้าย 86

4.13 การทดสอบทำเป็นผลิตภัณฑ์ 88

5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 91

5.1 สรุปผลการทดลอง 91

5.2 ข้อเสนอแนะ 92

รายการอ้างอิง 94

ภาคผนวก 95

ภาคผนวก ก ตารางแสดงผลการทดสอบ 96

ภาคผนวก ข เทคโนโลยีการปั่นด้าย 113

ภาคผนวก ค ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ 119

ประวัติผู้เขียน 133

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของไหม 6

2.2 คุณสมบัติทางเคมีของไหม 6

2.3 ความสัมพันธ์ตัวคูณค่าเกลียว ความยาวเส้นใยและชนิดเส้นด้าย 29

4.1 ผลการทดสอบความยาวเส้นใย 80

4.2 ผลทดสอบความละเอียดของเส้นใย 81

4.3 ผลการทดสอบความหยิกงอของเส้นใย 81

4.4 ผลทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย 82

4.5 ผลการทดลองเปิดเศษไหมด้วยเครื่องสางใยขนาดเล็ก 82

4.6 ผลการสางใย 84

4.7 ผลทดลองการรีดปุย 84

4.8 ผลการทดลองชั่งน้ำหนักโรฟวิ่ง 85

4.9 ผลการทดสอบหาเบอร์ด้าย 87

4.10 ผลการทดสอบหาจำนวนเกลียวของเส้นด้าย 87

4.11 ผลการทดสอบความเหนียว 88

4.12 ผลการทดสอบการยืดตัวของเส้นด้าย 88

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 วงจรชีวิตไหม 5
2.2 การสาวไหม 7
2.3 การทอผ้าไหมแบบกี่กระตุก 11
2.4 การร้อยเส้นด้ายยืนและการทอผ้า 12
2.5 การทำงานเครื่องทอเรเปียร์ 13
2.6 เครื่องทอผ้าเรเปียร์ 14
2.7 การลดขนาด 15
2.8 การควบ 15
2.9 กระบวนการปั่นด้ายฝ้ายแบบวงแหวน 17
2.10 แผนภูมิกระบวนการปั่นด้ายใยสั้น 19
2.11 เครื่องผสมเส้นใย 20
2.12 เครื่องสางใย 21
2.13 เครื่อง Comb 23
2.14 เครื่องรีด 24
2.15 เครื่อง Roving 24
2.16 ชิ้นส่วนเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน 25
2.17 เครื่อง Winding 26
2.18 ทิศทางเกลียวเส้นด้าย 27
2.19 การควบเกลียว 31
3.1 แผนภูมิแสดงการดำเนินงาน 41
3.2 การทอผ้าแบบกี่กระตุก 43
3.3 เศษไหมเส้นยืนจากเครื่องทอแบบกี่กระตุก 44
3.4 เศษไหมเส้นพุ่งจากเครื่องทอกี่กระตุก 44
3.5 เศษไหมเส้นด้ายพุ่งจากริมผ้าเรโนที่ได้จากเครื่องทอผ้าแบบเรเปียร์ 45
3.6 การตัดเศษเส้นด้ายไหม 46
3.7 การตากเศษไหมให้แห้งหลังพ่นสารลดไฟฟ้าสถิต 47
3.8 การถ่ายภาพขยายเส้นใย 48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.9 เครื่องทดสอบความยาวเส้นใย 48
3.10 เครื่องชั่งน้ำหนัก 49
3.11 เครื่องวัดค่าความหยิกงอ 50
3.12 เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย 51
3.13 การป้อนเส้นใยเข้าด้านหลังเครื่องสางใยขนาดเล็ก 52
3.14 การทำงานของเครื่องสางใยขนาดเล็ก 53
3.15 การเปิดเส้นด้ายเศษไหม 53
3.16 เส้นใยหลังผ่านขั้นตอนการตีเปิด 54
3.17 เครื่องผสมเส้นใย 54
3.18 เครื่องป้อนและผสมเส้นใย 55
3.19 เครื่องสางใย 56
3.20 การส่งเส้นใยด้วยท่อลม 57
3.21 แฟลทและการทำงานของ แปรงทำความสะอาดแฟลท 58
3.22 แผ่นเว็บ 59
3.23 การขดสไลเวอร์ลงถัง 59
3.24 เครื่องรีดปุย 60
3.25 การป้อนสไลเวอร์เข้าเครื่องรีดปุย 61
3.26 ชุดรวบสไลเวอร์และชุดลูกกลิ้งดร๊าฟ 62
3.27 เส้นสไลเวอร์ที่ผ่านการดร๊าฟ 62
3.28 เครื่องโรฟวิ่ง 63
3.29 การตีเกลียว 64
3.30 หลักการทำงาน 64
3.31 ลูกกลิ้งดร๊าฟ 65
3.32 การป้อนสไลเวอร์เข้าด้านหลังเครื่องโรฟวิ่ง 65
3.33 แกนหลอด 66
3.34 เครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน 66
3.35 การปั่นด้าย 67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.36 เครื่องกรอด้าย 68
3.37 การใส่แกนหลอดเข้าเครื่องกรอด้าย 69
3.38 การพันเข้าหลอดด้ายใหญ่ 69
3.39 การต่อด้ายแบบอัตโนมัติของเครื่องกรอด้าย 70
3.40 เครื่องกรอ 71
3.41 เครื่องชั่ง 71
3.42 เครื่องทดสอบจำนวนเกลียว 73
3.43 เครื่องทดสอบความเหนียวของเส้นด้าย 74
3.44 เครื่องทอถุงมือ 75
3.45 เครื่องถักถุงเท้าที่ใช้ในการทดลอง 76
3.46 เครื่องถัก Flat knitting machine 77
4.1 เส้นใยติดเนื่องจากการพ่นสารลดไฟฟ้าสถิตน้อยเกินไป 79
4.2 ภาพตัดขวางของเส้นใยเศษไหม 80
4.3 ภาพตามความยาวของเส้นใยเศษไหม 80
4.4 แผ่นเส้นใยก่อนเข้าเครื่องสางใย 83
4.5 เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ 86
4.6 เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก 86
4.7 ถุงมือผ้าที่ถักจากเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก 89
4.8 ถุงเท้าถักจากเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ 89
4.9 ผ้าถักจากเส้นด้ายเศษไหมเครื่องทอกี่กระตุกด้วยเครื่องถัก Flat knitting machine 90

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเส้นไหมและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีและมีชื่อเสียงมากแห่งหนึ่งของโลก โดยในแต่ละปีจะมีการส่งออกไหมและผลิตภัณฑ์มีมูลค่ามากกว่าพันล้านบาทและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ผลผลิตไหมภายในประเทศผลิตได้ประมาณปีละ 1,400 ตัน โดยเป็นเส้นไหมที่ผลิตจากโรงงานสาวไหมประมาณ 350 ตัน เส้นไหมไทยที่ผลิตในระดับครัวเรือนของเกษตรกรประมาณ 1,050 ตัน [1]

ปัจจุบันการทอผ้าไหมทั้งแบบกี่กระตุกและการทอด้วยเครื่องจักรล้วนแล้วแต่มีของเสีย (Waste) เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งพบว่าโรงงานทอผ้าไหมด้วยกี่กระตุกในอำเภอปักธงชัย มีเครื่องทอกี่กระตุกประมาณ 590 เครื่อง [2] มีปริมาณของเสียทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อเครื่องคิดเป็นน้ำหนักประมาณ 15 กรัมต่อครั้งที่ทำการลงผ้า รวมมีปริมาณของเสียจากเครื่องทอกี่กระตุกที่คำนวณได้เท่ากับ 8.85 กิโลกรัม และจากการสำรวจข้อมูลจากโรงงานผู้ผลิตผ้าไหมด้วยเครื่องทออุตสาหกรรมหรือเครื่องทอแบบเรเปียร์ พบว่าในกระบวนการทอผ้ามีเศษเส้นด้ายไหมทางเส้นด้ายพุ่งในส่วนของริมผ้าหรือที่เรียกว่า ริมเรโน (Reno) ประมาณ 20 กรัมต่อความยาวผ้า 1 เมตร ซึ่งการทอผ้าไหมต่อครั้งจะยาวม้วนละประมาณ 50 เมตร ซึ่งจะมีเศษไหมจากกระบวนการผลิตดังกล่าวประมาณ 1 กิโลกรัมต่อครั้ง

ด้วยเหตุที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้วิธีคิดและความเป็นอยู่ของคนยุคนี้ห่างไกลจากธรรมชาติมากขึ้นเรื่อยๆ ความต้องการวัตถุดิบที่เป็นธรรมชาติในอุตสาหกรรมสิ่งทอ จึงเป็นกระแสหลักของทุกธุรกิจในปัจจุบันนี้มูลค่าสินค้าที่ผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติหรือออร์แกนิกทั่วโลกเติบโตสูงถึง 15-20% โดยเฉลี่ย เฉพาะในอังกฤษมีมูลค่าถึง 35.5 พันล้านปอนด์ ในปี 2008 ในแคนาดา มีผู้บริโภคสินค้าออร์แกนิกเพิ่มขึ้น 20% และจีนมีพื้นที่ปลูกพืชผล ออร์แกนิกที่มีใบรับรองแล้วมากถึง 2.3 ล้านเฮกตาร์ ซึ่งใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลก (ไม่รวมพื้นที่ที่ยังไม่ได้ใบรับรองอีก30.4 ล้านเฮกตาร์) สำหรับใยฝ้ายอินทรีย์ (Organic cotton) ในปี 2006 ผ้าฝ้ายที่ผลิตจากฝ้ายอินทรีย์ มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นถึง 57.9 เมตริกตัน คิดเป็น 0.2% ของการผลิตฝ้ายทั้งหมดในปี 2006 ซึ่งคาดว่าการส่งออกจะเติบโต 25-55% ในปี 2007 และ 2008 และยอดขายทั่วโลกของสินค้าสำเร็จรูปที่ทำจากผ้า

ฝ้ายอินทรีย์คาดว่าจะมียอดจำหน่ายในสหรัฐอเมริกา 2,600 ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี 2008 ด้วยความตื่นตัวในการสรรหาคุณประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อผนวกกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน เศษไหมทั้งเส้นยืนและพุ่งที่เหลือจากการทอผ้า จึงเป็นวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่ควรให้ความสนใจ ในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เนื่องจากเส้นใยไหมมีคุณสมบัติที่ดีและราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 1,300-2,000 บาท [3]

ผู้วิจัย จึงเกิดแนวความคิดที่จะนำเศษไหมจากเส้นด้ายที่เหลือจากการทอผ้าไหม ทั้งเส้นยืนและเส้นพุ่ง มาปั่นเป็นเส้นด้ายใยสั้น แล้วนำไปทอหรือถักเป็นผืนผ้า เพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษไหม ซึ่งจะเกิดประโยชน์ทั้งการลดมลภาวะในการทิ้งเศษไหม เพิ่มรายได้ให้กับผู้ผลิต โดยสามารถขายเศษไหมได้มูลค่ามากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาของ ชัยยุทธ ช่างสาร และคณะ ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้ประโยชน์จากเศษไหม แล้วพบว่า เศษใยไหมที่ติดอยู่กับผิวรังไหม มีเศษใยประมาณ ร้อยละ 18 ประเมินราคาประมาณ 17 ล้านบาทต่อปี (ข้อมูลในปี พ.ศ. 2530) ของค่าการผลิตที่ต้องเสียไป เพราะโดยทั่วไปเมื่อชาวบ้านสาวไหมแล้ว เศษใยเหล่านี้จะทิ้งโดยไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อีกเพราะเส้นใยเกาะกันเป็นกระจุกไม่สามารถสาวนำเส้นไหมที่ดีออกจากรังไหมได้

จากผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดแนวความคิด ที่จะนำเอาเศษไหมเหล่านี้มาปั่นเป็นเส้นด้ายไหม โดยกระบวนการปั่นด้ายฝ้าย เพราะเครื่องปั่นด้ายในประเทศไทย ร้อยละ 90 เป็นเครื่องปั่นด้ายฝ้าย โครงการนี้บรรลุผลดังเป้าหมายโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอไหมที่สนใจสามารถรับไปดำเนินงานได้โดยไม่ต้องปรับปรุงเครื่องจักรมาก ผลการวิจัยปรากฏว่า สามารถปั่นเป็นเส้นด้าย มีขนาดเท่ากับเส้นด้ายฝ้าย ตั้งแต่ขนาด 7 ถึงขนาด 20 จากนั้นได้ทำการทดลองนำเส้นด้าย จากเศษเส้นใยไหมไปทำการทอเป็นผืนผ้า และย้อมสี พบว่า ให้ประโยชน์ในการนำไปใช้งาน สามารถเพิ่มรายได้ที่ต้องเสียไปจากเศษเส้นใยเหล่านี้ไม่น้อยกว่าร้อยละ60

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อนำเศษไหมกลับมาใช้ประโยชน์ ในทางอุตสาหกรรมสิ่งทอ

1.2.2 เพื่อศึกษาทดลองกระบวนการปั่นเป็นเส้นด้ายไหมใยสั้น

1.2.3 เพื่อศึกษาทดลองการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาข้อมูลปริมาณเศษเส้นด้ายไหมที่เหลือจากการทอผ้าแบบกี่กระตุกในเขตอำเภอปักธงชัยและอำเภอสีดา จังหวัดนครราชสีมา และจากการทอผ้าด้วยเครื่องทอเรเปียร์ (Rapier loom) ของบริษัท อาร์ทรี จำกัด อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี และบริษัท พรีเมียร์ เท็กซ์ไทล์ อินดัสทรี้ จำกัด

อำเภอพานทอง จังหวัด ชลบุรี หลังจากนั้นจะนำไปทดลองปั่นเส้นด้ายไหมด้วยเครื่องปั่นด้ายใยสั้น และนำมาทดลองผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.4.1 ขั้นตอนการเตรียมการ

ขั้นตอนการตรวจสอบวิจัยเอกสาร และรวบรวมตัวอย่างเศษเส้นด้ายไหม ดังนี้

- การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ความรู้เรื่องไหมและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของเส้นด้ายไหม ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงไหม ความรู้เกี่ยวกับการทอผ้าไหม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- รวบรวมข้อมูลแหล่งผลิตและโรงงานทอผ้าไหม เพื่อรวบรวมตัวอย่างเศษไหมที่จะนำมาทำการทดลองปั่นด้าย
- ศึกษาข้อมูลประเภทและปริมาณเศษไหมที่เกิดจากการทอผ้าแบบกี่กระตุกและเครื่องทอเรเปียร์ (Rapier loom)
- การรวบรวมข้อมูลและติดต่อโรงงานเพื่อขอใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการทดลอง

1.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1) ขั้นตอนการทดลองโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

- ขั้นตอนการแยกประเภทเศษไหมทั้งแบบกี่กระตุกและแบบเครื่องทอเรเปียร์
- นำเศษเส้นด้ายไปตัดให้สั้นประมาณ 38 มิลลิเมตร
- ขั้นตอนการตีเปิดเศษด้ายไหม เพื่อทำให้เส้นใยสั้นแตกตัวจากนั้นนำไปทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย
- ขั้นตอนการปั่นด้าย นำเส้นใยที่ผ่านกระบวนการตีเปิดแล้วไปปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยกระบวนการปั่นด้ายใยสั้น (Ring spinning)
- นำเส้นด้ายไปทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพ
- ขั้นตอนการนำไปทดลองทำเป็นผลิตภัณฑ์ โดยการนำเส้นด้ายไหมไปถักเป็นถุงมือ ถุงเท้า เสื้อหรือผ้าพันคอ เป็นต้น

2) ขั้นตอนการสรุปผลและวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดสอบ เพื่อรายงานผลการวิจัย

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องการนำเศษไหมที่เหลือจากการทอผ้าไหมมาปั่นเป็นเส้นด้ายนั้น ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยต่างๆ และทฤษฎีที่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับไหม

2.2 เครื่องทอกี่กระตุก

2.3 เครื่องทอเรเปียร์

2.4 ริมผ้า

2.5 การปั่นด้ายใยสั้นหรือแบบวงแหวน

2.6 โครงสร้างเส้นด้าย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับ ไหม (Silk)

2.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ [4]

ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติ โดยมีส่วนประกอบหลักเป็นโปรตีนซึ่งได้มาจากรังของตัวหนอน ใยไหมจัดอยู่ในประเภทเส้นใยธรรมชาติ ใยยาวประมาณ 300 ถึง 600 หลา ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของไหม เส้นใยไหมจำแนกออกตามปัจจัยต่อไปนี้ คือ

- ชนิดของรังไหม
- แหล่งกำเนิดและการเลี้ยงไหม
- ความยาวและความบริสุทธิ์ของใย
- ความเรียบและความสม่ำเสมอของใย

ภาพที่ 2.1 เป็นการแสดงวงจรชีวิตของไหมหรือหนอนไหม ซึ่งใช้เวลาประมาณ 45-52 วัน หนอนไหมจะกินใบหม่อนหลังจากฟักออกจากไข่ประมาณวันที่ 10 จากนั้นจะหยุดกินอาหารและลอกคราบ ระยะนี้เรียกว่า “ไหมนอน” ต่อจากนั้นจะกินนอนและลอกคราบประมาณ 4ครั้งเรียกว่า “ไหมตื่น” ลำตัว จะมีสีขาวเหลืองใสหดสั้น และหยุดกินอาหาร ระยะนี้เรียกว่า “หนอนสุก” ช่วงนี้ผู้เลี้ยงไหมต้องรีบแยกหนอนไหมสุกออกจากกองใบหม่อน และเตรียม “จ่อ” คืออุปกรณ์ที่จะให้ตัวไหมเกาะเพื่อชักใยห่อหุ้มตัว หนอนจะพ่นใยได้ประมาณ 6-7 วัน

ภาพที่ 2.1 วงจรชีวิตไหม

เส้นใยไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวที่เป็นเส้นใยยาวที่ได้จากหนอนไหม โดยมีความยาวต่อเนื่องตลอดเส้นที่เกิดจากรังไหมแต่ละรัง ความยาวจะอยู่ระหว่าง 1300 - 2000 ฟุต เส้นใยไหมเป็นเส้นใยโปรตีนเป็น Fibroin และมีกาวที่หุ้มใย Fibroin ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งคือ Sericin และเส้นใยไหมมีสมการโครงสร้างทางเคมี คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และ ซัลเฟอร์ แต่ ซัลเฟอร์มีเพียงเล็กน้อยเมื่อทำการฟอกไหม ซัลเฟอร์ก็จะหลุดออกหมด ไหมเป็นเส้นใยยาวต่อเนื่องตลอดเส้น มีผิวที่ราบเรียบแต่ไม่สม่ำเสมอตลอดความยาวของเส้นใย พื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน ลักษณะของโมเลกุลจะเป็นลูกโซ่โมเลกุลเหยียดยาว ไม่พับตัวกันเหมือน ขนสัตว์โมเลกุลจึงเรียงกันยาวและเกาะตัวกันแน่นกว่า

ไหมมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการด้วยกัน สามารถใช้งานได้กว้างขวางเป็นที่นิยมผ้าไหมมีความสวยงาม เป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับความละเอียดของเส้นใย มีสภาพยืดหยุ่นและการทนต่อรอยยับได้ดี สวมใส่สบาย เพราะเส้นใยดูดซึมความชื้นได้ดี แห้งเร็ว ไม่จับฝุ่นง่าย สามารถย้อมหรือพิมพ์สีได้หลายชนิด ทอเป็นผ้าที่โครงสร้างหลากหลาย ทั้งชนิดที่บางเบาทิ้งตัวดีไปจนถึงผ้าที่มีโครงสร้างแน่น หนัก และมีความแข็งแรงทนทานสูง

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของไหม

คุณสมบัติของเส้นใยไหม	รายละเอียด
ความละเอียด	1.25 ดีเนียร์
ความยาว	390 - 1200 เมตร
สี	เหลืองไปถึงเทา
ความมัน	ความมันดีมาก
ความแข็งแรง	ทนแรงดึง แห้ง 3.5 - 5.0 gpd เปียกลดลง 20%
สภาพยืดหยุ่น	20% ของความยาวเดิม
การคืนตัวจากแรงอัด	คืนกลับได้ดี
การดูดซึมความชื้น	11%
ความร้อน	ทนความร้อนได้ประมาณ 170 องศาเซลเซียส
ความถ่วงจำเพาะ	1.25

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางเคมีของไหม

คุณสมบัติของเส้นใยไหม	รายละเอียด
กรด	ถูกทำลายได้ด้วยกรดเข้มข้น
ด่าง	ถูกทำลายได้ด้วยด่างเข้มข้น
เกลือคลอไรด์	ไม่ทน
สารละลายอินทรีย์	ทนได้ดี
การทนต่อราและแมลง	ทนต่อราและแมลงได้ดี
แสงแดด	ไม่ทนต่อแสงแดด
การย้อมสี	รับสีย้อมได้ดีมาก
สารซักฟอก	ไม่ทนต่อสารซักฟอกพวกออกซิไดส์

2.1.2 การทอผ้าไหม

เมื่อได้รับไหมสดจะต้องนำไปอบให้แห้ง จากนั้นนำไหมที่อบแห้งไปต้มในน้ำที่สะอาดที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง รังไหมจะเริ่มพองตัวออก ใช้ปลายไม้เกี่ยวเส้นใยออกมารวมกันหลายๆ เส้น การสาวต้องเริ่มต้นจากขุยรอบนอกและเส้นใยภายในรวมกัน เรียกว่า “ไหมสาว” หรือ “ไหมเปลือก” ครั้นสาวถึงเส้นใยภายในแล้ว เอารังไหมที่มีเส้นภายในแยกไปสาวต่างหากเรียกว่า “เส้นไหมน้อย” หรือ “ไหมหนึ่ง” ผู้สาวไหมต้องมีความชำนาญและทักษะจึงจะได้เส้นไหมที่มีคุณภาพดี เมื่อเติมรังไหมลงไปอีก รังไหมใหม่สามารถรวมเส้นกับรังไหมเก่าได้ โดยไม่ทำให้เส้นไหมขาด การสาวไหมแสดงในภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 การสาวไหม

ตามธรรมดาผ้าไหมบางมักทอด้วยมือเครื่องทอทำด้วยไม้ มีทั้งชนิดหูกพื้นเมือง และกี่กระตุก ผ้าพื้นมักทอด้วยกี่กระตุก เพราะทอได้รวดเร็วแต่ผ้ายกต้องทอด้วยหูกพื้นเมือง ซึ่งกินเวลายาวนานมาก ผืนหนึ่งอาจใช้เวลาถึง 3 เดือนหากลายของผ้านั้นมีความละเอียด และซับซ้อนมาก เส้นไหมที่ใช้ทอ มี 2 ชนิด คือเส้นไหมยืนและเส้นไหมพุ่ง ในปัจจุบันนิยมใช้เส้นไหมต่างประเทศเป็นเส้นยืนเนื่องจากหาได้ง่าย เส้นด้ายเรียบไม่ติดฟันหวี และมีความเหนียวไม่ขาดง่ายขณะทอส่วนเส้นไหมพุ่งจะเป็นเส้นไหมพื้นเมืองเกือบทั้งสิ้น

การเตรียมเส้นยืน เริ่มตั้งแต่การลงแป้ง การกรอเข้าบีมม้วนด้ายยืน (Beam) การเดินด้าย การหวีด้าย และการเก็บตะกอ เส้นไหมที่ย้อมสีแล้วจะนำมาชุบด้วยน้ำแป้ง แล้วบิดให้แห้งกระตุกให้เส้นแตกและตากแดด ให้แห้ง เพื่อให้เส้นไหมมีผิวเรียบ จากนั้นเอาเส้นด้ายไปกรอเข้าหลอดให้มีความยาว พอสำหรับเดินด้ายเครื่องเดินด้าย ประกอบด้วยราวสำหรับบรรจุหลอดด้าย และแคร่ขมวดให้เป็น ลูกโซ่ เพื่อป้องกันยุ่งเก็บลงหีบสำหรับนำไปหวีต่อไป

การหวีด้ายให้เป็นแผ่นเส้นยืน จากลักษณะเป็นกำให้กระจายเป็นแผ่นให้สม่ำเสมอกัน แล้วม้วนเก็บ เข้าแกนของกงพัด สำหรับตั้งบนกี่การหวีด้ายเริ่มจากการเอาปลายด้านหนึ่ง สอดเข้าในม้าอัดด้าย ร้อยด้ายยืนเข้าฟันหวีผูกเข้ากับแกนกงพัดม้วนด้าย การหวีด้ายใช้ คน 2 คน คนหนึ่งทำหน้าที่ม้วนกงพัด อีกคนหนึ่งใช้ฟันหวี หวีด้ายให้เรียบและสม่ำเสมอ เมื่อเส้นยืนถูกม้วนเข้ากงพัดหมดก็จะนำไปติดตั้งและขึงบนกี่สำหรับเก็บตะกอต่อไป ตะกอที่ใช้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลวดลายที่จะทอ หากลวดลายมีความละเอียดมากก็ต้องใช้ตะกอมาก ซึ่งอาจใช้ถึง 200 ตะกอ เส้นยืนแต่ละเส้นจะถูกคล้องไว้ด้วยห่วงเส้นด้าย 2 ชุด ชุดบนสำหรับยกเส้นยืนขึ้นชุดล่างสำหรับดึงเส้นยืนลง

การเตรียมเส้นพุ่ง เริ่มจากการกรอไหมจากเข็ดไหมบนระวิงเข้าอักแล้วกรอจากอักเข้าหลอดด้ายพุ่งสำหรับไปใช้ทอต่อไปด้วยเครื่องกรอที่เรียกว่า "ไนกรอไหม" ผ้าไหมไทยที่ทอเสร็จแล้วแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 5 ชนิด ได้แก่

1) ผ้าไหมไทยชนิดบางมาก มีน้ำหนัก 51-85 กรัมต่อหนึ่งตารางเมตร เหมาะสมสำหรับทำผ้าพันคอ ผ้าคลุมผม ตัดเย็บเสื้อผ้า

2) ผ้าไหมไทยชนิดบางมีน้ำหนัก 86-120 กรัมต่อหนึ่งตารางเมตร เหมาะสำหรับใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม

3) ผ้าไหมชนิดหนา มีน้ำหนัก 121-179 กรัมต่อหนึ่งตารางเมตร เหมาะสำหรับตัดเสื้อผ้าเมืองหนาว ชนิดนี้เป็นที่นิยมของตลาดต่างประเทศ

4) ผ้าไหมชนิดหนามาก มีน้ำหนัก 180-275 กรัมต่อหนึ่งตารางเมตร เหมาะสำหรับตัดเสื้อและกางเกงผู้ชาย

5) ผ้าไหมชนิดหนาพิเศษมีน้ำหนัก 239 กรัมต่อหนึ่งตารางเมตร ขึ้นไป เหมาะสำหรับบุเฟอร์นิเจอร์ทำผ้าม่าน แต่การทอทำได้ยากจึงมักมีราคาแพง

2.1.3 เศษไหม

ในกระบวนการผลิตผ้าไหมแต่ละกระบวนการล้วนแล้วแต่มีของเสียเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการทอผ้าด้วยมือหรือการทอผ้าด้วยเครื่องจักรอุตสาหกรรมก็ตาม เศษไหมที่เหลือจากการสาวไหมและจากการทอผ้าไหม (Silk waste) ในทางการค้าแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) เศษไหมที่เกิดจากความไม่สมบูรณ์ของรังไหม เช่น รังเสีย

2) เศษไหมที่เกิดจากกระบวนการผลิต นับตั้งแต่การสาวไหม จนถึงการทอผ้าไหมจะประกอบด้วย

- Floss หมายถึงเส้นใยที่ติดอยู่กับผิวรัง หรือเปลือกรัง ซึ่งจะต้องมีการดึงเอาออกก่อนที่จะสาวเส้นไหมยืน เพราะถ้าไม่มีการลอกเอา Floss ออกก่อน จะทำให้เส้นไหมนั้นมีสมบัติหยาบ

และคุณภาพต่ำ จะมีปริมาณร้อยละ 0.5 ของรังไหมสด เศษไหมส่วนนี้ส่วนใหญ่ชาวบ้านจะทิ้งหรือบางแห่งจะนำเอาไปทำผ้านวม เพราะมีความนุ่มและอุ่นสบาย แต่มีปัญหาการเกาะกันเป็นกระจุกของเส้นใย

- Frison เป็นเศษไหมที่มีราคาสูง เพราะเป็นเศษไหมที่มีคุณภาพค่อนข้างจะดี เศษไหมส่วนนี้จะได้มาจากการเริ่มต้นของการสาวไหมยืนออกจากรัง มีความยาวของเส้นใยมากพอสมควร หรือเรียกว่า Outside-waste

- Curlies or Frisonnets คือ เศษไหมที่สาวออกมาก่อนถึงตัวดักแด้ โดยการนำรังไหมที่สาวออกหมดแล้วไปผ่านเครื่องตีและดึงเส้นใยอีกครั้ง หรือเรียกว่า Inside-waste

3) เศษไหมที่ได้จากการดึงหรือการสางออกจากเศษผ้าไหมทอ เศษไหมชนิดนี้ได้จากการดึงออกจากผ้าไหมที่ไม่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

4) เศษไหมที่เหลือจากการทอผ้า เศษไหมชนิดนี้ได้มาจากเส้นด้ายไหมเส้นยืนและเส้นพุ่งที่เหลือจากการทอผ้า เศษเส้นด้ายยืนได้มาจากเส้นด้ายไหมที่เหลือจากการทอผ้าระหว่างตะกอถึงม้วนด้ายยืน และเศษเส้นด้ายพุ่งได้มาระหว่างการทอผ้า จากการผลิตนั้นมีเศษไหมที่เหลือเป็นจำนวนมาก ทำให้เศษไหมเหล่านี้ต้องถูกทิ้งโดยสูญเปล่า

2.2 การทอผ้าไหมแบบกี่กระตุก

2.2.1 อุปกรณ์สำหรับทอผ้าประกอบด้วยส่วนต่าง ดังนี้

1) ฟืมหรือฟันหวี มีลักษณะคล้ายหวียาวเท่ากับความกว้างของหน้าผ้าทำด้วยโลหะ มีลักษณะเป็นซี่เล็กๆ มีกรอบทำด้วยไม้หรือโลหะแต่ละซี่ของฟืมจะเป็นช่องสำหรับสอดด้ายยืนเข้าไป เป็นการจัดเรียงด้ายยืนให้ห่างกันตามความละเอียดของเนื้อผ้า เป็นส่วนที่ใช้กระทบให้เส้นด้ายที่ทอเรียงติดกันแน่นเป็นผืนผ้าฟืมสมัยโบราณทำด้วยไม้แกะสลักเป็นรูปนกหรือเป็นลวดลายต่าง ๆ

2) เขาหูก หรือ ตะกอ / ตระกอ คือส่วนที่ใช้สอดด้ายเป็นด้ายยืน และแบ่งด้ายยืนออกเป็นหมู่ๆ ตามต้องการ เพื่อที่จะพุ่งกระสวยเข้าหากันได้สะดวก เขาหูกมีอยู่ 2 อัน แต่ละอันเวลาสอดด้ายต้องสอดสลับกันไปเส้นหนึ่งเว้นเส้นหนึ่ง ที่เขาหูกจะมีเชือกผูกแขวนไว้กับด้านบน โดยผูกเชือกเส้นเดียวสามารถจะเลื่อนไปมาได้ส่วนล่างผูกเชือกติดกับคานเหยียบหรือตีนเหยียบไว้ เพื่อเวลาต้องการดึงด้ายให้เป็นช่องก็ใช้เท้าเหยียบคานเหยียบนี้ คานเหยียบจะเป็นตัวดึงเขาหูกให้เลื่อนขึ้นลง ถ้าหากต้องการทอเป็นลายๆ ก็ต้องใช้คานเหยียบหลายอัน เช่น ลายสองใช้คานเหยียบ 4 อัน เรียก ทอ 4 ตะกอ ลายสามใช้คานเหยียบ 6 อัน เรียก ทอ 6 ตะกอ จำนวนตะกอที่ช่างทอผ้าเกาะยอใช้ มีตั้งแต่ 2–12 ตะกอ ผ้าผืนใดที่ทอหลายตะกอถือว่ามีคุณภาพดีมีลวดลายที่ละเอียดสวยงาม และมีราคาแพง

3) กระสวย คือไม้ที่เป็นรูปเรียวตรงปลายทั้งสองข้าง ตรงกลางใหญ่ และมีร่องสำหรับใส่หลอดด้ายพุ่ง ใช้สำหรับพุ่งสอดไปในช่องด้ายยืนระหว่างการทอผ้า หลังจากที่ช่างทอเหยียบคานเหยียบให้เขาหูกแยกเส้นด้ายยืนแล้ว

4) ไม้แกนม้วนผ้า หรือ ไม้กำพั่น ชาวบ้านเกาะยอเรียกว่า “พั้นรับผ้า” เป็นไม้ที่ใช้ สำหรับม้วนผ้าที่ทอแล้ว ไม้แกนม้วนผ้ามีขนาดความยาวเท่ากับกี่หรือเท่ากับความกว้างของหน้าผ้า

5) คานเหยียบ หรือ ตีนเหยียบ เป็นไม้ใช้สำหรับเหยียบเครื่องบังคับตะกอ เพื่อให้เชือกที่โยงต่อมาจากเขาหูกหรือตะกอดึงด้ายยืนให้แยกออกเป็นหมู่ ขณะที่ช่างทอพุ่งกระสวยด้ายพุ่งเข้าไปขัดด้ายยืนให้เกิดเป็นลวดลายต่าง ๆ

6) สายกระตุก หรือ เชือกดึงเวลาพุ่งกระสวย จึงเกิดศัพท์ว่า “กี่กระตุก” โดยช่างทอผ้าจะใช้มือข้างหนึ่งกระตุกสายเชือกนี้ กระสวยก็จะแล่นไปแล่นมาเองและใช้มืออีกข้างดึงฟืมให้กระแทกเนื้อผ้าที่ทอแล้วให้แน่น

7) ระหัดถักด้าย เป็นไม้ระหัดสำหรับม้วนด้ายยืน

8) หลอดด้ายพุ่ง เป็นหลอดไม้ไผ่ที่บรรจุด้ายสีต่าง ๆ สอดอยู่ในรางกระสวยเพื่อใช้พุ่งไปขัดด้ายยืนในขณะที่ช่างทอกำลังทอผ้าและกระตุกสายกระตุกไปหลอดเส้นด้ายพุ่งก็จะพุ่งไปขัดกับเส้นด้ายยืนเกิดเป็นลายผ้าตามต้องการ

9) หลอดด้ายยืน เป็น หลอดด้ายหลักที่ขึงอยู่ในกี่โดยสอดผ่านฟืมเรียบร้อยแล้ว มีลักษณะอยู่ในแนวตั้ง

10) ผัง เป็นไม้สำหรับค้ำความกว้างของผ้าให้หน้าผ้าตึงพอดีกับฟืม เพื่อว่าจะได้สะดวกเวลาทอ และเส้นด้ายตรงลายไม่คดไปคดมา ด้านหัวและด้านท้ายของผังจะผูกเข็มไว้เพื่อใช้สอดริมผ้าทั้งสองข้าง

11) ไนปั่นด้าย เป็นอุปกรณ์ที่แยกออกมาจากกี่ทอผ้า ใช้สำหรับปั่นด้ายเข้ากระสวย และปั่นด้ายยืนเข้าระหัดถักด้าย

2.2.2 เครื่องทอผ้าแบบกี่กระตุก (Hand loom)

เป็นเครื่องทอผ้าชนิดหนึ่งที่มีสายกระตุกเพื่อให้กระสวยพุ่งไปได้เอง ในปัจจุบันนอกจากกี่พื้นบ้านแล้ว พบว่ามีการใช้กี่กระตุกซึ่งเป็นผลพวงจากการส่งเสริมให้มีการผลิตผ้าใช้เองในช่วง พ.ศ.2480

1) วิธีการทอผ้า

ในการทอผ้าแบบกี่กระตุกจะมีขั้นตอนในการทอดังนี้ คือ

- ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสับตะกอให้ด้ายแยกออกจากกัน โดยใช้เท้าเหยียบคานเหยียบที่อยู่ข้างล่างเพื่อเปิดช่องว่างสำหรับให้ด้ายพุ่ง ผ่านเข้าไปได้

- ขั้นตอนที่ 2ใช้มือพุ่งกระสวยด้ายพุ่งให้สอดไประหว่างด้ายที่มีช่องสอดกระสวยซึ่งทำด้วยไม้

- ขั้นตอนที่ 3 ปล่อยเท้าที่เหยียบคานเหยียบออก เพื่อให้ด้ายยืนรวมเป็นหมู่เดียวกันตามเดิม จากนั้นกระทบฟันหวีโดยแรงฟันหวีจะพาด้ายพุ่งให้เข้ามาประชิดกันเป็นเส้นตรง

- ขั้นตอนที่ 4 เหยียบคานเหยียบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งตรงกันข้ามกับขั้นตอนที่ 1 กระทบฟันหวีโดยแรงอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงพุ่งด้ายเส้นที่ 2 จะทำให้ได้ผ้าเนื้อแน่นขึ้น

โดยช่างทอผ้าจะต้องทำตามขั้นตอนตั้งแต่ ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 ต่อเนื่องกันไปจนกว่าจะได้ผืนผ้าตามความต้องการ หรือจนหมดความยาวของด้ายยืน แรงกระแทกของฟืม หรือฟันหวีจะมีผลต่อความยาวของผ้าที่ทอคือทำให้เนื้อผ้าแน่นหนาหรือบางได้ คือช่างทอผ้าบางคนที่กระแทกฟันหวีแรงจะมีอัตราการทอผ้าได้ประมาณ 4-5 หลาต่อวันและเนื้อผ้าจะหนาแน่นในขณะที่ถ้ากระแทกฟันหวีเบาจะทอได้ถึง 6-7 หลาต่อวันและได้เนื้อผ้าจะบางเบา ดังนั้นคุณภาพและราคา ของผ้าจึงต่างกันเพราะแรงกระแทกในการทอด้วย การทอผ้าไหมแบบกี่กระตุกแสดงในภาพที่ 2.3

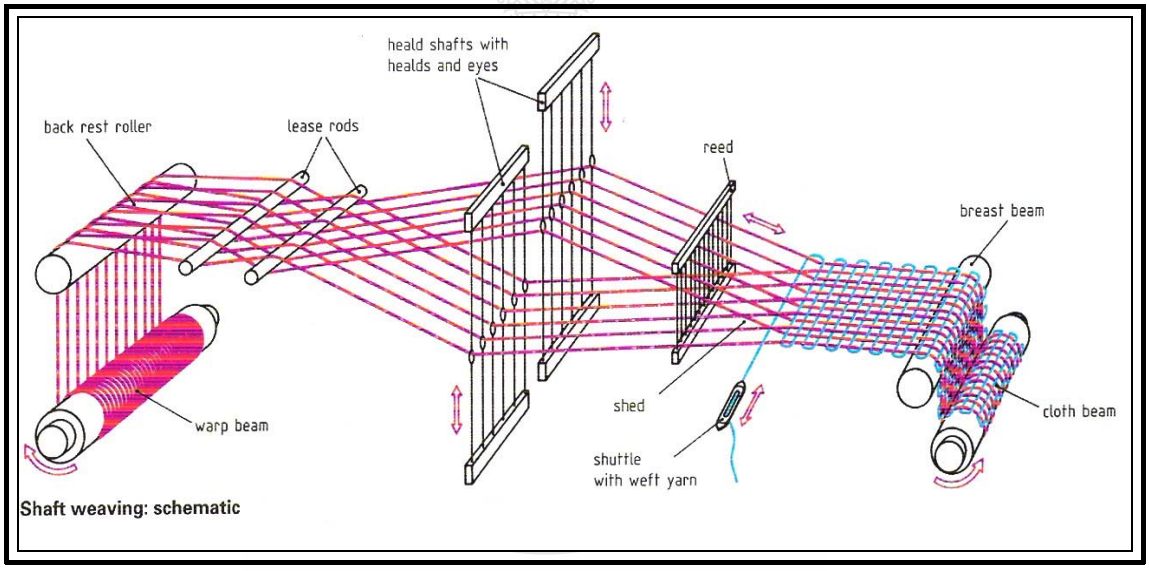
ภาพที่ 2.3 การทอผ้าไหมแบบกี่กระตุก

2.3 เครื่องทอผ้าแบบอุตสาหกรรม (Weaving)

