การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจาก เส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

STUDY ON SOUND ABSORPTION PROPERTY OF NONWOVEN FABRIC OF POLYESTER AND KAPOK FIBERS BLEND

วิพารินทร์ ตั้งดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจาก เส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

วิพารินทร์ ตั้งดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

Study on Sound Absorption Property of Nonwoven Fabric of Polyester and Kapok Fibers Blend

ชื่อ-นามสกุล นางสาววิพารินทร์ ตั้งดี

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งทอ

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นที ศรีสวัสดิ์, ปร.ด.

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์จุรีรัตน์ ประสาร, Ph.D.

ปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, วท.ม.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์เข็มชัย เหมะจันทร, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมประสงค์ ภาษาประเทศ, Ph.D.)

..... กรรมการ
(อาจารย์จุรีรัตน์ ประสาร, Ph.D.)

..... กรรมการ
(อาจารย์นที ศรีสวัสดิ์, ปร.ด.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 24 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น
ชื่อ – นามสกุล	นางสาววิพารินทร์ ตั้งดี
สาขาวิชา	สิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์นที ศรีสวัสดิ์, ปร.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์จุรีรัตน์ ประสาร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

สิ่งทอเทคนิคในยานยนต์ (Mobiltech) คือผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ถูกใช้ในยานพาหนะเพื่อการขนส่ง เช่น ผ้าคลุมที่นั่ง และพรมในห้องโดยสารรถยนต์ เป็นต้น โดยปัจจุบันนิยมใช้เส้นใยพอลิ-เอสเตอร์เป็นวัสดุพื้นฐาน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติในการดูดซับเสียงในระดับหนึ่ง เพื่อเพิ่มสมบัติของสิ่งทอที่ใช้ในรถยนต์ในด้านนี้ จึงได้เลือกเส้นใยนุ่นที่เป็นเส้นใยธรรมชาติ ที่มีลักษณะภาคตัดขวางเป็นรูกลวงตลอดความยาวของเส้นใยเพื่อช่วยในการดูดซับเสียง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

การศึกษาได้นำเส้นใยพอลิเอสเตอร์และเส้นใยนุ่นมาผลิตผ้าไม่ทอในอัตราส่วนผสม 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ โดยกำหนดน้ำหนักผ้าไม่ทอที่ 300 กรัมต่อตารางเมตร ยึดติดด้วยกระบวนการยึดติดทางเชิงกลแบบเข็มปัก ที่ความเร็วสายพาน 76.20 และ 152.40 เซนติเมตรต่อนาที จากนั้นทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงในช่วงความถี่ 125–4,000 เฮิรตซ์

ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น มีกลไกในการดูดซับเสียงแบบรูพรุน โดยผ้าไม่ทอจากที่อัตราส่วน 50:50 มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงสุดและเหมาะที่จะใช้เป็นวัสดุซับเสียงในห้องโดยสารรถยนต์ เนื่องจากอยู่ในช่วงความถี่เสียงในห้องโดยสารรถยนต์ซึ่งมีความถี่ประมาณ 200 เฮิรตซ์ จากการขึ้นรูปผ้าไม่ทอที่ความเร็วสายพานต่างกันส่งผลต่อโครงสร้างผ้าไม่ทอต่างกันด้วย โดยที่ความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาที โครงสร้างผ้ามีความหนาแน่นมากกว่าที่ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที ซึ่งจะส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพ

คำสำคัญ: เส้นใยนุ่น ผ้าไม่ทอ การยึดติดทางเชิงกลโดยใช้เข็มปัก ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

Thesis Title	Study on Sound Absorption Property of Nonwoven Fabric of Polyester and Kapok Fibers Blend
Name – Surname	Miss Wilarin Tungdee
Program	Textiles
Thesis Advisor	Mr. Natee Srisawat, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Miss Chureerat Prahsarn, Ph.D.
Academic Year	2014

ABSTRACT

Mobiltech textile categorizes as one of the technical textiles product sectors that generally used in vehicles and transportation carriages – such as automotive interior carpets. Currently, a material widely uses in such a product is polyester fiber which has prominent sound absorption property. In order to enhance the product's properties, kapok fiber, a natural cellulosic fiber, was selected for its hollow shaped cross-section giving feasibility of improving sound absorption quality. This thesis pursuit of ascertaining the sound absorption property of a nonwoven fabric made from polyester and kapok fibers blend.

The polyester-kapok fiber blend fabrics using in the experiments were diversified in intrinsic mix ratio – 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50 respectively. The fabrics weight were 300 g/m^2. After mechanical bonding process using needle punching with conveyer speed at 76.20 and 15.40 cm/min. The finished fabrics then tested for their physical properties and sound absorption property at the frequency range from 125 to 4,000 Hz.

The study revealed that the nonwoven fabric specimens from polyester and kapok fibers blended have porous absorber mechanism. The 50:50 blended ratio specimens presented the highest sound absorption coefficient, which is suitable for automotive interior sound absorption material. The fabric is applicable in vehicle cabins because the audible frequency range inside the cabin is approximately 200 Hz. The differentiated fabric forming processes alter the fabric structures – such conveyer speed 76.20 cm/min produced fabric with denser structure than the fabric produced with 152.40 cm/min conveyer speed has, which after all affect their physical properties.

Keywords: kapok fiber, nonwoven, needle punching, sound absorption coefficient

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีของ ดร.นที ศรีสวัสดิ์ ดร.จุรีรัตน์ ประสาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมนึก สังข์หนู ประธานหลักสูตร รองศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมประสงค์ ภาษาประเทศ กรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.เข็มชัย เหมะจันทร ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท ไทยเทคนิคคอล นันวูเว่น จำกัด และโรงปั่นนุ่นโชคสุชัยที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านวัสดุ บริษัท ไทยอริลิค ไฟเบอร์ จำกัด และศูนย์เทคโนโลยีโลหะวัสดุแห่งชาติที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือ บริษัท ที.ซี.เอช ซูมิโนเอะ จำกัด และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือวิเคราะห์ในงานวิจัย คุณบุศรินทร์ กิจสดับ คุณฉัตรชัย กล่อม-เกลี้ยง คุณกมุท ขวัญข้าว และเจ้าหน้าที่ช่วยวิจัยทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ และมอบความดีทั้งหมดนี้ให้แก่ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง เพื่อนที่แสนดีและคณะครู-อาจารย์ ที่ให้การสนับสนุนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจหากวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ขาดตกบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์ประการใดผู้วิจัยขอกราบอภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

วิฬาริน์ทร์ ตั้งดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... (3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... (4)
กิตติกรรมประกาศ ..... (5)
สารบัญ ..... (6)
สารบัญตาราง ..... (8)
สารบัญรูป ..... (9)
บทที่ 1 บทนำ 12
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 12
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 13
1.3 ขอบเขตการศึกษา 13
1.4 ขั้นตอนการศึกษา 13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.1 เส้นใยนุ่น 15
2.2 เส้นใยพอลิเอสเตอร์ 20
2.3 วัตถุดิบในการผลิตผ้าไม่ทอ 25
2.4 กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอ 30
2.5 วัสดุดูดซับเสียง 44
2.6 เครื่องตรวจสอบคลื่นนิ่ง 50
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 60
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ 61
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 61
3.3 สถานที่ทดลอง 61
3.4 วิธีการทดลอง 61

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 73
4.1 สมบัติของเส้นใย 73
4.2 การผสมเส้นใย 75
4.3 การเตรียมแผ่นเส้นใย 76
4.4 การยึดติดแผ่นเส้นใย 78
4.5 สมบัติทางกายภาพ 80
4.6 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอ 86
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 89
5.1 สรุปการวิจัย 89
5.2 ข้อเสนอแนะ 90
บรรณานุกรม 91
ภาคผนวก 95
ภาคผนวก ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ 96
ประวัติผู้เขียน 108

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบและลักษณะพันธุศาสตร์ของต้นนุ่น 16
ตารางที่ 2.2 แสดงการใช้ประโยชน์ของต้นนุ่น 18
ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะเส้นใยนุ่นกับเส้นใยฝ้าย 19
ตารางที่ 2.4 สถิติการส่งออกสินค้ามาตรฐานปุยนุ่น ตามใบรับรองมาตรฐานสินค้า 20
ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเตอร์ชนิด PET กับ PCDT 23
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติเส้นใยในการผลิตผ้าไม่ทอ 26
ตารางที่ 2.7 แสดงความหมายของรหัสเข็มของบริษัท GROZ BECKERT 42
ตารางที่ 2.8 แสดงลักษณะทั่วไปของค่า NRC ของวัสดุต่างๆ 48
ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างค่า NCR ตามสถานที่ต่างๆ 49
ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง และค่า NRC ของวัสดุต่างๆ 49
ตารางที่ 2.11 อัตราส่วนผสมเส้นใย 53
ตารางที่ 2.12 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของเส้นใยนุ่น 55
ตารางที่ 2.13 ข้อกำหนดในการผลิตผ้าไม่ทอ 57
ตารางที่ 2.14 ผลการทดสอบความหนาละการไหลผ่านอากาศของผ้าไม่ทอ 58
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยความยาวของเส้นใย 73
ตารางที่ 4.2 แสดงสัดส่วนและเปอร์เซ็นต์การผสมเส้นใยจากการทดลอง 75
ตารางที่ 4.3 แสดงน้ำหนักหลังจากผ่านเข้าเครื่องเปิดเส้นใยและเครื่องผสมเส้นใย 75
ตารางที่ 4.4 แสดงน้ำหนักแผ่น Web ที่ผ่านการสาง 1 รอบ 76
ตารางที่ 4.5 แสดงน้ำหนักเส้นใยที่ตกใต้เครื่องสาง 77
ตารางที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอ 78
ตารางที่ 4.7 ค่าความแรงดึงขาดของผ้าไม่ทอ 82

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 เส้นใยนุ่น 15
รูปที่ 2.2 ลักษณะภาคตัดขวางเส้นใยนุ่น 19
รูปที่ 2.3 เม็ด Chip จากพอลิเอสเตอร์ 21
รูปที่ 2.4 กระบวนการผลิตเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 22
รูปที่ 2.5 หัวฉีดเส้นใย 24
รูปที่ 2.6 เส้นใยที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอ 26
รูปที่ 2.7 เม็ดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอ 28
รูปที่ 2.8 กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอแบ่งตามขั้นตอนการผลิต 31
รูปที่ 2.9 การป้อนเส้นใยและการกระจายเส้นใย 32
รูปที่ 2.10 การสางเส้นใย 33
รูปที่ 2.11 การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยในทิศทางเดียว 34
รูปที่ 2.12 การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยโดยวิธีการพับไปมา 35
รูปที่ 2.13 วิธีการผลิตแบบ Spun laid และ Spun bonded 36
รูปที่ 2.14 การทำงานของเข็ม 38
รูปที่ 2.15 การยึดติดโดยการใช้เข็มปัก 40
รูปที่ 2.16 (a) เข็มเดี่ยว (b) เข็มคู่ 40
รูปที่ 2.17 (a) แสดงกลไกการสลายพลังงานเสียงเนื่องจากความหนืด (b) และแรงเสียดทาน 44
รูปที่ 2.18 สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงและการสะท้อนเสียง 46
รูปที่ 2.19 ลักษณะทั่วไปของท่ออิมพีแดนซ์ 50
รูปที่ 2.20 คลื่นมีการแทรกสอดแบบเสริมและหักล้างกันอย่างสมบูรณ์ 51
รูปที่ 2.21 แบบของคลื่นนิ่งภายในท่ออิมพีแดนซ์ 52
รูปที่ 2.22 (ก) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงผ้าไม่ทอที่ไม่ผ่านการบีบอัด
(ข) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงผ้าไม่ทอที่ผ่านการบีบอัด 54
รูปที่ 2.23 แผนผังเครื่องทดสอบการดูดซับเสียงท่ออิมพิแดนซ์ 56
รูปที่ 2.24 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงผ้าไม่ทอ 56

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.25 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยกลวงพอลิเอสเตอร์ 58
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการทดสอบความยาวเส้นใย 62
รูปที่ 3.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด 63
รูปที่ 3.3 ผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์กับเส้นใยนุ่น 63
รูปที่ 3.4 การฉีกเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นด้วยมือ 64
รูปที่ 3.5 เครื่องเปิดเส้นใย 64
รูปที่ 3.6 เครื่องผสมเส้นใย 65
รูปที่ 3.7 เส้นใยหลังจากผ่านเครื่องผสมเส้นใย 65
รูปที่ 3.8 แผ่นเส้นใย 66
รูปที่ 3.9 ติดเทปใสแปะทับแผ่น Web ให้ติดกลับลูกกลิ้ง 67
รูปที่ 3.10 พับครึ่งแผ่น Web ตามแนวยาว 67
รูปที่ 3.11 แผ่น Web ที่ผ่านการย้ำหัวท้าย 68
รูปที่ 3.12 ผ้าไม่ทอหลังจากผ่านการปักย้ำด้วยเข็ม 68
รูปที่ 3.13 เครื่องทดสอบแรงดึงขาด 70
รูปที่ 3.14 ลักษณะการจับชิ้นงานทดสอบ ในการทดสอบความต้านต่อแรงฉีดขาด 70
รูปที่ 3.15 เครื่องทดสอบการติดไฟ 72
รูปที่ 3.16 เครื่องทดสอบการดูดซับเสียงด้วยเครื่องตรวจสอบคลื่นนิ่ง 72
รูปที่ 4.1 (a) ภาคตัดขวางเส้นใยนุ่น (b) ภาพตามยาวเส้นใยนุ่น 74
รูปที่ 4.2 (a) ภาคตัดขวางเส้นใยพอลิเอสเตอร์ (b) ภาพตามยาวเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 74
รูปที่ 4.3 เส้นใยนุ่นตกใต้ลูกกลิ้งหนาม 77
รูปที่ 4.4 ค่าน้ำหนักของผ้าไม่ทอ 80
รูปที่ 4.5 ค่าความหนาของผ้าไม่ทอ 81
รูปที่ 4.6 ค่าการยืดตัวก่อนขาดของผ้าไม่ทอ 83
รูปที่ 4.7 ค่าความต้านต่อแรงฉีดขาดของผ้าไม่ทอ 84

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.8 ค่าการทดสอบการติดไฟของผ้าไม่ทอ 85
รูปที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอที่ความถี่ต่างๆ
(ความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาที) 86
รูปที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอที่ความถี่ต่างๆ
(ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที) 87

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการรถยนต์ในตลาดโลกมีแนวโน้มเติบโตในเกณฑ์ที่ดี และประเทศไทยเป็นหนึ่งในฐานการผลิตและส่งออกรถยนต์ของผู้ผลิตรถยนต์รายสำคัญของโลก ด้วยปริมาณการผลิตในเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2556 การผลิตเพื่อส่งออก 190,131คัน และการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ 275,098 คัน [1] จากข้อมูลดังกล่าวหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอได้ตระหนักถึงความจำเป็นในการพัฒนาวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยเฉพาะการใช้สิ่งทอเทคนิค (Technical Textile) ซึ่งเป็นสิ่งทอที่มีคุณสมบัติและรูปแบบเฉพาะตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ในบรรดาสิ่งทอเทคนิคประเภทต่างๆ สิ่งทอเทคนิคในยานยนต์ (Mobiltech) นับเป็นสินค้าที่มีโอกาสทางการตลาดสูงและเป็นสินค้าที่ไทยมีศักยภาพในการผลิต อีกทั้งผู้ผลิตยานยนต์มีแนวโน้มหันมาใช้สิ่งทอเป็นส่วนประกอบในยานยนต์มากขึ้น เนื่องจากสิ่งทอเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและสามารถนำมาปรับใช้งานในยานยนต์ได้หลากหลายรูปแบบเช่น ผ้าหุ้มเบาะรถยนต์ ถุงลมนิรภัย เข็มขัดนิรภัย และพรมในรถยนต์ ปัจจุบันรถยนต์ 1 คันใช้สิ่งทอเป็นส่วนประกอบราว 21 กิโลกรัม และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 26 กิโลกรัมและ 35 กิโลกรัมในปี 2563 ตามลำดับ [2] อีกทั้งวัตถุดิบสำคัญในการผลิตสามารถหาได้ภายในประเทศ ทั้งนี้วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสิ่งทอเทคนิคในยานยนต์ส่วนใหญ่เป็นเส้นใยสังเคราะห์ โดยเฉพาะเส้นใยพอลิเอสเตอร์ซึ่งไทยสามารถผลิตใช้ได้เองภายในประเทศ ซึ่งเกื้อหนุนให้ไทยสามารถสร้างความได้เปรียบด้านต้นทุนการผลิตรวมถึงระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าที่รวดเร็วกว่าการพึ่งพาวัตถุดิบนำเข้า

ปัจจุบันประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในการใช้วัสดุธรรมชาติและวัสดุรักษ์โลกมากขึ้น เพื่อเพิ่มมูลค่าและเพิ่มสมบัติสิ่งทอที่ใช้ในรถยนต์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้วัสดุธรรมชาติ คือ เส้นใยนุ่นซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติ ที่มีลักษณะภาคตัดขวางเป็นรูกลวงมีช่องว่างเป็นรูกลวงตลอดความยาวของเส้นใยซึ่งอาจช่วยในการดูดซับเสียงได้ อีกทั้งมีสมบัติเด่นในเรื่องน้ำหนักเบาและความฟู นอกจากนี้นุ่นยังเป็นพืชทางเศรษฐกิจที่ส่งออกต่างประเทศในเดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคมในปี 2556 ประเทศไทยส่งออกปุยนุ่นถึง 15.76 ตัน [3] จากสมบัติดังกล่าวข้างต้นของเส้นใยนุ่นได้ทำให้เกิดแนวคิดในการนำเส้นใยพอลิเอสเตอร์มาผสมกับเส้นใยนุ่นในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบผลิตภัณฑ์พรมในรถยนต์ เพื่อเพิ่มสมบัติและมูลค่าของผลิตภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการขึ้นรูปผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

1.2.2 เพื่อศึกษาสมบัติทางด้านกายภาพของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

1.2.3 เพื่อศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ทดสอบลักษณะเส้นใยพอลิเอสเตอร์และเส้นใยนุ่น

1) ทดสอบหาความยาวของเส้นใย

2) ลักษณะภาคตัดขวางและภาพตามยาวของเส้นใย

1.3.2 ศึกษาการขึ้นรูปผ้าไม่ทอแบบเข็มปัก (Needle Punch) ของเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น อัตราส่วน 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ

1.3.3 ศึกษาสมบัติทางด้านกายภาพของผ้าไม่ทอ

1) น้ำหนัก (Fabric Weight)

2) ความหนา (Fabric Thickness)

3) แรงดึงขาด (Tensile Strength)

4) การยืดตัวก่อนขาด (Elongation)

5) ความต้านต่อแรงฉีดขาด (Tearing Strength)

6) การทดสอบการติดไฟ (Flammability)

1.3.4 ศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษามีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.4.1 ศึกษาเส้นใยนุ่น เส้นใยพอลิเอสเตอร์และทำการทดสอบสมบัติเส้นใย

1.4.2 นำเส้นใยพอลิเอสเตอร์มาผสมเส้นใยนุ่นโดยชั่งน้ำหนักที่อัตราส่วน 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ แล้วทำการผสมเส้นใย

1.4.3 นำเส้นใยที่ผ่านการผสมแล้วไปทำการสางเส้นใย แล้วทำการขึ้นรูปแผ่นเส้นใย (Web)

1.4.4 ทำการยึดติดเส้นใยด้วยกระบวนการยึดติดแบบเข็มปัก (Needle Punch)

1.4.5 นำผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่เตรียมได้มาทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติการดูดซับเสียง

1.4.6 สรุปผลการทดลองและบันทึกผล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 แนวทางการขึ้นรูปผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

1.5.2 ต้นแบบผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่มีสมบัติการดูดซับเสียง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เส้นใยนุ่น [4]

เป็นพันธุ์ไม้ยืนต้นที่ให้ผลผลิตเส้นใยจากผลหรือฝัก สำหรับประเทศไทยผลผลิตส่วนใหญ่ใช้สนองความต้องการภายในประเทศอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งนิยมปลูกไว้ใช้สอยในครัวเรือน ส่วนในภาคกลางและภาคใต้บางจังหวัดเช่น ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี และนครศรีธรรมราชจะปลูกกันเป็นแบบการค้าและตลาดส่งออกที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น ปัจจุบันการผลิตนุ่นของไทยมีแนวโน้มลดลงเพราะเกษตรกรให้ความสำคัญน้อยลง หากไม่ส่งเสริมอย่างจริงจังในอนาคตคาดว่าไทยอาจต้องนำเข้าเส้นใยนุ่นจากต่างประเทศ

รูปที่ 2.1 เส้นใยนุ่น [4]

นุ่นเป็นพืชเส้นใยชนิดหนึ่ง เส้นใยที่ได้จากผลหรือฝักมีน้ำหนักเบา อ่อนนุ่ม นุ่นมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา นุ่นมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ceiba Pentandra Gaerth*. อยู่ในตระกูล *Bombaceae*

ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบและลักษณะพันธุศาสตร์ของต้นนุ่น [5]

ส่วนประกอบ	ภาพประกอบ	ลักษณะ
ลำต้น		มีลักษณะสูงใหญ่ ลำต้นกลม ผิวเรียบ แตกกิ่งรอบลำต้นมักจะขนานกับพื้นดิน
ใบ		มีลักษณะเป็นแฉกประมาณ 5–8 แฉก รูปหอกหยัก ลึกประมาณ 6–10 เซนติเมตร ใบนุ่นจะร่วงเมื่อนุ่นเริ่มออกดอก
ดอก		มีลักษณะดอกเป็นกระจุก มีสีขาวหรือขาวปนเหลือง เป็นดอกสมบรูณ์เพศ ดอกบานเต็มที่ขนาดกว้างประมาณ 5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 5 เซนติเมตร กลีบดอกมี 5 กลีบ ดอกนุ่นจะบานในตอนเย็นจนถึงตอนเช้า มีกลิ่นหอม
ผลหรือฝัก		มีความยาวตั้งแต่ 8–50 เซนติเมตร หัวท้ายเรียวแหลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5–10 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่เต็มที่เปลือกมักจะแตกออกเห็นเส้นใยสีขาวหรือขาวอมเหลือง
เมล็ด		มีลักษณะกลม สีน้ำตาลหรือดำ

2.1.1 การจำแนกนุ่น

1) แยกตามลักษณะการแตกกิ่ง

1. นุ่นทรงฉัตร แตกกิ่งและเจริญเติบโตในแนวระดับขนานกับพื้นดินเติบโตเร็ว ลำต้นสูง มีการแตกกิ่งเป็นระยะ แต่ละระยะมี 2-3 กิ่ง

2. นุ่นทรงพุ่ม แตกกิ่งและกิ่งจะเจริญเติบโตเป็นมุมแคบกับลำต้น หรือเกือบขนานกับลำต้น แตกกิ่งมากและติดฝักตามกิ่งย้อยทำให้ติดฝักมากและกิ่งหักง่าย

2) แยกตามขนาดและความยาวของฝัก

1. นุ่นขนาดเล็ก ความยาวฝักต่ำกว่า 15 เซนติเมตร ฝักอ้วน มีเปอร์เซ็นต์ปุยน้อย จัดเป็นนุ่นพื้นเมืองพบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น นุ่นขี้นก นุ่นกระจิบหรือนุ่นพวง

2. นุ่นขนาดกลาง ความยาวฝัก 15-24 เซนติเมตร มีทั้งทรงฉัตรและทรงพุ่มเปลือกบางเปอร์เซ็นต์ปุยสูง ปลูกมากในภาคกลาง มีกลุ่มพันธุ์ต่างๆ มากที่สุด เช่น นุ่นลำสี นุ่นตอง นุ่นพวง

3. นุ่นขนาดใหญ่ ความยาวฝักตั้งแต่ 25 เซนติเมตรขึ้นไป ความยาวฝักประมาณ 30-40 เซนติเมตร พบมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เนื่องจากมีฝักขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก จึงทำให้กิ่งหักง่าย ฝักเสียหายมาก เช่น นุ่นเขมร นุ่นเกษตร นุ่นโตโก นุ่นญี่ปุ่นเป็นต้น

2.1.2 การปลูก

สภาพแวดล้อม นุ่นเจริญได้ดีในเขตร้อนทั่วไป ทนทานต่อสภาพดินเลวและแห้งแล้งได้ดี การเตรียมดินไถพรวนและปรับพื้นที่เช่นเดียวกับการปลูกไม้ผลอื่น ๆ โดยเตรียมหลุมปลูกขนาด 50×50×50 เซนติเมตร ระยะปลูก 6×6 เมตร จนถึง 8×8 เมตร

2.1.3 ศัตรูนุ่น

1) โรค ส่วนใหญ่ที่พบเกิดจากเชื้อราที่ใบเช่น โรคใบเหลือง ส่วนโรคใบจุดและโรครากเน่าเกิดจากสภาพดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี

2) แมลงศัตรู หนอนของด้วงหนวดยาวเจาะลำต้น พบมากกับต้นนุ่นที่มีอายุมาก นุ่นทรงพุ่มจะพบมากกว่าทรงฉัตร เพราะมีกิ่งหนาทึบกว่า และยังมีหนอนของด้วงหนวดยาวอีก 2-3 ชนิด เข้าทำลายกิ่ง ทำให้กิ่งหักแต่ไม่ร้ายแรงมากนัก แก้ไขโดยการอัดหรือกรอกสารฆ่าแมลงชนิดผงหรือน้ำเข้าไปในรูเมื่อถูกตัวหนอนจะตายได้

3) หนอนผีเสื้อเจาะฝักนุ่นทำ ลายฝักนุ่นทำให้ปุยนุ่นสกปรก

2.1.4 การเก็บเกี่ยว

นุ่นที่ปลูกจากเมล็ด จะเริ่มให้ผลผลิตเส้นใยเมื่อมีอายุ 3 ปีขึ้นปี นุ่นที่ปลูกจากกิ่งปักชำจะให้ผลเร็วกว่า 1-2 ปี นุ่นอายุ 3 ปี จะให้ผลผลิต 200-350 ฝักต่อต้น ถ้าอายุ 4-5 ปี จะให้ผลผลิต 400-500 ฝักต่อต้น และจะเก็บได้อย่างน้อย 600 ฝักต่อต้น เมื่อนุ่นมีอายุปีที่ 10 ซึ่งเป็นระยะที่ให้ผลผลิตสูงสุด ต่อจากนั้นผลผลิตจะลดลง จึงควรโค่นทำลายต้นนุ่นและปลูกทดแทนใหม่เมื่อมีอายุ 13-15 ปี

2.1.5 การใช้ประโยชน์

ส่วนประกอบของต้นนุ่นถือว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนตั้งแต่ต้นจนถึงเมล็ดนุ่น

ตารางที่ 2.2 แสดงการใช้ประโยชน์ของต้นนุ่น [6]

ส่วนประกอบนุ่น	การใช้ประโยชน์
ปุยนุ่น	ทำไส้เบาะ ที่นอน หมอน
เมล็ด	สกัดเป็นน้ำมันพืช กากที่เหลือใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์
ไส้	ใช้เพาะเห็ดฟาง
เนื้อไม้นุ่น	ทำกระสวยทอผ้า เยื่อกระดาษ ส้นรองเท้า
ราก	ใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์

2.1.6 วิธีการแยกปุยนุ่นและเมล็ดโดยการใช้แรงงานคน

1) การแยกด้วยมือ เป็นวิธีการที่ง่ายแต่ใช้เวลานานเพราะ ไม่มีอุปกรณ์ช่วย ขั้นตอนการดำเนินการ คือกะเทาะเปลือกนุ่นให้แตก แยกไส้นุ่นออกแล้วใช้มือขยี้เพื่อให้เมล็ดนุ่นหลุดออก แต่จะได้ปุยนุ่นมีลักษณะไม่ฟู

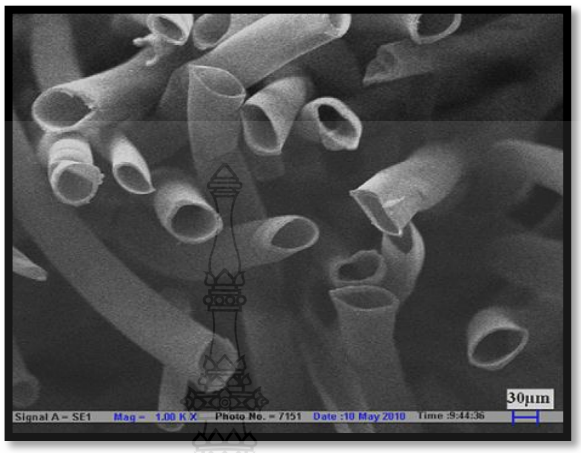
2) การแยกโดยใช้การตี ขั้นตอนการทำงานคือ นำนุ่นมากะเทาะแล้วแยกไส้นุ่นออก นำนุ่นที่ได้ (มีเมล็ดปนอยู่) ใส่ในกระสอบพอประมาณแล้วเหวี่ยงกระสอบลงพื้น เมล็ดนุ่นซึ่งหนักกว่าปุยนุ่นจะออกรวมกันอยู่ก้นกระสอบ แล้วจึงแยกเอาปุยนุ่นที่อยู่ส่วนบนของกระสอบออกมา

3) การแยกโดยใช้ไม้ปั่น ขั้นตอนการทำงานคือ นำนุ่นมากะเทาะเปลือก แล้วแยกไส้นุ่นออกเหมือน 2 วิธีการแรก แล้วนำนุ่นที่ได้ใสภาชนะเช่น ปี๊บ จากนั้นจึงใช้ไม้ที่มีลักษณะคล้ายแกนร่มมาหมุน ปั่นไม้ไปมาทำให้ปุยนุ่นที่เบากว่าเมล็ดถูกตีฟูขึ้นมา ส่วนเมล็ดที่หนักกว่าจะตกลงสู่ก้นภาชนะ โดยวิธีการนี้จะได้ปุยนุ่นที่มีคุณภาพดีกว่า 2 วิธีการแรกมาก [7]

2.1.7 ลักษณะเส้นใยนุ่น

ใยนุ่นมีลักษณะเงา เบา ยืดหยุ่น แต่เปราะง่าย สีของเส้นใยมีสีเหลืองอ่อนๆ หรือสีขาว เส้นใยมีลักษณะเป็นทรงกระบอกและมีรูกลวงซึ่งภายในเส้นใยมีอากาศบรรจุอยู่ดังรูปที่ 2.2 เส้นใยจึงมีลักษณะเบา เซลล์ของผิวชั้นนอกและชั้นในเป็นเซลล์เดียว ผิวของเส้นใยเรียบ เส้นใยไม่มี

ลักษณะหยิกหรือหยักที่จะช่วยให้กลุ่มเส้นใยจับตัวกัน ส่งผลทำให้เส้นใยไม่สามารถนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายได้โดยตรง



รูปที่ 2.2 ลักษณะภาคตัดขวางเส้นใยนุ่น [8]

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะเส้นใยนุ่นกับเส้นใยฝ้าย [9]

สมบัติ	นุ่น	ฝ้าย
เส้นผ่านศูนย์กลาง	20.5 µm	20 µm
ความยาว	20 mm	48 mm
ความชื้น(MR)	10 %	8~13 %

2.1.8 การส่งออกปุยนุ่น [10]

นุ่นเป็นพืชเส้นใยที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ประเทศไทยเคยเป็นผู้ส่งออกปุยนุ่นมากเป็นอันดับ 1 ของโลก ทำรายได้เข้าประเทศไม่ต่ำกว่าปีละ 200 ล้านบาท แต่นับตั้งแต่ปี 2531 เป็นต้นมาปริมาณการส่งออกนุ่นลดลง เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้ปุยนุ่นภายในประเทศมีมากขึ้น และพื้นที่ปลูกนุ่นบางส่วนถูกเปลี่ยนไปทำธุรกิจอื่น พื้นที่การปลูกนุ่นของไทยปี 2537 และ 2538 มีประมาณ 376,000 ไร่ ผลผลิตนุ่นกะเทาะเปลือกประมาณ 41,000 ตัน หรือปุยนุ่นประมาณ 13,600 ตัน ปริมาณการใช้นุ่นปุยภายในประเทศปีละ 10,000 ตัน ปริมาณความต้องการปุยนุ่นของตลาดต่างประเทศประมาณปีละ 20,000 ตัน ราคานุ่นกะเทาะเปลือกที่เกษตรกรขายได้ อยู่ระหว่างกิโลกรัมละ 10-14 บาท