เครื่องทอผ้าได้ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้งานราวต้นศตวรรษที่ 18 เป็นเครื่องทอผ้าด้วยมือ ตัวเครื่องทำด้วยไม้หลังจากนั้นจึงถูกพัฒนาต่อมาเป็นลำดับ จากการใช้แรงงานมนุษย์เป็นพลังงานไฟฟ้าการควบคุมเครื่องจักรโดยเชิงกลเป็นการควบคุมโดยวงจรไฟฟ้าหรืออิเลคทรอนิค และใช้คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมเครื่องจักรในปัจจุบัน แต่กลไกหลักที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมากที่สุด คือ กลไกการส่งเส้นด้ายพุ่ง จากเครื่องทอที่ใช้กระสวยเป็นเครื่องทอไร้กระสวย

2.3.1 หลักการทอผ้า (Principles of weaving) [5]

การทอผ้าจะประกอบด้วยเส้นด้าย 2 ชุด คือ ด้ายยืนและด้ายพุ่ง โดยเส้นด้ายยืนจะถูกเปิดออกให้เป็นช่องตะกอ (Shedding) โดยการยกขึ้นลงของตับตะกอ (Held frame) ซึ่งถูกควบคุมให้ขึ้นและลงตามจังหวะของการทำงานของเครื่องทอ เส้นด้ายพุ่งจะสอดเข้าไปโดยมีอุปกรณ์ส่งเส้นพุ่งเป็นตัวพาและการกระทบเส้นพุ่ง (Beat-up) ให้เข้าไปในเนื้อผ้า ณ ตำแหน่งที่ต้องการโดยฟันหวีดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การร้อยเส้นด้ายยืนและการทอผ้า

2.3.2 กลไกการทอผ้า (Weaving motion) ประกอบด้วยกลไกต่อไปนี้

1) กลไกหลัก (Primary motions)

- การเปิดช่องตะกอ (Shedding motion)
- การสอดใส่เส้นพุ่ง (Weft insertion motion)
- การกระทบเส้นพุ่ง (Beating up motion)

2) กลไกรอง (Secondary motions)

- การคลายเส้นยืน (Let-off motion)
- การดึงและม้วนผ้า (Take-up motion)

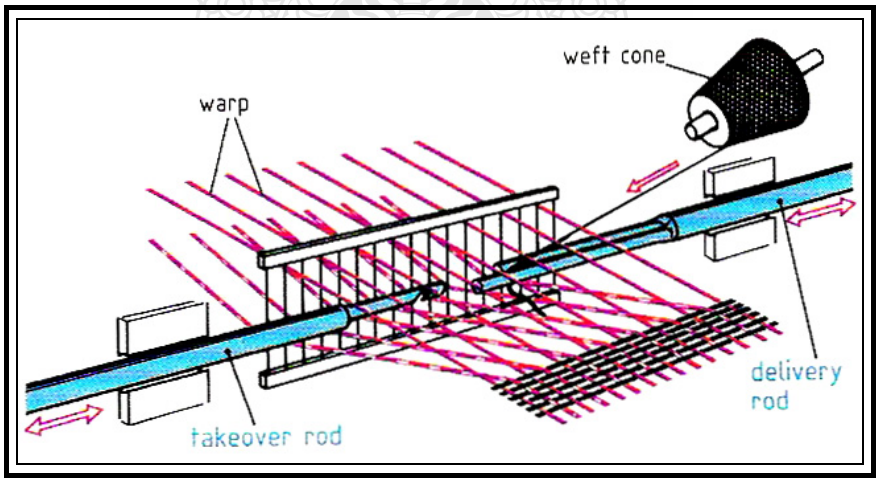
3) กลไกช่วย (Quxiliary motions)

- การหยุดเมื่อเส้นยืนขาด (Warp stop motion)
- การหยุดเมื่อเส้นพุ่งขาด (Weft stop motion)
- การเปลี่ยนหลอดเส้นพุ่ง (Weft changing motion

2.3.3 เครื่องทอไร้กระสวย (Shuttleless loom)

เครื่องทอผ้าไร้กระสวยได้รับการพัฒนามาจากเครื่องทอกระสวย โดยใช้อุปกรณ์อื่นส่งเส้นพุ่งแทนการใช้กระสวยและเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมทอผ้า และในแต่ละแบบจะมีความเหมาะสมกับการทอผ้าแต่ละชนิดแตกต่างกันทั้งในด้านเทคโนโลยีและต้นทุนการผลิต

เครื่องทอเรเปียร์ (Rapier loom) ลักษณะเป็นก้านมีทั้งชนิดแข็งและชนิดอ่อน ที่ปลายด้านหนึ่งจะเป็นหัวส่งด้านหนึ่งจะเป็นหัวรับเส้นด้าย ก้านทั้งสองจะถูกขับเคลื่อนมาพบกันประมาณกึ่งกลางหน้าผ้าเพื่อส่งและรับเส้นด้ายพุ่งให้ขัดสานกับด้ายยืนเป็นผืนผ้า ความเร็วรอบเครื่องทอประมาณ 250-500 รอบต่อนาที การทำงานดังกล่าวแสดงในภาพที่ 2.5 และภาพที่ 2.6 แสดงภาพเครื่องทอเรเปียร์



ภาพที่ 2.5 การทำงานเครื่องทอเรเปียร์ (Rapier loom)

ภาพที่ 2.6 เครื่องทอผ้าเรเปียร์ (Rapier loom)

2.4 ริมผ้า (Selvage) [6]

ผ้าทอจะต้องมีริมผ้า ซึ่งจะอยู่ที่ด้านนอกสุดของผืนผ้าตามเส้นยืน โดยทั่วไปจะใช้เส้นด้ายให้แตกต่างไปจากด้ายยืนในผืนผ้า เช่นเหนียวกว่า ใหญ่กว่า ด้ายย้อมต่างสี ด้ายยืนเส้นคู่หรือสืบเส้นด้ายยืนให้ชิดกันมากกว่าในเนื้อผ้า ความกว้างของริมผ้านี้แตกต่างกันตั้งแต่ 18-30 เส้นหรือ 0.6-0.9 เซ็นติเมตร เมื่อพิจารณาผ้าที่ผลิตออกจำหน่าย มีริมหลายชนิด ถ้ายิ่งเป็นผ้าที่ต้องใช้ทั้งผืนริมต้องทนทานเป็นพิเศษ

ริมธรรมดา คือ ริมที่มีลักษณะเหมือนกับเนื้อผ้า บางทีจะทอให้แน่นกว่า เช่นริมผ้าขาวที่เราเรียกกันว่า ผ้าหกคืบ ผ้าห้าคืบ ผ้าเปลือกกระเทียมเป็นต้น

ริมเทป (Tape) คือ ริมที่เส้นด้ายสอดสลับกันเหมือนลายสองหรือลายก้างปลาทำให้ยืดหดได้ ริมทนทานกว่าริมชนิดอื่น เหมาะสำหรับทำริมผ้าปูที่นอน

ริมตัด(Split) ผ้าประเภทนี้มักจะทอเป็นวงกลมหรือผืนใหญ่ แล้วตัดออกเป็นผืนกว้าง เช่น ผ้าเจอร์ซี่ ผ้ามุ้งเม็ดพริกไทย

ริมอัด(Fussed) เป็นริมตัดที่ใช้ความร้อนอัดให้เส้นด้ายติดกัน ใช้ได้กับผ้าใยสังเคราะห์เท่านั้น ถ้าทำกับผ้าเจอร์ซี่และริบบิ้น ริมจะไม่ม้วน

2.5 การปั่นด้ายใยสั้นหรือแบบวงแหวน (Ring Spinning) [5]

กระบวนการปั่นด้ายใยสั้น (Spun Yarn) มีขั้นตอนและกระบวนการผลิตดังนี้ คือ

1) กระบวนการขั้นต้นของการผสม

- การทำความสะอาดและการกำจัดสิ่งสกปรกเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับสิ่งแปลกปลอมที่ติดมากับใยธรรมชาติ

- การเปิดเส้นใย เป็นสิ่งจำเป็นมากทั้งใยธรรมชาติและใยสังเคราะห์ เนื่องจากเส้นใยถูกอัดแน่นมากจากเบลฝ้าย (Bale)

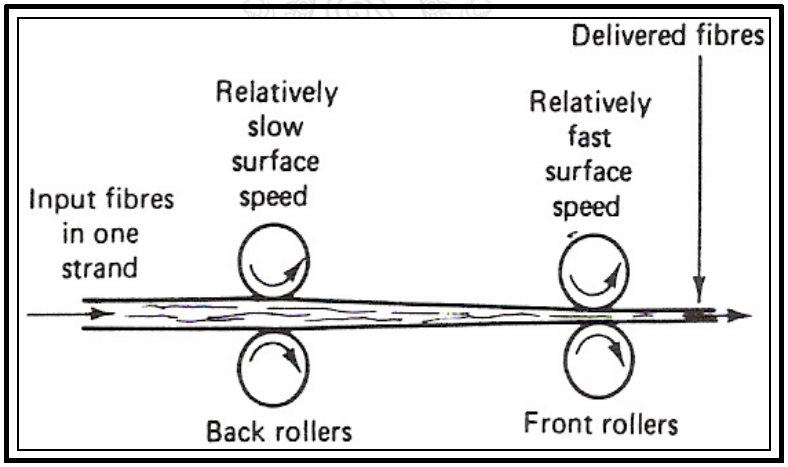
- การผสม จะมีปัจจัยที่มีผลต่อการผสมหลายอย่างดังนี้ คือ

  - ความแตกต่างของสมบัติเส้นใย
  - ความแตกต่างของสภาวะการผลิตใยสังเคราะห์
  - สมบัติของผลิตภัณฑ์
  - ต้นทุนและราคา

2) การฟอร์มเส้นใยให้เป็น Sliverโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นที่เครื่องสางใย (Carding) ส่วนในกระบวนการผลิตด้วยขนสัตว์ หรือ Filament จะมีลักษณะเป็น Tow การรวบเส้นใยให้เป็นสายเส้นใยโดยไม่มีเกลียวนี้เราเรียกว่า สไลเวอร์ (Sliver)

3) การลดขนาด ทำได้โดยใช้ชุดลูกกลิ้งดึงรีดและการควบเพื่อลดขนาดของ Sliver ให้เล็กลงแสดงในภาพที่ 2.7

- การลดขนาด (Drafting) เกิดจากการใช้ลูกกลิ้ง 2 คู่โดยที่คู่หน้ามีความเร็วมากกว่าคู่หลัง มีผลทำให้เส้นใย มีความยาวเพิ่มขึ้นและขนาดบางลง เส้นใยเรียงตัวขนานกันมากขึ้น



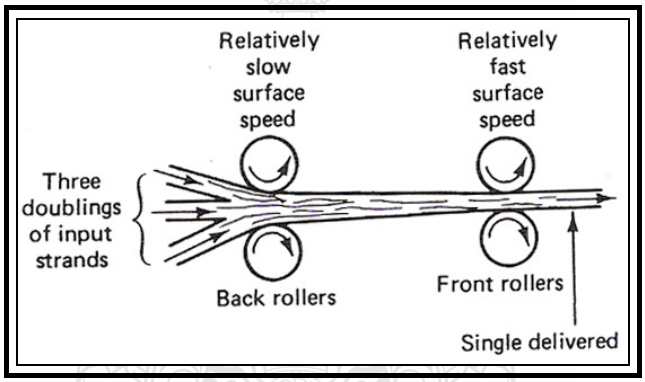
ภาพที่ 2.7 การลดขนาด (Drafting)

$$\text{การลดขนาด (Draft)} = \frac{\text{น้ำหนัก/ความยาวที่ป้อนเข้า}}{\text{น้ำหนัก/ความยาวที่ออก}} \quad \text{(Actual draft)} \qquad (2.1)$$

$$= \frac{\text{ความยาว/น้ำหนักที่ออก}}{\text{ความยาว/น้ำหนักที่ป้อน}} \quad \text{(Actual draft)}$$

$$= \frac{\text{ความเร็วผิวของลูกกลิ้งคู่หน้า}}{\text{ความเร็วผิวของลูกกลิ้งคู่หลัง}} \quad \text{(Mechanical draft)}$$

- การควบ (Doubling) หมายถึงการป้อนสไลเวอร์ตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไปเข้าไปในโซนรีดเพื่อลดขนาดแล้วทำให้ สไลเวอร์รวมตัวกันออกมาเป็นเส้นเดียว เพื่อลดความไม่สม่ำเสมอและผสมใยให้คลุกเคล้าดียิ่งขึ้น แสดงการควบในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 การควบ (Doubling)

4) การตีเกลียว (Twisting) เพื่อไม่ให้เส้นใยลื่นไหลออกจากกันและให้ยึดเกาะกันด้วยความฝืด

5) การควบหรือการกรอด้าย (Winding) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการฟอร์มเส้นด้ายให้เป็นลูกด้ายตามความต้องการสำหรับกระบวนการต่อไป

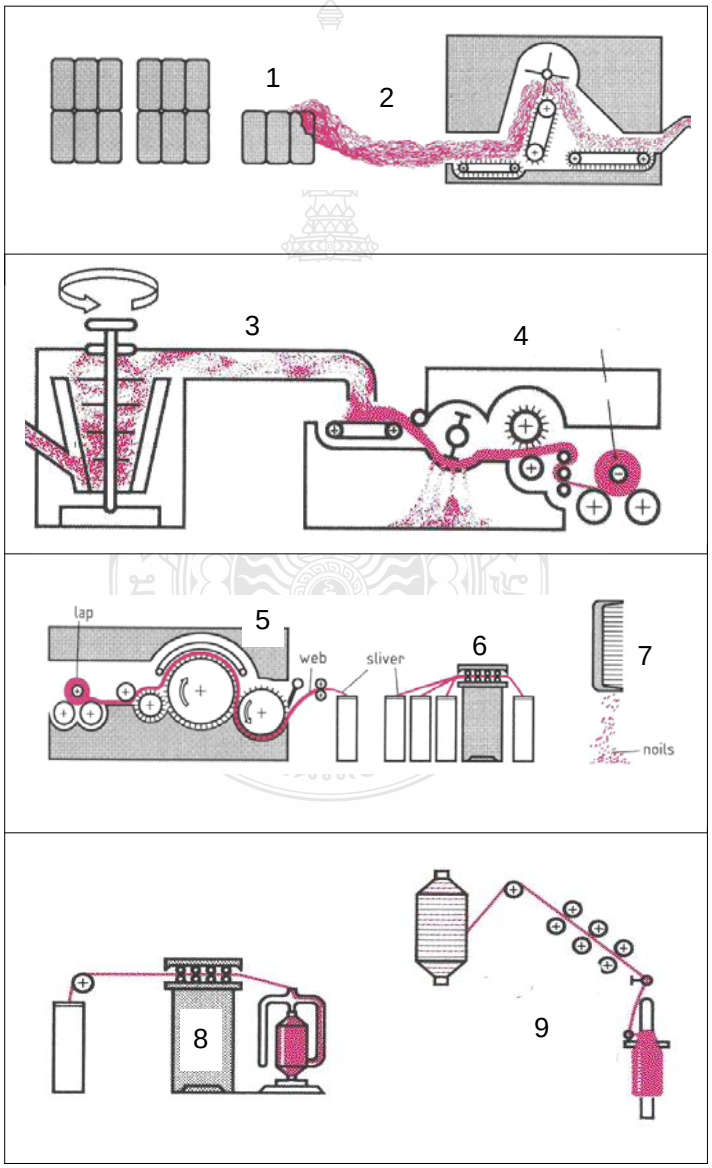
2.5.1 ระบบการปั่นด้ายฝ้าย (Cotton spinning system)

กระบวนการปั่นด้ายฝ้าย จะใช้เส้นใยที่มีความยาวเส้นใยตั้งแต่ 20-50 มิลลิเมตร โดยเริ่มแรกจะต้องนำเส้นใยจากเบลมาคัดเลือกเอาสิ่งแปลกปลอมออกเสียก่อน แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.9 การจำแนกเส้นด้ายฝ้ายตามกระบวนการผลิตจะมี 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ

เส้นด้ายสาง (Carded arn) จะมีขนาดใหญ่และลักษณะหยาบตั้งแต่เบอร์ 6-30 Ne มีขนมากและผิวสัมผัสไม่ดี ใช้ทอเป็นผ้าดิบ ผ้าข้าวม้า ผ้าห่ม เป็นต้น

เส้นด้ายหวี (Comb yarn) จะมีขนาดเล็กตั้งแต่เบอร์ 30 Ne ขึ้นไป เรียบสม่ำเสมอดี เนื่องจากใช้เส้นใยยาวและทำการควบและรีดหลายครั้งก่อนที่จะเข้าเครื่องหวี ใช้ทอเป็นผ้าบางสำหรับตัดเสื้อ

เส้นด้ายโออี (O.E. yarn) จะมีขนาดใหญ่ตั้งแต่เบอร์ 6-30 Ne มักใช้ทอเป็นผ้ายีนส์ ผ้าใบ



ภาพที่ 2.9 กระบวนการปั่นด้ายฝ้ายแบบวงแหวน

ขั้นตอนกระบวนการปั่นด้ายฝ้าย (Cotton spinning system)

- Bale lay-down, Mixing : ในการปั่นด้ายจะต้องใช้ฝ้ายจำนวนมาก เพื่อใช้ในการผสม

- เครื่อง Bale Opener : ทำหน้าที่เปิดเบลเส้นใย เพื่อให้เส้นใยกลับคืนสู่สภาพเดิม และทำให้การผสมคลุกเคล้าดีขึ้น

- เครื่อง Opener : ทำหน้าที่เปิดเส้นใยให้เป็นปุยเล็ก ๆ และทำความสะอาดเส้นใย

- เครื่อง Scutcher or Picker : ทำหน้าที่เปิดเส้นใยและทำความสะอาดมากขึ้นแล้วส่งต่อไปยังเครื่องสางใย

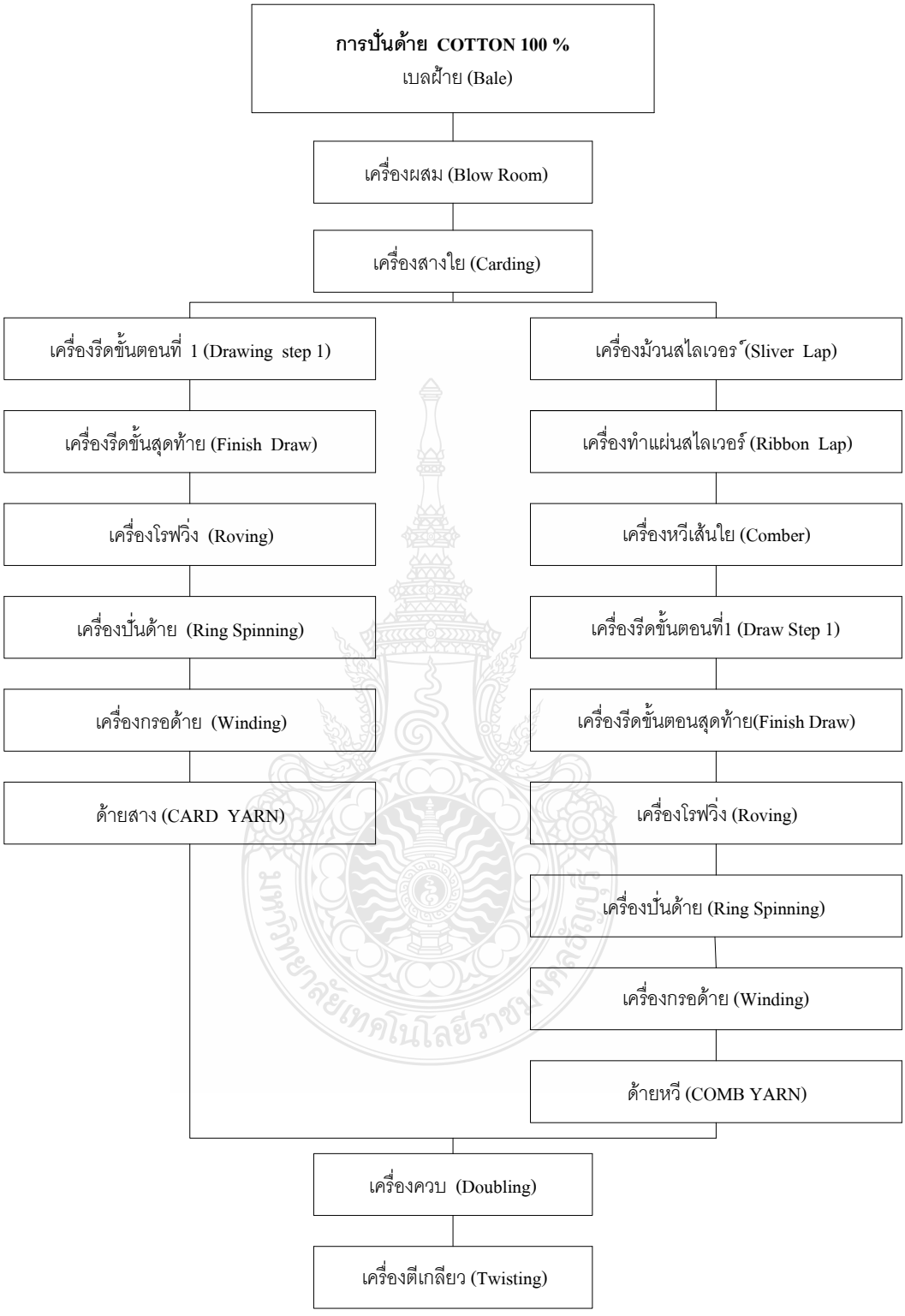
- เครื่องสางใย Carding : ทำหน้าที่เปิดเส้นใยให้เป็นเส้นใยเดี่ยวๆ เรียงตัวขนานกัน กำจัดสิ่งสกปรกและทำเส้นใยให้เป็นแผ่น (Web)

- เครื่องรีด (Drawing) : ทำหน้าที่ควบและลดขนาด เพื่อเป็นการผสมและทำให้เส้นใยมีความสม่ำเสมอ จะต้องผ่านเครื่องนี้ 1-3 ครั้ง

- เครื่องหวี (Combing) : เป็นการหวีเส้นใยสั้นทิ้งโดยประมาณ 5-25% ทำความสะอาดเพื่อให้ได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพสูง

- เครื่อง Roving : ทำหน้าที่ลดขนาด ตีเกลียวและทำให้อยู่ในรูปของโรฟวิ่ง

- เครื่อง Spinning : ทำหน้าที่ลดขนาด ตีเกลียวและกรอเป็นหลอดด้าย

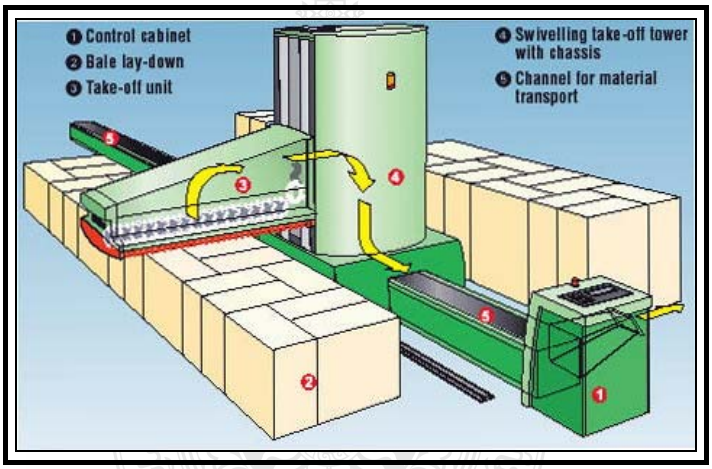


ภาพที่ 2.10 แผนภูมิกระบวนการปั่นด้ายใยสั้น

2.5.2 วัตถุประสงค์และหน้าที่ของเครื่องจักรในกระบวนการปั่นด้ายใยสั้น

1) เครื่องผสมเส้นใย (Blow room)

- ผสมเส้นใยจากเบลฝ้ายหรือใยสังเคราะห์หลายๆ เบล
- ผสมฝ้ายต่างชนิด โดยต้องพิจารณาถึงสมบัติอื่นๆ เช่น สีฝ้าย, ไมโครแนร์, เกรดและความยาวให้แต่ละชนิดมีความสม่ำเสมอ
- กระจายฝ้ายในเบลให้เป็นปุยเล็ก ๆ
- ทำหน้าที่ผสมคลุกเคล้าปุยฝ้ายจากเบลฝ้ายต่างๆ ให้เข้ากัน
- แยกสิ่งสกปรก เช่น เมล็ด เปลือก ใบ และใยสั้นที่ไม่ต้องการออกไป
- ทำฝ้ายปุยให้เป็นแผ่นม้วนแลบแล้วส่งเข้าเครื่องสางใย (Carding) หรือใช้ลมดูดส่งเส้นใยไปตามท่อเรียกว่า Chute Feed ดังภาพที่ 2.11



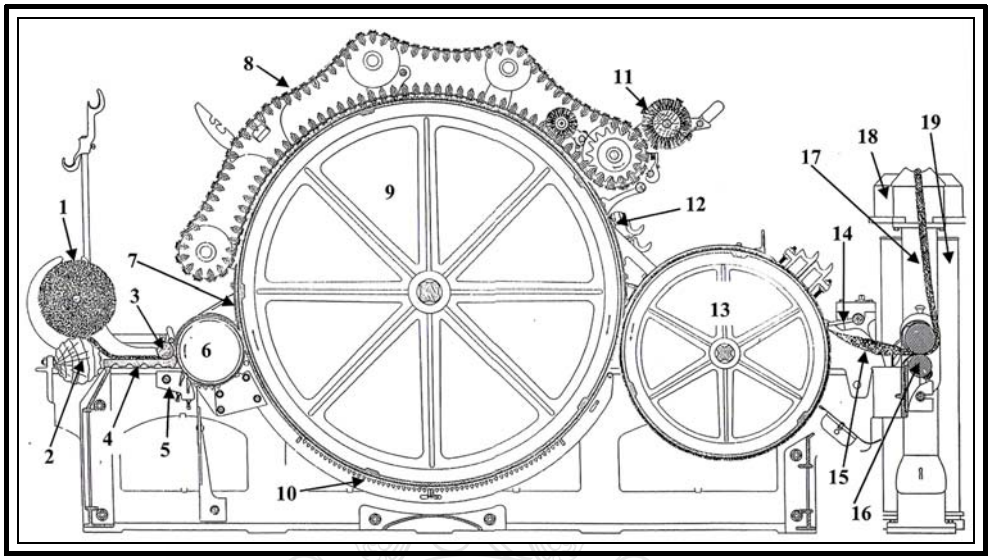
ภาพที่ 2.11 เครื่องผสมเส้นใย (Blow room)

2) เครื่องสางใย (Carding machine)

- ทำหน้าที่เปิดและแยกกระจายฝ้ายที่เป็นกลุ่มก้อนให้เป็นเส้นใยเดี่ยว ๆ
- ทำความสะอาด กำจัดเมล็ด, เปลือก, ใบไม้และใยสั้น
- สางเส้นใยให้เรียงตัวขนานกัน
- ทำการลดขนาด (Draft) ค่า Draft โดยประมาณ 100 เท่า
- รวบแผ่น Web ให้เป็นสไลเวอร์ (Sliver) ตามน้ำหนักต่อความยาวที่กำหนดไว้บรรจุลง ถัง แล้วส่งต่อเข้าไปยังเครื่อง Sliver lap หรือเครื่องรีด

ส่วนประกอบที่สำคัญๆ ของเครื่องสางใย (Carding) แสดงในภาพที่ 2.12 สามารถแบ่งเครื่องสางใย ออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- ส่วนป้อนและลิคเกอร์อิน (Feed and licker-in (Taker-in) Section.)
- ส่วนไซลินเดอร์และแฟลท (Cylinder and flat section.)
- ส่วนดอฟเฟอร์และคอยเล่อร์ (Doffer and coiler section.)



ภาพที่ 2.12 เครื่องสางใย (Carding machine)

- ส่วนป้อนและลิคเกอร์อิน
  - ม้วนแลบหรือลูกแลบ (Lap)
  - ลูกกลิ้งป้อนแลบ (Lap roller)
  - ลูกกลิ้งป้อน (Feed roller)
  - แผ่นป้อนเส้นใย (Feed plate)
  - โหมดไนฟ์ (Mote knives)
  - ลูกกลิ้งลิคเกอร์อิน Licker-in or Taker-in
- ส่วนไซลินเดอร์และแฟลท
  - แผ่นกั้นด้านหลัง (Back plate)
  - แฟลท (Flat)
  - เมนไซลินเดอร์ (Main cylinder)
  - ไซลินเดอร์ สกรีน (Cylinder screen)

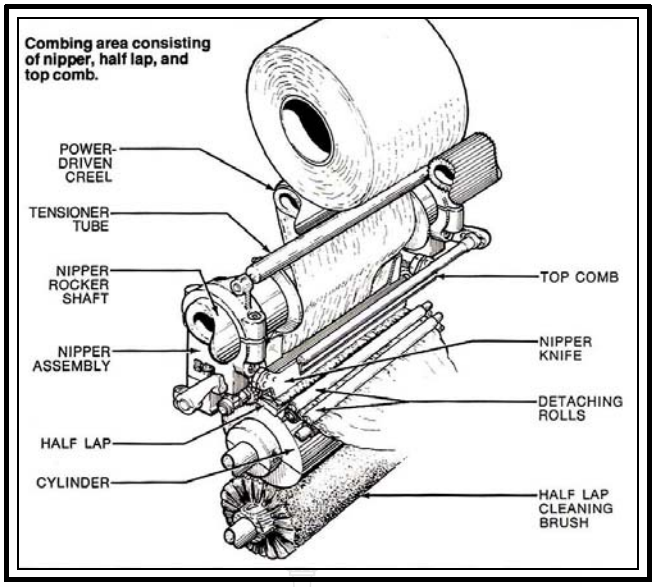
- แปรงทำความสะอาดแฟลท (Spiral brush)
- แผ่นกั้นด้านหน้า (Front plate)

• ส่วนดอฟเฟอร์และคอยเล่อร์
- ลูกกลิ้งดอฟเฟ่อร์ (Doffer)
- หวี (Fly Comb)
- แผ่นเว็บ (Web)
- ลูกกลิ้งอัดรีด (Calender roller)
- สไลเวอร์ (Sliver)
- คอยเล่อร์ (Coiler)
- ถังสไลเวอร์ (Can)

3) สไลเวอร์แลบ (Sliver lap)
- ทำสไลเวอร์ให้เป็นม้วนฝ้าย (Lap) ให้ได้ขนาดตามน้ำหนักและความยาวที่กำหนด
- ผสมเส้นสไลเวอร์ชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ครั้งละ 20-24 เส้น
- ลดขนาด (Draft) เส้นสไลเวอร์ได้ 1.5-2 เท่า
- ทำเป็นม้วน Lap แล้วส่งต่อเข้าไปยังเครื่อง Ribbon Lap

4) ลิบบอนแลบ (Ribbon lap)
- ผสมม้วนLap จากเครื่องสไลเวอร์แลบครั้งละ 6 ลูก
- ทำ Sliver Lap ให้เป็น Ribbon Lap ตามน้ำหนักและความยาวที่กำหนด
- รีดเส้นสไลเวอร์ (Sliver) อย่างต่อเนื่องให้เส้นใยมีความสม่ำเสมอและเหยียดตรง
- ลดขนาดได้ (Draft) 5-8 เท่า
- ทำเป็น Ribbon Lap แล้วส่งต่อข้าไปยังเครื่อง Comber

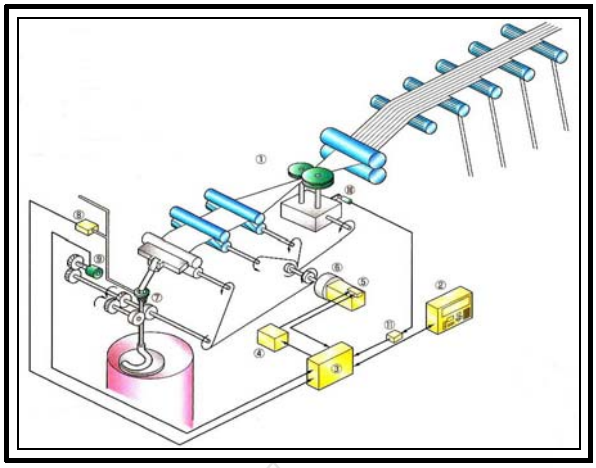
5) เครื่องหวี (Comber)
- ผสม Lap (แผ่นฝ้าย) จากเครื่องริบบอนแลบครั้งละ 8 ลูก
- หวีสางเส้นใยสั้นที่ไม่ต้องการออก (Waste 5-25%)
- กำจัด Nep และสิ่งสกปรกออกจากพวกใยยาว
- ทำให้เส้นใยยาวที่มีลักษณะเป็นตะขอ (Hook) เหยียดตรงและเรียงตัวขนานกันดียิ่งขึ้น
- ลดขนาด (Draft) ได้ 8.6-19.6 เท่า
- ทำ Lap ให้เป็นสไลเวอร์ตามน้ำหนักที่กำหนด แล้วบรรจุลงถังเพื่อส่งต่อไปเครื่องรีดปุย



ภาพที่ 2.13 เครื่อง Comb

6) เครื่องรีด (Draw frame)

- เครื่องรีดขั้นตอนที่ 1 (Draw frame step 1) (Finish draw)
  - ผสมเส้นสไลเวอร์ (Sliver) ข้างละ 6-8 เส้น
  - ผสมเส้นสไลเวอร์ ที่เป็นเส้นใยต่างชนิด
  - ทำให้เส้นใยเรียงตัวขนานกันดียิ่งขึ้น
  - ลดขนาด (Draft) ได้ 3.6-11.0 เท่า
  - ทำสไลเวอร์ให้ได้น้ำหนัก/ความยาวตามที่กำหนด แล้วบรรจุลงถังเพื่อส่งต่อไปหลังเครื่อง Draw frame step II (Finish draw)
- เครื่องรีดขั้นตอนที่ 2 (Draw frame step II) (Finish draw)
  - ผสมเส้นสไลเวอร์ ข้างละ 6-8 เส้น
  - ทำให้เส้นใยผสมกลมกลืนกัน และการเรียงตัวขนานกันของเส้นใยดีขึ้นกว่า Draw frame step 1
  - ลดขนาด (Draft) ได้ 3.6-11.0 เท่า
  - ทำสไลเวอร์ให้ได้น้ำหนัก/ความยาวตามที่กำหนด แล้วบรรจุลงถังเพื่อส่งต่อไปหลังเครื่องโรฟวิ่ง (Roving) ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 เครื่องรีด (Draw frame)

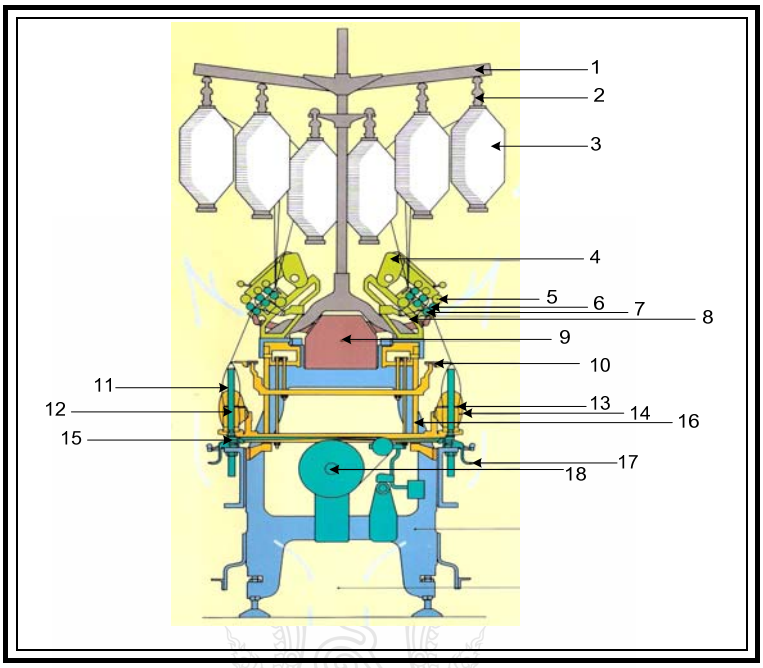
7) เครื่องโรฟวิ่ง หรือปั่นสอง (Roving frame) หรือ Speed frame, Simplex
   - ลดขนาด (Draft) ได้ 3.5-12 เท่า
   - ตีเกลียวที่เส้นโรฟวิ่ง (Roving) ประมาณ 0.5-2 เกลียว/นิ้ว
   - พันเส้นโรฟวิ่ง (Roving) เข้าหลอด (Bobbin) แล้วส่งไปที่เครื่อง Ring spinning frame
   - ทำสไลเวอร์ให้เป็นเส้นโรฟวิ่ง (Roving) ตามน้ำหนักและความยาวที่กำหนด

ภาพที่ 2.15 เครื่อง Roving

8) เครื่องปั่นด้าย หรือปั่นสาม (Ring spinning frame) แสดงในภาพที่ 2.16
   - ลดขนาด (Draft) ประมาณ 5-50 เท่า
   - สร้างเกลียวที่เส้นด้าย 3.6-64.7 เกลียว/นิ้ว
   - พันเส้นด้ายเข้าหลอดปั่นสาม (Cop)

- ทำเส้น Roving ให้เป็นเส้นด้ายตามเบอร์ที่ต้องการ แล้วส่งไปเครื่องกรอด้าย

ชิ้นส่วนที่สำคัญ ๆ ของเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) ประกอบด้วย



ภาพที่ 2.16 ชิ้นส่วนเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning)

(1) ครีล-ราวแขวนโรฟวิ่ง (Creel)

(2) ตัวแขวนโรฟวิ่ง (Bobbin holder)

(3) หลอดโรฟวิ่ง (Roving)

(4) แขนกดลูกกลิ้ง (Weighting arm)

(5) ตัวทำความสะอาด (Top clearer)

(6) ลูกกลิ้งตัวบน (Top roller)

(7) ลูกกลิ้งตัวล่าง (Bottom roller)

(8) สายพานหนัง (Apron)

(9) ตัวทำความสะอาดด้วยลม (Ring-traveller)

(10) ไกด์นำเส้นด้าย (Yarn guide)

(11) Balloon

(12) แกนปั่นด้าย (Spindle)

(13) Balloon controlring

(14) Separator

(15) วงแหวน-ตัวห่วง

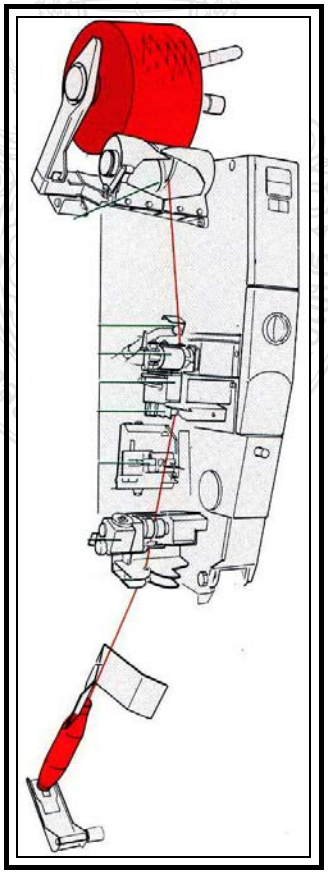
(16) Lifting motion

(17) เบรก (Knee brake)

(18) พูเล่ย์ชุดขับแกนปั่นด้าย (Spindle tape drive pulley)

9) เครื่องกรอด้าย (Winding)

- กรอเส้นด้ายจากหลอด (Cop) เข้าหลอด Cone ตามขนาดและความยาวที่กำหนด
- นำด้ายจากหลอดปั่นสาม (Cop) มาต่อให้ยาวขึ้นเพื่อความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน
- ต่อปลายเส้นด้ายแบบ Splicer (ไม่มีปม)
- ทำหน้าที่ขจัดจุดบกพร่องต่าง ๆ บนเส้นด้าย เช่น ส่วนหนา (Thick place) ส่วนบาง (Thin place) ปุ่มปม (Nap) สลับ (Slub) โดยใช้อุปกรณ์ Yarn Clearer
- เคลือบ Wax หรือน้ำมันเพื่อใช้ทำเส้นด้ายถัก



ภาพที่ 2.17 เครื่อง Winding

2.6 โครงสร้างเส้นด้าย (Yarn Construction)

โครงสร้างเส้นด้ายจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

1) ทิศทางและจำนวนเกลียวของเส้นด้าย

2) จำนวนเส้นด้ายควบ

3) ขนาดหรือเบอร์ด้าย

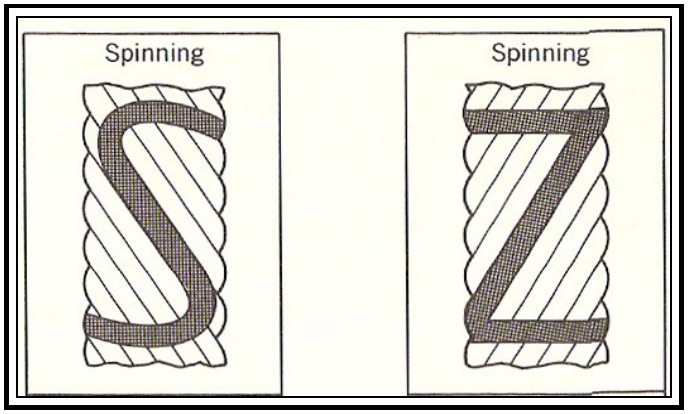
2.6.1 ทิศทางและปริมาณการควบเกลียวของเส้นด้าย

1) เกลียวเส้นด้าย (Twist) หน้าที่ของเกลียวในเส้นด้าย คือทำให้เกิดแรงจับยึดตัวกันของเส้นใยเป็นเส้นด้าย โดยเฉพาะการปั่นด้ายจากเส้นใยสั้น (Staple) เกลียวด้ายนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการผลิตเส้นด้าย เพราะนอกจากจะมีอิทธิพลต่อสมบัติเส้นด้ายแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อไปถึงกระบวนการผลิตผ้าทอ ผ้าถัก ฟอกย้อมและการตกแต่งสำเร็จ ตลอดจนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทออื่นๆ อีกด้วย เส้นด้ายที่มีเกลียวมากจะแข็งกระด้าง ส่วนเส้นด้ายที่มีเกลียวน้อยจะอ่อนนุ่มต่อการสัมผัส เกลียวในเส้นด้ายมีอิทธิพลต่อสมบัติของเส้นด้าย เช่น ความเหนียว ความอ่อนแอของเส้นด้าย

- ทิศทางเกลียวของเส้นด้าย แบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ
  - เกลียว S (S-Twist)
  - เกลียว Z (Z-Twist)

เกลียว S (S-Twist) คือเกลียวขวา ลักษณะของเกลียวจะเฉียงจากซ้ายไปขวาและทิศทางการควบเกลียวเหมือนอักษร **S**

เกลียว Z (S-Twist) คือเกลียวซ้าย ลักษณะของเกลียวจะเฉียงจากขวาไปซ้ายและทิศทางการควบเกลียวเหมือนอักษร **Z**



ภาพที่ 2.18 ทิศทางเกลียวเส้นด้าย

การทดสอบทิศทางของเกลียววิธีง่ายๆ สามารถทดสอบได้โดยใช้นิ้วหัวแม่มือ และนิ้วชี้ทั้งสองมือจับเส้นด้ายเอาไว้แล้วหมุนปลายเส้นด้ายที่อยู่มือขวาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ถ้าปรากฏว่าเส้นด้ายเกิดการคลายเกลียวแสดงว่าเส้นด้ายนั้นควบเกลียว S ในทางกลับกันถ้าเส้นด้ายนั้นมีเกลียวเพิ่มขึ้นหรือบิดตัวแข็งขึ้นแสดงว่า เส้นด้ายนั้นควบเกลียว Z

โดยทั่วไปโรงงานปั่นด้ายใช้เกลียว Z สำหรับเส้นด้ายเดี่ยว ส่วนเกลียว S มักใช้กรณีพิเศษส่วนเส้นด้ายควบ (Plied yarn) จะมีเกลียวสุดท้ายในทิศทางตรงกันข้ามกับการควบเกลียวของเส้นด้ายเดี่ยว (Single yarn)

- ปริมาณการควบเกลียวของเส้นด้าย

เกลียว (Twist) เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมากในการผลิตเส้นด้ายเพราะเกลียวจะช่วยให้เส้นใยยึดเกาะเป็นเส้นด้ายและทำให้เส้นด้ายมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จำนวนหรือปริมาณของเกลียวในเส้นด้ายจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมบัติของเส้นด้ายและการนำไปใช้งาน โดยทั่วไปเราจะกำหนดจำนวนหรือปริมาณการควบเกลียวโดยใช้ตัวคูณค่าเกลียวคงที่ (Twist factor) และขนาดหรือเบอร์ของเส้นด้ายเป็นตัวกำหนด เส้นด้ายที่มีเบอร์สูงขนาดเล็กควรจะมีเกลียวมาก จำนวนเกลียวจะกำหนดเป็นเกลียวต่อนิ้ว (Twist per inch) หรือ เกลียวต่อเมตร (Twist per meter)

ตัวคูณค่าเกลียว (Twist factor) จะเป็นค่าคงที่ที่กำหนดขึ้น จะมีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป สำหรับเส้นด้ายที่มีความนุ่มจนถึง 6 สำหรับเส้นด้ายที่ต้องการความแข็งกระด้าง ดังนั้นในกรณีที่ทราบจำนวนเกลียวและเบอร์ด้าย เมื่อคำนวณกลับหาตัวคูณค่าเกลียวจะทำให้เราทราบว่าเส้นด้ายนั้นมีเกลียวที่เหมาะสมหรือไม่

2) ตัวคูณค่าเกลียว (Twist Factor,TF)

ตัวคูณค่าเกลียว หรือค่า Twist Factor (TF) หรือ Twist Multiplier (TM) นี้เป็นตัวเลขแสดงค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งอาจแสดงถึงความแข็งหรือความอ่อนนุ่มของเส้นด้ายและเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนเกลียวของเส้นด้ายที่เหมาะสม ตัวเลขนี้จะอยู่ระหว่าง 2.5-6.0 (ในระบบ Cotton count) โดยที่ตัวเลขจะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการด้วยกันได้แก่ เบอร์ด้าย ความยาวเส้นใย ชนิดของเส้นด้ายและระบบการปั่นด้าย เนื่องจากสภาพการผลิตเส้นด้ายในแต่ละโรงงานไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงต้องมีหลักการหาค่าจำนวนเกลียวต่อความยาวที่เหมาะสมและสามารถประมาณได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเกลียวต่อความยาว ค่าตัวคูณเกลียวและเบอร์ด้ายดังนี้

ในระบบตรง (Direct)

$$\text{จำนวนเกลียวด้าย/นิ้ว} = \frac{\text{ตัวคูณเกลียว}}{\sqrt{tex}} \quad (2.2)$$

ในระบบกลับ (Indirect)

$$\text{จำนวนเกลียวด้าย/นิ้ว} = \text{ตัวคูณเกลียว} \sqrt{\cot ton \quad count} \quad (2.3)$$

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ตัวคูณค่าเกลียว ความยาวเส้นใยและชนิดเส้นด้าย

ตัวคูณเกลียว	ความยาวเส้นใย	ด้ายยืน	ด้ายพุ่ง	ด้ายถัก
ระบบ English Cotton	สั้น	4.0-5.0	3.2-3.8	-
Count	กลาง	3.8-4.5	3.0-3.5	2.5-3.0
	ยาว	3.4-3.8	2.5-3.0	2.2-2.5
ระบบ Metric Count	สั้น	120-150	100-115	-
	กลาง	115-135	90-105	75-90
	ยาว	100-115	75-90	65-80
ระบบ Tex	สั้น	3,800-4,800	3,170-3,650	-
	กลาง	3,650-4,300	2,860-3,350	2,400-2,860
	ยาว	3,170-3,650	2,400-2,860	2,050-2,550

ตัวคูณค่าเกลียว (Twist Factor,TF) (By Japan Spinning Association)

Cotton	Warp of low twist	3.75 $\sqrt{S}$
"	Warp of regular twist	4.0 $\sqrt{S}$
"	Warp of hard twist	4.5 $\sqrt{S}$
"	Warp of hard twist	6.0 $\sqrt{S}$
"	Weft of low twist	3.25 - 3.5 $\sqrt{S}$
"	Weft of regular twist	4.0 $\sqrt{S}$
Knitting		2-3 $\sqrt{S}$

หมายเหตุ N or S เบอร์ด้าย (Yarn count)

ตัวอย่าง ต้องการปั่นด้ายฝ้ายเบอร์ 20 s หรือ 30 tex ควรกำหนดให้มีเกลียวด้ายเป็นเท่าไร

วิธีคำนวณ สมมุติว่าพิจารณาค่า Twist factor ที่เหมาะสมแล้วเป็นดังนี้คือในระบบตรงเท่ากับ 3500 และในระบบกลับเท่ากับ 3.6 เพราะฉะนั้น

ระบบตรง จำนวนเกลียวด้าย/เมตร = $\frac{3500}{\sqrt{30}} = 639$ เกลียว/เมตร

ระบบกลับ จำนวนเกลียวด้าย/นิ้ว = $3.6\sqrt{20} = 16.1$ เกลียว/นิ้ว

ตัวอย่าง ถ้านำเส้นด้ายเบอร์ 20, 22 ไปใช้งานในลักษณะเป็นเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งตามลำดับ จะต้องใช้จำนวนหรือปริมาณการควบเกลียวต่อนิ้วเท่าไร?

ถ้ากำหนดให้ ค่า TF ของเส้นด้ายยืน = 4 ค่า TF ของเส้นด้ายพุ่ง = 3.5

วิธีทำ สมการ $T.P.I. = TF\ \sqrt{\text{Yarn Count(N)}}$

T.P.I. ของเส้นด้ายยืน = $4\ \sqrt{20}$ = 17.8 เกลียวต่อนิ้ว

T.P.I. ของเส้นด้ายพุ่ง = $3.5\ \sqrt{22}$ = 16.4 เกลียวต่อนิ้ว

สำหรับการคำนวณหาค่าเกลียวเส้นด้ายจากตัวแปรต่าง ๆ จากเครื่องปั่นด้าย สามารถคำนวณได้ดังนี้

ในกรณีการปั่นด้ายแบบ Ring spinning

$$\text{จำนวนเกลียวต่อความยาว} = \frac{\text{ความเร็วของแกนปั่น (rpm)}}{\text{ความเร็วผิวของลูกกลิ้งคู่หน้า}} \qquad (2.4)$$

3) อิทธิพลของจำนวนเกลียวต่อสมบัติของเส้นด้าย

จำนวนเกลียวจะมีอิทธิพลต่อสมบัติของเส้นด้ายคือ

- เส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวต่ำจะมีความอ่อนนุ่มดีแต่ความเหนียวค่อนข้างต่ำ
- เส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวสูงจะมีสมบัติเส้นด้ายจะแข็งกระด้างความเหนียวจะเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งของเกลียวจำนวนหนึ่งจากนั้นความเหนียวจะลดลงพร้อมๆ กับความมันวาวลดลง

2.6.2 จำนวนเส้นด้ายควบ

กรณีที่ต้องการเส้นด้ายที่มีความเหนียวสูงขึ้นหรือขนาดโตขึ้น กระทำได้โดยนำเส้นด้ายเดี่ยวหลายๆ เส้นมาควบเข้าด้วยกัน เช่น เส้นด้ายควบ 2 3 หรือ 4 เป็นต้น

วิธีการควบเส้นด้ายสามารถผลิตได้หลายรูปแบบ เช่น เส้นด้ายแฟนซี ด้ายควบจะมีความเหนียวสูง คงทนต่อสภาพการใช้งานดีกว่าเส้นด้ายเดี่ยว เพราะเส้นใยไม่หลุดแยกจากกันได้ง่าย

โดยทั่วไปจำนวนเส้นด้ายที่ควบ จะมีชื่อเรียกเส้นด้ายนั้นๆ แตกต่างกันออกไป คือ

1) เส้นด้ายเดี่ยว (Single yarn) เป็นเส้นด้ายจากเครื่องปั่นด้าย

2) เส้นด้ายควบ (Ply or Folded yarn) เป็นเส้นด้ายที่นำเอาเส้นด้ายเดี่ยวจำนวน 2 เส้นขึ้นไปมาควบเกลียวเข้าด้วยกัน

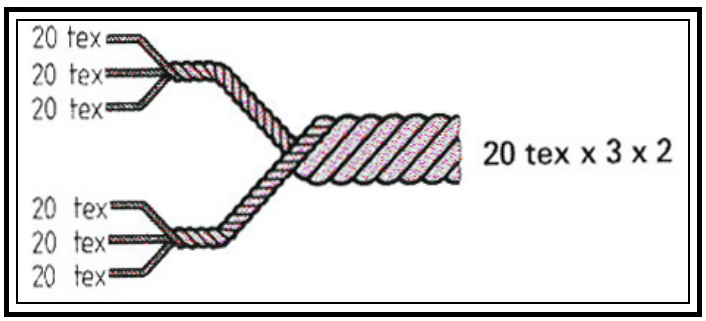
3) เส้นด้ายเคเบิ้ล (Cable or Cord yarn) เป็นเส้นด้ายที่เอา Ply yarn จำนวน 2 เส้นขึ้นไปมาควบกันอีกทีหนึ่ง

ตัวอย่าง การใช้สัญลักษณ์แสดงจำนวนเส้นด้ายควบ

40’S/2 หมายความว่า เส้นด้ายเดี่ยวเบอร์ 40 จำนวน 2 เส้นมาควบรวมกันเป็นเส้นเดียว เรียกว่าเส้นด้ายควบ (Ply or Folded yarn)

20’S/3/2 หมายความว่าเส้นด้ายเดี่ยวเบอร์ 20 จำนวน 3 เส้นมาควบรวมกันเป็นเส้นเดียว เป็นเส้นเดี่ยว แล้วนำเอาด้ายควบ (Ply yarn) ที่เรียกว่า 20’S/3 จำนวน 2 เส้นมาควบเป็นเส้นเดียวเรียกว่าด้ายเคเบิลหรือคอร์ด (Cable or Cord yarn)

สำหรับในระบบเบอร์ด้ายแบบเท็กซ์ (Tex) และดีเนียร์หรือเดนเยอร์จะเปลี่ยนจากเครื่องหมาย **(X)** เป็น **(/)** แทน เช่น **20 X 3 X 2** เป็นต้น



ภาพที่ 2.19 การควบเกลียว

2.6.3 ขนาดหรือเบอร์ด้าย (Yarn count, Yarn numbering)

คำนิยามของขนาดเส้นด้าย (Yarn count, Yarn numbering) หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักต่อหน่วยความยาวของเส้นด้ายหรือความยาวต่อหน่วยน้ำหนัก และในระบบต่างๆ จะใช้หน่วยน้ำหนักและหน่วยความยาวที่แตกต่างกันไป ระบบเบอร์ด้ายแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ

1) ระบบตรง Direct system (Fixed length system)

ระบบนี้เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง **"หน่วยน้ำหนักต่อหน่วยความยาว"** โดยมีหลักการวิธีการคำนวณและการเรียกเบอร์ด้ายดังนี้ คือ

- ระบบนี้จะมีความยาวคงที่ (Constant)
- ขนาดของเส้นด้ายจะขึ้นอยู่กับตัวเลข คือ
  - ถ้าตัวเลขมาก (100) เส้นด้ายจะมีขนาดใหญ่
  - ส่วนตัวเลขน้อย (10) เส้นด้ายจะมีขนาดเล็ก
- ใช้กับเส้นด้ายใยสังเคราะห์ที่เป็น Filament, Textured และไหม (Silk)
- ระบบที่นิยมใช้คือ เท็กซ์ (Tex), ดีเนียร์หรือเดนเยอร์ (Denier)

● ระบบ Tex

- ระบบนี้ หน่วยน้ำหนักที่ใช้จะเป็นกรัม (Grams) หน่วยความยาว 1,000 เมตร หรือ 1 กิโลเมตร
- เพราะฉะนั้น เส้นด้าย 1 เท็กซ์ คือ เส้นด้ายหนัก 1 กรัม ยาว 1000 เมตร
- หน่วยนี้เป็นระบบที่องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ (ISO) กำหนดขึ้น เพื่อให้ยึดถือปฏิบัติในแนวทางเดียวกัน

สมการในการคำนวณหาระบบนี้คือ :

$$\text{เบอร์ด้าย} = \frac{\text{น.น. ของด้ายตัวอย่าง (กรัม) X หน่วยความยาวของระบบนั้นๆ}}{\text{ความยาวของด้ายตัวอย่าง (เมตร)}} \quad (2.5)$$

ตัวอย่าง ถ้าเส้นด้ายยาว 1,000 เมตร หนัก 10 กรัม เบอร์ด้าย คือ 10 เท็กซ์ ถ้าเส้นด้ายยาว 1,000 เมตร หนัก 100 กรัม เบอร์ด้าย คือ 100 เท็กซ์ เนื่องจาก 1,000 เมตร เป็นหน่วยความยาวของระบบ Tex ซึ่งเป็นความยาวคงที่

ตัวอย่าง เส้นด้ายโพลีเอสเตอร์มีความยาว 100 ม. หนัก 2.07 กรัม จงหาขนาดเป็นเท็กซ์ในระบบเท็กซ์ เส้นด้ายหนัก 1 กรัม ยาว 1000 เมตร

เพราะฉะนั้น เบอร์ของเท็กซ์ $= \frac{2.07 \times 1000}{100}$

$= 20.7$ เท็กซ์

- ระบบ Denier
  - ระบบนี้ หน่วยน้ำหนักที่ใช้ เป็นกรัม หน่วยความยาวที่ใช้ เป็น 9,000 เมตร
  - เพราะฉะนั้น เส้นด้าย 1 ดีเนียร์ คือ เส้นด้ายหนัก 1 กรัม ยาว 9,000 เมตร

สมการในการคำนวณหาระบบนี้คือ

$$\text{เบอร์ด้าย} = \frac{\text{น.น. ของด้ายตัวอย่าง (กรัม) X หน่วยความยาวของระบบนั้นๆ}}{\text{ความยาวของด้ายตัวอย่าง (เมตร)}} \qquad (2.6)$$

ตัวอย่าง ถ้าเส้นด้ายยาว 9,000 เมตร หนัก 10 กรัม เบอร์ด้าย คือ 10 ดีเนียร์ ถ้าเส้นด้ายยาว 9,000 เมตร หนัก 100 กรัม เบอร์ด้าย คือ 100 ดีเนียร์ เนื่องจาก 9,000 เมตรเป็นหน่วยความยาวของระบบ Den. ซึ่งเป็นความยาวคงที่

ตัวอย่าง ใยสังเคราะห์โพลีเอสเตอร์มีความยาว 100 เมตร หนัก 1.67 กรัม จงหาขนาดเป็นดีเนียร์

ในระบบดีเนียร์ เส้นด้ายหนัก 1 กรัม ยาว 9000 เมตร

เพราะฉะนั้น เบอร์ของดีเนียร์ $= \frac{1.67 \times 9000}{100}$

$= 150.3$

2) ระบบกลับ Indirect system (Fixed weight system)

ระบบนี้เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง “ **หน่วยความยาวต่อหน่วยน้ำหนัก”** โดยมีหลักการวิธีการคำนวณและการเรียกเบอร์ด้ายดังนี้ คือ

- ระบบนี้น้ำหนักคงที่ (Constant)
- ขนาดของเส้นด้ายจะขึ้นอยู่กับตัวเลข คือ
  - ถ้าตัวเลขมาก (100) เส้นด้ายยิ่งมีขนาดเล็ก
  - ส่วนตัวเลขน้อย (10) เส้นด้ายจะมีขนาดใหญ่

- ใช้กับเส้นด้ายใยสั้น Spun yarn, Cotton, Worsted, Woollen, Linen และอื่นๆ
- ระบบนี้นิยมใช้กันมากสำหรับ Cotton (ระบบอังกฤษ) Worsted [Ne, Nc, Nw]
- เส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 1 เท่ากับด้ายยาว 840 หลา หนัก 1 ปอนด์ (7,000 เกรน)

สมการในการคำนวณหาระบบนี้คือ

$$\text{เบอร์ด้าย} = \frac{\text{ความยาวของด้ายตัวอย่าง X หน่วยของ น.น. ของระดับบนั้น}}{\text{หน่วยความยาวของระบบนั้น X น.น. ของด้ายตัวอย่าง}} \quad (2.7)$$

$$\text{เบอร์ด้าย} = \frac{\text{7,000 X ความยาว (หลา)}}{\text{840 X น.น. (เกรน)}} \text{ หรือ } \frac{\text{8.33 X ความยาว (หลา)}}{\text{840 X น.น. (เกรน)}} \quad (2.8)$$

ตัวอย่าง เส้นด้ายฝ้าย เบอร์ 20 เท่ากับ 20 x 840 หลา หนัก 1 ปอนด์

ตัวอย่าง เส้นด้ายมีความยาว 120 หลา หนัก 25 เกรน จงหาขนาดเบอร์ด้ายเป็นระบบฝ้าย ในระบบฝ้าย : เส้นด้ายยาว 840 หลา หนัก 7,000 เกรน (1 ปอนด์)

$$\text{เพราะฉะนั้น เบอร์ของด้าย} = \frac{\text{7,000 X ความยาว (หลา)}}{\text{840 X น.น (เกรน)}}$$

$$= \frac{7,000 \times 120}{800 \text{ X } 25} = 40$$

$$= \frac{8.33 \times 120}{25} = 40$$

สรุปวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง จากคุณสมบัติของเส้นไหมซึ่งเป็นเส้นใยยาวและมีความต่อเนื่องตลอดเส้น มีผิวที่ราบเรียบแต่ไม่สม่ำเสมอตลอดความยาวของเส้นใย พื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน ลักษณะของโมเลกุลจะเป็นลูกโซ่โมเลกุลเหยียดยาว ไม่พับตัวกันเหมือน ขนสัตว์ โมเลกุลจึงเรียงกันยาวและเกาะตัวกันแน่นกว่า ไหมมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการด้วยกัน สามารถใช้งานได้กว้างขวางเป็นที่นิยมผ้าไหมมีความสวยงาม เป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับความละเอียดของเส้นใย มีสภาพยืดหยุ่นและการทนต่อรอยยับได้ดี สวมใส่สบาย เพราะเส้นใยดูดซึมความชื้นได้ดี แห้งเร็ว ไม่จับฝุ่นง่าย สามารถย้อมหรือพิมพ์สีได้หลายชนิด ทอเป็นผ้าที่โครงสร้างหลากหลาย ทั้งชนิดที่บางเบาทิ้งตัวดีไปจนถึงผ้าที่มีโครงสร้างแน่น หนัก และมีความแข็งแรงทนทาน

สูง และในกระบวนการทอผ้ามักมีเศษไหมที่เหลือจากการทอผ้า เศษไหมชนิดนี้ได้มาจากเส้นด้ายไหม เส้นยืนและเส้นพุ่งที่เหลือจากการทอผ้า เศษเส้นด้ายยืนได้มาจากเส้นด้ายไหมที่เหลือจากการทอผ้า ระหว่างตะกอถึงม้วนด้ายยืน และเศษเส้นด้ายพุ่งได้มาระหว่างการทอผ้า จากการผลิตนั้นมีเศษไหมที่เหลือเป็นจำนวนมาก ทำให้เศษไหมเหล่านี้ต้องถูกทิ้งโดยสูญเปล่า

สำหรับการปั่นด้ายแบบวงแหวนนั้น คือการลดขนาดของโรฟวิ่งให้เล็กลง เหลือขนาดตามที่ต้องการด้วยระบบดราฟท์ แล้วผ่านไปยังไกด์นำเส้นด้าย (thread guide) ตัวห่วง (Traveller) ซึ่งเคลื่อนที่อยู่บนวงแหวน (Ring) แล้วจึงไปพันบนหลอดด้าย (Bobbin or Cop) ซึ่งสวมอยู่บนแกนปั่นด้าย (Spindle) การพันด้ายเข้าหลอดจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากความแตกต่างกันระหว่างความเร็วของ Traveller และ spindle เครื่องจักรที่ใช้ในการปั่นด้ายนี้เรียกว่าการปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 ชัยยุทธ ช่างสาร และคณะ [7] ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้ประโยชน์จากเศษไหม แล้วพบว่าเศษใยไหมที่ติดอยู่กับผิวรังไหม มีเศษใยประมาณ ร้อยละ 18 ประเมินราคาประมาณ 17 ล้านบาทต่อปี (ข้อมูลในปี พ.ศ. 2530) ของค่าการผลิตที่ต้องเสียไป เพราะโดยทั่วไปเมื่อชาวบ้านสาวไหมแล้ว เศษใยเหล่านี้จะทิ้ง โดยไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อีกเพราะเส้นใยเกาะกันเป็นกระจุกไม่สามารถสาวนำเส้นไหมที่ดีออกจากรังไหมได้

จากผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดแนวความคิด ที่จะนำเอาเศษไหมเหล่านี้มาปั่นเป็นเส้นด้ายไหม โดยกระบวนการปั่นด้ายฝ้าย เพราะเครื่องปั่นด้ายในประเทศไทย ร้อยละ 90 เป็นเครื่องปั่นด้ายฝ้าย โครงการนี้บรรลุผลดังเป้าหมายโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอไหมที่สนใจสามารถรับไปดำเนินงานได้โดยไม่ต้องปรับปรุงเครื่องจักรมาก

ผลการวิจัยปรากฏว่า สามารถปั่นเป็นเส้นด้าย มีขนาดเท่ากับเส้นด้ายฝ้าย ตั้งแต่ขนาด 7 ถึงขนาด 20 จากนั้นได้ทำการทดลองนำเส้นด้าย จากเศษเส้นใยไหมไปทำการทอเป็นผืนผ้า และย้อมสี พบว่า ให้ประโยชน์ในการนำไปใช้งาน สามารถเพิ่มรายได้ที่ต้องเสียไปจากเศษเส้นใยเหล่านี้ไม่น้อยกว่าร้อยละ60

2.7.2 รังสิมา ชลคุป และคณะ [8] กล่าวว่า การผสมเส้นใยฝ้ายสีน้ำตาลและเส้นใยไหมเหลือง จากเศษไหม เพื่อผลิตเส้นด้ายปั่นผสม เส้นใยไหมจากเศษไหมเหลือง ถูกนำมาศึกษาสภาวะเหมาะสมในการลอกกาวเซริซินให้เหลือปริมาณเซริซินน้อยเพียงพอที่สามารถแยกเส้นใยจากเศษไหมด้วยเครื่องเปิดเส้นใยได้ และยังคงสีเหลืองในเส้นใย พบว่าการต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 60

นาที ทำให้เหลือ สีเหลืองในเส้นใย และมีปริมาณเซริซินในเส้นใยน้อยกว่า 15% เส้นใยฝ้ายน้ำตาลและไหมเหลือง ถูกนำมาผสมและปั่นด้ายที่อัตราส่วน 50/50 ขนาด 30 tex ในระบบปั่นด้ายฝ้ายระดับอุตสาหกรรม สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นผสมเมื่อเปรียบเทียบกับทั้งด้ายปั่นจากเส้นใยฝ้ายขาวและจากเส้นใยไหมเหลือง พบว่า มีค่าความแข็งแรงจำเพาะต่ำสุด ค่าการยืดตัวและความไม่สม่ำเสมอของเส้นด้ายใกล้เคียงกับด้ายปั่นจากฝ้ายขาว และแสดงความเป็นปุ่มปมสูงสุด และเนื่องจากความละเอียดของเส้นใยฝ้ายสีน้ำตาล ทำให้ลดค่าความเป็นขนที่ผิวเส้นด้ายปั่นผสม นอกจากนี้ค่าสีของเส้นด้ายปั่นผสมเป็นไปตามกฎการผสมของสีจากเส้นใยเดี่ยว จึงแสดงผลของค่าสีน้ำตาลออกเหลืองและสว่างมันเงาเพิ่มขึ้น

การเตรียมเส้นใยฝ้ายสีน้ำตาล B624 ก่อนการผสม จำเป็นต้องศึกษาสมบัติทางกายภาพเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร และสำหรับการเตรียมเส้นใยไหมจากเศษไหม พบว่าเส้นใยฝ้ายสีมีความยาวเส้นใย ขนาดเส้นใย และความแข็งแรงของเส้นใยค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับฝ้ายขาว สำหรับการเตรียมเส้นใยไหมจากเศษไหมที่เหลือจากการสาวไหมดิบชนิดต่าง ๆ ได้เลือกเศษรังไหม เนื่องจากมีปริมาณเซริซินตั้งต้นสูง ซึ่งสัมพันธ์กับสีเหลืองในเส้นใย การลอกกาวโดยปกติของไหมด้วยวิธีต้มในสบู่-โซดาแอช ทำให้ปริมาณเซริซินเหลือในเส้นใยน้อย ขณะเดียวกันทำให้สีเหลืองของเส้นใยลดลง จึงได้ทำการศึกษาการลอกกาวด้วยวิธีต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ โดยที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 60 นาที ทำให้เหลือปริมาณเซริซินในเส้นใยน้อยกว่า 15% และยังคงเหลือสีเหลืองในเส้นใย ซึ่งยังสามารถให้ค่าสีเหลืองแก่ด้ายปั่น และสามารถสางเส้นใยออกจากรังได้ โดยไม่ติดในกระบวนการปั่นด้ายฝ้ายระดับอุตสาหกรรม ผลที่ได้สามารถผลิตเส้นด้ายผสมฝ้ายสีน้ำตาลและไหมเหลือง ที่อัตราส่วน 50/50 ขนาด 30 tex ผลของสมบัติทางเชิงกลและความสม่ำเสมอของเส้นด้ายปั่นผสม เมื่อเปรียบเทียบกับด้ายปั่นจากเส้นใยฝ้ายขาวและ จากเส้นใยไหมเหลือง พบว่า ความแข็งแรงจำเพาะต่ำกว่า แต่การยืดตัวมีค่าใกล้เคียงกับด้ายปั่นจากฝ้ายขาว สำหรับความไม่สม่ำเสมอของเส้นด้าย พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับด้ายปั่นจากฝ้ายขาว และมีความเป็นปุ่มปมสูงกว่า แต่ให้ความเป็นขนที่ผิวเส้นด้ายต่ำกว่าเส้นด้ายจากเส้นใยเดี่ยว เนื่องจากความละเอียดของเส้นใยฝ้ายสีน้ำตาล ค่าสีของเส้นด้ายปั่นผสมเป็นไปตามกฎการผสม นั่นคือ สีเหลืองและความมันเงาของเส้นใยไหม ช่วยทำให้สีของด้ายปั่นสว่างขึ้น และเป็นสีน้ำตาลออกเหลืองมากขึ้น แสดงถึงศักยภาพของการนำเส้นใยฝ้ายสีมาปั่นผสมกับเส้นใยจากเศษไหมในระดับอุตสาหกรรมได้ เพื่อการเพิ่มพื้นที่ของการปลูกฝ้ายสี และการได้ผลิตภัณฑ์สีธรรมชาติของเส้นด้ายปั่นผสม และนอกจากนี้ด้ายที่ปั่นได้มีความเหมาะสมกับการทำเป็น Fancy yarn เพราะมีความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity) ต่ำ และ ปริมาณ Neps สูง

2.7.3 ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ [9] ศึกษาความเหมาะสมการปั่นด้ายผสมเศษไหมจากเปลือกรังกับใยฝ้ายหรือใยโพรีเอสเตอร์ เศษไหมจากเปลือกรัง (Silk floss) ในประเทศไทยได้ถูกทิ้งไปโดยสูญเปล่ามาเป็นเวลานาน ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำเอาเศษไหมจากเปลือกรังนี้มาปั่นเป็นเส้นด้ายใยผสมกับใยฝ้ายหรือใยโพลีเอสเตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่และเกิดประโยชน์การใช้งาน โดยใช้กระบวนการปั่นด้ายที่มีอยู่แล้วในประเทศไทย เพื่อเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตให้ได้รับประโยชน์สูงสุด

ผลการศึกษาพบว่าเศษไหมจากเปลือกรัง สามารถนำไปปั่นผสมกับใยฝ้ายได้ดีกว่าการนำไปผสมกับโพลีเอสเตอร์ ซึ่งมีปัญหาในกระบวนการผลิตและยังต้องปรับปรุงเครื่องจักรอีกหลายขั้นตอน ทั้งนี้เนื่องมาจากลูกกลิ้งเปิดเส้นใยไม่เหมาะกับเส้นใยสังเคราะห์ และสัดส่วนที่ดีที่สุดของการศึกษาครั้งนี้คือ การปั่นผสมเศษไหมจากเปลือกรังกับฝ้ายในสัดส่วนร้อยละ 67:33 ด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open end spinning) สามารถผลิตเส้นด้ายเทียบเท่ากับฝ้าย เบอร์26 มีค่าความเหนียว เท่ากับ 8.5 เซ็นตินิวตันต่อเท็กซ์ เส้นด้ายที่ได้สามารถนำไปทอและถักเป็นผืนผ้าได้ดี สามารถนำไปตัดเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูปได้

2.7.4 คชามาศ ธรรมรงค์ศักดิ์ [10] ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตผ้าผืนโดย ตรงจากเส้นใยเศษไหม โดยวิธีการสางและทำให้ติดกันเป็นแผ่นผืนโดยการใช้ความร้อน พร้อมทั้งศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล เช่น ความทนแรงดึงและแรงฉีกของผ้าผืนที่ผลิตได้ เพื่อการนำมาใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ การทดลองผลิตผ้าผืนโดยตรงทำได้โดยการผสมเศษไหมเคบะจากเปลือกรังไหมกับเส้นใย สังเคราะห์พอลิโอฟินและพอลิเอสเทอร์ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำในอัตราส่วน 20-35% โดยน้ำหนัก จากนั้นจึงนำไปสางด้วยเครื่องสางแบบลูกกลิ้งเพื่อให้เส้นใยเกาะเกี่ยวกัน เป็นแผ่น แล้วนำไปผ่านลูกกลิ้งร้อนซึ่งจะทำให้เส้นใยสังเคราะห์หลอมเหลวเชื่อมเส้นใย ไหมให้ติดกันอย่างแข็งแรง ด้วยวิธีดังกล่าวพบว่า สามารถผลิตผ้าผืนที่มีลักษณะนุ่ม สีขาวนวลและมีความมันเงาตามลักษณะของเศษไหมที่มีความหนาแน่นเชิงพื้นที่ 60 กรัมต่อตารางเมตร ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของความหนาซึ่งแสดงถึงความสม่ำเสมอของผ้าอยู่ใน ช่วงที่ยอมรับได้คือ ประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ผ้าผืนไหมยังมีความสามารถในการให้อากาศผ่านได้ดี แต่มีความสามารถในการดูดซับความชื้นในอากาศประมาณ 2.0-3.6 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดสอบสมบัติทางกลพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยสังเคราะห์มากขึ้นผ้าผืนเศษไหมที่ได้จะมีความแข็งแรง เชิงกลเพิ่มขึ้น แต่ผ้าผืนที่มีปริมาณเศษไหมมากว่าจะมีความอ่อนนุ่มดีกว่า ผ้าผืนที่ผสมเส้นใยสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์ประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ จะมีความนุ่มและความแข็งแรงดีที่สามารถยอมรับได้

2.7.5 Kannan V.A.(1987) [11] บรรดาเส้นใยธรรมชาติทุกประเภท ไม่มีเส้นใยธรรมชาติอื่นใดที่จะมีประวัติอันยาวนานและน่าสนใจเท่ากับเส้นใยไหม จากประวัติของการค้นพบที่เริ่มจากเจ้าหญิงในประเทศจีน รู้จักการนำเส้นไหมมาปั่นใช้ในการทอผ้า แต่เมื่อกล่าวถึงเส้นไหมปั่น (Spun silk) นั้น เราเพิ่งจะรู้จักกัน เมื่อประมาณ 250 ปีมานี่เอง

ในกระบวนการสาวไหมจากรังไหม จะเกิดเศษไหมที่พันกันยุ่งเหยิงและเกาะกันเป็นกระจุก ซึ่งในอดีตไม่ได้นำเอาส่วนนี้ใช้ประโยชน์อื่นใด เนื่องไม่คำนึงการใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า จนกระทั่งปัจจุบันจึงได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางสิ่งทอ และเป็นที่แน่นอนว่าสมบัติจากเส้นไหมปั่นนี้จะด้อยกว่า เส้นไหมที่ได้จากการสาวซึ่งมีความยาวอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามเส้นใยหรือเส้นด้ายทั้งสองประเภทนี้ก็ได้มาจากรังไหมที่มีลักษณะและสมบัติเป็นไหม ไหมแท้ๆ ราชินีแห่งสิ่งทอ โดยในกรรมวิธีการสาวไหมจะรวมเอาเส้นไหมจากรังไหมหลายๆ รังมาสาวเป็นเส้นด้ายเดี่ยว เช่นเดียวกับเส้นไหมปั่นที่จะรวมเส้นใยสั้นๆ มาปั่นและตีเกลียวเป็นเส้นด้ายใช้ในการทอผ้า เส้นด้ายไหมปั่นสามารถผลิตมาจากเศษของไหมบ่า เช่น ทาซาร์,มูก้าและอีริ ผ้าจากเส้นไหมปั่นนี้เป็นที่ยอมรับกันในวงการตกแต่งต่างๆ วงการเสื้อผ้าสำเร็จรูป เพราะสมบัติทางความคงทนต่อการซัก, ความอ่อนนุ่ม,ความเงามัน ผิวสัมผัสและสมบัติที่ดีในการสวมใส่ คือ จะให้ความรู้สึกอบอุ่นในฤดูหนาวและเย็นสบายใจในฤดูร้อน นอกจากนั้นยังสามารถนำไปปั่นผสมกับเส้นใยประเภทอื่นๆ เช่น ขนสัตว์ เพื่อให้สมบัติที่ดีขึ้นและใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ในประเทศอินเดียเศษไหมทั้งจากไหมป่าและไหมเลี้ยงทุกประเภทประมาณปีละ 2,700 ตัน จะถูกส่งไปยังโรงงานเพื่อปั่นเป็นเส้นด้ายไหมและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยโรงงานที่ผลิตเส้นไหมปั่นเหล่านี้ จะเป็นของรัฐบาลและขนาดของเส้นด้ายหรือเบอร์ด้ายที่นิยมผลิตและใช้กัน คือ เบอร์ 2, 5, 7, 10 และ 20 และมีกระบวนการผลิต ดังนี้

กระบวนการปั่นเส้นไหม ในการปั่นเส้นไหมวัตถุดิบที่จะใช้จะได้มาจากเศษไหมต่างๆ ซึ่งในเศษไหมจะมีสิ่งปรกอยู่มาก และในการปั่นด้ายสิ่งที่สำคัญและมีผลต่อคุณภาพของเส้นด้าย ก็คือจะต้องขจัดเอาสิ่งสกปรกต่างๆ เหล่านี้ออกไปเพื่อให้เส้นด้ายที่มีคุณภาพ

การลอกกาว ในเส้นใยไหมจะมีกาวจากธรรมชาติห่อหุ้มอยู่ เรียกว่า เซริซิน ซึ่งจะต้องเอาออกก่อนที่จะนำไปปั่น โดยใช้วิธีการต้ม

การเตรียมการ การที่เส้นใยจะผ่านกระบวนการต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือสมบูรณ์นั้น สิ่งที่สำคัญมากก็คือการคัดความยาวของเส้นใยตามที่ต้องการ ทำให้เส้นใยเรียงตัวขนานกันโดยกระบวนการหวี เพื่อขจัดเส้นใยสั้นออก

การรีดปุย เส้นใยที่ผ่านการเตรียมการหรือการหวีแล้ว จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องรีดปุย เพื่อลดขนาดแล้วปั่นตีเกลียวรวมกันเป็นเส้นด้าย

การควบและการตีเกลียว หลังจากปั่นเป็นเส้นด้ายแล้ว เส้นไหมปั่นนี้จะถูกนำไปควบและตีเกลียว ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะนำไปใช้งานอาจจะเป็น 2 หรือ 3 เส้นมาควบกัน หรืออาจจะนำไปควบกับเส้นด้ายประเภทอื่น เช่น ขนสัตว์ เป็นเส้นด้ายใยผสม

การตกแต่ง เป็นกระบวนการพิเศษที่ใช้สำหรับตกแต่งเส้นไหมปั่น โดยจะผ่านขั้นตอน การทำความสะอาด,การเผาขน เพื่อทำให้เส้นด้ายมีความสม่ำเสมอและเงามัน

การกรอ เส้นไหมปั่นที่สำเร็จจะถูกนำไปกรอให้เป็นรูปร่างต่างๆ กัน เช่น ไจ รูปกรวย (Cone) หรือ เป็นหลอด (Cheese) เพื่อสะดวกในการขนส่งและการซื้อขาย