ตารางที่ 2.4 สถิติการส่งออกสินค้ามาตรฐานปุยนุ่น ตามใบรับรองมาตรฐานสินค้า [11]

ประเทศ	ปี 2554		ปี 2555		ปี 2555 (ม.ค.-ส.ค.)		ปี 2556 (ม.ค.-ส.ค.)		% เปลี่ยนแปลง (56/55)	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
ไต้หวัน	5.83	0.25	-	-	-	-	3.3	0.19	-	-
ฮ่องกง	-	-	11.89	1.1	11.89	1.1	5.91	0.59	-94.09	-99.41
กรีซ	5.92	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-
โปรตุเกส	5.94	0.46	-	-	-	-	-	-	-	-
เยอรมนี	19.66	1.8	13.21	1.49	-	-	6.55	0.73	-	-
รวม	37.35	3.01	25.1	2.59	11.89	1.1	15.76	1.51	-84.24	-98.49

ปริมาณ : เมตริกตัน

มูลค่า : ล้านบาท

2.2 เส้นใยพอลิเอสเตอร์ [12]

พอลิเอสเตอร์เป็นเส้นใยที่รู้จักและใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดในเส้นใยสังเคราะห์ทั้งหมด อีกทั้งเมื่อผลิตเป็นเส้นใยสั้นพอลิเอสเตอร์สามารถผสมกับเส้นใยชนิดอื่นๆ ได้แทบทุกชนิด โดยไม่ทำให้คุณสมบัติที่ดีเด่นของเส้นใยที่ผสมนั้นเปลี่ยนแปลงไป จึงมีผู้เรียกพอลิเอสเตอร์ว่า เป็นผู้ยิ่งใหญ่ในการผสม (Big Mixer) นอกจากนี้แล้วด้านการวิจัยและพัฒนาเส้นใยพอลิเอสเตอร์ ก็มีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องมาตลอด

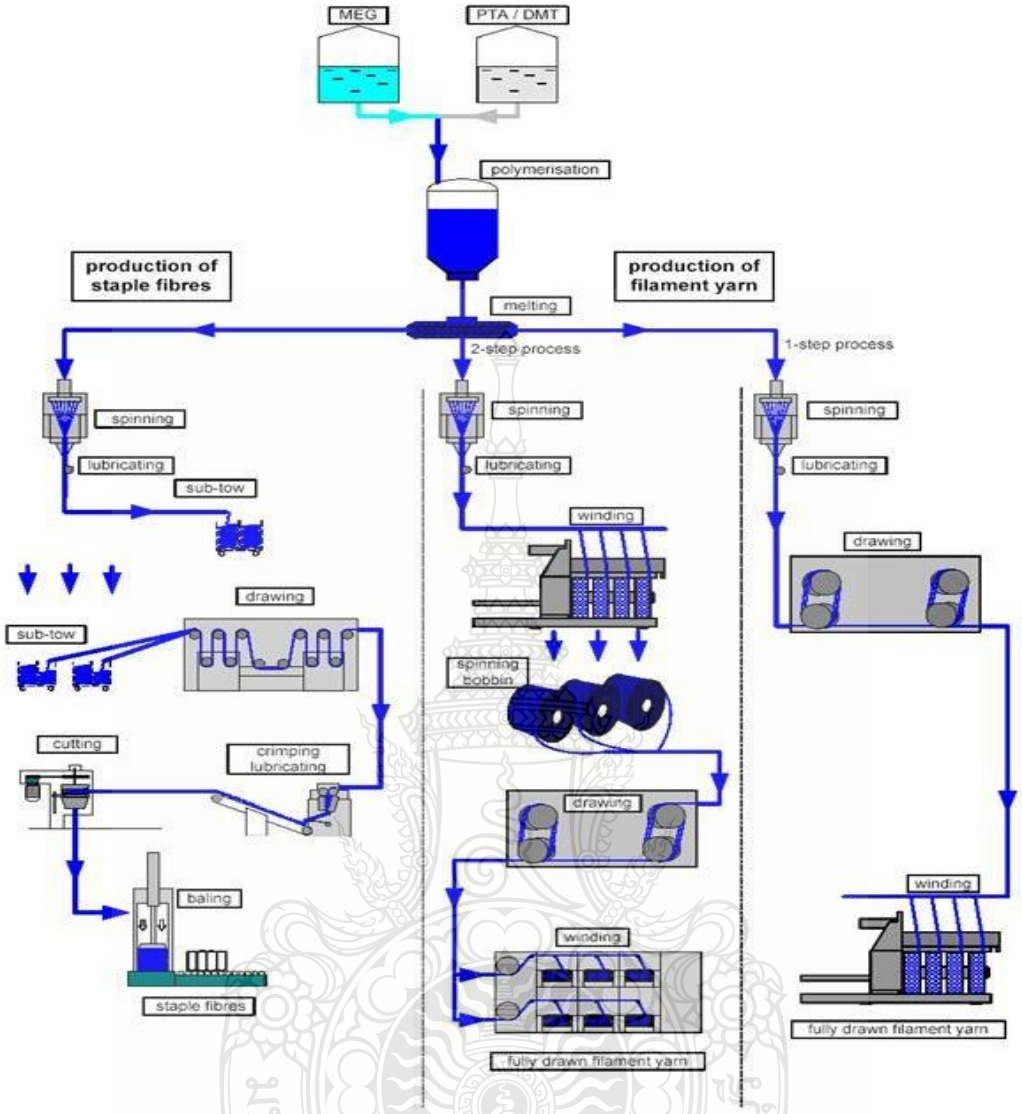
2.2.1 กระบวนการผลิตเส้นใยพอลิเอสเตอร์

พอลิเอสเตอร์ที่ผลิตออกขายในตลาดปัจจุบันได้จากพอลิเมอร์ของเทเรฟทาเลต 2 ชนิด ชนิดแรกที่ใช้ผลิตพอลิเอสเตอร์ใช้ชื่อทางการค้าว่า Terylene และ Dacron จะเป็น Poly (Ethylene Terepthalate) ใช้ตัวย่อ PET และชนิดที่สองในปี พ.ศ. 2501 (ค.ศ. 1958) โดยบริษัท Eastman Chemical Products Inc ได้ผลิตพอลิเอสเตอร์ชนิดใหม่ใช้ชื่อทางการค้าว่า Kodel ซึ่งก็คือ Poly (1,4-Cyclohexylene-Dimethylene Terephthalate) ใช้ตัวย่อว่า PCDT

ในกระบวนการผลิต PET เริ่มจากการนำเอทิลีนมาทำการออกซิไดส์ให้เป็นไกลคอลในลักษณะไดไฮดริกแอลกอฮอล์ จากนั้นนำไปทำปฏิกิริยากับกรดเทเรฟทาลิกบริสุทธิ์ในหม้ออบความดันสูงภายใต้สุญญากาศ โดยการเพิ่มตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปกระบวนการผลิตพอลิเมอร์จะเกิดขึ้น

จากการทำปฏิกิริยาของสารเคมีสองตัวที่กล่าวมาแล้ว พอลิเมอร์ที่เกิดมีลักษณะเป็นของเหลวที่หลอมตัวอยู่ไม่มีสีและใส จากนั้นทำให้แข็งตัวเป็นเส้นและตัดเป็นชิ้นเป็นเม็ดที่เรียกว่า เม็ดชิพ (Chip) ดังรูปที่ 2.3 อบให้แห้งเพื่อขจัดความชื้นแล้วทำการผสมเพื่อให้มีความสม่ำเสมอในการเตรียมทำเป็นเส้นใยต่อไปกระบวนการทั้งหมดดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.3 เม็ด Chip จากพอลิเอสเตอร์ [13]

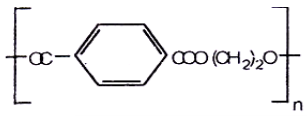
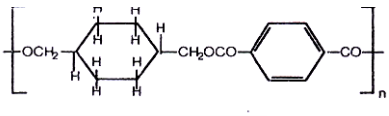


รูปที่ 2.4 กระบวนการผลิตเส้นใยพอลิเอสเตอร์ [14]

การผลิตพอลิเอสเตอร์ชนิด PET [Poly (Ethylene Terephthalate)] แต่เดิมโรงงานใช้วัตถุดิบตั้งต้นคือ ไดเมทิลเทเรฟทาเลต (Di-Methyl Terephthalate) หรือตัวย่อว่า DMT แต่จะมีข้อเสียคือไวต่อไฟและมีความเป็นพิษ การแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยใช้กรดเทเรฟทาลิก หรือ TPA แทน DMT แต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นบ้าง

กระบวนการผลิตพอลิเอสเตอร์ชนิด **PCDT** ได้จากการทำปฏิกิริยาการเกิดพอลิ-เมอร์ชนิดควบแน่นระหว่างกรดเทเรฟทาลิก กับ 1,4-Cyclohexane-Dimethanol ทำให้ได้ PCDT ดังตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเตอร์ทั้งสองชนิด

ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเตอร์ชนิด PET กับ PCDT [12]

PET	PCDT
 PET polyester	 PCDT polyester
ชื่อทางการค้า Avtin , Dacron , Fortrel , Trevirl	ชื่อทางการค้า Kodel II
เส้นใยยาว ผ่านการดึงยืดร้อน	ดึงยืดที่อุณหภูมิสูงกว่า
มีทั้งเส้นใยยาวและเส้นใยสั้น เส้นด้ายเท็กเจอร์	เส้นใยยาว ปัญหาการเกิดขนน้อย
ความถ่วงจำเพาะสูงกว่า (1.38)	ความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า (1.22)
จุดหลอมเหลวต่ำ 480 องศาฟาเรนไฮต์ (249 องศาเซลเซียส)	จุดหลอมเหลวสูง 540 องศาฟาเรนไฮต์ (282 องศาเซลเซียส)

การปั่นเส้นใยโดยกระบวนการผลิตแบบหลอมเหลว อัดผ่านหัวฉีดเส้นใย (Spinneret) ที่กำหนดรูปแบบของรูให้ได้ตามต้องการดังรูปที่ 2.5 โดยมีลักษณะแตกต่างกันไปทั้งชนิดทรงกลม สามเหลี่ยมมุมมน ห้ากลีบ หกกลีบ หรือแปดกลีบเป็นต้น เส้นใยที่ได้ออกมาจะเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงสมบัติให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มความแข็งแรงด้วยการดึงยืด ที่ต้องทำในขณะร้อนหรือที่เรียกกันว่า การดึงยืดร้อน (Hot Drawing) ขณะเดียวกันเส้นใยอาจถูกทำเทกซ์เจอร์ (Texture) ไปในเวลาเดียวกัน คือการทำ Draw-Texturing ซึ่งลดขั้นตอนการทำงานประหยัดเวลาลดต้นทุนการผลิตอีกทั้งสามารถทำการควบคุมคุณภาพได้อย่างดีด้วย

รูปที่ 2.5 หัวฉีดเส้นใย [15]

2.2.2 สมบัติเส้นใยพอลิเอสเตอร์

1) สมบัติทางกายภาพ

1. โครงสร้างของเส้นใย (Structure and Appearance) เมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าเส้นใยพอลิเอสเตอร์จะมีลักษณะคล้ายกับเส้นใยสังเคราะห์อื่น กล่าวคือไม่สามารถจำแนกได้เนื่องจากลักษณะของเส้นใยขึ้นกับลักษณะของรูหัวฉีดเส้นใย (Spinneret) และปัจจัยอื่นๆ

2. ความแข็งแรง (Strength) จัดได้ว่าเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูง ทั้งสภาวะแห้งและสภาวะเปียก พอลิเอสเตอร์ชนิด PET โดยทั่วไปมีความแข็งแรงกว่าชนิด PCDT เนื่องจากการดึงยืดร้อน (Hot Drawing) ในขั้นตอนการผลิตเส้นใยทำให้การเรียงตัวของโครงสร้างภายในที่เป็นผลึกมีความเป็นระเบียบมากขึ้น อันเป็นผลโดยตรงต่อการเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใยให้สูงขึ้น

3. การยืดตัว (Elongation) เส้นใยพอลิเอสเตอร์ถือว่าอยู่ในระดับปานกลางที่เปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงเส้นใยจะคืนกลับสภาพไม่ค่อยดีนัก ในขณะที่การยืดตัวเพียงเล็กน้อยเส้นใยจะสามารถคืนตัวกลับได้

4. การคืนตัวจากแรงอัด (Resilience) อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ทนทานต่อการยับทั้งในสภาพแห้งและเปียก โดยไม่เสียรูปทรงหรือสามารถคืนตัวกลับอยู่ในสภาพเดิมได้ดีภายหลังการใช้งาน

5. ความสามารถในการดูดซึมความชื้น (Moisture Regain) ค่อนข้างต่ำมาก โดยมีความสามารถในการดูดซึมความชื้นอยู่ในระหว่าง 0.4 - 0.8 % ส่งผลทำให้เส้นใยแห้งเร็ว เหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการให้น้ำเกาะซึมได้มากและจับคราบต่างๆได้ แต่มีข้อเสียคือสะสมประจุไฟฟ้าและมีการจับของคราบที่มากับน้ำมันได้ง่าย

6. ความร้อน (Thermal Properties) ขึ้นกับชนิดของพอลิเอสเตอร์ ซึ่งเริ่มเกิดการเหนียวหรืออ่อนตัวลงที่อุณหภูมิ 440 - 468 องศาฟาเรนไฮต์ (227- 242 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วง 480-554 องศาฟาเรนไฮต์ (249-290 องศาเซลเซียส) พอลิเอสเตอร์จะหลอมตัวและติดไฟแต่ดับไฟได้ด้วยตัวเอง ด้วยความที่พอลิเมอร์เป็นวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถทำให้อยู่ตัวด้วยความร้อน (Thermo Setting)

7. การติดไฟ (Flammability) เมื่อพอลิเอสเตอร์ถูกเปลวไฟ คือการหดหนีเปลวไฟเล็กน้อยแต่ไม่มีเปลวไฟติด จากนั้นเกิดการหลอมตัวและจับเป็นหยด เมื่อเย็นตัวลงก็จะแข็งเป็นก้อนดำ

2) สมบัติทางเคมี

1. กรดและด่าง (Effect of Acids and Alkalis)โดยทั่วไปทนต่อสารเคมีทั้งกรดและด่างได้ แต่ในภาวะที่อุณหภูมิสูงขึ้นความทนทานจะลดลง ทนต่อเหงื่อ

2. ราและแมลง (Resistance to Insects) พอลิเอสเตอร์ทนต่อราและแมลงได้ดี

3. แสงแดด (Effect of Sunlight) เส้นใยพอลิเอสเตอร์เมื่อถูกแสงโดยตรงเป็นเวลานานๆ เส้นใยอาจมีสมบัติเสื่อมลงได้

2.3 วัตถุดิบในการผลิตผ้าไม่ทอ [16]

ในกระบวนการผลิตผ้าไม่ทอที่มีความสำคัญมากที่สุด คือวัตถุดิบ โดยสามารถแบ่งวัตถุดิบออกเป็น 3 ประเภทคือ

2.3.1 วัตถุดิบประเภทเส้นใย

เส้นใยเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตผ้าไม่ทอ ซึ่งต้องมีการเตรียมโดยเริ่มจากการสาง (Carding) ให้เส้นใยกระจายตัวออกจากกัน แล้วนำเส้นใยไปสางเพื่อให้เกิดการเรียงตัวของเส้นใยอย่างเป็นระเบียบไม่เกาะกลุ่มกันซึ่งจะออกมาเป็นแผ่นเส้นใย (Web) แล้วผ่านกระบวนการต่อไป

รูปที่ 2.6 เส้นใยที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอ [17]

เส้นใยเป็นส่วนผสมหลักในการผลิตผ้าไม่ทอ ฉะนั้นชนิดของเส้นใยจึงมีคุณสมบัติต่อผ้าโดยตรง เส้นใยที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอมีมากมายหลายชนิดด้วยกัน แต่ที่ใช้กันมากสามารถจำแนกเส้นใยได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติเส้นใยในการผลิตผ้าไม่ทอ [16]

เส้นใย	ข้อดี	ข้อเสีย
1. พอลิเอสเตอร์ (Polyester)	- การคืนตัวดี - ความยืดหยุ่นสูง - ตกแต่งง่าย - ทนความร้อนสูง - ความแข็งแรงสูงขณะเปียก	- เกิดไฟฟ้าสถิตและเส้นใยรวมเป็นกลุ่ม
2. อะซิเตท (Acetate)	- ไม่เป็นกลุ่ม - การกลับคืนตัวและผิวสัมผัสดี - การแตกหัก - ปรับแต่งดี	- ไม่แข็งแรงขณะเปียก - การต้านทานขัดถูต่ำ - ไม่ค่อยนุ่มนวล

ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติเส้นใยในการผลิตผ้าไม่ทอ (ต่อ)

เส้นใย	ข้อดี	ข้อเสีย
3. พอลิเอไมด์ (Polyamide)	- มีความแข็งแรงขณะเปียก - มีความยืนหยุ่นตัวดี - ทนสารเคมีได้ดี - ต้านทานรอยเปื้อนดีแห้งเร็ว	- ผิวสัมผัสกระด้าง - มีการเกาะตัวแน่น - รวมตัวเป็นเป็นเม็ดสูง - ราคาสูง
4. วิสโคส (Viscose)	- มีความแข็งแรงดี - ตกแต่งง่าย - ไม่เป็นกลุ่ม - ทำความสะอาดง่าย	- ความแข็งแรงต่ำขณะเปียก - แห้งช้า - ผิวสัมผัสกระด้าง - ต้านทานรอยขีดข่วนต่ำ
5. อะคริลิค (Acrylic)	- การคืนตัวดีผิวสัมผัสนุ่ม - ตกแต่งง่าย - ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี - ต้านทานความชื้นดี - ความหนาแน่น	- ต้านทานรอยขีดข่วนต่ำ - ราคาสูง

ปัจจุบันลักษณะของเส้นใยมีการพัฒนารูปร่างต่างๆ มากขึ้น เพื่อเพิ่มสมบัติของเส้นใยให้มีความหลากหลายหรือเพิ่มสมบัติเฉพาะของเส้นใย โดยมีลักษณะต่อไปนี้

1) เส้นใยชนิด Hollow Fiber เป็นเส้นใยที่มีแกนกลางเป็นรูตรงกลางภายในตลอดความยาวของเส้นใย ส่งผลให้เส้นใยมีสมบัติการโค้งงอและสมบัติการคืนตัวดีขึ้น

2) เส้นใยชนิดเคลือบ Siliconized Fiber เป็นเส้นใยที่ผ่านกรรมวิธีเคลือบผิวด้านนอกของเส้นใยโดยรอบเพิ่มสมบัติให้เส้นใยมีความลื่นมากขึ้น เมื่อนำมาผลิตเป็นผ้าจะเพิ่มสมบัติให้มีผิวสัมผัสที่เนียนและนุ่มขึ้น

3) เส้นใยชนิด Regular Fiber เป็นเส้นใยชนิดธรรมดาที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งใดๆ มีความหยักแบบ Gear Crimp เส้นใยชนิดนี้จึงมีราคาถูก เมื่อนำมาผลิตเป็นผ้าจะมีลักษณะกระด้าง แฟบ ไม่มีความหนามากนัก ไม่เหมาะสมกับการสวมใส่ ดังนั้นจึงต้องทำการผสมกับเส้นใยชนิดอื่นๆ เพื่อเป็นการปรับสมบัติให้ได้ตามความต้องการและเหมาะสม

4) เส้นใยชนิด Siliconized Hollow Fiber เป็นเส้นใยกลวงที่ผ่านการเคลือบผิวด้านนอกของเส้นใยโดยรอบ เป็นการตกแต่งลักษณะและสมบัติผสมผสานกันระหว่างเส้นใย Siliconized และ Hollow

5) เส้นใยชนิด Hollow Conjugate Fiber เป็นเส้นใยที่มีลักษณะม้วนตัวเป็น Spiral Crimp ทำให้มีสมบัติที่ฟูตัวได้มากและมีการคืนตัวที่ดี แต่มีข้อเสียที่สมบัติของการโค้งงอและความยืดหยุ่นจะไม่สม่ำเสมอกันตลอดความยาวเส้นใย เนื่องจากรูแกนกลางไม่ได้อยู่ตรงกลางเส้นใย

6) เส้นใยชนิด Siliconized Hollow Conjugate Fiber เป็นเส้นใยที่มีสมบัติพิเศษต่างๆ ผสมกัน เพื่อเพิ่มสมบัติที่ดีเกือบทั้งหมดคือ มีทั้งผิวสัมผัสที่เนียน และมีความยืดหยุ่นสูง

2.3.2 วัตถุดิบประเภทเม็ดพลาสติก

นอกจากเส้นใยที่ใช้ผลิตผ้าไม่ทอแล้ว ยังมีวัตถุดิบประเภทเม็ดพลาสติกที่สามารถผลิตเป็นผ้าไม่ทอได้ โดยการนำเม็ดพลาสติกเหล่านี้ไปทำการหลอมที่อุณหภูมิสูงก่อนที่จะฉีดออกมาเป็นเส้นใยบนสายพานที่เคลื่อนที่จนกลายเป็นแผ่นเส้นใย (Web) ที่ติดกันเป็นผืนผ้าไม่ทอ ซึ่งเส้นใยที่มีลักษณะผืนผ้าเป็นแผ่นนี้ บางกระบวนการจะมีการยึดติดกันด้วยความร้อนในขณะทำเป็นเส้นใยโดยไม่ต้องทำการยึดติดซ้ำในขั้นตอนต่อไป แต่มีบางประเภทที่ต้องมีการใส่สารเคมีหรือทำการยึดติดอีกครั้งหนึ่งเพื่อทำให้ผืนผ้ามีความแข็งแรงมากขึ้น

รูปที่ 2.7 เม็ดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอ [18]

เม็ดพลาสติกได้จากการนำสารโมโนเมอร์ที่ได้จากปิโตเคมีขั้นกลาง มาผลิตเป็นสารพอลิเมอร์หรือเม็ดพลาสติกชนิดต่างๆ เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและ

อุตสาหกรรมต่อเนื่อง ในปัจจุบันผู้ผลิตพลาสติกของไทยใช้เม็ดพลาสติกในประเทศประมาณร้อยละ 70 ของผลผลิตทั้งหมด และอีกร้อยละ 30 นำเข้าจากต่างประเทศ กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกนี้มีขั้นตอนการผลิตคือ

1) การผสมเรซิน ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักจะถูกนำมาผสมกับส่วนประกอบต่างๆภายใต้อุณหภูมิและเวลาที่ควบคุมอย่างเหมาะสม

2) การอัดรีด วัตถุดิบที่ผ่านการผสมแล้วจะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการอัดรีดด้วยเครื่องจักร โดยอาศัยหลักการอัดรีดพร้อมกับให้ความร้อนตามความเหมาะสม ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น

3) การตัดเม็ดพลาสติก เมื่อวัตถุดิบหลอมตัวแล้วจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (Die) ซึ่งรูขนาดเล็กๆ พลาสติกที่ไหลผ่านหัวฉีดจะถูกตัดโดยใบมีด (Cutter) หมุนอย่างต่อเนื่องทำให้ขนาดเม็ดพลาสติกมีขนาดมาตรฐานที่กำหนด

4) การระบายความร้อน เม็ดพลาสติกที่ได้จะนำเข้าสู่กระบวนการระบายความร้อนโดยผ่านเครื่องระบายความร้อน (Cooling Unit) เพื่อทำให้เม็ดพลาสติกเย็นลงมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง

5) การชั่งน้ำหนักและบรรจุ เม็ดพลาสติกที่ผ่านกระบวนการความร้อนแล้วจะถูกส่งผ่านเครื่องคัดขนาด (Rotary Selector) เพื่อคัดแยกเม็ดที่มีขนาดไม่เหมาะสมหรือเกาะติดกันเม็ดที่ได้ขนาดมาตรฐานจะถูกส่งลงสู่ถุงพักและไหลผ่านไปยังเครื่องชั่งน้ำหนัก ซึ่งแตกต่างกันตามขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้

ในขั้นตอนนี้จะมีการเก็บขนาดของตัวอย่างเม็ดพลาสติก เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตา เช่น ขนาด ความสม่ำเสมอของการผสมสีและอื่นๆ โดยตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปทำการตรวจสอบโดยฝ่ายเทคนิค เพื่อทำการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้ง

2.3.3 วัตถุดิบประเภทน้ำยาสารเคมี

การใช้น้ำยาเคมีคือ การผสมกาวเข้าไปในเนื้อผ้าเพื่อให้เส้นใยที่ประกอบเป็นเนื้อผ้ายึดติดแน่นและมีความแข็งแรงถาวรมีความยืดหยุ่นได้ สารเคมีที่ใช้จะเป็นกาวอะคริลิค (Acrylic Polymer) ซึ่งมีสมบัติเป็นเทอร์โมพลาสติก

กาวอะคริลิค มีอยู่หลายชนิดซึ่งจะมีสมบัติแตกต่างกันออกไปและจะอยู่ในรูปของ Acrylic Copolymer Emulsions ที่ผลิตขึ้นมาจะมีความเหนียวและมีความหนืดสูง ดังนั้นเวลานำไปใช้พ่นบนผ้าจึงจำเป็นเจือจางด้วยน้ำก่อน เพื่อให้มีความหนืดเหมาะสมต่อการฉีดพ่นบนผืนผ้าเพื่อลดการ

จับตัวเป็นก้อนเมื่อผ้าแห้ง จากนั้นต้องใช้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกและให้ตัวกาวเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สมบูรณ์ ความร้อนที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับชนิดของกาวซึ่งทางผู้ผลิตจะระบุมาให้ กาวที่มีอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่ำจะมีราคาแพงกว่ากาวที่ใช้อุณหภูมิสูง ดังนั้นกาวที่นิยมใช้จะมีอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาเคมีประมาณ 150 – 180 องศาเซลเซียสและใช้เวลาในการอบประมาณ 3 นาทีปฏิกิริยาเคมีจึงสมบูรณ์ ถ้าหากการเกิดปฏิกิริยาเคมีไม่สมบูรณ์จะมีผลทำให้ผ้าที่ได้มีโครงสร้างไม่ถาวรคือ เมื่อนำไปซักน้ำเนื้อผ้าจะแหลกยุ่ย หลุดออกจากโครงสร้างผ้าและเสียสมบัติทางกายภาพจนใช้งานไม่ได้ ทั้งนี้มีผลมาจากการที่เนื้อกาวไม่มีความเหนียวและกรอบร่อน

2.4 กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอ [16]

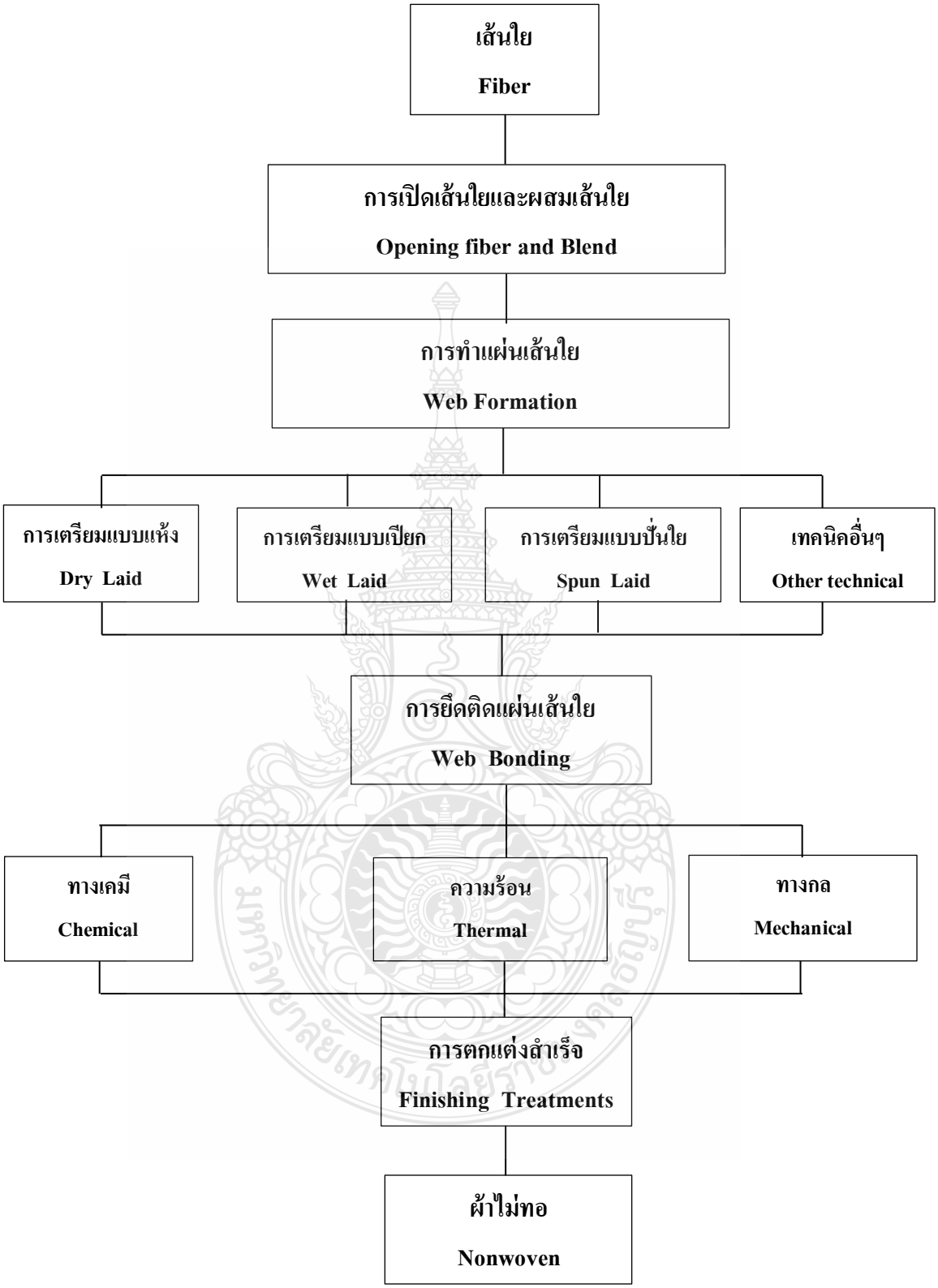
กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอ (Nonwoven) จะมีขั้นตอนการผลิตต่างๆ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนที่แสดงดังรูปที่ 2.8

1) การเปิดเส้นใยและผสมเส้นใย (Fiber Opening and Blending)
2) การเตรียมแผ่นเส้นใย (Web Formation)
3) การยึดติดแผ่นเส้นใย (Web Bonding)

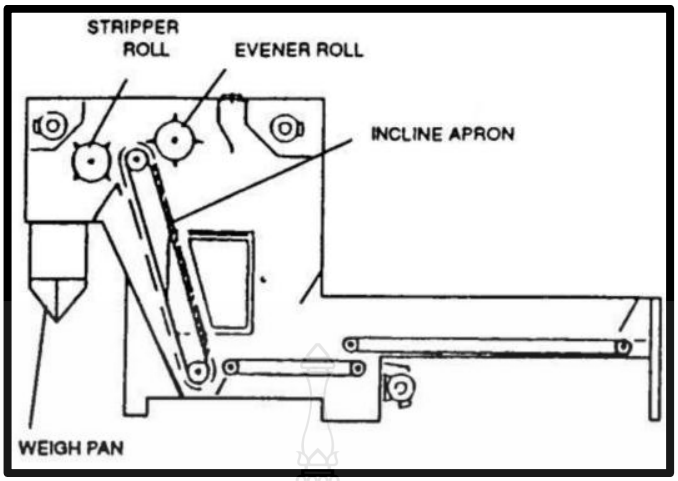
2.4.1 การเปิดเส้นใยและผสมเส้นใย (Fiber Opening and Blend)

กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอที่ใช้เส้นใยเป็นวัตถุดิบจะเป็นลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่อง คือวัสดุดิบจะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องจักรต่างๆ ที่อยู่ในสายงานการผลิตเดียวกันอย่างต่อเนื่องจนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอ เครื่องจักรที่ใช้เตรียมวัตถุดิบจำพวกเส้นใยจะทำหน้าที่ตั้งแต่การป้อนเส้นใย การผสมเส้นใยเข้าด้วยกัน การคลุกเคล้าส่วนผสมเส้นใยต่างๆและตีเปิดส่วนผสมหรือสางเส้นใยให้กระจายตัวเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ [19]

การป้อนเส้นใยและการกระจายเส้นใย (Fiber Opener and Hopper Feed) ทำการเปิดเส้นใยออกจากเบล (Bale) จากนั้นนำเส้นใยป้อนลงไปในรางสายพานลำเลียงของ ซึ่งทำหน้าที่พาเส้นใยให้เคลื่อนที่ไปยังสายพานหนาม (Wiper-Off Lattice) สายพานหนามนี้จะเกี่ยวเส้นใยให้เคลื่อนที่ไปยังห้องผสม (Hopper Feed) เพื่อทำการเปิดเส้นใยที่จับตัวเป็นกลุ่มก้อนใหญ่หลังจากถูกอัดมาในเบลให้แตกกระจายออกเป็นชิ้นเล็กๆและการผสมเส้นใยให้เข้ากันมากที่สุดดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอแบ่งตามขั้นตอนการผลิต [16]



รูปที่ 2.9 การป้อนเส้นใยและการกระจายเส้นใย [20]

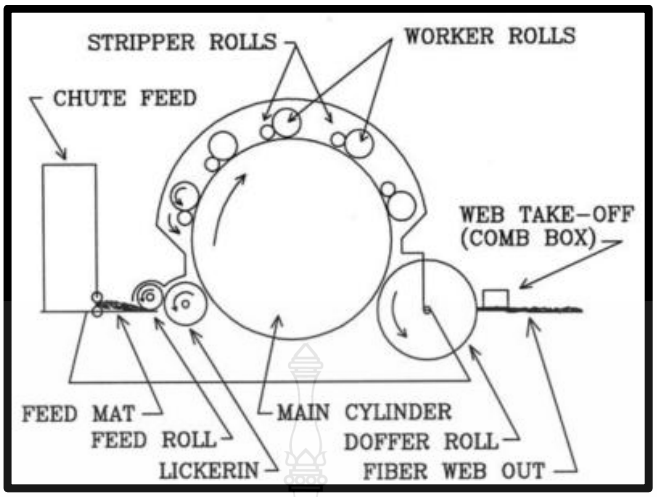
2.4.2 กระบวนการขึ้นรูปแผ่นเส้นใย (Web Formation)

คุณภาพของแผ่นเส้นใยมีความสำคัญมากในขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นเส้นใย (Web) ซึ่งจะมีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอที่จะนำไปใช้งาน แผ่นเส้นใยที่มีคุณภาพควรมีน้ำหนักเส้นใยต่อหน่วยพื้นที่สม่ำเสมอ ทั้งในทิศทางตามความยาวและตามความกว้างของแผ่นเส้นใย การผสมเส้นใยต่างชนิดกันควรมีการผสมและกระจายตัวของเส้นใยที่กลมกลืนตลอดแผ่นเส้นใย การเรียงตัวของเส้นใยในทิศทางตามขวาง (Cross Machine Direction, CD) และทิศทางตามความยาว (Machine Direction, MD) ของเครื่องจักรที่ถูกต้องตามกำหนดซึ่งมีผลต่อความแข็งแรงของผืนผ้าในลักษณะ 2 ทิศทาง และมีคุณลักษณะของเส้นใยที่กำหนดไว้ถูกต้องเช่น ความยาวของเส้นใย ขนาดของเส้นใยและความหยักของเส้นใย ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการผลิตและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

การเตรียมแผ่นเส้นใยเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดของการผลิตผ้าไม่ทอ โดยหลังจากทำการเปิดเส้นใยแล้วจะทำการเรียงแผ่นเส้นใย (Web) โดยมีวิธีการดังนี้

1) การผลิตแผ่นเส้นใยแบบแห้ง (Dry Laid)

กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอที่ใช้เส้นใยเป็นวัตถุดิบจะการผลิตแบบต่อเนื่อง คือวัตถุดิบจะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องจักรต่างๆ ที่อยู่ในสายงานผลิตเดียวกันแต่ทำหน้าที่ต่างกันจนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอ ในส่วนของเครื่องจักรที่ใช้จัดเตรียมวัตถุดิบจำพวกเส้นใย เครื่องจักรในส่วนนี้จะทำหน้าที่ตั้งแต่การป้อนเส้นใย การผสมเส้นใยชนิดต่างๆเข้าด้วยกัน การคลุกเคล้าส่วนผสมเส้นใยชนิดต่างๆ และตีเปิดส่วนผสมหรือสางเส้นใยให้แตกกระจายตัว



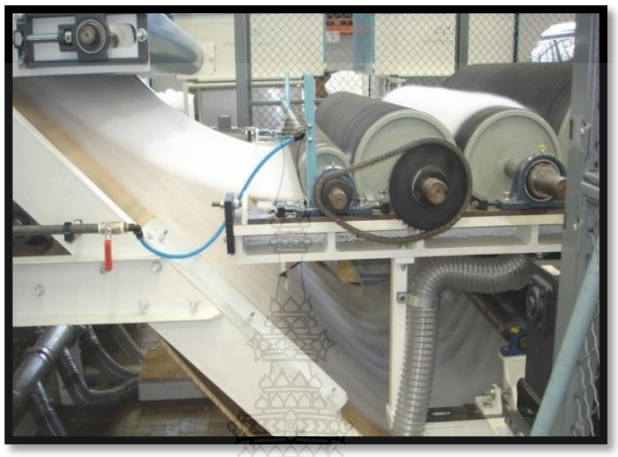
รูปที่ 2.10 การสางเส้นใย [20]

การสางและการขึ้นรูปเส้นใย (Carding Web Forming) เส้นใยจากห้องผสมจะถูกส่งมายังเครื่องสางใย (Carding Machine) ซึ่งมีหน้าที่สางและแยกเส้นใยให้เป็นเส้นใยเดี่ยวอิสระด้วยลูกกลิ้งหนามทั้งแบบเครื่องสางแบบดั้งเดิม (Conventional Carding) หรือเครื่องสางใยแบบ Roller Card โดยที่ลูกกลิ้งหนาม Lickerin ทำหน้าที่ป้อนเส้นใยเข้าเครื่องสาง จากนั้นลูกกลิ้ง Main Cylinder และลูกกลิ้ง Worker Roll ซึ่งมีทิศทางการหมุนของลูกกลิ้งตรงข้ามกัน จะทำการเกี่ยวและสางเส้นใยดังรูปที่ 2.10 ให้เส้นใยกระจายตัวเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ ลูกกลิ้ง Doffer Roll จะเป็นตัวพาเส้นใยที่ทำการสางแล้วเคลื่อนออกจากลูกกลิ้ง Main Cylinder ทำหน้าที่ลอกเส้นใยออกจากลูกกลิ้งหนามเพื่อให้เป็นแผ่นเส้นใย (Web) ซึ่งสามารถควบคุมน้ำหนักหรือความหนา-บางของแผ่น Web ได้ตามต้องการ [20]

การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใย (Web Layer) วัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ การทำแผ่นเส้นใยให้มีความหนาที่เหมาะสมเพื่อนำไปผลิตขั้นตอนต่อไป น้ำหนักต่อตารางเมตรของเส้นใยสางจะอยู่ระหว่าง 10 - 500 กรัมต่อตารางเมตร (g/m^2) ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ ในแผ่นเส้นใยจากการสางนั้นเส้นใยแต่ละแผ่นจะหนักไม่เกิน 30 กรัมต่อตารางเมตร (g/m^2) ดังนั้นการซ้อนกันหลายๆ ชั้นจนกว่าจะได้น้ำหนักตามต้องการ วิธีทำแผ่นเส้นใยให้มีความหนาและน้ำหนักมากขึ้นมีวิธีการผลิตได้ 2 วิธีคือ

การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยขนานในทิศทางเดียวกัน (Parallel Layer) การทำให้แผ่นเส้นใยมีความหนา โดยการวางทับแผ่นเส้นใยบนสายพานลำเลียงในแนวนอนจากเครื่องสางใยหลายเครื่องมารวมในทิศทางเดียวกัน แต่การเรียงซ้อนแบบนี้มีข้อเสียหลายอย่างโดยแผ่นเส้นใยที่นำมาเรียงซ้อนกันเพื่อเพิ่มความหนาและน้ำหนัก ความกว้างของแผ่นเส้นใยถูกจำกัดตามความกว้าง

ของเครื่อง การเรียงตัวของเส้นใยจะมีทิศทางตามแนวยาวมีข้อจำกัดด้านความแข็งแรง ส่วนใหญ่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทใช้แล้วทิ้ง เช่น เสื้อผ้าที่ใช้ในทางการแพทย์ ผืนผ้าที่ใช้ในการทำความสะอาดต่างๆ เช่น ผ้าเช็ดหน้า ผ้าทำความสะอาดบาดแผล เป็นต้น ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความแข็งแรงมาก

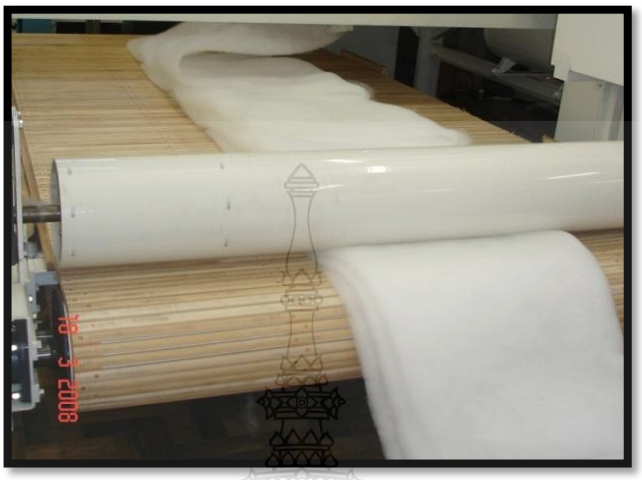


รูปที่ 2.11 การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยในทิศทางเดียว [21]

และอีกวิธีคือการเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยโดยวิธีพับขวาง (Cross Layer) การทำให้เส้นใยหนาด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับการผลิตผืนผ้าที่มีน้ำหนักมากกว่า 20 กรัมต่อตารางเมตร (g/m^2) การวางเส้นใยแบบนี้จะวางตามแนวเส้นทแยงไปตามแนวสายพานแนวต่อของเส้นทแยงในแผ่นเส้นใยมักจะเห็นได้ชัดในผ้าที่ผลิตเรียบร้อยแล้ว เพื่อเป็นการลดข้อบกพร่องนี้จะใช้แผ่นเส้นใยวางซ้อนกันตั้งแต่ 8 ชั้นขึ้นไป การวางแผ่นเส้นใยโดยวิธีพับไปมาให้ได้ผลดีต้องคำนึงถึงความกว้างของผ้าไม่ทอ อาจเปลี่ยนแปลงไปตามต้องการ โดยการพับเส้นใยที่วางเรียงตามขวางกลับไปกลับมาตามความกว้างที่ต้องการเท่านั้นซึ่งเหมาะสำหรับผลิตเนื้อผ้าที่หนาแผ่นเส้นใยที่เรียงนี้ทำให้ความแข็งแรงตามความยาวของผ้าไม่ทอประเภทนี้ลดลง

ดังนั้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงตามยาวจะวางเรียงเส้นใยไปตามแนวขวางแผ่นเส้นใยที่วางแบบนี้เรียกว่าแผ่นเส้นใยแบบรวม (Composite Web) ถ้าวางเส้นใยตามยาวทับข้างบนอีกชั้นหนึ่งก็จะเพิ่มความแข็งแรงให้กับแผ่นเส้นใยในทุกทิศทางมากขึ้น ผ้าไม่ทอที่ผลิตได้จะเรียบไม่มีรอยแตก การวางเรียงแผ่นเส้นใยแบบนี้เหมาะสำหรับการนำมาทำให้ติดกันเป็นผืนผ้าโดยวิธีพิมพ์สารยึดติดหรือวิธีใช้เข็มเจาะยึด โดยที่ความกว้างของผืนผ้า ขึ้นอยู่กับระบบกลไกในการควบคุมระยะการแกว่งไปมาของสายพาน วิธีการเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยโดยวิธีนี้มี 3 วิธี คือ วิธีการเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยใน

แนวนอน (Horizontal Lapper) วิธีการเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยแบบ Blamir (Blamir Lapper) และวิธีการเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยในแนวตั้ง (Vertical Lapper)



รูปที่ 2.12 การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยโดยวิธีการพับไปมา [21]

2) การผลิตแบบใช้อากาศหรือลม (Air Laid)

การผลิตเส้นใยโดยใช้วิธีนี้เป็นการใช้กระแสลมเป็นตัวพาเส้นใยที่แขวนลอยอยู่ในอากาศอย่างหลวมๆ ลงมาสู่ตะแกรงหรือสายพานตะแกรงที่อยู่ด้านล่าง โดยที่เส้นใยจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องและตีด้วยลูกกลิ้งที่หมุนด้วยความเร็วรอบ 2,500-4,000 รอบต่อนาที การเคลื่อนที่ของลมภายในตะแกรงจะทำให้เส้นใยถูกพามารวมกันที่ตะแกรงและจับตัวกันเป็นแผ่นเส้นใย

3) การผลิตแผ่นเส้นใยแบบเปียก (Wet Laid)

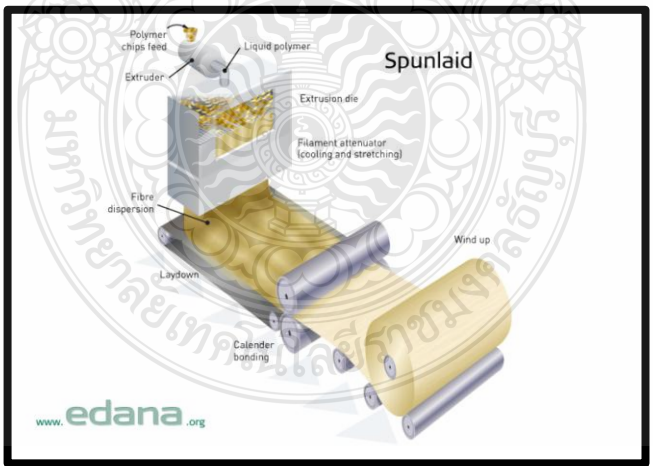
การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการแบบเปียก เป็นกระบวนการผลิตที่ใช้เส้นใยสั้นๆ ที่มีขนาด 10 มิลลิเมตรหรือสั้นกว่า เส้นใยกระจายตัวอยู่ในน้ำที่เตรียมไว้ (Fiber and Water Slurry) เส้นใยที่ใช้เป็นเส้นใยธรรมชาติ เช่น เศษเส้นใยฝ้ายและเนื้อไม้ที่ตัดให้เป็นท่อนสั้นๆ ทำให้พองตัวแล้วตีเส้นใยออก เรียกว่า เยื่อ ปล่อยลงมาบนตะแกรงลวดหรือลูกกลิ้งที่มีรูโดยรอบ เพื่อทำให้เป็นแผ่นเส้นใยมีความสม่ำเสมอ ส่วนน้ำจะถูกระบายออกตามรูของตะแกรงลวดหรือลูกกลิ้ง การทำให้แห้งด้วยวิธีการรีดแผ่นเส้นใยระหว่างลูกกลิ้งสำหรับสารเคมีที่มีการผสมในน้ำ หลังจากนั้นนำแผ่นเส้นใยไปอบอีกครั้ง

4) การผลิตแผ่นเส้นใยแบบปั่นหลอม (Spun Melt)

การผลิตแผ่นเส้นใยแบบปั่นหลอมเป็นวิธีการทำให้เส้นใยประสานด้วยเครื่องปั่น (Spinning Machine) โดยการหลอมเม็ดพอลิเมอร์แล้วผ่านหัวฉีดเส้นใย (Spinnerets) ออกมาเป็นเส้นใยยาว (Filaments) ที่มีความยาวต่อเนื่องแล้วทำให้แข็งตัวด้วยความเย็นและโรยตัวบนสายพานเป็นแผ่นเส้นใย (Web) การผลิตเส้นใยแบบปั่นหลอมมี 2 แบบ

1. การผลิตแบบ Spun Laid และ Spun Bonded

วิธีการผลิตแบบ Spun Laid และ Spun Bonded เป็นวิธีการที่ใช้ในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์เช่น ไนลอน พอลิเอสเตอร์และพอลิโอลิฟิน โดยการนำเม็ดพลาสติกป้อนเข้าสู่ Extruder เพื่อทำให้หลอมและอัดรีดออกมาทางหัวฉีดเส้นใย (Spinnerets) ที่อัตราความดันคงที เส้นใยที่ออกมาจะเป็นเส้นใยยาวต่อเนื่องหลายพันเส้นและทำให้เย็นตัวลงด้วยหัวฉีดลมที่มีความเร็วสูง เส้นใยจะถูกดึงลงจากช่องเพื่อทำให้เป็นแผ่นเส้นใยอัตราการดึงยืดเส้นใยประมาณ 400-500 เท่า เมื่อเทียบกับอัตราการปล่อยให้เส้นใยออกมาดังรูปที่ 2.13 ในการดึงยืดจะทำให้เกิดการเรียงตัวของโซ่โมเลกุลภายในเส้นใยขึ้นทำให้เกิดสมบัติทางเชิงกลในเส้นใย กลุ่มของเส้นใยที่ถูกดึงจะถูกโรยแผ่กระจายบนสายพานที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอก่อนเข้าสู่ขั้นตอนของการทำให้เส้นใยยึดเกาะตัวกัน การยึดเกาะติดกันของเส้นใยสามารถทำการยึดติดทางเชิงกล ทางเคมีและด้วยความร้อนแล้วแต่ผู้ผลิตจะมีวิธีแตกต่างกันออกไป



รูปที่ 2.13 วิธีการผลิตแบบ Spun Laid และ Spun Bonded [22]

2. การผลิตแบบ Melt Blown

วิธีการผลิตผ้าไม่ทอแบบ Melt Blown กระบวนการผลิตเริ่มจากการหลอมพอลิเมอร์ที่อุณหภูมิสูง เข้าสู่เครื่องบีบอัดหลอมและบีบอัดผ่านหัวฉีด เส้นใย ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางรูประมาณ 400 ไมครอน พอลิเมอร์เหลวจะถูกฉีดผ่านอากาศร้อนที่ออกมาจากท่ออากาศร้อนด้านข้างหัวฉีด ทำให้เส้นใยมีขนาดเล็กละเอียด เส้นใยสามารถเกาะกันเองด้วยพันธะความร้อนที่เหลือจากการบีบอัดของเส้นใยเองดังรูปที่ 2.14 ความดันของลมร้อนที่มีความเร็วสูงสามารถผลิตเส้นใยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ไมครอน และมีขนาดความยาวหลายนิ้ว แต่ถ้ามีความดันของแรงลมที่สูงมากก็จะทำให้สามารถผลิตเส้นใยละเอียดขนาด 0.3 ไมครอน

5) การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยวิธีอื่น (Other Technology)

1. การผลิตแบบอิเล็กโตรสปินนิ่ง (Electrostatic Spinning)

การผลิตผ้าไม่ทอด้วยวิธีการอิเล็กโตรสปินนิ่ง ทำการนำพอลิเมอร์ไปละลายในตัวทำละลายพอลิเมอร์ ซึ่งชนิดของพอลิเมอร์แต่ละชนิดจะมีการใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกันก่อนที่จะฉีดออกมาจากหัวฉีดให้เป็นเส้นใยเป็นฝอยที่มีความละเอียด พอลิเมอร์ที่ละลายจะถูกส่งด้วยแรงดันสูงและจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (10 – 30 กิโลวัตต์) ในขณะที่ผ่านรูหัวฉีดเส้นใยที่ควบคุมการไหลของเส้นใยโดย Electrostatically โดยแรงไฟฟ้าสถิตจะถูกปรับให้เอาชนะแรงตึงผิวของเส้นใยที่ถูกฉีดออกมาในรูปแบบการปั่นเส้นใยอย่างรวดเร็วเสถียรภาพของการปั่นเส้นใยจะสูงอยู่ที่ชุด Spiraling

2. การผลิตแบบ Flash Spun

การผลิตผ้าไม่ทอด้วยวิธีการ Flash Spun หรือ Flash Spinning เป็นการใช้พอลิเมอร์ให้อยู่ในรูปแบบเส้นใย โดยผ่านหัวหัวฉีดเส้นใยยาวมีลักษณะเส้นใยเป็น 3 มิติ อาจเป็นลักษณะคล้ายริบบิ้นที่ยาวต่อเนื่องและมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 4 ไมโคเมตร โดยจะใช้พอลิเมอร์ผสมกับสารละลายบริสุทธิ์ฉีดผ่านทางหัวหัวฉีดเส้นใยที่มีแรงดันสูงออกมาในรูป Film Fibrils หรือ Plexi Filaments อย่างต่อเนื่องลงบนสายพานเคลื่อนที่ เส้นใยจะติดกันด้วยตัวของมันเองเป็นแผ่นเส้นใย ที่มีความแข็งแรงและความหนาแน่นสูง

2.4.3 กระบวนการยึดติดผ้าไม่ทอ (Web Bonding)

วิธีการทำให้เส้นใยยึดติดและเกาะตัวกันสามารถเป็นได้เป็น 3 วิธี คือการใช้กาวหรือสารเคมี (Adhesive or Chemical) การใช้ความร้อน (Thermal) และวิธีการเชิงกล (Mechanical)

1) การยึดติดโดยการใช้กาวหรือสารเคมี (Adhesive or Chemical Bonding)

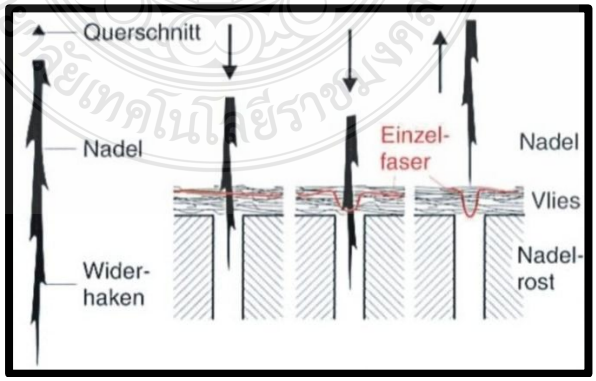
การยึดติดวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยแผ่นเส้นใยจะถูกทำให้คงรูปและมีความแข็งแรงด้วยกาวหรือสารเคมีเป็นตัวประสานโดยทั่วไปแล้วจะใช้น้ำเป็นส่วนผสมในสารเคมีในรูปของ Emulsion สารที่ใช้ในการผสม เช่น อะคริลิค (Acrylics) ไนตริก (Nitriles) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยและประหยัดต้นทุน โดยมีวิธีการนำไปใช้ประยุกต์ใช้กับแผ่นเส้นใยได้ 4 วิธีคือ การผ่านแผ่นเส้นใยลงในอ่างสารเคมี การผ่านสารเคมีเพียงด้านเดียว การใช้สารเคมีในส่วนที่กำหนดและวิธีการฉีดสเปรย์สารเคมีลงบนแผ่นเส้นใย

2) การยึดติดโดยการใช้ความร้อน (Thermal Bonding)

เป็นการใช้ความร้อนในการยึดติดผ้าไม่ทอ วัตถุดิบที่ใช้จะต้องมีความอ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน ซึ่งเป็นเส้นใยชนิดเทอร์โมพลาสติก ลูกกลิ้งร้อนจะทำการหลอมเส้นใยเทอร์โมพลาสติกให้ยึดติดกันเป็นแผ่นเส้นใย ส่วนมากใช้กับเส้นใยที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ ในการทำให้แผ่นเส้นใยเกิดการหลอมและยึดติดกันด้วยความร้อน

3) การยึดติดโดยทางเชิงกล (Mechanical Bonding)

การยึดติดโดยการใช้เข็มปัก (Needle Punching) ถือว่าเป็นวิธีการที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอในทางการค้าที่เก่าแก่มากที่สุด การย้ำหรือปักด้วยเข็มบาร์ (Barbed Needle) ซ้ำๆ กันจะทำให้แผ่นเส้นใยมีความคงรูปและแข็งแรงมากขึ้น โดยการนำแผ่นเส้นใยให้เคลื่อนที่เข้าระหว่างแผ่นโลหะเจาะรู 2 แผ่น (Bed Plate) ซึ่งมีแผ่นเข็ม (Needle Board) ที่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวตั้ง เมื่อแผ่นเข็มเคลื่อนที่ลงเข็มจะเคลื่อนที่ลงตามไปด้วย ลักษณะของเข็มจะมีเงี่ยงอยู่ด้านข้างเงี่ยงของเข็มทำหน้าที่เกี่ยวพาเส้นใยและปลายเข็มจะแทงทะลุลงไปในแผ่นเส้นใย เมื่อแผ่นเข็มเคลื่อนที่ขึ้นเข็มจะเคลื่อนที่ขึ้นตามไปด้วยแต่จะไม่เกี่ยวเส้นใยให้ติดมาด้วยดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การทำงานของเข็ม [23]

การที่เข็มย้ำซ้ำๆ หลายครั้งนี้จะทำให้เส้นใยยึดติดกันมีความแน่นและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จำนวนเข็มใน Barbed needle จะปักรูที่พื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร เรียกว่าความถี่ของรูเจาะ (Punching Density :P) จำนวนของเข็มที่ปัก (P) ต่อหน่วยพื้นที่ (cm^2) โดยเส้นใยจะถูกส่งผ่านการตีของเข็มครั้งเดียวสามารถคำนวณได้จาก

$$P = N \times \text{Stroke/cm.} \quad (2.1)$$

เช่น $N = 10$ และ $a = 0.2$ cm/Stroke

$= N \times 1/a$

$= 10 \times 5$

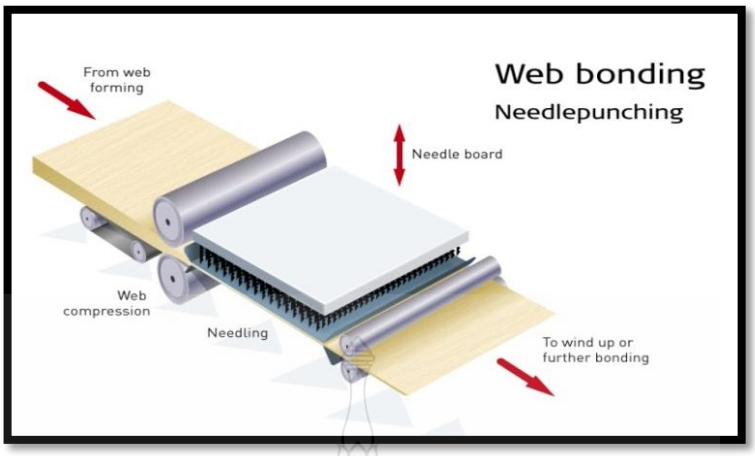
$= 50/ cm^2$

โดยที่

- จำนวนของเข็ม (N) ต่อความกว้างของ Needle Board (cm)
- จำนวนของเข็มที่ปักบนเส้นใย (Stroke/cm.) การปักของเข็ม จะถูกควบคุมโดยอัตราการส่งเส้นใย (a) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการย้ำของเข็มที่ต่อเนื่อง ระยะผ่านทะลุและขนาดตัวเข็ม การเลือกขนาดตัวเข็มขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ เช่น เส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยปอ ซึ่งเป็นเส้นใยค่อนข้างใหญ่จะใช้เข็มขนาด 14-25 ส่วนเส้นใยสังเคราะห์เส้นเล็กละเอียดผสมใยฝ้ายจะใช้เข็มขนาด 30-36

ปัจจัยที่มีผลต่อการขัดตัวของเส้นใยในแผ่นเส้นใย คือ

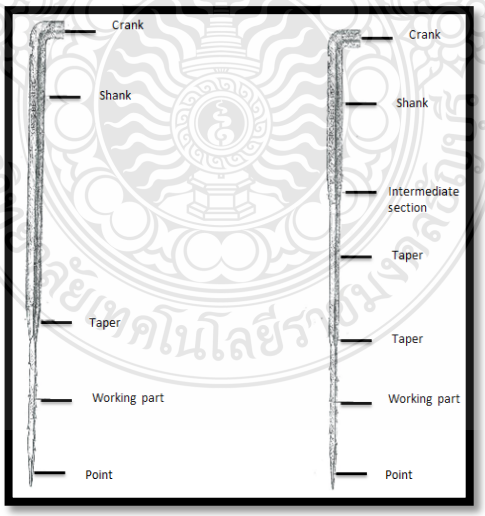
- ความลึกในการเจาะของเข็ม (P) กำหนดโดยระยะห่างระหว่างผิวหน้าของ Bed Plate กับปลายเข็มในตำแหน่งที่ต่ำที่สุดกำหนดหน่วยเป็นมิลลิเมตร
- ชนิดของเข็มบาร์บ
- ชนิดและขนาดของเข็มที่ใช้ รวมทั้งปริมาณการเจาะของเข็มในแผ่นเส้นใยในการผลิต
- ลักษณะของเส้นใย



รูปที่ 2.15 การยึดติดโดยการใช้เข็มปัก [22]

3.1 เข็ม

ในการเลือกเข็มปักเพื่อนำมาใช้งานขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต เช่น ในการทำผ้าสักหลาดลักษณะพื้นผิวหน้าทั้ง 2 ด้านของผ้าจะต้องเรียบ เข็มที่ใช้จึงเป็นแบบ 3 แฉกหรืออาจจะมากกว่านั้น ขนาดของเข็มที่ใช้จะเป็นเข็มละเอียดหรือหยาบขึ้นอยู่กับขนาดความโตของเส้นใยและลักษณะความต้องการของผลิตภัณฑ์ [24]



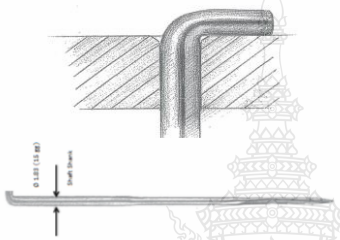
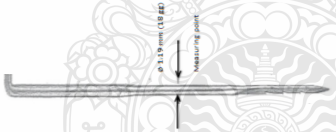
(a) (b)

รูปที่ 2.16 (a) เข็มเดี่ยว (b) เข็มคู่ [24]

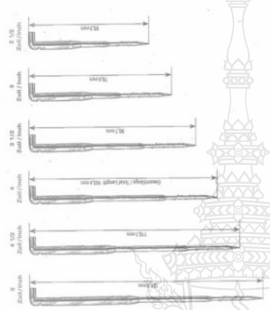
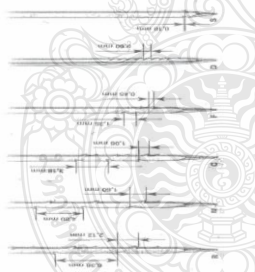
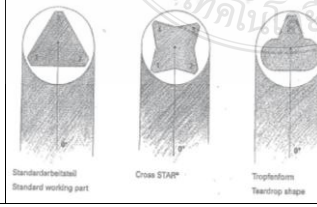
เข็มที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ เข็มเดี่ยว (Single Reduced Needle) และเข็มคู่ (Double Reduced Needle) ดังแสดงในรูปที่ 2.16 การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน เข็มเดี่ยวจะมีลักษณะหยาบ รูเข็มเมื่อย้ำบนแผ่นเส้นใยจะมีขนาดใหญ่ ส่วนเข็มคู่เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการผิวหน้าผ้าที่ละเอียด ซึ่งการปักของเข็มจะส่งผลต่อความแข็งแรงขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งการปัก ความเร็ว จำนวนเงี่ยง และการทิศทางเงี่ยงของเข็ม ดังนั้นเงี่ยงจึงมีผลต่อลักษณะผ้าไม่ทออย่างมาก [25]