การใช้ประโยชน์จากเส้นไหมปั่น เส้นไหมปั่นถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางสิ่งทออย่างกว้างขวาง เช่นเดียวกับไหมที่สาวจากรังไหมทั่วๆไป เช่น นำไปทอหรือถักผ้าประเภทต่างๆ เช่น ผ้าเช็ดหน้า ผ้าพันคอ ผ้าคลุมไหล ตลอดจนทำเป็นเส้นด้ายเย็บ ผลิตภัณฑ์จากเส้นไหมปั่นที่นิยมผลิตกันมากในอินเดีย คือ เสื้อเชิ้ตและชุดนอนสำหรับสุภาพบุรุษและสุภาพสตรี โดยเฉพาะชุดชั้นในซึ่งค่อนข้างจะเป็นที่นิยมในหน้าร้อน เพราะสมบัติทางด้านความเงางาม น้ำหนักเบา ความสละสลวยในเนื้อผ้าโดยธรรมชาติ ผิวสัมผัสและสมบัติที่ดีในการสวมใส่ นอกจากนั้นเส้นไหมปั่นจากเศษไหมนี้ยังนำมาใช้อุตสาหกรรมไฟฟ้า คือ ใช้เป็นฉนวนในสายไฟฟ้า เคเบิ้ลและสายพานส่งกำลัง

2.7.7 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากผลการวิจัยของชัยยุทธ ช่างสารและคณะ ทำให้ทราบว่าสามารถนำเศษไหมมาปั่นเป็นเส้นด้ายใยสั้นได้ ซึ่งการนำเศษด้ายที่เหลือจากการทอมาปั่นเป็นเส้นด้ายนั้นน่าจะสามารถทำได้เช่นเดียวกันหากผลของการตีเปิดเส้นด้ายไม่ทำให้คุณสมบัติของไหมสูญเสียมากเกินไป

งานวิจัยของรังสิมา ชลคุปและคณะนั้นได้กล่าวถึงการผสมเส้นใยฝ้ายสีน้ำตาลและเส้นใยไหมเหลืองจากเศษไหม เพื่อผลิตเส้นด้ายปั่นผสม เส้นใยไหมจากเศษไหมเหลือง ผลที่ได้สามารถผลิตเส้นด้ายผสมฝ้ายสีน้ำตาลและไหมเหลือง ที่อัตราส่วน 50/50 ขนาด 30 tex ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงเกิดแนวความคิดในเรื่องของการผสมเส้นใยฝ้ายหากการทดลองการปั่นด้ายด้วยเศษไหม 100% ไม่สามารถให้คุณสมบัติเหมาะสมเพียงพอกับการนำไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยของธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ ศึกษาการใช้เปลือกรังไหมมาปั่นผสมกับเส้นใยฝ้ายและโพลีเอสเตอร์ ซึ่งการศึกษาทดลองพบว่าสามารถปั่นเป็นเส้นด้ายได้ โดยใช้ส่วนผสมเปลือกรังไหมและเส้นใยฝ้ายในสัดส่วนร้อยละ 67:33 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ดีที่สุด และสามารถนำเส้นด้ายไปใช้ประโยชน์ได้

งานวิจัยของคชามาศ ธรรมรงค์ศักดิ์ ศึกษาการผลิตผ้าผืนโดย ตรงจากเส้นใยเศษไหม โดยวิธีการสางและทำให้ติดกันเป็นแผ่นผืนด้วยการใช้ความร้อน และทดลองผลิตผ้าผืนโดยตรงทำได้โดยการผสมเศษไหมเคบะจากเปลือกรังไหมกับเส้นใย สังเคราะห์พอลิโอฟินและพอลิเอสเทอร์ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำในอัตราส่วน 20-35% โดยน้ำหนัก จากนั้นจึงนำไปสางด้วยเครื่องสางแบบลูกกลิ้งเพื่อให้เส้นใยเกาะเกี่ยวกัน เป็นแผ่น แล้วนำไปผ่านลูกกลิ้งร้อนซึ่งจะทำให้เส้นใยสังเคราะห์หลอมเหลวเชื่อมเส้นใย จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงวิธีการยึดติดเส้นใยเศษไหมด้วยกระบวนการละลายเส้นใยที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ ผสมกับเศษไหมซึ่งสามารถทำเป็นผืนผ้าได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการปั่นด้าย

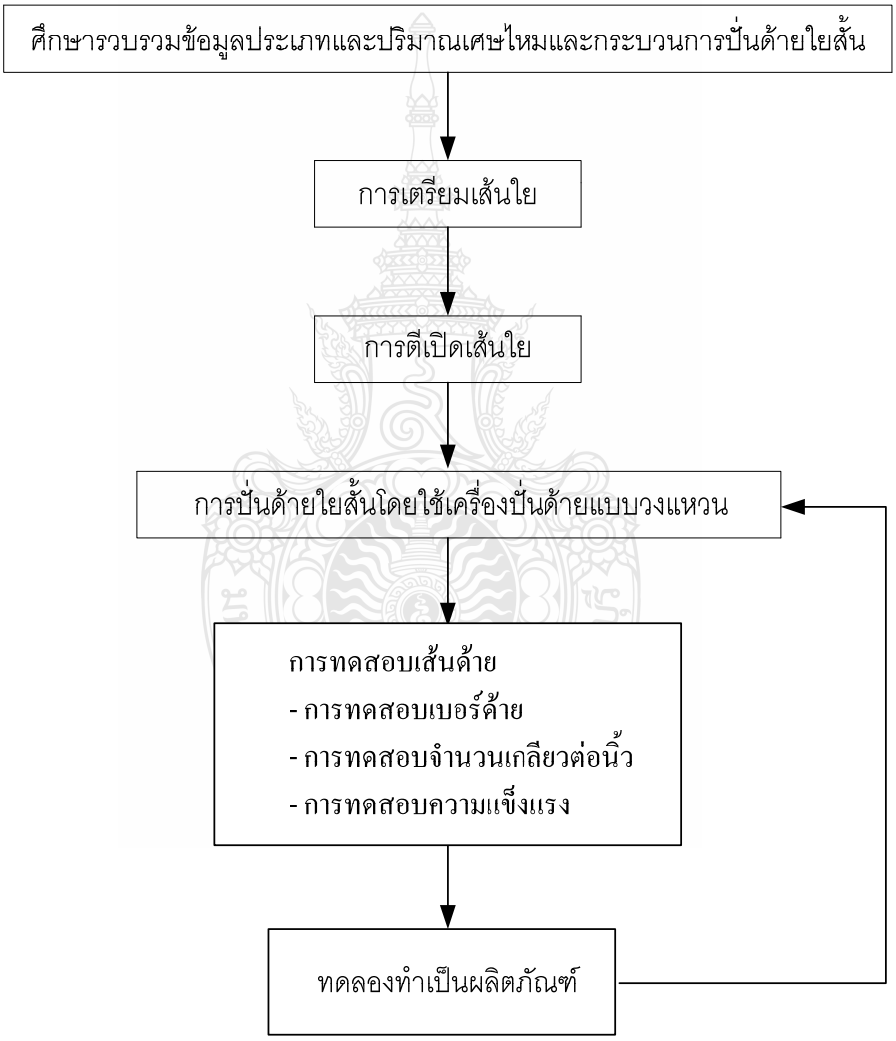
Kannan V.A. ได้กล่าวไว้ว่า “ในกระบวนการสาวไหมจากรังไหม จะเกิดเศษไหมที่พันกันยุ่งเหยิงและเกาะกันเป็นกระจุก ซึ่งในอดีตไม่ได้นำเอาส่วนนี้ใช้ประโยชน์อื่นใด เนื่องไม่คำนึงการใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า แต่ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางสิ่งทอบ้างแล้ว และสมบัติจากเส้นไหมปั่นนี้จะด้อยกว่า เส้นไหมที่ได้จากการสาวซึ่งมีความยาวอย่างต่อเนื่อง”

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานแสดงตามแผนภูมิการดำเนินงานในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงการดำเนินงาน

3.1 สถานที่ทำการทดลอง

1) ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2) บริษัท ไทยอคริลิค ไฟเบอร์ จำกัด

3) บริษัท ทีซีเอช ซูมิโนเอะ จำกัด

4) บริษัท นันยางอุตสาหกรรม จำกัด

5) บริษัท เคนิท จำกัด

6) บริษัท อาร์ทรี จำกัด

7) บริษัท พรีเมียร์ เท็กซ์ไทล์ อินดัสทรี้ จำกัด

8) บริษัท เคลฟเวอร์ อินเตอร์เท็กซ์ จำกัด

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1) เศษเส้นด้ายไหมที่เหลือจากกระบวนการทอผ้าไหม แบบทอกี่กระตุกและจากเครื่องทอเรเปียร์

2) สารปรับสมบัติเส้นใยและสารป้องกันไฟฟ้าสถิต

3) กล้องไมโครสโคป (Microscope)

4) เครื่องวัดค่าความหยิกงอ (Crimp measure)

5) เครื่องหวีเส้นใยสั้น (Fiber comb sorter)

6) แผ่นกระดานดำ (Black mirror for denier)

7) เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย (Tenacity& Elongation machine)

8) เครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini carding machine)

9) เครื่องสางใย (Carding machine)

10) เครื่องรีดปุย (Draw frame)

11) เครื่องโรฟวิ่ง (Roving machine)

12) เครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning machine)

13) เครื่องกรอด้าย (Auto coner winding machine)

14) เครื่องทดสอบความเหนียว (Tensile strength tester)

15) เครื่องทดสอบจำนวนเกลียวต่อนิ้ว (Twist tester)

16) เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electronic balance)

17) เครื่องระวิงกรอด้ายแบบอัตโนมัติ (Automatic warp reel)

18) เครื่องถักถุงมือ (Glove knitting machine)

19) เครื่องถักถุงเท้า (Socks knitting machine)

20) เครื่องถักสเวตเตอร์ (Sweater, Flat knitting machine)

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.1 การเตรียมเศษไหม

1) เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกแบบพื้นบ้าน (Hand loom) จะมีเศษไหมที่เกิดจากการทอผ้าอยู่ 2 ส่วน คือ เศษไหมจากแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ซึ่งเศษไหมทั้ง 2 ประเภทจะมีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

- เศษเส้นด้ายยืน ส่วนใหญ่เป็นเส้นด้ายที่เหลือจากหัวผ้า ส่วนที่เหลือจากฟันหวีไปถึงตะกอและบีมม้วนเส้นด้ายยืนหรือส่วนที่ใช้มัดติดกับบีมม้วนผ้าทั้งสองด้าน ซึ่งบางครั้งจะมีหัวผ้าติดมาด้วย จึงต้องแยกและตัดเอาส่วนที่เป็นหัวผ้าออก ปริมาณเศษไหมประเภทนี้ จะมีอยู่ประมาณ 10-30 กรัมต่อการลงผ้าหนึ่งครั้งและมีความยาวติดกันเป็นเส้นยาว ตามความยาวของผ้า ซึ่งมีหลากหลายสี มีความแข็งและกระด้าง เนื่องจากมีเกลียวสูงและการลงแป้ง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับด้ายยืน ที่ต้องเสียดสีกับฟันหวีในขณะทอ ดังนั้นเศษจากเส้นด้ายยืนจึงตีเปิดเป็นเส้นใยได้ค่อนข้างยากกว่าชนิดอื่น ดังแสดงในภาพที่ 3.2 การทอผ้าแบบกี่กระตุกและภาพที่ 3.3 เศษไหมเส้นยืนจากเครื่องทอแบบกี่กระตุก

ภาพที่ 3.2 การทอผ้าแบบกี่กระตุก

ภาพที่ 3.3 เศษไหมเส้นยืนจากเครื่องทอแบบกี่กระตุก

- เศษเส้นด้ายพุ่ง ได้จากเศษด้านที่เหลือจากหลอดด้ายพุ่ง ซึ่งเศษด้ายในส่วนนี้ จะมีความยาวและมักรวมตัวเป็นกระจุก ในการทดลองครั้งนี้จำเป็นจะต้องคัดแยกแต่ละกลุ่มออกจากกัน จากนั้นจะทำการคลี่แล้วหวีเส้นด้ายให้เหยียดตรงและเรียงตัวขนานกัน เพื่อง่ายต่อการตัด เศษด้ายพุ่งจะมีปริมาณที่ได้ไม่แน่นอน แต่จะมีสมบัติด้านความอ่อนนุ่มมากกว่าเศษไหมจากเส้นด้ายยืน ดังแสดงในภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 เศษไหมเส้นพุ่งจากเครื่องทอกี่กระตุก

2) เศษไหมที่เหลือจากการทอด้วยเครื่องเรเปียร์ (Rapier loom) จะมี 2 ประเภทคือ

- เศษจากด้ายยืน มีปริมาณน้อยและกำหนดปริมาณเศษไหมชนิดนี้ค่อนข้างยาก เนื่องจากกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงานจะมีความแตกต่างกัน เช่น โรงงานที่ผลิตผ้าพื้น (ผ้าสีพื้นไม่มีลวดลาย) ก็จะทอผ้าแบบต่อเนื่อง เมื่อเส้นด้ายหมดบีมก็จะนำเส้นด้ายยืนบีมใหม่มาทำการต่อกับเส้นด้ายยืนเดิมที่อยู่บนเครื่อง เพื่อลดเวลาในการร้อยตะกอใหม่ และสามารถใช้เส้นด้ายยืนได้หมดบีมไม่ทิ้งเศษ ซึ่งแตกต่างกับบางโรงงานที่มีการเปลี่ยนโครงสร้างผ้าหรือลายผ้าบ่อยตามใบสั่งผลิต ที่จำเป็นจะต้องตัดทิ้งไม่สามารถต่อเส้นด้ายหรือใช้ตะกอเดิมได้ ดังนั้นเส้นด้ายยืนที่เหลือจะมีความยาวเท่ากับระยะห่างฟันหวีถึงบีมด้ายยืนและม้วนเก็บในบีมซึ่งอย่างน้อยต้องมีประมาณหนึ่งรอบของแกนบีม ซึ่งขนาดของบีมก็จะมีหลายขนาดแล้วแต่ชนิดของเครื่องทอผ้านั้นๆ

- เศษเส้นด้ายพุ่ง คือ ริมผ้าทั้งสองข้างตามความยาวของผืนผ้า เศษไหมที่นำมาศึกษาในครั้งนี้จะมีริมผ้าแบบเรโน (Reno) ซึ่งจะประกอบด้วย เส้นด้ายยืนที่มีความแตกต่างจากเส้นด้ายยืนในเนื้อผ้า เพื่อใช้ในการยึดส่วนปลายของเส้นด้ายพุ่งทั้ง 2 ข้างเอาไว้ก่อนที่จะตัดออกเพื่อความสวยงามของผืนผ้า ส่วนที่ตัดออกนี้จะมีความยาวประมาณ 1.5 – 2.5 นิ้ว ดังนั้นการนำเอาเศษชนิดนี้มาใช้ จึงจำเป็นต้องเอาเส้นด้ายยืนออกก่อน เพราะเส้นด้ายยืนส่วนนี้มักใช้เป็นด้ายฝ้ายหรือด้ายชนิดอื่นที่ไม่ใช้ไหม เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5 เศษไหมเส้นด้ายพุ่งจากริมผ้าเรโน (Reno) ที่ได้จากเครื่องทอผ้าแบบเรเปียร์

3.3.2 ตัดเศษไหม

นำเส้นด้ายทั้ง 2 ชนิด มาทำการตัดด้วยกรรไกรให้มีความยาวประมาณ 38 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3.6 เพื่อให้เหมาะกับกระบวนการปั่นด้ายใยสั้นแบบวงแหวน ซึ่งในการศึกษานี้ จะได้เศษเส้นด้ายไหมจากเครื่องทอแบบกี่กระตุกมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 4 กิโลกรัม ส่วนเศษไหมที่ได้จากเครื่องทอผ้าเรเปียร์ มีน้ำหนักรวมประมาณ 4 กิโลกรัมเช่นกัน

ภาพที่ 3.6 การตัดเศษเส้นด้ายไหม

3.3.3 การฉีดพ่นสารลดไฟฟ้าสถิต

จากการศึกษาทดลองเปิดเส้นด้ายเศษไหมก่อนนำมาเข้ากระบวนการผลิตจริงพบว่า ขณะเปิดเส้นด้ายเศษไหม เส้นใยจะติดและพันลูกกลิ้งหนาม เส้นใยไม่สามารถออกมาเป็นแผ่นได้เหมือนกับเส้นใยฝ้าย ซึ่งมีสาเหตุจากไฟฟ้าสถิตที่เหนี่ยวนำเส้นใยให้รวมตัวและติดอยู่กับลูกกลิ้งทำให้ไม่สามารถ เดินเครื่องได้อย่างต่อเนื่อง จึงทำการทดลองฉีดพ่นสารลดไฟฟ้าสถิต เพื่อช่วยลดปัญหาดังกล่าว ซึ่งได้ผลดีเส้นใยติดพันลูกกลิ้งน้อยลงและสามารถเดินเครื่องได้ต่อเนื่อง

นำเศษไหมที่ตัดแล้วแผ่กระจายลงบนแผ่นพลาสติก แล้วฉีดพ่นด้วยสารลดไฟฟ้าสถิต (TAF-5) ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก ความเข้มข้น 15% ฉีดพ่นให้ทั่ว โดยใช้อัตราส่วนปริมาณ 1 ลิตร ต่อไหม 1 กิโลกรัม หลังจากนั้นจะผึ่งให้แห้งในห้องที่โล่งมีอากาศถ่ายเทสะดวกประมาณ 4-6 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 การตากเศษไหมให้แห้งหลังพ่นสารลดไฟฟ้าสถิต

3.3.4 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากเศษไหม

1) ภาพตัดขวางและตามแนวนอน

ในขั้นตอนการทดลองปั่นด้าย สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่จำเป็นต้องทราบคือการทดสอบหาสมบัติของเส้นใย เพื่อหาสภาวะความเหมาะสมของเส้นใยในการปั่นด้ายและการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งในการศึกษาทดลองจะทำการทดสอบสมบัติของเส้นใยดังนี้

- วัตถุประสงค์ เพื่อดูลักษณะทางกายภาพของเศษไหมทั้งทางด้านตัดขวางและตามแนวนอน

- ขั้นตอนการทดลอง

• การเตรียมตัวอย่างเส้นใยที่จะทำการทดสอบ โดยการนำเส้นใยกลุ่มเล็กๆ มาตัดตามขวาง โดยให้เส้นใยวางอยู่ในลักษณะตั้งตรงด้วยอุปกรณ์จับยึดและอีกส่วนหนึ่งวางในลักษณะแนวนอน

• เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และตัวกล้อง เครื่องคอมพิวเตอร์จะมีการต่อพ่วงสัญญาณจากตัวกล้อง และทำงานด้วยโปรแกรมการถ่ายขยายที่ทำงานร่วมกับกล้องถ่ายขยาย

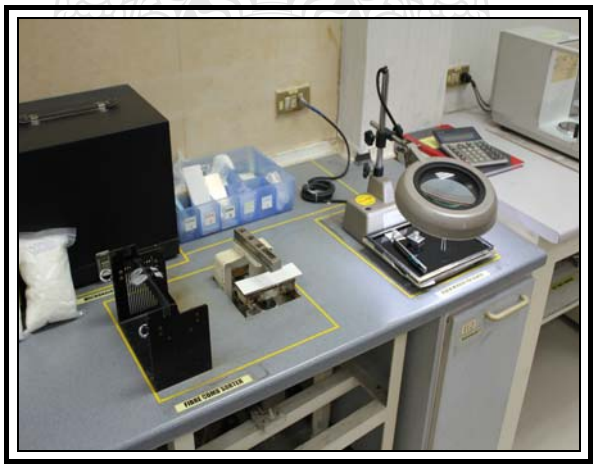
• ปรับค่าความชัดที่เลนส์ขยายของตัวกล้องจนได้ความคมชัดที่ต้องการทั้งทางด้านตัดขวางและทางด้านแนวนอน แล้วบันทึกผลลงในโปรแกรมซึ่งสามารถสั่งพิมพ์หรือบันทึกเป็นข้อมูลภาพถ่ายได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 การถ่ายภาพขยายเส้นใย

2) การทดสอบความยาวเส้นใย (Fiber length)

- วัตถุประสงค์

การทดสอบความยาวเส้นใย เพื่อหาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการกำหนดขนาดเบอร์ด้าย ใช้เป็นข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องในแต่ละขั้นตอน การปั่นด้าย โดยใช้เครื่องทดสอบหาความยาวเส้นใยด้วยเครื่องหวีเส้นใย (Fiber comb sorter) และแผ่นกระดานดำ (Black mirror for denier) ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 เครื่องทดสอบความยาวเส้นใย (Comb sorter and black mirror for denier)

- ขั้นตอนการทดลอง

• เตรียมตัวอย่างทดสอบหนักประมาณ 20 mg. และเก็บไว้ในห้องควบคุมสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65 ± 2% และอุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส

• ดึงและทบตัวอย่างหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เส้นใยเหยียดตรงและขนานกันรวมเป็นกลุ่มเล็กๆ ด้วยมือ

• นำกลุ่มเส้นใยสางลงบนฟันหวีให้เส้นใยเรียงตัวขนานกัน แล้วใช้ปากคีบดึงเอาเส้นใยออกทีละน้อย แต่ละครั้งที่ดึงออกความยาวเส้นใยจะค่อย ๆ สั้นลง เส้นใยที่ถูกหวีให้เหยียดตรงแล้วจะถูกนำไปวางลงบนแผ่นบอร์ดกำมะหยี่สีดำ ซึ่งเส้นใยจะมีความยาวเรียงกันไปจากยาวไปหาสั้นตามลำดับ และจะต้องจัดให้เส้นใยมีความหนาแน่นอย่างสม่ำเสมอตลอด Diagram

- หลังจากนั้นจึงทำการลอกรูปของ Diagram นี้ด้วยแผ่นพลาสติกใส หรือ กระดาษไขเขียนแบบ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความยาวของเส้นใยต่อไป

3) การทดสอบความละเอียดของเส้นใย (Fiber fineness)

- วัตถุประสงค์

การทดสอบความละเอียดของเส้นใย เพื่อหาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการกำหนดขนาดเบอร์ด้าย และใช้เป็นข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน การปั่นด้ายโดยใช้เครื่องทดสอบหาความละเอียดเส้นใยด้วยเครื่องหวีเส้นใย (Fiber comb sorter) แผ่นกระดานดำ (Black mirror for denier) และเครื่องชั่งน้ำหนัก (Electronic balance)

- ขั้นตอนการทดลอง

• นำเส้นใยมาเรียงกันตามแนวยาวให้ได้ความยาว 1 เมตร

• นำเส้นใยไปชั่งหาน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก (Electronic balance) ดังแสดงในภาพที่ 3.10

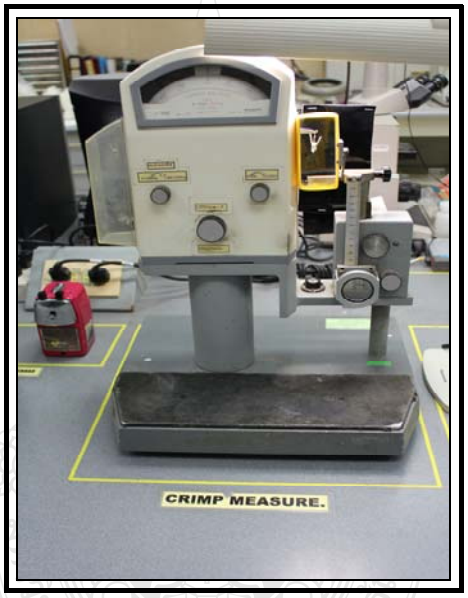
ภาพที่ 3.10 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electronic balance)

• บันทึกผลน้ำหนักที่ได้จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าความละเอียดด้วยสูตรคำนวณ

$$\text{Denier} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม)}}{\text{ความยาว (เมตร)}} \text{ X ความยาวระบบ} \qquad (3.1)$$

4) ความหยิกงอของเส้นใย (Crimp)

การหาค่าความหยิกงอของเส้นใยโดยใช้เครื่องวัดค่าความหยิกงอ (Crimp measure) ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 เครื่องวัดค่าความหยิกงอ (Crimp measure)

- วัตถุประสงค์

เพื่อให้ทราบถึงความหยิกงอของเส้นใยเศษไหมว่ามีความหยิกงอมากน้อยเพียงใด ซึ่งสมบัติดังกล่าวจะมีผลต่อการยึดเกาะกันของเส้นใยในเส้นด้าย

- ขั้นตอนการทดลอง

• นำเส้นใยเศษไหมเส้นใยเดี่ยวมาทำการถ่วงด้วยโหลด โดยใช้กระดาษกาวตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งมีขนาดตามความเหมาะสมของเส้นใยแต่ละชนิด

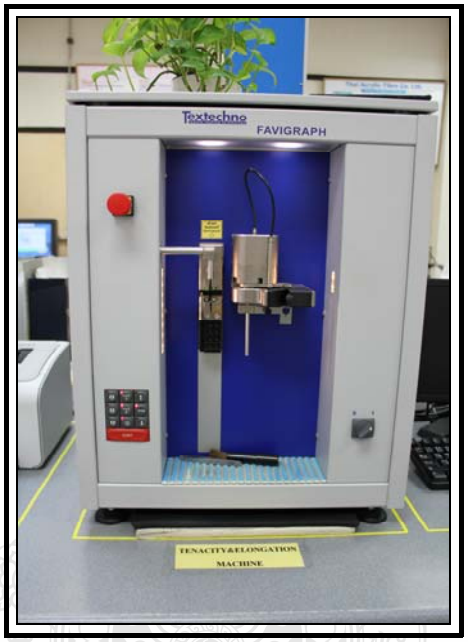
• ทำการปรับตั้งค่าของเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์ ด้วยการปรับค่าความสมดุลตามน้ำหนักของโหลด โหลดที่ใช้ถ่วงจะขึ้นอยู่กับขนาด ดีเนียร์ (Denier) ของเส้นใย

• นับจำนวนรอยหยิกงอ (Crimp) โดยการนับส่วนโค้งของเส้นใยทั้งสองข้างหรือส่วนที่โค้งขึ้นสูงสุดของเส้นใย ต่อความยาว 1 นิ้ว จำนวนที่ได้คือค่ารอยหยิกงอ (Crimp) ของตัวอย่างนั้นๆ

5) ความแข็งแรงของเส้นใย (Fiber strength)

- วัตถุประสงค์

การทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย เพื่อหาความเหมาะสมในการนำไปปั่นด้ายและทอผ้า โดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นใยเดี่ยว ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย (Tenacity& Elongation machine)

- ขั้นตอนการทดลอง

เครื่องทดสอบความแข็งแรงเส้นใยเดี่ยวที่ใช้ในการทดลองนี้จะเป็นเครื่องทดสอบกึ่งอัตโนมัติโดยควบคุมการทดสอบแรงดึงและอัตราการยืดตัวของเส้นใยด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ที่สอดคล้องกับโปรแกรมการจับเส้นใยแบบหัวจับอัตโนมัติ (Compressed air actuated clamps) เส้นใยจะถูกดึงอย่างต่อเนื่องจนขาด และจะเคลื่อนตัวกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ และจะแสดงผลการทดสอบออกมาทางชุดบันทึกแรงดึงและการยืดตัว ข้อมูลต่างๆ จะถูกบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยผลของค่าแรงดึง และการยืดตัวของเส้นใย

3.3.5 การเปิดเศษไหมด้วยเครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini carding machine)

ในขั้นตอนนี้จะนำเศษไหมที่ผ่านการตัด และพ่นสารลดไฟฟ้าสถิตแล้ว เข้าเครื่องสางใย ยี่ห้อ IKEGAMI รุ่นHIMEJI

- วัตถุประสงค์

เพื่อเปิดเส้นด้ายจากเศษไหมให้แตกตัวเป็นเส้นใย

- ขั้นตอนการทดลอง

• ป้อนเศษเส้นด้ายที่ผ่านการพ่นสารลดไฟฟ้าสถิตเข้าหลังเครื่องสางใย (Mini carding machine) โดยการแผ่เส้นด้ายให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอที่ด้านหลังเครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13 การป้อนเส้นใยเข้าด้านหลังเครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini carding machine)

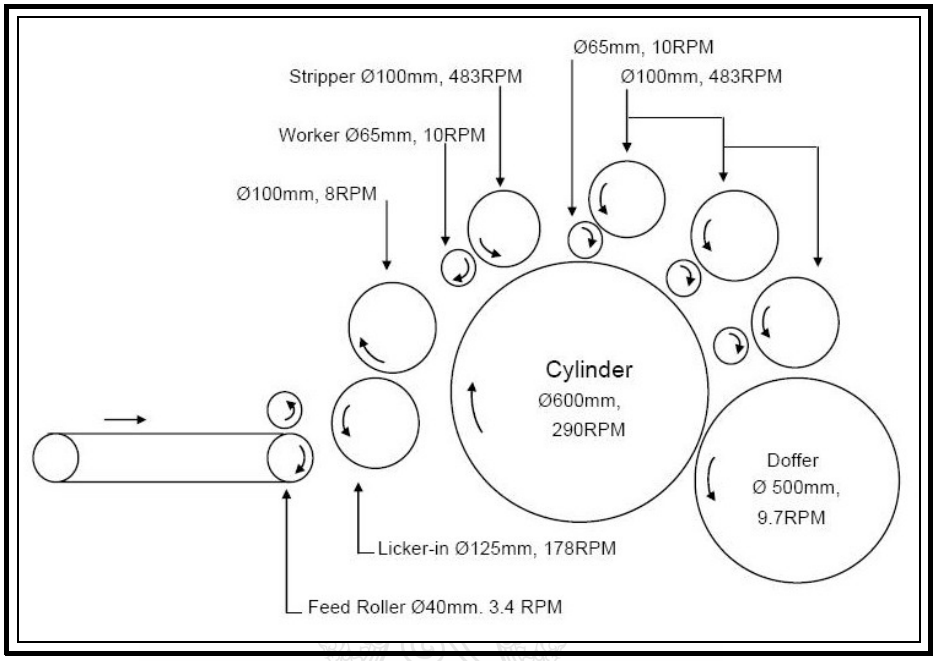
• เส้นใยจะถูกสางและส่งผ่านไปภายในเครื่อง ซึ่งประกอบไปด้วย ลูกกลิ้งหนามตัวป้อนชุดแรก (Feed roller) เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 40 มิลลิเมตร ที่มีความเร็วรอบเท่ากับ 3.4 รอบต่อนาที

• เส้นใยจะถูกป้อนเข้าสู่ชุด Licker in ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 125 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 178 รอบต่อนาที และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 100 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 8 รอบต่อนาที แล้วป้อนเข้าสู่ชุดสางใย 4 คู่

• เส้นใยจะถูกป้อนเข้าไปที่ชุดสางใย แบบ Roller card โดยลูกกลิ้งสางเรียกว่า Worker จะมีขนาดเล็กกว่า Stripper ซึ่งจะทำงานคู่กันอยู่บน Cylinder และมีทั้งหมด 4 คู่ Worker มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 65 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 10 รอบต่อนาที และ Stripper มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 100 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 483 รอบต่อนาที

• เส้นใยจะถูกสางด้วยลูกกลิ้ง Worker กับลูกกลิ้ง Cylinder ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 600 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 290 รอบต่อนาที แล้วส่งต่อไปยังลูกกลิ้งตัวสุดท้าย (Doffer)

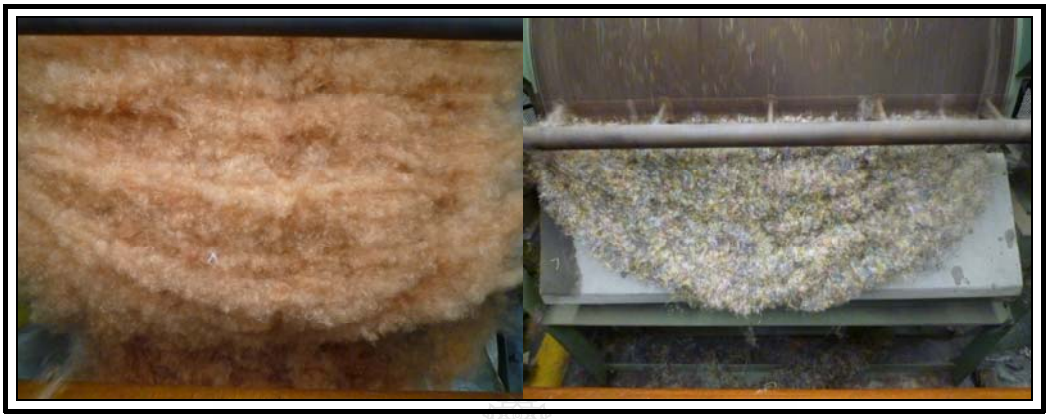
เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 500 มิลลิเมตร ความเร็วรอบเท่ากับ 9.7 รอบต่อนาที ลูกกลิ้งหนามทั้งหมดนี้ทำหน้าที่สางแยกเส้นใยให้เป็นใยเดี่ยวอิสระ สิ่งสกปรกที่ปะปนมาจะถูกขจัดออกหล่นลงใต้เครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 3.14 และ ภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.14 การทำงานของเครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini carding machine)

ภาพที่ 3.15 การเปิดเส้นด้ายเศษไหม

• หลังจากผ่านลูกกลิ้งหนาม Doffer ในเครื่องสางใยแล้วจะได้แผ่นเส้นใย (Web) ที่ถูกเปิด มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ เป็นเส้นใยเดี่ยว ซึ่งเส้นใยที่ได้จากขั้นตอนนี้จะถูกนำไปใช้ยังขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.16



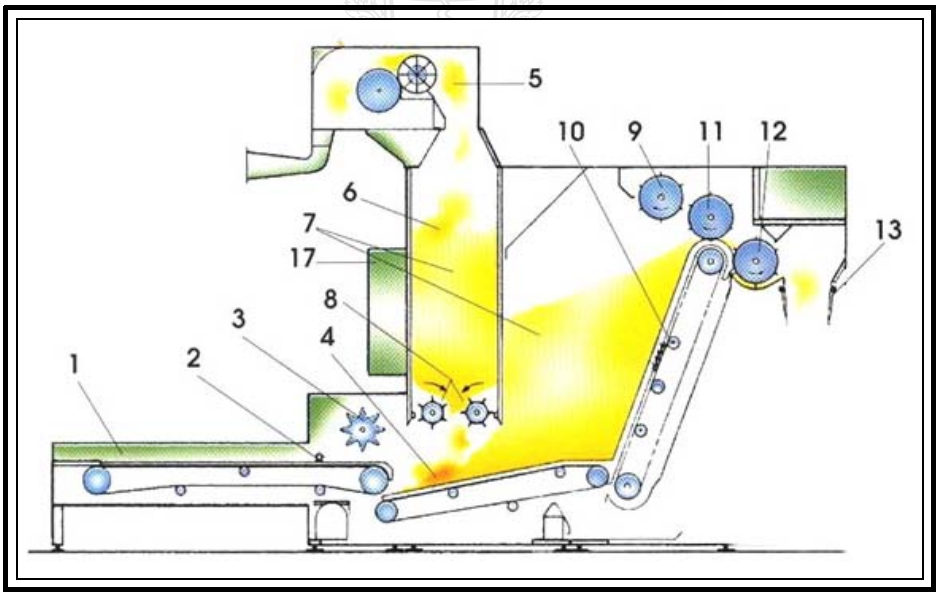
ภาพที่ 3.16 เส้นใยหลังผ่านขั้นตอนการตีเปิด

3.3.6 เครื่องผสมเส้นใย (Blow room)

เศษเส้นใยไหมหลังจากผ่านการสางด้วยเครื่องสางใย เพื่อเปิดเป็นแผ่นเส้นใยแล้วจะนำมาวางลงบนรางป้อนเส้นใยในห้องผสม เพื่อเปิดและผสมเส้นใยให้ผสมคลุกเคล้ากันมากขึ้น แล้วส่งต่อไปยังเครื่องสางใยด้วยระบบ Chute feed ดังแสดงในภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 เครื่องผสมเส้นใย (Blow room)

- วัตถุประสงค์
  - ผสมเส้นใย (Blending/Mixing)
  - เปิดและทำความสะอาดเส้นใย (Opening & Cleaning)
- ขั้นตอนการทดลอง
  - ป้อนเส้นใยเศษไหมเข้าเครื่องผสมที่สายพานลำเลียง โดยแผ่กระจายให้ทั่วสายพานอย่างสม่ำเสมอ เส้นใยที่ป้อนโดยประมาณ 3 กิโลกรัม
  - เครื่องผสมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จะประกอบไปด้วยชุดรางป้อนลำเลียงเส้นใย (Feed Table) (1) และชุดลูกกลิ้งควบคุมปริมาณเส้นใย (3) ที่มีความเร็วรอบอยู่ที่ 22 รอบต่อนาที ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งจับสายพานลำเลียงเท่ากับ 400 มิลลิเมตร ลูกกลิ้งตัวตีเปิดเส้นใยชุดแรก (Retaining roll) (8) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 380 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 328.60 รอบต่อนาที และลูกกลิ้งควบคุมปริมาณเส้นใย (Evener roll) (7) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 330 มิลลิเมตร ความเร็วรอบเท่ากับ 281.70 รอบต่อนาที และเส้นใยจะถูกส่งไปตามท่อลมและแรงลมจากพัดลม Blower เป็นตัวส่งให้เส้นใยไปยังหลังเครื่องสางใย ซึ่งเป็นการทำงานต่อเนื่องกันดังแสดงในภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18 เครื่องป้อนและผสมเส้นใย (Blending feeder)

(1) Feed table : รางป้อนเส้นใย

(2) Feed table control : ตัวควบคุมรางป้อนเส้นใย

(3) Retaining roll : ลูกกลิ้งควบคุมปริมาณเส้นใย

(4) Feed lattice : สายพานป้อนเส้นใย

(5) Cage condenser : ลูกกลิ้งทรงกระบอกเจาะรู (Screen)

(6) Material reserve trunk : ท่อสำรองเส้นใย

(7) Light barriers : สัญญาณไฟควบคุมปริมาณเส้นใย

(8) Delivery roll : ลูกกลิ้งส่งเส้นใย

(9) Roll cleaner : ลูกกลิ้งทำความสะอาดหรือเส้นใยออกจากลูกกลิ้ง Evener roll

(10) Spike lattice : สายพานหนาม ทำหน้าที่ส่งเส้นใยขึ้นไปด้านบน

(11) Evener roll : ลูกกลิ้งควบคุมปริมาณเส้นใย

(12) Stripper roll : ลูกกลิ้งลอกเส้นใยออกจากสายพาน Spike lattice

(13) Closing flaps : ปีกปิดเปิด เพื่อส่งเส้นใย

3.3.7 การสางใย (Carding)

เส้นใยที่ผ่านเครื่องผสมเส้นใย (Blow room) แล้วจะถูกส่งมาตามท่อส่ง เข้ามาที่ด้านหลังเครื่องสางใย การสางใย (Carding) คือกรรมวิธีการเปิดเส้นใย (Opening) โดยการแยกกลุ่มก้อนเส้นใยเล็กๆ (Tuft) จากเครื่องผสมเส้นใย (Blow room) ให้เป็นเส้นใยเดี่ยวๆ อิสระ (Individual fiber) เพื่อทำความสะอาดขจัดสิ่งสกปรก (Trash) สิ่งแปลกปลอม (Foreign matter) ขจัดใยสั้น (Short fibers) ปุ่มปม (Nap) และทำให้เส้นใยเรียงตัวขนานกัน (Parallel) ซึ่งการกระทำดังกล่าวเกิดขึ้นโดยให้เส้นใยเคลื่อนผ่านลูกกลิ้งที่มีแผ่นหนาม 2 แผ่น แล้วเปลี่ยนเส้นใยให้อยู่ในรูปของสไลเวอร์ (Sliver) ดังภาพที่ 3.19 เครื่องสางใย

ภาพที่ 3.19 เครื่องสางใย (Carding machine)

- วัตถุประสงค์

• เปิดเส้นใย (Opening) ที่ได้รับจากเครื่องผสมเส้นใย (Blow room) ให้เป็นเส้นใยเดี่ยว ๆ

• ทำความสะอาด (Cleaning) โดยขจัดฝุ่น สิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอม และขจัดเส้นใยสั้น (Short fibers)

• ขจัดปุ่มปม (Nap) จำนวนปุ่มปมที่เกิดขึ้นในเส้นใยจะเพิ่มขึ้นในเครื่องผสมเส้นใย แต่ที่เครื่องสางใยจะช่วยขจัดและลดจำนวนปุ่มปมลงได้

• ขจัดใยสั้น (Short fibers) ใยสั้นจะถูกสางหรือดึงออกด้วยหนาม Flat ประมาณ 1-2% ส่วนใยยาวจะติดอยู่กับหนามของไซลินเดอร์ (Main cylinder)

• ทำให้เส้นใยเรียงตัวขนานกัน (Fibers orientation) โดยไซลินเดอร์ (Main cylinder) จะทำหน้าที่สางเส้นใยให้เรียงตัวขนานกันไปตามแนวขนานของหนาม

• การลดขนาดหรือการดราฟท์ (Draft) คือการรีดหรือดึงยืดเส้นใยเรียงให้ตัวขนานกันโดยไม่ขาดออกจากกัน

• ผลผลิตที่ได้เรียกว่าสไลเวอร์ (Sliver) โดยมีหน่วยน้ำหนักต่อความยาวที่ใช้เรียกกันคือเกรน/หลา (grain/yard) หรือเกรน/ 6หลา (grain/ 6yard)

- ขั้นตอนการทดลอง

• แผ่นเส้นใยจะถูกส่งมาจากเครื่องผสมเส้นใย (Blow room) มาตามท่อโดยตรงด้วยลมเรียกว่าระบบ Chute feed ดังภาพที่ 3.20

ภาพที่ 3.20 การส่งเส้นใยด้วยท่อลม (Chute feed)

• ลูกกลิ้งป้อนจะป้อนแผ่นเส้นใยผ่านไปยังลูกกลิ้ง Licker-In หรือ Taker-In ซึ่งจะดึงเส้นใยออกจากลูกกลิ้งป้อนด้วยลูกกลิ้งหนาม มีความเร็วรอบเท่ากับ 475 รอบต่อนาที ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 249.50 มิลลิเมตร เพื่อทำการเปิดเส้นใยให้เป็นชิ้นเล็กๆ และทำความสะอาดขจัดสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่ๆ เช่น ฝุ่นผง สิ่งแปลกปลอม โดยลูกกลิ้ง Taker-In จะพาเส้นใยหมุนตี

ผ่าน Mote knife และ Grid bar ก่อนที่จะส่งต่อไปยังลูกกลิ้งไซลินเดอร์ (Main cylinder) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1,289 มิลลิเมตร ความเร็วรอบเท่ากับ 318 รอบต่อนาที เพื่อทำการสางเส้นใยให้เรียงตัวขนานกันด้วยแผ่นหนามของลูกกลิ้งไซลินเดอร์ เส้นใยชิ้นเล็กๆ ที่ติดมากับลูกกลิ้งไซลินเดอร์จะถูกแยกออกให้เป็นเส้นใยเดี่ยวๆ อิสระเรียงตัวขนานกันตามแนวของหนามในลูกกลิ้ง ซึ่งการกระทำนี้จะเกิดจากการทำงานร่วมกันของลูกกลิ้งไซลินเดอร์กับหนามของ Flat bars ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วช้า ๆ ประมาณ 1-5 นิ้ว/นาที โดยมีหน้าที่ในการขจัดใยสั้น ปุ่มปมและสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งขั้นตอนการทำงานของลูกกลิ้งไซลินเดอร์กับ Flat เราเรียกว่าการสางใย (Carding action) ดังภาพที่ 3.21

ภาพที่ 3.21 แฟลท (Flat) และการทำงานของ แปรงทำความสะอาดแฟลท (Spiral brush)

• หลังจากเส้นใยผ่านลูกกลิ้งไซลินเดอร์แล้วถูกส่งต่อไปยังลูกกลิ้งหนาม Doffer ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาด 706 มิลลิเมตร ความเร็วรอบเท่ากับ 10-15 รอบต่อนาที จะทำหน้าที่ทำเส้นใยให้อยู่ในรูปของแผ่นเส้นใยบางๆ ด้วย Fly comb เรียกว่าเว็บ (Web) ดังภาพที่ 3.22

ภาพที่ 3.22 แผ่นเว็บ (Web)

• แผ่นWeb จะถูกรวบให้เป็นสไลเวอร์ (Sliver) แล้วส่งต่อไปยังลูกกลิ้งอัดรีด (Calender roller) และชุดทำขดเส้นใยหรือคอยเล่อร์ (Coiler) เพื่อทำหน้าที่ม้วนสไลเวอร์แล้วบรรจุลงถัง (Can) อย่างเป็นระเบียบดังแสดงในภาพที่ 3.23

ภาพที่ 3.23 การขดสไลเวอร์ลงถัง

3.3.8 การรีดปุย (Draw frame)

เส้นใยที่รวมตัวกันเป็นสไลเวอร์ (Sliver) จากเครื่องสางใย (Carding machine) นั้น มีลักษณะยังไม่เหยียดตรงและไม่เรียงตัวขนานกันตามความยาวของสไลเวอร์ดีพอ ประกอบกับเส้นใยและขนาดของสไลเวอร์จากเครื่องสางใยในแต่ละเครื่องมีขนาดน้ำหนักต่อหน่วยความยาวที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการรีดปุยเส้นใย เพื่อให้ได้สไลเวอร์ที่มีความสม่ำเสมอและขนาดน้ำหนักต่อหน่วยความยาวที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อผลิตเส้นด้ายที่มีคุณภาพที่ดี การป้อนสไลเวอร์ (Sliver) พร้อมกันหลายๆ เส้นเข้าสู่ชุดลูกกลิ้งดราฟท์ เพื่อทำการลดขนาดหรือดึงรีด (Draft) ให้เป็นสไลเวอร์เพียงเส้นเดียว โดยไม่ทำให้สไลเวอร์ขาดออกจากกัน วิธีการนี้เรียกว่าการลดขนาดด้วยลูกกลิ้ง (Roller Drafting) นอกจากนั้นยังทำการควบ (Doubling) เพื่อผสมเส้นใยและทำให้สไลเวอร์มีความสม่ำเสมอมากขึ้น ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะเกิดจากการใช้ลูกกลิ้งรีดตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป และมีความเร็วที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.24 เครื่องรีดปุย (Draw frame)

ภาพที่ 3.24 เครื่องรีดปุย (Draw frame)

- วัตถุประสงค์
  - การผสมเส้นใย (Blend)
  - การลดขนาดหรือการดราฟท์ (Draft) เพื่อให้ได้สไลเวอร์ที่มีขนาดน้ำหนักต่อความยาวคงที่และตรงตามความต้องการ
  - การควบ (Doubling) เพื่อทำให้เส้นใยมีความสม่ำเสมอมากขึ้นทำเส้นใยให้เหยียดตรงเรียงตัวขนานกัน (Parallel) และขจัดเส้นใยที่หยิกงอ (Hook)
- ขั้นตอนการทดลอง

• การปรับความเร็วลูกกลิ้งลดขนาดสไลเวอร์ (Draft condition) ให้ได้ดังนี้

ลูกกลิ้งตัวที่ 1 Back roller เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร , ความเร็วรอบ 270 รอบต่อนาที

ลูกกลิ้งตัวที่ 2 Mid roller เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร , ความเร็วรอบ 330 รอบต่อนาที

ลูกกลิ้งตัวที่ 3 Front roller เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร , ความเร็วรอบ 620 รอบต่อนาที

• ปรับระยะห่างของลูกกลิ้ง (Gauge) ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ 2 มีระยะห่าง 72 มิลลิเมตร ระยะห่างของลูกกลิ้งตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ 3 มีระยะห่าง 85 มิลลิเมตร

• นำสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใย (Carding) จำนวน 6 เส้นป้อนเข้าทางด้านหลังเครื่องรีดปุย (Draw frame) ดังแสดงในภาพที่ 3.25 ผ่านระบบลูกกลิ้งรีด 3 คู่ โดยที่ลูกกลิ้งคู่หน้าจะมีความเร็วรอบสูงที่สุด ซึ่งจะมีผลทำให้เส้นสไลเวอร์ถูกดึงยืดออกหรือลดขนาด (draft) หลังจากผ่านลูกกลิ้งรีดออกมาแล้ว เส้นสไลเวอร์เหล่านี้จะถูกรวบออกมาเป็นเส้นยาวต่อเนื่องกันตลอดแล้วบรรจุลงถัง

ภาพที่ 3.25 การป้อนสไลเวอร์เข้าเครื่องรีดปุย

• การรีดปุยครั้งที่ 2 แบ่งสไลเวอร์ ออกเป็น 4 เส้น ให้ความยาวเท่ากันและป้อนเข้าเครื่องรีดปุยอีกครั้งด้วยค่าความเร็วรอบ (Draft condition) เดียวกันจะได้สไลเวอร์ที่พร้อมจะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป ผลผลิตของเครื่องรีดปุยจะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของลูกกลิ้งตัวหน้า (Front roller) ถ้าความเร็วรอบสูงผลผลิตที่ได้ก็จะสูงตาม ในกรณีศึกษานี้ลูกกลิ้งตัวหน้า (Front roller) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร และมีความเร็วรอบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 620 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 3.26 และ ภาพที่ 3.27

ภาพที่ 3.26 ชุดรวบสไลเวอร์และชุดลูกกลิ้งดร๊าฟ

ภาพที่ 3.27 เส้นสไลเวอร์ที่ผ่านการดร๊าฟ

3.3.9 โรฟวิ่ง (Roving)

เครื่องโรฟวิ่ง (Roving) จะมีชื่อเรียกได้หลายชื่อคือ Simplex, Speed frame หรือปั่นสอง โดยมีหน้าที่ลดขนาดของสไลเวอร์ (Sliver) จากเครื่องรีดปุย (Draw frame) ให้มีขนาดเล็กลงและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการปั่นด้าย ผลผลิตที่ได้ เรียกว่าเส้นโรฟวิ่ง(Roving) ซึ่งจะถูกพันลงบนหลอดไม้หรือหลอดพลาสติกในรูปของหลอดบ๊อบบิ้น (Bobbin) ซึ่งจะถูกนำไปใช้กับเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) ต่อไป ขนาดหรือเบอร์ของโรฟวิ่งเรียกว่า Hank roving ดังแสดงในภาพที่ 3.28

ภาพที่ 3.28 เครื่องโรฟวิ่ง (Roving)

- วัตถุประสงค์

  • การลดขนาด (Drafting) เพื่อลดขนาดสไลเวอร์เป็นโรฟวิ่ง (Roving)

  • การตีเกลียว (Twisting) เป็นขั้นตอนการพันเข้าแกนหลอดโรฟวิ่งและตีเกลียวก่อนนำไปเข้าเครื่องปั่นด้าย (Ring spinning)

  • การทำเป็นหลอด (Package)

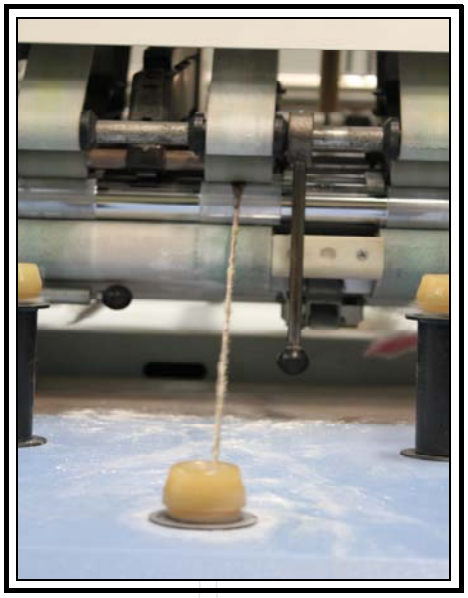
    การวาง (Laying)

    การพัน (Winding)

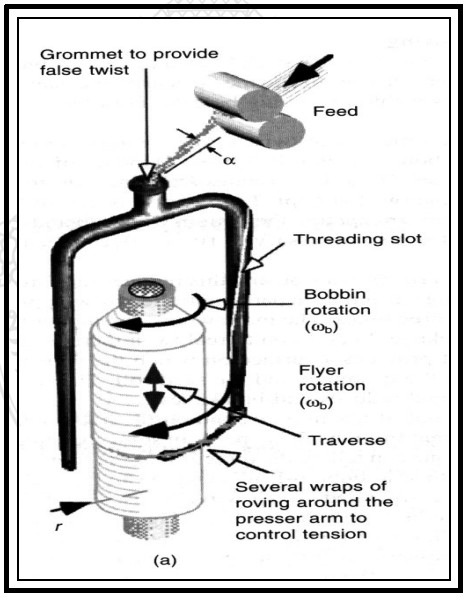
    การทำเป็นรูปร่าง (Building)

โรฟวิ่งเมื่อถูกลดขนาดแล้วจะถูกปั่นให้มีเกลียวเล็กน้อยเพื่อทำให้เส้นโรฟวิ่งมีความแข็งแรงแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยต้องมีความแข็งแรงพอที่จะทนต่อแรงดึง เมื่อคลายออก นอกจากนั้นการควบเกลียวยังมีผลทำให้หลอดโรฟวิ่งมีขนาด รูปร่าง ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงหนีศูนย์กลางขณะที่ Flyer หมุนโดยไม่ทำให้โรฟวิ่งขาดหรือเสียหาย

เกลียวของโรฟวิ่งจะเกิดขึ้นระหว่างลูกกลิ้งคู่หน้าของชุดดราฟท์กับปีกกา (Flyer) เมื่อเส้นใยถูกปล่อยออกจากลูกกลิ้งคู่หน้าก็จะถูกรวบควบเกลียวและเคลื่อนไปยัง Flyer จำนวนเกลียวจะขึ้นอยู่กับอัตราการปล่อยเส้นใยออกจากลูกกลิ้งคู่หน้ากับจำนวนรอบของ Flyer ดังภาพที่ 3.29โดยทั่วไปโรฟวิ่งจะต้องมีเกลียวน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อสะดวกต่อการดราฟท์ในเครื่องปั่นด้ายดังแสดงในภาพที่ 3.30



ภาพที่ 3.29 การตีเกลียว (Twisting)



ภาพที่ 3.30 หลักการทำงาน

- ขั้นตอนการทดลอง
  - ปรับความเร็วรอบของลูกกลิ้ง Draft conditionให้ได้ดังนี้

    ลูกกลิ้งตัวที่ 1 Back roller ความเร็วรอบ 19 รอบ ต่อนาที

    ลูกกลิ้งตัวที่ 2 Mid roller ความเร็วรอบ 23 รอบ ต่อนาที

ลูกกลิ้งตัวที่ 3 Mid roller ความเร็วรอบ 134 รอบ ต่อนาที

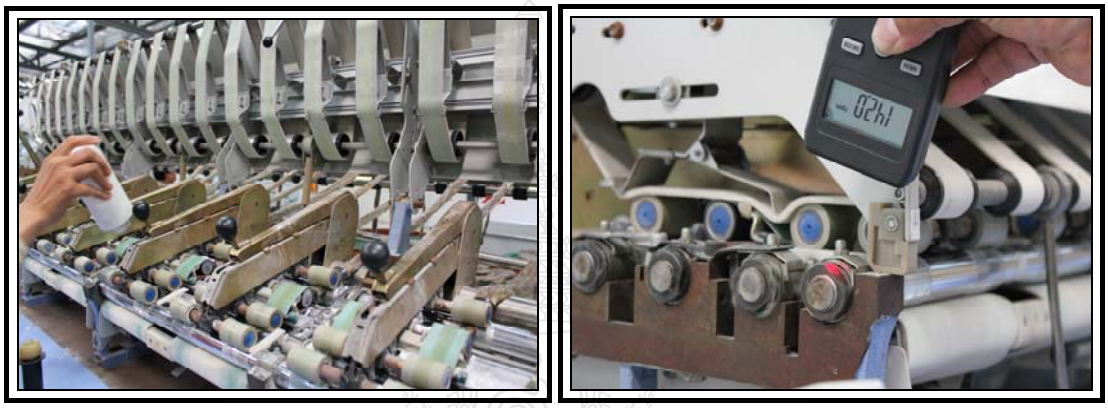
ลูกกลิ้งตัวที่ 4 Front roller ความเร็วรอบ 142 รอบ ต่อนาที

- ปรับระยะห่างของลูกกลิ้ง ทั้ง 4 ตัวให้ได้ระยะดังต่อไปนี้

ระยะห่างของลูกกลิ้ง (Gauge) ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ 2 เท่ากับ 68 มิลลิเมตร

ระยะห่างของลูกกลิ้ง (Gauge) ตัวที่ 2 ถึง ตัวที่ 3 เท่ากับ 65 มิลลิเมตร

ระยะห่างของลูกกลิ้ง (Gauge) ตัวที่ 3 ถึง ตัวที่ 4 เท่ากับ 47 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3.31



ภาพที่ 3.31 ลูกกลิ้งดร๊าฟ (Draft roller)

- นำสไลเวอร์ที่ผ่านการรีดปุยครั้งที่ 2 มาแล้ว ป้อนเข้าด้านหลังเครื่องโรฟวิ่ง (Roving machine) ดังภาพที่ 3.32

ภาพที่ 3.32 การป้อนสไลเวอร์เข้าด้านหลังเครื่องโรฟวิ่ง (Roving machine)

• หลอดโรฟวิ่งเคลื่อนที่ขึ้นลงและจะหมุนช้าลงเมื่อหลอดใหญ่ขึ้นปีกกา (Flyer) ในเครื่องโรฟวิ่งจะทำหน้าที่คล้ายกับ Traveler ซึ่งหมุนด้วยความเร็วคงที่ และพันเข้าหลอดโรฟวิ่งอย่างเป็นระเบียบ ความเร็วรอบของแกนโรฟวิ่ง เท่ากับ 500 รอบต่อนาที นำแกนหลอด (Bobbin) ที่ได้ไปเข้าเครื่อง Ring spinning ในขั้นตอนต่อไปดังภาพที่ 3.33

ภาพที่ 3.33 แกนหลอด (Bobbin)

3.3.10 การปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning)

เป็นการปั่นด้ายโดยการลดขนาดของโรฟวิ่งให้เล็กลงตามเบอร์ด้ายที่ต้องการด้วยระบบดราฟท์ เครื่องจักรที่ใช้ในการปั่นด้ายนี้เรียกว่าการปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) แสดงในภาพที่ 3.34

ภาพที่ 3.34 เครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning)

- วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์และหน้าที่ของเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) คือ

- การลดขนาด (Drafting)
- การตีเกลียว (Twisting)
- การทำเป็นหลอด (Packaging)

การวาง (Laying)

การพัน (Winding)

การทำให้เป็นรูปร่าง (Building)

- ขั้นตอนการทดลอง

- ปรับตั้งความเร็วของลูกกลิ้งโดยใช้ Condition ของเครื่องปั่นด้ายดังนี้

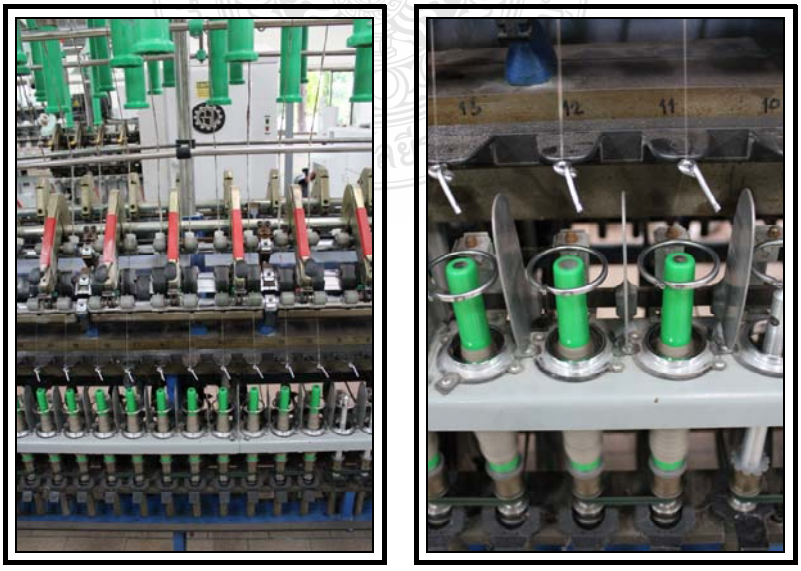
ความเร็วของ Front roller เท่ากับ 87 รอบ ต่อนาที

ความเร็วของ Mid roller เท่ากับ 7.0 รอบ ต่อนาที

ความเร็วของ Back roller เท่ากับ 5.48 รอบ ต่อนาที

และความเร็วแกน Spindle เท่ากับ 5,000 รอบต่อนาที ระยะห่างของลูกกลิ้ง Draft เท่ากับ 69 และ 67 มิลลิเมตร ค่าTPI (Twist per inch) เท่ากับ 17.8 เกลียวต่อ นิ้ว

- นำหลอดโรฟวิ่ง ป้อนเข้าเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) โดยแขวนที่ราวแขวนโรฟวิ่ง ดังแสดงในภาพที่ 3.35



ภาพที่ 3.35 การปั่นด้าย (Ring spinning)

• เส้นโรฟวิ่งจะถูกลดขนาดด้วยลูกกลิ้งดร๊าฟแล้วผ่านไปยังไกด์นำเส้นด้าย (Thread guide) ตัวห่วง (Traveler) ซึ่งเคลื่อนที่อยู่บนวงแหวน (Ring) แล้วพันบนหลอดด้าย (Bobbin or cop) ซึ่งสวมอยู่บนแกนปั่นด้าย (Spindle)

3.3.11 การกรอด้ายเข้าหลอด (Winding machine)

เส้นด้าย (Yarn) ที่ได้จากการปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) จะอยู่ในรูปของหลอดด้าย (Bobbin) ซึ่งจะมีความยาวน้อยเกินไปที่จะนำไปใช้งานในการทอหรือถักผ้า ดังนั้นการกรอด้าย (Winding) ที่มีหน้าที่รวมเอาเส้นด้ายจากหลอดด้ายเล็กๆ มารวมกันเป็นด้ายหลอดใหญ่ เรียกว่าลูกด้าย (Package) ในขณะเดียวกันยังมีหน้าที่ในการตรวจสอบและขจัดจุดที่ไม่สม่ำเสมอหรือข้อบกพร่องของเส้นด้ายที่เกิดจากการปั่นด้าย เช่นจุดหนา บาง ปุ่มปม รอยต่อ ซึ่งอาจทำให้เส้นด้ายขาดหรืออาจสร้างปัญหาอื่นๆ ให้กับกรรมวิธีผลิตผ้าในขั้นตอนต่อไป ดังนั้นการกรอด้ายจึงนับว่าเป็นเครื่องจักรที่ใช้ปรับปรุงและควบคุมคุณภาพของเส้นด้าย ดังแสดงในภาพที่ 3.36

ภาพที่ 3.36 เครื่องกรอด้าย (Winding machine)

1) วัตถุประสงค์

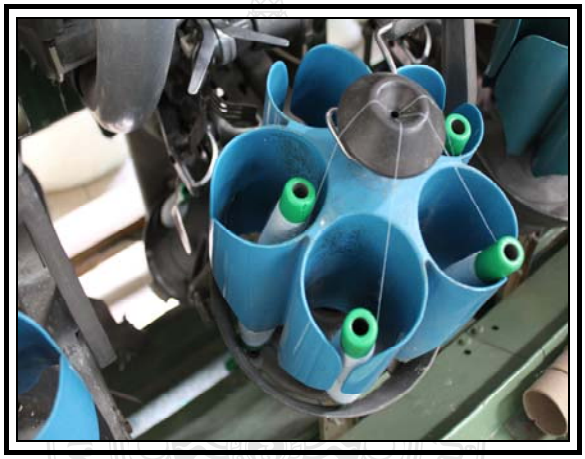
- เพื่อให้ได้ความยาวเส้นด้ายตามที่ต้องการ เนื่องจากจำนวนเส้นด้ายที่อยู่ในหลอดด้าย (Cop) ของเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวนมีจำนวนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการที่จะนำไปใช้กับกระบวนการทอและถักผ้า

- ขจัดข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเส้นด้าย เช่น Slab, Nap และรอยต่อเส้นด้าย ฯลฯ โดยให้เหลืออยู่ในจำนวนที่พอยอมรับได้ ซึ่งข้อบกพร่องเหล่านี้จะมีผลต่อกระบวนการสืบด้ายยืนและการทอผ้า ตลอดจนคุณภาพของผ้าซึ่งจะเกิดรอยตำหนิหรือข้อบกพร่อง

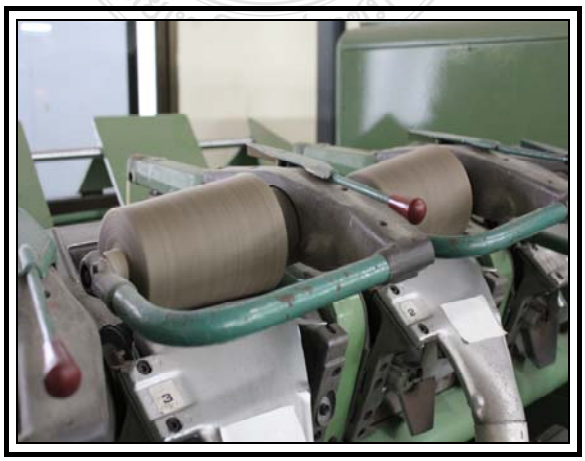
- เพื่อเคลือบ Wax ให้กับเส้นด้ายถัก เนื่องจากในการถักผ้าจะใช้เข็มที่ค่อนข้างบาง และละเอียดอ่อน ถ้าเส้นด้ายแข็งกระด้างหรือมีเกลียวมากเกินไปอาจทำให้เข็มหักหรือผ้าเป็นรู มีตำหนิ การเคลือบ Wax จึงช่วยหล่อลื่นเส้นด้ายให้เคลื่อนผ่านเข็มอย่างสะดวก

2) ขั้นตอนการทดลอง

- นำหลอดด้ายจากเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) มาเข้าเครื่องกรอด้าย โดยการนำปลายของเส้นด้ายจากหลอดด้าย (Bobbin) ใส่ใน Magazine ที่สามารถใส่หลอดด้าย 5 หลอด ดังแสดงในรูปที่ 3.37 เครื่องกรอจะทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ หลอดด้ายจะตกลงใต้เครื่อง ปลายเส้นด้ายจะถูกต่อกับเส้นด้ายที่อยู่ในหลอดใหญ่ (Cone) ด้วยกลไกการต่อด้ายอัตโนมัติ โดย ความเร็วของเครื่อง Auto coner winding machine เท่ากับ 700 เมตร ต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 3.37 ถึงภาพที่ 3.39



ภาพที่ 3.37 การใส่แกนหลอด (Bobbin) เข้าเครื่องกรอด้าย



ภาพที่ 3.38 การพันเข้าหลอดด้ายใหญ่ (Cone)

ภาพที่ 3.39 การต่อด้ายแบบอัตโนมัติของเครื่องกรอด้าย

3.4 การทดสอบสมบัติเส้นด้าย

นำเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นด้ายแบบวงแหวนข้างต้นมาทำการทดสอบสมบัติต่างๆ เพื่อหาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำเส้นด้ายจากเศษไหมไปทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ด้วยมาตรฐาน ASTM ซึ่งจะทำการทดสอบดังต่อไปนี้

1) การทดสอบหาเบอร์ด้าย (Yarn count)

2) การทดสอบหาจำนวนเกลียวของเส้นด้าย (Twits per inch)

3) การทดสอบความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย (Tensile strength & Elongation)

3.4.1 ทดสอบหาเบอร์ของเส้นด้าย (Yarn count)

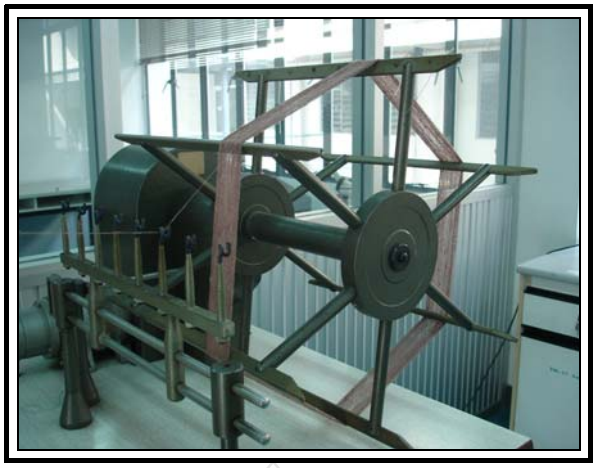
1) วัตถุประสงค์

การทดสอบหาเบอร์ด้ายมีความสำคัญต่อการรู้ถึงขนาดหรือเบอร์ด้าย เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกการนำเส้นด้ายไปใช้งานในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอต่างๆ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมระหว่างขนาดของเส้นด้ายกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดลองการผลิต

2) ขั้นตอนการทดลอง

โดยมาตรฐาน ASTM D 1059-01 [12] โดยมีขั้นตอนดังนี้

- นำเส้นด้ายมากรอด้วยเครื่องกรอระวิง (Warp reel) ให้ได้เส้นด้ายจำนวน 10 ไจ มีความยาว ไจละ 120 หลา ดังแสดงในภาพที่ 3.40



ภาพที่ 3.40 เครื่องกรอ (Warp reel)

- นำเส้นด้ายที่ได้จากข้อ 1 มาทำการชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง จดบันทึกค่าไว้ ดังแสดงในภาพที่ 3.41

ภาพที่ 3.41 เครื่องชั่ง (Electronic balance)

- เมื่อได้ความยาว และน้ำหนักแล้ว นำไปเข้าสูตรเพื่อหาเบอร์ด้าย
- ทำการหาเบอร์ด้ายโดยคำนวณ

$$\text{เบอร์ด้าย} = \frac{1000}{\text{น้ำหนักเป็นเกรน / ความยาว 120 หลา}} \qquad (3.2)$$

$$\text{หรือ} \quad = \quad \frac{64.8}{\text{น้ำหนักเป็นกรัม / ความยาว 120 หลา}} \qquad (3.3)$$

(1 กรัม = 15.43 เกรน)

3.4.2 การทดสอบจำนวนเกลียวต่อนิ้วของเส้นด้าย (Twits per inch)

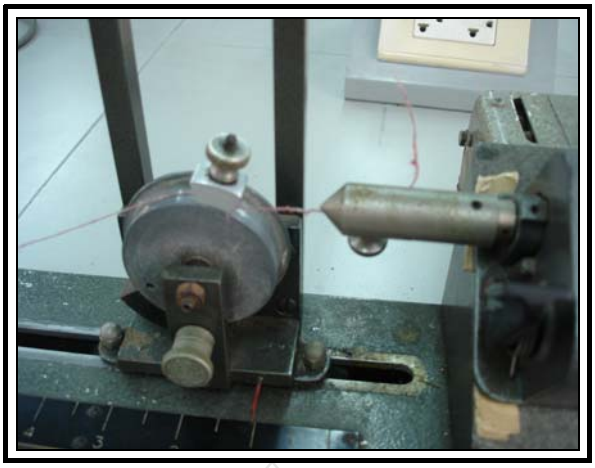
1) วัตถุประสงค์

การทดสอบหาจำนวนเกลียวต่อหน่วยความยาวของเส้นด้าย โดยทั่วไปจะมีหน่วยวัดเป็นเกลียวต่อนิ้วหรือเกลียวต่อเมตร การทดสอบนี้ก็เพื่อที่จะหาจำนวนเกลียวของเส้นด้าย เนื่องจากจำนวนเกลียวเส้นด้ายจะมีผลต่อความแข็งแรงของเส้นด้ายตลอดจนสมบัติของผืนผ้า คือ ถ้าเส้นด้ายมีจำนวนเกลียวมากกว่ามาตรฐานแล้ว เส้นด้ายนั้นจะมีลักษณะหยาบแข็งกระด้างกว่าปกติเนื่องจากการบิดพันตัวกันแน่นของเส้นด้าย เมื่อนำเส้นด้ายดังกล่าวไปทอเป็นผืนผ้าก็จะได้เนื้อผ้าที่มีลักษณะหยาบแข็งกระด้างกว่าปกติด้วย ในทางตรงข้ามหากว่าเส้นด้ายนั้นมีจำนวนเกลียวน้อย เส้นด้ายก็จะมีความเหนียวต่ำกว่าปกติ เมื่อนำเส้นด้ายดังกล่าวไปทอเป็นผืนผ้า จะได้เนื้อผ้าที่มีความเหนียวต่ำแต่เนื้อผ้าจะพองฟูและอ่อนนุ่ม

ในกรณีที่มีการนำเอาเส้นด้ายซึ่งจำนวนเกลียวมากหรือน้อยกว่ามาตรฐานมาทอปนกันเป็นผืนผ้าจะได้เนื้อผ้าที่มีความหนาบางไม่เท่ากัน โดยเนื้อผ้าส่วนที่บางเกิดจากเส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวมากกว่า ซึ่งมีการบิดตัวพันกันจนแน่นทำให้มีขนาดเล็กลง ในส่วนของเนื้อผ้าที่หนาจะเกิดจากเส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวน้อยกว่า ซึ่งมีการบิดตัวพันกันน้อยทำให้เส้นด้ายนั้นมีขนาดใหญ่

2) ขั้นตอนการทดลอง

ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบหาจำนวนเกลียว (Twist tester) ดังแสดงในภาพที่ 3.42 โดยใช้มาตรฐาน ASTM D 1423-99 [12] โดยมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3.42 เครื่องทดสอบจำนวนเกลียว (Twist tester)

- เลื่อนปรับตำแหน่งแท่นจับเส้นด้ายตัวหมุนไม่ได้ตามตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว Lock ให้แน่น (เส้นด้ายเดี่ยวใช้ความยาว 1 นิ้ว)

- วางหลอดด้ายที่ทำการทดสอบให้อยู่ทางซ้ายมือของเครื่องโดยทางขวามือจะเป็นด้านที่มือหมุน

- ปรับตัวเลขที่วัดรอบให้เป็นศูนย์

- ดึงด้ายออกจากหลอด ผ่านปากจับเส้นด้ายทางด้ายซ้าย (ตัวที่หมุนไม่ได้โดยที่ยังไม่ได้ Lock ปากจับเส้นด้าย จนกว่าเส้นด้ายถูกดึงไปถึงปากจับเส้นด้ายตัวที่หมุนได้ และเว้นความยาวเส้นด้ายจากปลายไม่น้อยกว่า 30 ซ.ม. แล้วจึง Lock เส้นด้ายเข้าปากจับตัวทีหมุนด้ายแล้วยึดเส้นด้ายให้อยู่ด้วยสกรูจนแน่น

- ใช้น้ำหนักถ่วงเส้นด้าย บริเวณที่อยู่ทางด้านนอกปากจับตัวที่เคลื่อนที่ไม่ได้ โดยใช้ตามขนาดของเส้นด้ายที่ทำการทดสอบ (เส้นด้ายโดยทั่วไปใช้ 5 กรัม) แล้วปิดปากจับยึดเส้นด้าย

- ทำการหมุนคลายเกลียวเส้นด้ายจนหมดเกลียว จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเส้นด้ายจากปลายด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง (ซ้ายไปขวา) ถ้าเข็มสามารถผ่านได้ตลอด แสดงว่าเส้นด้ายเกลียวหมดแล้ว

- ทำการทดสอบเส้นด้าย ในระยะถัดไป โดยให้จุดเริ่มต้นห่างจากเดิม 30 ซ.ม.แล้วปรับหน้าปัดให้เป็นศูนย์ เริ่มทำการทดสอบใหม่ตามข้อ 1-7 จนครบ 10 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.4.3 การทดสอบความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย (Tensile strength & Elongation)

1) วัตถุประสงค์

การทดสอบหาค่าความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย เป็นเครื่องทดสอบหาสมบัติเกี่ยวกับความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้ายดังแสดงในภาพที่ 3.43 ว่าถูกต้องได้มาตรฐานตามความต้องการหรือไม่ ถ้าเส้นด้ายนั้นมีค่าความเหนียวน้อยกว่ามาตรฐานหรือความต้องการแล้ว เมื่อนำมาทอเป็นผืนผ้าจะทำให้ผ้านั้นไม่คงทนและทำให้เกิดปุ่มปม ตลอดจนตำหนิต่างๆ จากกระบวนการทอผ้าอีกด้วย

ภาพที่ 3.43 เครื่องทดสอบความเหนียวของเส้นด้าย (Tensile strength tester)

2) ขั้นตอนการทดลอง

ทดสอบด้วยเครื่อง Tensile strength tester โดยใช้มาตรฐาน ASTM D2256-97 [12]

- ทำการปรับตั้งเครื่องทดสอบแรงดึงให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์ (Set zero)
- ทำการตั้งเครื่องให้ได้ความเร็วในการดึงตัวอย่างเส้นด้ายทดสอบเท่ากับ 350 รอบต่อนาที
- เลือกขนาด Load cell เท่ากับ 10 นิวตัน
- ใส่เส้นด้ายที่เตรียมไว้เข้าไปใน Clamps ทั้งด้านบนและด้านล่าง
- ตั้งระยะห่างระหว่าง Jaws ตัวบนและตัวล่าง (Gauge length) เท่ากับ 100 มิลลิเมตร
- ปรับตั้งเครื่องทดสอบ แรงดึงให้อยู่ตำแหน่งศูนย์
- ยึดเส้นด้ายด้วย Jawsทำการยึดเส้นด้ายให้แน่น (ในการใส่เส้นด้ายจะต้องไม่มีแรงดึงมาเกี่ยวข้อง)

- เปิดเครื่องทดสอบทำการดึงเส้นด้าย เครื่องจะทำการดึงเส้นด้ายจนขาด จากนั้นอ่านค่าแรงดึงและบันทึกผลในตาราง

- ทำการทดสอบเส้นด้ายต่อไป ตามข้อ6 ถึงข้อ 8 จนครบจำนวนตัวอย่าง

3.5 การทดลองทำเป็นผลิตภัณฑ์

3.5.1 การถักถุงมือผ้า

ด้วยเครื่องถักถุงมือยี่ห้อ Matsuya รุ่น G7 แบบ 7 เข็มต่อนิ้ว ถักเป็นถุงมือที่มีความหนาหรือขนาดน้ำหนัก 500 กรัม ต่อโหล ดังแสดงในภาพที่ 3.44

ภาพที่ 3.44 เครื่องทอถุงมือ (Glove knitting machine)

ขั้นตอนการทดลอง

- นำเส้นด้ายป้อนเข้าเครื่องถักถุงมือ จำนวน 8 เส้น เนื่องจากเส้นด้ายมีขนาดเล็กจึงจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนหรือควบเส้นด้ายให้มีความโตมากขึ้น และร้อยด้ายยืดซึ่งเป็นด้ายเสริมที่ต้องใช้ในส่วนของข้อมือ

- เดินเครื่องถักถุงมือ เครื่องถักจะเริ่มถักในส่วนของนิ้วก้อย จนถึงนิ้วหัวแม่มือหรือนิ้วโป้งจากนั้นถักในส่วนของฝ่ามือ และข้อมือตามลำดับ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 2นาทีต่อถุงมือ 1 ข้าง

- นำถุงมือไปพ้งขอบและใส่ยางรัดข้อ ด้วยจักรพ้งถุงมือ จะได้ถุงมือสำเร็จ

3.5.2 การถักถุงเท้า

ด้วยเครื่องถักถุงเท้ายี่ห้อ Nakata รุ่น RE 5001 ถักเป็นถุงเท้าแบบ Rib 2x1 เส้นด้ายที่ใช้ป้อนแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ด้ายบน (Face yarn) ด้ายล่าง (Black yarn) ยาง (Rubber) หรือเส้นด้ายยืด ทั้ง 3 ส่วนเมื่อถักถุงเท้าได้ 1 ข้างจะใช้สัดส่วนของด้ายบนร้อยละ 75 ด้ายล่างร้อยละ 20 และด้ายยืดร้อยละ5 ดังแสดงในภาพที่ 3.45

ภาพที่ 3.45 เครื่องถักถุงเท้าที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

- ป้อนเส้นด้ายทั้ง 3 ส่วนเข้าเครื่องถักถุงเท้าแล้วเดินเครื่อง
- เครื่องถักจะเริ่มถักจากขอบยาง และต่อเนื่องไปในส่วนของลำตัวหรือแข้ง ต่อด้วยส้นเท้า (Heel) ฝ่าเท้าและปลายเท้า (Toe) ตามลำดับ
- นำไปทำสำเร็จรูปโดยเริ่มจากการเย็บปาก ด้วยจักรอุตสาหกรรม อบ รีด จับคู่ติดกิ๊บ เย็บป้ายใส่ตะขอ ใส่ซองคู่ จนได้ถุงเท้าสำเร็จรูป

3.5.3 การถักเสื้อสเวตเตอร์ (Sweater)

ด้วยเครื่องถักยี่ห้อ Kauo Heng รุ่น JH-300 แบบ Flat knitting มีจำนวนเข็มต่อนิ้วเท่ากับ 12 เข็มต่อนิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 3.46

ภาพที่ 3.46 เครื่องถัก Flat knitting machine

ขั้นตอนการทดลอง

- ป้อนเส้นด้ายโดยใช้เส้นด้ายเศษไหม จำนวน 4 เส้น เข้าเครื่อง
- ในส่วนแรกเครื่องจะถูกตั้งโปรแกรมให้ถักด้วยโครงสร้าง Rib ประมาณ 20 course และ
- หลังจากนั้นโปรแกรมจะสั่งให้เครื่องเปลี่ยนโครงสร้างเป็น แบบ Single jersey และถักตามโปรแกรมที่ตั้งไว้จนจบชิ้นงาน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการศึกษาวิจัยการนำเศษไหมที่เหลือจากกระบวนการทอผ้าไหมมาปั่นเป็นเส้นด้าย จะได้ผลการทดลองในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 การคัดแยกและเตรียมเศษไหม