ในการเรียกชื่อเข็มจะต้องมีรหัสบอกถึงลักษณะของเข็มทั้งความยาว ความหนา ระยะห่างของบาร์บ และประเภทของเข็มเพื่อสามารถเลือกนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ ตัวอย่างเช่น 15x16x32x3 ½ M332 G53017 ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงความหมายของรหัสเข็มของบริษัท GROZ BECKERT [24]

ส่วนประกอบของเข็ม	หมายเลขรหัสเข็ม	ตัวอย่างเข็ม	อธิบาย
ส่วนยึดจับ	**15**x16x32x3 ½ M332		เป็นส่วนที่ยึดติดกับบอร์ดเข็ม ดังนั้นรูบอร์ดเข็มต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดของ Shank มีลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 1.21 มิลลิเมตร ถึง 2.67 มิลลิเมตร
ส่วนกลางเข็ม	15x**16**x32x3 ½ M332		เป็นส่วนประกอบของเข็มคู่ (Double Reduced Needle) เท่านั้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 1.19 มิลลิเมตร ถึง 1.55 มิลลิเมตรเหมาะกับผ้าไม่ทอที่ต้องการความละเอียดของผิวมาก ซึ่งด้ามของเข็มสามารถโค้งงอได้ตามแรงที่มากระทำได้
ขนาดของเข็ม	15x16x**32**x3 ½ M332		คือลักษณะภายนอกของเข็มมีรูปทรงเป็นรูปสามเหลี่ยม ขนาดของเข็มขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน ซึ่งวัดได้จากความสูง และความหนา

ตารางที่ 2.7 แสดงความหมายของรหัสเข็มของบริษัท GROZ BECKERT (ต่อ) [24]

ส่วนประกอบของเข็ม	หมายเลขรหัสเข็ม	ตัวอย่างเข็ม	อธิบาย
ความยาวเข็ม	15x16x32x**3** ½ M332		สำหรับความยาวของเข็มสามารถวัดได้ 2 ตำแหน่งคือการ วัดช่วงความยาวระหว่างก้านจับขอบด้านในจนถึงจุดปลายเข็ม (Point) และก้านจับขอบด้านนอกจนถึงจุดปลายเข็ม โดยทั้ง 2 วิธีเป็นการวัดค่าด้วยระบบเมตริกซ์ ซึ่งส่วนมากจะทำการวัดวิธีที่ 2 คือก้านจับขอบด้านนอกจนถึงจุดปลายเข็ม ความยาวตั้งแต่ 65.30มิลลิเมตร ถึง 116.10 มิลลิเมตร
บาร์บ	15x16x32x3 ½ **M**332		เป็นความยาวระหว่างเงี่ยงของเข็มจากเงี่ยงหนึ่งไปยังเงี่ยงหนึ่ง ความยาวระหว่างเงี่ยงนี้ส่งผลต่อลักษณะผิวของผ้าไม่ทอ และความแข็งแรง ชนิดเข็ม R = Regular 6.63 มิลลิเมตร, M = Medium 4.80 มิลลิเมตร, C = Close 3.18 มิลลิเมตร, D = Dense 0.60 มิลลิเมตร S = Single 0.10 มิลลิเมตร, U = Reverse Barb, B = Barbs in Both
ปลายเข็ม	15x16x32x3 ½ M**332**		คือลักษณะภาคตัดขวางของเข็ม เมื่อปลายเข็มเคลื่อนที่ลงบนแผ่นเส้นใยตำแหน่งที่โดนเข็มจะมีรูปร่างเหมือนปลายเข็ม ส่วนมากจะใช้งานที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน

2.5 วัสดุดูดซับเสียง [26]

วัสดุดูดซับเสียงโดยทั่วไปมีสมบัติในการลดการสะท้อนของเสียง ถ้าเสียงเคลื่อนที่มาตกกระทบบนวัสดุดูดซับเสียง เสียงจะถูกดูดซับ บางส่วนทะลุผ่านและสะท้อนออกจากวัสดุนั้น ซึ่งการสะท้อนเสียงกลับของเสียงมีปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและคุณลักษณะของวัสดุดูดซับเสียงเป็นสำคัญ วัสดุมีความสามารถในการดูดซับเสียงได้ดีเป็นพวกเส้นใยหรือวัสดุรูพรุน

2.5.1 ประเภทของวัสดุดูดซับเสียง

วัสดุดูดซับเสียงสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ วัสดุพรุน (Porous or Dissipative Absorber) เรโซเนเตอร์ (Resonator or Cavity Absorber) และเมมเบรน (Panel or Membrane Absorber)

1) วัสดุดูดซับเสียงแบบวัสดุพรุน (Porous or Dissipative Absorber)

วัสดุดูดซับเสียงแบบรูพรุน มีโครงสร้างภายในแบบรูพรุนที่มีการเชื่อมต่อกันจำนวนมาก การทดสอบวัสดุดูดซับเสียงแบบพรุนสามารถทำได้โดยให้อากาศผ่านวัสดุนั้น ถ้าอากาศสามารถทะลุผ่านแสดงว่าเป็นรูพรุน ค่าความต้านทานของอากาศ (Flow Resistance) สามารถบอกสมบัติการดูดซับเสียงได้ [27] โดยวัสดุพรุนนี้จะมีช่องว่างภายในซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรซึ่งต่ำกว่าความยาวของคลื่นเสียงมาก ดังนั้นวัสดุชนิดนี้จึงเป็นตัวกลางที่จะทำให้เป็นตัวกลางที่จะทำให้สูญเสียพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยกลไกการเปลี่ยนแปลงพลังงานของวัสดุพรุนคือเมื่อเสียงตกกระทบบนวัสดุเหล่านี้โมเลกุลของอากาศจะเกิดการสั่นตัวภายในช่องว่างวัสดุพรุนโดยที่ความถี่ของการสั่นเท่ากับความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ การสั่นตัวของโมเลกุลของอากาศนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเสียดทานและความหนืด (Frictional and Viscous Loss) โดยมีลักษณะการสูญเสียพลังงานดังรูปที่ 2.17

(a) (b)

รูปที่ 2.17 (a) แสดงกลไกการสลายพลังงานเสียงเนื่องจากความหนืด (b) และแรงเสียดทาน [28]

นอกจากนี้ยังอธิบายได้อีกว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ เนื่องจากการอัดและการขยายของคลื่นเสียงในระหว่างเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างภายในวัสดุพรุน เป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง จากปรากฏการณ์การอัดและการขยายของคลื่นเสียงจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเป็นจำนวนมากเมื่อเสียงที่ตกกระทบมีความถี่สูง ในขณะที่คลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำจะมีการสูญเสียพลังงานในรูปความร้อน เนื่องจากอากาศภายในช่องว่างของวัสดุพรุนจะถูกอัดและขยายอย่างเป็นจังหวะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานความร้อน คลื่นเสียงที่ความถี่ต่ำจะทำให้ระยะเวลาในการสั่นตัวของโมเลกุลในอากาศแต่ละครั้งยาวนานขึ้น ประกอบกับสมบัติของวัสดุพรุน ซึ่งมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงมากและความสามารถในการนำความร้อนของเส้นใยค่อนข้างสูง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนเป็นปัจจัยที่สำคัญของวัสดุพรุนเมื่อคลื่นเสียงมีความถี่ต่ำ [29]

2) วัสดุดูดซับเสียงแบบเรโซเนเตอร์ (Resonator or Cavity Absorber)

วัสดุดูดซับเสียงแบบเรโซเนเตอร์ เป็นวัสดุที่มีโพรงอากาศอยู่ภายใน และโพรงอากาศมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความยาวของคลื่นเสียงที่ตกกระทบบนช่องเปิด หรือเรียกว่า เรโซเนเตอร์ ใช้ได้เฉพาะความถี่ในช่องแคบทำให้วัสดุดูดซับเสียงนี้ มีข้อจำกัดในการนำไปใช้งานสูง สามารถดูดซับเสียงได้ดีในช่วงความถี่ที่ต่ำและแคบกว่าที่จะนำไปใช้งานได้จริง โดยวัสดุประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 1,000 เฮิรตซ์ โดยจะสามารถดูดซับเสียงได้สูงในช่วงความถี่ 100 - 300 เฮิรตซ์ และประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น

3) วัสดุดูดซับเสียงแบบเมมเบรน (Panel or Membrane Absorber)

วัสดุดูดซับเสียงแบบเมมเบรนสามารถดูดซับเสียงได้ดีที่ช่วงความถี่เรโซแนนท์ ซึ่งความสามารถในการดูดซับเสียงขึ้นอยู่กับ มวล ความแข็ง และความกว้างของช่องว่างที่อยู่ใต้เมมแบรนดังสมการ 2.2 [30] และค่าสัมประสิทธิ์ การดูดซับเสียงไม่เกิน 0.4 ทางปฏิบัติสามารถนำวัสดุซับเสียงแบบเมมเบรนมาใช้ร่วมกับวัสดุดูดซับเสียงแบบพรุน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง

$$\int_{res} \frac{60}{\sqrt{md}} \tag{2.2}$$

เมื่อ $\int_{res}$ = ความถี่ที่มีการดูดซับเสียงสูงสุด

m = มวลของเมมเบรน (kg/m^2)

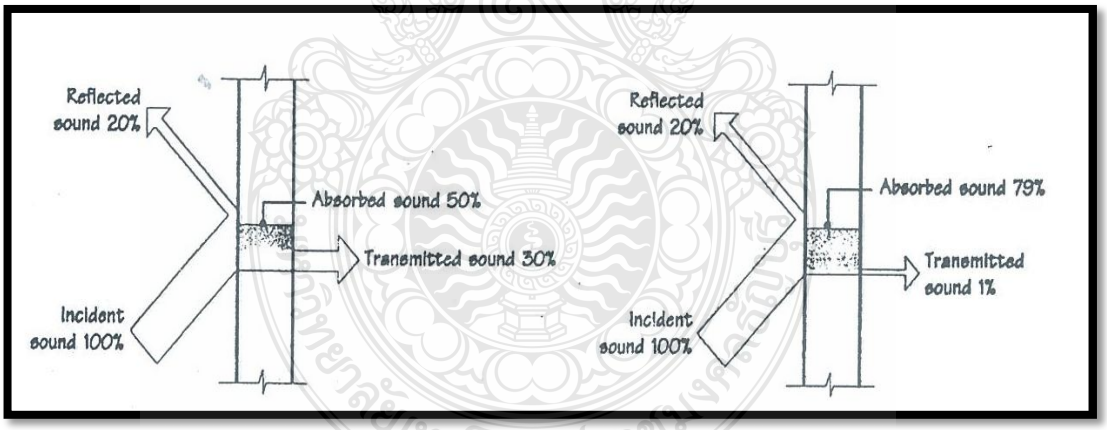
d = ความกว้างของช่องว่าง (m)

ตัวอย่างวัสดุดูดซับเสียงแบบเมมเบรนได้แก่ แผ่นโลหะบาง ไม้อัดพลาสติก กระดาษ โดยวัสดุเหล่านี้จะเกิดการสั่นตัวด้วยความถี่เดียวกับความถี่ของเสียงที่ตกกระทบและเนื่องจากวัสดุเหล่านี้ไม่สามารถยืดหยุ่นได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปเนื่องจากการถ่ายเทพลังงานของคลื่นเสียงไปเป็นพลังงานความร้อนให้แก่วัสดุนั้นๆ ซึ่งวัสดุชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่ต่ำ เนื่องจากที่ความถี่ต่ำพลังงานเสียงจะทำให้เมมเบรนเคลื่อนที่ได้ดีกว่าความถี่สูง ในขณะที่ความถี่สูงมักจะถูกสะท้อนออกจากเมมเบรนทำให้มีการสูญเสียพลังงานน้อยมาก

2.5.2 ประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับเสียง

1) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (Sound Absorption Coefficient, α)

เป็นค่าบอกถึงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุชนิดหนึ่งๆ คือเมื่อเสียงเดินทางมาตกกระทบบนวัสดุ (Incident Sound) ทำให้เกิดการสะท้อน (Reflect Sound) และทะลุผ่านของเสียง (Transmitted Sound) ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงเป็นการรวมกันระหว่างการดูดซับเสียงภายในวัสดุกับการทะลุผ่านวัสดุนั้นเข้าด้วยความดันดังรูปที่ 2.18 (ก) และ (ข) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงและค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนเสียงมีค่าเท่ากับ 0.8 และ 0.2 ตามลำดับ



รูปที่ 2.18 สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงและการสะท้อนเสียง [28]

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุใดๆ มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่า ไม่มีการดูดซับเสียงเกิดขึ้นในวัสดุนั้นและเกิดการสะท้อนของเสียงกลับหมด จึงถือว่าเป็นวัสดุสะท้อน แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่ามีการดูดซับเสียงที่มาตกกระทบบนวัสดุทั้งหมด โดยไม่มีการสะท้อนเสียงออกไป

จึงจัดว่าวัสดุนั้นเป็นวัสดุการดูดซับเสียงแบบมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 เป็นค่าในอุดมคติ เนื่องจากโดยทั่วไปวัสดุต่างๆ มีความสามารถทั้งการดูดซับ และสะท้อนเสียงเกิดขึ้นเสมอไม่ว่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการดูดซับเสียงของวัสดุนั้นเป็นสำคัญ [31]

อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุนั้นเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของเสียง และมุมที่คลื่นเสียงนั้นตกกระทบด้วย Beranek [32] อธิบายว่าความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุใดๆ นั้นมิได้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุชนิดนั้นเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับวิธีในการติดตั้งวัสดุนั้นๆ รวมทั้งขนาดและรูปร่างของห้องที่จะติดตั้งอีกด้วย

2) ค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง (Noise Reduction Coefficient, NRC)

เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุต่างชนิดกัน ซึ่งค่า NRC คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่ 250, 500, 1,000 และ 2,000 เฮิรตซ์ ดังสมการ 2.3

$$NRC = \frac{\alpha_{250}+\alpha_{500}+\alpha_{1000}+\alpha_{2000}}{4} \quad (2.3)$$

เมื่อ NRC = ค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง

α_x = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่ x Hz

ค่า NRC ในสมการที่ 2.3 ใช้ในช่วงการดูดซับเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วง 250-2,000 เฮิรตซ์ วัสดุที่มีค่า NRC สูงกว่า 0.4 จัดว่าเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการดูดซับเสียง วัสดุที่ใช้ในสำนักงานหรือที่อยู่อาศัย ส่วนมากจะมีค่า NRC อยู่ระหว่าง 0.4-0.6 วัสดุที่มีค่า NRC สูงกว่า 0.8 โดยทั่วไปมีราคาแพงและใช้ในห้องที่มีวัตถุประสงค์เท่านั้น เช่น สตูดิโอ ห้องทดลอง หรือห้องบรรยายขนาดใหญ่ กรณีที่เสียงพิจารณาไม่ได้เป็นเสียงพูดของมนุษย์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หรือมีความถี่อยู่นอกช่วงความถี่ 250-2,000 เฮิรตซ์ จะต้องออกแบบวัสดุดูดซับเสียงให้มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงในช่วงความถี่ที่ต้องการมากกว่าการพิจารณาจากค่า NRC โดยทั่วไปมนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 20-20,000 เฮิรตซ์

ตารางที่ 2.8 แสดงลักษณะทั่วไปของค่า NRC ของวัสดุต่างๆ [33]

ประสิทธิ์ภาพการดูดซับเสียง	NRC	วัสดุที่ใช้
มีประสิทธิ์ภาพการดูดซับเสียงสูง	1	- วัสดุเฉพาะที่ได้รับการออกแบบพิเศษ ให้มีความสามารถในการดูดซับเสียงสูง
	0.9	
	0.8	
	0.7	- เบาะ, นวมหุ้มเก้าอี้
	0.6	- ฝ้าเพดานที่มีความพรุนสูง
	0.5	- ม่านหนา
	0.4	
มีประสิทธิ์ภาพการดูดซับเสียงปานกลาง	03	- พื้นดินที่เรียบ
	0.2	- พรมหนาบนพื้นคอนกรีต
เกิดการสะท้อนเสียง (มีประสิทธิ์ภาพการดูดซับเสียงต่ำ)	0.1	- เก้าอี้ไม่หรือเหล็กที่ไม่มีคนนั่ง
	0.0	- พรมที่มีน้ำหนักเบา
		- ต้นไม้
		- ม่านบาง
		- หน้าต่างกระจก, ขอบหน้าต่างไม้
		- คอนกรีตฉาบ, อิฐเคลือบสี, หินอ่อน
		- กระเบื้องแก้ว, ผิวน้ำ

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างค่า NCR ตามสถานที่ต่างๆ [34]

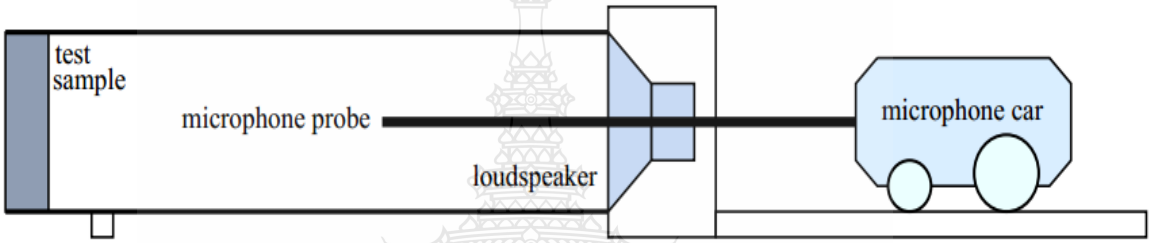
Type of Space	NRC Range	Ceiling Treatment	Wall Treatment
ห้องนอน	0.45-0.65	Full	None required
โรงพยาบาล, ห้องสมุด,	0.65-0.75	Full	None required
ห้องนั่งเล่น, โรงยิม	0.65-0.75	Full	Yes
ห้องเรียน	0.65-0.75	Partial	Yes

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง และค่า NRC ของวัสดุต่างๆ [35]

Materials	Octave band center frequency, Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
บล็อกคอนกรีตทาสี	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.175
แก้ว							
- < ความหนา 4 mm	0.35	0.25	0.2	0.10	0.05	0.05	0.150
- ความหนา 6 mm	0.15	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.038
ปูน	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.028
ไม้ระแนง	0.10	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.063
เส้นใยแก้ว (ความหนาแน่น 24-48 kg/m^3)							
- ความหนา 25.4 mm	0.08	0.25	0.65	0.85	0.8	0.75	0.638
- ความหนา 51 mm	0.17	0.55	0.8	0.90	0.85	0.80	0.775
พรม	0.05	0.0	0.10	0.20	0.45	0.65	0.200

2.6 เครื่องตรวจสอบคลื่นนิ่ง [36]

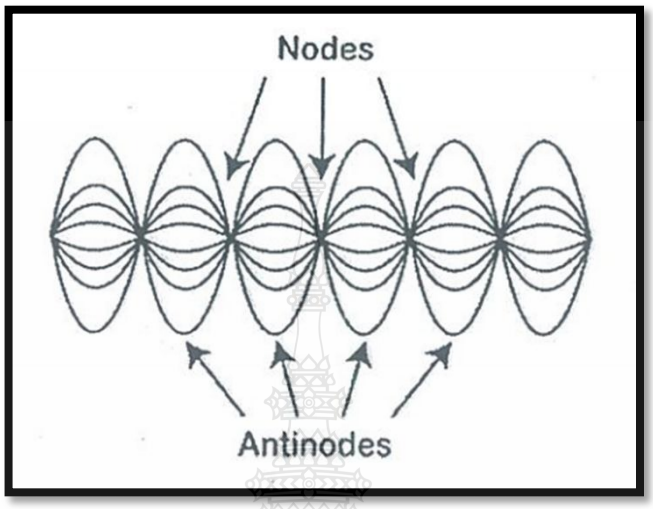
การวัดค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุสามารถใช้ท่ออิมพีแดนซ์ (Impedance Tube) เป็นอุปกรณ์ในการตรวจวัด ซึ่งท่ออิมพีแดนซ์ประกอบด้วย ท่อทรงกระบอกกลมที่ปลายด้านหนึ่งมีแหล่งกำเนิดเสียงและอีกปลายด้านหนึ่งมีวัสดุตัวอย่างที่ต้องวัดค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ภายในท่อมีไมโครโฟนที่เคลื่อนที่ได้ตลอดความยาวของเส้นท่อดังรูปที่ 2.19 เครื่องมือนี้สามารถเรียกอีกชื่อว่า เครื่องตรวจสอบคลื่นนิ่ง หรือ Standing Wave Apparatus ซึ่งใช้ในการวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio, SWR) ของคลื่นเสียงภายในเส้นท่อ



รูปที่ 2.19 ลักษณะทั่วไปของท่ออิมพีแดนซ์ [37]

หลักการทำงานเครื่องตรวจสอบคลื่นนิ่งคือ เมื่อคลื่นเสียงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ปลายด้านหนึ่งของท่ออิมพีแดนซ์ไปตามความยาวของเส้นท่อ จนถึงปลายอีกด้านหนึ่งที่มีวัสดุตัวอย่างติดตั้งอยู่ คลื่นเสียงจะเกิดการตกกระทบ ดูดซับ และสะท้อนเสียงบนพื้นผิวของตัวอย่าง เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบบนวัสดุและเกิดการสะท้อน ทำให้มีการแทรกสอดของคลื่นเสียงขึ้นภายในท่อ เรียกว่าคลื่นนิ่ง กรณีที่คลื่นตกกระทบสะท้อนออกจากผิวของวัสดุอย่างสมบูรณ์จนหลายเป็นคลื่นสะท้อน แอมพลิจูลของคลื่นทั้งสองชนิดนี้จะมีค่าเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกันทำให้เกิดการแทรกสอดแบบหักล้างกันอย่างสมบูรณ์ และเป็นจุดที่มีความดันเป็นศูนย์ หรือเรียกว่า บัพ (Node) ส่วนบริเวณที่คลื่นเสียงมีการแทรกสอดแบบเสริมกันอย่างสมบูรณ์ และเป็นจุดที่มีความดันสูงสุด โดยที่มีค่าความดันเป็นสองเท่าของคลื่นตกกระทบ เรียกว่า ปฏิบัพ (Antinodes) ดังรูป 2.20 ส่วนในกรณีที่พลังงานคลื่นตกกระทบบางส่วนถูกดูดซับด้วยวัสดุ แอมพลิจูลของคลื่นสะท้อนจะมีค่าแอมพลิจูลของคลื่นตกกระทบ ทำให้จุดบัพภายในเส้นท่อมีความดันไม่เป็นศูนย์ค่าแอมพลิจูลของบัพ และปฏิบัพสามารถวัดได้จากไมโครโฟนเคลื่อนที่ได้ตลอดความยาวของท่อ อัตราความดันสูงสุดภายในเส้นท่อต่อค่าความดันสูงสุดภายในเส้นท่อ เรียกว่า อัตราส่วนคลื่นนิ่ง ซึ่งค่าอัตราส่วนคลื่นนี้จะมีค่ามากกว่า

หรือเท่ากับหนึ่งเสมอ และนำกลับมาใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนเสียง และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุ



รูปที่ 2.20 คลื่นมีการแทรกสอดแบบเสริมและหักล้างกันอย่างสมบูรณ์ [35]

ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนเสียง (r) ของคลื่นระนาบที่ตกกระทบบนพื้นผิวของวัสดุ มีค่าเท่ากับแอมพลิจูลของคลื่นสะท้อนส่วนด้วยแอมพลิจูลของคลื่นตกกระทบ ดังสมการ

$$r = \frac{B}{A} \tag{2.4}$$

เมื่อ r = ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนเสียง

B = แอมพลิจูลของคลื่นสะท้อน

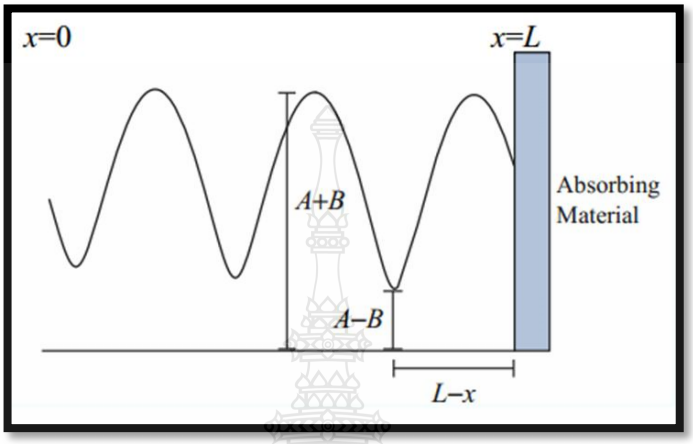
A = แอมพลิจูลของคลื่นตกกระทบ

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (α) ที่ตกกระทบบนพื้นผิวของตัวอย่าง ดังสมการ

$$\alpha = 1 - r^2 \tag{2.5}$$

$$\text{หรือ } \alpha = 1 - \left[\frac{B}{A}\right]^2 \tag{2.6}$$

ค่า A และ B ไม่สามารถวัดโดยตรง แต่สามารถหาได้จากค่าแอมพลิจูลของ (A-B) และ (A-B) ดังรูปที่ 2.21 ซึ่งอัตราส่วนของ (A+B) / (A-B) เรียกว่า อัตราส่วนคลื่นนิ่ง ดังสมการ 2.7



รูปที่ 2.21 แบบของคลื่นนิ่งภายในท่ออิมพีแดนซ์ [35]

$$SWR = \frac{\mathbf{A+B}}{\mathbf{A-B}} \tag{2.7}$$

เมื่อ SWR = อัตราส่วนคลื่นนิ่ง

A+B = ความดันของเสียงที่จุดสูงสุด

A-B = ความดันของเสียงที่จุดต่ำสุด

หรือสามารถเขียนสมการใหม่ได้คือ

$$\frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}} = \frac{SWR-1}{SWR+1} \tag{2.8}$$

นำสมการที่ 2.8 แทนค่าลงในสมการที่ 2.9 จะได้สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

$$\alpha = 1 - \left(\frac{SWR-1}{SWR+1} \right)^2 \qquad (2.9)$$

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [38-42]

Surajit Sengupta (2546) [38] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ทดสอบการลดระดับของเสียงจากผ้าไม่ทอโดยกระบวนการยึดติดแบบเข็มย้ำ (Sound reduction by needle punch nonwoven fabrics) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอ จากเส้นใยปอ (Jute) เส้นใยพอลิพรอพิลีนและเส้นใยพอลิเอสเตอร์ดังต่อตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 อัตราส่วนผสมเส้นใย [38]

Sample No.	Fiber	Laying type	Proportion	Weight (g/m^2)
S1	Jute	Crocss laid	100 %	300
S2	Jute	Crocss laid	100 %	500
S3	Jute	Parallel laid	100 %	700
S4	Jute	Random laid	100 %	700
S5	Jute	Crocss laid	100 %	700
S6	Jute	Crocss laid	100 %	900
S7	Polypropylene	Crocss laid	100 %	500
S8	Polyester	Crocss laid	100 %	500
S9	Jute : Polypropylene	Crocss laid	3 : 1	500
S10	Jute : Polypropylene	Crocss laid	1: 1	500
S11	Jute : Polypropylene	Crocss laid	1: 3	500

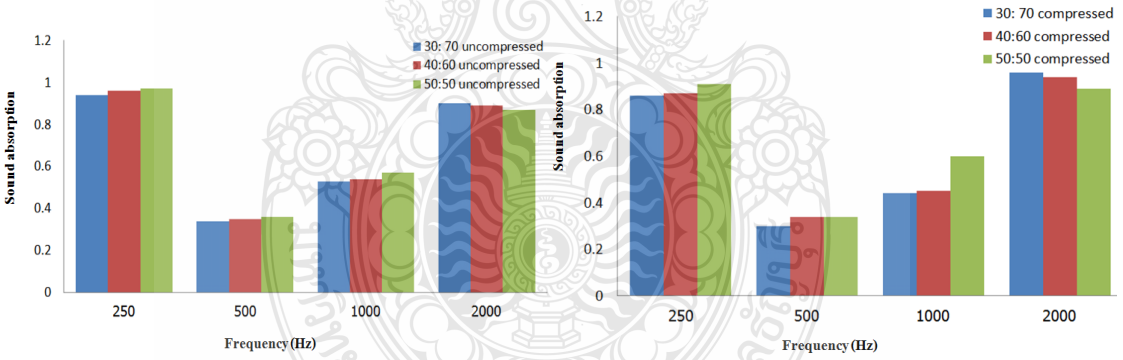
จากนั้นนำเส้นใยที่ผ่านการผสมแล้วมาทำการเรียงแผ่นเส้นใย โดยการเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยด้วยวิธี Cross, Parallel และ Random แล้วทำการยึดติดกันด้วยการใช้เข็มย้ำ (Needle Punch) ความหนาแน่นของเข็ม 200 เข็ม/ตารางเซนติเมตร ความลึกในการย้ำของเข็ม 13 มิลลิเมตร จะได้ผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอ จากนั้นทำการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

จากผลการทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงพบว่า ผ้าไม่ทอเส้นใยปอ (Jute) ผสมเส้นใยพอลิ-พรอพิลีนที่อัตราส่วนผสม (1:1) มีสมบัติการดูดซับเสียงสูงสุด รองลงมาคือผ้าไม่ทอของเส้นใยปอ

ผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนที่อัตราส่วนผสม (1:3) ผ้าไม่ทอเส้นใยพอลิพรอพิลีน 100 เปอร์เซ็นต์ ผ้าไม่ทอเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ และอันดับสุดท้ายคือผ้าไม่ทอเส้นใยปอ 100 เปอร์เซ็นต์

การเรียงชั้นแผ่นเส้นใยมีผลต่อสมบัติการดูดซับเสียงด้วยเช่นกัน จากการทดสอบพบว่า การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยแบบ Random Laid มีสมบัติการดูดซับเสียงสูงสุด ลองลงมาคือเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยแบบ Cross Laid และอันดับสุดท้ายคือการเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยแบบ Parallel Laid

Veerakumar และคณะ (2555) [39] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยนุ่นผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีน โดยการนำเส้นใยนุ่นผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนในอัตราส่วน 30:70, 40:60 และ 50:50 ตามลำดับ เส้นใยนุ่นมีความยาว 21.4 มิลลิเมตร เส้นใยพอลิ-พรอพิลีนมีความยาว 40 มิลลิเมตร ขนาดเส้นใย 2.2 ดีเนียร์ โดยผ่านขั้นตอนการผลิตคือ ขั้นตอนแรกการผสมเส้นใยระหว่างเส้นใยนุ่นผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีน จากนั้นผ่านเครื่องสางเส้นใยโดยผ่านการสางเส้นใย 2 รอบ จะได้เส้นใยเป็นแผ่นเส้นใย (Web) จากนั้นทำการยึดติดแผ่น Web ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 168 °C แล้วแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ประเภท คือผ้าไม่ทอที่ผ่านการบีบอัดผ้าด้วยลูกกลิ้งร้อนและไม่ผ่านขั้นตอนการบีบอัดผ้า จากนั้นนำผ้าไม่ทอมาทำการทดสอบหาสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุในท่ออิมพิแดนซ์ ที่ความถี่ 250-2,000 เฮิรตซ์



(ก) (ข)

รูปที่ 2.22 (ก) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงผ้าไม่ทอที่ไม่ผ่านการบีบอัด
(ข) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงผ้าไม่ทอที่ผ่านการบีบอัด [39]