พบว่าเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกมีลักษณะหลากหลายทั้งในเรื่องของขนาดเส้นด้าย สี และการรวมตัวของกลุ่มเส้นด้ายที่พันกัน แต่ละกลุ่มด้ายมีจำนวนหรือปริมาณไม่มาก ซึ่งขึ้นอยู่กับการลงผ้าหรือเศษที่เหลือในผ้าแต่ละผืน มีเศษวัสดุสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่บ้าง ซึ่งเกิดจากขั้นตอนการผลิตในแบบพื้นบ้าน ทำให้การคัดแยกทำได้ยาก ได้ปริมาณเศษที่เหมือนกันน้อย ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ จึงจำเป็นต้องคละสีเพื่อให้ได้ปริมาณเส้นใยเพียงพอในการปั่นด้าย

ส่วนเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ (Rapier room) มีความสม่ำเสมอมากกว่าเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก และมีปริมาณมากกว่าเนื่องจากการทอเป็นไปอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะเศษทางด้านเส้นพุ่ง มีการเรียงตัวเป็นระเบียบและมีเส้นด้ายยืนเป็นตัวยึดเส้นด้ายพุ่งจำนวน 5-6 เส้น ทำให้สามารถคัดแยกได้ง่ายและไม่ค่อยมีสิ่งแปลกปลอม การคัดแยกจึงสามารถแบ่งได้ตามสี และมีปริมาณเพียงพอต่อการทดลองปั่นด้าย

4.2 การตัดเศษไหม

ผลการทดลองตัดเส้นด้ายเศษไหมพบว่าเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกที่มีลักษณะพันกันยุ่งนั้นทำได้ยาก ต้องทำการหวีเส้นด้ายให้เหยียดตรงให้มากที่สุดก่อนทำการตัด จึงทำให้ความยาวของเส้นด้ายไหมทีตัดแล้ว มีความยาวที่แตกต่างกันไม่สม่ำเสมอ

การตัดเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ (Rapier loom) ต้องทำการดึงเส้นด้ายยืนริมผ้าออกก่อนโดยการดึงเป็นช่วงประมาณ 3-5 นิ้ว โดยการจับเส้นด้ายพุ่งแล้วดึงออกจากริมเรโน หากดึงออกในช่วงที่ยาวเกินไปเส้นด้ายจะพันกันจนไม่สามารถดึงออกได้ แล้วตัดด้วยกรรไกร จะได้เศษเส้นด้ายไหมทีมีความยาวประมาณ 1.5 นิ้ว

4.3 การฉีดพ่นสารลดไฟฟ้าสถิต

ผลการฉีดพ่นสารลดไฟฟ้าสถิต พบว่าในการฉีดพ่นสารด้วยกระบอกฉีดน้ำ หากปรับหัวฉีดไม่เป็นฝอย จะทำให้เศษไหมเปียกชุ่มและพ่นได้ไม่ทั่วถึง จำเป็นต้องปรับหัวฉีดให้เป็นฝอย ฉีดพ่นจนทั่วแล้วพลิกกลับเศษไหมจากด้านล่างขึ้นบน แล้วพ่นซ้ำหลังจากนั้นต้องทิ้งเส้นใยให้แห้ง ประมาณ 4-6 ชั่วโมง

หากฉีดพ่นไม่ทั่วถึงจะส่งผลในขั้นตอนการตีเปิดและการสางใย (Carding) มีผลต่อการเกิดไฟฟ้าสถิตและเส้นใยจะติดพันลูกกลิ้ง ดังภาพที่ 4.1

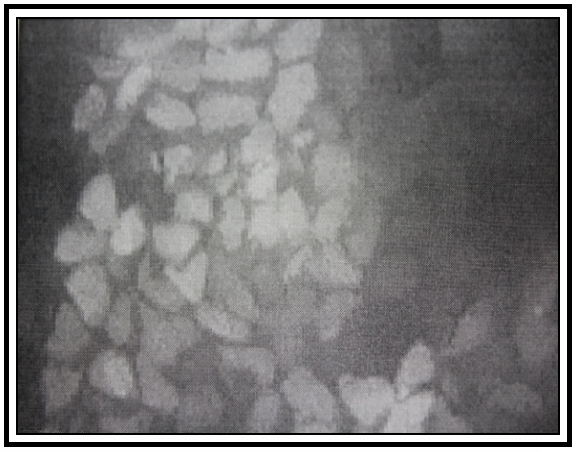
ภาพที่ 4.1 เส้นใยติดเนื่องจากการพ่นสารลดไฟฟ้าสถิตน้อยเกินไป

4.4 การทดสอบสมบัติของเส้นใย

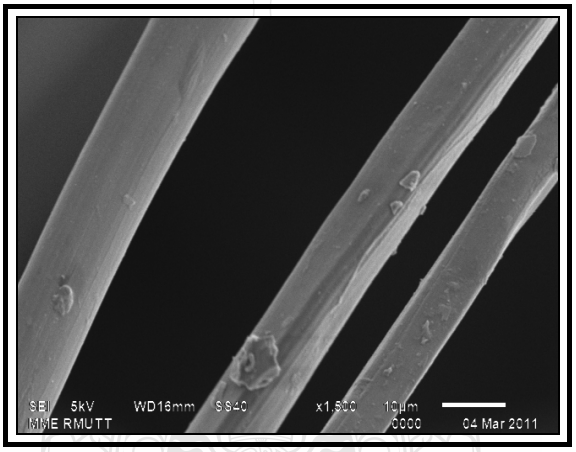
การทดสอบหาสมบัติของเส้นใย เนื่องจากสมบัติต่างๆ ของเส้นใยจะมีผลกับสภาวะความเหมาะสมในการปั่นด้ายและการปรับตั้งเครื่องจักร โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของเส้นใยตลอดจนถึงขีดจำกัด และความสามารถของเส้นใยที่จะนำไปใช้ในการปั่นด้าย โดยในกรณีศึกษานี้จะทำการทดสอบสมบัติของเส้นใยที่นำมาทดลองดังนี้

4.4.1 ภาพตัดขวางและตามความยาวเส้นใย

ผลทดสอบภาพตัดขวางของเส้นใยเศษไหม จากการทดสอบพบว่าเศษเส้นใยไหมจะมีภาพตัดขวางที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมและภาพตามยาวมีลักษณะเรียบ ทำให้มีพื้นที่แสงตกกระทบมาก มีผลทำให้เส้นใยมีความมันเงา เส้นใยมีความเรียบลื่นมีลักษณะดังภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.2 ภาพตัดขวางของเส้นใยเศษไหม



ภาพที่ 4.3 ภาพตามยาวเส้นใยไหม

4.4.2 ความยาวเส้นใย (Fiber length)

ในการปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) ความยาวเส้นใยจะเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในเรื่องข้อจำกัดการปั่นด้าย และเป็นตัวกำหนดค่าขนาดหรือเบอร์ของเส้นด้าย นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกับเบอร์ด้ายเช่นกัน จากการทดสอบหาค่าความยาวของเส้นใย ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความยาวเส้นใย (Fiber length)

ชนิดของเศษไหม	ความยาวเส้นใย (มิลลิเมตร)
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	49.50
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	40.20

จากผลการทดลองพบว่าเส้นใยจากเศษไหมที่ได้จากเครื่องทอกี่กระตุกและเครื่องทอเรเปียร์จะมีความยาวเส้นใยโดยเฉลี่ย 40-70 มิลลิเมตร สาเหตุที่ทำให้ค่าความยาวมีความเบี่ยงเบนสูงเนื่องจากการตัดเส้นใยทำด้วยมือและเมื่อเส้นใยออกจากเครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini carding machine) เส้นใยเรียงตัวกันไม่ดีพอ จึงทำให้มีข้อจำกัดในด้านการควบคุมความยาวเส้นใย

4.4.3 ความละเอียดของเส้นใย (Fiber fineness)

ผลการทดสอบความละเอียดของเส้นใยที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 พบว่า เส้นใยจากเครื่องทอกี่กระตุก จะมีค่าความละเอียดหรือขนาดเท่ากับ 1.31 Denier ส่วนความละเอียดของเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์จะมีค่าเท่ากับ 0.99 Denier ซึ่งมีความละเอียดค่อนข้างสูงกว่า เนื่องจากเครื่องทอเรเปียร์ใช้ตะกอและฟันหวีที่ละเอียดกว่าเครื่องทอกี่กระตุก

ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบความละเอียดของเส้นใย (Fiber fineness)

ชนิดของเศษไหม	ความละเอียดของเส้นใย (Denier)
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	1.31
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	0.99

4.4.4 ความหยิกงอของเส้นใย (Crimp)

ผลการทดสอบหาค่าความหยิกงอของเส้นใยเศษไหมได้ผลตามตารางที่ 4.3 ความหยิกงอของเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกเท่ากับ 3.0 Ci และความหยิกงอของเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์เท่ากับ 2.5 Ci ซึ่งจะมีความหยิกงอน้อยกว่า (Crimps per inch , Ci หมายถึง จำนวนรอยหยิกงอที่เกิดขึ้นที่ความยาวเส้นใย 1 นิ้ว)

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความหยิกงอของเส้นใย (Crimp)

ชนิดของเศษไหม	ความหยิกงอของเส้นใย (Crimp/Inch , Ci)
1 เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	3.0
2 เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	2.5

รอยหยิกงอที่เกิดขึ้นในเส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกจะมีมากกว่าเส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ เนื่องจากเศษเส้นด้ายไหมจากเครื่องทอแบบกี่กระตุกมีการดีเกลียวมากกว่าเมื่อนำมาดีเปิดเป็นเส้นใยจึงยังคงเหลือความหยิกงอนั้นอยู่ในตัวเส้นใย

4.4.5 ความแข็งแรงของเส้นใย (Fiber strength)

ในการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของเส้นใย จำนวน 20 ตัวอย่าง พบว่าเส้นใยไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกมีค่าความแข็งแรงเฉลี่ย เท่ากับ 4.32 g/den หรือ 38.14 cN/tex และมีอัตราการยืดตัวเท่ากับ 21.96 % ส่วนเส้นใยไหมจากเครื่องทอเรเปียร์มีค่าความแข็งแรงเท่ากับ 5.96 g/den หรือ 52.62 cN/tex และมีอัตราการยืดตัวเท่ากับ 27.41 % ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก พบว่าเส้นใยจากเครื่องทอเรเปียร์จะมีค่าความแข็งแรงมากกว่าและมีความยืดหยุ่นสูงกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย (Fiber strength)

ชนิดของเศษไหม	ค่าความแข็งแรงของเส้นใย (Tenacity)	อัตราการยืดตัวของเส้นใย (Elongation)
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	4.32 g/den (38.14 cN/tex)	21.96%
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	5.96 g/den (52.62 cN/tex)	27.41%

ความแข็งแรงและการยืดตัวของเส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกมีน้อยกว่า เนื่องจากเส้นใยประเภทนี้ไม่มีความสม่ำเสมอและการเก็บรวบรวมเศษเส้นด้ายไหมได้จากหลายแหล่งที่มาแตกต่างกันไป

4.5 การเปิดเศษไหมด้วยเครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini Carding machine)

การเปิดเส้นด้ายเศษไหมด้วยเครื่องสางใยขนาดเล็ก เพื่อให้ได้เส้นใยเดี่ยวที่ละเอียดแตกตัวออกจากเส้นด้ายไหม การป้อนเศษเส้นใยแต่ละประเภทจะป้อนที่ปริมาณน้ำหนัก 4 กิโลกรัม ผ่านเครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini carding machine) และจะได้เส้นใยที่มีน้ำหนักคงเหลือ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองเปิดเศษไหมด้วยเครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini carding machine)

ชนิดของเศษไหม	น้ำหนักวัตถุดิบคงเหลือ
1. เศษไหมจากเครื่องกี่ทอกระตุก	3.80 กิโลกรัม
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	3.90 กิโลกรัม

4.6 การผสมเส้นใย (Blow Room)

เส้นใยเศษไหมที่ผ่านขั้นตอนการเปิดเส้นใยจะมีความละเอียด บางเบาแต่ไม่ค่อยสม่ำเสมอ เมื่อป้อนเข้าเครื่องผสมจึงจำเป็นต้องแผ่เส้นใยให้เต็มหน้าสายพานลำเรียงเส้นใย การทำงานของเครื่องผสมจะทำให้เส้นใยกระจายตัว จากนั้นส่งผ่านเส้นใยด้วยระบบการส่งเส้นใยด้วยท่อลม (Chute feed) และจะถูกรวมตัวเป็นแผ่นที่มีความหนาสม่ำเสมอแล้วป้อนเข้าสู่เครื่องสางใย ซึ่งทั้งสองขั้นตอนนี้เป็นการทำงานที่ต่อเนื่องกัน

แผ่นเส้นใยที่ได้มีความสม่ำเสมอดี และมีความสูญเสียน้อยเนื่องจากเป็นระบบปิด เส้นใยถูกป้อนเข้าเครื่องสางใยโดยตรง ทำให้การป้อนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

ภาพที่ 4.4 แผ่นเส้นใยก่อนเข้าเครื่องสางใย

4.7 ผลการสางใย (Carding Machine)

ผลการสางใยจากเศษไหม พบว่าเส้นใยเศษไหมพันติดอยู่กับลูกกลิ้งสางใย ซึ่งมีสาเหตุจากไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นสูง จึงทำให้การรวบเป็นสไลเวอร์ทำได้ค่อนข้างยาก ต้องใช้มือคอยช่วยรวบจากด้านข้างทั้งสองข้างเพื่อให้แผ่นเวบ (Web) เข้ามารวมตัวกันที่ชุดรวบสไลเวอร์ ไม่เช่นนั้นแผ่นเวปจะขาดจากกันและไม่สามารถ ทำเป็นสไลเวอร์ได้ ซึ่งสาเหตุนี้มักจะเกิดขึ้นขณะเริ่มต้นและขณะที่เส้นใยที่ป้อนใกล้หมด เส้นสไลเวอร์ (Card sliver) ที่ได้จะมีการเรียงตัวของเส้นใยดี มีความแข็งแรงน้อย และสามารถขดลงในถังบรรจุได้ โดยมีน้ำหนักต่อหน่วยความยาวโดยเฉลี่ยดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการสางใย (Carding)

ชนิดของเศษไหม	น้ำหนักสไลเวอร์
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	414.54 เกรนต่อ 6 หลา (4.9 กรัมต่อเมตร)
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	423.00 เกรนต่อ 6 หลา (5.0 กรัมต่อเมตร)

4.8 ผลการรีดปุย (Draw Frame)

ในการทดลองนี้ใช้เครื่องรีดปุย (Draw frame) จะใช้สไลเวอร์ป้อนเข้าชุด Draft ครั้งละ 6 เส้น เพื่อลดขนาดและทำให้เส้นใยเรียงตัว ผลของผ่านขั้นตอนดร๊าฟในครั้งที่หนึ่ง จะได้สไลเวอร์น้ำหนัก 592.66 เกรนต่อ 6 หลา จากนั้นนำเส้นสไลเวอร์ที่ได้มาแบ่งเป็น 4 กลุ่มหรือ 4 เส้นเท่าๆกันแล้วป้อนเข้าเครื่องอีกครั้ง จะได้สไลเวอร์น้ำหนัก 380.99 เกรนต่อ 6 หลา ดังผลในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลทดลองการรีดปุย (Draw frame)

ชนิดของเศษไหม	ครั้งที่1 (Draw 1)	ครั้งที่2 (Draw 2)
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	575.72 เกรนต่อ 6 หลา (6.8 กรัมต่อเมตร)	380.99 เกรนต่อ 6 หลา (4.5 กรัมต่อเมตร)
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	592.66 เกรนต่อ 6 หลา (7 กรัมต่อเมตร)	397.93 เกรนต่อ 6 หลา (4.7 กรัมต่อเมตร)

4.9 ผลการโรฟวิ่ง (Roving)

ผลผลิตที่ได้จากเครื่องโรฟวิ่งจะอยู่ในลักษณะที่เป็นกลุ่มเส้นใยที่รวมตัวกันตามแนวยาว มีขนาดเล็กกว่าเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากการรีดปุย โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ซึ่งเรียกว่าเส้นโรฟวิ่ง และจะถูกพันอยู่บนแกนหลอด (Bobbin)

ในการทดลองพบว่า เครื่องโรฟวิ่งสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีปัญหาเส้นโรฟวิ่งขาดเป็นบางครั้งแต่ไม่บ่อยมากนัก สาเหตุจากการเรียงตัวกันของเส้นสไลเวอร์ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากต้องแบ่งเส้นสไลเวอร์ด้วยมือ และเส้นโรฟวิ่งที่ได้มีความแข็งแรง จากการทดสอบขนาดของโรฟวิ่งตามน้ำหนักต่อความยาวได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองชั่งน้ำหนักโรฟวิ่ง

ชนิดของเศษไหม	ขนาดโรฟวิ่ง
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	186.10 เกรนต่อ 30 หลา (0.44 กรัมต่อเมตร)
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	198.80 เกรนต่อ 30 หลา (0.47 กรัมต่อเมตร)

4.10 ผลการปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring Spinning)

จากการทดลองปั่นด้ายจากเศษไหมทั้งสองแบบ พบว่าเส้นใยทั้งสองสามารถนำมาเป็นเส้นด้ายได้ การทำงานของเครื่องสามารถปั่นได้ต่อเนื่องในเส้นใยที่ได้จากเครื่องทอเรเปียร์ ส่วนเส้นใยจากเศษไหมที่มาจากเครื่องทอกี่กระตุก จะมีปัญหาการขาดของเส้นด้ายค่อนข้างมาก เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของเส้นใย

4.11 ผลการกรอด้าย (Winding)

เส้นด้ายที่อยู่ในแกนหลอดที่ได้จากเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวนจะมีขนาดเล็กซึ่งถูกจำกัดด้วยขนาดของวงแหวนในการตีเกลียว จึงไม่เหมาะกับการนำไปใช้งานที่ต้องการความยาวของเส้นด้ายต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องนำมากรอและต่อเส้นด้ายให้ให้อยู่ในหลอดเดียวกัน และมีขนาดของหลอดใหญ่ขึ้น อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบข้อบกพร่องของเส้นด้ายอีกครั้งหนึ่ง

เส้นด้ายในขณะที่ผ่านเครื่องกรอ(Winding machine) สามารถเดินเครื่องได้ต่อเนื่อง มีด้ายขาดบ้างแต่ไม่บ่อยมากนัก โดยเส้นด้ายที่ได้จากเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ 1 หลอด น้ำหนัก 1.2 กิโลกรัม จะขาดขณะกรอด้ายเข้าหลอดประมาณ 10 ครั้ง เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก 1 หลอด น้ำหนัก 1.2 กิโลกรัม จะขาดขณะกรอด้ายเข้าหลอดประมาณ 15-20 ครั้ง จำนวนการขาดที่มากกว่าเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของเส้นด้ายที่มีปุ่มปม และจากการผสมของเส้นด้ายไหมที่ได้จากเครื่องทอกี่กระตุกที่มีความหลากหลาย

เส้นด้ายที่กรอแล้ว เมื่อสังเกตดูจากลักษณะภายนอกทั่วไปก่อนนำไปทดสอบ พบว่าเส้นด้ายไหมที่ได้จากเศษไหมเครื่องทอเรเปียร์ มีความสม่ำเสมอดี การเรียงตัวดี มีสีพื้นเป็นโทนสีเดียวกัน เนื่องจากวัตถุดิบชนิดเดียวกันไม่มีการผสม มีความเป็นมันเงา และเส้นด้ายที่ได้จากเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก มีลักษณะเด่นในเรื่องของสีที่คละกันและความไม่เรียบ มีลักษณะเป็นเส้นด้ายแฟนซี (Fancy yarn) สีสดที่ลอยเด่นออกมาบนตัวเส้นด้ายที่มันเงา ทำให้ดูสะดุดตา เหมาะกับการนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอตามต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 4.5 และภาพ 4.6

ภาพที่ 4.5 เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์

ภาพที่ 4.6 เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก

4.12 ผลการทดสอบสมบัติเส้นด้าย

ในการศึกษานี้จะทำการทดสอบหาสมบัติของเส้นด้ายจากเศษไหมที่เหลือจากการทอผ้าไหมทั้งแบบกี่กระตุกและจากเครื่องทอเรเปียร์ ซึ่งได้ผลการทดสอบเส้นด้ายดังนี้

4.12.1 การทดสอบหาเบอร์ด้าย (Yarn count)

การทดสอบหาเบอร์เส้นด้ายของเส้นด้ายทั้งสอง ได้ค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบหาเบอร์ด้าย (Yarn count)

ชนิดของเศษไหม	เบอร์ด้าย
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	18.37 Ne (32.14 tex)
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	16.51 Ne (37.76 tex)

จากผลการทดสอบพบว่าเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกจะมีขนาดเส้นด้ายที่เล็กกว่าเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ และจากการคำนวนเปรียบเทียบเบอร์ด้ายให้เป็นระบบ tex โดยใช้สมการ

$$\text{tex} = \frac{590.54}{\text{Ne}} \qquad (4.1)$$

ขนาดของเส้นด้ายที่ได้จากการทดลองมีขนาดเล็กเหมาะแก่การนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอได้หลายประเภท

4.12.2 การทดสอบหาจำนวนเกลียวของเส้นด้าย (Turns per inch)

การทดสอบหาจำนวนเกลียวต่อนิ้วของเส้นด้ายทั้งสองได้ค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบหาจำนวนเกลียวของเส้นด้าย (Turns per inch)

ชนิดของเศษไหม	จำนวนเกลียวต่อนิ้ว
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	17.22
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	16.53

เส้นด้ายไหมทั้งสองประเภทมีจำนวนเกลียวต่อนิ้วใกล้เคียงกัน เนื่องจากการปรับตั้งความเร็วและระยะห่างของลูกกลิ้งของเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning condition) เท่ากัน

4.12.3 การทดสอบความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย (Tensile strength & Elongation)

จากการทดสอบหาความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้ายตามจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 20 ตัวอย่าง ได้ผลค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 4.10 และ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบความเหนียว (Tensile strength)

ชนิดของเศษไหม	ความเหนียว
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	14.48 cN/tex
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	20.27 cN/tex

จากการทดสอบพบว่าเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ มีความเหนียวมากกว่า เนื่องจากความสม่ำเสมอและความละเอียดของเส้นใยมีมากกว่าเส้นใยจากเครื่องทอกี่กระตุก

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการยืดตัวของเส้นด้าย (Elongation %)

ชนิดของเศษไหม	การยืดตัวของเส้นด้าย
1. เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	7.52 %
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	9.06 %

เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ มีความยืดหยุ่นมากกว่าเนื่องจากความสม่ำเสมอและความละเอียดของเส้นใยมีมากกว่าเส้นใยจากเครื่องทอกี่กระตุก

ผลการทดสอบสมบัติเส้นด้ายทำให้ทราบถึงขนาดเบอร์ด้าย จำนวนเกลียวต่อนิ้วและความแข็งแรงของเส้นด้าย ที่ได้จากการทดลองซึ่งจากตัวเลขที่ได้แสดงถึงสมบัติที่ดี มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะนำไปทดลองผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอได้ในขั้นตอนต่อไป

4.13 การทดลองทำเป็นผลิตภัณฑ์

หลังจากปั่นเป็นเส้นด้ายเศษไหมแล้ว พบว่าสามารถนำมาทดลองทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ดังนี้

4.13.1 การทดลองถักเป็นถุงมือ

จากการทดลองนำเส้นด้ายเศษไหมจากกี่กระตุกมาถักเป็นถุงมือ ในขั้นตอนการทำงานไม่พบปัญหาในการผลิตถุงมือที่ได้มีผิวสัมผัสค่อนข้างกระด้าง เนื่องจากการควบเส้นด้ายหลายเส้นเพื่อให้เหมาะสมกับขนาดเข็มของเครื่องถักที่ทำการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7 ถุงมือผ้าที่ถักจากเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก

4.13.2 การทดลองถักเป็นถุงเท้า

จากการทดลองนำเส้นด้ายไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ มาถักเป็นถุงเท้า ในขั้นตอนการผลิตไม่พบปัญหาใด เส้นด้ายมีความแข็งแรงเพียงพอ จึงไม่พบปัญหาเส้นด้ายขาดระหว่างทอ ดังแสดงในภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8 ถุงเท้าถักจากเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์

4.13.3 การถักเสื้อสเวตเตอร์ (Sweater)

จากการทดลองนำเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกไปถักเป็นเสื้อสเวตเตอร์ พบปัญหาขณะถักในเรื่องของการบิดตัวของผ้า และปัญหาเส้นด้ายขาดในขณะถัก เนื่องจากเส้นด้าย

มีจำนวนเกลียวมากเกินไปและมีปุ่มปม (Nap) ค่อนข้างมาก จึงทำให้ไม่สามารถถักให้สำเร็จเป็นตัวเสื้อได้ แต่สามารถถักเป็นชิ้นผ้าตัวอย่างได้ดังภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.9 ผ้าถักจากเส้นด้ายเศษไหมเครื่องทอกี่กระตุกด้วยเครื่องถัก Flat knitting machine

เนื้อผ้าที่ได้มีความอ่อนนุ่ม มีลักษณะเด่นในเรื่องของความไม่เรียบ ดูคล้ายผ้าที่ถักจากเส้นด้ายแฟนซี (Fancy yarn) ผ้ามีความยืดหยุ่นดี เนื่องจากเป็นโครงสร้างแบบ Single jersey

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ผลการสืบค้นข้อมูลโรงงานทอผ้าไหมด้วยกี่กระตุกในเขตอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมาพบว่ามีเครื่องทอผ้าไหมด้วยกี่กระตุก ประมาณ 590 เครื่อง ซึ่งยังไม่รวมถึงกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตในแบบครัวเรือนอีกเป็นจำนวนมาก และการทอผ้าแต่ละครั้งจะมีของเสียเกิดขึ้นทั้งในทางด้านเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง คิดเป็นน้ำหนักรวมได้ปะมาณ 15 กรัมต่อ ครั้งในการทอผ้าหนึ่งผืน รวมปริมาณของเสียจากเครื่องทอกี่กระตุกที่คำนวนได้เท่ากับ 8.85 กิโลกรัม และจากการสำรวจข้อมูลจากโรงงานผู้ผลิตผ้าไหมด้วยเครื่องทออุตสาหกรรมหรือเครื่องทอแบบเรเปียร์ พบว่าในกระบวนการทอผ้ามีเศษเส้นด้ายไหมทางเส้นด้ายพุ่งในส่วนของริมผ้าหรือที่เรียกว่า ริมเรโน (Reno) ประมาณ 20 กรัมต่อความยาวผ้า 1 เมตร ซึ่งการทอผ้าไหมต่อครั้งจะยาวม้วนละประมาณ 50 เมตร ซึ่งจะมีเศษไหมจากกระบวนการผลิตดังกล่าวประมาณ 1 กิโลกรัมต่อครั้ง ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก

5.1.2 เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก(Hand loom) สามารถนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายได้ แต่จะพบปัญหาในขั้นตอนการเตรียมเศษเส้นใย การคัดแยก การตัด และการปั่นด้ายที่เครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning machine) สาเหตุเพราะปริมาณเศษเส้นด้ายที่เหลือจากการทอในแต่ละครั้งมีน้อยการนำมารวมกันให้ได้ปริมาณมากพอเพื่อเข้ากระบวนการปั่นด้าย จึงมีความหลากหลายของเศษเส้นด้ายไหม เช่น ขนาดความโตของเส้นด้ายและเส้นใย จำนวนเกลียวเส้นด้าย การตกแต่งเส้นด้ายการย้อมสี เป็นต้น องค์ประกอบเหล่านี้จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอ เมื่อนำมาผ่านกระบวนการปั่นด้ายจึงทำให้เกิดการขาดของเส้นด้ายในขณะปั่นและเส้นด้ายมีปุ่มปมมากไม่สม่ำเสมอ

5.1.3 การปั่นด้ายจากเศษไหมที่ได้จากริมผ้าของเครื่องทอเรเปียร์หรือริมเรโน(Reno) ในการทดลองวิจัยครั้งนี้ได้ผลการทดลองที่ดี การเตรียมการคัดแยกทำได้ง่ายกว่าเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก การตีเปิดเส้นใยจะพบปัญหาเรื่องเส้นใยพันลูกกลิ้งสาเหตุจากไฟฟ้าสถิต ที่เกิดขึ้นทั้งในขั้นตอนการตีเปิด การสางใย การรีดปุย และการทำโรฟวิ่ง ดังนั้นการเตรียมเส้นใย และการพ่นสารลดไฟฟ้าสถิตในปริมาณที่เพียงพอจึงมีความสำคัญมาก

5.1.4 ผลทดสอบของเส้นด้ายเศษไหมทั้ง 2 ประเภท พบว่าเส้นด้ายมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดจากลักษณะภายนอก เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรปียร์จะมีความสม่ำเสมอมากกว่า มีขนาด

เส้นด้าย เบอร์ 16.51 มีค่าความเหนียว (Tenacity) เท่ากับ 20.27 เซ็นตินิวตันต่อ เท็กซ์ มีอัตราการยืดตัว (Elongation) ร้อยละ 9.06 และมีจำนวนเกลียวต่อ นิ้ว เท่ากับ 16.53 เกลียวต่อ นิ้ว ส่วนเส้นด้ายเศษไหมจากกี่กระตุกจะมีขนาดหรือเบอร์ 18.37 มีค่าความเหนียว (Tenacity) เท่ากับ 14.48 เซ็นตินิวตันต่อ เท็กซ์ มีอัตราการยืดตัว (Elongation) ร้อยละ 7.52 และมีจำนวนเกลียวต่อ นิ้ว เท่ากับ 17.22 เกลียวต่อ นิ้ว

5.1.5 การใช้ประโยชน์ทางสิ่งทอของเส้นด้ายเศษไหมจากกระบวนการทอผ้า ในการวิจัยนี้พบว่าสามารถนำไปถักหรือทอเป็นผืนผ้าได้และนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมสิ่งทอต่อไปได้ โดยการศึกษาวิจัยนี้ได้นำเส้นด้ายไปถักและทำเป็นถุงมือ ถุงเท้าได้เป็นผลสำเร็จ

5.1.6 ผลิตภัณฑ์ที่ทดลองผลิตเป็นถุงมือ ถุงเท้าและผืนผ้า จากเส้นด้ายเศษไหมในการวิจัยครั้งนี้จะมีคุณลักษณะและสมบัติดังนี้

1) ถุงมือที่ถักด้วยเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก จะมีลักษณะเด่นในด้านสีสรรค์ มีความหนา สวมใส่กระชับ แต่มีความกระด้างเล็กน้อย

2) ถุงเท้าที่ถักด้วยเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ จะมีลักษณะค่อนข้างนุ่ม สวมใส่สบาย ระบายความร้อนดี

3) ผืนผ้าที่ถักจากเครื่องทอ(Flat knitting machine) มีลักษณะยืดหยุ่นตัวดี มีความนุ่มต่อผิวสัมผัสดี เหมาะกับการนำไปถักเป็นเสื้อสเวตเตอร์ (Sweater)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาปรับปรุงการเก็บรวบรวมเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก โดยเฉพาะในด้านกระบวนการการขจัดสิ่งสกปรก การคัดแยกประเภทของเศษไหม ให้ได้ปริมาณและมีคุณภาพในการจัดเก็บรวมถึงการกำหนดราคารับซื้อให้เกิดแรงจูงใจ เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม

5.2.2 ควรมีการศึกษาการใช้เศษไหมจากเครื่องทอเพื่อปั่นเป็นเส้นด้ายผสมกับเส้นใยประเภทอื่น เช่น เรย่อน อะคริลิค เพื่อเปรียบเทียบหรือปรับปรุงสมบัติเส้นด้ายหรือผืนผ้าที่ได้กับการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนั้นควรมีการศึกษาทดลองและวิจัย การปรับปรุงสมบัติด้านการย้อมและตกแต่งสำเร็จผ้าจากเศษไหมให้มีสมบัติที่ดีขึ้นเทียบเท่าผ้าไหมทั่วๆไป โดยเฉพาะความมันวาวซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะของไหม

5.2.3 ควรมีการศึกษาการออกแบบเครื่องตัดเส้นใย เพื่อการประหยัดเวลาและให้ได้ความยาวเส้นใยที่แน่นอนให้เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป เพราะถ้าเส้นใยยาวเกินไปจะมีผลทำให้เส้นใยพัน

ลูกกลิ้ง และในทางตรงข้ามหากเส้นใยสั้นเกินไปก็จะล่วงลงใต้เครื่องเป็นการสูญเสียวัตถุดิบ และนอกจากนั้นเมื่อปั่นเป็นเส้นด้ายหรือผืนผ้าก็จะเกิดขน

5.2.4 ควรมีการศึกษาการลดไฟฟ้าสถิตแบบอื่นที่ไม่ต้องนำสารเคมีมาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและต่อผู้บริโภค

5.2.5 ปัญหาด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ในงานวิจัยนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรและเครื่องทดสอบจำนวนมาก ซึ่งจำเป็นต้องขอใช้จากโรงงานที่มีเครื่องจักรครบทั้งกระบวนการในการขอเข้าไปใช้เครื่องจักรจึงมีผลกระทบต่อการทำงานของโรงงานซึ่งมีงานประจำที่ต้องทำอยู่มาก เพราะการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องปรับตั้งเครื่องจักรด้วยผู้ปฏิบัติงานที่ประสบการณ์จึงจะสามารถทำการทดลองได้ ดังนั้นการทดลองควรการวางแผนงานให้ชัดเจน

5.2.6 ควรมีการศึกษาทดลองวิจัย การใช้ประโยชน์ทางสิ่งทอจากเศษไหมประเภทอื่น เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษไหม

5.2.7 ควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ถึงความต้องการของตลาดเส้นด้ายจากเศษไหมว่ามีแนวโน้มและทิศทางเป็นเช่นใด ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคที่เกี่ยวข้องในการจำหน่าย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายการอ้างอิง

[1] นิธิมา ศิริโภคากิจ,"**โอกาสการส่งออกไหม**",สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) [Online],Available: http://www.arda.or.th/kasetinfo/silk/index.php?. [20 กรกฎาคม 2553]

[2] ค้นหาโรงงานทอผ้าไหมด้วยกี่กระตุก [Online],Available: http://factory.thaiwebdb.com/tags/ 2554. [20 กรกฎาคม 2553]

[3] กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, **"ราคาเส้นไหม,"** [Online], Available: http://www.qsds.go.th/www/price/showall.php, 2554. [20 กรกฎาคม 2554]

[4] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, **" วิทยาศาสตร์เส้นใย,"** โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ , 2542. หน้า 87-91.

[5] ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, **" การปั่นด้าย,"** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี, 2549. หน้า 28-31.

[6] อัจฉราพร ไศละสูต, "**ความรู้เรื่องผ้า**," เทคนิค 19, กรุงเทพฯ, 2533. หน้า 303

[7] ชัยยุทธ ช่างสาร และคณะ, "**การใช้ประโยชน์จากเศษไหม**," ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี ภาควิศวกรรมเคมีและสิ่งทอ คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2531.

[8] รังสิมา ชลคุปและคณะ, "**การศึกษาการปั่นด้ายผสมระหว่างเศษรังไหมเหลืองและฝ้ายสีน้ำตาลระบบ open-end spinning**," ภาควิชาวิทยาการสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม.

[9] ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, **"การศึกษาความเหมาะสมการปั่นด้ายผสมเศษไหมจากเปลือกรังกับใยฝ้ายหรือโพลีเอสเตอร์,"** สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2535.

[10] คชามาศ ธรรมรงค์ศักดิ์ **"การผลิตผ้าผืนโดย ตรงจากเส้นใยเศษไหม,"** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[11] Kannan V.A. Spun silk is also real silk. Indian silk November/1987:15-16

[12]Zellweger Uster, Inc., "**Uster HVI Spectrum** 1000," (Online), Available: http://www.uster.com/uster.asp?content=81&idMainNavig=2&title==HVI, 2007, (1st August 2007).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการทดสอบ

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบรวม

ลำดับ	การทดลอง	เศษไหมเครื่องทอกี่กระตุก	เศษไหมเครื่องทอเรเปียร์
1.	ความยาวเส้นใย (Fiber length)	49.50 มิลลิเมตร	40.20 มิลลิเมตร
2.	ความละเอียดเส้นใย (Fiber finess)	1.31 Denier (1.45 tex)	0.99 Denier (1.09 tex)
3.	ความหยิกงอของเส้นใย (Crimp)	30 Ci	2.5 Ci
4.	ความแข็งแรงของเส้นใย (Fiber strength)	4.32 g/den (38.14 cN/tex)	5.96 g/den (52.62 cN/tex)
5.	การยืดตัวก่อนขาดของเส้นใย (Elongation)	21.96%	27.41%
6.	การทดลองเปิดเศษไหม ด้วยเครื่องสางใยขนาดเล็ก (Mini carding machine) น้ำหนักเส้นใยคงเหลือ	3.80 กิโลกรัม	3.90 กิโลกรัม
7.	การสางใย(Carding machine) น้ำหนักสไลเวอร์	414.54 เกรนต่อ 6หลา	423.00 เกรนต่อ 6หลา
8.	การรีดปุย(Draw 1) น้ำหนักสไลเวอร์	575.72 เกรนต่อ 6หลา	592.66 เกรนต่อ 6หลา
9.	การรีดปุย(Draw 2) น้ำหนักสไลเวอร์	380.99 เกรนต่อ 6หลา	392.66 เกรนต่อ 6หลา
10.	โรฟวิ่ง (Roving) น้ำหนักของเส้นโรฟวิ่ง	186.10 เกรนต่อ 30 หลา	198.80 เกรนต่อ 30 หลา
11.	น้ำหนักของเส้นด้ายจากเครื่องปั่นด้าย (Ring spinning)	32.99 เกรนต่อ 6หลา	33.84 เกรนต่อ 6หลา
12.	การกรอด้าย (Winding)น้ำหนักเส้นด้ายคงเหลือ	3.60 กิโลกรัม	3.75 กิโลกรัม
13.	ความเหนียวของเส้นด้าย (Tensile strength)	14.40 cN /tex	20.27 cN/tex
14.	ความยืดตัวของเส้นด้าย (Elongation)	7.52%	9.06%
15.	จำนวนเกลียวต่อนิ้ว (Twists per inch)	17.22 TPI	16.53 TPI
16.	เบอร์ด้าย (Yarn count)	18.37 Ne (32.14 tex) (289.32 Denier)	16.51 Ne (37.76 tex) (321.91 Denier)

ตารางที่ ก.2 ผลการหาค่าความยาวเส้นใย (Fiber elongation)

ครั้งที่	เส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	เส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์
1	24	44
2	117	48
3	58	42
4	92	36
5	40	31
6	75	49
7	55	21
8	70	44
9	51	26
10	80	41
11	88	37
12	84	45
13	89	43
14	95	34
15	90	56
16	97	44
17	96	34
18	23	58
19	52	40
20	32	31
รวม	**1,408**	**804**
ค่าเฉลี่ย	**49.50 มิลลิเมตร**	**40.20 มิลลิเมตร**

ตารางที่ ก.3 ผลการหาค่าความละเอียดของเส้นใย (Denier)

ครั้งที่	เส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก (Diner)	เส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ (Diner)
1	0.90	0.88
2	0.98	0.76
3	0.98	0.79
4	0.70	0.80
5	1.90	1.50
6	1.70	1.11
7	1.30	1.40
8	1.20	1.67
9	1.33	1.23
10	1.50	1.24
11	1.20	1.31
12	1.12	0.96
13	1.70	0.78
14	0.88	0.76
15	1.60	0.69
16	0.97	0.78
17	1.90	0.81
18	1.54	0.71
19	1.36	0.74
20	1.44	0.88
รวม	**26.20**	**19.80**
ค่าเฉลี่ย	**1.31 Denier (1.45 tex)**	**0.99 Denier (1.09 tex)**

ตารางที่ ก.4 ผลการหาค่าความแข็งแรงของเส้นใยเศษไหม(Tenacity & Elongation)

ครั้งที่	เส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก		เส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	
	ความเหนียว (Tenacity)(g/den)	ความยืดหยุ่น (Elongation)(%)	ความเหนียว (Tenacity)(g/den)	ความยืดหยุ่น (Elongation)(%)
1	4.78	28.49	7.21	26.00
2	4.80	26.54	6.42	29.33
3	4.69	18.38	5.75	25.95
4	5.00	27.01	7.82	22.72
5	4.01	22.72	2.63	22.10
6	4.39	20.57	6.55	30.83
7	4.97	23.64	5.31	33.15
8	5.03	20.04	5.28	16.97
9	2.36	10.44	6.76	32.87
10	4.23	20.26	3.20	19.99
11	4.68	24.24	6.25	32.69
12	4.55	20.29	4.94	29.45
13	4.50	26.51	8.97	31.35
14	3.82	26.13	6.30	31.07
15	2.99	14.09	6.01	26.68
รวม	**64.80**	**329.35**	**89.40**	**411.15**
ค่าเฉลี่ย	**4.32 g/den (38.14 cN/tex)**	**21.96%**	**5.96 g/den (52.62 cN/tex)**	**27.41%**

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อความยาวของสไลเวอร์จากเครื่องสางใย (Carding machine)

ครั้งที่	เส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก (เกรน ต่อ 6 หลา)	เส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ (เกรน ต่อ 6 หลา)
1	434.76	444.85
2	404.14	456.89
3	455.42	479.42
4	417.32	443.62
5	420.73	441.77
6	461.26	454.42
7	403.61	423.87
8	426.22	418.47
9	470.08	462.15
10	414.46	368.01
11	462.49	392.54
12	374.15	399.17
13	358.21	418.46
14	374.86	412.40
15	411.30	413.99
16	391.43	445.62
17	433.16	401.68
18	361.11	416.61
19	378.35	371.86
20	437.74	394.70
รวม	**8,290.80**	**8,460**
ค่าเฉลี่ย	**414.54 เกรน ต่อ 6หลา**	**423.00 เกรน ต่อ 6หลา**

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบเครื่องรีดปุย (Drawing)

ครั้งที่	น้ำหนักต่อความยาวสไลเวอร์เศษไหม จากเครื่องทอกี่กระตุก		น้ำหนักต่อความยาวสไลเวอร์เศษไหม จากเครื่องทอเรเปียร์	
	การรีดปุยครั้งที่1 (Draw1)	การรีดปุยครั้งที่2 (Draw2)	การรีดปุยครั้งที่1 (Draw1))	การรีดปุยครั้งที่2 (Draw2)
1	550.40	408.47	567.86	412.16
2	522.67	431.20	540.13	409.69
3	599.93	436.08	617.39	424.71
4	520.34	362.31	537.80	436.24
5	598.45	406.24	615.91	429.58
6	588.23	380.45	605.69	417.54
7	599.44	349.11	616.90	411.98
8	575.43	369.38	592.89	421.09
9	551.00	371.63	568.46	411.22
10	637.33	361.50	654.79	427.29
11	588.00	362.68	605.46	407.32
12	560.19	342.43	577.65	419.27
13	621.51	375.07	638.97	373.70
14	608.36	377.28	625.82	364.41
15	596.49	394.57	613.95	342.53
16	567.89	419.22	585.35	362.02
17	535.87	377.16	553.33	379.87
18	584.31	341.38	601.77	354.72
19	566.16	361.00	583.62	377.10
20	532	392.64	549.46	348.33
รวม	**11,504.00**	**7,619.80**	**11,853.20**	**7,958.60**
ค่าเฉลี่ย	**575.20 เกรน ต่อ 6 หลา**	**380.99 เกรน ต่อ 6 หลา**	**592.66 เกรน ต่อ 6 หลา**	**397.93 เกรน ต่อ 6 หลา**

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อความยาวของเส้นโรฟวิ่ง (Roving)

ครั้งที่	น้ำหนักต่อความยาวของโรฟวิ่งของเส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก (เกรน ต่อ 30 หลา)	น้ำหนักต่อความยาวของโรฟวิ่งของเส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ (เกรน ต่อ 30 หลา)
1	207.85	220.55
2	266.70	239.40
3	199.80	212.50
4	168.30	182.00
5	137.20	149.90
6	229.60	242.30
7	89.25	101.95
8	207.70	220.40
9	114.65	127.35
10	187.55	200.25
11	166.15	178.85
12	210.55	223.25
13	197.80	210.50
14	155.45	168.15
15	265.65	278.35
16	207.65	220.35
17	157.55	170.25
18	264.60	277.30
19	187.90	200.60
20	140.10	152.80
รวม	**3722.00**	**3976.00**
ค่าเฉลี่ย	**186.10 เกรน ต่อ 30 หลา**	**198.80 เกรน ต่อ 30 หลา**

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบความเหนียวและความยืดหยุ่นของเส้นด้ายเศษไหม (Tensile strength , Elongation)

ครั้งที่	เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก		เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	
	ความเหนียว (Tenacity)(cN/tex)	ความยืดหยุ่น (Elongation)(%)	ความเหนียว (Tenacity)(cN/tex)	ความยืดหยุ่น (Elongation)(%)
1	15.26	7.53	14.90	6.51
2	11.49	6.69	27.83	11.86
3	17.20	7.85	15.57	7.06
4	17.65	8.82	25.50	12.14
5	9.27	6.23	17.53	7.50
6	16.27	8.00	18.41	6.64
7	15.41	7.35	19.66	11.73
8	11.43	6.87	24.33	7.18
9	12.57	7.60	23.21	12.02
10	16.74	9.02	19.51	7.98
11	10.59	6.43	20.45	9.41
12	17.22	7.80	17.91	7.66
13	15.78	7.34	24.22	9.84
14	18.21	8.31	21.39	7.81
15	19.55	6.77	20.44	9.51
16	12.43	7.59	19.42	7.09
17	12.23	6.33	18.21	8.37
18	17.49	8.93	15.49	12.24
19	12.58	8.79	19.88	11.32
20	10.23	6.15	21.54	7.33
รวม	**289.60**	**150.40**	**405.40**	**181.20**
ค่าเฉลี่ย	**14.48 cN/tex**	**7.52%**	**20.27 cN/tex**	**9.06%**

ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบจำนวนเกลียวต่อนิ้ว (Turns per inch) และเบอร์ด้าย (Yarn count)

ครั้งที่	เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก		เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	
	จำนวนเกลียวต่อนิ้ว (TPI)	ขนาดเบอร์ด้าย (Ne)	จำนวนเกลียวต่อนิ้ว (TPI)	ขนาดเบอร์ด้าย (Ne)
1	14.67	14.90	15.03	17.94
2	20.02	27.83	15.50	15.10
3	15.22	15.57	16.15	15.75
4	20.30	25.50	16.40	17.98
5	15.66	17.53	16.13	15.73
6	14.80	18.41	18.23	17.83
7	19.89	19.66	17.20	16.80
8	15.34	24.33	17.60	17.20
9	20.18	23.21	16.95	16.55
10	16.14	19.51	17.05	16.65
11	15.57	20.45	16.53	16.13
12	15.82	17.91	17.34	16.94
13	18.00	24.22	16.59	16.10
14	15.97	21.39	16.43	16.03
15	17.67	20.44	15.09	17.09
16	15.25	19.42	15.11	14.71
17	16.53	18.21	16.49	16.09
18	20.40	15.49	15.58	15.18
19	19.48	19.88	17.89	17.49
20	15.49	21.54	17.31	16.91
รวม	**344.40**	**367.40**	**330.60**	**330.20**
ค่าเฉลี่ย	**17.22 เกลียวต่อนิ้ว**	**18.37 Ne (32.14 tex) (289.32 Denier)**	**16.53 เกลียวต่อนิ้ว**	**16.51 Ne (37.76 tex) (321.91 Denier)**

THAI ACRYLIC FIBRE CO.,LTD
A.Kaenkhoi,Saraburi 18110,Thailand

Date	4/18/2011/10567	Product	
Product Date	9/04/11	Operator	CHOTIROS
Sample Time		Line No.	

Group: 012D (012D)

1. Common parameters

Tester	FAVIGRAPH			Serial Number	37770
	Load Cell	100	cN	37770	

2. Favigraph fibre test

	Gauge length	10	mm	Pretension	1.00 cN/tex
	Test speed	20.0	mm/min	Nom.lin. density	1.20 den
	Pretension Weight	75.00	(mg)		

Sample 1 15 Tests 0 erased 0 faded out 0 test not possible

Test No.	Elongation %	Force g	Tenacity g/den	Work (break) g*cm	Time sec	Lin.Den. den
1	28.49	3.98	4.78	0.82	8.6	0.83
2	26.54	6.55	4.80	1.25	8.1	1.37
3	18.38	4.03	4.69	0.52	5.6	0.86
4	27.01	4.42	5.00	0.78	8.0	0.88
5	22.72	4.56	4.01	0.76	7.0	1.14
6	20.57	6.89	4.33	1.02	6.3	1.59
7	23.64	6.58	4.97	1.09	7.2	1.32
8	20.04	5.17	5.03	0.73	6.0	1.03
9	10.44	3.40	2.36	0.26	3.2	1.44
10	20.26	5.29	4.23	0.78	6.2	1.25
11	24.24	6.98	4.68	1.22	7.4	1.49
12	20.29	5.60	4.56	0.82	6.2	1.23
13	26.51	8.30	4.50	1.57	8.1	1.84
14	26.13	7.76	3.82	1.47	7.9	2.03
15	14.09	3.95	2.99	0.39	4.6	1.32

Statistics	-N-	-X-	-S-	-CV-	-Q(95%)-	-MIN-	-MAX-
Elongation (Fmax)	15	21.96%	5.03	22.93	2.79	10.44	28.49
Force	15	5.56g	1.53	27.46	0.85	3.40	8.30
Work (break)	15	0.90g*cm	0.37	41.53	0.21	0.26	1.57
Tenacity	15	4.32g/den	0.76	17.69	0.42	2.36	5.03
Time to rupture	15	6.68sec	1.48	22.11	0.82	3.17	8.55
Linear density	15	1.31den	0.34	26.33	0.19	0.83	2.03

THAI ACRYLIC FIBRE CO.,LTD.
A.Kaengkhoi, Saraburi, Thailand

Date	4/8/2011/10498	Product	BLUE
Product date	26/3/11	Operator	CHOTIROS
Sample Time		Line No.	

Group: 008D-TEN (008D-TEN)

1. Common parameters

Tester	FAVIGRAPH			Serial Number	37770
	Load Cell	100 cN		37770	

2. Favigraph fibre test

	Gauge length	10 mm		Pretension	1.00 cN/tex
	Test speed	20.0 mm/min		Linear density	0.99 den

Sample 1 16 Tests 1 erased 0 faded out 0 test not possible

Test No.	Elongation %	Force g	Tenacity g/den	Work (break) g*cm	Time sec
1	26.00	7.14	7.21	1.26	8.0
2	29.33	6.36	6.42	1.30	8.9
3	25.95	5.70	5.75	1.04	7.9
4	22.72	7.74	7.82	1.19	6.9
5 erased					
6	22.10	2.60	2.63	0.40	6.8
7	30.83	6.48	6.55	1.40	9.4
8	33.15	5.26	5.31	1.20	10.1
9	16.97	5.23	5.28	0.61	5.1
10	32.87	6.69	6.76	1.49	10.0
11	19.99	3.17	3.20	0.44	6.0
12	32.63	6.19	6.25	1.38	9.9
13	29.45	4.89	4.94	0.99	9.0
14	31.35	8.88	8.97	1.93	9.5
15	31.07	6.24	6.30	1.26	10.3
16	26.68	5.95	6.01	1.10	8.1

Statistics	-N-	-X-	-S-	-CV-	-Q(95%)-	-MIN-	-MAX-
Elongation (Fmax)	15	27.41%	5.05	18.44	2.80	16.97	33.15
Force	15	5.90g	1.59	26.98	0.88	2.60	8.88
Work (break)	15	1.13g*cm	0.40	35.75	0.22	0.40	1.93
Tenacity	15	5.96g/den	1.61	26.98	0.89	2.63	8.97
Time to rupture	15	8.38sec	1.59	18.98	0.88	5.09	10.26
Linear density	1	0.99den					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

USTER TENSORAPID 3 V6.1 SU 24-06-11 9:54 Operator: MAM Page: 1

Article number:SH18 Test number:70 Mean count: 18.00 Nec
SILK 18
Tests: 6/3 v = 5000 mm/min. FV = 16.7 cN LV = 500 mm p_{el} = 338 N/cm² (30%)

Overall Report =

	Time to Br. (s)	B-Force (gf)	Elongation (%)	Tenacity (cN/tex)	B-Work (gf.cm)
Test 1:	3 Single test(s)				
Mean value	0.5	510.5	7.53	15.26	1256.7
Test 2:	3 Single test(s)				
Mean value	0.4	384.2	6.69	11.49	812.3
Test 3:	3 Single test(s)				
Mean value	0.5	575.4	7.85	17.20	1403.5
Test 4:	3 Single test(s)				
Mean value	0.5	590.3	8.82	17.65	1572.1
Test 5:	3 Single test(s)				
Mean value	0.4	301.1	6.23	9.00	605.2
Test 6:	3 Single test(s)				
Mean value	0.5	544.2	8.00	16.27	1308.5
Overall results: (total)					
6 Test(s)/	18 Single test(s)				
Mean value	0.5	484.3	7.52	14.48	1159.7
s +/-		151.4	1.65	4.53	568.5
CV%		31.27	21.93	31.27	49.02
Q95% +/-		75.3	0.82	2.25	282.8
Min. value		230.7	4.78	6.90	390.1
Max. value		716.7	9.95	21.42	2043.2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

USTER® TENSORAPID 3 V6.1 SU 24-06-11 10:02 Operator: NOOY Page: 1

Article number:SH17 Test number:70 Mean count: 17.00 Nec
SILK 17
Tests: 5/3 v = 5000 mm/min. FV = 17.7 gf LV = 500 mm D_{cl} = 338 N/cm² (30%)

OVERALL REPORT =

	Time to Br. (s)	B-Force (gf)	Elongation (%)	Tenacity (cN/tex)	B-Work (gf.cm)
Test 1:	3 Single test(s)				
Mean value	0.4	527.9	6.51	14.90	1077.2
Test 2:	3 Single test(s)				
Mean value	0.7	985.5	11.86	27.83	3516.6
Test 3:	3 Single test(s)				
Mean value	0.4	551.5	7.06	15.57	1259.2
Test 4:	3 Single test(s)				
Mean value	0.7	903.1	12.14	25.50	3511.7
Test 5:	3 Single test(s)				
Mean value	0.5	620.8	7.73	17.53	1532.5
Overall results: (total)					
5 Test(s)/	15 Single test(s)				
Mean value	0.5	717.8	9.06	20.27	2179.4
s +/-		243.4	2.91	6.87	1376.3
CV%		33.91	32.12	33.91	63.15
@95% +/-		134.8	1.61	3.81	762.4
Min. value		463.4	5.62	13.08	905.1
Max. value		1211.3	14.50	34.20	5028.6

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

1.CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Manufacturer & Information contact:
Matsumoto Yushi-Seiyaku Co.,Ltd.
1-3,Shibukawa-cho 2-chome,Yao-shi,Osaka, Japan
Phone: 81-72-924-1232 Fax: 81-72-994-8812
Emergency contact:
Export Dept., Matsumoto Yushi-Seiyaku Co., Ltd.
1-3,Shibukawa-cho 2-chome,Yao-shi,Osaka, Japan
Phone: 81-72-991-1004 Fax: 81-72-994-2445

First issue: February 14, 2007
Ref. No.: Revised:

Product name: TAF-5

2.COMPOSITION, INFORMATION ON INGREDIENTS

Product identification: preparation
Use: Spin finish for fiber and yarn
Chemical family: POE alkyl phosphate salt
Reference No. Disclosed in Japanese Official Gazette under the Chemical Substance Control Law: trade secret
CAS Registry No.: trade secret
The specific chemical identity of the component is withheld as a trade secret.
UN Class and No.: not applicable
Endocrine disrupters: The product contains no endocrine disrupters.

3.HAZARDS IDENTIFICATION

Class: not applicable
Fire or explosion hazard: not applicable
Health hazards: causes eye and skin irritation
Environmental hazard: not identified

4.FIRST AID MEASURES

Eye contact: Flush with water for 15 minutes or more, and seek medical attention.
Skin contact: Flush well with soap and water.
Inhalation: Transfer the victim to fresh air and rest quietly. Seek medical attention.
Ingestion: Rinse out the mouth with water. Vomit, if possible, and contact medical personnel.

5.FIRE FIGHTING MEASURES

Procedure: Extinguish with the fire extinguishers of foam, powder, CO_2, or water fog. Wear protective equipment, such as gloves and eyeglasses.

Extinguishing media: Powder, Foam, CO_2, Water fog

6.ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Lot of spillage: A lot of leaks should be dammed up with earth and collected for disposal. Do not exhaust spilled product into surface water not to cause environmental pollution. Wear protective equipment.

Small spillage: Wipe the spillage with absorbers or cloth, and place in an airtight container. Wash out the place with water and detergent, and transfer the wastewater to treatment facilities

7.HANDLING AND STORAGE

Handling: Keep away from fire. Wear protective equipment to avoid eye and skin contact. Stopper the containers after handling.

Storage: Store indoors avoiding direct sunlight. Keep away from fire, and follow the domestic regulations.

8.EXPOSURE CONTROLS, PERSONAL PROTECTION

Exposure guidelines:

Japanese Association of Industrial Hygiene: none

ACGIH: none

Engineering control: Equipment for washing eyes

Personal protective equipment: Safety glasses, protective rubber gloves and protective wear

9.PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance: pale yellow liquid (30 degree C)

Odor: slight odor

Volatility: none

Boiling point: no data available

Melting point: no data available

Specific gravity: no data available

Solubility: soluble in water

pH: 5.5 to 7.5 (1-% aqueous solution)

10.STABILITY AND REACTIVITY

Flash point: none

Ignition point or explosion limit: no data available

Flammability: not applicable

Ignitability (spontaneous combustibility or reactivity with water): none

Oxidizability: none

Self-reactivity or explosiveness: none

Dust explosiveness: none
Stability & Reactivity: stable under normal condition
Others: none

---

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION
Corrosion hazards: no data available
Irritation to skin and eyes: no data available
Sensitization: no data available
Acute toxicity (LD50): no data available
Short-term (subacute) toxicity: no data available
Long-term (chronic) toxicity: no data available
Carcinogenicity: no data available
Mutagenicity: no data available
Reproductive toxicity: no data available

---

12. ECOLOGICAL INFORMATION
Degradability: no data available
Bioaccumulative potential: no data available
Aquatic toxicity: no data available
Other information/Appraisal: BOD_5 5ppm (0.1% aq. soln.)
CODMn 147ppm (0.1% aq. soln.)
TOC 208ppm (0.1% aq. soln.)

---

13. DISPOSAL CONSIDERATION
Follow the note of HANDLING AND STORAGE and general handling procedure.
Burn up in an incinerator by small quantity or entrust the disposal to a certified contractor.

---

14. TRANSPORT INFORMATION
Follow the note of HANDLING AND STORAGE, and the general handling procedure for such products. Handle carefully to avoid the leakage of the product and the damage, falling or tumbling of the containers. Fix the containers with packing during transportation.

---

15. REGULATORY INFORMATION
The product is defined or regulated under the following Japanese laws.
Fire Service Law: not applicable
Poisonous and Deleterious Substances Control Law: not applicable
Ship Safety Law: not applicable

---

16. OTHER INFORMATION
To the best of our knowledge, the information herein is accurate. However, care should be taken for handling because all chemical substances might bear latent hazard.

ภาคผนวก ข

เทคโนโลยีการปั่นด้าย (Spinning Technology)

เทคโนโลยีการปั่นด้าย (Spinning Technology)

1. เส้นใยสิ่งทอ (TEXILE FIBER)

วัสดุสิ่งทอ (Textile materials) มีความนุ่มนวลโค้งงอได้ และสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นรูปที่ต้องการได้ และมีความทนทานในการใช้งานในช่วงเวลาที่พอเหมาะ สมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ได้มาจากเส้นใยและเส้นด้ายที่นำมาจัดเรียงหรือคล้องกันในรูปแบบต่าง ๆ เส้นด้ายก็เกิดจากการนำกลุ่มของเส้นใยมาพันเกลียวเข้าด้วยกัน จึงปรากฏชัดว่าสมบัติของโครงสร้างสิ่งทอทั้งหมด จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเส้นใยที่นำมาเป็นส่วนใหญ่

สถาบันสิ่งทอของประเทศอังกฤษได้นิยาม เส้นใย (Fiber) ว่าเป็น “หน่วยของสารที่มีความสามารถในการโค้งงอ ความละเอียด และอัตราส่วนของความยาวต่อความหนามีค่าสูง” ในเส้นใยสิ่งทอแต่ละชนิดอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างมีค่าอย่างน้อย 1000/1 ลักษณะอื่น ๆ เช่น ความคงทนต่ออุณหภูมิสูงและค่าความเหนี่ยว-ความยืดหยุ่นต่ำสุด อาจจะนำมาพิจารณาถ้านำเส้นใยนั้นมาทำเครื่องนุ่งหุ่ม ดังแสดงในตารางที่1 ซึ่งเป็นตัวอย่างของอัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยธรรมชาติ

ตารางที่ ข.1 อัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยสิ่งทอ

เส้นใย	ความยาว	เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความยาว/เส้นผ่าศูนย์กลาง
ฝ้าย	25 มิลลิเมตร	17 ไมครอน	1,500
ขนแกะ	75 มิลลิเมตร	25 ไมครอน	3,000
แฟลกซ์	25 มิลลิเมตร	20 ไมครอน	1,250
ปอกะเจาะ	2.5 มิลลิเมตร	15 ไมครอน	170
รามี	150 มิลลิเมตร	50 ไมครอน	3,000

1.1 ลักษณะและโครงสร้างของเส้นใย

เส้นใยแต่ละชนิดมีสมบัติที่แตกต่างกัน ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากโครงสร้างทางกายภาพ โครงสร้างทางเคมี และลักษณะการจัดเรียงตัวของโมเลกุลภายในเส้นใยต่อเนื่องกัน

- โครงสร้างทางกายภาพ

ได้แก่โครงสร้างที่เราสามารถมองเห็นและสัมผัสกับความรู้สึกได้เช่น ความอ่อนนุ่ม หรือผิวที่หยาบกระด้าง แต่ถ้าเราต้องการตรวจให้ละเอียดก็ใช้กล้องจุลทรรศน์ จะเห็นเซลล์ภายในของเส้น

ใย เช่น เซลล์ภายในจะเห็นเป็นลักษณะแบนบิดเป็นเกลียวคล้ายริบบิ้น หรือขนสัตว์จะเห็นเป็นเกล็ดของผิวเซลล์

- โครงสร้างทางเคมี

เป็นโครงสร้างที่พิจารณาลงไปภายในโมเลกุล ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเส้นใย เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน การจัดเรียงตัวของโมเลกุลของธาตุเหล่านี้จะต่างกันในเส้นใยแต่ละชนิด ทำให้คุณภาพของความเหนียวความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำและสีของเส้นใยแตกต่างกันไป

- การจัดเรียงตัวของโมเลกุล

มีความสำคัญต่อเส้นใย เพราะเส้นใยจะมีทั้งส่วนที่เรียงตัวกันอย่างมีระเบียบและไม่เป็นระเบียบ ส่วนที่เรียงตัวมีระเบียบนั้นจะเรียงตัวขนานตามความยาวของเส้นใย ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความเหนียว ส่วนที่ไม่เป็นระเบียบจะมีอิทธิพลต่อการยืดตัวและสมบัติอื่น ๆ อีก เช่น ความสามารถในการดูดความชื้น ความหนาแน่น จุดหลอมเหลว เหล่านี้สืบเนื่องมาจากการเรียงตัวของเส้นใยทั้งสิ้น

สมบัติที่สำคัญ ๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้เส้นใยเป็นวัสดุในการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ คือ

- ลักษณะทางกายภาพ (Physical Properties)
  - ความยาวของเส้นใย (Length)
  - ความละเอียด (Fineness)
  - รูปร่างพื้นที่หน้าตัด (Cross-sectional shape)
  - ความหยิกงอ (Crimp)
  - ความหนาแน่น (Density)
- สมบัติทางกล (Mechanical Properties)
  - ความแข็งแรง (Strength)
  - ความยืดหยุ่น (Elasticity)
  - ความยืดตัว (Extensibility)
  - ความแน่น (Rigidity or stiffness)
- สมบัติทั่วไป (General Properties)
  - ลักษณะผิว ได้แก่ ความฝืด ความนุ่มนวล
  - ความคงทนต่อสิ่งแวดล้อมได้แก่แสงแดด ความร้อน สารเคมี
  - การเกาะตัวของเส้นใย (Pliability)
  - ความคงทนในการใช้

- ความคงทนต่อการขัดถู
- ความคงรูป
- การดูดความชื้น
- ความคงทนต่อแบคทีเรีย รา และ แมลง
- การเกิดไฟฟ้าสถิต
- สี
- ลักษณะในการเปียกน้ำ

1.2 อิทธิพลของเส้นใยที่มีผลต่อการปั่นด้าย

ในกระบวนการปั่นด้ายวัตถุดิบที่สำคัญก็คือ เส้นใย (Fiber) ซึ่งใยจะมีอิทธิพลอย่างสูงในการกำหนดสภาวะของการปั่นด้ายไม่ว่าจะเป็นขนาดหรือเบอร์ด้ายตลอดจนในกระบวนการผลิตด้ายใยสั้นองค์ประกอบสำคัญๆ ของใยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการปั่นด้ายพอจำแนกออกได้ดังนี้ คือ

- ความยาวใน (Staple length)

ความยาวของเส้นใยมีผลต่อลักษณะของเส้นด้าย เช่น ขนาด , ความสม่ำเสมอและความแข็งแรง เส้นใยยาวสามารถปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีขนาดเล็กเรียบสม่ำเสมอและความแข็งแรง เส้นใยยาวสามารถปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีขนาดเล็กเรียบสม่ำเสมอ และมีความแข็งแรงสูงกว่าเส้นด้ายที่ปั่นจากเส้นใยสั้น นอกจากนั้นเส้นใยที่มีความยาวมากจะมีความละเอียดอ่อนสูง (น้ำหนักต่อความยาวน้อยกว่า) และความยาวของใยจะมีความสัมพันธ์กับความเหนียวของเส้นด้ายคือ ด้ายจะเหนียว ผ้าจะทนทานมีเนื้อเรียบถ้าผลิตจากใยยาว จนกล่าวกันว่า “ใยยิ่งยาว ด้ายยิ่งเหนียว” แต่ในกรณีของเส้นใยประดิษฐ์ (Man-made fiber) ความยาวของเส้นใยสามารถที่จะกำหนดและควบคุมได้โดยที่เป็นอิสระ ไม่เกี่ยวข้องกับความละเอียดเลย (แม้แต่ค่าใช้จ่ายในการผลิตก็ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก) ซึ่งในการตัดขนาดความยาวของเส้นใยประดิษฐ์นี้ ก็เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตเส้นด้าย เพื่อนำไปใช้ผสมกับเส้นใยตามธรรมชาติ หรือเส้นใยประดิษฐ์ต่างชนิดกัน นอกจากนั้นความยาวของใยยังมีผลต่อขนาดหรือเบอร์ด้าย (Yarn count)

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นใยกับขนาดของเส้นด้าย

ความยาวเส้นใย	เบอร์ด้าย
7/8 นิ้ว	20 ลงมา
1 นิ้ว	30 ลงมา
1-1 1/8 นิ้ว	30 – 36
1 1/8 - 1 1/4 นิ้ว	36 – 50

1	1/4 - 1 3/4 นิ้ว	50 – 70

- ความละเอียดของเส้นใย (Fineness)

นอกจากจะถือเอาความยาวเป็นบรรทัดฐาน ในการกำหนดเป็นข้อดีสำหรับการปั่นด้ายแล้ว ความละเอียดของเส้นใยก็มีความสำคัญเท่า ๆ กัน โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงความไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้เพราะว่าความไม่สม่ำเสมอนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนของเส้นใยที่มีอยู่ในพื้นที่หน้าตัดของวัสดุสิ่งทอ ซึ่งถ้าในพื้นที่หน้าตัดของวัสดุสิ่งทอเหล่านั้นมีจำนวนเส้นใยมากกว่า ก็จะทำให้มีความไม่สม่ำเสมอเบื้องต้น (Basic irregularity) ลดน้อยลง นั่นคือสำหรับวัสดุสิ่งทอที่มีขนาดเท่ากัน (Same count) จำนวนเส้นใยโดยเฉลี่ยในพื้นที่หน้าตัดจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของเส้นใย

กล่าวโดยสรุปแล้ว ความละเอียดของเส้นใยมีประโยชน์ที่สามารถแยกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- สำหรับผู้ผลิตเส้นใยประดิษฐ์

เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของสิ่งผลิต

- สำหรับผู้ผลิตเส้นด้าย

ในกรณีที่ต้องการปั่นด้ายเบอร์เดียวกัน จากเส้นใยที่มีความละเอียดและเส้นที่หยาบแล้วจะพบว่าเส้นด้ายที่มีความสม่ำเสมอและแข็งแรงกว่าจะมาจากเส้นใยที่มีความละเอียดกว่า

เส้นใยที่มีความละเอียดกว่าจะสามารถปั่นด้ายที่มีขนาดเล็ก

- ความเหนียว (Fiber Strength)

เส้นใยต้องมีความเหนียวพอ เพื่อให้สามารถผ่านเครื่องจักรต่าง ๆ ได้ในแต่ละขั้นตอนของการปั่นด้ายหรือการผลิต ตลอดจนช่วยให้มีความคงทนต่อการนำไปใช้งาน ถ้าเส้นใยมีความเหนียวสูงจะให้ประสิทธิภาพในการปั่นสูง เส้นใยที่มีความเหนียวต่ำจะขาดง่ายทำให้เส้นใยขาดและสั้น ในขณะที่ผ่านขั้นตอนการผลิตจะมีการสูญเสียเส้นใยมากทำให้ประสิทธิภาพการปั่นด้ายต่ำ

ความเหนียวหรือความแข็งแรงของเส้นใย จะมีผลโดยตรงต่อความเหนียวของเส้นด้ายและผืนผ้า นอกจากนั้นความเหนียวของเส้นใยยังมีผลต่อผิวสัมผัสอ่อนนุ่มหรือแข็งกระด้าง การเลือกใช้เส้นใยที่มีความเหมาะสมจะทำให้ผ้าที่ทอมีสมบัติอ่อนนุ่ม เพราะเส้นใยที่มีความเหนียวต่ำไปก็จะทำให้ขาดเปื่อยง่าย ดังนั้นจึงควรเลือกเส้นใยที่มีความเหนียวที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการปั่นด้ายเบอร์นั้น ๆ

- การยึดกันและการตีเกลียวของเส้นใย

ด้ายจากการปั่นนั้น การยึดตัวของเส้นใยขึ้นอยู่กับ Inter-fiber friction ซึ่งเกิดขึ้นหรือเป็นผลมาจากการตีเกลียว ความสามารถในการยึดเกาะกันจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของหน้าตัด หรือโครงสร้าง

พื้นผิวของเส้นใยนั้น ๆ ซึ่งพอจะสรุปได้ว่าเส้นใยที่มีความละเอียดและความยาวกว่า จะต้องการจำนวนเกลียวน้อยกว่า สมบัติของความสามารถในการยึดเกาะกันจะส่งผลโดยตรงและทางอ้อมต่อลักษณะของเส้นด้าย เช่นขนาดหรือเบอร์ด้าย

- ความมัน (Luster)

ผ้าที่ผลิตจากเส้นใยที่มีความละเอียดกว่าและมีจำนวนเส้นใยมากกว่าจะช่วยให้ความมันหรือการสะท้อนของแสงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของผืนผ้า ดังนั้นความละเอียดของเส้นใยจะมีผลต่อลักษณะความวาวมันของผืนผ้า

- ความแข็งแรงต่อแรงบิด (Torsion rigidity)

ความต้านทางต่อการตีเกลียว โดยสรุปพลว่าเส้นใยที่ยากต่อการบิดก็ย่อมยากที่จะปั่นเป็นเส้นด้ายได้ดี เพราะการปั่นด้ายเกี่ยวข้องกับการตีเกลียวเส้นใย

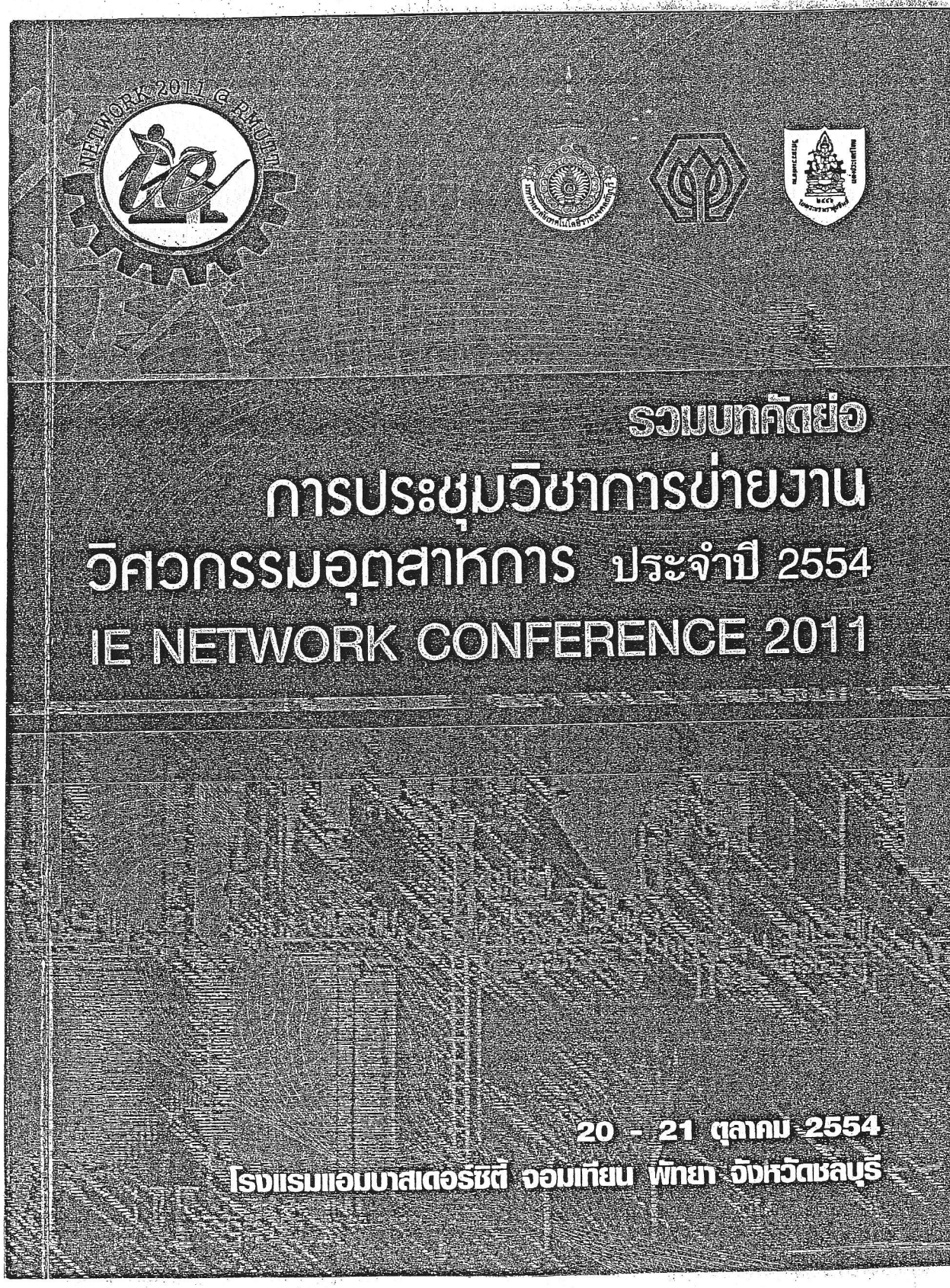
- ความกระด้าง (Stiffness)

ความกระด้างของเส้นใย จะมีผลต่อสมบัติของผืนผ้าที่จะทิ้งตัวได้ดีตลอดจนความนุ่มนวลของผืนผ้าในด้านการสัมผัส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ค

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่


NETWORK 2011 @ RMUTT
รวมบทคัดย่อ
การประชุมวิชาการข่ายงาน
วิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554
IE NETWORK CONFERENCE 2011
20 - 21 ตุลาคม 2554
โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาบทความ
การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รศ.ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช
ผศ.ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย
ผศ.ดร.ประมวล สุธีจารุวัฒน
รศ.ดร.ปารเมศ ชุติมา
ผศ.ดร.ดาริชา สุธีวงศ์
ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดร.ปฏิภาณ จุ้ยเจิม
ดร.สุดารัตน์ วงศ์กีรเกียรติ
ดร.ปุณณมี สัจจกมล
ดร.สุวิชภรณ์ วิชกูล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง
ดร.ศิริรัตน์ หมื่นวณิชกูล
อ.จันจิรา คงชื่นใจ
ดร.เพ็ญสุดา พันฤทธิ์ดำ
ดร.สิรางค์ กลั่นคำสอน

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ผศ.ชานนท์ มูลวรรณ
อ.ประภาพรรณ เกษราพงศ์
ดร.ศักดิ์ชาย รักการ
อ.จักรินทร์ กลั่นเงิน

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รศ.ดร.พรเทพ ขอขจายเกียรติ
ผศ.ดร.ชาญณรงค์ สายแก้ว
ผศ.ดร.วีรพัฒน์ เศรษฐ์สมบูรณ์
ดร.ปาพจน์ เจริญอภิปาล
รศ.ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล
ผศ.ดร.ดนัยพงศ์ เชษฐโชติศักดิ์
ดร.ธนา ราษฎร์ภักดี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รศ.ดร.วิชัย ฉัตรทินวัฒน์
ผศ.ดร.คมกฤต เล็กสกุล
ผศ.ดร.สรรฐติชัย ชีวสุทธิศิลป์
ผศ.ดร.อรรถพล สมุทคุปต์
ดร.ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์
ดร.อนิรุท ไชยจารุวณิช
รศ.ดร.วิมลิน เหล่าศิริถาวร
ผศ.ดร.วัสสนัย วรรธนัจฉริยา
ผศ.ดร.อภิชาต โสภาแดง
ดร.กรกฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวงศ์
ดร.วสวัชร นาคเขียว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รศ.คมสัน จิระภัทรศิลป
รศ.ดร.บวรโชค ผู้พัฒน์
รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล
รศ.สันติรัฐ นันสะอาง
ผศ.ดร. เจริญชัย โชมพัตราภรณ์
ผศ.ดร.เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์
ผศ.พจมาน เตียวัฒนรัฐติกาล
ดร.ช่อแก้ว จตุรานนท์
ดร.วิศิษฏ์ศรี วิยะรัตน์
ดร.อิศรทัต พึ่งอ้น
อ.ปรัชาญา เพียสุระ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รศ.วันชัย แหลมหลักสกุล
ดร.กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รศ.ดร.กรรณชัย กัลยาศิริ
รศ.ดร. ฤดี มาสุจันท์
ผศ.ดร. สกนธ์ คล่องบุญจิต
ผศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล
ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข
ดร.พิชญ์วดี กิตติปัญญางาม
ดร.ชุมพล ยวงใย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ผศ.พิชัย จันทร์มณี
ผศ.วิชาญ ช่วยพันธ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

ผศ.ณัฐศักดิ์ พรพุฒิศิริ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ดร.นเรศ อินต๊ะวงค์
ดร.บรรเจิด แสงจันทร์
ดร.ภาคภูมิ จารุภูมิ
ผศ.มนวิภา อาวิพันธุ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

รศ.สุชาติ เย็นวิเศษ
ผศ.เดช เหมือนขาว
ผศ.สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผศ.ดร.พรศิริ จงกล
ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย
ดร.ปภากร สุนานนท์
ดร.ปวีร์ ศิริรักษ์
อ.นรา สมัตถภาพงศ์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รศ.ดร.จิรรัตน์ ธีระวราพฤกษ์
ผศ.ดร.วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร
ผศ.ดร.สวัสดิ์ ภาระราช

รศ.ดร.จิรศิริรพงศ์ เจริญภัณฑารักษ์
ผศ.ดร.วรารัตน์ กังสัมฤทธิ์
ผศ.ดร.เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์

มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ
ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง
ดร.ภาณุ บูรณจารุกร
อ.ศรีสัจจา วิทยศักดิ์

ผศ.ศิษฎา สิมารักษ์
ดร.สมลักษณ์ วรรณฤมล
อ.ธณิกานต์ ธงชัย

มหาวิทยาลัยปทุมธานี
ดร. ภาสพิรุฬห์ ศรีสำเริง

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป
ผศ.ดร.บพิธ บุปผโชติ
ดร.นิดา ชัยมูล