จากผลการทดสอบพบว่าที่ความถี่ 250-1,000 เฮิรตซ์ ผ้าไม่ทอจากเส้นใยนุ่นผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนในอัตราส่วน 50 : 50 มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงสุดและเมื่อเพิ่มความถี่ให้สูงขึ้นที่ความถี่ 2,000 เฮิรตซ์ ผ้าไม่ทอจากเส้นใยนุ่นผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนในอัตราส่วน 30 : 70

มีค่าสูงสุด จากกราฟผ้าไม่ทอที่ผ่านบีบอัดและไม่ผ่านการบีบอัดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงในทิศทางเดียวกัน และผ้าไม่ทอที่ไม่ผ่านการบีบอัดมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงสุดกว่าผ้าไม่ทอที่ผ่านบีบอัด

Hai-fan Xiang และคณะ (2556) [40] ได้ทำงานวิจัยเรื่อง ตรวจสอบสมบัติการดูดซับเสียงของเส้นใยนุ่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการดูดซับเสียงของเส้นใยนุ่นและจากการทดสอบเส้นใยนุ่นพบว่า เส้นใยนุ่นมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15-23 ไมครอน ความหนาของผนังเส้นใย 0.7 ไมครอน ความยาว 10-15 มิลลิเมตร และทำการทดสอบลักษณะทางกายภาพของเส้นใย โดยการนำเส้นใยนุ่นมาส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราด (SEM)

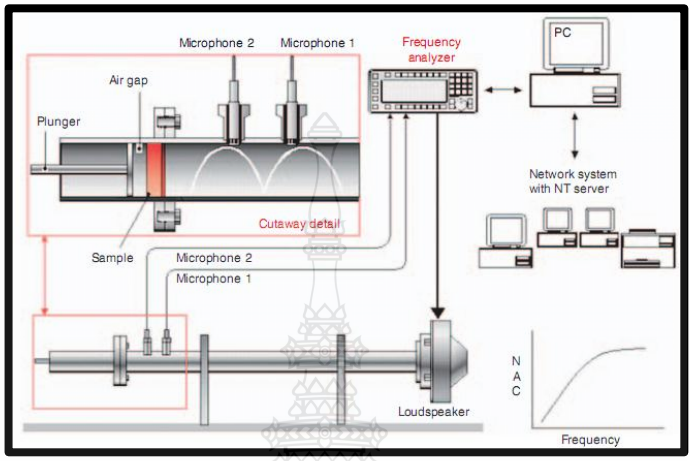
พบว่าเส้นใยนุ่นมีลักษณะรูปลักษณะภาพตามยาวจะเป็นเส้นตรง ผิวเรียบ ไม่มีความหยิกงอ ส่วนลักษณะภาคตัดขวางของเส้นใยนุ่นมีลักษณะกลม และมีรูตรงกลางเป็นท่อตลอดจนถึงปลายเส้นใย จากนั้นทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงที่ความถี่ 125-4,000 เฮิรตซ์ โดยการเปรียบเทียบความหนาแน่นของเส้นใย พบว่าเส้นใยนุ่นมีสมบัติในการดูดซับเสียงและเมื่อความถี่สูงขึ้นมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่สูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของผ้าไม่ทอพบว่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นตาม และมีสมบัติการดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่สูงดังแสดงในตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของเส้นใยนุ่น [40]

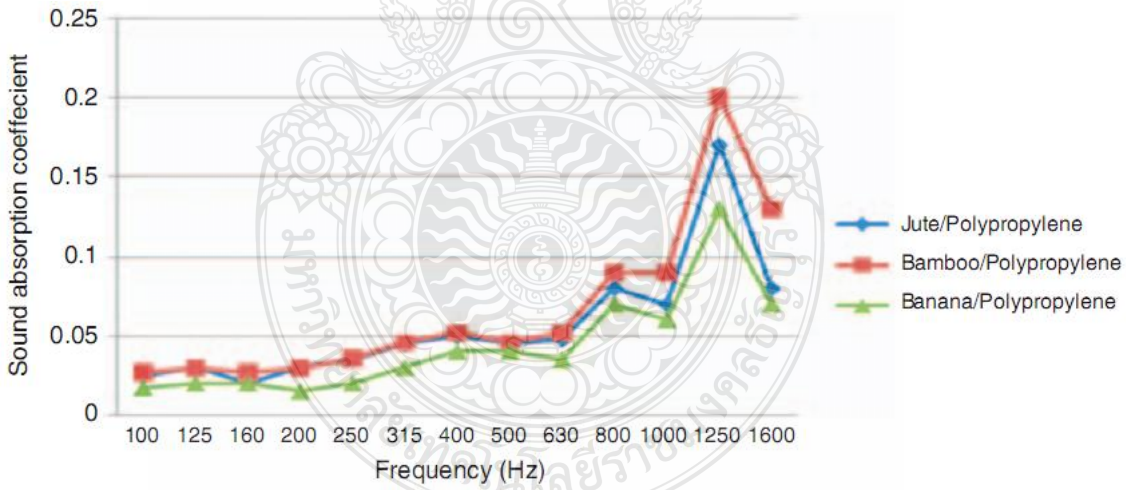
Bulk density (kg/m^3)	Thickness (mm)	Sound absorption coefficient						Average sound absorption coefficient
		125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	
5	20	0.059	0.078	0.105	0.170	0.344	0.674	0.238
5	40	0.078	0.107	0.186	0.411	0.764	0.883	0.405
10	20	0.067	0.082	0.127	0.297	0.619	0.918	0.352
10	40	0.081	0.126	0.308	0.714	0.977	0.963	0.528
15	20	0.065	0.090	0.160	0.413	0.785	0.996	0.418
15	40	0.107	0.143	0.397	0.864	0.984	0.959	0.576
20	20	0.071	0.094	0.185	0.549	0.893	0.997	0.465
20	40	0.109	0.204	0.443	0.905	0.946	0.979	0.598

G.Thilagavathi และคณะ (2554) [41] ได้ทำการวิจัยและพัฒนาผ้าไม่ทอจากเส้นใยธรรมชาติซึ่งสามารถนำมาใช้ลดระดับความดังของเสียงในรถยนต์ โดยการนำเส้นใยธรรมชาติ 3 ชนิดมาผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนที่อัตราส่วนดังนี้ เส้นใยไผ่ผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนที่อัตราส่วน (50:50), เส้นใยกล้วยผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนที่อัตราส่วน (50:50) และเส้นใยปอผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนที่อัตราส่วน (50:50) จากนั้นได้ทำการขึ้นรูปแผ่น Web ด้วยเครื่องสางโดยทำการเรียงชั้นแบบ Cross-Layered และทำการยึดติดผ้าไม่ทอด้วยกระบวนการยึดติดแบบเข็มปัก (Needle Punch) โดยกำหนด

ความลึกของเข็มเจาะบนแผ่น Web ที่ 1.5 เซนติเมตร ทำการย้ำ 2 รอบ จากนั้นทำการทดสอบการดูดซับเสียงโดยใช้ท่ออิมพิแดนซ์ในการทดสอบมาตรฐานการทดสอบ ASTM E 1050 ดังรูปที่ 2.23 ที่ความถี่ 100-1,600 เฮิรตซ์



รูปที่ 2.23 แผนผังเครื่องทดสอบการดูดซับเสียงท่ออิมพิแดนซ์ [41]



รูปที่ 2.24 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงผ้าไม่ทอ [41]

จากผลทดลองพบว่าที่ความถี่ต่ำค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกันมาก จากกราฟจะเห็นว่าที่ความถี่ 800 เฮิรตซ์ พบว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยไผ่ผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนที่อัตราส่วน 50:50 มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงสุด รองลงมาคือผ้าไม่ทอจาก

เส้นใยปอผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนที่อัตราส่วน 50 :50 และสุดท้ายคือผ้าไม่ทอเส้นใยกล้วยผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนที่อัตราส่วน 50: 50 เมื่อทำการเพิ่มความถี่ของเสียงที่ 1,000- 1,250 เฮิรตซ์ ผ้าไม่ทอมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงที่สุด และเมื่อเพิ่มความถี่ที่ 1,600 เฮิรตซ์ ผ้าไม่ทอทั้ง 3 ชนิดมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว สรุปได้ว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยธรรมชาติผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนมีสมบัติการดูดซับเสียงที่ช่วงความถี่ปานกลาง โดยที่ผ้าไม่ทอจากเส้นใยไผ่ผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนมีสมบัติการดูดซับเสียงสูงสุดและผ้าไม่ทอจากเส้นใยกล้วยผสมเส้นใยพอลิพรอพิลีนมีสมบัติการดูดซับเสียงต่ำสุด

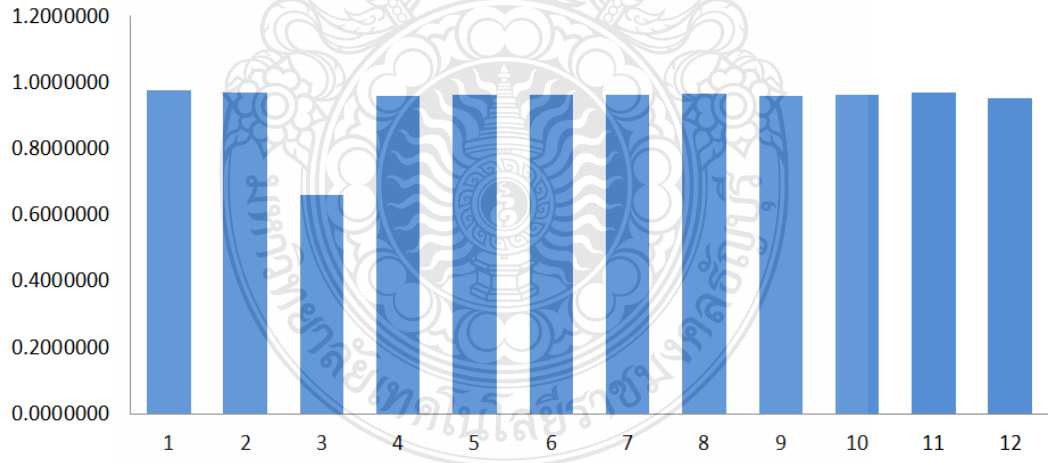
Abdelfattah และคณะ (2554) [42] ทำการทดสอบเปรียบเทียบสมบัติการดูดซับเสียงผ้าไม่ทอที่ใช้ในรถยนต์จากเส้นใยพอลิเอสเตอร์และเส้นใยกลวงพอลิเอสเตอร์ โดยทำการนำเส้นใยพอลิ-เอสเตอร์ผสมเส้นใยกลวงพอลิเอสเตอร์ขนาด 6 ดีเนียร์ ความยาวเส้นใย 64 มิลลิเมตร ที่อัตราส่วนผสม 100:0, 75:25, 55:45 ตามลำดับ กำหนดน้ำหนักผ้าไม่ทอที่ 300, 400, 500 และ 600 กรัมต่อตารางเมตร ทำการยึดติดกันด้วยความร้อน (Thermal Bonding) ดังตารางที่ 2.13 จากนั้นทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงและการไหลผ่านของอากาศผ้าไม่ทอ

ตารางที่ 2.13 ข้อกำหนดในการผลิตผ้าไม่ทอ [42]

Sample No.	Fabric weight (g/m²)	Fabric material
1	300	100 % polyester fiber
2	300	75 % polyester fiber / 25 % hollow polyester fiber
3	300	55 % polyester fiber / 45 % hollow polyester fiber
4	400	100 % polyester fiber
5	400	75 % polyester fiber / 25 % hollow polyester fiber
6	400	55 % polyester fiber / 45 % hollow polyester fiber
7	500	100 % polyester fiber
8	500	75 % polyester fiber / 25 % hollow polyester fiber
9	500	55 % polyester fiber / 45 % hollow polyester fiber
10	600	100 % polyester fiber
11	600	75 % polyester fiber / 25 % hollow polyester fiber
12	600	55 % polyester fiber / 45 % hollow polyester fiber

ตารางที่ 2.14 ผลการทดสอบความหนาละการไหลผ่านอากาศของผ้าไม่ทอ [42]

Sample No.	Thickness (mm)	Air permeability ($cm^3/cm^2/sec$)
1	3.3	212
2	4.5	196
3	4.9	195
4	6.1	195
5	7.7	182
6	7.8	160
7	9.8	152
8	9.9	148
9	10.1	129
10	11.4	122
11	13.6	122
12	15	108



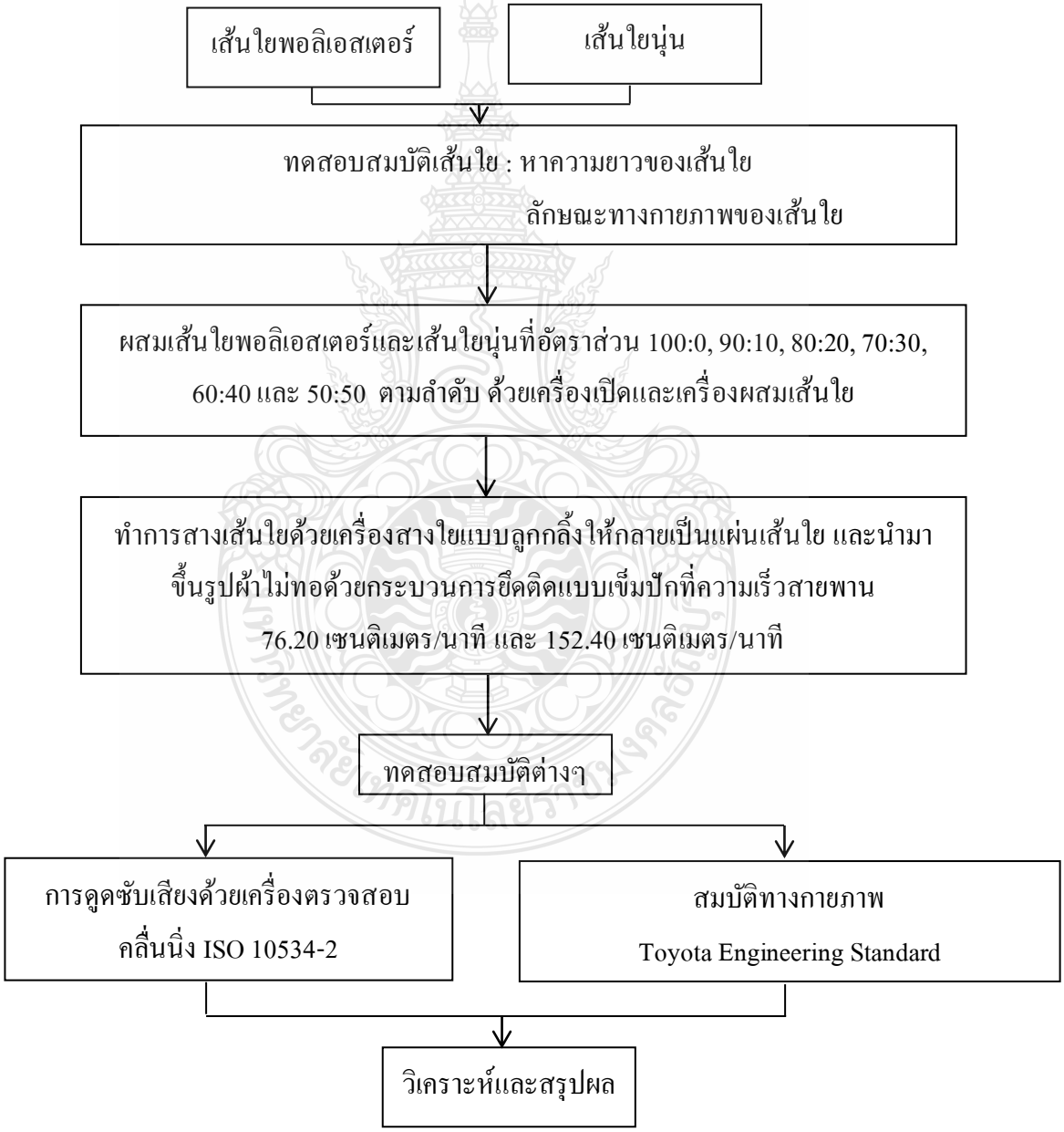
รูปที่ 2.25 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยกลวงพอลิเอสเตอร์

จากตารางที่ 2.14 แสดงการทดสอบการไหลผ่านของอากาศพบว่าอัตราส่วนเส้นใยพอลิ-เอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ที่น้ำหนัก 300 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าการไหลผ่านของอากาศมากและเมื่อทำการเพิ่มน้ำหนักผ้าไม่ทอ พบว่าความหนาผ้าไม่ทอมีความหนาเพิ่มขึ้นค่าการไหลของอากาศมีแนวโน้มลดลง และจากการทดสอบการดูดซับเสียงพบว่าผ้าไม่ทอมีจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยกลวงพอลิเอสเตอร์ที่อัตราส่วน 75:25 มีค่าการดูดซับเสียงสูงสุด และเส้นใยพอลิเอสเตอร์100 เปอร์เซ็นต์มีค่าการดูดซับเสียงต่ำสุด และเมื่อทำการเปรียบเทียบน้ำหนักผ้าไม่ทอพบว่าเมื่อน้ำหนักผ้าไม่ทอเพิ่มขึ้น ค่าการดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเส้นใยพอลิเอสเตอร์ (Polyester Fiber) และเส้นใยนุ่น (Kapok Fiber) โดยศึกษาสมบัติด้านกายภาพ วิธีการขึ้นรูปผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ด้วยการยึดติดแบบเชิงกล (Mechanical Bonding) เพื่อยึดติดประสานแผ่นเส้นใย พร้อมจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จากนั้นทำการทดสอบสมบัติผ้าไม่ทอที่ขึ้นรูปได้



3.1 วัตถุดิบที่ใช้

3.1.1 เส้นใยพอลิเอสเตอร์

3.1.2 เส้นใยนุ่น

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electronic Balance)

3.2.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope)

3.2.3 เครื่องเปิดเส้นใย (Fiber Opening Machine)

3.2.4 เครื่องผสม (Blow Room)

3.2.5 เครื่องสางใย (Roller Card)

3.2.6 เครื่องยึดติดแบบเข็มปัก (Needle Punch Machine)

3.2.7 เครื่องทดสอบการดูดซับเสียง (Acoustic Material Testing)

3.2.8 เครื่องทดสอบความหนา (Thickness Gauge)

3.2.9 เครื่องทดสอบแรงดึงขาด (Tensile Tester)

3.2.10 เครื่องทดสอบการติดไฟ (Flammability Tester)

3.3 สถานที่ทดลอง

3.3.1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.3.2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.3 ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

3.3.4 บริษัท ที.ซี.เอช ซูมิโนเอะ จำกัด

3.3.5 บริษัท ไทยอคริลิค ไฟเบอร์ จำกัด

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ทดสอบเส้นใย (Fiber Properties)

ในการศึกษาครั้งนี้ต้องทำการหาสมบัติเส้นใยก่อนที่จะทำการทดลองผลิตผ้าไม่ทอ เพื่อหาสภาวะและความเหมาะสมของเส้นใยในการผสมเส้นใยและปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งในกรณีศึกษานี้จะทำการทดสอบสมบัติเส้นใยที่มาทำการทดลองดังนี้

3.4.1.1 ทดสอบความยาวของเส้นใย (Fiber Length)

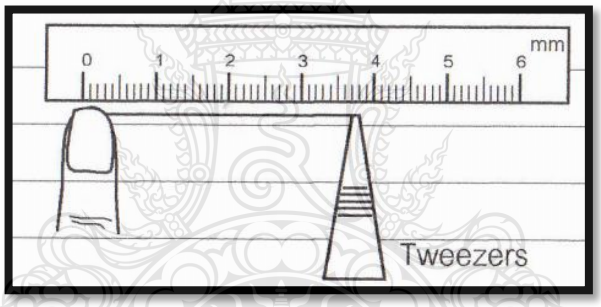
เพื่อให้ทราบถึงความยาว เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปหาความเป็นไปได้ในการผลิตผ้าไม่ทอ

1) วางไม้บรรทัดบนกระดานกำมะหยี่สีน้ำเงิน

2) ทำการสุ่มตัวอย่างเส้นใยโดยใช้ปากคีบดึงเอาเส้นใยมา 1 เส้น แล้วนำไปวางบนกระดานกำมะหยี่สีน้ำเงิน

3) ทำการดึงยืดเส้นใยนุ่นให้เหยียดตรง โดยใช้นิ้วชี้กดปลายเส้นใยด้านหนึ่งไว้ อีกด้านหนึ่งใช้คีมดึงให้ตึงพอสมควรแล้วอ่านค่า ซึ่งหน่วยวัดความยาวที่ออกมาต้องเป็นหน่วยมิลลิเมตร

4) ทำซ้ำกันเป็นจำนวน 20 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการทดสอบความยาวเส้นใย

3.4.1.2 ลักษณะทางกายภาพของเส้นใย (Long Section and Cross Section)

ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การศึกษาภาพตามยาว (Long Section) และภาคตัดขวาง (Cross Section) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) ดังรูปที่ 3.2

1) ทำการเคลือบเส้นใยด้วยทองด้วยเครื่อง Auto Fine coat รุ่น JEC-1600 เนื่องจากการทำงานของเครื่อง Scanning Electron Microscope ซึ่งมีการถ่ายภาพขยายได้ละเอียดถึง 2,000 เท่า และต้องอาศัยสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุการถ่ายภาพด้วยคลื่นอิเล็กตรอนจึงจำเป็นต้องมีการเคลือบตัวอย่างเส้นใยก่อนเข้าเครื่อง Scanning Electron Microscope

2) เปิดโถแก้วครอบช่องใส่ตัวอย่างออก แล้วนำเส้นใยที่ต้องการทำการเคลือบวางบนแท่นวางตัวอย่างและปรับความสูงของผิวตัวอย่างกับหัวเคลือบให้ห่างกัน 35 มิลลิเมตร จากนั้นปิดโถแก้วครอบช่องใส่ตัวอย่าง เปิดสวิทซ์การทำงานของเครื่องและสังเกตหลอดไฟ Pa รอจนกระทั้งเครื่องเริ่มทำงานเมื่อเคลือบเสร็จให้ปิดเครื่อง จากนั้นนำตัวอย่างออกจากช่องใส่ตัวอย่าง

3) นำตัวอย่างไปเข้าเครื่อง Scanning Electron Microscope เพื่อดูภาพขยาย

รูปที่ 3.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

3.4.2 การขึ้นรูปผ้าไม่ทอ (Nonwoven)

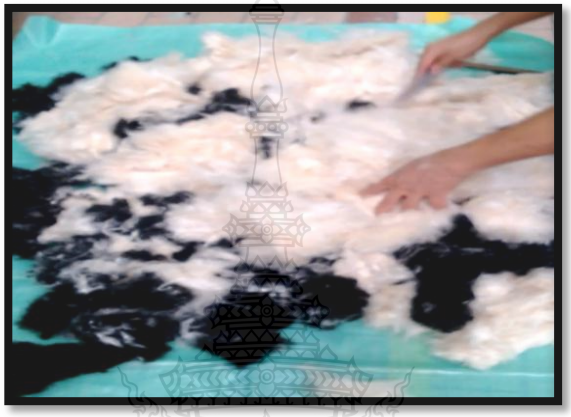
3.4.2.1 การเปิดและผสมเส้นใย (Fiber Opening and Blending)

เนื่องจากเส้นใยนุ่นมีลักษณะเส้นใยตรง ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวจึงต้องทำการผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์ เพื่อให้เส้นใยพอลิเอสเตอร์ยึดเกาะและพยุงเส้นใยนุ่น โดยทำการผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์กับเส้นใยนุ่น อัตราส่วนร้อยละที่ผสมคือ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ตามลำดับดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 ผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์กับเส้นใยนุ่น

ในกรณีศึกษานี้จะใช้เครื่องเปิดเส้นใย (Fiber Opening Machine) และเครื่องผสมเส้นใย (Blow Room) เป็นตัวกระจายและผสมเส้นใยให้เข้ากันมากที่สุด สำหรับในการทดลองนี้จะนำเส้นใยพอลิเอสเตอร์กับเส้นใยนุ่นมาผสมผ่านเครื่องเปิดเส้นใยและเครื่องผสมโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) นำเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นมาทำการเปิดโดยใช้มือฉีกให้เส้นใยกระจายตัวไม่เกาะกันเป็นก้อนดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การฉีกเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นด้วยมือ

2) ป้อนเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น ที่ทำการเปิดเส้นใยด้วยมือแล้วเข้าเครื่องเปิดเส้นใยโดยวางตามสายพาน

รูปที่ 3.5 เครื่องเปิดเส้นใย

3) จากนั้นเส้นใยจะถูกส่งไปยังเครื่องผสมเส้นใย (Blow Room) ดังรูปที่ 3.6 เพื่อให้เส้นใยผสมกันมากที่สุด ส่วนเส้นใยที่ผสมแล้วจะออกมาด้านหน้าเครื่องดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.6 เครื่องผสมเส้นใย

รูปที่ 3.7 เส้นใยหลังจากผ่านเครื่องผสมเส้นใย

3.4.2.2 การเตรียมแผ่นเส้นใย (Web Formation)

การทดลองครั้งนี้เลือกการเตรียมแบบแห้ง (Dry Laid)โดยระบบสางใย (Carding) เพื่อกระจายเส้นใยเป็นอิสระ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) นำเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่ผ่านเครื่องผสมเส้นใยแล้วป้อนเข้าเครื่องสางรุ่น Laboratory Carding Machine-Carding Da Lab oratorio Code 337A ขนาดเส้นรอบวงลูกกลิ้งตัวหน้า 130 เซนติเมตร หน้ากว้าง 48 เซนติเมตร ทำการป้อนด้วยมือโดยให้เส้นใยเรียง

กระจายตัวเท่ากันตลอด หน้ากว้างด้านหลังเครื่องสางอย่างสม่ำเสมอ โดยการควบคุมน้ำหนักครั้งละ 95 กรัม

- จากการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ ผ้าไม่ทอที่เราต้องการผลิตมีน้ำหนัก 300 กรัมต่อตารางเมตร พื้นที่เส้นรอบวงลูกกลิ้งตัวหน้า 0.48 เมตร x 1.3 เมตร = 0.642 ตารางเมตร

1 ตารางเมตร ต้องการผ้าไม่ทอน้ำหนัก 300 กรัม

ถ้า 0.642 ตารางเมตร ผ้าไม่ทอหนัก 0.642 x 300 = 187.2 / 2 = 95 กรัม (3.1)

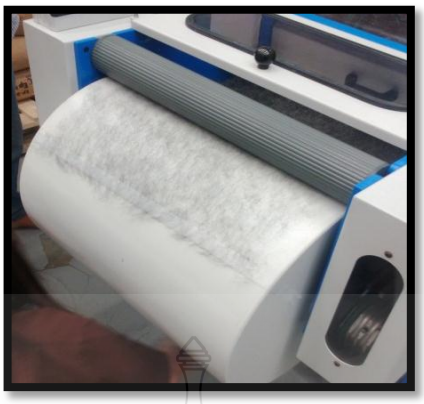
ทำการป้อนน้ำหนัก 95 กรัมต้องทำการพับครึ่งแผ่น Web เพราะหน้ากว้างของแผ่น Web กว้างกว่าเครื่องยึดติดแบบเข็ม

2) เส้นใยจะถูกสางและส่งผ่านไปภายในเครื่อง ซึ่งประกอบไปด้วยลูกกลิ้งหนามที่ทำหน้าที่แยกเส้นใยให้เป็นเส้นใยเดี่ยวอิสระ

3) หลังจากผ่านลูกกลิ้งหนามออกมาแล้วเส้นใยจะถูกลอกโดย Fly Comb ทำหน้าที่ลอกเส้นใยออกจากลูกกลิ้งหนาม เพื่อให้เป็นแผ่นเส้นใยที่เรียกว่าแผ่นเส้นใย (Web) แล้วจึงทำการหยุดเครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 แผ่นเส้นใย

4) จากนั้นใช้มือสอดบนแผ่น Web ประคองแผ่น Web มาวางทับบนลูกกลิ้งนำเทปใสแปะทับแผ่น Web ให้ติดกลับลูกกลิ้ง กดปุ่ม Start ให้เครื่องทำงานต่อ ลูกกลิ้งจะหมุนจนกว่าเส้นใยจะหมดแล้วทำการหยุดเครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ติดเทปใสแปะทับแผ่น Web ให้ติดกลับลูกกลิ้ง

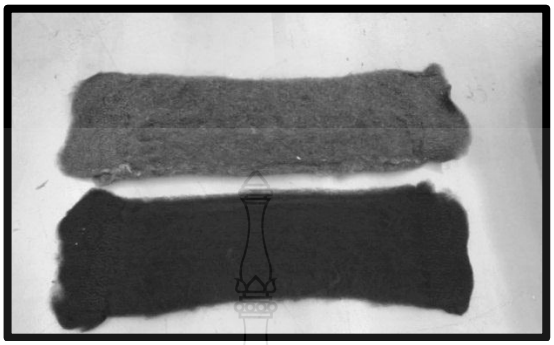
5) นำเส้นใยที่ผ่านการสาง 1 รอบ ไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณเส้นใยที่หายไป จากนั้นนำมาเข้าเครื่องสางอีกรอบเพื่อความสม่ำเสมอของเส้นใย เมื่อผ่านการสางรอบที่ 2 แล้ว ทำการพับครึ่งแผ่น Web ตามแนวยาว เนื่องจากเครื่องยึดติดแบบเข็มปัก (Needle Punch Machine) มีหน้ากว้างน้อยกว่าแผ่น Web ดังแสดงในรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 พับครึ่งแผ่น Web ตามแนวยาว

3.4.2.3 การยึดติดแผ่นเส้นใย (Mechanical Bonding)

เมื่อได้เส้นใยที่ผ่านการจัดเรียงเป็นแผ่น Web แล้ว จึงทำการยึดติดเส้นใยด้วยวิธีทางเชิงกล กระบวนการยึดติดโดยใช้เข็มปัก (Needle Punch Machine) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ทำการปักเข็มย้ำหัวท้ายของแผ่น Web เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและสะดวกในการเข้าเครื่อง Needle Punch Machine ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แผ่น Web ที่ผ่านการย้ำหัวท้าย

2) นำเส้นใยที่ผ่านการสางแล้วมาทำการขึ้นรูปเส้นใย โดยใช้เครื่องเข็มปัก Laboratory Needle Punching Machine ใช้เข็ม 15x17x32x31/2 R222 G53017 จำนวนเข็ม 1640 เล่ม ความเร็วในการย้ำของเข็มคงที่ 100 ครั้ง/นาที ปรับเปลี่ยนความเร็วในการเคลื่อนที่ของแผ่น Web บนสายพานที่ 76.20 เซนติเมตร/นาที และ 152.40 เซนติเมตร/นาที

รูปที่ 3.12 ผ้าไม่ทอหลังจากผ่านการปักย้ำด้วยเข็ม

3.4.3 ทำการทดสอบสมบัติของผ้าไม่ทอ (Nonwoven Properties)

3.4.3.1 การทดสอบหาน้ำหนักของแผ่นเส้นใยต่อหน่วยพื้นที่ (Fabric Weight)

1) ตัดชิ้นงานขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร

2) นำชิ้นงานทดสอบจำนวน 3 ชิ้น ชั่งน้ำหนัก

3) เปิดปุ่ม ON ทางด้านซ้ายมือตรวจสอบลูกน้ำด้านหลังเครื่องชั่งให้ลูกน้ำอยู่ในวงกลม

4) เซ็ตเลือกหน่วยเป็นกรัม

5) นำน้ำหนักที่ได้มาหาค่าน้ำหนักต่อพื้นที่ (กรัมต่อตารางเมตร) จากสูตร

น้ำหนักต่อพื้นที่ (กรัมต่อตารางเมตร) = น้ำหนัก (กรัม) x 16 (3.2)

6) หลังจากทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกผล

3.4.3.2 ความหนาผ้าไม่ทอ (Fabric Thickness)

1) ตัดชิ้นงานขนาด 500 มิลลิเมตร x 500 มิลลิเมตร ชิ้นงานทดสอบจำนวน 3 ชิ้น

2) ใช้ Dial Thickness Gage วัดความหนาของผ้าไม่ทอ

3) อ่านค่าจากมาตรวัด

4) คำนวณหาค่าความหนาเฉลี่ยจากสูตร

ความหนาเฉลี่ย = ผลรวมของความหนา / จำนวนครั้งที่วัด (3.3)

3.4.3.3 การทดสอบแรงดึงขาด (Tensile Strength) และการทดสอบการยืดตัวก่อนขาด (Elongation)

1) ตัดชิ้นงานขนาด 100 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ชิ้นงานทดสอบจำนวน 3 ชิ้น

2) เปิดสวิตช์ ทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ ความเร็วทดสอบ 200 มิลลิเมตร/นาที

3) การทดสอบชิ้นงาน โดยนำชิ้นงานใส่ที่ Clamp จับยึดชิ้นงานบน–ล่าง หมุนเกลียวให้แน่น กดปุ่มเซ็ต Zero ที่ Load/Stress กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำงาน Clamp จะเคลื่อนที่ออกจากกันเพื่อดึงชิ้นงานจนขาดและเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งเดิม กดปุ่ม Peak เพื่อดูค่าแรงดึงสูงสุดแสดงที่จอ Load/Stress คือค่า Maximum Load พร้อมค่า Elongation

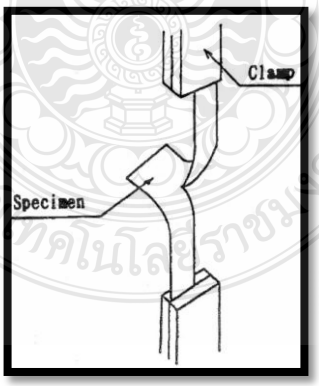
4) เป็นการทดสอบสมบัติความแข็งแรงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นตามมาตรฐานการทดสอบ Toyota Engineering Standard TS 3600G ทดสอบโดยเครื่อง Tensile Tester

รูปที่ 3.13 เครื่องทดสอบแรงดึงขาด

3.4.3.5 การทดสอบความต้านต่อแรงฉีดขาด (Tearing Strength)

1) ตัดชิ้นงานขนาด 50 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ชิ้นงานทดสอบจำนวน 3 ชิ้น

2) นำชิ้นงานตามภาพที่ด้าน 50 มิลลิเมตร โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน เท่าๆ กันคือ 25 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.14 ลักษณะการจับชิ้นงานทดสอบ ในการทดสอบความต้านต่อแรงฉีดขาด

3) นำชิ้นงานนั้นได้ไปทดสอบที่เครื่อง Tensile Tester โดยใส่ชิ้นทดสอบที่ปากจับของเครื่องทดสอบระยะห่างระหว่างตัวจับอยู่ที่ 10 เซนติเมตร เมื่อทำการใส่ชิ้นงานแล้วตั้งค่าความเร็วทดสอบ 200 มิลลิเมตร/นาที

4) การทดสอบชิ้นงาน โดยนำชิ้นงานใส่ที่ Clamp จับยึดชิ้นงานบน-ล่าง หมุนเกลียวให้แน่น กดปุ่มเซ็ต Zero ที่ Load/Stress กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำงาน Clamp จะเคลื่อนที่ออกจากกันเพื่อดึงชิ้นงานจนขาด และเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งเดิม กดปุ่ม Peak เพื่อดูค่าแรงสูงสุดแสดงที่จอ Load/Stress คือค่า Tearing Strength หลังจากทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกผล

5) เป็นการทดสอบสมบัติความแข็งแรงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอส-เตอร์ผสมเส้นใยนุ่นตามมาตรฐานการทดสอบ Toyota Engineering Standard TSH 3600G โดยเครื่อง Tensile Tester

3.4.3.6 การทดสอบการติดไฟ (Flammability Test)

1) ตัดชิ้นงานขนาด 100 มิลลิเมตร x 330 มิลลิเมตร ด้านแนวตั้งและแนวนอน จำนวนชิ้นงานทดสอบจำนวนด้านละ 3 ชิ้น

2) ในตู้การทดสอบการเผาไหม้ จุดไฟที่หัว Burner โดยปรับระดับแก๊สให้เปลวไฟสูง 38 มิลลิเมตร เปิดสวิตช์ตู้ดูดควัน

3) นำชิ้นงานวางบน U Clamp ด้านล่าง และนำ U Clamp ด้านบนวางประกบทับ ในตู้ทดสอบ Flammability Tester นำชิ้นงานที่ประกบด้วย U Clamp ใส่ที่รางและเลื่อนไปที่หัว Burner เริ่มจับเวลาเมื่อไฟลามมาถึงจุด A (Start) และหยุดเวลาเมื่อไฟดับลง (ระหว่างจุด A และ B) สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

4) เป็นการทดสอบการติดไฟ ของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นตามมาตรฐานการทดสอบ Toyota Engineering Standard TSM0500G ทดสอบโดยเครื่อง Flammability Tester

Burn Distance (มิลลิเมตร) = ระยะทางที่เผาไหม้ (มิลลิเมตร) ระหว่างจุด A และ B

Burn Time (วินาที) = เวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ระหว่างจุด A และ B

Burning Speed (มิลลิเมตร/นาที) = ความเร็วในการเผาไหม้ โดยใช้สูตร

$$= \frac{\text{Burn Distance (มิลลิเมตร)}}{\text{Burn Time (วินาที)}} \times 60 \qquad (3.4)$$

รูปที่ 3.15 เครื่องทดสอบการติดไฟ

3.4.4 ทำการทดสอบการดูดซับเสียง (Sound Absorption)

1) ตัดชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร

2) ทำการติดตั้งไมโครโฟนเครื่องวัดเสียงภายในท่ออิมพิแดนซ์

3) ติดแผ่นวัสดุตัวอย่างที่ปลาย Small Tube จากนั้นประกอบ Small Tube เข้ากับท่ออิมพิแดนซ์

4) เปิดเครื่องอุปกรณ์กำเนิดความถี่ ที่ความถี่ 125, 250, 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์

5) เป็นการทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นตามมาตรฐานการทดสอบ ISO 10534-2 ทดสอบโดยเครื่อง Acoustic Material Testing

รูปที่ 3.16 เครื่องทดสอบการดูดซับเสียงด้วยเครื่องตรวจสอบคลื่นนิ่ง

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 สมบัติของเส้นใย

4.1.1 ความยาวเส้นใย (Fiber Length)

ในการผลิตผ้าไม่ทอ ความยาวเส้นใยมีความสำคัญมากซึ่งเป็นตัวกำหนดคุณภาพของแผ่นเส้นใย (Web) ที่ได้จากกระบวนการสางเส้นใยและจากการทดสอบหาความยาวเส้นใยจะได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่าเส้นใยนุ่นจะมีความยาวเฉลี่ย 22.40 มิลลิเมตร จัดเส้นใยนุ่นเป็นเส้นใยสั้น (Staple Fiber) และเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีความยาวเฉลี่ย 54.12 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยความยาวของเส้นใย

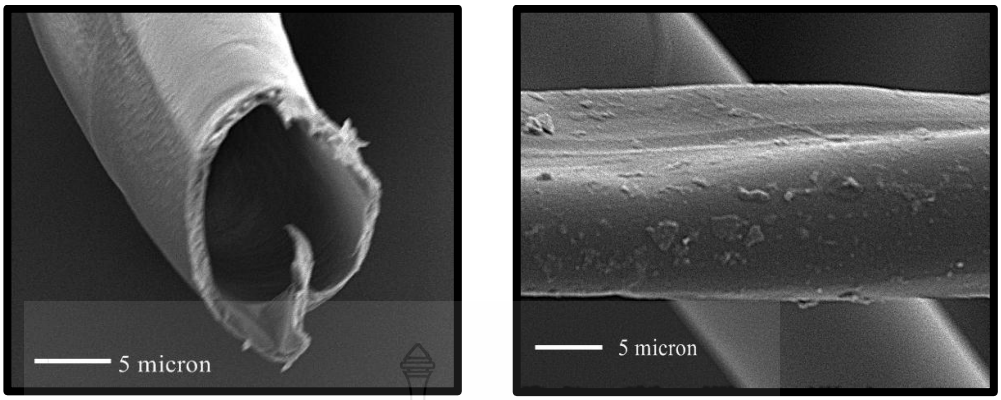
ชนิดเส้นใย	$\bar{x}$ (mm)	**S.D.**
เส้นใยนุ่น	22.40	1.96
เส้นใยพอลิเอสเตอร์	54.12	2.36

4.1.2 ลักษณะทางกายภาพของเส้นใย (Long Section and Cross section)

ในการผสมเส้นใยต่างชนิดกันสิ่งที่สำคัญรองลงมาจากความยาวเส้นใยที่ต้องนำมาพิจารณา คือการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเส้นใยซึ่งจะส่งผลต่อสมบัติผ้าไม่ทอโดยตรง จากการทดสอบหาลักษณะทางกายภาพของเส้นใยได้ผลการทดลองดังนี้

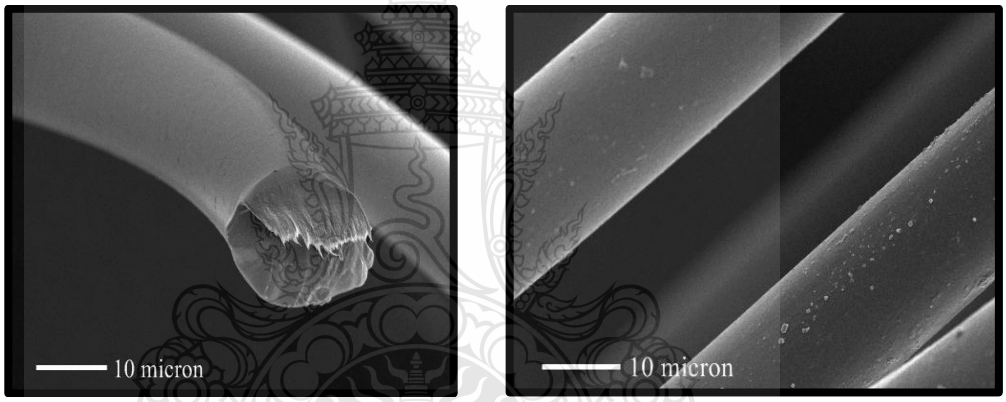
เส้นใยนุ่น รูปลักษณะภาพตามยาวจะเป็นเส้นตรง ผิวเรียบ ไม่มีความหยิกงอ ส่วนลักษณะภาคตัดขวางของเส้นใยนุ่นมีลักษณะกลม และมีรูตรงกลางเป็นท่อตลอดจนถึงปลายเส้นใยดังแสดงในรูปที่ 4.1

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ รูปลักษณะภาพตามยาวจะเป็นเส้นตรง ผิวเรียบ เส้นใยทำให้หยิกงอได้ ส่วนลักษณะภาคตัดขวางของเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีลักษณะกลม ตันตลอดความยาวเส้นใยดังแสดงในรูปที่ 4.2



(a) (b)

รูปที่ 4.1 (a) ภาคตัดขวางเส้นใยนุ่น (b) ภาพตามยาวเส้นใยนุ่น



(a) (b)

รูปที่ 4.2 (a) ภาคตัดขวางเส้นใยพอลิเอสเตอร์ (b) ภาพตามยาวเส้นใยพอลิเอสเตอร์

4.1.3 ขนาดของเส้นใย (Dimensions)

ผลการหาขนาดเส้นใยนุ่น จากภาพที่ได้จากกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และหาขนาดเส้นใยโดยใช้โปรแกรม IMAG-J พบว่าเส้นใยนุ่นมีความยาวประมาณ 22.40 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 13.60 ไมครอน เส้นใยพอลิเอสเตอร์มีความยาวประมาณ 54.12 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 35.04 ไมครอน

4.2 การผสมเส้นใย (Fiber Opening and Blend)

4.2.1 น้ำหนักเส้นใยที่ใช้ผสม

ในการทดลองครั้งนี้จะทำการแบ่งเส้นใยออกเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 1,500 กรัม ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงสัดส่วนการผสมเส้นใยจากการทดลอง

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น	น้ำหนักเส้นใยพอลิเอสเตอร์ (กรัม)	น้ำหนักเส้นใยนุ่น (กรัม)
100 : 0	1,500	0
90 : 10	1,350	150
80 : 20	1,200	300
70 : 30	1,050	450
60 : 40	900	600
50 : 50	750	750

4.2.2 น้ำหนักเส้นใยที่ใช้ผสมหลังจากผ่านเครื่องเปิดเส้นใยและเครื่องผสมเส้นใย

ทำการชั่งน้ำหนักเส้นใยก่อนและหลังเข้าเครื่องผสมเส้นใย พบว่าน้ำหนักเส้นใยลดลงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนที่ผสม ที่อัตราส่วนเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นปริมาณการสูญเสียน้ำหนักเส้นใยมีมากขึ้นตาม ดังนั้นน้ำหนักเส้นใยที่ลดลงอาจเกิดจากเส้นใยนุ่นที่มีขนาดเล็ก สั้นและน้ำหนักเบา ระหว่างกระบวนการผสมเส้นใยเกิดการฟุ้งกระจายตามอากาศและตกใต้เครื่อง จึงส่งผลทำให้จำนวนน้ำหนักเส้นใยลดลงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงน้ำหนักหลังจากผ่านเข้าเครื่องเปิดเส้นใยและเครื่องผสมเส้นใย

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ ผสมเส้นใยนุ่น	น้ำหนักก่อนเข้าเครื่องเปิดเส้นใย (กรัม)	น้ำหนักหลังเข้าเครื่องเปิดเส้นใย (กรัม)	น้ำหนักหลังเข้าเครื่องผสมเส้นใย (กรัม)
100 : 0	1,500	1,500	1,500
90 : 10	1,500	1,500	1,490

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงน้ำหนักหลังจากผ่านเข้าเครื่องเปิดเส้นใยและเครื่องผสมเส้นใย (ต่อ)

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ ผสมเส้นใยนุ่น	น้ำหนักก่อนเข้าเครื่องเปิดเส้นใย (กรัม)	น้ำหนักหลังเข้าเครื่องเปิดเส้นใย (กรัม)	น้ำหนักหลังเข้าเครื่องผสมเส้นใย (กรัม)
80 : 20	1,500	1,490	1,450
70 : 30	1,500	1,460	1,450
60 : 40	1,500	1,490	1,450
50 : 50	1,500	1,480	1,120

4.3 การเตรียมแผ่นเส้นใย (Web Formation)

ผลการสางใยจากเส้นใยนุ่น 100 เปอร์เซ็นต์ไม่สามารถกระทำได้ เนื่องมาจากเส้นใยนุ่นที่ได้จากการศึกษาไม่มีความหยิกงอทำให้ไม่มีการเกาะยึดในโครงสร้างได้ ดังนั้นจึงทำการผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์เป็นตัวช่วยพยุงเส้นใยนุ่นให้ยึดเกี่ยวกันได้

เมื่อทำการสางเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น โดยการควบคุมน้ำหนักที่ 95 กรัม และทำการชั่งน้ำหนักหลังจากผ่านการสาง 1 รอบ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงน้ำหนักแผ่น Web ที่ผ่านการสาง 1 รอบ

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น	น้ำหนักเส้นใย (กรัม)
100 : 0	93.00
90 : 10	91.50
80 : 20	88.00
70 : 30	91.00
60 : 40	90.50
50 : 50	82.00

จากตารางผลการทดสอบพบว่าเมื่อทำการผสมเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นน้ำหนักของแผ่น Web มีแนวโน้มลดลง อาจเนื่องจากลักษณะเส้นใยนุ่นที่เป็นเส้นใยสั้นและไม่มีความหยิกงอ จึงส่งผลให้เมื่อผ่านกระบวนการสางเส้นใยแบบลูกกลิ้ง (Roller Card) พบว่าเส้นใยนุ่นติดหนามของลูกกลิ้ง ตกใต้

ลูกกลิ้งและตกใต้เครื่องสางจำนวนมากดังแสดงในรูปที่ 4.3 จึงทำให้สูญเสียปริมาณเส้นใยนุ่น ส่งผลทำให้แผ่น Web มีน้ำหนักลดน้อยลง และเมื่อทำการชั่งน้ำหนักเส้นใยที่ตกภายใต้เครื่องสางพบว่าอัตราส่วนเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นปริมาณเส้นใยตกภายใต้เครื่องสางมีมากขึ้นตามดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งเส้นใยที่เหมาะสมในการสางต้องมีคุณลักษณะเช่น ความยาวของเส้นใย ขนาดของเส้นใยและความหยักของเส้นใย จะมีผลต่อกระบวนการผลิตและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ [20] และเมื่อผ่านการเรียงชั้นแผ่น Web พบว่าแผ่น Web ออกมาเรียงตัวไม่สม่ำเสมอกันตลอดทั้งผืน อาจเนื่องจากทำการป้อนเส้นใยเข้าเครื่องสางด้วยมือจึงไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำหนักที่ป้อนให้แน่นอนและคงที่ได้

รูปที่ 4.3 เส้นใยนุ่นตกใต้ลูกกลิ้งหนาม

ตารางที่ 4.5 แสดงน้ำหนักเส้นใยที่ตกใต้เครื่องสาง

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น	น้ำหนักเส้นใย (กรัม)
100 : 0	0.18
90 : 10	0.34
80 : 20	0.04
70 : 30	0.50
60 : 40	0.27
50 : 50	0.61

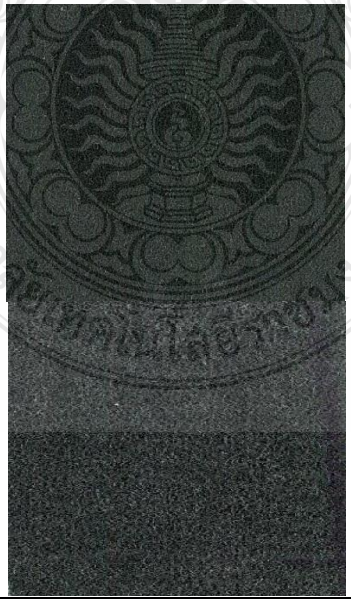
4.4 การยึดติดแผ่นเส้นใย (Mechanical Bonding)

ในการทดลองผลิตผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น เมื่อทำการยึดติดเส้นใยด้วยวิธีทางเชิงกลกระบวนการยึดติดโดยใช้เข็มปัก (Needle Punching) จำนวนการย้ำ 1รอบพบว่า

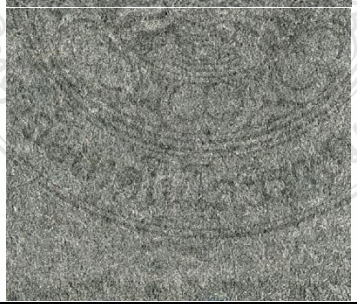
ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นมีลักษณะหนา–บาง ไม่สม่ำเสมอ อาจเนื่องจากแผ่น Web มีลักษณะหนา–บาง ไม่สม่ำเสมอ เมื่อนำมาผลิตผ้าไม่ทอจึงส่งผลให้มีความไม่สม่ำเสมอด้วยเช่นกัน อาจเนื่องมาจากวิธีการป้อนเส้นใยเข้าเครื่องสางด้วยมือจึงไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำหนักที่ป้อนให้แน่นอนและคงที่ได้ อีกทั้งลักษณะด้านความยาวและความหยิกงอของเส้นใยทั้ง 2 ชนิดที่มีลักษณะแตกต่างกันจึงส่งผลต่อลักษณะผ้าไม่ทอ

ลักษณะสีของผ้าไม่ทอในงานวิจัยนี้ได้ใช้เส้นพอลิเอสเตอร์สีดำ เส้นใยนุ่นสีขาว เพื่อให้สังเกตเห็นการผสมเส้นใยให้เข้ากันและการเปลี่ยนแปลงของสีเมื่อผสมเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้น จากการสังเกตด้วยตาเปล่า พบว่าเมื่อเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นผ้าไม่ทอมีลักษณะสีที่อ่อนลง และผ้าไม่ทอมีความสว่างขึ้นตามอัตราส่วนเส้นใยนุ่นดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอ

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น	ความเร็วสายพาน	
	76.20 เซนติเมตร/นาที	152.40 เซนติเมตร/นาที
100 : 0		
90 : 10		

ตารางที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอ (ต่อ)

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น	ความเร็วสายพาน	
	76.20 เซนติเมตร/นาที	152.40 เซนติเมตร/นาที
80 : 20		
70 : 30		
60 : 40		
50 : 50		

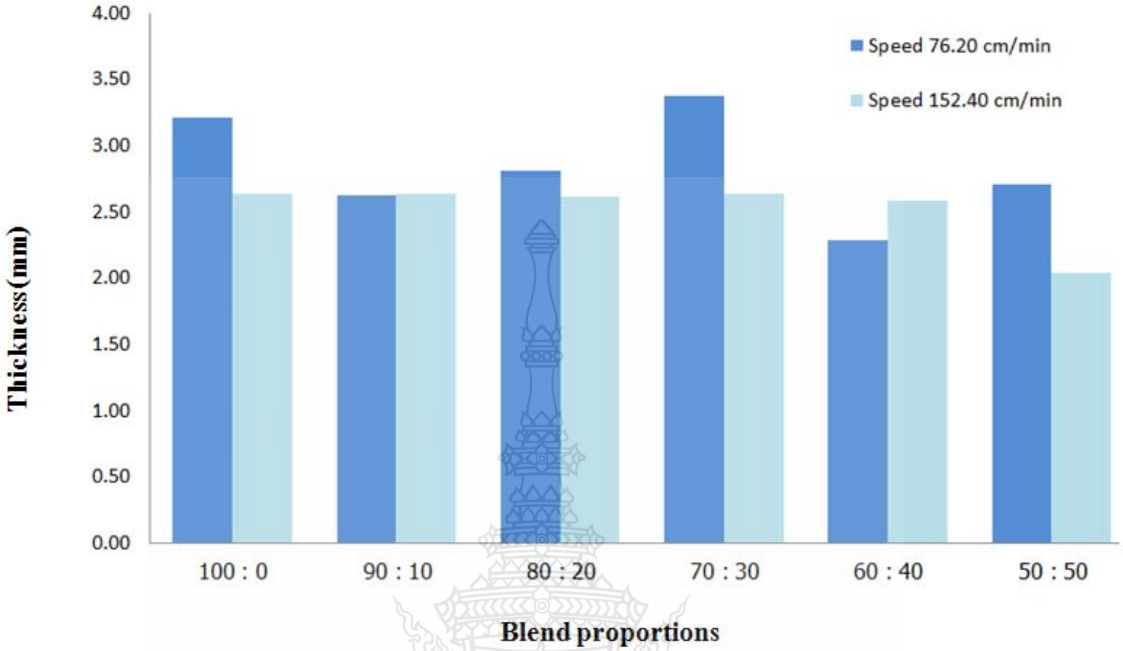
4.5 สมบัติทางกายภาพ (Physical Properties)

4.5.1 น้ำหนัก (Fabric Weight)

รูปที่ 4.4 น้ำหนักของผ้าไม่ทอ

การทดสอบน้ำหนักผ้าไม่ทอจะทำการวัดโดยมีหน่วยเป็นน้ำหนักกรัมต่อพื้นที่ (g/m^2) ซึ่งหน่วยวัดนี้จะบ่งบอกถึงความหนาแน่นของแผ่น Web ในหน่วยพื้นที่ กระบวนการที่ควบคุมน้ำหนักผ้าไม่ทอ คือกระบวนการสางและการเรียงชั้นแผ่น Web [20] จากผลการทดสอบพบว่าที่ค่าน้ำหนักผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุด และเมื่อทำการผสมเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นน้ำหนักของผ้าไม่ทอมีแนวโน้มลดลงซึ่งสังเกตได้ชัดเจนดังรูปที่ 4.4 โดยที่ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นอัตราส่วน 50:50 มีค่าต่ำสุด อาจเนื่องจากลักษณะของเส้นใยนุ่นที่เป็นเส้นใยสั้น มีน้ำหนักเบาและไม่มีความหยิกงอ ผิวเส้นใยมีความมัน เมื่อผ่านกระบวนการสางเส้นใยและการเรียงชั้นแผ่น Web เส้นใยนุ่นกระจายตามอากาศ ตกใต้เครื่อง และติดที่หนามลูกกลิ้งเครื่องสางจำนวนมากทำให้สูญเสียปริมาณเส้นใยนุ่น

4.5.2 ความหนาผ้า (Fabric Thickness)



รูปที่ 4.5 ความหนาของผ้าไม่ทอ

ความหนาผ้าไม่ทอขึ้นอยู่กับการเรียงชั้นของแผ่น Web จากรูปที่ 4.5 พบว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุด และที่อัตราส่วนผสมเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นผ้าไม่ทอมีค่าความหนาลดลง โดยที่ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นอัตราส่วน 50 : 50 มีค่าต่ำสุด อาจเนื่องจากการสูญเสียเส้นใยนุ่นจากกระบวนการสางเส้นใยและเรียงชั้นแผ่น Web จึงทำให้ความหนาและน้ำหนักลดลง และจากการสังเกตลักษณะผ้าไม่ทอพบว่าผ้าไม่ทอมีลักษณะหนา-บางไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งผืน อาจเนื่องจากกระบวนการเรียงชั้นแผ่น Web โดยกระบวนการสางเป็นวิธีการป้อนเส้นใยเข้าเครื่องสางด้วยมือจึงไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำหนักที่ป้อนให้แน่นอนและคงที่ได้ อีกทั้งลักษณะความยาวและความหยิกงอของเส้นใยทั้ง 2 ชนิดที่มีลักษณะแตกต่างกันซึ่งมีผลต่อการยึดเกาะและประสานกันของเส้นใย [18] จึงส่งผลต่อการทดสอบความหนาและเมื่อเปรียบเทียบความเร็วสายพาน พบว่าที่ความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาทีมีค่าความหนามากกว่าที่ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาที เป็นการเคลื่อนที่ช้ากว่าจึงทำให้ระยะเวลาในการย้ำของเข็มมากกว่า เส้นใยจึงมีการอัดตัวกันอย่างหนาแน่น

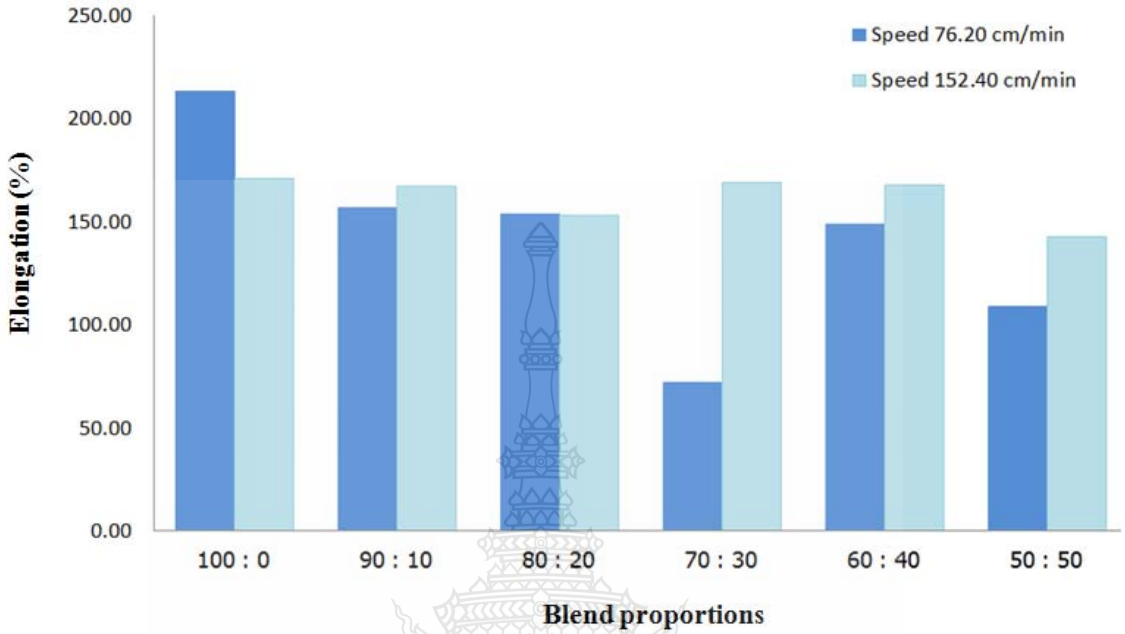
4.5.3 ความแข็งแรงต่อแรงดึงขาด (Tensile Strength)

ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงขาดของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นตามมาตรฐานการทดสอบ Toyota Engineering Standard TS 3600G ทดสอบโดยเครื่อง Tensile Tester จากตารางที่ 4.7 พบว่าที่อัตราส่วนเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นความแข็งแรงจะลดน้อยลง อาจเนื่องจากลักษณะเส้นใยนุ่นที่เป็นเส้นใยสั้น ไม่มีความหยิกงอ ทำให้เส้นใยขัดตัวกันและประสานกันได้น้อย อีกทั้งปริมาณการผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์ลดลงตามอัตราส่วนผสมทำให้เส้นใยพอลิเอสเตอร์ที่เป็นตัวช่วยพยุงเส้นใยนุ่นน้อยลงทำให้การยึดเกี่ยวของเส้นใยลดลงตาม ส่งผลทำให้โครงสร้างผ้าไม่ทอมีความหนาแน่นและความแข็งแรงน้อยลง เมื่อทำเปรียบเทียบความเร็วสายพานในการขึ้นรูปแผ่นเส้นใยที่ความเร็ว 76.20 เซนติเมตร/นาที และ 152.40 เซนติเมตร/นาที พบว่าความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาทีมีค่าแรงดึงขาดมากกว่า อาจเนื่องจากการเคลื่อนที่ของแผ่น Web ช้ากว่าจึงทำให้มีระยะเวลาในการย้ำของเข็มซ้ำๆ หลายครั้ง แผ่น Web จึงมีการอัดตัวของเส้นใยเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ผ้าไม่ทอมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นด้วย ผ้าที่มีความหนาแน่นมากจะมีความแข็งแรงต่อแรงดึงได้สูง [15] อาจเนื่องจากผ้าไม่ทอที่มีความหนาแน่นเมื่อถูกแรงดึงจำนวนเส้นใยทั้งหมดในผ้าไม่ทอจะช่วยกันต้านแรงจึงทำให้มีค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงสูงกว่าผ้าไม่ทอที่มีโครงสร้างแบบหลวมๆ

ตารางที่ 4.7 ค่าแรงดึงขาดของผ้าไม่ทอ

เส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น	ค่าแรงดึงขาด (นิวตัน)	
	ความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาที	ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที
100 : 0	139.67	47.17
90 : 10	190.50	158.67
80 : 20	89.17	61.50
70 : 30	88.50	59.67
60 : 40	38.00	45.33
50 : 50	59.33	57.25

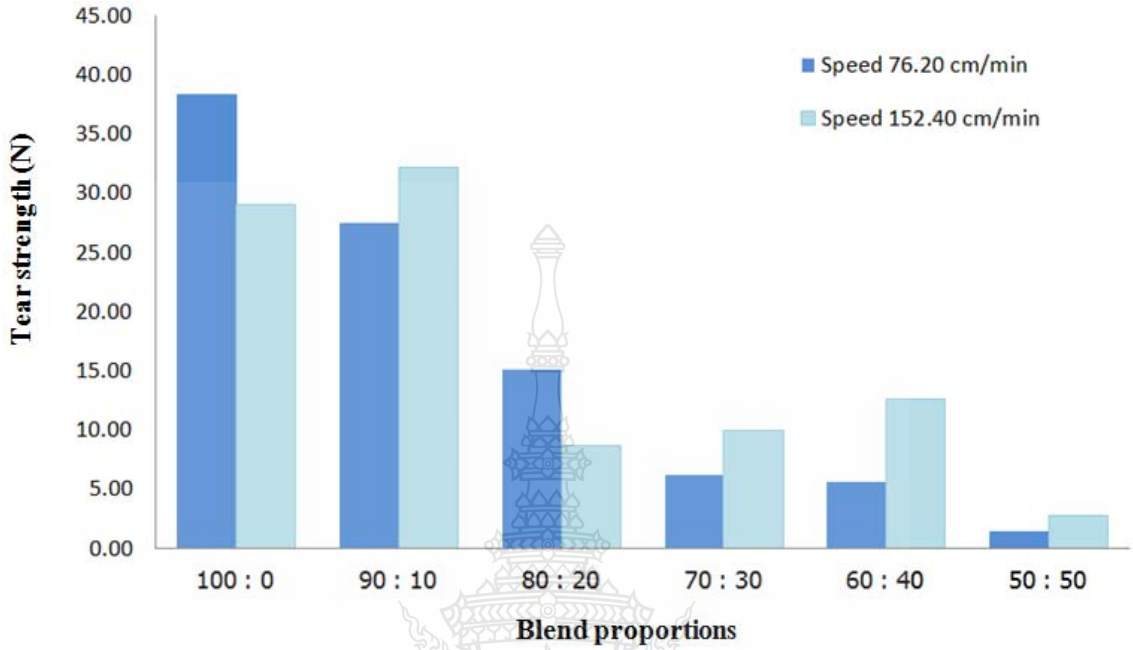
4.5.4 การยืดตัวก่อนขาด (Elongation)



รูปที่ 4.6 ค่าการยืดตัวก่อนขาดของผ้าไม่ทอ

การทดสอบการยืดตัวก่อนขาดของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น ตามมาตรฐานการทดสอบ Toyota Engineering Standard TS 3600G ทดสอบโดยเครื่อง Tensile Tester จากรูปที่ 4.6 พบว่าอัตราส่วนเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นค่าการยืดตัวก่อนขาดลดน้อยลง โดยที่ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุด และผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นอัตราส่วน 50 : 50 มีค่าต่ำสุด อาจเนื่องจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีความหยิกงอ จึงทำให้เส้นใยเกาะเกี่ยวและประสานกันได้ดี เมื่อทำการทดสอบการยืดตัวก่อนขาดเส้นใยจะมีแรงเหนี่ยวระหว่างถูกแรงดึงขาด เส้นใยที่มีความหยิกงอจะมีระยะเวลาในการยืดตัวจึงทำให้มีค่าการยืดตัวก่อนขาดสูง และเมื่อเปรียบเทียบความเร็วสายพานในการขึ้นรูปแผ่นเส้นใยที่ความเร็ว 76.20 เซนติเมตร/นาที และ 152.40 เซนติเมตร/นาที พบว่าที่ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที มีค่าการยืดตัวก่อนขาดมากกว่าที่ความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาที ซึ่งตรงข้ามกับสมบัติทางความแข็งแรงต่อแรงดึงขาด อาจเนื่องจากที่ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที ระยะเวลาในการปักย้ำของเข็มน้อยจึงทำให้โครงผ้าเป็นแบบหลวมๆ เมื่อนำมาทำการสอบการยืดตัวก่อนขาดเส้นใยสามารถเคลื่อนตัวและกระจายแรงหลีกเลี่ยงแรงดึงขาดได้มากกว่าผ้าที่มีโครงหนาแน่น

4.5.5 ความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาด (Tearing Strength)

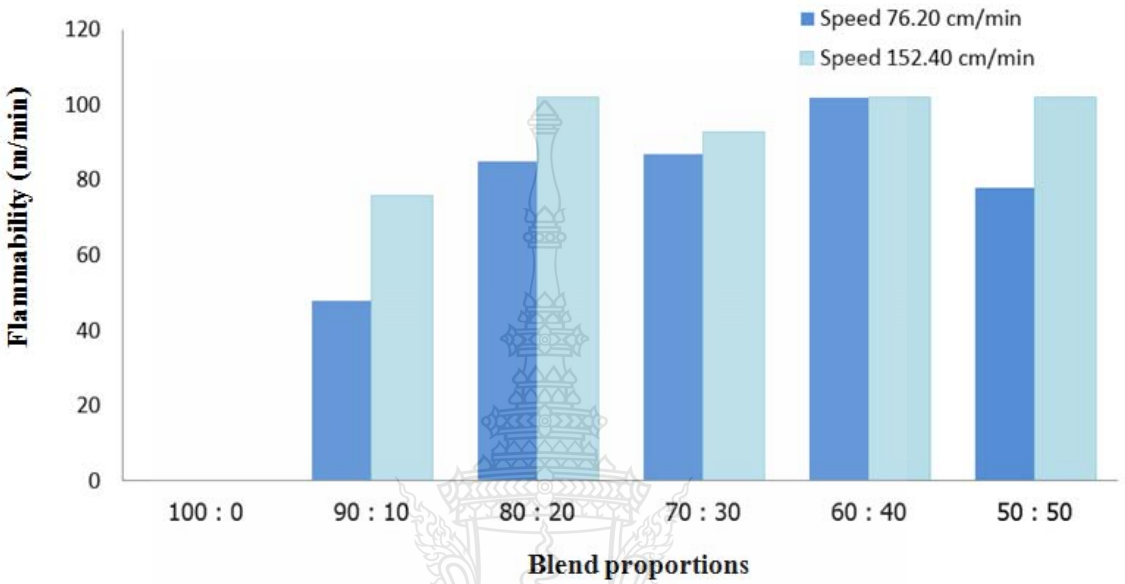


รูปที่ 4.7 ค่าความต้านต่อแรงฉีดขาดของผ้าไม่ทอ

ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น ตามมาตรฐานการทดสอบ Toyota Engineering Standard TS 3600G ทดสอบโดยเครื่อง Tensile Tester จากรูป 4.7 พบว่าค่าแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิ-เอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดสูงสุด และเมื่ออัตราส่วนเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดลดลง โดยที่ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นในอัตราส่วน 50:50 มีค่าน้อยสุด อาจเนื่องมาจากลักษณะเส้นใยนุ่นเป็นเส้นใยสั้น เส้นใยเหยียดตรง ไม่มีความหยิกงอ เมื่อจำนวนเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นอัตราส่วนเส้นใยพอลิเอสเตอร์ลดลง ส่งผลทำให้เส้นใยมีการยึดเกาะและประสานกันของเส้นใยน้อยลง อาจเนื่องจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีความหยิกงอและเป็นเส้นใยหลักที่ช่วยพยุงเส้นใยนุ่นให้ยึดเกาะและประสานกันส่งผลทำให้ผ้าไม่ทอมีความแข็งแรงน้อยลง และเมื่อเปรียบเทียบความเร็วสายพานที่ 76.20 เซนติเมตร/นาที และ 152.40 เซนติเมตร/นาที พบว่าที่ความเร็วสายพานที่ 152.40 เซนติเมตร/นาที มีค่าความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดมากกว่า อาจเนื่องจากเป็นการเคลื่อนที่เร็วระยะเวลาในการย้ำของเข็มน้อย เส้นใยยึดติดและประสานกันน้อย โครงสร้างผ้าไม่ทอเป็นแบบหลามๆ เมื่อทำการทดสอบในระหว่างการฉีกขาดเส้นใยแต่ละเส้นเกิดการลื่นไถลไป

รวมตัวชิดกับเส้นใยด้านข้างและด้านแรงซึ่งกันและกัน โดยมักจะเกิดขึ้นกับผ้าที่มีโครงสร้างหลวมและมีความหนาแน่นน้อย เส้นใยสามารถเลื่อนไกลได้มากกว่าจึงทำให้ทนแรงฉีกขาดได้มากกว่า [15]

4.5.6 การติดไฟของผ้าไม่ทอ (Flammability)

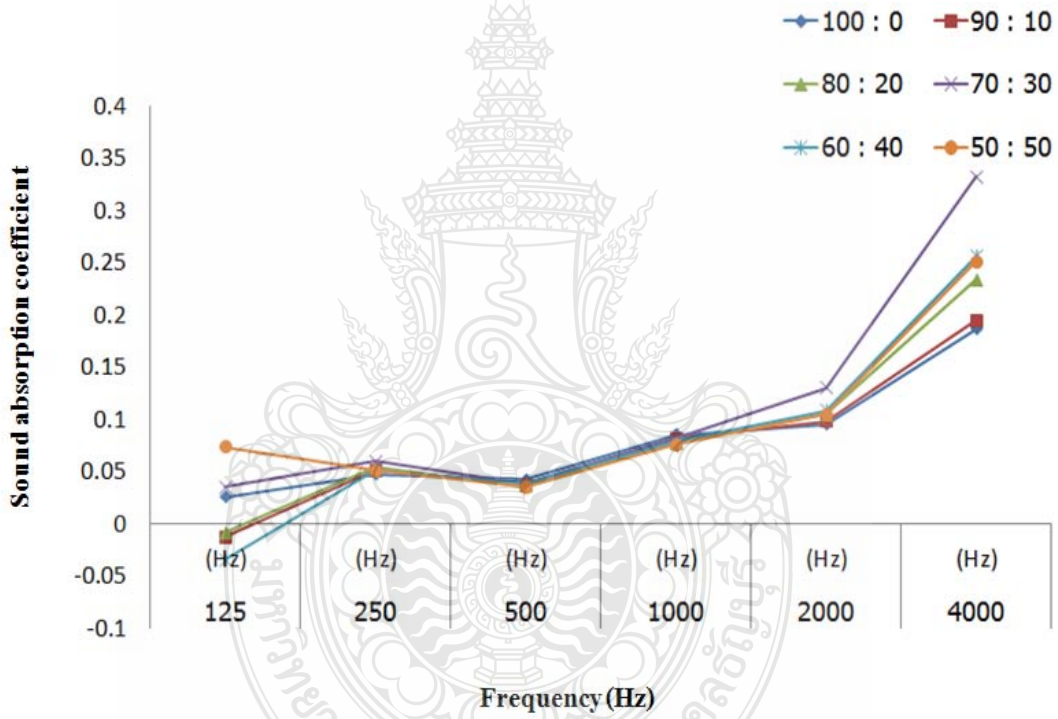


รูปที่ 4.8 ค่าการทดสอบการติดไฟของผ้าไม่ทอ

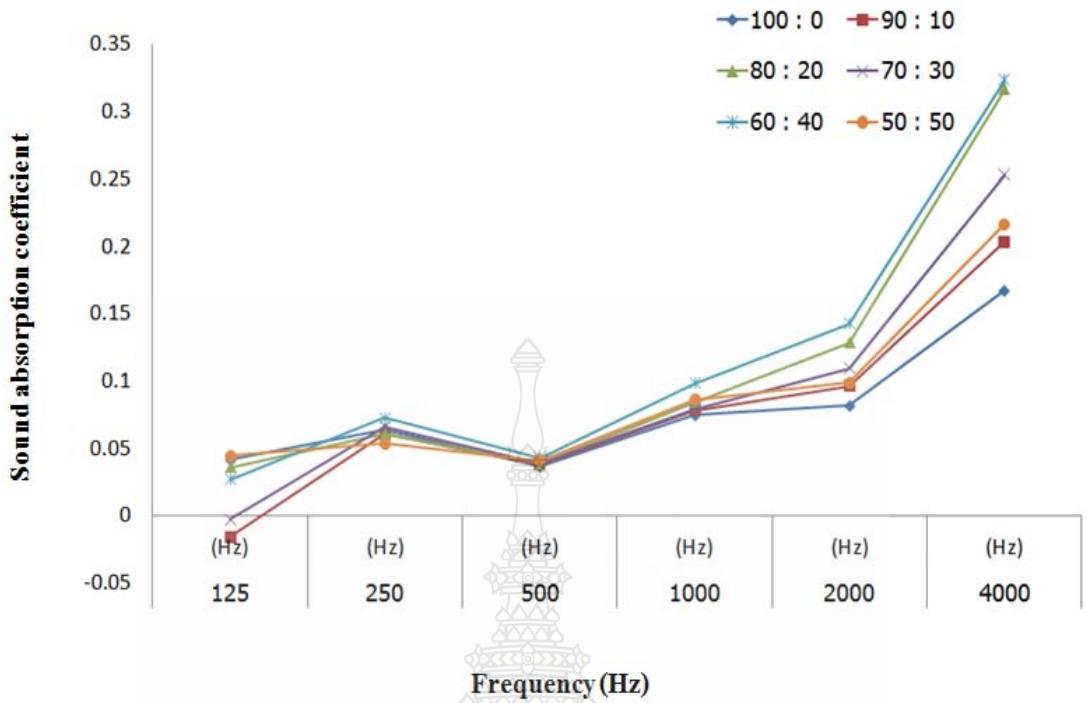
ผลการทดสอบการติดไฟของผ้าไม่ทอของเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นตามมาตรฐานการทดสอบ Toyota Engineering Standard TSM0500G ทดสอบโดยเครื่อง Flammability Tester ผลการทดสอบการติดไฟของผ้าไม่ทอของเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น พบว่าเส้นใยพอลิเอสเตอร์ไม่มีสมบัติการติดไฟ เนื่องจากผ้าไม่ทอมีการติดไฟและดับก่อนที่จะถึงช่วงที่กำหนดในการจับเวลาการทดสอบระยะการเผาไหม้มีค่าเท่ากับ 0 ดังรูปที่ 4.8 จึงถือว่าผ้าไม่ทอของเส้นใยพอลิ-เอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีสมบัติในการลามไฟ และเมื่อทำการผสมเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นค่าความเร็วในการเผาไหม้เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนเส้นใยนุ่น แต่ยังอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดที่ผลการเผาไหม้ต้องมีความเร็วในการเผาไหม้น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร/นาที การที่ผสมเส้นใยนุ่นแล้วผ้าไม่ทอมีความเร็วในการเผาไหม้เพิ่มขึ้นนั้น อาจเนื่องจากเส้นใยนุ่นเป็นเส้นใยธรรมชาติจากเซลลูโลส (cellulose) และไม่ได้เคลือบสารกันไฟ อีกทั้งลักษณะของตัวเส้นใยนุ่นเองที่มีขนาดเล็ก เส้นใยสั้นและลักษณะภาคตัดขวางเป็นรูกลวงตลอดความยาวเส้นใย เมื่อนำมาผลิตผ้าไม่ทอจะได้โครงสร้างผ้าแบบหลวมๆ จึงทำให้อากาศสามารถแทรกตัวอยู่ในผ้าไม่ทอได้ เมื่อนำมาทำการทดสอบการลามไฟผ้าไม่ทอจะเกิด

การสลายตัวกลายเป็นแก๊สหรือไอ จะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้เกิดการเผาไหม้และปฏิกิริยาคายความร้อนจึงทำการติดไฟเพิ่มขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที มีความเร็วในการเผาไหม้มากกว่าความเร็ว 76.20 เซนติเมตร/นาที อาจเนื่องจากที่ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที มีระยะเวลาในการปักย้ำของเข็มน้อยกว่าที่ความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาที จึงได้โครงสร้างผ้าเป็นแบบหลวมๆ ซึ่งมีช่องว่างอากาศภายในอากาศและมีออกซิเจนอยู่ จึงทำเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดการติดไฟได้ง่ายผ้าไม่ทอมากกว่าโครงสร้างผ้าที่หนาแน่น

4.6 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอ (Absorption Coefficient,α)



รูปที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอที่ความถี่ต่างๆ (ความเร็วสายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาที)



รูปที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอที่ความถี่ต่างๆ (ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที)

จากผลการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ของพลังงานเสียง (Standing Wave Ratio, SWR) ซึ่งเกิดขึ้นในหลอดอิมพิแดนซ์ นำผลการทดลองดังกล่าวมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง โดยวัดค่าเปลี่ยนแปลงที่ความถี่ต่างกัน คือ 125, 250, 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ พบว่าที่ความถี่ต่ำ 125-250 เฮิรตซ์ ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่อัตราส่วน 50:50 มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงสุด และที่ความถี่ปานกลาง 500-1,000 เฮิรตซ์ ผ้าไม่ทอแต่ละอัตราส่วนมีสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ใกล้เคียงกันมาก เมื่อทำการเพิ่มความถี่ให้สูงขึ้น 2,000-4,000 เฮิรตซ์ พบว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่อัตราส่วน 70:30 มีการดูดซับเสียงดีที่สุดดังแสดงในรูปที่ 4.9 และจากผลการทดสอบรูปที่ 4.10 พบว่ากราฟมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแต่ที่ความถี่ 2,000-4,000 เฮิรตซ์ พบว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่อัตราส่วน 60:40 มีการดูดซับเสียงดีที่สุด จากผลการทดสอบการดูดซับเสียงผ้าไม่ทอพบว่าเมื่ออัตราส่วนเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นผ้าไม่ทอมีสมบัติการดูดซับเสียงดีขึ้นเมื่อเทียบกับผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากเส้นใยนุ่นมีขนาดเล็ก ลักษณะเส้นใยนุ่นมีรูกลวงตลอดความยาวเส้นใย จึงเป็นตัวเสริมช่องว่างภายในผ้าไม่ทอ ซึ่งช่องว่างนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า

1 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่าความยาวคลื่นเสียงมาก ดังนั้นผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นชนิดนี้จึงเป็นตัวกลางทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานได้เป็นอย่างดี จึงจัดได้ว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียงแบบวัสดุพรุน (Porous or Dissipative Absorber) คือเมื่อคลื่นเสียงตกกระทบวัสดุเหล่านี้โมเลกุลของอากาศจะเกิดการสั่นตัวภายในช่องว่างวัสดุผ้าไม่ทอ โดยมีความถี่ของการสั่นเท่ากับความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ จากการสั่นตัวของโมเลกุลอากาศนี้ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานจากการเสียดทานและความหนืด [29] จากกราฟจะเห็นว่าผ้าไม่ทอมีสมบัติการดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นที่ความถี่สูง อาจเนื่องจากเกิดการอัดขยายของคลื่นเสียงอย่างถี่มากในระหว่างที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างภายในวัสดุพรุนเป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในรูปการเสียดทานและความหนืด ซึ่งตรงข้ามกับความถี่ต่ำจะสูญเสียพลังงานในรูปความร้อน อาจเนื่องจากอากาศภายในช่องว่างวัสดุพรุนจะถูกอัดและขยายอย่างเป็นจังหวะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานความร้อน [29] จากการทดสอบความถี่เสียงในห้องโดยสารรถยนต์อยู่ที่ประมาณ 200 เฮิรตซ์ [43] ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่อัตราส่วน 50:50 ถือว่าเหมาะสมที่สุดในช่วงความถี่นี้

และจากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังของเสียงได้แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่วัสดุซึ่งมีค่า NRC ต่ำกว่า 0.1 เป็นวัสดุดูดซับเสียงต่ำ วัสดุซึ่งมีค่า NRC อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.4 เป็นวัสดุดูดซับเสียงปานกลาง และวัสดุซึ่งมีค่า NRC สูงกว่า 0.4 เป็นวัสดุดูดซับเสียงสูง [33] โดยจากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังของเสียงที่ความถี่ 125, 250, 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ ของผ้าไม่ทอพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.09-0.1 จัดว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียงต่ำ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขึ้นรูป ศึกษาสมบัติทางด้านกายภาพและศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่อัตราส่วนผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นดังนี้ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 ทำการขึ้นรูปผ้าไม่ทอด้วยกระบวนการ Needle punch ภายใต้ความเร็วการเคลื่อนที่ของสายพาน 76.20 และ 152.40 เซนติเมตร/นาที จากนั้นทำการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและสมบัติการดูดซับเสียง ผลการทดลองสรุปได้ดังต่อไปนี้

จากการศึกษาสมบัติของเส้นใยพบว่าเส้นใยนุ่นมีความยาวเฉลี่ย 22.40 มิลลิเมตร จัดเส้นใยนุ่นเป็นเส้นใยสั้น เส้นผ่านศูนย์กลาง 13.60 ไมครอน รูปลักษณะภาพตามยาวจะเป็นเส้นตรง ผิวเรียบ ไม่มีความหยิกงอ ส่วนลักษณะภาคตัดขวางของเส้นใยนุ่นมีลักษณะกลม และมีรูตรงกลางเป็นท่อตลอดจนถึงปลายเส้นใย ส่วนเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีความยาวเฉลี่ย 54.12 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 35.04 ไมครอน รูปลักษณะภาพตามยาวจะเป็นเส้นตรง ผิวเรียบ เส้นใยทำให้หยิกงอได้ ส่วนลักษณะภาคตัดขวางของเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีลักษณะกลม ตันตลอดความยาวเส้นใย โดยการขึ้นรูปผ้าไม่ทอด้วยกระบวนการใช้เข็มปัก ภายใต้ความเร็วสายพาน โดยเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและสมบัติการดูดซับเสียงผลการทดลองสรุปได้ดังต่อไปนี้

จากการศึกษาสมบัติทางด้านกายภาพทดสอบน้ำหนัก ความหนาผ้า ความแข็งแรงต่อแรงดึงการยืดตัวก่อนขาด แข็งแรงต่อแรงฉีกขาด และการติดไฟของผ้าไม่ทอ ตามมาตรฐานการทดสอบ Toyota Engineering Standard พบว่าที่อัตราส่วนเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นน้ำหนักและความแข็งแรงจะลดน้อยลง และเมื่อทำการเปรียบเทียบความเร็วสายพานในการขึ้นรูปแผ่นเส้นใย พบว่าที่ความเร็วต่างกันส่งผลให้โครงสร้างผ้าต่างกันด้วย โดยที่สายพาน 76.20 เซนติเมตร/นาที โครงสร้างผ้ามีความหนาแน่นมากกว่าที่ความเร็วสายพาน 152.40 เซนติเมตร/นาที มีโครงผ้าแบบหลวมๆ ซึ่งจะส่งผลต่อความแข็งแรง ดังนั้นจึงควรพิจารณาเลือกอัตราส่วนและความเร็วสายพานในการขึ้นรูปผ้าไม่ทอที่เหมาะสมเพื่อให้สมบัติที่ดีทางกายภาพสามารถนำไปใช้ในงานสิ่งทอได้ของผ้าไม่ทอ

จากการศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงที่ความถี่ 125, 250, 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ ตามมาตรฐาน ISO 10534-2 เมื่อทำการเปรียบเทียบผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์และผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น จัดได้ว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใย

นุ่นเป็นวัสดุดูดซับเสียงแบบวัสดุพรุนและจากผลการทดสอบพบว่าที่ความถี่ต่ำ 125-250 เฮิรตซ์ ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นที่อัตราส่วน 50:50 มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงสุดและเหมาะที่จะใช้ในวัสดุซับเสียงในห้องโดยสารรถยนต์ เนื่องจากอยู่ในช่วงความถี่เสียงในห้องโดยสารรถยนต์ซึ่งมีความถี่ประมาณ 200 เฮิรตซ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น พบว่ามีหัวข้อที่น่าสนใจที่นำไปทำการทดลองเพิ่มเติมได้แก่

1. กระบวนการยึดติดแบบเข็มปักควรทำการยึดติดแบบเข็มย้ำมากกว่า 1 รอบ เพื่อเพิ่มสมบัติทางกายภาพของผ้าไม่ทอ

2. ทำการเปรียบเทียบสมบัติการดูดซับเสียงของเส้นใยกลวง (Hollow Fiber) กับเส้นใยนุ่น เนื่องจากมีลักษณะภาคตัดขวางคล้ายกัน

3. ทำการศึกษาในเชิงเศรษฐกิจว่าสามารถผลิตผ้าไม่ทอในประเทศว่ามีจุดคุ้มทุนเพียงใด ทั้งในด้านกลไกการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้เป็นปัจจัยหลักในการผลิตคือ เส้นใยนุ่น เส้นใยพอลิ-เอสเตอร์

บรรณานุกรม

[1] สุรพงษ์ ไพสิฐพัฒนพงษ์, *เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ผลิตรถยนต์ 229,204 คัน เติบโตร้อยละ36.35 (ออนไลน์)*, 2556, เข้าถึงได้จาก: www.thaipr.net/general/466474, (30 กรกฎาคม 2556).

[2] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม, *ผ่ากึ๋นเยอรมนีกับสิ่งทอทางเลือก มองความหวัง อนาคตสิ่งทอไทย (ออนไลน์)*, 2552, เข้าถึงได้จาก: www.ryt9.com/s/oie/743964, (30 กรกฎาคม 2556).

[3] สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย, *สินค้ามาตรฐาน 11 ชนิด (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.rss.thaichamber.org/rss/view.asp?nid=3372, (30 กรกฎาคม 2556).

[4] Debra Lynn Dadd, *Kapok fill for comforters (online)*, 2013, Available: www.debralynndadd.com/ q-a/ kapok-fill- for-comforters, (2 August 2013).

[5] ศูนย์สารสนเทศชุมชน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, *นุ่น (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.isaninfo.net, (30 กรกฎาคม 2556).

[6] กัณหา บุญพรหมมา, *นุ่น การปลูกและการจัดการ (ออนไลน์)*, 2556, เข้าถึงได้จาก: www.eto.ku.ac.th, (30 กรกฎาคม 556).

[7] สุภัทรา ปลื้มกมุล, "เครื่องปั่นนุ่นสำหรับเกษตรในชนบท, "*วิศวกรรมสาร ม.ข.*, ปีที่ 19, นน.1-9, 2535.

[8] R.S. Rengasamy, Dipayan &C. Praba Karan, "Study of oil sorption behavior of filled and structured fiber assemblies made from polypropylene, kapok and milkweed fibers, " *Journal of hazardous materials*, vol. 186, pp. 256-532, Nov 2010.

[9] Textile School, *Kapok Fibers (online)*, n.d., Available: www.textileschool.com/articles/371/kapok-or-capok-fibres, (2 August 2013).

[10] ไทยเกษตรศาสตร์, *ดอกนุ่น: นุ่นเป็นพืชเส้นใยที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง (ออนไลน์)*, ม.ป.ม., เข้าถึงได้จาก: www.thaikasetsart.com, (16 ตุลาคม 2556).

[11] กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, *สถิติการส่งออกปุยนุ่น (ออนไลน์)*, 2556, เข้าถึงได้จาก: www.dft.go.th, (16 ตุลาคม 2556).

[12] พรรณราย รักษ์งาร, *เอกสารประกอบการเรียนวิชาวัสดุเส้นใย*, ม.ป.ป., สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[13] Ningbo Konced Chemical Fiber, *Textile Grade PET Chip Semi Dull Virginity (online)*, n.d., Available: www.konced.net/En/news_view.aspx?id=68, (2 August 2013).

[14] *Avenue E. Polyester (online)*, n.d., Available: www.cirfs.org/manmadefibres/, (2 August 2013).

[15] Tradeindia*, Spinneret (online)*, n.d., Available:www.tradeindia.com/fp1207686/Spinneret.html, (2 August 2013).

[16] สุจิระ ขอจิตต์เมตต์, *ผ้าไม่ทอ*, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น, 2555.

[17] บริษัท อังไถ่ จำกัด, *เส้นใยพอลิเอสเตอร์ (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.profile.yellowpages.co.th/521801021615001, (5 สิงหาคม 2556).

[18] *ตัวอย่างเม็ดพลาสติก (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., เข้าถึงได้จาก: www.unitedintergoods.com/index.php?lay =show&ac=article&Id=539557934, (5 สิงหาคม 2556).

[19] ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, *เทคโนโลยีสิ่งทอ*, ม.ป.ป., สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[20] *Dry laid nonwoven (online)*, n.d., Available: www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Dry%20Laid%20Nonwovens.htm, (2 August 2013).

[21] *Garnetted caeded bed pillow (online)*, n.d., Available: www.cardclothingservices.compicsCard%20Web.JPG, (1 August 2013).

[22] *Edana, Mechanical bonding (online)*, n.d., Available: www.edana.org/discover-nonwovens/how-they're-made/bonding, (3 August 2013).

[23] Wollimex, *Technologie (online),* n.d., Available: www.wollimex.ch/Nadelvlies/tabid/36/language/de-DE/Default.aspx, (1 August 2013).

[24] *Needle for the nonwoven industry (online)*, n.d., Available: www.groz-beckert.com, (1 August 2013).

[25] *Non-woven Fabrics from DVC (online)*, n.d., Available: www.dvd500.com, (1 August 2013).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[26] Douglas and D. Reynolds, *Engineering Principles of Acoustics: Noise and Vibration Control*, Pennsylvania : Allyn and Bacon, 1981.

[27] Z. Maekawa and Jens H. Rindel, *Environmental and architectural acoustics*. London. : E&FN Spon.1994.

[28] Malcolm J. Crocker and Frederick M. Kessler, *Noise & Noise Control*, Vol. 2. Michigan : CRC Press, 1975.

[29] Beranek, L.L.,and Ver, *Noise and vibration control engineer: Principles and application*, New York : John Wiley & Sone, 1992.

[30] B.J Smit and R.J Peter , *Acoustic and Noise Control*, 2nd ed. English : Addison Wesley Longman, 1996.

[31] Jamas P . Cowan, *Handbook of Environmental Acoustics*, New York : Van nostrand reinhold, 1994.

[32] Beranek LL, *Acoustic measurments*, New York : John Wiley & Sons, 1949.

[33] Albert Thumann and Richard K. Miller, *Fundamentals and noise control engineering*, Georgia : Fairmont Press, 1986.

[34] M.David Egan, *Concepts in Architectural Acoustics*, America : McGraw-Hill, 1972.

[35] Lynn L. Faulkner, *Handbook of industrial noise control*, Michigan : Industrial Press, 1976.

[36] Bruel and Kjaer, *Instruction Manual standing Wave Apparatus type 4002 (online)*, n.d., Available : www.flinnsci.com/store/Scripts/prodView.asp?idproduct=16035, (3 August 2013).

[37] Daniel,A. Russell, *Absorption Coefficients and Impedance (online)*, 1997, Available: www.gmi.edcl, (3 August 2013).

[38] Surajit Sengupta, “Sound reduction by needle-punch nonwoven fabrics, ” *Indian Journal of & Textile Research*, vol. 35, pp.237-242, Sep 2010.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[39] A Veerakumar and N Selvakumar, “A preliminary investigation on kapok/polypropylene nonwoven composite for sound absorption, ” *Indian Journal of & Textile Research*, vol. 37, pp.385-388, Dec 2012.

[40] Hai-fan Xiang, Dong Wang, Hui-chao Liu, Ning Zhao & Jian Xu, “Investigation on sound absorption properties of kapok fiber, ” *Chinese Journal of Polymer Science*, Vol. 31, pp. 521-529, No. 3 2013

[41] G. Thilagavathi, E. Pradeep and T. Kannaian, “Development of natural fiber nonwovens for application as car interiors for noise control, ” *Journal of Industrial Textile*, Vol. 39, pp.267-278, Jan 2010.

[42] Abdelfattah, A. Mahmoud, Ghalia E. Ibranim and Eman R. Mahmoud, “Using nonwoven hollow fibers to improve cars interior acoustic properties, ” *Life Science Journal*, Vol. 8, pp. 344-351, Dec 2011

[43] Sang Kwon Lee, “Objective evaluation of interior sound quality in passenger cars during acceleration, ” *Journal of Sound and Vibration*, pp. 149-168, Aug 2006

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

ที่ปรึกษา

1. ผศ. ไพศาล บุรินทร์วัฒนา — อธิการบดี
2. รศ. ระวีวรรณ สุวรรณศร — รองอธิการบดี

กองบรรณาธิการ

บรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ศ.ดร. อุทัยรัตน์ ณ นคร — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ศ.ดร. วาสนา วงษ์ใหญ่ — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ศ.ดร. เกตุ กรุดพันธ์ — มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4. ศ.ดร. ประยุทธ อัครเอกฒาลิน — มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
5. ศ.ดร. สนม ครุฑเมือง — มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. รศ.ดร. กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ — มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7. รศ.ดร. กิ่งพร ทองใบ — มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
8. รศ.ดร. สุพัตน์ สุกมลสันต์ — มหาวิทยาลัยแม่โจ้
9. รศ.ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ — จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10. รศ.ดร. วรากร ไม้เรียง — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11. รศ.ดร. มนต์ชัย เทียนทอง — มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บรรณาธิการ

1. รศ.ดร. รวีวรรณ เดื่อมขันมณี — มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

รองบรรณาธิการ

1. รศ.ดร. สุชาดา บุญเลิศนิรันดร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
2. ดร. บุญสมหญิง พลเมืองดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

กองจัดการและทะเบียนสมาชิก

1. ผศ. ดวงจันทร์ สินโพธิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
2. ผศ. วรรณา ศรีเพ็ชราพร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
3. ผศ.ดร. วสุธิดา นุริตมนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ระบบจัดการข้อมูล

1. นาย อาคม สงเคราะห์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
2. นาย สัมพันธ์ ชัยภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น

STUDY ON SOUND ABSORPTION COEFFICIENTS PROPERTY OF NONWOVEN FABRIC OF POLYESTER AND KAPOK FIBER BLEND

วิฬารินทร์ ตั้งดี[1*] จุรีรัตน์ ประสาร[1] นที ศรีสวัสดิ์[1]

Wilarin Tungdee[1*] Chureerat Prahsarn[1] Natee Srisawat[1]

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของเส้นใยนุ่นเพื่อพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอ โดยการนำเส้นใยพอลิเอสเตอร์และเส้นใยนุ่นมาผลิตผ้าไม่ทอในอัตราส่วนผสม 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ กำหนดน้ำหนักผ้าไม่ทอที่ 300 กรัมต่อตารางเมตร ยึดติดด้วยกระบวนการยึดติดทางเชิงกลโดยใช้เข็มย้ำ (Needle punching) ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 ฟุต/นาที และความเร็ว 5 ฟุต/นาที จำนวนการย้ำ 1 รอบ จากนั้นทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพเช่น น้ำหนัก ความหนา การต้านแรงดึง การติดไฟ และทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงที่ในช่วงความถี่ 125 – 4,000 เฮิรตซ์ จากผลการทดสอบพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงและค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียงของผ้าไม่ทอที่อัตราส่วน 60:40 ที่ความเร็ว 5 ฟุต/นาทีมีค่าสูงสุด เนื่องจากเส้นใยนุ่นเข้าไปเสริมช่องว่างภายในของผ้าไม่ทอให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่าความยาวเสียงมากจึงมีสมบัติการดูดซับเสียง

คำสำคัญ : นุ่น, ผ้าไม่ทอ, การยึดติดทางเชิงกลโดยใช้เข็มเจาะ, ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง, ค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง

Abstract

Study on sound adsorption properties coefficient of kapok fiber to develop material sound absorption of nonwoven fabrics. The polyester fiber and kapok fiber to produce nonwoven fabrics in the mix ratio 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50 respectively. Specific fabrics weights were produced 300 g/m². After mechanical bonding process is using needle (Needle punching) speed 2.5 ft/min and speed 5 ft/min punching 1 rpm. The composites are characterized for their physical properties, weight, thickness, tensile, flammability and sound absorption characteristics in the frequency range 125-4,000 Hz. The values of sound absorption coefficient and coefficient noise indicate that the kapok fiber composites are very good at ratio 60:40 speed 5 ft/min. Because kapok fiber to support gaps in the nonwoven fabrics, with a diameter less than 1 mm, it is lower than the length sound with the ability to absorb.

Keywords : Kapok, Nonwoven, Needle punching, Sound Absorption Coefficient, Noise Reduction Coefficient

---

[1]ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

[1]Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110, Thailand

*Corresponding author. E-mail: pompam_53@hotmail.com

บทนำ

ถ้าพูดถึงสิ่งทอผู้คนส่วนใหญ่จะนึกถึงเสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย และสิ่งทอที่ใช้ในครัวเรือน มีคนส่วนน้อยที่จะนึกถึงสิ่งทอที่ใช้ในยานยนต์ทั้งที่ประเทศไทยเป็นหนึ่งในฐานการผลิตและส่งออกรถยนต์ของค่ายรถยนต์รายสำคัญของโลก ในบรรดาสิ่งทอเทคนิคประเภทต่าง ๆ สิ่งทอเทคนิคในยานยนต์ (Mobiltech) นับเป็นสินค้าที่มีโอกาสทางการตลาดสูงและเป็นสินค้าที่ไทยมีศักยภาพในการผลิต ปัจจุบันผู้ผลิตยานยนต์มีแนวโน้มหันมาใช้สิ่งทอเป็นส่วนประกอบในยานยนต์มากขึ้น เนื่องจากสิ่งทอเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและสามารถนำมาปรับใช้งานในยานยนต์ได้หลากหลายรูปแบบเช่น ผ้าหุ้มเบาะรถยนต์ ถุงลมนิรภัย เข็มขัดนิรภัยและพรม การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิต สมบัติการดูดซับเสียง และสมบัติทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เส้นใยนุ่นเป็นองค์ประกอบเนื่องจากเส้นใยนุ่นเป็นเส้นใยธรรมชาติมีลักษณะภาคตัดขวางเป็นรู มีช่องว่างเป็นรูกลวงตลอดความยาวของเส้นใย มีสมบัติเด่นในเรื่องน้ำหนักเบา ความฟู และมีความสามารถในการดูดซับเสียงได้ดี จากสมบัติดังกล่าวข้างต้นได้ทำให้เกิดแนวคิด ในการนำเส้นใยพอลิเอสเตอร์มาผสมกับเส้นใยนุ่น ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ยึดติดโดยการใช้เข็มย้ำ (Needle Punching) ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแผ่นเส้นใย ๖(Web) ต่างกัน เพื่อศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงและสามารถนำผ้าไม่ทอไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์พรมในรถยนต์เพื่อเพิ่มสมบัติและมูลค่าของผลิตภัณฑ์

วิธีการศึกษา

วัสดุ

เส้นใยนุ่นมีความยาวประมาณ 22.4 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13.601 ไมครอน เป็นวัสดุจากโรงปั่นนุ่นโชคสุชัย ประเทศไทย เส้นใยพอลิเอสเตอร์มีความยาวประมาณ 54.124 มิลลิเมตร ขนาด 6 ดีเนียร์ เป็นวัสดุจากบริษัทไทยเทคนิคคอลนันวูเว่น จำกัด ประเทศไทย

กระบวนการผสมเส้นใยและกระบวนการผลิตแผ่นเส้นใย

ทำการผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์กับเส้นใยนุ่นในอัตราส่วนร้อยละที่ผสมคือ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ในกรณีศึกษานี้จะใช้เครื่องเปิดเส้นใย (Opening fiber mechanical) และเครื่องผสมเส้นใย (Blow room) เป็นตัวกระจายและผสมเส้นใยให้เข้ากันมากที่สุด จากนั้นผ่านกระบวนการสางเส้นใย (Card roller) เพื่อกระจายเส้นใยเป็นอิสระโดยใช้เครื่องสางรุ่น Laboratory Carding Machine-Carding da Laboratorio Code 337A เส้นในเมื่อผ่านลูกกลิ้งหนามแล้วจะออกมาเป็นแผ่นเส้นใย (Web)

กระบวนการยึดติดเส้นใย

ทำการยึดติดเส้นใยด้วยวิธีทางเชิงกลกระบวนการยึดติดโดยใช้เข็มย้ำแบบ Needle Punching โดยใช้เครื่องรุ่น Model 237 Laboratory Needle Machine ใช้เข็ม 15x17x32x31/2 R222 G53017 จำนวนเข็ม 1,640 เล่ม

ความเร็วในการย้ำของเข็ม 100 ครั้ง/นาที ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 ฟุต/นาที และที่ความเร็ว 5 ฟุต/นาที จำนวนการย้ำ 1 รอบ

ทำการทดสอบสมบัติของผ้าไม่ทอ

การทดสอบผ้าไม่ทอจะทำการประเมินในเรื่องดังต่อไปนี้

1. ทำการทดสอบโครงสร้างทางกายภาพเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

2. ทำการทดสอบการดูดซับเสียงด้วยเครื่องตรวจสอบคลื่นนิ่ง (Sound absorption) เป็นการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบ ISO 10534-2 ทดสอบโดยเครื่อง ACOUSTIC MATERIAL TEST

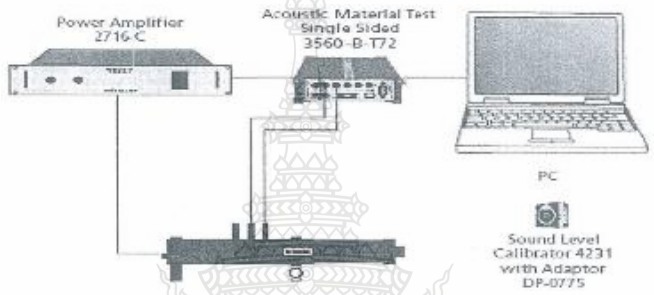


Figure 1 Acoustic material test machine

3. ทำการทดสอบน้ำหนัก (Weight) เป็นการทดสอบสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานการทดสอบ TOYOTA ENGINEER STANDARD TS 3600G ทดสอบโดยเครื่อง ELECTRONIC BALANCES

4. ทำการทดสอบความหนา (Thickness) เป็นการทดสอบสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานการทดสอบ TOYOTA ENGINEER STANDARD TS 3600G ทดสอบโดยเครื่อง DIAL THICKNESS GAGE

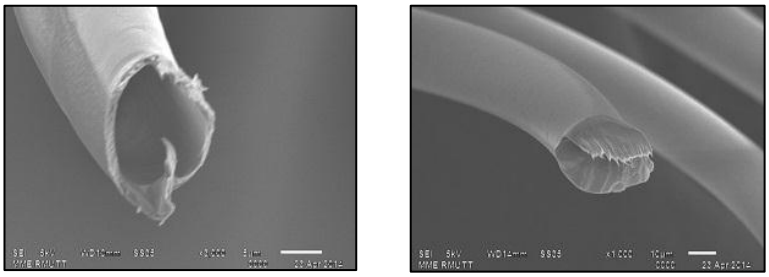
5. ทำการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength) เป็นการทดสอบสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานการทดสอบ TOYOTA ENGINEER STANDARD TS 3600G ทดสอบโดยเครื่อง TENSILE TESTING

6. ทำการทดสอบการติดไฟ (Flammability) เป็นการทดสอบสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานการทดสอบ TOYOTA ENGINEER STANDARD TS M0500G ทดสอบโดยเครื่อง FLAMMABILITY

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบโครงสร้างทางกายภาพเส้นใย

การทดสอบโครงสร้างทางกายภาพนี้มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์เช่น ความมัน การหดตัว ความร้อน



(a) (b)

Figure 2 (a) SEM images of kapok fiber (b) SEM images of polyester fiber

จากการส่องกล้อง SEM เส้นใยนุ่นมีรูปลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงผิวเรียบ มีการหยิกงอของเส้นใยน้อย และภาพตัดขวางของเส้นใยนุ่นมีลักษณะกลมและมีรูตรงกลางเป็นท่อตลอดจนถึงปลายของเส้นใย ส่วนเส้นใยพอลิเอสเตอร์มีรูปลักษณะภาพตามยาวเป็นเส้นตรงผิวเรียบ เส้นใยทำให้หยิกงอได้ และลักษณะภาพตัดขวางเป็นแบบรูตัน

ผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอ

จะเห็นว่าผ้าไม่ทอเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 % มีลักษณะสีดำทึบและเมื่อทำการผสมเส้นใยนุ่นที่มีสีขาว ผ้าไม่ทอมีลักษณะสีอ่อนลงและสว่างขึ้นตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 3

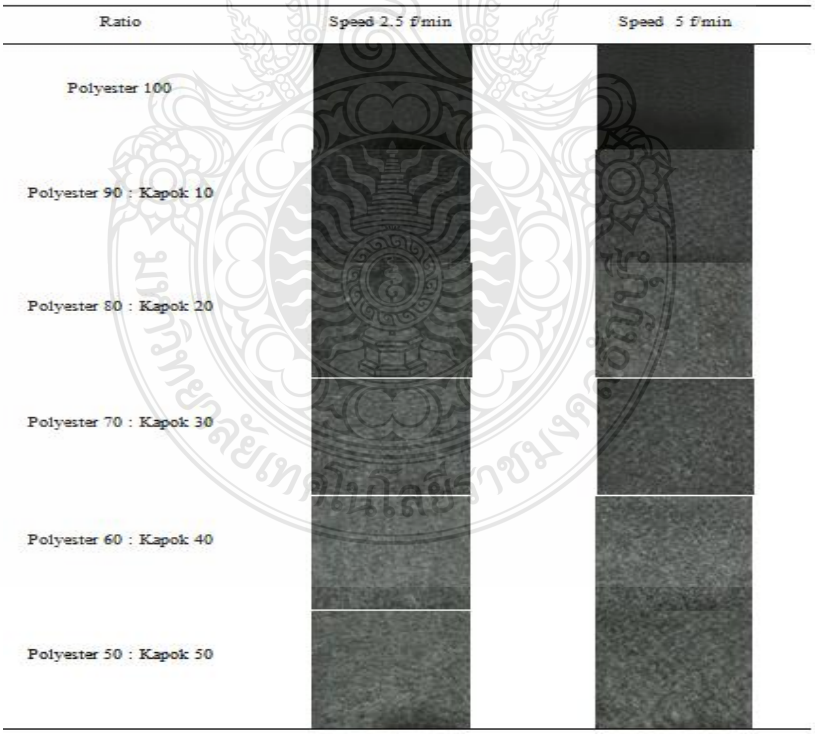


Figure 3 Nonwoven fabric

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงและค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง

Sound Absorption Coefficient, α เป็นค่าบอกถึงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุชนิดหนึ่งๆ คือเมื่อเสียงเดินทางมาตกกระทบบนวัสดุ (Incident sound) ทำให้เกิดการสะท้อนของสียง (Reflect sound) และบางส่วนทะลุผ่านวัสดุ (Transmitted sound) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสามารถคำนวณได้จากสมการ

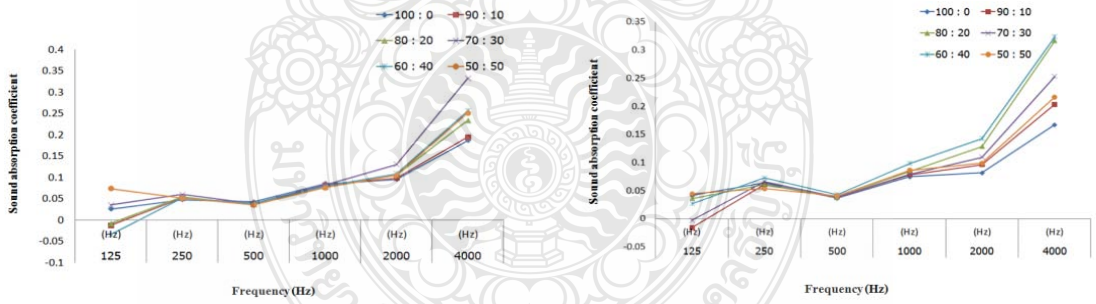
$$\alpha = 1-|R|^2 \quad (1)$$

โดยที่ α คือค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง R คือค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนเสียง

Noise Reduction Coefficient, NRC เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุต่างชนิดกัน สามารถหาได้โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุที่ความถี่ 125, 250, 500, 1000, 2000 และ 4000 เฮิรตซ์ มาทำการเฉลี่ยดังสมการ

$$\text{NRC} = \frac{\alpha_{125}+\alpha_{250}+\alpha_{500}+\alpha_{1,000}+\alpha_{2,000}+\alpha_{4,000}}{6} \quad (2)$$

โดยที่ NRC คือค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง α_x คือค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ความถี่ x Hz ผลการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่เกิดในผ้าไม่ทอดังแสดงในรูปที่ 4



(a) (b)

Figure 4 (a) Sound absorption coefficient by needle punch nonwoven fabric speed 2.5 ft/min
(b) Sound absorption coefficient by needle punch nonwoven fabric speed 5 ft/min

จากผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงพบว่าเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิ-เอสเตอร์ 100 % กับผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าเมื่อทำการผสมเส้นใยนุ่นผ้าไม่ทอจะมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงดีกว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 % และที่คลื่นความถี่ 1,000-4,000 Hz พบว่าผ้าไม่ทอมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่สูงขึ้น อาจเนื่องมาจากเส้นใยนุ่นเป็นตัวเสริมสมบัติการดูดซับเสียง เมื่อนำมาผลิตผ้าไม่ทอจะมีช่องว่างภายในซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1

มิลลิเมตรซึ่งต่ำกว่าความยาวคลื่นเสียงมาก ดังนั้นวัสดุชนิดนี้จึงเป็นวัสดุดูดซับเสียงแบบวัสดุพรุนและจากที่เส้นใยนุ่นที่มีลักษณะเส้นใยเป็นรูกลวงจึงเป็นตัวเสริมช่องว่างอากาศภายในวัสดุพรุน เมื่อเสียงตกกระทบบนผ้าไม่ทอ โมเลกุลของอากาศเกิดการสั่นตัวภายในช่องว่างของวัสดุพรุน โดยที่ความถี่การสั่นเท่ากับความถี่การตกกระทบ การสั่นตัวของโมเลกุลของอากาศนี้จึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน เนื่องจากแรงเสียดทานและความหนืด โดยมีลักษณะการสูญเสียพลังงานเป็นความร้อน (Z. Meakawa and P. Lord, 1994) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง (Noise Reduction Coefficient, NRC) ใช้ในช่วงการดูดซับเสียงที่มีความถี่อยู่ในช่วง 125-4,000 Hz วัสดุที่มีค่า NRC อยู่ระหว่าง 0.0-0.1 จัดว่าเกิดการสะท้อนเสียง 0.2-0.3 มีประสิทธิ์ภาพการดูดซับเสียงปานกลาง และ 0.4-1.0 มีประสิทธิ์ภาพการดูดซับเสียงสูง จากผลการคำนวณพบว่าผ้าไม่ทอมีค่า NRC อยู่ในช่วง 0.0-0.1 จัดว่าเป็นวัสดุสะท้อน (Cowan,J.P.,1994)

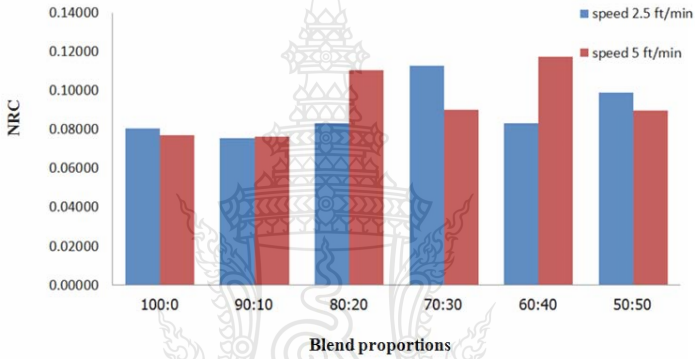
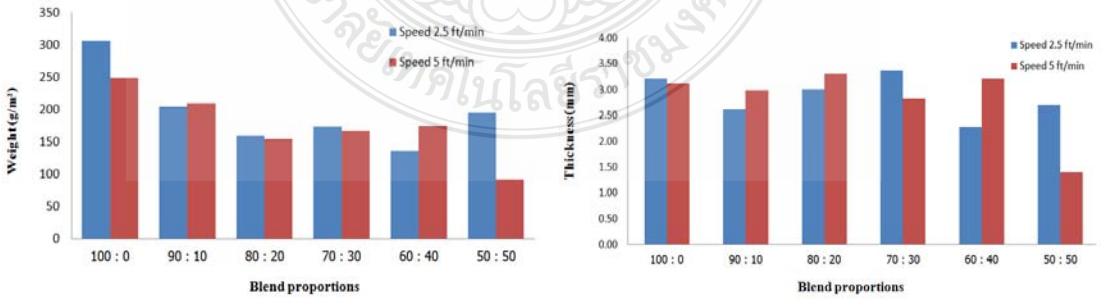


Figure 5 Noise Reduction Coefficient of needle punch nonwoven fabric

ผลการทดสอบน้ำหนักและความหนาของผ้าไม่ทอ

Weight คือการทดสอบน้ำหนักของผ้าเพื่อเป็นตัวกำหนดความหนาบาง Thickness คือระยะตั้งฉากระหว่างผิวหน้าทั้งสองด้านของผ้าภายใต้แรงกดที่กำหนด ผลการทดสอบน้ำหนักและความหนาของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นดังแสดงในรูปที่ 6



(a) (b)

Figure 6 (a) Effect of fiber type on nonwoven fabric at weight

(b) Effect of fiber type on nonwoven fabric at Thickness

จากผลการทดสอบน้ำหนักจะเห็นว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100% มีค่าสูงสุด และเมื่อทำการผสมเส้นใยนุ่นน้ำหนักของผ้าไม่ทอลดลง เนื่องจากเส้นใยนุ่นมีลักษณะเส้นใยมีขนาดเล็กและเบา ไม่มีความหยิกงอ ผิวเส้นใยมีความมัน เมื่อผ่านกระบวนการผสมและกระบวนการสางเส้นใยกระจายตามอากาศ ตกใต้เครื่อง และติดที่หนามลูกกลิ้งเครื่องสางจำนวนมากทำให้ปริมาณเส้นใยนุ่นลดลง และจากผลการทอสอบความหนาพบว่าผ้าไม่ทอแต่ละอัตราส่วนมีค่าความหนาไม่คงที่ เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ทำการป้อนเส้นใยเข้าเครื่องสาง (Carding) ด้วยมือจึงไม่สามารถควบคุมความสม่ำเสมอในการป้อนได้ส่งผลต่อแผ่นเส้นใยให้มีความหนาไม่สม่ำเสมอ

ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง

Tensile Strength คือความสามารถในการทนแรงดึงตามแนวด้านยืนและด้านพุ่ง ถ้าผ้ามีความแข็งแรงไม่เพียงพอในขณะใช้งานผ้าอาจจะมีคุณภาพต่ำ ผ้าที่ใช้งานอาจเกิดการขาดได้ง่าย ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นดังแสดงในรูปที่ 7

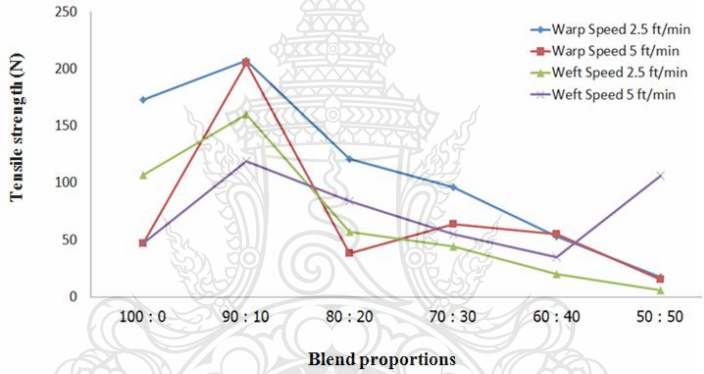


Figure 7 Effect of fiber type on nonwoven fabric at Tensile Strength

จากผลการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นพบว่า ความแข็งแรงต่อแรงดึงในแนวด้านยืนมีค่าสูงกว่าแนวด้านพุ่ง เนื่องจากกระบวนการสางเส้นใยให้เป็นแผ่น Web เส้นใยที่ผ่านการผสมแล้วนั้นจะถูกสางใยในทิศทางตามยาวและออกมาในรูปของแผ่น Web ซึ่งจะเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ เพื่อทำให้ความหนาเพิ่มขึ้นและมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ เส้นใยที่อยู่ในรูปของแผ่น Web จะถูกวางเรียงขนานกันไปตามความยาว จึงส่งผลต่อความแข็งแรงของผ้าไม่ทอทางด้านยืนมากกว่าด้านพุ่ง (ธีระพงษ์ , 2550) โดยที่อัตราส่วน 90:10 ที่ความเร็ว 2.5 ฟุต/นาทีมีค่าสูงสุด จากกราฟจะเห็นว่าที่ความเร็ว 2.5 ฟุต/นาทีจะมีค่ามากกว่าความเร็ว 5 ฟุต/นาที เนื่องจากการเคลื่อนที่ของแผ่น Web ช้ากว่าจึงทำให้มีการย้ำของเข็มย้ำซ้ำๆ หลายครั้ง แผ่น Web มีการอัดตัวของเส้นใยมากขึ้นจึงส่งผลต่อความแข็งแรงและเมื่อทำการผสมเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นความแข็งแรงลดลง เนื่องจากเส้นใยนุ่นมีขนาดเล็ก ไม่มีความหยิกงอ ทำให้เส้นใยขัดตัวกันได้น้อยจึงส่งผลต่อสมบัติความแข็งแรง

ผลการทดสอบการติดไฟ

Flammability คำว่า ติดไฟสำหรับผ้า คือเมื่อมีเปลวไฟมาถูกผ้าดังกล่าวจะติดไฟและไหม้หมด คำว่า ไม่ติดไฟสำหรับผ้า คือผ้านั้นได้ตกแต่งด้วยสารเคมีทนไฟ แต่ถ้าผลิตจากเส้นใยที่ไม่ติดไฟ จะเรียกว่า ผลิตภัณฑ์กันไฟ ผลการทดสอบการติดไฟของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นดังแสดงในรูปที่ 8

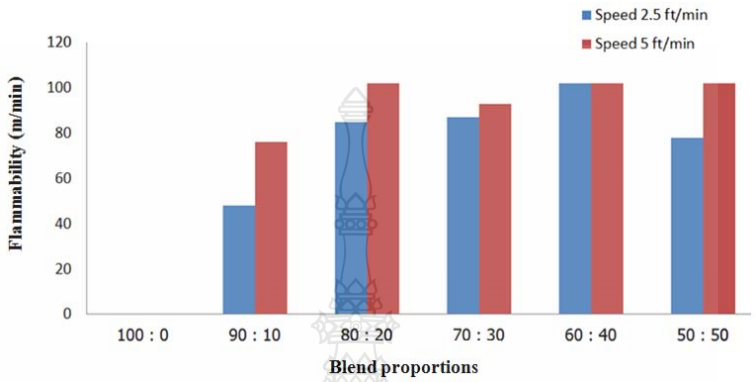


Figure 8 Effect of fiber type on nonwoven fabric at Flammability

จากผลการทดสอบการติดไฟเมื่อทำการเปรียบเทียบผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์กับผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่น พบว่าผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ 100 % ไม่มีสมบัติการติดไฟในช่วงที่กำหนดเวลาและมีระยะการเผาไหม้มีค่าเป็น 0 และเมื่อผสมเส้นใยนุ่นเพิ่มขึ้นค่าการทดสอบการติดไฟเพิ่มขึ้นตาม เนื่องจากเส้นใยนุ่นเป็นเส้นใยเซลลูโลสและมีลักษณะภาพตัดขวางของเส้นใยเป็นรูกลวงตลอดความยาวเส้นใย จึงทำให้เส้นใยนุ่นเป็นตัวเสริมช่องว่างอากาศภายในผ้าไม่ทอซึ่งมีออกซิเจนแทรกตัวอยู่จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดการติดไฟได้ง่าย และที่ความเร็ว 5 ฟุต/นาที มีค่าระยะการเผาไหม้มากกว่าที่ความเร็ว 2 ฟุต/นาที เนื่องจากที่ความเร็ว 5 ฟุต/นาทีเป็นการเคลื่อนที่ของแผ่น Web เร็วกว่าจึงทำให้มีระยะเวลาในการย้ำของเข็มน้อย โครงสร้างผ้าไม่ทอจึงเป็นแบบหลวมๆ ความหนาแน่นน้อยจึงทำให้มีสมบัติการติดไฟ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและทดสอบสมบัติของผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นอัตราส่วน 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ยึดติดกันที่ความเร็ว 2.5 ฟุต/นาที และความเร็ว 5 ฟุต/นาที จำนวนการย้ำ 1 รอบ พบว่าเส้นใยนุ่นเป็นตัวเสริมสมบัติการดูซับเสียง โดยที่ผ้าไม่ทอจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ผสมเส้นใยนุ่นอัตราส่วน 60:40 ที่ความเร็ว 5 ฟุต/นาทีมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงสุด เนื่องจากเส้นใยนุ่นมีลักษณะภาพตัดขวางเป็นรูกลวงตลอดความยาวเส้นใย เมื่อนำมาผลิตเป็นผ้าไม่ทอจะกลายเป็นวัสดุซับเสียงแบบรูพรุน ความหนาแน่นของผ้าไม่ทอก็มีผลต่อการดูดซับเสียงด้วยเช่นกัน ที่ความเร็ว 2.5 ฟุต/นาที ค่าการดูดซับเสียงน้อยกว่าความเร็ว 5 ฟุต/นาที เนื่องจากที่ความเร็ว 5 ฟุต/นาที เป็นการเคลื่อนที่ของแผ่น Web ที่เร็ว จึงทำให้มีการย้ำของเข็มบนแผ่น Web น้อย การขัดตัวของเส้นใยเป็นแบบหลวมๆ ส่งผลให้มีช่องว่างอากาศสามารถแทรก

ตัวอยู่ได้ค่าการดูดซับเสียงจึงเพิ่มขึ้นสมบัติทางด้านกายภาพลดลง แต่เมื่อผสมเส้นใยนุ่นสมบัติทางด้านกายภาพของผ้าไม่ทอลดลง เนื่องจากลักษณะเส้นใยมีผลต่อความแข็งแรงโดยตรงเส้นใยมีลักษณะเส้นใยที่มีขนาดเล็ก เบา และไม่มีความหยิกงอ จึงส่งผลต่อการยึดเกาะของเส้นใยด้วยกันเองทำให้ความแข็งแรงลดลงตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กัณหา บุญพรหมมา. 2556. นุ่นการปลูกและการจัดการ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.eto.ku.ac.th (30 กรกฎาคม 2556).

กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2556. สถิติการส่งออกปุยนุ่น. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.dft.go.th (16 ตุลาคม 2556).

ไทยเกษตรศาสตร์. ดอกนุ่นเป็นพืชเส้นใยที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://: www.thaikasetsart.com (16 ตุลาคม 2556).

ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์. เทคโนโลยีสิ่งทอ. เอกสารวิชาการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี

พรรณราย รักษ์งาร. การทดสอบสิ่งทอ. เอกสารวิชาการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

สุจิระ ขอจิตต์เมตต์. 2555. ผ้าไม่ทอ. ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

สุรพงษ์ ไพสิฐพัฒนพงษ์. 2556. ยอดขายภายในประเทศ และการส่งออกรถยนต์และรถจักรยานยนต์ของประเทศไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www:thaipr.net/general/466474 (30 กรกฎาคม 2556).

ศูนย์สารสนเทศชุมชน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. นุ่น. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.isaninfo.net (30 กรกฎาคม 2556).

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม. 2552. ผ่ากึ๋นเยอรมนีกับสิ่งทอทางเลือกมองความหวังอนาคตสิ่งทอไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.ryt9.com/s/oie/743964 (30 กรกฎาคม 2556).

อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545. กระบวนการทางสิ่งทอ. ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

A Veerakumar and N Selvakumar. 2012. A preliminary investigation on kapok/polypropylene nonwoven composite for sound absorption. Department of Textile Technology. Anna University,Chenna India

Douglas, D. Reynolds. 1989. Engineering Principles of acoustics, Boston.

Groz Beckert. Needle for the nonwoven industry. (online). Available: http://www.droz-beckert.com (30 July 2013)

Hai-fan Xiang,Dong, Wang,Hui-chao Liu, Ning Zhao & Jian Xu. 2013. Investigation on sound absorption

properties of kapok fiber. Available:CAS Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Textile School. Kapok Fibers (online). Available: http://www.textileschool.com/articles/371/kapok-or-capok-fibres (2 August 2013).

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววิพารินทร์ ตั้งดี
วัน เดือน ปีเกิด	27 กุมภาพันธ์ 2532
ที่อยู่	68 หมู่ 6 ตำบลหนองหลวง อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ 60160
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2555	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
เบอร์โทรศัพท์	086-0701223
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2555 – 2557	ฝ่ายวิจัยและพัฒนา บริษัท บริษัท ที.ซี.เอช ซูมิโนเอะ จำกัด
พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน	ผู้ช่วยฝ่ายขาย บริษัท บิชอฟกัมมา (ประเทศไทย) จำกัด
อีเมล	pompam_53@hotmail.com