ผศ.ดร.สุดสาคร อินธิเดช
ดร.อรอุมา ลาสุนนท์

มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.ดวงพรรณ ศฤงคารินทร์
ดร.จิรพรรณ เลี่ยงโรคาพาธ

ผศ.ดร.วเรศรา วีระวัฒน์
ผศ.ศุภชัย นาทะพันธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต
ผศ.ดร.ธนวรรณ อัศวไพบูลย์
ผศ.สินี สุขกรมใส
อ.ศิลปชัย วัฒนเสย
อ.พรรคพงษ์ แก่นณรงค์

ผศ.ดร.เพียงจันทร์ จริงจิตร
ดร.พิษณุ มนัสปิติ
อ.ต่อศักดิ์ อุทัยไขฟ้า
อ.สายสุนีย์ พงษ์พัฒนศึกษา

มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ผศ.ดร. กฤษดา พิศัลยบุตร
อ.นุกูล อุบลบาน

ดร.เลิศเลขา ธนะชัยขันธ์
อ.นันทวรรณ อ่ำเอียม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
รศ.ธนรัตน์ แต้วัฒนา
ผศ.ดร.นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์
ดร.สิริเดช ชาตินิยม

ผศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล
ดร.ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ
ดร.พงษ์เพ็ญ จันทนะ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผศ.พัฒนพงศ์ อริยสิทธิ์
อ.จักร์พันธ์ กัณหา
อ.ธนิน ศรีวะรมย์
อ.วรพจน์ พันธ์คง

ดร.ธริณี มณีศรี
อ.ชวลิต มณีศรี
อ.พิสุทธิ์ รัตนแสนวงษ์
อ.สุพัฒตรา เกษราพงศ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผศ.ดร.ประจวบ กล่อมจิตร
ผศ.ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ
ผศ.สุขุม โฆษิตชัยมงคล
ดร.กัญจนา ทองสนิท
ดร.สิทธิชัย แซ่แหล่ม

ผศ.จันทร์เพ็ญ อนุรัตนานนท์
ผศ.วันชัย ลีลากวีวงศ์
ผศ.สุวัฒน์ เณรโต
ดร.ณัฐพล ศิริสว่าง

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ.ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล
รศ.สมชาย ชูโฉม
ผศ.ดร.เจษฎา วรรณสินธุ์
ผศ.ดร.นภิสพร มีมงคล
ผศ.ดร.รัญชนา สินธวาลัย
ผศ.ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์
ผศ.เจริญ เจตวิจิตร
ผศ.ยอดดวง พันธ์นรา

รศ.วนิดา รัตนมณี
ผศ.ดร.กลางเดือน โพชนา
ผศ.ดร.ธเนศ รัตนวิไล
ผศ.ดร.ประภาส เมืองจันทร์บุรี
ผศ.ดร.สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์
ผศ.ดร.องุ่น สังขพงศ์
ผศ.พิเชฐ ตระการชัยศิริ
ผศ.สงวน ตั้งโพธิธรรม

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
อ.จิตลดา ชิ้มเจริญ
อ.วรลักษณ์ เสถียรรังสฤษฎ์
อ.อรอุมา กอสนาน

อ.นิศากร สมสุข
อ.อัญชลี สุพิทักษ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร.คณิศร ภูนิคม
ผศ.ดร.นุชสรา เกรียงกรกฎ
ผศ.ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส
ผศ.ดร.สุขอังคณา ลี
ดร.จริยาภรณ์ อุ่นวงษ์

ผศ.ดร.นลิน เพียรทอง
ผศ.ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ
ผศ.ดร.สมบัติ สินธุเชาวน์
ดร.ธารชุดา พันธ์นิกุล
ดร.สัณณ์ โอฬาพิริยะกุล

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ดร.กรกฎ เหมสถาปัตย์

ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

ผศ.ชัยพฤกษ์ อาภาเวท

อ.เจษฎา วงศ์อ่อน

ผศ.ประยูร สุรินทร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รศ.ดร.ชัยยุทธ ช่างสาร

ผศ.ดร.กิตติพงษ์ กิมะพงศ์

ผศ.ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร

ผศ.ดร.ศิวกร อ่างทอง

ผศ.ดร.สมหมาย ผิวสอาด

ดร.กุลชาติ จุลเพ็ญ

ดร.ณรงค์ชัย โอเจริญ

ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์

ผศ.สุรัตน์ ตรัยวนพงศ์

รศ.มานพ ตันตระบัณฑิตย์

ผศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์

ผศ.ดร.วารุณี อริยวิริยะนันท์

ผศ.ดร.ศิริชัย ต่อสกุล

ผศ.ชวลิต แสงสวัสดิ์

ดร.ชัยยะ ปราณีตพลกรัง

ดร.ระพี กาญจนะ

ดร.สุมนมาลย์ เนียมหลาง

สารบัญ (ต่อ)

MPM127 การศึกษาการแยกเส้นใยไผ่สีสุกเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบทางสิ่งทอ 241
ศราวุธ โตสวัสดิ์ ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์

MPM128 การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษไหมจากกระบวนการทอผ้าไหมมาปั่นเป็นเส้นด้าย 242
พิศุทธิ์ จันทร์คำ ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์

MPM129 ระบบละอองน้ำสำหรับดับไฟในกระบวนการเผาขนผ้า 243
สุวิทย์ อมรปีติกวิน สมจินต์ อักษรธรรม

MPM130 การศึกษากรรมวิธีการเชื่อมประสานด้วยไฟเบอร์เลเซอร์ใน Inconel 617 และเหล็กแผ่นรีดร้อน 244
จงกล เอี่ยมมิ จิรเดช นาคเงินทอง นิรุตน์ นาคสุข

MPM131 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของงานกัดตัวอักษรบนไม้ตาลโตนดด้วยเครื่องกัดควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 245
จักรนรินทร์ ฉัตรทอง สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์ ธีรพงษ์ ทิพย์อักษร

MPM132 High Density Polyethylene Powder as a Binder in Coconut Pulp Particleboard Compared with Urea-Formaldehyde 246
Montip Lawsuriyonta Chuntip Kumnuantip Tawatchai Meekeaw
Siriwan Pheansila Suwadee Longsaman

MPM133 แผ่นวัสดุก่อสร้างอาคารที่ผลิตจากเส้นใยมะพร้าวผสมผงคอนวูดกับซีเมนต์ 247
ประยูร สุรินทร์ ชัยพฤกษ์ อาภาเวท เจษฎา วงษ์อ่อน

MPM134 การศึกษาอิทธิพลรูปทรงของดรอว์บีดในการลากขึ้นรูปโลหะแผ่นโดย วิธีการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ 248
สุริยา ประสมทอง ศิริชัย ต่อสกุล

MPM135 Mechanical Properties of Textile Reinforced LLDPE in Rotational Molding 249
Narongchai O-Charoen Natee Srisawat Hiroyuki Hamada

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษไหมจากกระบวนการทอผ้าไหมมาปั่นเป็นเส้นด้าย

A feasibility of yarn spinning of silk wasted from the woven processing

พิศุทธิ์ จันทร์คำ[1]* ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์[2]*
[1,2]ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110
E-mail: ctirapong2002@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการทอผ้าไหมทั้งแบบทอมือหรือการทอด้วยเครื่องทอกี่กระตุกและการทอโดยใช้เครื่องจักรล้วนแล้วแต่มีของเสีย (waste) เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากการศึกษาพบว่าโรงงานทอผ้าไหมในประเทศไทย มีเครื่องทอกี่กระตุกทั้งหมด 1,270 เครื่อง และมีปริมาณของเสีย ทั้งด้ายยืนและด้ายพุ่งในแต่ละเครื่องประมาณ 1.4 เมตรต่อครั้งที่ทำการลงทอผ้า จากข้อมูลดังกล่าวจะมีปริมาณของเสียจากเส้นยืนและเส้นพุ่งที่คำนวณได้ 1,778 เมตรจากเครื่องทอที่มีอยู่ทั้งหมด ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดที่จะนำเศษเส้นด้ายไหมที่เหลือจากกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่โดยนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยกระบวนการปั่นด้ายใยสั้น (spun silk) วิธีการดำเนินการวิจัย จะเริ่มจากการนำเศษไหมเส้นพุ่งและเส้นยืนมาตัดให้มีความยาวประมาณ 38 มิลลิเมตร แล้วนำไปผ่านขั้นตอนการปั่นด้ายตามลำดับดังนี้ การเปิดเส้นด้ายให้เป็นแผ่นเส้นใย การสางใย การรีดปุย การทำโรฟวิ่ง การปั่นด้ายแบบวงแหวน (ring spinning) การกรอด้าย ผลการทดลองพบว่าสามารถนำเศษเส้นไหมทั้งจากกี่กระตุกและจากเครื่องทอแบบไร้กระสวยเรเปียร์มาปั่นเป็นเส้นด้ายได้ โดยสามารถปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์16.51 มีจำนวนเกลียว 16.53 เกลียว/นิ้ว ความแข็งแรงเท่ากับ 20.27 Cn/tex และสามารถนำไปถักเป็นผ้าได้

คำหลัก เส้นพุ่ง เส้นยืน เศษไหม กี่กระตุก การปั่นด้ายใยสั้น

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเส้นไหมและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีและมีชื่อเสียงมากแห่งหนึ่งของโลก โดยในแต่ละปีจะมีการส่งออกไหมและผลิตภัณฑ์มีมูลค่ามากกว่าพันล้านบาทและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

ด้วยเหตุที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้วิธีคิดและความเป็นอยู่ของคนยุคนี้ห่างไกลจากธรรมชาติมากขึ้นเรื่อยๆ ความต้องการวัตถุดิบที่เป็นธรรมชาติในอุตสาหกรรมสิ่งทอ จึงเป็นกระแสหลักของทุกธุรกิจ ในปัจจุบันนี้มูลค่าสินค้าที่ผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติหรือออร์แกนิกทั่วโลกเติบโตสูงถึง15-20%โดยเฉลี่ย เฉพาะในอังกฤษมีมูลค่าถึง 35.5 พันล้านปอนด์ในปี 2008 ในแคนาดา มีผู้บริโภคสินค้าออร์แกนิกเพิ่มขึ้น20%และจีนมีพื้นที่ปลูกพืชผล ออร์แกนิกที่มีใบรับรองแล้วมากถึง 2.3 ล้านเฮกตาร์ ซึ่งใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลก(ไม่รวมพื้นที่ที่ยังไม่ได้ใบรับรองอีก30.4 ล้านเฮกตาร์) สำหรับใยฝ้ายอินทรีย์ (Organic cotton) ในปี 2006 ผ้าฝ้ายที่ผลิตจากฝ้ายอินทรีย์ มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นถึง 57.9 เมตริกตัน คิดเป็น 0.2% ของการผลิตฝ้ายทั้งหมดในปี 2006 ซึ่งคาดว่าการส่งออกจะเติบโต 25-55% ในปี 2007 และ 2008 และยอดขายทั่วโลกของสินค้าสำเร็จรูปที่ทำจากผ้าฝ้ายอินทรีย์คาดว่าจะมียอดจำหน่ายในสหรัฐอเมริกา 2,600 ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี 2008 ด้วยความตื่นตัวในการสรรหาคุณประโยชน์จากธรรมชาติเมื่อผนวกกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน เศษไหมทั้งเส้นยืนและพุ่งที่เหลือจากการทอผ้า จึงเป็นวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่ควรให้ความสนใจ ในการนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) เนื่องจากเส้นใยไหมมีคุณสมบัติที่ดีและราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 900 – 1,700 บาท

ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดที่จะนำเศษไหมจากเส้นด้ายที่เหลือจากการทอผ้าไหม มาปั่นเป็นเส้นด้ายใยสั้น แล้วนำไปถักเป็นผืนผ้าเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษไหม ซึ่งจะเกิดประโยชน์ทั้งการลดมลภาวะในการทิ้งเศษไหม เพิ่มรายได้ให้กับผู้ผลิต โดยสามารถขายเศษไหมได้มูลค่ามากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาของ ชัยยุทธ ช่างสาร และคณะ ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้ประโยชน์จากเศษไหม แล้วพบว่า เศษใยไหมที่ติดอยู่กับผิวรังไหม มีเศษใยประมาณ ร้อยละ 18 ประเมินราคาประมาณ 17 ล้านบาทต่อปี ของค่าการผลิตที่ต้องเสียไป เพราะโดยทั่วไปเมื่อชาวบ้านสาวไหมแล้ว เศษใยเหล่านี้จะทิ้งโดยไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อีกเพราะเส้นใยเกาะกันเป็นกระจุกไม่สามารถสาวนำเส้นไหมที่ดีออกจากรังไหมได้

จากผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดแนวความคิด ที่จะนำเอาเศษไหมเหล่านี้มาปั่นเป็นเส้นด้ายไหม โดยกระบวนการปั่นด้ายฝ้าย เพราะเครื่องปั่นด้ายในประเทศไทย ร้อยละ 90 เป็นเครื่องปั่นด้ายฝ้าย หากโครงการนี้บรรลุผลดังเป้าหมายโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอไหมที่สนใจสามารถรับไปดำเนินงานได้โดยไม่ต้องปรับปรุงเครื่องจักรมาก

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษไหมกลับมาใช้ประโยชน์ ในทางอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายไหมใยสั้น แล้วนำไปทอหรือถักเป็นผืนผ้า เพื่อลดต้นทุนและมลภาวะในการกำจัดเศษไหม

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

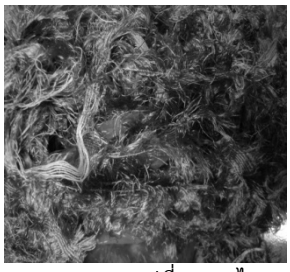
3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะของเศษไหม

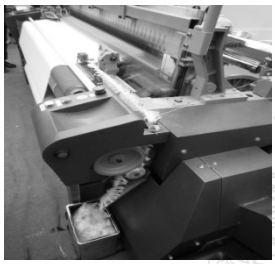
เศษไหมที่เกิดจากการทอด้วยเครื่องทอแบบกี่กระตุกและเครื่องทอเรเปียร์ ดังแสดงในรูปที่ 1และรูปที่ 2

รูปที่1 เครื่องทอแบบกี่กระตุก

รูปที่2 เครื่องทอแบบเรเปียร์

ตัวอย่างเศษไหมจากเครื่องทอ





รูปที่ 3 เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์

3.2 การทดสอบสมบัติเส้นใย

1. การทดสอบภาพตัดขวางของเส้นใย (Cross section) โดยใช้เครื่องทดสอบ Scanning electro microscope เริ่มจากการตัดเส้นใยตัวอย่างให้ได้ความยาว2-3 มิลลิเมตร แล้วนำไปทำการเคลือบเส้นใยด้วยทอง(Coater) ด้วยเครื่อง Auto fine coat รุ่น JFC-1600 จากนั้นนำเส้นใยตัวอย่างไปเข้าเครื่อง Scanning electro microscope ซึ่งมีการถ่ายภาพขยายได้ระเอียดถึง 2000 เท่าด้วยหลักการถ่ายภาพด้วยใช้คลื่นอิเล็กตรอน ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเครื่องสามารถถ่ายภาพขยายได้หลายขนาดความละเอียด และสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองได้โดยการหมุนตัวอย่างเพื่อให้ได้มุมมองที่ต้องการ

2. ทดสอบความยาวของเส้นใย (Fiber length) โดยใช้เครื่องทดสอบ Fiber Comb Sorter และ Black Mirror for Denier เตรียมตัวอย่างทดสอบหนักประมาณ 20 mg. ตัวอย่างทดสอบนี้ต้องเป็น random sample ที่จะใช้เป็นตัวแทนการทดสอบได้ และเก็บไว้ในห้องควบคุมสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65 ± 2% และอุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ดึงและทบตัวอย่างหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เส้นใยเหยียดตรงและขนานกันรวมเป็นกลุ่มเล็กๆ ด้วยมือนำกลุ่มเส้นใยสางลงบนฟันหวีให้เส้นใยเรียงตัวขนานกัน แล้วใช้ปากคีบดึงเอาเส้นใยออกทีละน้อย แต่ละครั้งที่ดึงออกความยาวเส้นใยจะค่อย ๆ สั้นลง เส้นใยที่ถูกหวีให้เหยียดตรงแล้วจะถูกนำไปวางลงบนแผ่นบอร์ดกำมะหยี่สีดำ ซึ่งเส้นใยจะมีความยาวเรียงกันไปจากยาวไปหาสั้นตามลำดับ และจะต้องจัดให้เส้นใยมีความหนาแน่นอย่างสม่ำเสมอตลอด DIAGRAM หลังจากนั้นจึงทำการลอกรูปของ DIAGRAM นี้ด้วยแผ่นพลาสติกใส หรือ กระดาษไขเขียนแบบ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความยาวของเส้นใยต่อไป

3. การหาค่าความหยิกงอของเส้นใย (Crimp) โดยใช้เครื่องทดสอบ Crimp Measure นำเส้นใยเศษไหมเส้นใยเดี่ยวมาทำการถ่วงด้วยโหลด โดยใช้กระดาษกาวตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆซึ่งจะมีขนาดตามความเหมาะสมของเส้นใยแต่ละชนิด ปลายข้างบนจะถูกจับยึดที่หัวจับเส้นใย ส่วนด้านล่างนำโหลดที่ทำจากกระดาษกาวมาติดไว้ จากนั้นปรับตั้งค่าของเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์ ด้วยการปรับค่าความสมดุลน้ำหนักของโหลด ที่ตัดขนาดต่างๆ กันตามน้ำหนัก โหลดที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดความโตของเส้นใย หรือขนาด ดีเนียร์(Denair) เส้นใยที่มีความโตจะใช้โหลดที่มีน้ำหนักมากขึ้นตามลำดับ จากนั้นนับจำนวนรอยหยิกงอ (Crimp) โดยการนับส่วนโค้งของเส้นใยทั้งสองข้าง หรือส่วนที่โค้งขึ้นสูงสุดของเส้นใย ต่อความยาว 1 นิ้ว จำนวนที่ได้คือค่ารอยหยิกงอ (Crimp) ของตัวอย่างนั้นๆ

4. การหาค่าความละเอียดของเส้นใย (Fiber fitness) และค่าความแข็งแรงของเส้นใย (Fiber Strength) โดยใช้เครื่องทดสอบ Tenacity & Elongation Machine เพื่อทดสอบหาความละเอียดขนาด และความแข็งแรงของเส้นใยเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปหาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการกำหนดขนาดเบอร์ด้ายใช้เป็นข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องในขั้นตอนการปั่นด้าย

นำเส้นใยตัวอย่างจับยึดที่หัวจับเส้นใย โดยเครื่องทดสอบความแข็งแรงเส้นใยเดี่ยว เป็นเครื่องทดสอบกึ่งอัตโนมัติโดยควบคุมการทดสอบแรงดึงและอัตราการยืดตัวของเส้นใยด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ที่สอดคล้องกับโปรแกรมการจับเส้นใยแบบใช้อากาศอัด (compressed air actuated clamps) เส้นใยจะถูกดึงอย่างต่อเนื่องจนขาด และจะเคลื่อนตัวกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ และจะแสดงผลการทดสอบออกมาทางชุดบันทึกแรงดึงและการยืดตัว ข้อมูลต่างๆจะถูกบันทึกลงในโปรคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยผลของค่าแรงดึง ความละเอียดของเส้นใย ความยืดหยุ่น เป็นต้น

3.3 การเตรียมเส้นใย

เศษไหมที่ได้มาจากกระบวนการผลิตจะถูกนำมาคัดแยกสิ่งสกปรกและเศษด้ายประเภทอื่นที่ปะปนมา ออกหลังจากนั้นจะทำการตัดเศษไหมให้มีขนาดความยาวประมาณ 38 มิลลิเมตร เพื่อให้เหมาะกับกระบวนการปั่นด้ายแบบวงแหวน แล้วนำเส้นใยเหล่านี้มาฉีดพ่นสารลดไฟฟ้าสถิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4 การผึ่งเศษไหมหลังพ่นสารลดไฟฟ้าสถิต

3.4 การเปิดเส้นใย

ขั้นตอนนี้จะนำเศษไหมที่ผ่านการตัดและพ่นสารลดไฟฟ้าสถิตย์มาแล้ว เข้าเครื่องเปิดเส้นใยดังแสดงในรูปที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดเส้นด้ายให้แตกตัวเป็นเส้นใยเดี่ยวไม่เกาะกันเป็นก้อนและเป็นการทำให้เส้นใยสะอาดไม่มีสิ่งเจือปน

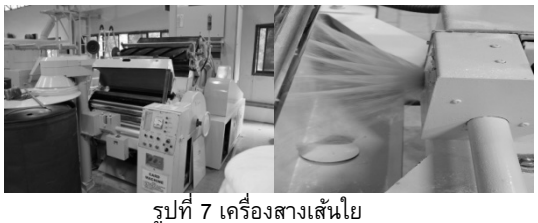
รูปที่ 5 เครื่องเปิดเส้นใย

3.5 ขั้นตอนการปั่นด้ายใยสั้นแบบวงแหวน (Ring spinning)

1. การผสมเส้นใย (Blow room)เศษเส้นใยไหมหลังจากผ่านการเปิดเส้นใยแล้วจะมีลักษณะบางเบา อีกทั้งเส้นใยจากเศษไหมยังมีความแตกต่างกัน ในเรื่องของสี ,ความหนาแน่น ทั้งนี้เศษไหมที่ได้จากการทอผ้าพื้นเมืองจะมีความแตกต่างมากกว่าไหมที่ได้จากเครื่องทออุตสาหกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการผสมเส้นใยเพื่อให้เส้นใยมีความสม่ำเสมอทั้งสีและความหนาแน่นของเส้นใยก่อนเข้าสู่เครื่องสางใย(Carding machine) ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ขั้นตอนการผสมเส้นใย

2. การสางใย (Carding) เมื่อผสมเส้นใยแล้ว เส้นใยจะถูกส่งผ่านมาตามท่อส่ง เข้ามาที่หลังเครื่องสางใย โดยเส้นใยจะมีความสม่ำเสมอและถูกป้อนเข้าสู่ชุดลูกกลิ้งหนามของเครื่องสางใย ดังแสดงในรูปที่ 7 ทั้งนี้เพื่อกระจายเส้นใยให้แตกตัวเป็นเส้นใยเดี่ยวอิสระ เป็นการทำความสะอาดเส้นใย ขจัดเส้นใยสั้น และทำเส้นใยให้อยู่ในรูปของสไลเวอร์ (Sliver) เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 7 เครื่องสางเส้นใย

3.การรีดปุย (Draw frame) เส้นใยที่รวมตัวกันเป็นสไล-เวอร์ (sliver) จากเครื่องสางใย (Carding machine) นั้นมีลักษณะยังไม่เหยียดตรงและไม่เรียงตัวขนานกันตามความยาวของสไลเวอร์ดีพอ ประกอบกับเส้นใยและขนาดของสไลเวอร์จากเครื่องสางใยในแต่ละเครื่องมีขนาดน้ำหนักต่อหน่วยความยาวที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการรีดปุยเส้นใย เพื่อให้ได้สไลเวอร์ที่มีความสม่ำเสมอและลดขนาดน้ำหนักต่อหน่วยความยาวตามที่ต้องการดังแสดงในรูปที่ 8

รูปที่ 8 เครื่องรีดปุย

4. การทำโรฟวิ่ง (Roving)ด้วยเครื่องRoving Machine นำสไลเวอร์ ที่ผ่านเครื่องรีดปุย (Draw frame) 2 ครั้ง มาเข้าเครื่องโรฟวิ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดขนาดสไลเวอร์เป็นโรฟวิ่งพันเข้าแกนหลอดโรฟวิ่งและตีเกลียวก่อนนำไปเข้าเครื่องปั่นด้าย (Ring spinning)ดังแสดงใน รูปที่ 9

รูปที่ 9 เครื่องโรฟวิ่ง

5. การปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) การปั่นด้าย (Spinning)เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำเส้นใยให้อยู่ในรูปของเส้นด้าย การปั่นด้ายแบบวงแหวน(Ring spinning) โดยหลอดโรฟวิ่งจะแขวนอยู่ด้านบนของเครื่อง และจะถูกลดขนาดเป็นเส้นด้ายแล้วพันเข้าหลอด โดยใช้ระบบลูกกลิ้งรีด ซึ่งอัตราการลดขนาด

สามารถปรับได้ตามขนาดของเบอร์ด้ายที่ต้องการ ด้ายที่ปั่นจะมีเกลียวเพื่อความแข็งแรง ความยืดหยุ่นเหมาะกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 10

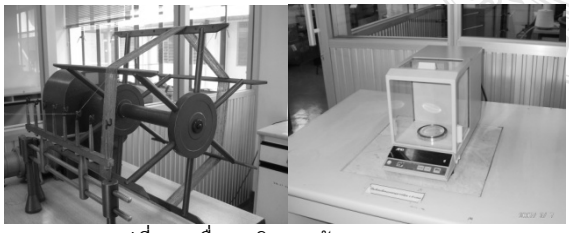
รูปที่10 เครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน

6. การกรอด้าย (Winding Machine) เส้นด้ายจากเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) ที่ถูกพันเข้ากับหลอดด้าย (Bobbin)จะมีขนาดเล็กและมีจำนวนหลอดมาก ดังนั้นการนำมากรอรวมกันเป็นหลอดใหญ่(Cone) เป็นการขจัดข้อบกพร่องของเส้นด้ายเพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 11

รูปที่11 เครื่องกรอด้าย

3.6 การทดสอบเส้นด้าย

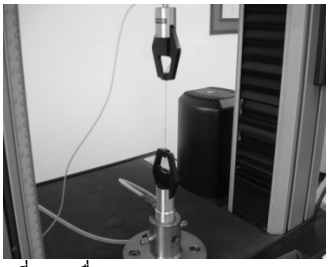
1. ทดสอบหาเบอร์ของเส้นด้าย (yarn count test) โดยใช้เครื่องระวิงกรอด้าย (Warp Reel) ตาชั่งและเครื่องคำนวณเบอร์ด้าย ตามรูปที่ 12



รูปที่12 เครื่องระวิงกรอด้าย (Warp Reel)

2. ทดสอบจำนวนเกลียวต่อนิ้วของเส้นด้าย เพื่อที่จะหาจำนวนเกลียวของเส้นด้ายที่ผลิตขึ้นมาว่าถูกต้องได้มาตรฐานหรือไม่ เนื่องจากจำนวนเกลียวเส้นด้ายจะมีผลต่อความแข็งแรงของเส้นด้ายตลอดจนสมบัติของผืนผ้า ซึ่งจะทำการทดสอบด้วยเครื่อง Twist Tester

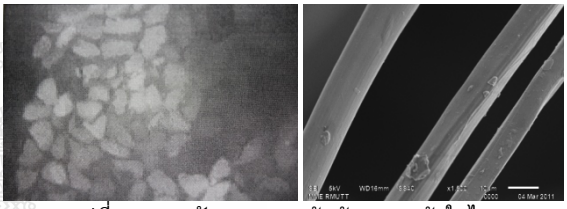
3. ทดสอบความแข็งแรงและการยืดตัวของเส้นด้าย ว่าถูกต้องได้มาตรฐานตามความต้องการหรือไม่ ซึ่งทดสอบด้วยเครื่อง Tensile Strength Tester ตามรูปที่ 13



รูปที่13 เครื่อง Tensile Strength Tester

4. ผลการสอบ

1. ผลทดสอบภาพตัดขวางของเส้นใยเศษไหมลักษณะดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ภาพตัดขวางของเส้นด้าย และเส้นใยไหม

จากการทดสอบพบว่าเศษเส้นใยไหมจะมีภาพตัดขวางที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมและภาพตามยาวมีลักษณะเรียบและมีเส้นทึบ ทำให้มีพื้นที่แสงตกกระทบมากจึงทำให้เส้นใยมีความมันเงา เส้นใยมีความเรียบลื่น

2. ผลการทดสอบเส้นใย จากตารางที่ 1 ซึ่งแสดงผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเส้นใย

การทดสอบ	เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์
1. ความยาว(มิลลิเมตร)	70.40	40.42
2. ความละเอียด(Denier)	1.31	0.99
3. ความหยิกงอ(Cn/Ci)	3.0/3.0	2.7/2.5
4. การยืดตัวก่อนขาด (Elongation%)	21.96	27.41
5. ความเหนียว (Tenacity (g/den))	4.32	5.96

3. ผลการทดลองเปิดเศษไหมด้วยเครื่องสางใย(Mini carding machine) จากการทดลองเปิดเส้นด้ายเศษไหมด้วยเครื่องสางใย จะได้เส้นใยเดี่ยวที่ละเอียดแตกตัวดี มีความสะอาดเพราะสิ่งสกปรก และเศษเส้นด้ายที่มีขนาดสั้นเกินไปจะถูกกำจัดออกในขั้นตอนนี้

เส้นใยเศษไหมจะออกมาเป็นแผ่นบางบางไม่สามารถม้วนเป็นลูกแล็ป (Lap)ได้จึงทำให้การจัดเก็บต้องใช้วิธีบรรจุใส

ถุงพลาสติกแทนการม้วนเก็บ ปริมาณของผลผลิตที่ได้จากการป้อนวัตถุดิบ น้ำหนัก 4 กิโลกรัม
เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก คงเหลือ = 3.80 กิโลกรัม
เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ คงเหลือ = 3.90 กิโลกรัม

4. ผลการทดลองของเครื่องผสมเส้นใย (Blow room) เส้นใยเศษไหมที่ผ่านขั้นตอนการเปิดมีความละเอียด บางเบาและไม่สม่ำเสมอ เมื่อป้อนเข้าเครื่องผสมจึงจำเป็นต้องแผ่เส้นใยให้เต็มหน้าสายพานลำเรียงเส้นใย และ การทำงานของเครื่องผสมจะทำให้เส้นใยกระจายตัว จากนั้นส่งผ่านเส้นใยด้วยระบบการส่งเส้นใยด้วยท่อลม และจะถูกรวมตัวเป็นแผ่นที่มีความหนาสม่ำเสมอต่อเนื่องและป้อนเข้าสู่เครื่องสางใย ซึ่งทั้งสองขั้นตอนนี้เป็นการทำงานที่ต่อเนื่องกัน

5. ผลการทดลองการสางใย (Carding machine) จากเศษไหมพบว่าเส้นใยเศษไหมมีการเกิดไฟฟ้าสถิตย์สูงมีความบางเบาการรวบเป็นสไลเวอร์ทำได้ค่อนข้างยาก ต้องใช้มือคอยช่วยรวบจากด้านข้างทั้งสองข้างเพื่อให้แผ่นเวป (Web) เข้ามารวมตัวกันที่ชุดรวบสไลเวอร์ ไม่เช่นนั้นแผ่น เวปก็จะขาดจากกันและไม่สามารถทำเป็นสไลเวอร์ได้ ซึ่งสาเหตุนี้มาจากการป้อนเส้นใยมักจะเกิดขึ้นขณะเริ่มต้น และขณะที่เส้นใยที่ป้อนใกล้หมด เส้นสไลเวอร์(Card sliver) ที่ได้ จะมีการเรียงตัวของเส้นใยดี มีความแข็งแรงน้อย และสามารถขดลงในถังบรรจุได้ โดยมีน้ำหนักต่อหน่วยความยาวโดยเฉลี่ยดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสางใย

ชนิดของเศษไหม	น้ำหนักสไลเวอร์
1. เศษไหมจากเครื่องกี่กระตุก	4.9 กรัม/เมตร
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	5.0 กรัม/เมตร

6. ผลการทดลองการรีดปุย (Draw frame) ในการทดลองนี้ใช้เครื่องรีดปุย(Draw frame) ที่สามารถป้อนสไลเวอร์ได้ครั้งละ6 เส้น การป้อนจะทำการแบ่งเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยให้เป็น 6 กลุ่มหรือ 6 ถัง เส้นสไลเวอร์จะถูกรวบและรวมกันผ่านลูกกลิ้งดร๊าฟ(Draft)เพื่อลดขนาดและทำให้เส้นใยเรียงตัว ผลของผ่านขั้นตอนดร๊าฟในครั้งที่หนึ่ง จะได้สไลเวอร์น้ำหนัก 7 กรัมต่อเมตร จากนั้นนำเส้นสไลเวอร์ที่ได้มาแบ่งเป็น 4 กลุ่มหรือ 4 เส้นเท่าๆกันแล้วป้อนเข้าเครื่องอีกครั้ง จะได้สไลเวอร์น้ำหนัก 4.5 กรัมต่อเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลทดลองการรีดปุย (Draw frame)

ชนิดของเศษไหม	ครั้งที่1 (Draw 1)	ครั้งที่2 (Draw 2)
1. เศษไหมจากเครื่องกี่กระตุก	6.8 กรัมต่อเมตร	4.5 กรัมต่อเมตร
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	7 กรัมต่อเมตร	4.5 กรัมต่อเมตร

7. ผลการทดลองโรฟวิ่ง (Roving) เส้นสไลท์เวอร์ที่ได้จากขั้นตอนการรีดปุยในครั้งที่ 2 เมื่อผ่านเครื่องโรฟวิ่ง จะมีการลดขนาดให้เป็นเส้นเล็กลง สมีความแข็งแรงมากขึ้น สามารถเดินเครื่องได้ต่อเนื่องสม่ำเสมอ และได้น้ำหนักเส้นโรฟวิ่งดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลทดลองการทำโรฟวิ่ง (Roving)

ชนิดของเศษไหม	น้ำหนักโรฟวิ่ง
1. เศษไหมจากเครื่องกี่กระตุก	0.50 กรัม/เมตร
2. เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์	0.47 กรัม/เมตร

8. ผลการทดลองการปั่นด้าย (Ring spinning) และการกรอเข้าหลอด(Winding) จากเส้นโรฟวิ่งที่ได้จากเครื่องโรฟวิ่ง ซึ่งถูกพันอยู่บนแกนหลอด(Bobbin) นำมาเข้าเครื่องปั่นด้าย เพื่อลดขนาดและตีเกลียวเป็นเส้นด้าย สามารถเดินเครื่องได้ต่อเนื่องและมีปัญหาเส้นด้ายขาดอยู่บ้างขณะทำการปั่น ซึ่งสามรถทำเป็นหลอดได้ จากนั้นนำไปเข้าเครื่องกรอเพื่อทำเป็นหลอดด้ายที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งสามารถกรอได้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเช่นกัน ดังแสดงผลการทดสอบเส้นด้ายในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบเส้นด้าย

การทดสอบ	เศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก	เศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์
1. หาเบอร์เส้นด้าย	18.37	16.51
2. จำนวนเกลียวต่อนิ้ว	17.22	16.53
3. การยืดตัวก่อนขาด (Elongation %)	7.52	9.06
4. ความเหนียว (Tenacity (Cn/tex))	14.48	20.27

4. ผลิตภัณฑ์จากเส้นด้ายเศษไหม

ตัวอย่างเส้นด้ายจากเศษไหมที่ถักเป็นถุงมือและผืนผ้าดังแสดงในรูปที่ 15 และ 16

รูปที่ 15 เส้นด้ายไหมใยสั้น

รูปที่ 16 ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

5. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและทดสอบสมบัติของเศษเส้นใยไหม พบว่ามีความยาวเส้นใย ที่แตกต่างกัน ไหมจากเครื่องทอแบบกี่กระตุกจะมีความยาวมากกว่าเศษเส้นใยไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ โดยประมาณเท่ากับ 30 มิลลิเมตร มีความหยิกงอ(Crimp) ใกล้เคียงกัน ความละเอียดของเส้นใยเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุกเท่ากับ 1.31 ดีเนียร์ และจากเครื่องทอเรเปียร์ 0.99 ดีเนียร์ ความแข็งแรงของเส้นใยมีความแตกต่างกันโดยเศษเส้นใยไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าเศษเส้นใยไหมจากเครื่องทอเรเปียร์

ผลการทดสอบสมบัติของเส้นด้ายจากเศษไหมพบว่า เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก มีขนาดเบอร์ด้ายเท่ากับ 18.37 Ne และเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์ มีขนาด 16.51 Ne และทั้งสองมีจำนวนเกลียวต่อนิ้วใกล้เคียงกัน แต่มีความแข็งแรงที่แตกต่างกัน โดยเส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอเรเปียร์จะมีความแข็งแรงสูงกว่า เส้นด้ายเศษไหมจากเครื่องทอกี่กระตุก

การทดลองนำเศษไหมที่เหลือจากกระบวนการผลิต ทั้งจากเครื่องทอกี่กระตุกและเครื่องทอไร้กระสวยเรเปียร์ พบว่าเศษไหมทั้ง 2 ประเภทสามารถนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยวิธีการปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) ได้และสามารถนำไปถักเป็นผ้าหรือนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทออื่นๆได้ ซึ่งทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันในเรื่องของคุณภาพของเส้นด้าย

เส้นด้ายที่ผลิตจากเศษไหมที่ได้จากเครื่องทอเรเปียร์จะเป็นเส้นด้ายที่มีความแข็งแรงสูงกว่า มีความสม่ำเสมอ จัดหาวัตถุดิบง่าย มีปริมาณที่มากกว่า เหมาะในการนำสู่การผลิตในเชิงอุตสาหกรรม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเศษไหมมาทำให้เกิดประโยชน์ โดยการนำเศษไหมที่ได้จากกระบวนทอผ้ามาปั่นเป็นเส้นด้าย ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายและหลายหน่วยงาน จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ ที่ให้คำแนะนำและชี้แนะในการทำวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ คุณสุชาติ จุลพูล ผู้อำนวยการศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ หนองคาย คุณต่อพงษ์ สมอรัตน์ บริษัท อาร์ทรี จำกัด คุณณัฐวัชร นิธิทองสกุล บริษัทพรีเมียร์ เท็กไทล์ อินดัสทรี้ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เศษไหม คุณจตุรงค์ บัณฑิตยารักษ์ และคุณสุวิทย์ บริษัทไทยอะไคลิคไฟเบอร์ จำกัด คุณพนิต สิริสิน บริษัททีซีที ซูมินอ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และคำแนะนำในการปฏิบัติงานวิจัย และขอขอบคุณ ทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ ซึ่งมีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยจะนำความรู้ที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่และใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป หากมีความผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ, พันธุ์หม่อนไหม, [Online], Available: http://www.moac.go.th. [20 กรกฎาคม 2553]

[2] สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมโรงงานอุตสาหกรรม, ข้อมูลโรงงาน.[ออนไลน์]. http://www.inform@diw.go.th. [20 กรกฎาคม 2543]

[3] สมาคมอุตสาหกรรมฟอกย้อมพิมพ์และตกแต่งสิ่งทอไทย. วารสาร Colour way. Vol.10, No.56, January-February, 2005.

[4] ศูนย์รวมผ้าไหมและผลิตภัณฑ์ผ้าไหมไทย, [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.silkthailand.com/article/mainarticle.htm, [19 กันยายน 2553]

[5] สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ นครราชสีมา, [Online], Available: http://203.154.212.59/qthaisilk_center, [19 กันยายน 2553]

[6] ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, “ การปั่นด้าย,” ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี, 2549. หน้า 28-31.

[7] ชัยยุทธ ช่างสาร และคณะ, การใช้ประโยชน์จากเศษไหม, ปริญญานิพนธ์วิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี ภาควิศวกรรมเคมีและสิ่งทอ คณะวิศวกรรม เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2531.

[8] รังสิมา ชลคุปและคณะ. การศึกษาการปั่นด้ายผสมระหว่างเศษรังไหมเหลืองและฝ้ายสีน้ำตาลระบบ Open-end spinning, ภาควิชาวิทยาการสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร ม. เกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม.

[9] วีระศักดิ์ อุดมกิจจา, วิทยาศาสตร์เส้นใย, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[10] Zellweger Uster, Inc., Uster HVI Spectrum 1000 (Online), 2007. Available: http://www.uster.com/uster.asp?content=81&idMainNavig=2&title==HVI (1st August 2007).

[11] H. Eberle, M. Hornberger, R. Hermeling, W. ring and Authers. Clothing Technology from fibre to fashion. 2 nd. English Edition.Knorad Triltsch. Germany. 1999.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายพิศุทธิ์ จันทร์คำ
วัน เดือน ปีเกิด	15 กันยายน 2515
ที่อยู่	45 ซอยอนามัยงามเจริญ แยก 4 แขวงท่าข้าม
	เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ
	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปี พ.ศ. 2539
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ.2541 ถึง ปัจจุบัน
	บริษัท โปรเทคเวิลด์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
	บริษัท เคลฟเวอร์ อินเตอร์เท็กซ์ จำกัด
	ตำแหน่ง : กรรมการผู้จัดการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี