การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนผ้าไม่ทอจากเศษรังไหม

THE STUDY OF THERMAL CONDUCTIVITY OF NON WOVEN FROM WASTE COCOON

ภัทระ วรศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนผ้าไม่ทอจากเศษรังไหม

ภัทระ วรศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนผ้าไม่ทอจากเศษรังไหม
ชื่อ-นามสกุล	นายภัทระ วรศิริ
สาขาวิชา	สิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สุจิระ ขอจิตต์เมตต์
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนผ้าไม่ทอจากเศษรังไหม วัตถุประสงค์เพื่อทดลองทำแผ่นผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมในกระบวนการยึดติดเชิงกล (Mechanical Bonding) โดยเลือกใช้วิธีการยึดติดแบบใช้เข็มเจาะ (Needle Punching) ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติการนำความร้อนของผ้าไม่ทอจากเศษรังไหม

ผลการทดสอบผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมมีผลดังนี้ สถานะของผืนผ้าที่ได้มีความสม่ำเสมอ โดยการทดสอบน้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation Constant) มีค่าเท่ากับ18.3873โดยควบคุมปัจจัยต่างๆ เช่น ความเร็วในการป้อนผ้า จำนวนเข็มต่อตารางนิ้ว ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพได้ค่าความหนาผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมเท่ากับ 4.4 มิลลิเมตร น้ำหนักผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมเท่ากับ 371.53 กรัมต่อตารางเมตร ความหนาแน่นผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมเท่ากับ 84.82 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การทดสอบการนำความร้อนเท่ากับ 6.9 วัตต์ต่อตารางเมตรองศาเคลวิล และได้ค่าต้านทานความร้อนเท่ากับ 0.145 ตารางเมตรองศาเคลวิลต่อวัตต์ จากผลการทดสอบดังกล่าวนำมาเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อนกับวัสดุอื่น ที่ความหนาแน่น 100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและที่ความหนาเท่ากับ 0.01เมตร ผลที่ได้ค่าการต้านทานความร้อน (Thermal Resistant , R) ผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมเท่ากับ 0.00171 ตารางเมตรองศาเคลวิลต่อวัตต์ ค่าการต้านทานความร้อนเซลลูโลส เท่ากับ 0.41667 ตารางเมตรองศาเคลวิลต่อวัตต์ ค่าการต้านทานความร้อนใยแก้วเท่ากับ 1.73611 ตารางเมตรองศาเคลวิลต่อวัตต์ และค่าการต้านทานความร้อนไม้อัดเท่ากับ 0.01372 ตารางเมตรองศาเคลวิลต่อวัตต์ ถ้าค่าการต้านทานความร้อนสูงแสดงว่าแผ่นวัตถุนั้นมีค่าการต้านทานความร้อนดี จากผลการเปรียบเทียบผ้าไม่ทอที่ผลิตจากเศษรังไหมมีค่าการต้านทานความร้อนต่ำสุด และมีค่าการนำความร้อนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุต่างๆที่นำมาเทียบเคียง

การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมพบว่า ในสัดส่วน 15 กิโลกรัมของเศษรังไหมที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อีก สามารถนำมาพัฒนาเป็นผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมโดย

การยึดติดทางเชิงกลแบบการยึดติดโดยการใช้เข็มเจาะ(Needle Punching) คิดเป็นน้ำหนักเส้นใย ได้ 10 กิโลกรัม กลายเป็นของเสีย 5 กิโลกรัม แผ่นผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางเกษตรกรรม วัสดุป้องกันอุณหภูมิและสร้างองค์ความรู้ใหม่จากเศษรังไหม งานวิจัยชิ้นนี้ทำให้ทราบถึงการเตรียมเส้นใยจากเศษรังไหม ทราบวิธีการกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับเศษรังไหม ทราบวิธีการยึดติดผ้าไม่ทอจากเศษรังไหม ทราบวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมโดยการเพิ่มจำนวนเข็ม การควบคุมความเร็วของการป้อนแผ่นเส้นใย

คำสำคัญ: เศษรังไหม ผ้าไม่ทอ การนำความร้อน ความต้านทานความร้อน การทดสอบเชิงกล

Thesis Title	The Study of Thermal Conductivity of Non Woven from Waste Cocoon
Name-Surname	Mr. Patara Warasiri
Program	Textiles
Thesis Adviser	Associate Professor Sujira Khorjitmet
Academic Year	2011

ABSTRACT

The study of thermal conductivity of non woven from waste cocoon is aimed to form waste cocoon in mechanical bonding process by needle punching method in order to test the products' physical quality and thermal conductivity.

Results are as follow: non woven fabric condition was smooth by testing its weight per scale at Standard Deviation constant (S.D.)=18.3873 g/m^2 in control conditions factors as speed in putting cloth into the machine, or needle amount per square inch. Non woven fabric's physical quality was as follow: fabric's thickness was 4.4 mm; fabric's density by weight/ thickness=371.53/ 4.4 was at 84.82 Kg/m^3; fabric's warmth retaining was at 6.9 W/m^2K: and thermal resistance in reverse to warmth retaining by 1/warmth retaining, 1/6.9, was at 0.145 m^2K/W. In conclusion, thermal resistance (R) was compared with other materials as equal conditions, ρ=100 Kg/m^3 and thickness t=0.01.The value of thermal resistance of non woven fabric was at 0.00171 while cellulose is at 0.41667, optic fiber is at 1.73611 and plywood is at 0.01372. If the value of R is high, it means the materials have good thermal resistance quality; in converse to warmth retaining quality. The result showed that non woven fabric has low thermal resistance quality, and in converse, high warmth retaining quality; in comparison with materials mentioned.

In conclusion of the study of thermal conductivity of non woven from waste cocoon revealed that 15 kg of waste cocoon can be transformed in needle punching process into 10 kg non woven fabric and 5 kg unusable which can be used in agricultural process. This research is a new innovation in waste cocoon. The research can be develop to better experiment in non woven fabric such as add more needle in sewing process, control the speed of input thread, and clean the fabric

for good thermal conductivity's quality. The non woven fabric is from natural material which is friendly to environment and can be crumbled in natural process.

Key words: waste cocoon, non woven, thermal conductivity, thermal resistance

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้โดยได้รับความร่วมมือและความอนุเคราะห์จากบุคคลและหน่วยงานต่างๆ หลายฝ่ายด้วยกัน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำและชี้แจงจุดบกพร่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ อุปกรณ์เครื่องมือและคำแนะนำต่างๆ ในการทำการวิจัยในครั้งนี้ด้วย

นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกจากเจ้าหน้าที่สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านการสืบค้นข้อมูลการติดต่อและทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ THTI Thailand Textile Institute เจ้าหน้าที่นิคมสร้างตนเองเลี้ยงไหม จังหวัดสุรินทร์ ในพระบรมราชานุเคราะห์ที่ให้คำแนะนำในเรื่องหม่อนไหม เจ้าหน้าที่บริษัท ไทยนอนวูฟเว่น จำกัดและเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ให้ความช่วยเหลือในการสืบค้นข้อมูลและเอกสารต่างๆ ในการนำมาประกอบการศึกษาวิจัย ขอบคุณบริษัท HANES Brands INC ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องการศึกษา

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ครูอาจารย์ที่ให้ความรู้ อบรมสั่งสอนและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน จึงใคร่ขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ภัทระ วรศิริ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ซ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา 2
1.4 สถานที่ทำการทดลอง 2
1.5 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ 2
1.6 คำกำจัดความ 3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ไหม 4
2.2 รังไหม 8
2.3 วัตถุดิบในการผลิตผ้าไม่ทอ 19
2.4 กระบวนการผลิตแผ่นเส้นใย 31
2.5 กระบวนการยึดติดผ้าไม่ทอ 44
2.6 การยึดติดโดยทางเชิงกล (Mechanical Bonding) 51
2.7 ฉนวนความร้อน 59
2.8 เส้นใย (Fibers) 67
3 วิธีดำเนินการวิจัย 72
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 75
3.2 วัสดุและอุปกรณ์ 80

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3.3 สถานที่ทำการศึกษา 80

3.4 วิธีการดำเนินงาน 80

3.5 การเตรียมแผ่นเส้นใย 81

3.6 เครื่องที่ใช้ในการทดสอบ 82

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 90

4.1 ผลการทดลองของการทำผ้าไม่ทอจากใยไหม 90

4.2 ผลการทดสอบความหนาแน่น 93

4.3 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน 94

4.3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของผืนผ้า 94

5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 99

5.1 สรุปผล 99

5.2 ข้อเสนอแนะ 100

รายการอ้างอิง 102

ภาคผนวก 104

ภาคผนวก ก การป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่องตีกระจาย 105

ภาคผนวก ข ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ 111

ประวัติผู้เขียน 123

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ส่วนประกอบโครงสร้างทางเคมีของเส้นใยไหม 6
2.2 สมบัติทางเคมีของเส้นใยไหม (Chemical Properties) 7
2.3 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยไหม (Physical Properties) 8
2.4 การจัดชั้นคุณภาพรังไหม ด้วยเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง 16
2.5 การจัดชั้นคุณภาพรังไหมด้วยการสาวทดสอบ 18
2.6 Final Grade (ชั้นคุณภาพรังไหม) 18
2.7 คุณสมบัติของเส้นใยในการผลิตผ้าไม่ทอ 20
2.8 พลังงานและความดันที่ใช้ในการยึดติด 57
4.1 คุณสมบัติความเป็นฉนวนของฉนวนจากเศษรังไหม เมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ 91
5.1 ผลการทดสอบสมบัติของเส้นใย 99

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ตัวไหม 4
2.2 ภาพขยายของเส้นใยไหม 6
2.3 โครงสร้างของไฟโบรอินในเส้นไหม 6
2.4 ลักษณะเป็นสามเหลี่ยมมุมมนแบบ Bave ของไหม 7
2.5 ขั้นตอนการดำเนินการโดยไม่สาวทดสอบ 15
2.6 ขั้นตอนการดำเนินการสาวทดสอบ 17
2.7 เส้นใยที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอ 19
2.8 เม็ดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอ 22
2.9 สารเคมีที่ใช้ในการยึดติดผ้าไม่ทอ 26
2.10 กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอแบ่งตามชนิดเส้นใย 27
2.11 กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอแบ่งตามขั้นตอนการผลิต 28
2.12 การผลิตเส้นใยแบบแห้ง ระบบสาง (Carding) 33
2.13 การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยในทิศทางเดียวกัน 35
2.14 การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยโดยวิธีการพับไปมา 36
2.15 การผลิตเส้นใยแบบแห้ง ระบบลม (Air laid) 37
2.16 การผลิตเส้นใยแบบเปียก (Wet laid) 38
2.17 การผลิตเส้นใยแบบ Spun laid หรือ Spun bonded 41
2.18 การผลิตเส้นใยแบบ Melt blown 43
2.19 ลักษณะของเส้นใยที่ฉีดออกมาบนตะแกรง 43
2.20 การยึดติดโดยแผ่นเส้นใยลงในอ่างสารเคมี 45
2.21 การยึดติดโดยการพ่นสารเคมี 45
2.22 การยึดติดโดยการรีดด้วยลูกกลิ้งร้อน 47
2.23 การยึดติดโดยการรีดด้วยลูกกลิ้งร้อนแบบมีลวดลาย 47
2.24 การยึดติดโดยการเป่าด้วยลมร้อน 48
2.25 การยึดติดโดยการใช้อินฟาเรด 49
2.26 การยึดติดโดยการใช้คลื่นความถี่ 50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.27 การยึดติดโดยการใช้เข็มเจาะ 51
2.28 ลักษณะเข็มเจาะที่ผ่านเส้นใย 52
2.29 ลักษณะเข็มเจาะแบบต่าง 54
2.30 การยึดติดโดยการใช้ด้ายเย็บ 54
2.31 การยึดติดโดยการใช้แรงดันน้ำ 56
3.1 ขั้นตอนการทดลอง 75
3.2 เศษรังไหม 76
3.3 ต้มให้เศษรังไหมกระจายตัว 76
3.4 นำเศษรังไหมเข้าเครื่องตีกระจายตัว 77
3.5 คัดแยกเศษเมล็ดออกจากเศษเส้นใยไหม 77
3.6 ตัดให้เส้นใยสั้นประมาณ 1 นิ้ว 78
3.7 ยึดติดเชิงกลโดยเครื่อง Needle Punching 78
3.8 Mechanical Bonding 79
3.9 ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษรังไหม 100% 79
3.10 ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ต้มเศษรังไหม 81
3.11 ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษรังไหม 82
3.12 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ 83
3.13 เครื่อง Electronic Balances 83
3.14 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ 84
3.15 เครื่อง Thickness Gaug 84
3.16 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ (Cut Strip Test) 85
3.17 เครื่อง Tensile strength 85
3.18 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ 86
3.19 เครื่อง Tensile strength 87
3.20 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ 88
3.21 เครื่อง Bursting 88
3.22 เครื่องทดสอบ M021A Air Permeability Tester 89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.1 ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษรังไหม 100 % 90
4.2 ค่าการต้านทานความร้อน (m^2k/w) 91
4.3 ค่าความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.) 92
4.4 ค่าการนำความร้อน (วัตต์/เมตร เคลวิน) 93
4.5 ผลค่าของการทดสอบความแข็งแรง 94
4.6 ผลค่าของการทดสอบความต้านแรงฉีกขาด 96
4.7 ผลค่าของการซึมผ่านของอากาศ 97
4.8 ผลค่าของการทดสอบแรงต้านต่อแรงดันทะลุ 98

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมที่สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมได้กระจายอยู่ทั่วประเทศซึ่งโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การเลี้ยงไหมมีวิธีการดำเนินการหลายรูปแบบทั้งการเลี้ยงไหมหัตถกรรมที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและการเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมที่นำเทคโนโลยีแบบใหม่ๆ เข้ามาปรับใช้ ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนารูปแบบต่างๆ มากมาย โดยไหมเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่ทำเป็นผลิตภัณฑ์และสามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก โดยที่คุณลักษณะพิเศษของเส้นใยไหมคือมีความมันเงาเป็นธรรมชาติและเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีโปรตีนอยู่ในตัวซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของไหม นอกจากนี้ส่วนประกอบต่างๆ ของไหมยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น ตัวดักแด้สามารถไปทำเป็นอาหารได้ รังไหมสามารถนำไปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น รังไหมนำไปสาวเป็นเส้นใยและนำไปทอเป็นผืนผ้าหรือนำไปทำเป็นสิ่งประดิษฐ์เพื่อตกแต่งต่างๆ กาวไหมสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางหรืออื่นๆ ได้อีกมากมาย

จากการศึกษาพบว่าเส้นใยไหมส่วนใหญ่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทอเป็นผืนผ้าเพื่อนุ่งห่มเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเส้นใยไหมเป็นเส้นใยโปรตีน ประกอบไปด้วย “Fibroin” และ “Sericin” เมื่อนำมาผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่มแล้วสวมใส่สบายไม่ร้อน ระบายอากาศได้ดีซึ่งนายอรรถวิท เตชะวิบูลย์วงศ์ ผู้อำนวยการกลุ่มพัฒนาธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์กรมหาชน) หรือ สทน. เปิดเผยว่า ในแต่ละปีประเทศไทย มีการผลิตเส้นไหมได้ประมาณ 1,300 - 1,400 ตัน โดยจะมีเศษรังไหมเหลือทิ้งไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ประมาณปีละ 300 ตัน ส่วนเศษรังไหมที่จะนำไปทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์น้อยมาก ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดโดยนำมาทดลองผลิตเป็นผ้าไม่ทอในกระบวนการ Needle Punching พร้อมกับนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเศษเส้นไหม เพื่อใช้เป็นแผ่นฉนวนความร้อนสำหรับติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ทดลองขึ้นรูปเศษรังไหมในกระบวนการ Needle Punching

1.2.2 ทดสอบคุณสมบัติการนำความร้อนของผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมจากเศษรังไหมพันธุ์พื้นบ้าน

1.2.3 ทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ใช้กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอแบบ Needle Punching จากเศษรังไหมพันธุ์พื้นบ้าน

1.3.2 ศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนของแผ่นรังไหมที่ผ่านกระบวนผลิตเป็นผ้าไม่ทอแบบ Needle Punching จากเศษรังไหมพันธุ์พื้นบ้าน

1.3.3 ทดสอบความหนา

1.3.4 ทดสอบด้านความแข็งแรง

1.3.5 ทดสอบด้านความต้านแรงฉีกขาด

1.3.6 ทดสอบด้านการซึมผ่านของอากาศ

1.3.7 ทดสอบด้านแรงต้านต่อแรงดันทะลุ

1.4 สถานที่ทำการทดลอง

1.4.1 บริษัท ไทยนอนวูฟเว่น จำกัด

1.4.2 นิคมสร้างตนเองเลี้ยงไหม จังหวัดสุรินทร์ในพระบรมราชานุเคราะห์

1.4.3 THTI Thailand Textile Institute

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การนำผ้าไม่ทอจากเศษรังไหมพันธุ์พื้นบ้านไปใช้ทำฉนวนกันความร้อน พบว่าเส้นเศษรังไหมสามารถนำไปใช้ทำเป็นฉนวนกันความร้อนและเป็นวัสดุช่วยรักษาความร้อนได้เป็นอย่างดี เช่น การใช้ความร้อนในทางการแพทย์เพื่อรักษาและช่วยในการไหลเวียนโลหิต โดยนำผ้าที่ได้ไปทำเป็นวัสดุห่อหุ้มเพื่อรักษาความร้อนที่มีความคงทนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.6 คำจำกัดความ

1.6.1 ไฟโบรอิน(Fibroin) คือ ส่วนประกอบที่เป็นเส้นใยไหม แท้ที่จริงแล้วมีองค์ประกอบหลักทางเคมีเป็นโปรตีน ประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดเดียวกับ Sericin คือ Glycine, Alanine Serine และ Tyrosine ประมาณ 43.99%, 26.54%, 11.41และไนโตรเจน(N)17–19% สำหรับซัลเฟอร์ (S) จะมีปริมาณน้อยมากขึ้นอยู่กับโมเลกุลข้างเคียง จึงทำให้เส้นไหมแตกต่างจากเส้นใยขนสัตว์ซึ่งต่างก็เป็นเส้นใยโปรตีนเหมือนกัน แต่เส้นใยขนสัตว์จะเป็นโปรตีนชนิดเคราติน (Keratin) และมีปริมาณของซัลเฟอร์ 0.7-5% เนื่องจาก Fibroin มีโครงสร้างที่เป็นผลึกมากมีการเรียงตัวที่เป็นระเบียบ และสายโซ่โมเลกุลของพอลิเพปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมีลักษณะเหยียดยาวยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงระหว่างหมู่คาร์บอกซิลและหมู่อะมิโนจึงทำให้ Fibroin ไม่ละลายน้ำ

1.6.2 เซริซิน (Sericin) เป็นกาวไหมที่มีองค์ประกอบหลักทางเคมีเป็นโปรตีนที่มี กรดอะมิโนชนิด Serine ในปริมาณสูงมากอยู่ในช่วงระหว่าง 16-38% แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของSericin ที่ปล่อยออกมาจากหนอนไหมแต่ละพันธุ์ เนื่องจากสายโซ่โมเลกุลของพอลิเพปไทด์มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า Fibroin จึงทำให้ Sericin ละลายได้ในน้ำร้อน นอกจากนี้ยังสามารถละลายได้เมื่อต้มด้วยสารละลายสบู่ สารซักฟอกสังเคราะห์หรือกรดอินทรีย์

1.6.3 เศษรังไหม เป็นเศษเส้นใยที่ตัวไหมสำรอกออกมาพันตัวเพื่อเป็นเกราะป้องกันตัวเองจากศัตรูก่อน ที่ตัวหนอนไหมจะพัฒนาเป็นดักแด้ และช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศด้วย รังไหมที่มีคุณภาพดีต้องแข็งแน่น และมีขนาดของรังเท่า ๆ กัน มีเส้นใยมาก ปุยรังน้อยและสาวออกได้ง่าย

1.6.4 การนำความร้อน คือ ปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่ง ๆ หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

1.6.4 การต้านทานความร้อน หรือ ค่า "R-Value" จะเป็นค่าที่บอกถึงอัตราส่วนระหว่างความหนาของวัสดุตามแนวที่ความร้อนไหลผ่านกับความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุ กรณีที่ วัตถุซ้อนกันหลายชั้น ค่าความต้านทานความร้อนรวมจะเท่ากับผลบวกของค่าความต้านทาน ความร้อนของวัสดุที่กำหนดแต่ละชั้นรวมกัน และค่าการต้านทานความร้อนจะมีความสัมพันธ์กับ ค่าการนำความร้อนแบบเป็นส่วนกลับกัน กล่าวคือ ถ้าค่าการต้านทานความร้อนสูง วัสดุนั้นก็จะมี ค่านำความร้อนต่ำ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไหม [1,2,3]

ไหม คือ แมลงประเภทผีเสื้อกลางคืนที่กินใบหม่อนเป็นอาหารมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Bombyx Mori Linn. ชื่อสามัญคือ Silkworm วงศ์ Bombicidae ที่มีการเจริญเติบโตแบบวงจรชีวิตสมบูรณ์ (Complete Metamorphosis) ใน 4 ขั้นตอน คือ ระยะไข่ ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะผีเสื้อ ซึ่งในแต่ละระยะการเจริญเติบโตนั้นมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ตัวหนอนในช่วงสุดท้ายที่โตเต็มวัยจะพ่นใยไหมเพื่อทำรังห่อหุ้มตัวแล้วลอกคราบกลายเป็นดักแด้ซึ่งไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยงไหมระหว่าง 26 - 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 70 - 85 ตัวหนอนไหม(1) ในขณะที่เจริญเติบโตจะมีการลอกคราบประมาณ 3-4 ครั้ง ในระยะเวลาประมาณ 20-22 วัน และจะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 10,000 เท่า โดยการกินใบหม่อนเพียงอย่างเดียวและเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะหยุดกินอาหาร แล้วพ่นเส้นใยออกมาห่อหุ้มตัวเองที่เรียกว่ารังไหม ซึ่งมีลักษณะกลมรีคล้ายเมล็ดถั่วและหากเรานำรังไหมมาต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 80°C ขึ้นไปจะสามารถทำให้กาวไหม (Sericin) อ่อนตัวและดึงออกมาเป็นเส้นยาวได้ ความยาวของเส้นใยจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และการดูแลในช่วงที่เป็นหนอนไหม ไหมจัดเป็นเส้นใยตามธรรมชาติที่มีความเหนียวมากที่สุด

ภาพที่ 2.1 ตัวไหม

2.1.1 ประวัติไหมไทย

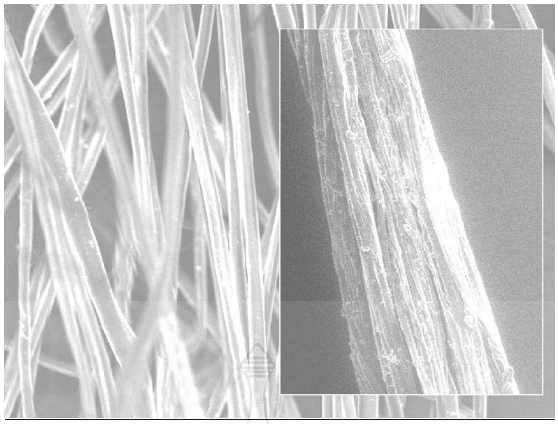
ประเทศไทยสันนิษฐานว่ามีการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมมานานกว่า 3,000 ปี มาแล้ว โดยการพบหลักฐานเศษผ้าที่ติดอยู่กับกำไรสำริดของมนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ที่บ้านเชียงและบ้านนาดี อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี โดยไหมไทยพันธุ์พื้นเมืองที่เลี้ยงมาแต่โบราณเป็นไหมที่ไม่มีการฟักตัวตามธรรมชาติ สามารถฟักออกเป็นตัวได้ปีละหลายครั้ง รังมีรูปร่างเรียว ขนาดเล็ก สีเหลือง แตกต่างจากไหมของจีนที่เป็นไหมที่มีการฟักออกปีละ 2 ครั้ง รังสีขาว ยกเว้นทางตอนใต้ของจีนที่พบไหมฟักออกได้ปีละหลายครั้งเช่นเดียวกับไทย ลาว เวียดนามและเขมร

ต่อมาในสมัยรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 จึงได้เริ่มการพัฒนาส่งเสริมการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมสาวไหมและทอผ้าไหมขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2433 ได้มีการจ้างผู้เชี่ยวชาญด้านไหมจากประเทศญี่ปุ่นมาปรับปรุงคุณภาพไหมที่มีอยู่เดิมให้ดีพอที่จะเป็นสินค้าส่งออกได้และเพิ่มพูนฝีมือให้กับชาวไทย โดยเริ่มที่พระราชวังดุสิต ซึ่งนับเป็นก้าวแรกของการพัฒนาการส่งเสริมการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในประเทศไทย

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในประเทศไทยมีแหล่งสำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเดิมมีการเลี้ยงไหมเป็นอาชีพรองจากการทำนาและเลี้ยงไหมเพื่อผลิตเส้นไหมเพื่อทอเป็นเครื่องนุ่งห่มไว้ใช้เองเท่านั้น เส้นไหมที่ผลิตได้เป็นเส้นไหมหยาบและสั้นใช้เป็นเส้นไหมพุ่งได้เพียงอย่างเดียวทำให้ต้องสั่งซื้อเส้นไหมยืนจากต่างประเทศ

2.1.2 โครงสร้างของเส้นใยไหม

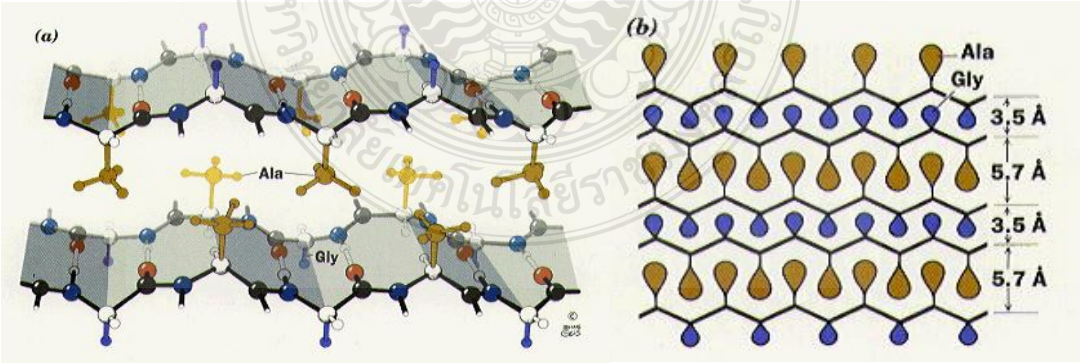
โพลิเมอร์ที่มีอยู่ในธรรมชาติของเส้นใยไหมเป็นโปรตีน เรียกว่า Fibroin ส่วนกาวที่หุ้มเส้นใยเป็นโปรตีนอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Sericin และโปรตีนของเส้นใยไหมไม่มีส่วนที่เรียกว่า Cystine ดังนั้น จึงไม่มีกำมะถัน (Sulphur) ในเส้นใยทำให้แตกต่างกับใยขนสัตว์ โมเลกุลของเส้นใยไหมเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบเส้นใยไหมจึงเหนียวมาก ดังนั้นพอสรุปได้ว่าเส้นใยไหมจะประกอบด้วยกลุ่มโครงสร้างทางเคมีของกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ มาต่อกัน ดังรายละเอียดแสดงให้เห็นในตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.2 ภาพขยายของเส้นใยไหม

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบโครงสร้างทางเคมีของเส้นใยไหม

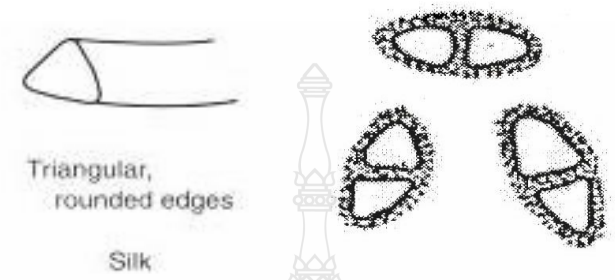
กรดอะมิโน	น้ำหนักของกรดอะมิโน (%)	สูตรโครงสร้างทางโมเลกุล
Glycine	38	$CH_2(NH_2).COOH$
Alanine	22	$CH_3.CH(NH_2).COOH$
Serine	15	$HO.CH_2(NH_2).COOH$
Tyrosine	9	$HOCH.CH_2(NH_2).COOH$
Other amino acid		
With bulky substituents	16	



(a) ภาพแสดงโครงสร้างโมเลกุล (b) โครงสร้าง Antiparallel b Plate Sheet

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของไฟโบรอินในเส้นไหม [4]

ลักษณะทางกายภาพโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เส้นใยไหมเป็นเส้นทึบไม่คงรูปผิวนอกมีรอยแตกและรอยต่อเป็นข้อ ๆ (คล้ายลูกปัด) แต่หากผ่านกรรมวิธีการทางเคมีและจำกัดสิ่งสกปรกออกแล้วจะมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมมุมมน เพราะเป็นเส้นใยสองเส้นอยู่ชิดกันและเรียกว่า Bave แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ลักษณะเป็นสามเหลี่ยมมุมมนแบบ Bave ของไหม

ตารางที่ 2.2 สมบัติทางเคมีของเส้นใยไหม (Chemical Properties)

รายการ	รายละเอียด
1. ความทนต่อกรด	- กรดเข้มข้นละลายไหมได้เร็วกว่าขนสัตว์ - กรดเข้มข้นปานกลางทำให้ไหมหดและย่น - โครงสร้างของเส้นใยไหมดูดซึมกรดได้เร็ว เก็บไว้ภายในเส้นใย - กรดอินทรีย์ (Organic Acid) ไม่ทำอันตรายต่อเส้นใย
2. ความทนต่อด่าง	- ด่างแก่เป็นอันตรายต่อเส้นใย โดยเฉพาะโซดาไฟ 5% ละลายไหมได้
3. ความทนต่อสารละลายอินทรีย์ (Organic Solution)	- ทนได้ดีโดยเฉพาะสารอินทรีย์ที่ใช้ซักแห้งและลบรอยเปื้อนไม่เป็นอันตรายต่อเส้นใย
4. ความทนต่อแบคทีเรียและอื่น ๆ	- ไม่ขึ้นรา ถ้าผ้าไหมที่เก็บไว้สะอาด - มอดไม่กัดกิน - แบคทีเรียไม่เจริญเติบโตบนเส้นใยไหม
5. ความทนต่อแสงและอื่น ๆ	- ไม่ทนแสงแดดและทำให้ผ้าไหมขาดเร็ว - ไม่นำกระแสไฟฟ้า - ไม่นำความร้อน

ตารางที่ 2.3 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยไหม (Physical Properties)

รายการ	รายละเอียด
1. ขนาดและรูปร่าง	- เส้นใยไหมความยาวโดยเฉลี่ย 900-1,200 - มีขนาด 9-11 ไมครอน - ริมเส้นใยเรียบ - เป็นมันและลื่น - มีสีขาวนวล (ไหมป่าริมใยขรุขระ ขนาดไม่สม่ำเสมอ มีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล)
2. ความเหนียว	- 2.4-5.1 กรัมต่อเดนเยอร์ (ขณะแห้ง) ถ้าเปียก ความเหนียวจะลดลง 20% ของความเหนียวขณะแห้ง
3. การคืนรอยยับกับการยืดตัว	- ยืดหยุ่นดี
4. ความคงตัว	- มีความคงตัวปานกลาง รอยยับค่อย ๆ คืนตัวช้า ๆ แต่คืนตัวได้ไม่หมดเหมือนขนสัตว์
5. ความถ่วงจำเพาะ	- 1.25-1.34
6. การดูดความชื้น (Moisture Absorption)	- 11%ที่ความชื้นสัมพันธ์ (RH) 65%อุณหภูมิ 20 ± 2 °C
7. ความคงทนต่อความร้อน	- ติดไฟง่ายแต่จะดับเมื่อเอาออกจากไฟ เถ้าที่เหลือเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีดำ เปราะ มีกลิ่นเหมือนขนนกไหม้ไฟ ทนความร้อนได้สูงถึง 135 องศาเซลเซียส และสลายตัวที่ 177 องศาเซลเซียส

2.2 รังไหม [1, 2, 3, 5, 6, 7]

เมื่อหนอนไหมแก่เต็มที่ ต่อมไหมจะเก็บสะสมโปรตีนซึ่งจะนำไปเป็นเส้นไหมมากขึ้นจนเข้าไปเบียดส่วนของลำไส้ ทำให้หนอนไหมไม่สามารถกินอาหารอีกต่อไปได้ และจะเกิดปฏิกิริยาทางกายภาพภายในต่อมไหม โดยหนอนไหมจะลดปริมาณน้ำออกจากส่วนของ Fibroin ถ่ายออกจากร่างกายประมาณตัวละ 1 มิลลิลิตร สาร Fibroin จะถูกบีบให้เคลื่อนตัวไปยังส่วนหน้า และพ่นออกภายนอกโดยผ่านทาง Spinneret และระหว่างการเคลื่อนตัวนี้ต่อมไหมส่วนหน้าจะผลิตสาร Sericin ออกมาเคลือบอยู่รอบๆ สาร Fibroin เพื่อทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่น และยังมีสภาพเป็นกาวยึดเส้นไหมกับวัสดุต่างๆ ประกอบกันเป็นรูปรัง ในขณะที่หนอนไหมพ่นเส้นใยนั้นควรมีความชื้นในบรรยากาศ

60-70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้กาว Sericin แห้งเร็วขึ้น จุดสัมผัสของเส้นไหมกับวัสดุนั้นน้อยลง ทำให้การคลี่ตัวของเส้นไหมในขณะสาวไหมดีขึ้น การพ่นเส้นใยพันตัวของหนอนไหมแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

1. การพ่นเส้นใยพันตัวแบบรูปตัว U หรือ O เป็นการพ่นเส้นใยพันตัวตามแบบเดิมของหนอนไหมตามธรรมชาติ รูปรังไหมที่ได้จากการพ่นเส้นใยแบบนี้มีลักษณะกลม นำไปทำการสาวรังจะคลี่ออกเป็นเส้นได้สะดวก พันธุ์ไหมที่พ่นเส้นใยแบบนี้ ได้แก่ พันธุ์จีน พันธุ์ยุโรป เป็นต้น

2. พ่นเส้นใยเป็นรูป S หรือรูป 8 ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไหมที่ได้รับการพัฒนาคัดพันธุ์ขึ้นมาใหม่ จุดประสงค์เพื่อให้ได้เส้นไหมที่ยาวขึ้น การที่หนอนไหมมีโอกาสบิดตัวพ่นเส้นใยเป็นรูป S ทำให้ลักษณะรังคอดกลางได้เล็กน้อย คล้ายฝักถั่วลิสง รังพวกนี้เมื่อนำไปสาวอาจต้องใช้ความเร็วต่ำลงเล็กน้อย เนื่องจากรังไหมมีการพลิกตัวมากกว่ารังไหมแบบแรก แต่จะได้ความยาวของเส้นไหมมากขึ้น รังไหมพันธุ์ดังกล่าว ได้แก่ ไหมพันธุ์ญี่ปุ่น เป็นต้น

รังไหมที่จะนำไปใช้ในการสาวเส้นใย ควรจะนำไปอบให้แห้งเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวเต็มวัยทำลายรังไหมเมื่อออกมาเป็นผีเสื้อ วิธีการดูว่ารังไหมแห้งสมบูรณ์หรือยัง โดยตัดรังไหมเอาดักแด้มาบดด้วยนิ้วมือ ถ้าดักแด้เป็นผงละเอียดโดยง่าย แสดงว่าอบแห้งสมบูรณ์แล้ว วิธีการอบแห้งมีหลายแบบขึ้นอยู่กับขนาดและความร้อนที่ใช้ แต่ก็มีหลักอยู่ว่าขั้นแรกใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูง เพื่อใส่ความชื้นที่มีอยู่ในตัวดักแด้ออกแล้วค่อย ๆ ลดอุณหภูมิลงเรื่อย ๆ ฉะนั้นการจะกำหนดลงไปว่าจะใช้อุณหภูมิและเวลาการอบแห้งให้แน่ชัดลงไปย่อมไม่ได้ ในกรณีที่ใช้เครื่องอบแห้งขนาดความจุ 3,000 กิโลกรัมรังไหมสด ใช้ blower เป็นตัวกระจายความร้อนซึ่งได้จากไอน้ำ การอบใช้วิธีใส่รังไหมเป็นชั้น ๆ ความหนาชั้นละ 15 เซนติเมตร ใส่รังชั้นหนึ่ง ๆ เว้นระยะห่างกัน 3 ชั่วโมง ใส่จนหมดรังไหมแล้วก็อบแห้งติดต่อกันไปจนสมบูรณ์

ระดับอุณหภูมิของการอบแห้งโดยการใช้เครื่องอบแบบนี้ ภายหลังจากใส่รังไหมจนหมดแล้วมีดังนี้

อุณหภูมิเริ่มแรก	77 °– 80 °ซ	ใช้เวลา	3 ชั่วโมง
อุณหภูมิลดลงเป็น	74 °ซ	ใช้เวลา	8 ชั่วโมง
อุณหภูมิลดลงเป็น	67 °ซ	ใช้เวลา	12 ชั่วโมง
อุณหภูมิสุดท้าย	55 °– 60 °ซ	ใช้เวลา	8 ชั่วโมง

2.2.1 การเก็บรักษารังไหมที่อบแห้งแล้ว (Cocoon Storage)

รังไหมที่อบแห้งสมบูรณ์แล้วควรเก็บไว้ในห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเก็บไว้ในห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 70 เปอร์เซ็นต์จะเกิดผลเสียคือจะทำให้เชื้อราเข้าทำลายรังไหมนั้น เมื่อนำมาสาวจะได้เส้นใยที่ขาดคุณสมบัติ ในด้านความเหนียวและการยืดตัวควร

ระมัดระวังเรื่องนี้เป็นพิเศษ และห้องที่ใช้เก็บรังไหมควรป้องกัน แมลง มด หนู ที่จะมาทำลายรังไหมได้อย่างดีด้วยเพราะรังไหมถ้าถูกเจาะทำลายแล้วไม่สามารถจะนำมาสาวเป็นเส้นไหมได้

เนื่องจากรังไหมที่อบแห้งสมบูรณ์แล้ว ยังสามารถดูดความชื้นกลับเข้ามาได้อีกเล็กน้อย ดังนั้นการอบแห้งเสร็จแล้วควรเก็บรังไหมไว้อย่างน้อย 15 วัน เพื่อให้ความชื้นภายในรังไหมถ่ายเทให้กันจนสม่ำเสมอ จะได้ไม่เกิดปัญหาขณะนำไปต้มและสาว

เกษตรกรรายย่อยมักประสบปัญหาในการสาวไหม เนื่องจากต้องรีบสาวไหมให้เสร็จก่อนที่ผีเสื้อจะเจาะรังไหมออกมา ซึ่งเป็นเหตุให้รังไหมเสียหาย ไม่สามารถสาวเป็นเส้นไหมได้ ดังนั้นจึงได้คิดประดิษฐ์ “ตู้อบรังไหมนครราชสีมา 60 ให้เป็นตู้อบรังไหมขนาดเล็ก สามารถอบรังไหมสดได้ครั้งละ 10 กิโลกรัม โดยใช้ความร้อนจากถ่านไม้ อุณหภูมิภายในตู้อบอยู่ระหว่าง 50-120 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 23-27 ชั่วโมง สามารถอบรังไหมได้แห้งสมบูรณ์ พอที่จะเก็บรังไหมไว้ได้นาน โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางด้านการสาวไหมเสียหาย

2.2.2 การคัดเลือกรังไหม (Cocoon Assorting)

การคัดเลือกรังไหมไม่ดีออกจากรังดี จะทำให้การสาวไหมเส้นยืนมีประสิทธิภาพและคุณภาพรังสูง เพราะไหมไม่ดีมักจะทำให้เส้นไหมไม่เรียบ จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการคัดเลือกรังไม่ดีออกทุกครั้งก่อนจะนำรังไหมไปสาวเป็นเส้นยืน รังที่ไม่ดีนำไปสาวเป็นไหมพุ่งได้

2.2.3 รังไหมที่ไม่ดีหรือเรียกว่า รังเสีย มีอยู่ 11 ชนิด ดังนี้

1) รังแฝด (Double Cocoon) คือรังไหมที่เกิดจากหนอนไหมตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ทำรังร่วมกัน ซึ่งรังประเภทนี้เมื่อนำมาสาวจะทำให้เส้นไหมขาดบ่อย ๆ เพราะเส้นไหมพันกันเนื่องจากรังไหม 1 รังมีเส้นไหมมากกว่า 1 เส้น ทำให้ความสามารถในการสาวออกต่ำ ส้นไหมไม่เรียบ รังไหมแฝดเกิดจากสาเหตุหลายอย่างเช่น จากนิสัยของพันธุ์ไหมนั้น ๆ หรือเกิดจากการจับไหมเข้าจ่อมากเกินไป บางครั้งก็เกิดจากลักษณะของจ่อไม่ถูกต้อง

2) รังเจาะ (Pierced Cocoon) รังชนิดนี้เกิดจากหนอนแมลงวันลายเจาะรังออกมาทำให้รังเป็นรู บางครั้งเกิดจากมดเจาะ ทำให้รังเหล่านี้เสียหาย การที่รังไหมเกิดรูก็เท่ากับตัดเส้นไหมให้ขาดทั้งเส้น ดังนั้นเวลานำรังไหมชนิดนี้ไปสาวไหมยืนจะทำให้ขาดบ่อย ๆ

3) รังสกปรกภายใน (Inside Soiled Cocoon) รังไหมประเภทนี้เกิดจากดักแด้ที่ตายภายในรัง หรือบางครั้งหนอนไหมเป็นโรค แต่สามารถทำรังได้ พอรังเสร็จก็ตายอยู่ในรัง ทำให้รังสกปรก รังไหมชนิดนี้เวลานำมาสาวจะได้เส้นไหมสีดำสกปรกไม่มีคุณภาพ

4) รังสกปรกภายนอก (Outside Soiled Cocoon) รังพวกนี้มักเกิดจากน้ำปัสสาวะของตัวหนอนไหมก่อนจะทำรังครั้งสุดท้าย บางครั้งเกิดจากหนอนไหมที่เป็นโรค เวลาจับเข้าจ่อไม่ทันทำรังก็

ตายเสียก่อน ทำให้เปื้อนรังไหมดีที่อยู่ในจ่อเดียวกัน รังเหล่านี้เวลานำมาต้มมักจะดึงเส้นยากหรือบางทีก็จะเละเสียก่อน โดยเฉพาะบริเวณที่เปื้อนปัสสาวะ เพราะน้ำปัสสาวะ เพราะน้ำปัสสาวะของหนอนไหมมีคุณสมบัติเป็นด่าง

5) รังบาง (Thin Shell Cocoon) เกิดจากหนอนไหมที่เป็นโรคเมื่อจับเข้าทำรังก็ทำไปได้เพียงเล็กน้อยแล้วก็ตาย ทำให้ได้รังไหมบางผิดปกติหรือบางครั้งเกิดจากจับไหมเข้าจ่อช้าเกินไปไหมสุกมาก ๆ จนพ่นใยตามขอบกระด้ง เลี้ยงจนเหลือใยน้อยเวลานำเข้าจ่อจึงสร้างรังได้บาง เราไม่นิยมนำรังไหมชนิดนี้ไปต้มรวมกับรังปกติจะทำให้รังบางเละไปก่อน

6) รังหลวม (Loose Shell Cocoon) เป็นรังไหมที่เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมในขณะไหมทำรังไม่เหมาะสม ลักษณะรังหลวมคล้ายว่ารังไหมมีหลายชั้นเมื่อผ่าดู ถ้าจับดูจะเห็นได้รังพวกนี้นิ่มกว่าปกติ รังดังกล่าวถ้านำไปสาวจะขาดบ่อย ๆ เพราะว่ารังไหมแยกเป็นชั้น ๆ ดังกล่าว

7) รังบางหัวท้าย (Thin-End Cocoon) เกิดจากลักษณะประจำของพันธุ์ไหมหรือเกิดจากอุณหภูมิในการกกไข่สูง บางครั้งเกิดจากสภาพอากาศเย็นเกินไประหว่างไหมเข้าทำรัง เป็นต้น ลักษณะรังประเภทนี้หัวจะแหลมผิดปกติ เวลานำไปต้มจะเละบริเวณส่วนแหลมก่อน และถ้านำมาสาวจะขาดบริเวณหัวแหลม

8) รังผิดรูปร่าง (Malformed Cocoon) รังไหมชนิดนี้เกิดจากลักษณะจ่อไม่ถูกต้อง หรือเกิดจากหนอนไหมอ่อนแอทำรังได้ไม่สมบูรณ์ ลักษณะรังมักจะบิดเบี้ยวไม่สมส่วน เมื่อนำไปต้มรวมกับรังดีมักจะเละไปก่อน หรือบางทีก็แข็งขึ้นอยู่กับรูปร่างของรังนั้น ๆ ว่าผิดปกติลักษณะใด

9) รังติดข้างจ่อ (Cocoon with Prints of Cocooning Frame) รังประเภทนี้จะเกิดจากการที่หนอนไหมไปทำรังติดข้างจ่อหรือติดกับกระดาษรองจ่อ ลักษณะรังจะแบนผิดปกติและหนาเป็นส่วน ๆ เป็นเรื่องยุ่งยากที่จะนำไปต้ม รังชนิดนี้เกิดจากจับไหมเข้าจ่อมากเกินไป ไหมไม่มีที่ทำรังพอหรือจ่อไม่ถูกลักษณะ

10) รังขึ้นรา (Musty Cocoon) รังไหมเหล่านี้ไม่ควรนำไปสาวเพราะเส้นใยจะเสื่อมคุณภาพ รังประเภทนี้เกิดจากการอบแห้งไม่สมบูรณ์ และบางครั้งควบคุมความชื้นในห้องเก็บรังไหมไม่ได้ทำให้เกิดราขึ้นได้

11) รังบุบ (Crushed Cocoon) รังไหมประเภทนี้พบมากในกรณีขนส่งโดยไม่ระมัดระวังเกิดจากการกระทบกระแทก รังไหมชนิดนี้ถ้านำไปสาวจะเกิดการขาดบ่อย ๆ บริเวณส่วนที่บุบ

รังไหมเสียทั้งหมด 11 ชนิดดังกล่าว ควรนำไปใช้สาวเป็นเส้นไหมพุ่ง

2.2.4 หลักเกณฑ์ในการตีราคารังไหมพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศ

การตีราคารังไหมในปัจจุบันเป็นการตีราคากลางที่เป็นหลักความยุติธรรมให้แก่เกษตรกร (ผู้เลี้ยงไหมขายรังไหมสด) กับโรงงานสาวไหมเอกชน โดยกำหนดราคาตามคุณภาพของรังไหมที่จะใช้สาวในโรงงานสาวไหมได้นั้น จะต้องเป็นรังไหมพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศ การตีราคาจะดำเนินการได้ตามรูปแบบต่อไปนี้

1) การตรวจสอบคุณภาพรังไหมเพื่อการตีราคาแบบเดี่ยว

การตีราคาในลักษณะเกษตรกรเป็นรายๆ นำรังไหมมาจำหน่ายโดยไม่รวมกลุ่มกัน วิธีการตีราคารังไหมจึงเป็นการตีราคาแบบเดี่ยว (หมายถึงการตีราคาแบบเป็นรายๆ ไป)

2) การสุ่มตัวอย่างรังไหมเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

- เทรังไหมใส่ถุงผ้ามาตรฐานขนาด 40 x 40 x 80 cm ซึ่งบรรจุรังไหมประมาณ 15 กิโลกรัม (รังสด)

- ทำการสุ่มรังไหมจากถุงทุกๆ ถุง โดยใช้มือล้วงลงไปด้านข้างถุง ตรงกลาง ด้านบน และด้านล่าง ให้ได้น้ำหนักตามตัวอย่างที่กำหนดไว้ คือ น้ำหนักรังไหมสดที่มาจำหน่ายทุก50 กิโลกรัม ให้สุ่มตัวอย่างจำนวน 1,000 กรัม (1.5 กก.) นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์รังเสีย ส่วนที่เหลืออีก 500 กรัม (0.5 กก.) นั้นนำไปหาเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง โดยคัดแยกเฉพาะรังดี 30 รัง (ส่วนที่เหลือก็นำกลับคืนเข้าไปรวมในรังไหมส่วนที่นำมาจำหน่าย)

- การหาเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง นำไหมที่สุ่มไว้ 30 รังนั้น มาผ่าตรวจดักแด้ภายในรังว่าเป็นดักแด้ที่สมบูรณ์หรือไม่ถ้าพบรังตายต้องทิ้งไป เมื่อตรวจดักแด้เสร็จแล้ว นำรังไหมไปชั่งหาน้ำหนักรังสด (ดักแด้ + เปลือกรัง) เมื่อรู้น้ำหนักจดบันทึกไว้ แล้วทำการเทดักแด้และคราบออกทิ้งไป นำรังเปล่าไปชั่ง (เปลือกรัง) จดน้ำหนักเปลือกรังไว้แล้วนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง

$$\text{เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือกรัง}}{\text{น้ำหนักรังสด}} \times 100 \qquad (2.1)$$

ตัวอย่างเช่น น้ำหนักรังสด 30 รัง 45.21 กรัม

น้ำหนักเปลือกรัง 30 รัง 9.88 กรัม

$$\text{เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง} = \frac{9.88 \times 100}{45.21}$$

- การหาเปอร์เซ็นต์รังเสีย นำรังไหม 1,000 กรัม (1 กก.) ที่บรรจุในถุงตาข่ายนั้น มาคัดแยกรังดีรังเสีย โดยใช้โต๊ะส่องไฟที่มีกระจกฝ้าเป็นตัวส่องแสงผ่านขึ้นมาได้ คัดเลือกรังเสียออก นำรังเสียไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำตัวเลขมาคำนวณเปอร์เซ็นต์รังเสีย

$$\text{เปอร์เซ็นต์รังเสีย} = \frac{\text{น้ำหนักรังเสีย}}{\text{น้ำหนักรังสดตัวอย่าง}} \times 100 \qquad (2.2)$$

ตัวอย่างเช่น น้ำหนักรังเสีย 30.73 กรัม

น้ำหนักรังสดตัวอย่าง 1,000 กรัม

$$\text{เปอร์เซ็นต์รังเสีย} = \frac{30.73}{1,000} \times 100$$

$$= 3.073\%$$

- การคิดราคารังไหม จะนำเปอร์เซ็นต์เปลือกรังและเปอร์เซ็นต์รังเสียที่หาได้นำไปคำนวณราคารังไหมสดต่อกิโลกรัม โดยปัดตัวเลขของเปอร์เซ็นต์เปลือกรังและเปอร์เซ็นต์รังเสียเป็นเลขจำนวนเต็ม ดังนี้

- เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง 21.854 % ปัดเป็น 22%
- เปอร์เซ็นต์รังเสีย 3.073 % ปัดเป็น 3%

แล้วนำมาหาราคารังไหมสดต่อกิโลกรัม

ตัวอย่าง การคำนวณราคารังไหมสด (บาท / กิโลกรัม)

$$\text{ราคารังไหมสดต่อกิโลกรัม} = [\text{ราคาเส้นไหมยืน} \times \frac{58}{100} \times \frac{73}{100} \times \frac{\%\text{เปลือกรัง}}{100} \times \frac{\%\ \text{รังดี}}{100}] + [150 \times \frac{12.42}{100} \times \frac{\%\ \text{รังเสีย}}{100}] \qquad (2.3)$$

เพราะฉะนั้น ราคารังไหมสดที่มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง 22%และเปอร์เซ็นต์รังเสีย3% ถ้าคิดราคาไหมเส้นยืน กิโลกรัมละ 1,000 บาท ราคารังไหมสดต่อกิโลกรัมจะมีราคา ดังนี้

$$\text{ราคารังไหมสดต่อกิโลกรัม} = [1,000 \times \frac{58}{100} \times \frac{73}{100} \times \frac{22}{100} \times \frac{97}{100}] + [150 \times \frac{12.42}{100} \times \frac{3}{100}]$$

$$= 90.35 + 0.59$$

$$= 90.94 \text{ บาท / กิโลกรัม}$$

ตัวเลขในสูตร

58	คือ	ตัวเลขสัดส่วนที่เป็นส่วนแบ่งของเกษตรกร
73	คือ	ค่าของเปอร์เซ็นต์การสาวเส้นไหมที่ได้จากเปลือกรัง
150	คือ	ค่ารังไหมเสีย
12.42	คือ	เปอร์เซ็นต์เส้นไหมพุ่งที่สาวได้

2.2.5 การจัดชั้นคุณภาพรังไหมตามมาตรฐานสากล (The Standards on Cocoons Classification)

ในปี ค.ศ. 1996 (พ.ศ. 2539) Dr. Chiyuki Takabayashi และคณะซึ่งทำงานอยู่ที่แผนก Filature Engineering Division ของ National Institute of Sericultural and Entomological Science ซึ่งตั้งอยู่เมือง Okaya ประเทศญี่ปุ่น ได้ส่งยกร่างการจัดเกรดคุณภาพรังไหมครั้งที่ 1 เข้าสู่องค์การไหมระหว่างประเทศ (International Sericultural Commission = ISC) จึงได้ส่งยกร่างไปให้ประเทศต่างๆ พิจารณาแก้ไขและให้ความเห็นเพื่อปรับปรุงผลงานที่จะนำไปใช้เป็นมาตรฐานสากล จากความเห็นต่างๆ และมีข้อแนะนำของนักวิชาการและผู้เกี่ยวข้องจากประเทศต่างๆ ได้พิจารณาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก้ไขวิธีปฏิบัติและสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ยกร่างจนเป็นที่ยอมรับ เมื่อปี ค.ศ. 2000 รวมแก้ไข 5 ครั้ง และได้มีการรับรองอย่างเป็นทางการที่จะใช้เป็นมาตรฐานสากลของการจัดชั้นคุณภาพรังไหม เมื่อวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2543 ณ เมืองเลียง ประเทศฝรั่งเศส

2.2.6 ข้อมูลที่ใช้ตัดสินคุณภาพรังไหม

1) เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง (Cocoon Shell Percentage)

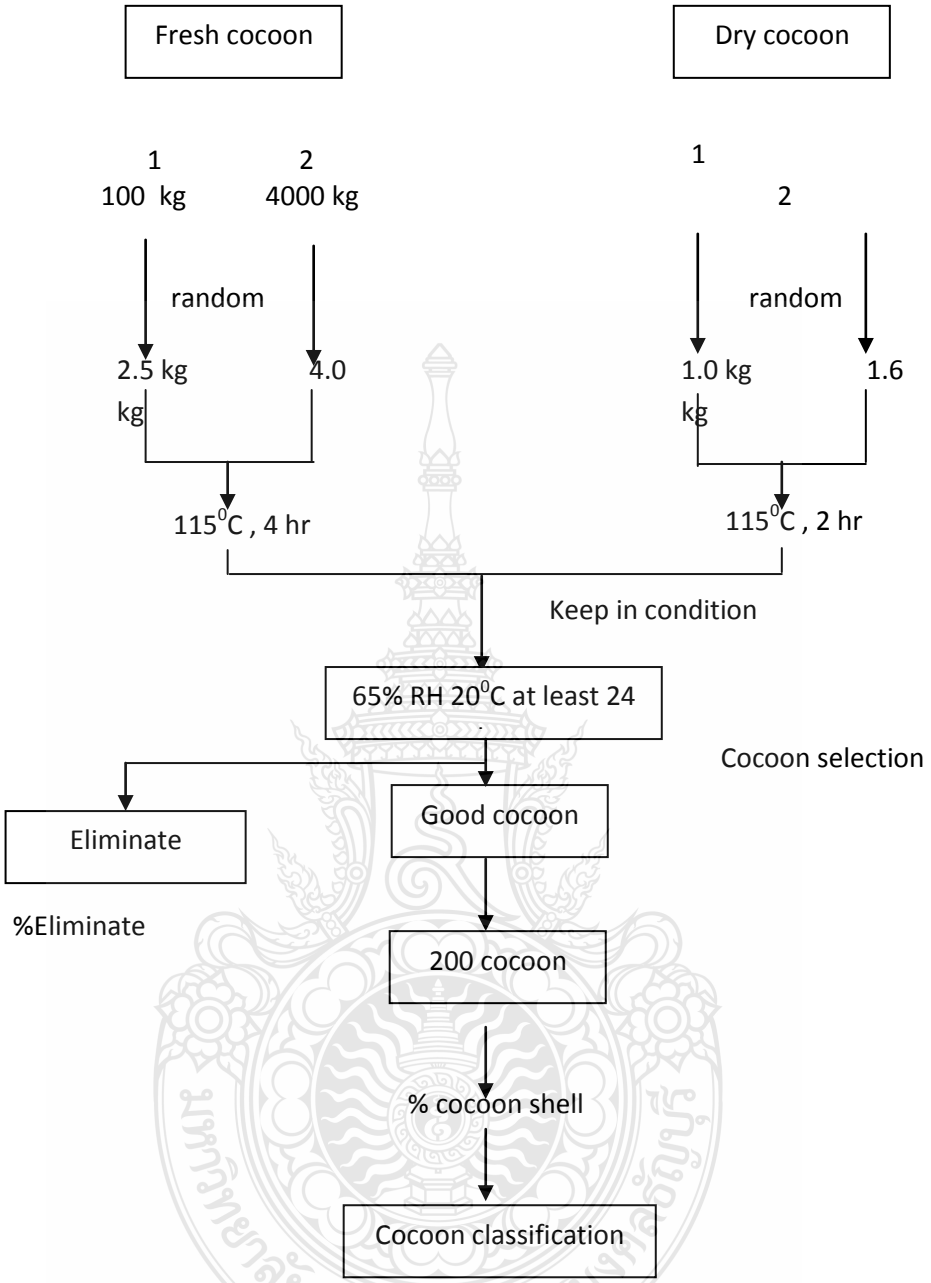
2) ความยาวเส้นใยในรัง (Length of Cocoon Filament)

3) เปอร์เซ็นต์การสาวง่าย (Reelability Percentage)

2.2.7 การจัดชั้นคุณภาพรังไหม

1) จัดชั้นคุณภาพรังไหมโดยไม่สาวทดสอบ (Non Reeling Method)

ใช้รังไหมมาหาเปอร์เซ็นต์เปลือกรังซึ่งทำได้ทั้งรังสดหรือรังอบแห้ง โดยนำรังมาอบแห้งอีกครั้ง แล้วจึงนำไปที่ห้องปรับสภาพที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 วัน แล้วจึงนำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกรังต่อไป



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการดำเนินการโดยไม่สาวทดสอบ

ตารางที่ 2.4 การจัดชั้นคุณภาพรังไหม ด้วยเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง (ไม่สาวทดสอบ)

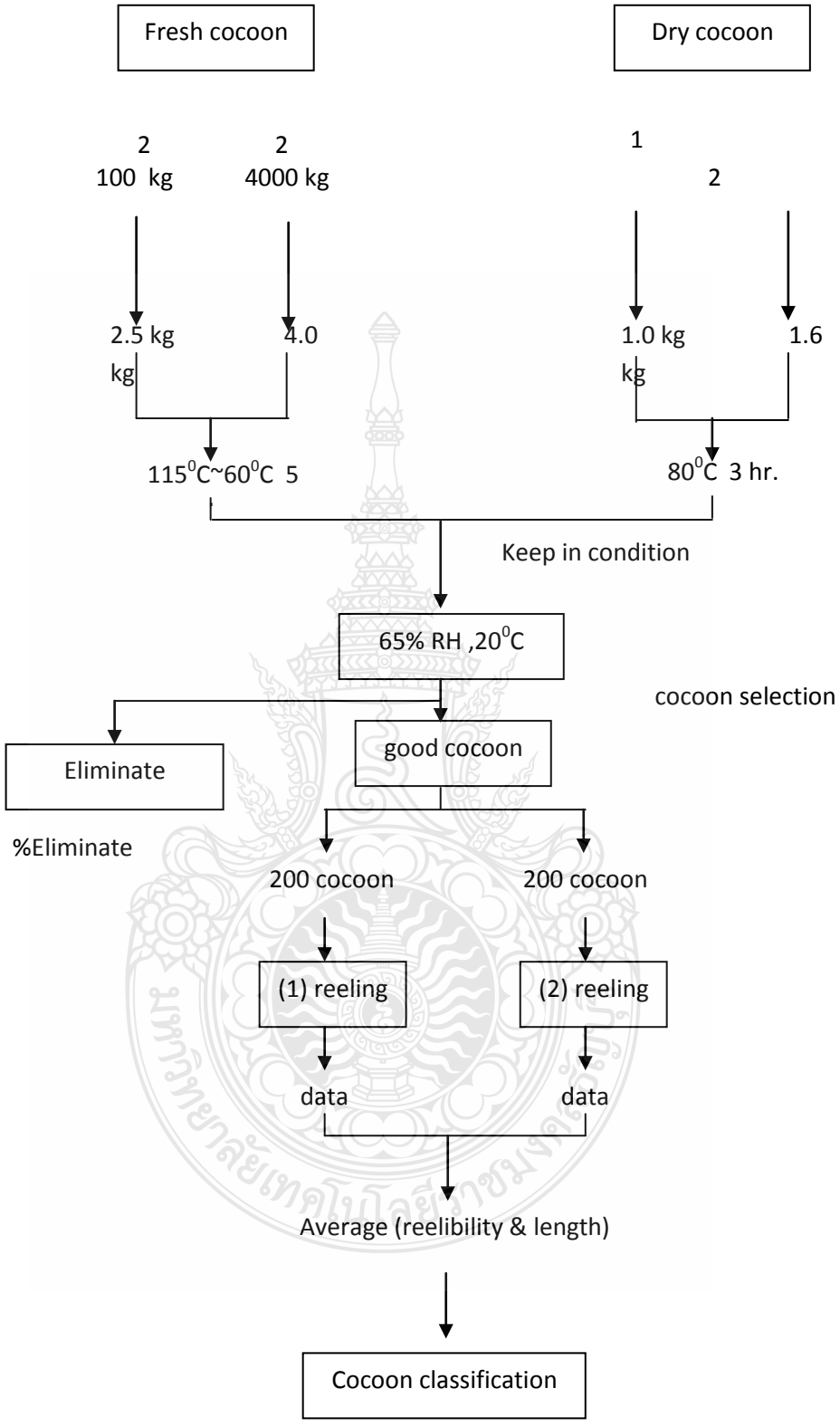
ลำดับ	เปอร์เซ็นต์เปลือกรังแห้ง	ชั้นคุณภาพรังไหม
1	>54.00	10S
2	52.00-53.99	9S
3	50.00-51.99	8S
4	48.00-49.99	7S
5	46.00-47.99	6S
6	44.00-45.99	5S
7	42.00-43.99	4S
8	40.00-41.99	3S
9	38.00-39.99	2S
10	<37.99	S

เกรดลำดับที่ 1 เรียกว่า เกรด 10S เป็นเกรดที่รังไหมคุณภาพดีที่สุด

2) จัดชั้นคุณภาพรังไหมโดยสาวทดสอบ (Reeling Method)

ดำเนินการโดยการสาวทดสอบรังไหม โดยสามารถสาวทั้งเครื่องสาวชนิดมัลติเอ็นหรือเครื่องสาวกึ่งอัตโนมัติ ทำการสาวไหมจนเสร็จ จะได้ข้อมูลในด้านการสาว ซึ่งจะได้นำข้อมูลด้านคุณภาพรังไหม 2 ค่า คือความยาวเส้นใย (Length of Cocoon Filament) และค่าเปอร์เซ็นต์การสาวง่าย (Reelibility Percentage) ทั้ง 2 ค่ามาให้คะแนน แล้วนำคะแนนทั้ง 2 ส่วนมารวมกันและจัดเกรด

การผลิตผ้าไม่ทอ คือ การนำเส้นใยทางสิ่งทอทั้งที่เป็นเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์(เส้นใยสั้นและเส้นใยยาว) มาผลิตเป็นผืนผ้าโดยไม่ใช้วิธีทอถัก แต่เป็นการนำเส้นใยมาทับให้มีความหนาตามจำนวนชั้นที่ต้องการ ซึ่งการนำเส้นใยมาทับให้เป็นผืนผ้าตามที่ต้องการนั้นสามารถทำได้หลายวิธี จากนั้นจึงนำมายึดให้เส้นใยติดกันจนกลายเป็นผืนผ้าที่แข็งแรงถาวร วิธีการยึดติดเส้นใยก็มีหลายวิธีตามแต่การนำผืนผ้าไปใช้งาน [8]



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการดำเนินการสาวทดสอบ

ตารางที่ 2.5 การจัดชั้นคุณภาพรังไหมด้วยการสาวทดสอบ

เปอร์เซ็นต์การสาวง่าย		**ความยาวเส้นใยในรัง**	
การสาวง่าย	**คะแนน**	**ความยาว (เมตร)**	**คะแนน**
>85	51.0	>1401	43
80-84	50.5	1301-1400	42
75-79	50.0	1201-1300	41
70-74	49.5	1101-1200	40
65-69	49.0	1001-1100	39
60-64	48.5	901-1000	38
55-59	48.0	801-900	37
50-54	47.5	701-800	36
45-49	47.0	601-700	35
40-44	46.5	501-600	34
<39	46.0	<500	33

ตารางที่ 2.6 Final Grade (ชั้นคุณภาพรังไหม)

ลำดับ	**คะแนน**	**ชั้นคุณภาพรังไหม (เกรด)**
1	>93.0	10G
2	91.5-92.5	9 G
3	90.0-91.0	8 G
4	88.5-89.5	7 G
5	87.0-88.0	6 G
6	85.5-86.5	5 G
7	84.0-85.0	4 G
8	82.5-83.5	3 G
9	81.0-82.0	2 G
10	<80.5	G

2.3 วัตถุดิบในการผลิตผ้าไม่ทอ

ในกระบวนการผลิตผ้าไม่ทอสิ่งที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ วัตถุดิบ โดยสามารถแบ่งวัตถุออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.3.1 วัตถุดิบประเภทเส้นใย

เส้นใยเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตผ้าไม่ทอซึ่งต้องมีการเตรียมโดยเริ่มจากการตะกุยให้เส้นใยกระจายตัวออกจากกัน แล้วนำเส้นใยไปสางเพื่อให้เกิดการเรียงตัวของเส้นใยอย่างเป็นระเบียบไม่เกาะกลุ่มกันซึ่งจะออกมาเป็นแผ่น (Web) แล้วผ่านกระบวนการต่อไป

ภาพที่ 2.7 เส้นใยที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอ [4]

เส้นใยเป็นส่วนผสมที่มีอัตราส่วนในผืนผ้าจำนวนที่มากกว่าส่วนผสมอื่น เพราะเป็นส่วนผสมที่ทำหน้าที่เป็นตัวผ้า (ผืนผ้า) ฉะนั้นชนิดของเส้นใยจึงมีคุณสมบัติต่อผ้าโดยตรง เส้นใยที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอมีมากมายหลายชนิดด้วยกัน แต่ที่ใช้กันมากดังแสดงในตารางที่ 2.7 สามารถจำแนกคุณสมบัติของเส้นใยได้ คือ

1) คุณสมบัติของเส้นใยที่มีผลกับผ้าไม่ทอ

ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติของเส้นใยในการผลิตผ้าไม่ทอ

เส้นใย	ข้อดี	ข้อเสีย
1. Polyester	การกลับคืนตัวดี ความยืดหยุ่นสูง ตกแต่งง่าย ทนความร้อนสูง ความแข็งแรงสูงขณะเปียก	เกิดไฟฟ้าสถิตและรวมเป็นกลุ่ม
2. Acetate Filament	ไม่เป็นกลุ่ม การกลับคืนตัวและผิวสัมผัสดี การแตกหักง่าย ปรับแต่งดี	ไม่แข็งแรงขณะเปียก การต้านทานแรงขัดถูต่ำ ไม่ค่อยนุ่มนวล
3. Polyamide	มีความแข็งแรงขณะเปียก ทนสารเคมีได้ดี มีความยืดหยุ่นตัวดี ต้านทานรอยเปื้อนดีแห้งเร็ว	ผิวสัมผัสกระด้าง มีการเกาะตัวแน่น รวมตัวเป็นเม็ดสูง ราคาสูง
4. Viscose Filament	มีความแข็งแรงดี ตกแต่งง่าย ไม่เป็นกลุ่ม ทำความสะอาดง่าย	ความแข็งแรงต่ำขณะเปียก แห้งช้า ผิวสัมผัสกระด้าง ต้านทานรอยขีดข่วนต่ำ
5. Acrylic	การคืนตัวดีผิวสัมผัสนุ่ม ตกแต่งง่าย ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี ต้านทานความชื้นดี มีความหนาแน่นดี	ต้านทานรอยขีดข่วนต่ำ ราคาสูง
6. Cotton	ต้านทานรอยขีดข่วนดี มีความแข็งแรงขณะเปียก ผิมสัมผัสนุ่ม ดูดความชื้นดี	ไม่ยืดหยุ่นตัว ต้านทานรอยเปื้อนต่ำ ยับง่าย จัดเข้ารูปยาก
7. Wool	ยืดหยุ่นตัวสูง ผิวสัมผัสนุ่ม การคืนตัวเร็ว ดูดความชื้นได้ดี	รวมตัวเป็นกลุ่ม ความแข้งแรงต่ำ ต้านทานรอยขีดข่วนต่ำ ราคาไม่แน่นอน

2) ลักษณะภายในของเส้นใย

ชนิดหรือลักษณะภายในของเส้นใยเป็นการปรับปรุงพัฒนาคุณสมบัติของเส้นใย เพื่อต้องการเพิ่มคุณสมบัติพิเศษของผ้าเมื่อทำการผลิต เช่น ต้องการให้เกิดการเป็นฉนวนความร้อนมากขึ้น ต้องการให้มีคุณสมบัติการดีดตัวของเส้นใยเพิ่มขึ้น ดังลักษณะต่อไปนี้

- เส้นใยชนิด Hollow Fiber คือ การทำให้เส้นใยแต่ละชนิดมีแกนเป็นรูอยู่ตรงกลางภายในตลอดความยาวของเส้นใย ทั้งนี้เพื่อคุณสมบัติการโค้งงอที่ดีขึ้นและยังมีผลในการคืนตัวที่ดีด้วย

- เส้นใยชนิดเคลือบ Siliconized Fiber คือ การนำเส้นใยมาผ่านกรรมวิธีเคลือบผิวด้านนอกของเส้นใยโดยรอบ เพื่อให้เส้นใยมีความลื่นเกิดขึ้นซึ่งจะมีผลให้การผลิตผ้ามีผิวสัมผัสที่เนียนและนุ่มขึ้น

- เส้นใยชนิด Regular Fiber คือ เส้นใยชนิดธรรมดาที่ยังไม่ผ่านการตกแต่งใด ๆ มีหยักแบบ Gear Crimp เส้นใยชนิดนี้จะมีราคาถูก แต่ผลิตผ้าที่มีคุณสมบัติที่กระด้าง แฟบ ไม่มีความหนามากนัก ไม่เหมาะสมกับการสวมใส่ที่ดี ในทางปฏิบัติจึงมักผสมกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ เพื่อเป็นการปรับคุณสมบัติให้ได้คามความต้องการและเหมาะสม

- เส้นใยชนิด Siliconized Hollow Fiber คือ การตกแต่งเส้นใยให้มีลักษณะผสมกันระหว่างเส้นใย Siliconized และ เส้นใย Hollow

- เส้นใยชนิด Hollow Conjugate Fiberคือ เส้นใยที่มีลักษณะม้วนตัวเป็น Spiral Crimp ซึ่งจะมีรูตรงกลางด้วย ทำให้มีคุณสมบัติที่ฟูตัวได้มากและมีการคืนตัวที่ดี ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติของการโค้งงอและความยืดหยุ่นจะไม่สม่ำเสมอกันตลอดความยาวเส้นใย เนื่องจากรูแกนไม่ได้อยู่ตรงกลาง

- เส้นใยชนิด Siliconized Hollow Conjugate Fiber คือเส้นใยที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ ผสมกัน เพื่อคุณสมบัติที่ดีเกือบทั้งหมด คือ มีทั้งผิวสัมผัสที่เนียนและความยืดหยุ่นสูง

ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้เส้นใยแต่ละชนิดจะต้องพิจารณาจากความต้องการของเนื้อผ้าว่าจะให้มีคุณลักษณะการใช้งานอย่างไร นอกจากนี้เส้นใยแต่ละชนิดยังส่งผลกระทบต่อการผลิตเหมือนกันด้วย เพราะผลของคุณลักษณะในตัวเส้นใยเอง เช่น

- เส้นใยชนิด Siliconized Fiber มีผลกระทบต่อกระบวนการสางเส้นใย เนื่องจากความลื่นของผิวเส้นใย หากการจับยึดเส้นใยขณะสางไม่แน่นพอก็จะมีผลทำให้การผลิตแผ่นเส้นใยเกิดความไม่สม่ำเสมอ เนื้อผ้าไม่สวย นอกจากนี้คราบของ Silicone ที่จับอยู่ตามผิวของเส้นใยเมื่อผ่านการเสียดสีกับเครื่องจักร ส่วนของเครื่องจักรที่ผ่านการเสียดสีกับเส้นใยบ่อย ๆ ก็จะถูกคราบ Silicone จับ

ตัวทำให้พื้นผิวนั้นไม่เรียบด้วย มีผลให้ประสิทธิภาพการผลิตผ้าของเครื่องจักรลดลง เพราะต้องหยุดทำความสะอาดเครื่องบ่อย ๆ

- เส้นใยชนิด Hollow Conjugate Fiber เนื่องจากเส้นใยมีความฟูตัวมากทำให้เส้นใยแต่ละเส้นมีมิติมาก (มีปริมาตรสูง) เมื่อเทียบกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะการหยิกแบบขดลวดนั่นเองทำให้เส้นใยมีมิติแบบ 3 มิติชัดเจนกว่าการหยิกแบบฟันเลื่อยซึ่งมีเพียง 2 มิติ

- เส้นใยที่มีขนาดโตหรือหยาบจะมีผลต่อเนื้อผ้ามากกว่าเส้นใยที่มีขนาดเล็ก คือ จะผลิตผ้าได้ผ้าที่หยาบกว่า โครงสร้างผ้าหลวมกว่า โปร่งกว่า ทำให้ได้ผ้าหนาแต่น้ำหนักเบา

- เส้นใยที่มีขนาดเล็กหรือละเอียดจะมีผลต่อเนื้อผ้า โดยทำให้ได้เนื้อผ้าที่เนียนกว่า แฟบกว่า เนื้อแน่นกว่าเส้นใยหยาบทำให้ได้ผ้าทึบมีน้ำหนัก แต่มีความรู้สึกผิวสัมผัสที่นุ่มกว่าเส้นใยชนิดอื่น

2.3.2 วัตถุดิบประเภทเม็ดพลาสติก

นอกจากเส้นใยที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอแล้วยังมีวัตถุดิบประเภทเม็ดพลาสติกอีกอย่างที่สามารถผลิตเป็นผ้าไม่ทอได้ คือ โดยการนำเม็ดพลาสติกเหล่านี้ไปทำการหลวมละลายที่อุณหภูมิสูงก่อนที่จะฉีดออกมาเป็นเส้นใยบนสายพานที่เคลื่อนที่จนกลายเป็นแผ่นเส้นใยที่ติดกันเป็นผืนผ้าไม่ทอ ซึ่งเส้นใยที่มีลักษณะเป็นแผ่นนี้บางกระบวนการจะมีการยึดติดกันด้วยความร้อนในขณะทำเป็นแผ่นเส้นใยโดยไม่ต้องทำการยึดติดซ้ำในขั้นตอนต่อไป แต่มีบางประเภทที่จะต้องมีการใส่สารเคมีหรือทำการยึดติดอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ผืนผ้ามีความแข็งแรงมากขึ้น

ภาพที่ 2.8 เม็ดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอ [4]

เม็ดพลาสติกได้จากการนำสารโมโนเมอร์ที่ได้จากปิโตรเคมีขั้นกลางมาผลิตเป็นสารโพลิเมอร์หรือเม็ดพลาสติกชนิดต่าง ๆ เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ในปัจจุบันผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกของไทยใช้เม็ดพลาสติกในประเทศประมาณ ร้อยละ 70 ของผลผลิตทั้งหมด และอีกร้อยละ 30 นำเข้าจากต่างประเทศ กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกมีขั้นตอนการผลิต คือ

- การผสม เรซินซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักจะถูกนำมาผสมกับส่วนประกอบต่าง ๆ ภายใต้อุณหภูมิและเวลาที่ควบคุมอย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้ Dry Blend

- การนวดอัด วัตถุดิบที่ผ่านการผสมจะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการนวดอัดด้วยเครื่องจักร โดยอาศัยหลักการนวดอัดพร้อมกับให้ความร้อนตามความเหมาะสม ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น

- การตัดเม็ด เมื่อวัตถุดิบหลอดตัวแล้วจะถูกอัดผ่าน Die ที่มีการเจาะรูขนาดเล็ก ๆ พลาสติกที่ไหลผ่าน Die จะถูกตัดโดยใบมีด (Cutter) หมุนตัดอย่างต่อเนื่องทำให้ขนาดเม็ดมีขนาดตามมาตรฐานที่กำหนด

- การระบายความร้อน เม็ดพลาสติกที่ได้จะนำเข้าสู่กระบวนการระบายความร้อน โดยผ่านเครื่องระบายความร้อน (Cooling Unit) เพื่อทำให้เม็ดพลาสติกเย็นลงมีอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิห้อง

- การชั่งน้ำหนักและบรรจุ เม็ดพลาสติกที่ผ่านการระบายความร้อนแล้วจะถูกส่งผ่านเครื่องคัดขนาด (Rotary Selector) เพื่อคัดแยกเม็ดที่มีขนาดไม่เหมาะสมหรือเกาะติดกัน เม็ดที่ได้ขนาดมาตรฐานจะถูกส่งลงสู่ถังพัก และไหลผ่านไปยังเครื่องชั่งน้ำหนัก ซึ่งแตกต่างกันตามขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้

ในขั้นตอนนี้จะมีการเก็บตัวอย่างเม็ดพลาสติก เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา เช่น ขนาด ความสม่ำเสมอของการผสมสีและอื่น ๆ โดยตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปทำการตรวจสอบโดยฝ่ายเทคนิค เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้ง

1) เม็ดพลาสติกที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันแบ่งออกเป็นหลายประเภท คือ

โพลีเอทธิลีน (Polyethylene, PE) เป็นเม็ดพลาสติกที่ใช้แพร่หลายที่สุด เม็ดพลาสติก PE ที่ผลิตได้แบ่งเป็น LDPE, LLDPE, HDPE, MDPE ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ

- โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene, HDPE) HDPE โพลิเอทธิลีนชนิดหนาแน่นสูงมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นสายตรงค่อนข้างแข็งแต่ยืดได้มาก มีความเหนียว ทนแรงกระแทกได้สูง ไม่แตกง่าย เหมาะสำหรับการนำไปขึ้นรูปใช้ในงานต่าง ๆ เช่น งาน

แผ่นฟิล์ม (Film) นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะ HDPE มีความเหนียวจึงนิยมใช้ผลิตเป็นถุงบรรจุสินค้า หรือผสมกับ LDPE/LLDPE เพื่อผลิตเป็นถุงชนิดใช้งานหนัก งานเป่าเข้าแบบ (Blow Molding) สำหรับนำไปผลิตเป็นขวดบรรจุน้ำดื่ม งานฉีดเข้าแบบ (Injection Molding) สำหรับการขึ้นรูปแบบฉีดที่มีลักษณะเนื้อแข็ง งาน Yarn/Monofilament Extrusion ในรูปของเส้นเทปและเส้นใย งานผลิตท่อ (Pipe Extrusion) HDPE มีลักษณะเหมาะสมสำหรับผลิตท่อน้ำ ประปา นอกจากนี้ภาชนะที่ทำจาก HDPE ยังมีสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของความชื้นได้ดีจึงใช้เป็นขวดนมเพื่อยืดอายุของนมให้นานขึ้น

- โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene, LDPE) LDPE โพลิเอทธิลีนชนิดหนาแน่นต่ำเป็นพลาสติกที่นิ่ม สามารถยืดตัวได้มาก มีความใส นิยมนำมาทำเป็นฟิล์มสำหรับห่ออาหารและสำหรับบรรจุอาหาร LDPE สามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยใช้ผลิตเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหูหิ้วหรือถังขยะ เป็นต้น

2) โพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) เป็นพลาสติกที่แข็งและมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับเม็ดพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทนต่อสารเคมี ความร้อนได้สูงกว่า HDPE เหนียว แข็งแกร่ง ทนต่อแรงอัดและแรงกระแทก ไม่สึกกร่อนและทำให้มีสีสันสวยงามได้ ส่วนใหญ่นิยมใช้ทำบรรจุภัณฑ์พลาสติกและเครื่องใช้ไฟฟ้า เม็ดพลาสติก PP แบ่งเป็น PP-Copolymer PP สามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยนิยมผลิตเป็นกล่องแบตเตอรี่รถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ งานแผ่นฟิล์ม (Film) ใช้ในการผลิตแผ่นพลาสติกที่ต้องการความใส ใช้เป็นถุงพลาสติกประเภทถุงร้อน งานฉีดเข้าแบบ (Injection Molding) งานเป่าเข้าแบบ (Blow Molding)และงานรีดเป็นแผ่น (Sheet Extrusion)

3) โพลีสไตรีน (Polystyrene, PS) เป็นพลาสติกที่แข็ง ใส แต่เปราะ และแตกง่าย ราคาถูก นิยมนำมาทำเป็นภาชนะบรรจุของใช้พลาสติกและเครื่องใช้ไฟฟ้า เนื่องจาก PS เปราะและแตกง่าย จึงไม่นิยมนำพลาสติกประเภทนี้มาบรรจุน้ำดื่มหรือแชมพูสระผม มีการนำพลาสติกประเภทนี้มาใช้ทำภาชนะหรือถาดโฟมสำหรับบรรจุอาหารที่มีน้ำหนักเบา เนื่องจากประกอบด้วย PS ประมาณ 2-5 % เท่านั้น ส่วนที่เหลือเป็นอากาศที่แทรกอยู่ในช่องว่าง เม็ดพลาสติกชนิดนี้แบ่งเป็น GPPS และ HIPS

4) โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride, PVC) เป็นพลาสติกแข็งใช้ในงานก่อสร้าง แต่สามารถทำให้นิ่มโดยใส่สารพลาสติกไซเซอร์ PVC เป็นพลาสติกที่มีสมบัติหลากหลายจึงสามารถนำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกมาก อีกทั้งยังสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้อีกด้วย

5) อะคริโลไนไตรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene, ABS) ซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่งที่ได้จากการทำปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์ของโมโนเมอร์ 3 ชนิด คือ

สไตรีน (Styrene) อะคริโลไนไตรล์ (Acrylonitrile) และโพลิบิวทาไดอีน (Polybutadiene) ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นในการทนแรงกระแทกได้ดี มีความมันเงาที่ผิว สามารถชุบโลหะได้ดี ทนต่อความร้อนสูง มีการหน่วงการติดไฟที่ดี แข็งแกร่ง และทนต่อสารเคมีได้ดี นิยมนำไปใช้สำหรับงานฉีดเข้าแบบ (Injection Molding) เหมาะสำหรับการนำไปใช้งานต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องใช้ในครัวเรือน และงานรีด (Extrusion) เป็นการนำเม็ดพลาสติกไปรีดเป็นแผ่นพลาสติก แล้วจึงนำไปขึ้นรูปด้วยวิธี Vacuum อีกครั้งหนึ่ง เช่น ผนังตู้เย็น เป็นต้น

6) โพลีสไตรีน (Polystyrene, PS) แบ่งตามคุณสมบัติได้เป็น 2 ประเภท คือ

- GPPS (General Purpose Polystyrene) มีความแข็งและความใสมากสามารถขึ้นรูปเป็นชิ้นงานง่ายโดยไม่ต้องอบเม็ดก่อน แต่มีข้อเสีย คือ ทนแรงกระแทกได้น้อย (Low Impact Strength) จึงนิยมใช้กับชิ้นงานที่เน้นความใสมาก ๆ และต้องการความทรงรูปสูง เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องใช้ในครัวเรือน เป็นต้น

- HIPS (High Impact Polystyrene) สามารถทนต่อแรงกระแทกได้มากกว่า GPPS เนื่องจากมีการพัฒนาโดยใส่ BUTADIENE ลงไป แต่จะสูญเสียคุณสมบัติด้านความใสจากการที่มีราคาต่ำกว่าเม็ดพลาสติก ABS ค่อนข้างมาก HIPS จึงถูกใช้ทดแทน ABS ในงานที่ต้องการลดต้นทุน แต่จะให้ความเงา และการทรงภาพที่ด้อยกว่า

ทั้ง 2 ประเภทนี้เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการผลิตขึ้นรูปต่าง ๆ คือ งานประเภท Injection Molding ที่ต้องการทรงรูป ความมันเงาที่ดีและผลิตเป็นชิ้นงานได้และงานประเภท Sheet& Film Eetrusion สำหรับขึ้นรูปโดยวิธีการดึงเป็นแผ่น Sheet หรือเป็นแผ่นฟิล์ม เป็นต้น

7) อะคริโลไนไตรล์-สไตรีน (Acrylonitrile Styrene, AS) มีความใส แข็งแรง ความแกร่ง ความเหนียว ทนความร้อนและทนสารเคมีได้ดีกว่า PS จึงนิยมนำไปใช้ในงานฉีด (Injection Molding) ได้แก่ ชิ้นส่วนยานยนต์แต่ใช้กันไม่มากนัก เนื่องจากไม่ทนต่อแรงกระแทกและแสงแดดจึงทำให้กรอบและแตกง่าย แต่ยังไม่ดีเท่า PMMA แต่มีราคาถูกกว่าจึงถูกใช้แทนในตลาดที่เน้นราคาถูกเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังใช้กับเครื่องใช้ภายในบ้าน เครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

8) เอ็กซ์แพนเอเบิล โพลีสไตรีน (Expandable Polystyrene, EPS) มีลักษณะเป็นเม็ดกลมสีขาว ซึ่งจะใช้สไตรินมอนอเมอร์เป็นวัตถุดิบหลักและใช้แก๊ส เพนเทน (Pentane) เป็นสารทำให้พองตัว (Blowing Agent) ไม่มีการใช้สาร CFC ซึ่งทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน เม็ดพลาสติก EPS สามารถนำไปใช้งาน เช่น บรรจุภัณฑ์ เครื่องใช้ ไฟฟ้าต่างๆ และงาน Block งานก่อสร้างและงานประดิษฐ์ตกแต่ง เป็นต้น

9) เม็ดพลาสติกประเภทอื่นๆ ที่ไม่ใช่ที่กล่าวมาข้างต้นหรือไม่ทราบว่าเป็นพลาสติกชนิดใด ปัจจุบันเรามีพลาสติกหลายชนิดให้เลือกใช้งาน พลาสติกที่ใช้ในครัวเรือนส่วนใหญ่สามารถนำ

กลับมารีไซเคิลเพื่อหลอมใช้ใหม่ได้ซึ่งมีสัญลักษณ์ตัวเลขกำกับไว้ทำให้เราสามารถแยกพลาสติกออกเป็นชนิดต่างๆ เพื่อนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ง่ายขึ้น เช่น โพลิคาร์บอเนต (Polycarbonate, PC)

2.3.3 วัตถุดิบประเภทน้ำยาสารเคมี

วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำยาเคมี คือ การผสมกาวเข้าไปในเนื้อผ้า เพื่อให้เส้นใยที่ประกอบเป็นเนื้อผ้ายึดติดแน่นและมีความแข็งแรงถาวร มีความยืดหยุ่นได้ สารเคมีที่ใช้จะเป็นกาว Acrylic Polymer ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเทอร์โมพลาสติก

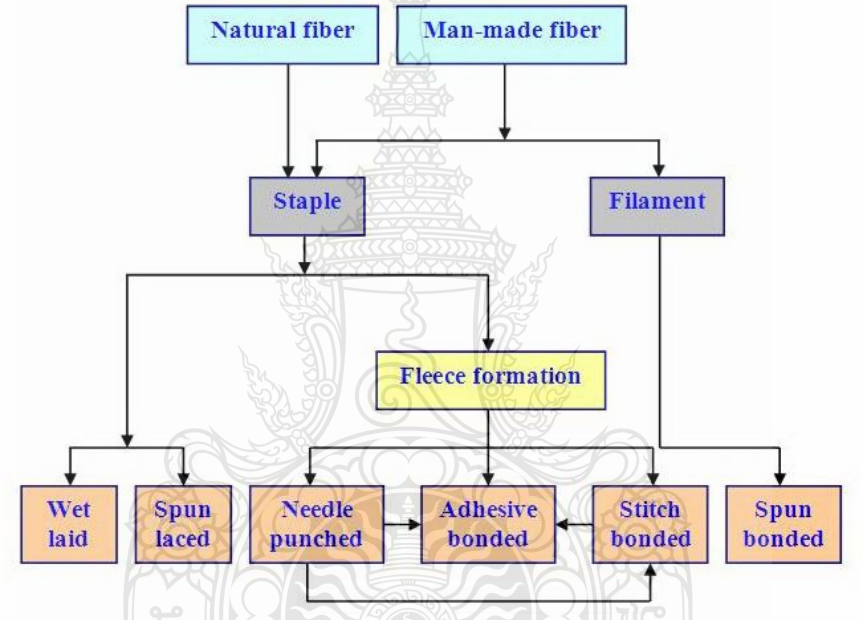
ภาพที่ 2.9 สารเคมีที่ใช้ในการยึดติดผ้าไม่ทอ [4]

Acrylic Polymer มีอยู่หลายชนิดซึ่งจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปและจะอยู่ในรูปของ Acrylic Copolymer Emulsions ที่ผลิตขึ้นมาจะมีความเข้มข้นและมีความหนืดสูง ดังนั้นเวลานำไปใช้พ่นบนผ้าจึงจำเป็นต้องเจือจางด้วยน้ำก่อน เพื่อให้มีความหนืดเหมาะสมต่อการฉีดพ่นบนผืนผ้าและในการที่จะให้กาวชนิดนั้นแห้งและจับตัวเป็นก้อน เพื่อยึดเกาะติดกับเนื้อผ้าซึ่งจะต้องอาศัยความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกและเพื่อให้ตัวกาวเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่สมบูรณ์ ความร้อนที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับชนิดของกาวซึ่งทางผู้ผลิตจะระบุมาให้ กาวที่มีอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาต่ำจะมีราคาแพงกว่า ดังนั้นกาวที่นิยมใช้จะมีอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาประมาณ 150 – 180 องศาเซลเซียล และใช้เวลาในการอบประมาณ 3 นาที ปฏิกิริยาจึงสมบูรณ์ ถ้าหากการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีไม่สมบูรณ์จะมีผลทำให้ผ้าที่ได้มีโครงสร้างที่ไม่ถาวร คือ เมื่อนำไปซักน้ำเนื้อผ้าจะแหลกยุ่ย หลุดออกจากโครงสร้างผ้าและเสียคุณสมบัติทางกายภาพจนใช้งานไม่ได้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่เนื้อกาวไม่มีความเหนียวและยังกรอบร่อนอีกด้วย

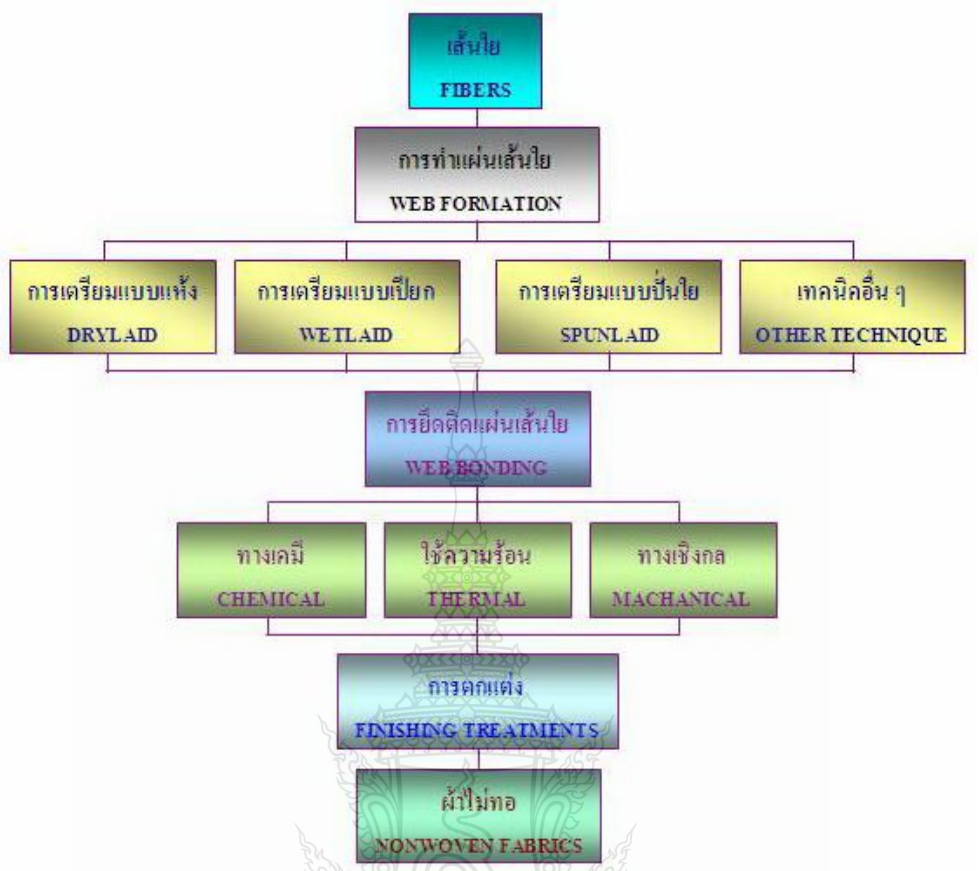
ในทางปฏิบัติทางการผลิตจึงต้องระมัดระวังเรื่องของการอบแห้งมาก คือ จะต้องรักษาอุณหภูมิในเตาอบตั้งแต่ 150 องศาเซลเซียล ขึ้นไปและระยะเวลาในการอบแห้งต้องไม่ต่ำกว่า 3 นาที เพื่อประกันคุณภาพของผืนผ้า

2.3.4 ขั้นตอนการผลิตผ้าไม่ทอ

กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอ (Nonwovens) มีวิธีการผลิตหลายวิธีที่มีการพัฒนาขึ้นมา โดยเริ่มจากการผลิตแผ่นเส้นใยก่อนเพื่อใช้ในการผลิต ดังภาพที่ 2.10 และ 2.11 ที่แสดงถึงกระบวนการผลิตผ้าไม่ทอแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 2.10 กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอแบ่งตามชนิดเส้นใย



ภาพที่ 2.11 กระบวนการผลิตผ้าไม่ทอแบ่งตามขั้นตอนการผลิต

การผลิตผ้าไม่ทอในปัจจุบันได้พัฒนาให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงมากขึ้น โดยใช้วิธีการผลิตร่วมกันหลายวิธี เช่น การผลิตพรมปูพื้น แผ่นเส้นใย (Fleece) จะผ่านขั้นตอนการตีด้วยเข็ม (Needle Punched) มาก่อน จากนั้นจึงนำไปผ่านขั้นตอนการผลิตอีกขั้นตอนหนึ่ง เพื่อให้ผ้ามีความคงรูปและแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งใช้สารเคมีช่วยในการยึดติด (Adhesive Boned) หรือในการทำผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ แผ่นเส้นใยอาจจะผ่านขั้นตอนการตีด้วยเข็มมาก่อน จากนั้นนำไปผ่านขั้นตอนการยึดติดโครงสร้างด้วยห่วงเข็มถัก (Stitch Bonded) แล้วจึงนำไปผ่านการอบด้วยความร้อนอีกขั้นตอนหนึ่ง เพื่อทำให้เส้นใยเทอร์โมพลาสติกที่มีส่วนผสมอยู่ในแผ่นเส้นใยหลอมละลายยึดตัวติดกัน เพื่อเพิ่มความคงทนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมากขึ้น

อย่างไรก็ตามวิธีการผลิตผ้าไม่ทอโดยรวมสามารถแบ่งขั้นตอนการผลิตที่สำคัญออกได้ 3 ขั้นตอน คือ

1) การเตรียมแผ่นเส้นใย

กระบวนการผลิตวิธีนี้จะทำให้เส้นใยมีความสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถแบ่งได้ คือ

- การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการแบบแห้ง (Dry Laid) แบ่งออกเป็น

  - วิธีทางเชิงกล (Mechanical) คือ การสางเส้นใย (Carding) และการทำให้แผ่นเส้นใยมีความหนา โดยวิธีการวางซ้อนแผ่นเส้นใย (Web Layer)

  - วิธีการใช้ลม (Air Laid)

- การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการแบบเปียกหรือการใช้น้ำ (Wet Laid)

- การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการหลอมละลาย (Spun melt)

  - วิธี Spun laid หรือ Spun Bonded

  - วิธี Melt Blown

    - การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการอื่น ๆ

  - วิธี Electrostatic Spinning

  - วิธี Flash Spun

2) การทำให้เส้นใยมีความคงรูปและแข็งแรงสามารถใช้วิธีการและเทคนิคต่างๆ แบ่งได้คือ

- โดยวิธีการใช้สารยึดติดหรือกาว (Adhesive หรือ Chemical Bonding)

- โดยวิธีการใช้ความร้อน (Thermal Bonding)

- โดยวิธีทางเชิงกล (Mechanical Bonding)

  - การตีด้วยเข็ม (Needle Punching)

  - การถักด้วยห่วงเข็ม (Stitch Bonding)

  - การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูง (Hydro-Entanglements หรือ Spun Lace)

3) กระบวนการตกแต่งสำเร็จรูป [9]

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตผ้าไม่ทอ ซึ่งมีวิธีการที่คล้ายคลึงกับการผลิตสิ่งทอทั่วไป เช่น การย้อมสี การพิมพ์ การเคลือบผ้า การต้านทานต่อการติดไฟ การป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ เป็นต้น แต่โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอส่วนใหญ่จะไม่ผ่านกระบวนการเหล่านี้ นอกจากจะนำผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้นไปใช้เฉพาะทาง กระบวนการตกแต่งผ้าไม่ทอสามารถแบ่งได้ คือ

- การตกแต่งด้วยวิธีการแบบแห้ง เช่น

  - การหดตัว คือ เส้นใยในผืนผ้าเมื่อนำไปใช้งานจะมีการหดตัวเกิดขึ้น การหดตัวของเส้นใยจะเกิดขึ้นในขณะเส้นใยเปียกหรือแห้งขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยด้วย เส้นใยสังเคราะห์จะ

เกิดการหดตัวเมื่อโดนความร้อนที่อุณหภูมิสูง ส่วนเส้นใยธรรมชาติจะเกิดการหดตัวหลังจากที่เปียกแล้วซึ่งเป็นการหดตัวตามปกติของเส้นใย แต่ก็มีบางชนิดที่มีการหดตัวเมื่อเปียกน้ำหรือแห้ง

- การรีดอัดและกด เป็นวิธีการปรับปรุงพื้นผิวของผ้าให้มีความราบเรียบ กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ใช้อยู่โดยการใช้ลูกกลิ้งอัดรีดภายใต้ความกดดันซึ่งใช้สำหรับผ้าไม่ทอบางประเภทเท่านั้น ผืนผ้าที่มีผิวเรียบจะต้องอัดรีดด้วย Calendars ที่เหมาะสม
- การเจาะและตัด การเจาะเป็นการทำให้ผ้าเกิดเป็นรูเพื่อสำหรับการใช้งาน โดยการใช้เข็มร้อนเจาะซึ่งจะมีวิธีการที่คล้ายกับการเจาะด้วยเข็มในกระบวนการยึดติดแผ่นเส้นใย ผ้าที่ผ่านเจาะแล้วยังคงมีความแข็งแรงอยู่เหมือนเดิม ผ้าประเภทนี้เหมาะที่จะใช้กับงานก่อสร้างและฉนวนความร้อน การตัดเป็นวิธีการที่พัฒนาของผ้าไม่ทอที่ใช้สำหรับผ้าซับในที่เฉพาะ การตัดสามารถทำได้โดยการใช้ใบมีดล้อขนาดเล็ก
- การทำขน เป็นการทำให้ผ้าเกิดการเสียดสีกับวัตถุจนผิวของผ้ามีความนุ่มและมีลักษณะเป็นขนคล้ายกับกำมะหยี่หรือสักหลาด คุณสมบัติที่โดดเด่นของผ้า คือ เวลาสัมผัสจะมีความอ่อนนุ่มและสวยงาม ส่วนการเผาขน คือ เป็นการเผาเส้นใยส่วนที่โผล่ยื่นออกมานอกผ้า โดยการนำผ้าส่งผ่านตามสายพานผ่านก๊าซเปลวไฟ ผ้าที่ได้จะมีลักษณะผิวที่เรียบเนียนขึ้น

- การตกแต่งด้วยวิธีการแบบเปียก เช่น

- การล้าง คือ การเอาสารเคมีต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกจากผ้า โดยการทำผ้าให้เปียกหรือการใช้เครื่องซักผ้าโดยใช้น้ำเป็นสื่อ บางครั้งอาจใช้ผงซักฟอกหรือสารอื่น ๆ ลงไปด้วย เพื่อให้สารเคมีเหล่านั้นเจือจางออกจากผ้าไป ในการล้างจะต้องอยู่ในสภาวะและอุณหภูมิที่เหมาะสมด้วยจึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและไม่ทำอันตรายต่อเนื้อผ้า
- การย้อม ผ้าไม่ทอเมื่อผลิตเสร็จแล้วส่วนใหญ่จะเป็นสีขาวพื้นทั้งผืนผ้า เมื่อเวลานำไปใช้งานต้องการสีสันที่มีความสวยงาม ดังนั้นจึงต้องนำไปผ่านกระบวนการย้อมสีซึ่งใช้สำหรับปูโต๊ะ ปูเตียง ผ้าปูที่นอนและเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ
- การพิมพ์ เนื่องจากผ้าไม่ทอมีการใช้กันอย่างกว้างขวางมากขึ้น ในด้านการตกแต่งและใช้ในสำนักงานจึงได้มีการคิดค้นผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงาม จึงได้นำผ้าไม่ทอมาทำการตกแต่งด้วยการย้อมสีและลวดลายลงบนผ้าในลักษณะต่าง ๆ วิธีที่นิยมมากที่สุด คือการสกรีนแบบโรตารี่ ส่วนสีที่ใช้ก็สามารถใช้ได้เกือบทุกชนิด
- การตกแต่งด้วยสารเคมี ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การป้องกันไฟฟ้าสถิต การต้านจุลชีพหรือแบคทีเรีย การป้องกันน้ำ การป้องกันน้ำมันหล่อลื่น ป้องกันรังสียูวี ป้องกันไฟ การเพิ่มความนุ่ม การเพิ่มความสว่างของผ้า การใส่สารเรซิ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เป็นต้น

- การ Coating คือ การนำของเหลวที่มีความหนือสูงใกล้เคียงกับกาวมาฉาบบนผิวของผืนผ้า แล้วอบด้วยความร้อนเพื่อให้กาวแห้งติดเนื้อผ้าในอุณหภูมิที่เหามะสม วิธีการเคลือบมีหลายวิธีด้วยกันขึ้นอยู่กับแต่ละที่
- การ Laminating เป็นการนำผ้ามาทำการเคลือบด้วยแผ่นฟิล์มบนผืนผ้า เพื่อเพิ่มความแข็งหรือคุณสมบัติของผ้า โดยการเคลือบอาจจะเคลือบด้านเดียวหรือสองด้านก็ได้
- การ Flocking คือ การทำให้ผืนผ้าที่เป็นสองมิติเปลี่ยนเป็นผ้าสามมิติที่มีขนคล้ายกับผ้ากำมะหยี่ โดยการทากาวหรือพ่นที่ผิวของผืนผ้าแล้วนำเส้นใยมาโรยบนผ้าให้เกิดขนตามที่ต้องการ ซึ่งกาวที่ใช้ยึดติดที่ผิวหน้าผ้าสามารถใช้ได้ดีการ Laminating และกับ Polyvinylchloride Polyurethane แต่ก็ขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของกาวนั้น ๆ ด้วย

2.3.5 การวิจัยการตกแต่งทางสิ่งทอ [10]

ในกระบวนการผลิตทั้งหมด คือ การย้อม การพิมพ์ การตกแต่ง ล้วนแต่ใช้วิธีแบบเปียกซึ่งเทคนิคเหล่านี้ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับน้ำหรือสารเคมีที่ใช้บนผืนผ้าและสารเคมีลงบนเส้นใย การกำจัดคราบสิ่งสกปรกหรือสารเคมีออกก็ยังจำเป็นต้องใช้น้ำก่อนการใช้ความร้อนในการอบแห้ง ซึ่งในกระบวนการสิ่งทอก็ยังคงมีการใช้น้ำอยู่ถึง 60 % ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ในปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอได้มีการพัฒนาวิธีการลดการใช้น้ำและพลังงานที่มากขึ้น

Georgia Tech's School of Textile and Fibers Engineering ได้มีการใช้เทคโนโลยี SOS ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ผง Electrostatic 100 % พ่นลงบนผ้าไม่ทอจาก Polypropylene ซึ่งมีความสามารถที่ดีเยี่ยมในการต้านทานน้ำมันและน้ำ ดังนั้นการพัฒนากระบวนการ SOS นี้ถือเป็นการลดการใช้น้ำและประหยัดพลังงานซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในการลดต้นทุนด้วย

2.4 กระบวนการผลิตแผ่นเส้นใย

คุณภาพของแผ่นเส้นใยเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากที่สุดในการผลิตแผ่นเส้นใย ซึ่งจะมีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ แผ่นเส้นใยที่มีคุณภาพควรมีคุณสมบัติดังนี้

- มีน้ำหนักของเส้นใยต่อหน่วยพื้นที่สม่ำเสมอ ทั้งในทิศทางตามความยาวและความกว้างของแผ่นเส้นใย
- การผสมเส้นใยต่างชนิดกันควรมีการผสมและกระจายตัวของเส้นใยที่กลมกลืนตลอดแผ่นเส้นใย

- มีอัตราการเรียงตัวของเส้นใยในทิศทางตามขวาง (Cross Machine Direction, CD) และทิศทางตามแนวยาว (Machine Direction, MD) ของเครื่องจักรที่ถูกต้องตามกำหนด ซึ่งมีผลต่อความแข็งแรงของผืนผ้าในลักษณะ 2 ทิศทาง

- มีคุณลักษณะของเส้นใยที่กำหนดไว้ถูกต้อง เช่น ความยาวของเส้นใย ความโตของเส้นใยและรอยหยักบนเส้นใย ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการผลิตและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

การเตรียมแผ่นเส้นใยเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดของการผลิตผ้าไม่ทอและเป็นขั้นตอนแรก โดยเริ่มจากการนำเส้นใยจากเบลมาตะกุยให้เส้นใยกระจายออกจากกันและทำความสะอาด แล้วทำให้เส้นใยมีการเรียงตัวกันเป็นแนวที่มีลักษณะเป็นแผ่นออกมาที่เรียกว่าม้วนเส้นใย (Lab) จากนั้นนำม้วนเส้นใยมาทำการเตรียมเพื่อทำเป็นผ้าไม่ทอในขั้นตอนต่อไป วิธีการผลิตแผ่นเส้นใย (Web) มีดังนี้

2.4.1 การผลิตแผ่นเส้นใยแบบแห้ง (Dry Laid)

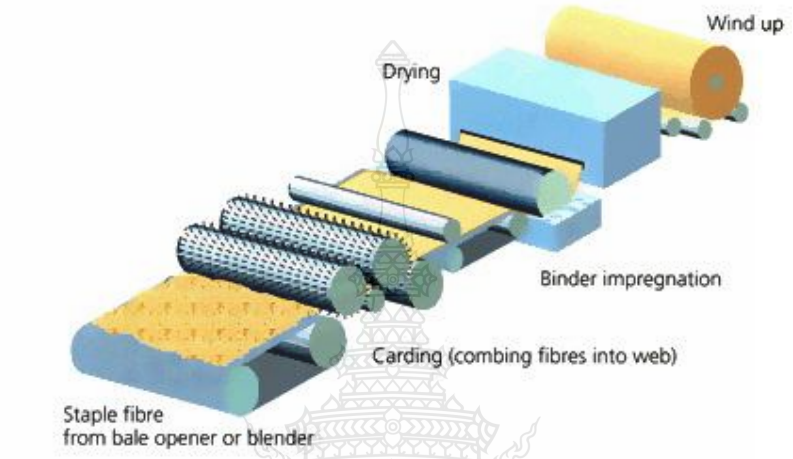
การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการแบบแห้ง (Dry Laid) ด้วยวิธีทางเชิงกลและวิธีการใช้ลมเป็นวิธีการผลิตที่ใช้เส้นใยสั้น (Staple Fiber) โดยทั่วไปเส้นใยจะมีความยาวประมาณ 30 - 120 มิลลิเมตร และมีขนาดที่ 1 - 200 Dtex การผลิตเส้นใยแบบแห้งมี 2 แบบ คือ

1) การผลิตแบบสางเส้นใย (Carding)

Carding เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่จัดเรียงเส้นใย (Lab) ที่นำมาจากห้องผสมเส้นใยมาจัดเรียงเส้นใยให้เรียงตัวเป็นระเบียบ โดยมีชุดลูกกลิ้งหนามทำหน้าที่หวีเส้นใยให้เรียงตัวกันเป็นระเบียบ เรียกว่าแผ่นเส้นใย (Web) ที่มีน้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่เท่ากันตลอดซึ่งจะวางเรียงขนานกันไปตามความยาวทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูงแต่ค่าการยืดตัวตามความยาวต่ำกว่าตามขวาง เครื่องสางใยที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอมี 2 แบบ คือ เครื่องสางใยแบบ Flat (Flat Card) เครื่องสางใยชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ในการผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยสั้น การสางเส้นใยมีการเรียงตัวขนานกันดีในแผ่นเส้นใยตามแนวทิศทางของเครื่อง MD แต่เครื่องจักรชนิดนี้มีข้อเสีย คือ มีข้อจำกัดในด้านความกว้างของเครื่องและมีอัตราผลผลิตต่ำ และเครื่องสางใยแบบลูกกลิ้ง (Roller Card) เครื่องสางใยแบบลูกกลิ้งเป็นเครื่องจักรแบบดั้งเดิมที่ใช้ในการสางเส้นใยขนสัตว์ แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ชุดป้อนเส้นใย ชุดลูกกลิ้งสางเส้นใย ชุด Doffer

ในการผลิตผ้าไม่ทอที่มีลักษณะการผลิตเหมือนกับการผลิตสิ่งทอ วิธีการสางเส้นใยยังคงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด กระบวนการสางเส้นใยเป็นขั้นตอนหนึ่งในอุตสาหกรรมการปั่นด้ายและได้ถูกดัดแปลงมาใช้ในการผลิตแผ่นเส้นใย (Web) ในอุตสาหกรรมผ้าไม่ทอ แผ่นเส้นใย (Web) ที่ผลิตในอุตสาหกรรมการปั่นด้ายมีความต้องการในด้านความหนาแน่นของเส้นใยในทิศทางตามยาวของ

แผ่นเส้นใย (Linear Density) มีหน่วยเป็นกรัมต่อเมตร (g/m) ส่วนการผลิตผ้าไม่ทอนั้นบอกความหนาแน่นของแผ่นเส้นใยในหน่วยพื้นที่ (Area Density) หน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร (g/m^2) แผ่นเส้นใยที่ได้จากเครื่องสางใยในทิศทาง MD นั้นเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตเส้นด้าย แต่ในการผลิตผ้าไม่ทอแล้วจะต้องทำการวางสลับแผ่นเส้นใยในทิศทาง CD ด้วย



ภาพที่ 2.12 การผลิตเส้นใยแบบแห้ง ระบบสาง (Carding) [11]

- ปัจจัยที่มีผลกระทบคุณภาพของแผ่นเส้นใย [12]

● จำนวนของชุดลูกกลิ้ง สำหรับการผลิตแผ่นเส้นใยที่มีคุณภาพดีไม่ควรเกินกว่า 6 คู่ ซึ่งในจำนวนของชุดลูกกลิ้งดังกล่าวนี้จะทำให้อัตราการผลิตและคุณภาพของแผ่นเส้นใยสูงและเป็นระดับที่สามารถยอมรับได้กับความเสียหายของเส้นใยที่เกิดขึ้น จำนวนลูกกลิ้งสางดังกล่าวอาจจะถูกแบ่งเพื่อใช้กับ Cylinder จำนวน 2 คู่

● ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งสางและความเร็วรอบของลูกกลิ้ง สัดส่วนปริมาณเส้นใยที่ออกจากลูกกลิ้งสาง Roller ขึ้นอยู่กับการตั้งระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งและความเร็วรอบของลูกกลิ้งสาง Roller การตั้งระยะห่างที่ชิดมากจะทำให้เพิ่มความหนาแน่นของปริมาณเส้นใยบนลูกกลิ้งสาง Roller แต่ถ้าความเร้วของลูกกลิ้งสาง Roller เพิ่มขึ้นก็จะเพิ่มปริมาณเส้นใยให้ออกมามากขึ้น ปริมาณความหนาแน่นของเส้นใยจะลดลงระยะห่างที่ชิดกันมากทำให้เพิ่มปริมาณในการสางมากขึ้น

● ปริมาณเส้นใยที่เก็บในเครื่องสางใย ประกอบด้วย ปริมาณเส้นใยที่ติดค้างอยู่บน Cylinder ในช่วงระหว่าง Doffer ถึง Taker-In และปริมาณเส้นใยทั้งหมดบนลูกกลิ้งสาง ซึ่งปริมาณ

เส้นใยที่ถูกเก็บในเครื่องสางใยจะมีผลกระทบต่อความสม่ำเสมอของแผ่นเส้นใยที่ผลิตและความเปลี่ยนแปลงต่อความสม่ำเสมอในการป้อนเส้นใยเข้าเครื่อง ซึ่งจะเป็นผลต่อปัจจัยข้างต้น

- การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใย (Web Layer)

วัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ การทำแผ่นเส้นใยให้มีความหนาซึ่งเรียกว่า Fleece เพื่อนำไปผลิตในขั้นตอนต่อไป น้ำหนักต่อตารางเมตรของแผ่นเส้นใยสางจะอยู่ระหว่าง 10 – 500 กรัมต่อตารางเมตร แล้วแต่ว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใด ในแผ่นเส้นใยสางนั้นเส้นใยแต่ละแผ่นจะหนักไม่เกิน 30 กรัมต่อตารางเมตร ดังนั้นต้องวางซ้อนกันหลาย ๆ ชั้นจนกว่าจะได้น้ำหนักตามที่ต้องการ อุปกรณ์สำหรับนำแผ่นเส้นใยให้เรียงซ้อนกันเรียกว่าตัววาง (Layer) การทำให้แผ่นเส้นใยมีความหนาและมีน้ำหนักที่มากขึ้นจะทำจากแผ่นเส้นใยเนื้อบาง โดยสามารถทำจากเครื่องสางใยเครื่องเดียวหรือจากเครื่องสางใยหลายเครื่อง มีวิธีการผลิตได้ 2 วิธี คือ

● การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยขนานในทิศทางเดียวกัน (Parallel Layer)

การทำให้แผ่นเส้นใยมีความหนาโดยการวางทับแผ่นเส้นใยบนสายพานลำเลียงในแนวนอนจากเครื่องสางใยหลายเครื่องมารวมในทิศทางเดียวกันดังภาพที่ 5.2 แต่การเรียงซ้อนแบบนี้มีข้อเสียหลายอย่าง คือ

■ แผ่นเส้นใยที่นำมาเรียงซ้อนกันเพื่อเพิ่มความหนาและน้ำหนักนั้น ความกว้างของแผ่นเส้นใยถูกจำกัดตามขนาดความกว้างของเครื่อง

■ การเรียงตัวของเส้นใยจะมีทิศทางตามแนวเครื่องจักร (MD) มีข้อจำกัดในการนำไปใช้งาน โดยใช้ในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใช้แล้วทิ้ง เช่น เสื้อผ้าที่ใช้ในทางการแพทย์ ผืนผ้าที่ใช้ในงานทำความสะอาดต่าง ๆ เช่น ผ้าเช็ดหน้า ผ้าทำความสะอาดบาดแผล เป็นต้น ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความแข็งแรงมาก

■ เนื่องจากแผ่นเส้นใยผลิตจากเครื่องสางใยหลายเครื่อง ดังนั้นการผลิตวิธีนี้จึงไม่เหมาะสมกับการผลิตผ้าเนื้อบาง เพราะมีการใช้เครื่องจักรจำนวนมากซึ่งไม่คุ้มค่ากับต้นทุนการผลิต

ภาพที่ 2.13 การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยในทิศทางเดียวกัน

● การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยโดยวิธีการพับไปมา (Cross Layer)

การทำให้แผ่นเส้นใยมีความหนาด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับการผลิตผืนผ้าที่มีน้ำหนักมากกว่า 20 g/m^2 การวางแผ่นเส้นใยแบบนี้จะวางตามแนวเส้นทแยงไปตามแนวสายพาน แนวต่อของเส้นทแยงในแผ่นเส้นใยมักจะเห็นได้ชัดในผ้าที่ผลิตเรียบร้อยแล้ว เพื่อเป็นการลดข้อบกพร่องนี้จะใช้แผ่นเส้นใยวางซ้อนกันตั้งแต่ 8 ชั้นขึ้นไป การวางแผ่นเส้นใยโดยวิธีการพับไปมาให้ได้ผลดีต้องคำนึงถึง คือ ความกว้างของผ้าไม่ทออาจเปลี่ยนแปลงไปได้ตามความต้องการ โดยการพับแผ่นเส้นใยที่วางเรียงตามขวางกลับไปมาตามความกว้างที่ต้องการเท่านั้นซึ่งเหมาะสำหรับผลิตผ้าเนื้อหนา แผ่นเส้นใยที่เรียงนี้ทำให้ความแข็งแรงตามความยาวของผ้าไม่ทอประเภทนี้ลดลง ดังนั้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงตามยาวจะวางเรียงเส้นใยไปตามความขวางแผ่นเส้นใยที่วางแบบนี้เรียกว่าแผ่นเส้นใยแบบรวม (Composite Web) ถ้าวางแผ่นเส้นใยตามยาวทับข้างบนอีกชั้นหนึ่งก็จะเพิ่มความแข็งแรงให้กับแผ่นเส้นใยในทุกทิศทางมากขึ้น ผ้าไม่ทอที่ผลิตได้จะเรียบไม่มีรอยแตก การวางเรียงแผ่นเส้นใยแบบนี้เหมาะสำหรับนำไปทำให้ติดกันเป็นผืนผ้าโดยวิธีพิมพ์สารช่วยติด หรือวิธีใช้เข็มเจาะยึด โดยที่ความกว้างของผืนผ้าจะขึ้นระบบกลไกในการควบคุมระยะการแกว่งไปมาของสายพาน

วิธีการเรียงซ้อนเส้นใยโดยวิธีนี้มี 3 วิธีดังภาพที่ 2.14 คือ

- การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยในแนวนอน (Horizontal Lapper)
- การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยแบบ Blamir (Blamir Lapper)
- การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยในแนวตั้ง (Vertical Lapper)

การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยแบบพับไปมานี้มุมของการเรียงซ้อนและจำนวนชั้นของแผ่นเส้นใยที่ต้องการขึ้นอยู่กับการตั้งความเร็วของสายพาน (Cross – Lattice)

- ประโยชน์ที่ได้จากการเรียงแผ่นเส้นใยโดยวิธี Cross Layer คือ

● สามารถควบคุมน้ำหนักของแผ่นเส้นใย (Fleece) ได้ โดยวิธีการปรับความเร้วของสายพาน (Cross – lattice) ในกาเรียงซ้อนแผ่นเส้นใย ถ้าความเร็วของสายพานต่ำผ้าจะมีเนื้อหนา แต่ถ้าความเร็วของสายพานสูงจำนวนชั้นจะน้อยและเนื้อผ้าจะบาง

● การเรียงตัวของเส้นใยในแผ่นเส้นใยสาง (Web) มีทิศทาง MD สามารถปรับเปลี่ยนเป็นทิศทาง CD ได้โดยการใช้มุมในการเรียงแผ่นเส้นใย

● มีอัตราการเรียงตัวของเส้นใยในทิศทาง CD:MD เป็น 3:1 และสามารถปรับให้เป็น 1:1

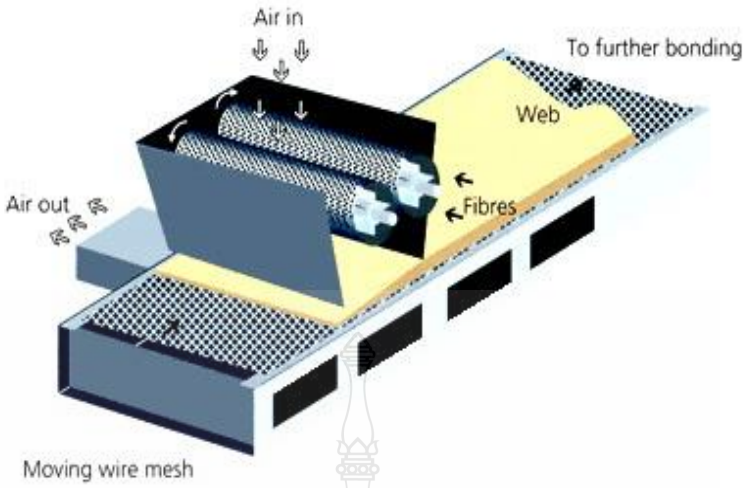
● สายการผลิตแผ่นเส้นใย (Fleece) มีความต่อเนื่องและสะดวก

ภาพที่ 2.14 การเรียงซ้อนแผ่นเส้นใยโดยวิธีการพับไปมา [13]

2) การผลิตแบบใช้อากาศหรือลม (Air Laid)

การผลิตแผ่นเส้นใยโดยวิธีนี้เป็นการใช้กระแสลมเป็นตัวพาเส้นใยที่แขวนลอยอยู่ในอากาศอย่างหลวม ๆลงมาสู่ตะแกรงหรือสายพานตะแกรงที่อยู่ด้านล่าง โดยที่เส้นใยจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องและตีด้วยลูกกลิ้ง Taker - In ที่หมุนด้วยความเร็วรอบ 2,500 - 4,000 rpm. การเคลื่อนที่ของลมภายในตะแกรง Cylinder จะทำให้เส้นใยถูกพามารวมกันที่ตะแกรงและจับตัวกันเป็นแผ่นเส้นใย

วิธีการป้อนแผ่นเส้นใยเป็นสิ่งที่สำคัญมากที่สุดของระบบ Air Laid การป้อนเส้นใยที่มีการกระจายตัวที่ดี รวมทั้งเส้นใยที่ผ่านการผสมเส้นใยต่างชนิดกันที่มีความกลมกลืนจะทำให้ได้คุณภาพของแผ่นเส้นใยที่มีความสม่ำเสมอ วิธีการผลิตนี้สามารถผลิตแผ่นเส้นใยที่มีขนาดน้ำหนักระหว่าง 20 – 2,000 กรัมต่อตารางเมตร โดยสามารถผลิตแผ่นเส้นใยที่มีขนาดบางมากจนถึงขนาดความหนา 10 เซนติเมตร



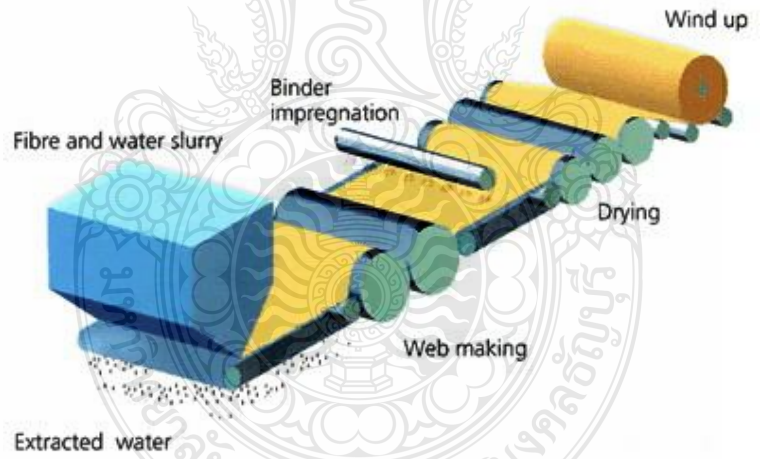
ภาพที่ 2.15 การผลิตเส้นใยแบบแห้ง ระบบลม (Air Laid) [11]

- ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตแผ่นเส้นใยด้วยระบบลม (Air Laid) คือ
  - ความเร็วรอบของ Taker – In
  - ความเร็วในการป้อน Lap
  - น้ำหนัก Lap
  - ความเร็วลมและการกระจายตัวของแรงลม
  - อัตราส่วนความสัมพันธ์ระหว่างเส้นใยและลม
- ประโยชน์ของการผลิตแผ่นเส้นใยด้วยเทคนิคการเรียงตัวของเส้นใยด้วยวิธีการใช้ลม คือ
  - การกระจายตัวของเส้นใยเป็นแบบไม่มีทิศทาง ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีความแข็งแรงเท่ากันทุกทิศทาง
  - ความหนาของแผ่นเส้นใยจะอยู่ในรูปแบบแผ่นใยแบบชั้นเดียว ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดการหลุดออกจากชั้นแผ่นเส้นใยเหมือนกับการผลิตด้วยวิธีสาง
  - นอกจากเส้นใยมาตรฐานที่นำมาผลิตแล้ว เส้นใยชนิดอื่น ๆ ที่ไม่สามารถผลิตด้วยวิธีการสางก็สามารถนำมาผลิตด้วยเครื่องจักรระบบนี้ได้ เช่น เส้นใยคาร์บอน เซรามิค ใยแก้ว เส้นใยจากธรรมชาติที่มีความหยาบ เส้นใยที่มีขนากสั้นมากและเส้นใยชนิดอื่น ๆ
  - การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยระบบลมสามารถช้ได้กับเส้นใยที่มีความหนาและเส้นใยที่มีความยาวได้ โดยสามารถใช้ได้ถึงขนาด 200 ดีเนียร์ ที่ขนาดความยาว 5 – 10 มิลลิเมตร

- เป็นวิธีการผลิตที่ไม่มีการสูญเสียเส้นใยในกระบวนการผลิตหรือมีก็น้อยมาก
- เครื่องจักรในระบบนี้ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยและการบำรุงดูแลรักษาง่าย

2.4.2 การผลิตแผ่นเส้นใยแบบเปียก (Wet Laid)

การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการแบบเปียก (Wet Laid) เป็นกระบวนการผลิตที่ใช้เส้นใยสั้นคล้ายกับการผลิตกระดาษแต่จะแตกต่างที่ปริมาณของเส้นใย การผลิตทำโดยใช้เส้นใยสั้น ๆ ที่มีขนาด 10 มิลลิเมตรหรือสั้นกว่ากระจายตัวอยู่น้ำที่เตรียมไว้ (Slurry) เส้นใยที่ใช้เป็นเส้นใยธรรมชาติ เช่น เศษเส้นใยฝ้ายและเนื้อไม้ที่ตัดให้เป็นท่อนสั้น ๆ ทำให้พองตัวและตีเส้นใยออก เรียกว่า เยื่อ (Fibrillated) และปล่อยลงมาบนตะแกรงลวดหรือ Drum ที่มีรูโดยรอบออกมาเป็นแผ่นเส้นใย (Web) เพื่อทำให้เป็นแผ่นเส้นใยที่มีความสม่ำเสมอ ส่วนน้ำจะถูกระบายออกตามรูของตะแกรงดังกล่าว การทำให้แห้งด้วยวิธีการีดระหว่างลูกกลิ้งและสารเคมีที่มีการผสมในน้ำก่อนหน้านี้แล้วซึ่งจะซึมเข้าไปในแผ่นเส้นใยทำให้เกิดการยึดติด หลังจากนั้นนำแผ่นเส้นใยไปอบอีกครั้งหนึ่ง การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการแบบเปียกสามารถกำหนดหน้ากว้างและขนาดตามแนวขนานของเส้นใยได้ ความแข็งแรงของเส้นใยเกิดในทุกทิศทางตามแนวของเส้นใย



ภาพที่ 2.16 การผลิตเส้นใยแบบเปียก (Wet laid) [11]

การผลิตตามวิธีแบบเปียกใช้เส้นใยสั้นที่มีความยาวมากเท่าที่จะใช้ได้ เพื่อนำเอาคุณสมบัติส่วนดีของเส้นใยมาทดแทนส่วนที่ไม่น่าใช้ของกระดาษ วัตถุดิบใช้ได้ทั้งเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์ โดยที่เส้นใยประดิษฐ์ตีให้ติดกันไม่ได้เพราะไม่มีคุณสมบัติเกาะกันเองจึงจำเป็นต้องใช้สารเหนียวช่วยยึดติด การผลิตโดยวิธีแบบเปียกจะมีเนื้อนุ่มกว่ากระดาษมากแต่ไม่เหนียวเท่ากับผ้าไม่ทอที่

ผลิตโดยวิธีแห้ง ส่วนผ้าไม่ทอที่ผลิตโดยวิธีปั่นแล้วอัดทนต่อแรงฉีกขาดเท่ากับกระดาษ แต่การผลิตโดยวิธีแบบเปียกผลิตได้เร็วกว่าการผลิตโดยวิธีแห้ง

เครื่องจักรผลิตแบบดั้งเดิมเป็นเครื่องที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับเยื่อไม้ที่มีขนาดเส้นใยไม่เกิน 2 มิลลิเมตร แต่ในการผลิตผ้าไม่ทอด้วยวิธีการแบบนี้ต้องใช้เส้นใยสิ่งทอที่มีความยาวประมาณ 6 - 30 มิลลิเมตร โดยทำการปรับปรุงและแก้ไขเครื่องจักรให้สามารถใช้งานกับเส้นใยดังกล่าวได้

ในการผลิตกระดาษจะใช้ส่วนผสมของเยื่อไม้และน้ำประมาณ 2 กรัมต่อลิตร ส่วนในการผลิตผ้าไม่ทอส่วนผสมจะแตกต่างกัน โดยมีส่วนผสมน้อยกว่าประมาณ 10 เท่า เพื่อที่จะเป็นการป้องกันการพันตัวกันของเส้นใยยาวในน้ำและเป็นการทำให้มีการกระจายตัวของเส้นใยในแผ่นเส้นใยอย่างสม่ำเสมอ โดยมีความเข้มข้นของส่วนผสมประมาณ 0.1 - 0.8 กรัมต่อลิตร ในการที่มีปริมาณของส่วนผสมต่ำจะนำมาผลิตกับเครื่องจักรที่มีขนาดหน้ากว้าง 2 เมตร จะต้องใช้ส่วนผสมดังกล่าวสำหรับการผลิตประมาณ 20 ตารางเมตรต่อนาที ในการที่จะหลีดเลี่ยงปริมาณน้ำในส่วนผสมจำนวนมากจึงต้องทำการเตรียมส่วนผสมใน Storage Chest และใน Mixer ที่ระดับความเข้มข้นประมาณ 1 - 1.5 กรัมต่อลิตร จากนั้นจึงนำมาทำให้เจือจาง โดยการเพิ่มน้ำเข้าไปผสมใน Head box อีกครั้ง

การใช้เส้นใยยาวมาทำการผลิตจะทำให้เกิดการพันกันของเส้นใยเกิดขึ้น การป้องกันแก้ไขโดยลดความเข้มข้นของส่วนผสม (Slurry) ลงและเพิ่มตัวประสานทางเคมีหรือสารที่ทำให้เกิดการกระจายตัวของเส้นใยเข้าไปในส่วนผสม (Slurry)

ตะแกรงที่รองรับเส้นใยของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอจะเป็นตะแกรงตาข่ายสายพานตั้งเอียงทำมุมได้ถึง 35° กับแนวราบ ซึ่งโดยทั่วไปใช้ประมาณ 10° - 20° ในกระบวนการผลิตหลังจากที่ส่วนผสม (Slurry) ถูกส่งมาบนสายพานแล้วแนเส้นใยจะมีน้ำอยู่ประมาณ 85 - 90% และน้ำเหล่านี้จะถูกดูดออกไปประมาณ 40% โดยอุปกรณ์ De-Watering Boxes ซึ่งติดอยู่ใต้สายพาน ส่วนน้ำที่เหลืออยู่จุถูกดูดออกไปโดยปั๊มสุญญากาศชุดต่อไป ในการผลิตแผ่นเส้นใยให่มีการเรียงตัวของแผ่นเส้นใยสม่ำเสมอ ทำได้โดยการปรับความเร็วให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างความเร็วในการปล่อยส่วนผสม (Slurry) และความเร็วของสายพานให้มีอัตราส่วน 1:1.2 - 1:8

เยื่อไม้เมื่อเปียกจะทำให้แห้งภายใต้ความดันและจะเกาะติดกันเองระหว่างเส้นใย เรียกว่า Hydrogen Bonds โดยไม่ต้องใช้สารช่วยยึดติด ส่วนแผ่นเส้นใยของผ้าไม่ทอจะทำให้ยึดติดกันโดยการละลายตัวของแผ่นเส้นใยเทอร์โมพลาสติกหรือโดยสารช่วยยึดติดทางเคมี ซึ่งอาจจะใส่ในส่วนผสม (Slurry) หรือใส่ภายหลังก็ได้

การผลิตแผ่นเส้นใยด้วยกระบวนการแบบเปียกสามารถใช้ผลิตกับเส้นใยได้หลายชนิด โดยสามารถผลิตผ้าไม่ทอที่มีขนาดน้ำหนัก 10 - 2,000 กรัมต่อเมตร ที่มีความหนาถึง 5 เซนติเมตร เครื่องจักรสมัยใหม่มีความเร็วในการผลิตได้ถึง 300 เมตรต่อนาที ที่ความกว้าง 4 เมตร โดยอัตราการปล่อยส่วนผสม (Slurry) 120 - 200 ตารางเมตรต่อนาที

ตัวอย่างเครื่องจักรของบริษัท Voith Hydro Former ที่ขนาดความกว้าง 1 เมตร มีความสามารถในการผลิต คือ

- แผ่นเส้นใยแก้วขนาด 40 g/m^2 ความเร็ว 300 m/min น้ำหนัก 17.3 Tons/24hrs.
- แผ่นเส้นใยสังเคราะห์ขนาด 23 g/m^2 ความเร็ว 300 m/min. น้ำหนัก 10 Tons/24hrs.
- แผ่นเส้นใยสังเคราะห์ขนาด 1,500 g/m^2 ความเร็ว 3 m/min. น้ำหนัก 6.5 Tons/24hrs

ซึ่งเส้นใยที่สามารถนำมาใช้ผลิตกับเครื่องจักรของ Voith Hydro former คือ

- เส้นใยวิสโคสเรยอน

  ความยาว 12 มิลลิเมตร

  ความยาว 15 มิลลิเมตร ขนาด 3 ดีเนียร์

  ความยาว 25 มิลลิเมตร ขนาด 5 ดีเนียร์

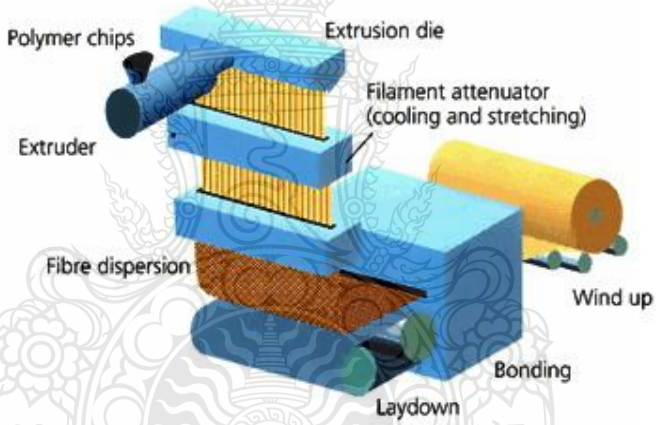
- เส้นใยสังเคราะห์ เช่น ไนลอน พอลีเอสเตอร์ พอลีพอพิลีน อะคริลิคและเส้นใยอื่น ๆ ที่มีขนาดความยาว 50 มิลลิเมตร
- เส้นใยธรรมชาติที่ไม่ต้องผ่านการตีเยื่อ เช่น ป่านศรนารายณ์ มนิลา เส้นใยฝ้ายชนิดสั้น
- เศษเส้นใยจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ เช่น ขนสัตว์ เศษปอ
- เส้นใยอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

2.4.3 การผลิตแผ่นเส้นใยแบบหลอมละลาย (Spun Melt) [14]

การผลิตแผ่นเส้นใยแบบหลอมละลายเป็นวิธีการทำให้เส้นใยประสานกันด้วยเครื่องปั่น (Spinning Machine) โดยการใช้เม็ด Polymer ที่ละลายได้ง่ายหรือละลายในอุณหภูมิที่ต่ำแล้วผ่านรู Spinnerets ออกมาเป็นเส้นใย Filaments ที่มีความยาวต่อเนื่อง แล้วทำให้แข็งตัวด้วยความเย็นเป็นแผ่นเส้นใย (Web) พาลงไปอยู่บนสายพานซึ่งอุณหภูมิภายนอกจะช่วยทำให้เส้นใย Filaments ยึดติดกันอีกครั้งหนึ่ง แต่ไม่สามารถเกิดการเรียงตัวได้อย่างเป็นระเบียบ การผลิตเส้นใยแบบหลอมละลายมี 2 แบบ คือ

1) การผลิตแบบ Spun Laid หรือ Spun Bonded

กระบวนการผลิตแบบ Spun laid หรือ Spun Bonded ได้เริ่มขึ้นในช่วงปลาย ค.ศ.1950 จนถึงต้น ค.ศ.1960 ได้มีการพัฒนาการผลิตทั้งในยุโรปและสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นการพัฒนาจากกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยการผลิตเป็นผืนผ้าไม่ทอที่มีขั้นตอนเสร็จสิ้นในขั้นตอนเดียว แตกต่างจากจากการผลิตผ้าไม่ทอด้วยวิธีอื่น ๆ ที่ใช้เส้นใยสั้น (Staple fiber) ในการผลิต ผืนผ้าที่ผลิตได้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษและมีราคาถูก การพัฒนากระบวนการผลิตมีอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งในปี ค.ศ.1970 ผ้าไม่ทอแบบ Spun Laid หรือ Spun Bonded ได้ถูกนำไปใช้ทำเป็นผ้าที่ใช้ในการห่อหุ้ม (Cover Stock) สำหรับทำผ้าอ้อมและผลิตภัณฑ์อนามัยต่าง ๆ ซึ่งเป็นความสำเร็จของผู้ผลิตผ้าไม่ทอแบบนี้ จากการผลิตในปี ค.ศ.1970 มีผลทำให้เกิดการผลิตผ้าไม่ทอที่นำไปใช้งานในทางโยธา (Geo Textile) ขึ้น



ภาพที่ 2.17 การผลิตเส้นใยแบบ Spun Laid หรือ Spun Bonded [11]

วิธีการผลิตแบบ Spun Laid หรือ Spun Bonded เป็นวิธีการที่ใช้ในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ไนลอน พอลิเอสเตอร์และพอลีโอลิฟิน โดยการนำเม็ดพลาสติกป้อนเข้าสู่ Spin Extruder เพื่อทำให้หลอมละลายและอัดรีดออกมทางรู Spinnerets ที่อัตราความดันที่คงที่ เส้นใยที่ออกมาจะเป็นเส้นใยยาวอย่างต่อเนื่องหลายพันเส้นบนสายพานที่กำลังหมุนและถูกทำให้เย็นลงโดยหัวฉีดลมที่มีความเร็วสูง เส้นใยจะถูกดึงลงสู่ช่องเพื่อทำให้เป็นแผ่นเส้นใย อัตราการดึงยืดเส้นใยประมาณ 400 - 500 เท่า เมื่อเทียบกับอัตราการปล่อยเส้นใยออกมา ในการดึงยืดจะทำให้เกิดการเรียงตัวของโซ่โมเลกุลภายในเส้นใยขึ้น ทำให้เกิดคุณสมบัติทางเชิงกลในเส้นใย กลุ่มของเส้นใยที่ถูกดึงจะ

ถูกแผ่กระจายบนสายพานที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอก่อนเข้าสู่ขั้นตอนของการทำให้เส้นใยยึดเกาะตัวกัน (Bonding) ซึ่งสามารถทำการยึดติดทางเชิงกลหรือทางเคมีหรือด้วยความร้อนแล้วแต่บริษัทของผู้ผลิตที่จะมีวิธีที่แตกต่างกันออกไป ความกว้างของผืนผ้าสามารถผลิตได้กว้างถึง 5 เมตร และมีน้ำหนักตั้งแต่ 10 - 1,000 กรัม ที่ระดับความเร็วในการผลิต 500 เมตรต่อนาที สำหรับผืนผ้าเนื้อบาง โดยขนาดของเส้นใยที่ผลิตอยู่ระหว่าง 2 - 20 Dtex ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

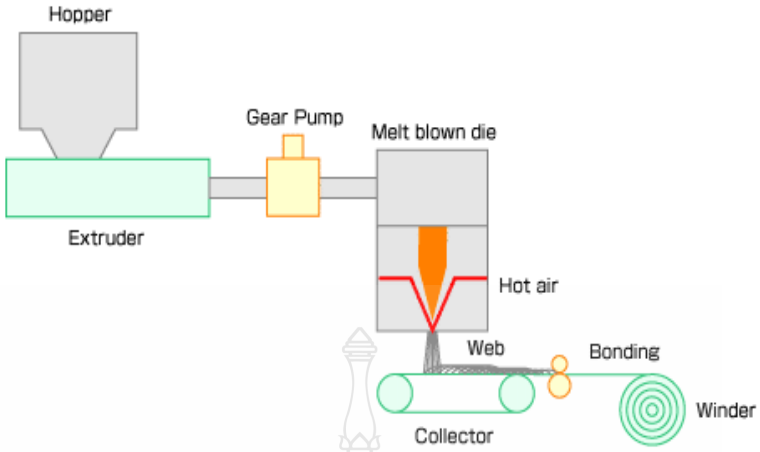
ลักษณะของแผ่นเส้นใยที่ผลิตด้วยวิธีแบบ Spun laid หรือ Spun Bonded คือ

- ผืนผ้ามีความแข็งแรงในทุกทิศทางของผืนผ้า
- ผืนผ้ามีความยืดหยุ่นน้อย
- มีความต้านทานต่อการฉีกขากสูง
- ผืนผ้ามีการกระจายตัวของเส้นใยทุกทิศทางตามแนวราบและเส้นใยมีความยาวต่อเนื่อง
- ผิวสัมผัสของผ้ามีความกระด้างสูง

2) การผลิตแบบ Melt Blown

กระบวนการผลิตแบบ Melt Blown เริ่มมีขึ้นในปลายทศวรรษของปี 1930 ซึ่งเป็นการใช้สารเคมีกับผ้าที่มีความแตกต่างของเส้นใยไปจากขั้นตอนพื้นฐานในเรื่องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-1 ไมโครเมตรและต่อเนื่องกันเป็นเส้นใยสั้นและเส้นใยยาว

ในปี ค.ศ.1951 ห้องปฏิบัติการศึกษาวิจัยของราชนาวีสหรัฐได้เริ่มทำการศึกษาทดลองผลิตเส้นใยจากสารอินทรีย์ที่มีขนาดเส้นผาศูนย์กลางเล็กกว่า 1 Micro Denier Fibers เพื่อใช้ในการเก็บอนุภาคของรังสีเรเดียมในชั้นบรรยากาศ แต่ต่อมาห้องปฏิบัติการดังกล่าวได้หยุดกิจกรรมนั้นไปจนกระทั่งในปี ค.ศ.1965 ห้องปฏิบัติการศึกษาวิจัยของ Esso ได้ร่วมกับบริษัท Exxon ได้ประสบความสำเร็จในการผลิตแผ่นเส้นใยจากเส้นใยที่มีขนาดเล็ก โดยใช้วิธีการผลิตแบบ Melt Blown หลังจากนั้นจึงได้มีบริษัทผู้ผลิตเส้นใยชั้นนำหลายบริษัทได้ลิขสิทธิ์ในการผลิตแบบ Exxon Melt Blowing Process เพื่อทำผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอ



ภาพที่ 2.18 การผลิตเส้นใยแบบ Melt Blown [11]

วิธีการผลิตผ้าไม่ทอแบบ Melt Blown โดยปกติจะแพงกว่าการผลิตแบบ Spun Laid หรือ Spun Bonded กระบวนการผลิตเริ่มจากการนำโพลีเมอร์เหลวตีรวมกับเรซินด้วยความเร็วสูง อุณหภูมิสูง เข้าสู่เครื่องบีบอัดมาหลอมละลาย (Melt Blowing Die) และบีบอัดผ่านทางรู Spinnerets ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูประมาณ 400 ไมครอน โพลีเมอร์เหลวจะไหลออกด้วยอัตราความดันคงที่ ออกมาเป็นเส้นใยยาว (Filaments) จนกระทั่งขาดโดยเส้นใยจะถูกพ่นผ่านลมเย็นและแข็งตัวตกลงบนตะแกรงผสมรวมกับเส้นใยอื่นเป็นแผ่นเส้นใยซึ่งไม่มีสารยึดติด โดยเส้นใยสามารถเกาะกันเองด้วยพันธะความร้อนที่เหลือจากการบีบอัดของเส้นใยเอง ความดันของลมร้อนที่มีความเร็วสูงสามารถผลิตเส้นใยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ไมครอนและมีขนาดความยาวหลายนิ้ว แต่ถ้ามีความดันของแรงลมที่สูงมากก็จะทำให้สามารถผลิตเส้นใยละเอียดขนาด 0.3 ไมครอนได้

ภาพที่ 2.19 ลักษณะของเส้นใยที่ฉีดออกมาบนตะแกรง [11]

2.5 กระบวนการยึดติดผ้าไม่ทอ

การยึดติดผ้าไม่ทอ (Bonded Fabrics) เริ่มปรากฏในปี ค.ศ.1962 ซึ่งเป็นการยึดติดผ้าหลายชั้นในผิวหน้าที่ร่วมกันกับหลังผ้าด้วยการถัก Tricot การยึดติดไม่มีผลกับการเพิ่มความหนาของการประกอบผืนผ้า วิธีการยึดติดและวัสดุที่ใช้ในกระบวนการยึดติดโครงสร้างของเส้นใย (Bonding) มีผลอย่างมากต่อเส้นใยในแผ่นเส้นใยทำให้ผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้งาน ปัจจุบันการยึดติดผ้าไม่ทอเป็นการผลิตเสื้อผ้าที่ใช้บุซับในของผืนผ้าสำหรับแยกเสื้อผ้าซับในผ้าแทรกในและด้ายแต่งตะเข็บ

แผ่นเส้นใยที่ทำการผลิตแบบ Spun Laid หรือ Spun Bonded และ Melt Blown เส้นใยจะมีการยึดติดกันตั้งแต่กระบวนการทำเป็นแผ่นเส้นใยแล้ว แผ่นเส้นใยทั้ง 2 จึงมีคุณสมบัติเกี่ยวกับความแข็งแรงและความสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น แต่แผ่นเส้นใยที่ผลิตด้วยวิธีอื่นเส้นใยยังไม่มีการยึดติดกันอย่างแข็งแรงซึ่งจะมีการยึดตัวอย่างหลวม ๆ ไม่แน่นและมีความแข็งแรงต่ำจึงจำเป็นต้องทำให้ยึดติดกันให้แน่นและมีความแข็งแรง วิธีการทำให้เส้นใยยึดเกาะตัวกันสามารถแบ่งได้เป็น 3 วิธี คือ โดยการใช้กาวหรือสารเคมี (Adhesive or Chemical) โดยการใช้ความร้อน (Thermal) โดยวิธีทางเชิงกล (Mechanical)

2.5.1 การยึดติดโดยการใช้กาวหรือสารเคมี (Adhesive or Chemical Bonding)

การยึดติดวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยแผ่นเส้นใยจะถูกทำให้คงรูปและมีความแข็งแรงด้วยกาวหรือสารเคมีเป็นตัวประสาน โดยทั่วไปแล้วจะใช้น้ำเป็นส่วนผสมในสารเคมีในรูปของ Emulsion สารที่ใช้ในการผสม เช่น Acrylics, Nitriles, Styrene-Butadiene, Vinyl Acetale Copolymers, Vinyl Acetale-Ethylene Copolymers และสารอื่น ๆ อีกซึ่งเป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีความปลอดภัยและประหยัดต้นทุน โดยมีวิธีการนำไปใช้ประยุกต์ใช้กับแผ่นเส้นใยได้หลายวิธี คือ

1) วิธีการผ่านแผ่นเส้นใยลงในอ่างสารเคมี

เป็นการผ่านแผ่นเส้นใยทั้งแผ่นลงในอ่างสารเคมี (Impregnation) โดยสารเคมีส่วนที่เกินจะถูกบีบอัดด้วยลูกกลิ้งซึ่งผ้าไม่ทอที่ผลิตด้วยวิธีนี้จะมีลักษณะแข็งกระด้างขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน

2) วิธีการผ่านสารเคมีเพียงด้านเดียว

โดยสารเคมีจะอยู่บนผิวสัมผัสของลูกกลิ้งด้านเดียว การควบคุมการแทรกซึมของสารเคมีโดยการใช้แรงกดของลูกกลิ้งบีบ ผ้าไม่ทอที่ผลิตด้วยวิธีนี้ ได้แก่ พรมปูพื้นซึ่งจะมีปริมาณสารเคมีแทรกซึมอยู่ประมาณ 1 ใน 3 ของด้านหลังแผ่นเส้นใย

3) วิธีการใช้สารเคมีในส่วนที่กำหนด

โดยมีการแทรกซึมของสารเคมีทั้ง 2 ด้านในส่วนที่กำหนดซึ่งจะมีลักษณะเป็นจุด เหลี่ยม วงกลมหรือเป็นแถบอื่น ๆ โดยความแข็งแรงของผืนผ้าจะอยู่ที่สัดส่วนของพื้นที่ในการยึดเกาะตัวของเส้นใย

4) วิธีการฉีดสเปรย์สารเคมีลงบนแผ่นเส้นใย

โดยการฉีดสเปรย์สารเคมีบนผิวหน้าด้านเดียวหรือทั้งสองด้านของแผ่นเส้นใย โดยมีการแทรกซึมของสารเคมีอย่างทั่วถึงโดยไม่ต้องผ่านการรีดด้วยลูกกลิ้ง ผ้าไม่ทอที่ผลิตด้วยวิธีนี้ เช่น ผ้าขัดทำความสะอาดต่าง ๆ ผ้าเช็ดทำความสะอาดไขมัน แผ่นขัดพื้น ซึ่งสามารถนำผ้าไม่ทอเหล่านี้ไปย้อมสีได้ในภายหลัง

ภาพที่ 2.20 การยึดติดโดยแผ่นเส้นใยลงในอ่างสารเคมี [11]

ภาพที่ 2.21 การยึดติดโดยการพ่นสารเคมี [15]

ในการเลือกชนิดของสารเคมีที่นำมาใช้จะพิจารณาจากลักษณะของผ้าไม่ทอที่จะนำไปใช้งาน เช่น ในด้านของความแข็งแรง ความอ่อนนุ่ม ความต้านทานต่อการซักฟอก ความต้านทานต่อการซักแห้ง เป็นต้น วิธีการยึดติดด้วยสารเคมี (Adhesive or Chemical) จะใช้กับแผ่นเส้นใยที่ผลิตด้วยวิธี Dry Laid Wet Laid และ Spun Laid หรือ Spun Bonded ยกเว้นแผ่นเส้นใยที่ผลิตด้วยวิธี Melt Blown

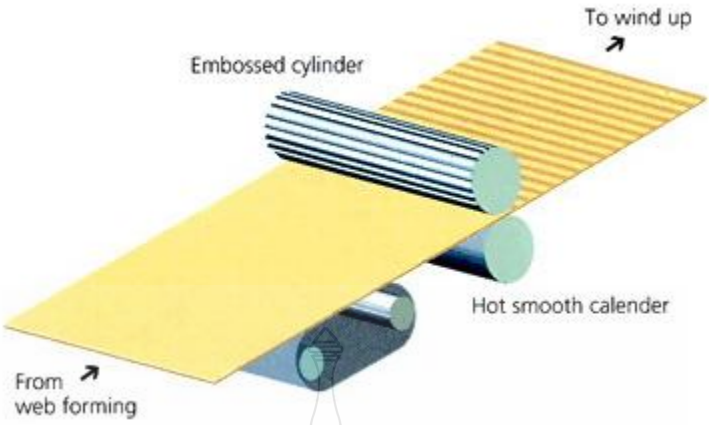
ในกระบวนการยึดติดด้วยสารเคมี (Adhesive or Chemical) นี้จะต้องใช้ระบบการทำให้แผ่นเส้นใยแห้ง เพื่อซับน้ำให้ออกจากแผ่นเส้นใยซึ่งวิธีการทำให้แห้งโดยวิธีการนำแผ่นเส้นใยผ่านเข้าไปในชุด Dryer ซึ่งจะเป็นชุด Drums โดยลักษณะผิวของ Drums จะเป็นรูสำหรับให้อากาศไหลผ่านภายใน Drums ซึ่งจะมีพัดลมดูดอากาศร้อนจาก Heater ภายนอกผ่านแผ่นเส้นใยที่อยู่บนผิวของ Drums เข้าไปภายในและระบายออกไป

2.5.2 การยึดติดโดยการใช้ความร้อน (Thermal Bonding)

วิธีการทำให้ยึดติดโดยการใช้ความร้อนต้องใช้วัตถุดิบที่มีการอ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน ซึ่งเป็นเส้นใยประเภทที่ประกอบขึ้นทางเคมี จากนั้นเกิดการยึดติดกันภายใต้ลูกกลิ้งร้อน ส่วนมากใช้กับเส้นใยที่มีจุดหลอมละลายต่ำ ในการทำให้แผ่นเส้นใยเกิดการหลอมละลายยึดติดกันด้วยความร้อนสามารถทำได้หลายวิธี แผ่นเส้นใยที่ผสมด้วยเส้นใยเทอร์โมพลาสติก เมื่อนำมาผ่านความร้อนหรือผ่านความร้อนและความดันจะทำให้เส้นใยละลายตัวยึดติดกัน โดยมีระบบ ดังนี้

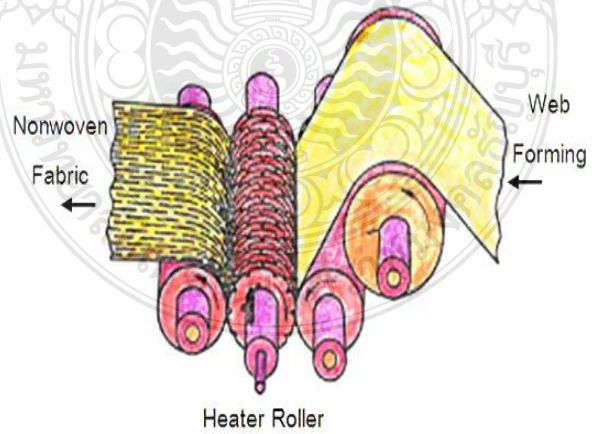
- ระบบการรีดด้วยลูกกลิ้งร้อน (Heated Calenders) มีวิธีที่นิยมใช้อยู่ 2 วิธี คือ การใช้ลูกกลิ้งร้อนและวิธีการใช้ Drums ร้อนร่วมกับสายพาน โดยการรีดด้วยลูกกลิ้งร้อนเป็นวิธีที่รู้จักกันดีและใช้กันแพร่หลายซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งเหล็กภายในกลวงจำนวน 2 ลูก ความร้อนของลูกกลิ้งเกิดจากระบบการไหลวนของน้ำร้อนภายในผิวลูกกลิ้งมีความร้อนประมาณ 280 °C การตั้งระยะการกดลูกกลิ้งควบคุมโดยระบบไฮโดรลิค โดยแผ่นเส้นใยจะถูกหนีบ (Nip) ที่แรงกดสม่ำเสมอ

ในวิธีการใช้ลูกกลิ้งร้อนผิวเรียบแผ่นเส้นใยจะยึดเกาะตัวบนผิวหน้าลูกกลิ้งทำให้ผืนผ้ามีความแข็งแรงมีลักษณะแบนและแข็งเรียกว่า Area Bonding แต่โดยทั่วไปแล้วแผ่นเส้นใยส่วนใหญ่จะถูกรีดด้วยลูกกลิ้งคู่แบบผิวมีลวดลายหรือใช้ลูกกลิ้งผิวเรียบ 1 ลูกและลูกกลิ้งแกะลาย 1 ลูก ซึ่งเป็นวิธีแบบ Point Bonding การละลายยึดเกาะตัวของเส้นใยจะเป็นไปตามลวดลายบนผิวของลูกกลิ้ง เช่น ลายสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ หรือลายเพชร เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วพื้นที่ของแผ่นเส้นใยจะถูกรีดและหลวมละลาย 10 - 25 % โดยผืนผ้าจะมีลักษณะทั้งความนุ่มและความแข็ง เครื่องรีดมีความเร็วในการผลิต 500 เมตร/นาที สำหรับแผ่นเส้นใยแบบ Spun laid เนื่องจากในช่วงการสัมผัสความร้อนที่จุดหนีบของลูกกลิ้งใช้เวลาน้อยมาก ดังนั้นในการผลิตกับแผ่นเส้นใยที่มีความหนาและน้ำหนักมากจึงต้องลดความเร็วลง เช่น แผ่นเส้นใยขนาด 150 กรัม ใช้วิธีการรีดแบบ Point Bonding ที่ระดับความเร็ว 10 เมตร/นาที และจะไม่ได้ผลในการรีดแผ่นเส้นใยขนาด 200 กรัม



ภาพที่ 2.22 การยึดติดโดยการรีดด้วยลูกกลิ้งร้อน [11]

วิธีการอีกวิธีการหนึ่งโดยบริษัท Stark Brabant ของประเทศฮอลแลนด์ได้ใช้เทบลอนเคลือบบนผิว Drums ร้อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่และมีระบบสายพานวิ่งรอบผิว Drums โดยสายพานจะตึงเพื่อกดแผ่นเส้นใยให้สัมผัสกับผิวของ Drums น้ำหนักกดจะน้อยกว่าวิธีแรก ในช่วงทางออกของแผ่นเส้นใยจะเป็นลูกกลิ้งความดันที่มีลวดลาย เครื่องรีดชนิดนี้มีขนาดความกว้าง 6 เมตร มีความเร็วในการผลิต 100 เมตร/นาที ความร้อนที่ผิว Drum 260 °C ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอที่มีลวดลาย



ภาพที่ 2.23 การยึดติดโดยการรีดด้วยลูกกลิ้งร้อนแบบมีลวดลาย

- ระบบการเป่าด้วยลมร้อน (Hot Air Ovens) เป็นวิธีการผลิตผ้าไม่ทอที่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาและมีความหนุ่ม แผ่นเส้นใยเมื่อได้รับความร้อนจะไม่ต้องผ่านขั้นตอนการรีดหรืออัดเส้นใย เตาอบที่ออกแบบพิเศษในแบบแนวนอนเรียกว่า Tunnel Ovens และในแบบแนวตั้งเรียกว่า Rotary หรือ Drums Ovens

เตาอบในแนวนอนมีลักษณะเป็นกล่องโดยมีสายพานลำเลียงซึ่งมีลักษณะเป็นตะแกรงขนาดใหญ่เคลื่อนที่ในแนวนอนตามความยาวของเตาอบ ลมร้อนที่ไหลวนภายในเตาถูกควบคุมอุณหภูมิตามที่กำหนด โดยจะกระทบกับผิวแผ่นเส้นใยจากด้านบนหรือด้านล่างหรือจากทั้งสองทาง เตาอบชนิดนี้ผลิตโดยบริษัท Tomlinson ประเทศอังกฤษ

ในการใช้เส้นใยที่มีความหนามากและต้องการให้มีการยึดเกาะตัวของโครงสร้างเส้นใยอย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องใช้วิธีการดูดอากาศร้อนให้ไหลผ่านตลอดแผ่นเส้นใย บริษัท Fleissner Mohr ของเยอรมันจึงได้ปรับปรุงและพัฒนาหลักการผลิตนี้ โดยที่อากาศร้อนจะถูกดูดด้วยพัดลมจากด้านใต้สายพานของตะข่ายสู่แผ่นเส้นใย ระบบในการดูดความร้อนนี้สามารถปรับการดูดจากด้านบนลงสู่ด้านล่างหรือจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนหรือเป่าบนแผ่นเส้นใยทั้ง 2 เส้น ในระบบการผลิตนี้แผ่นเส้นใยเมื่อออกจากเตาอบจะถูกทำให้เย็นที่ปลายทางออก (Cooling Zone) โดยที่แผ่นเส้นใยที่มีความหนาเมื่อออกมาจะมีลักษณะอ่อนนุ่มและไม่เสียรูปทรง ในบางครั้งอาจใช้ลูกกลิ้งที่มีความเย็นติดตั้งอยู่ที่ปลายทางออก ความกว้างของเครื่องอบชนิดนี้ประมาณ 6 เมตร

ภาพที่ 2.24 การยึดติดโดยการเป่าด้วยลมร้อน [11]

- ระบบการใช้อินฟาเรด (Infrared Hot Bonders) บริษัท Interplastical อิตาลีได้ผลิตเครื่องจักรที่ใช้ความร้อนในการยึดแผ่นเส้นใยแบบใหม่รุ่น Thermophast 954 โดยใช้ระบบอินฟาเรด (Infrared System) เพื่อให้ความร้อนกับแผ่นเส้นใย เครื่องจักรจะมีลักษณะคล้ายกับเครื่องรีดโดยแผ่นเส้นใยจะถูกส่งผ่านรอบ ๆ Drums 2 ลูกซึ่งติดตั้งในแนวนอน ชุด Infrared ได้เตรียมไว้เป็นชุดๆ ตามความกว้างของเครื่องซึ่งความกว้างของพื้นที่รับความร้อน (Heating Zone) สามารถปรับลดได้ตามความกว้างของแผ่นเส้นใยที่ป้อน ส่วนทางออกอาจใช้ลูกกลิ้งแบบผิวมีลวดลายเพื่อสร้างผิวที่มีลักษณะพิเศษของผืนผ้าไม่ทอ เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอที่มีขนาดน้ำหนักแตกต่างกันมากระหว่าง 15 - 2,000 กรัม เป็นระบบเครื่องจักรที่ยังไม่แพร่หลายในอุตสาหกรรมผลิตผ้าไม่ทอ โดยมีข้อเสีย คือ มีความยุ่งยากในการควบคุมอุณหภูมิ ผ้าไม่ทอที่ป้อนจะได้รับความร้อนบนส่วนผิวมากกว่าส่วนอื่นและมีความเสี่ยงสูงขณะที่เครื่องหยุดจะทำให้แผ่นเส้นใยได้รับความร้อนมากเกินไป

ภาพที่ 2.25 การยึดติดโดยการใช้อินฟาเรด [16]

- ระบบการใช้คลื่นความถี่ (Ultrasonic Bonders)

Ultrasonic หรือ Ultrasound เป็นเสียงที่มีคลื่นความถี่ของเสียงเหนือกว่าการได้ยินของมนุษย์ หูของคนเราสามารถรับการได้ยินเสียงที่คลื่นความถี่ระหว่าง 0.016 - 16 KHz จากหลักการดังกล่าวอุปกรณ์ Ultrasonic ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมผ้าไม่ทอจึงใช้คลื่นความถี่อยู่ที่ช่วง 20 - 50 KHz อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ระบบ Ultrasonic Bonding คือ

- Generator เป็นตัวสร้างพลังงานไฟฟ้าและแปลงค่าไฟฟ้าจาก 60 Hz เป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีคลื่นความถี่สูง 20 - 40 KHz

- Sonotrode หรือ Horn ถูกควบคุมในการเคลื่อนที่ขึ้นและลงโดยใช้ระบบลม (Pneumatic) โดยมี Converter แปลงพลังงานไฟฟ้า 20 KHz เป็นความสั่นสะเทือนเชิงกลที่คลื่นความถี่กันและผ่านลงสู่วัสดุ โดย Horn ที่มีขนาดกว้าง 25 cm.
- ลูกกลิ้งแกะลาย สำหรับใช้ในการทำลวดลายในการหลอมละลายยึดเกาะตัวของเส้นใย (Bonding) ในแผ่นเส้นใย

ภาพที่ 2.26 การยึดติดโดยการใช้คลื่นความถี่ [4]

ในระหว่างการทำงานแผ่นเส้นใยจะผ่านระหว่างลูกกลิ้งแกะลายโดย Horn จะส่งการสั่นสะเทือนทางเชิงกลไปที่วัสดุพร้อมด้วยการกด การสั่นของวัสดุทำให้เกิดความฝืดระหว่างเส้นใยทำให้เกิดการสร้างความร้อนที่ละลายเส้นใยเทอร์โมพลาสติกได้ ระบบ Ultrasonic เป็นระบบที่ไม่ได้ใช้พลังงานความร้อนกับแผ่นเส้นใย ความร้อนจะเกิดขึ้นเองภายในแผ่นเส้นใยและเนื่องจากไม่ได้มีการใช้ความร้อนพื้นที่ที่ไม่ได้ถูกปฏิบัติในการหลอมละลาย ผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอที่ผลิตแบบ Ultrasonic Bonded จะมีความนุ่มและมีลักษณะเหมือนผ้ามากกว่าโครงสร้างอย่างเดียวกันที่ผลิตโดยระบบความร้อนวิธีอื่น ๆ ใช้ในการทำผ้าให้มีลวดลายโดยผืนผ้าที่ไม่มีตะเข็บ

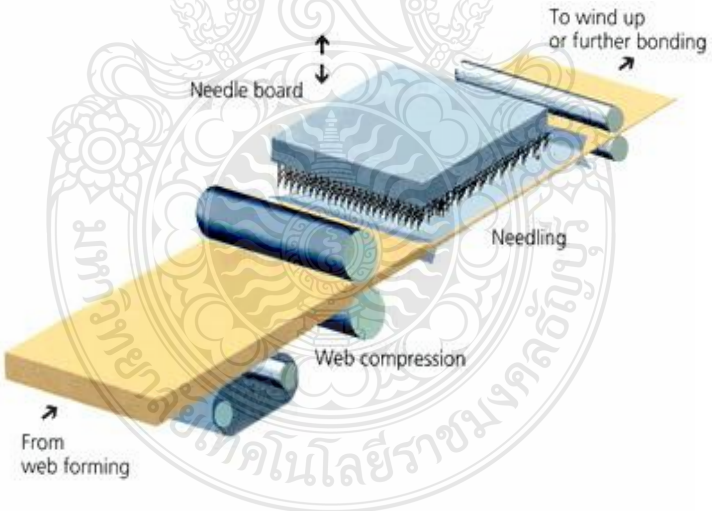
2.6 การยึดติดโดยทางเชิงกล (Mechanical Bonding)

การยึดติดแบบเชิงกลสามารถทำได้ 3 วิธี

2.6.1 การยึดติดโดยการใช้เข็มเจาะ (Needle Punching)

เป็นวิธีการที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอในทางการค้าที่เก่าแก่มากที่สุด การตีหรือเจาะด้วยเข็มบาร์บ (Barbed needle) ซ้ำ ๆ กันจะทำให้แผ่นเส้นใยมีความคงรูปและแข็งแรงมากขึ้น

ภาพที่ 2.27 เป็นการยึดติดแผ่นเส้นใยโดยการใช้เข็มเจาะ ซึ่งแผ่นเส้นใยจะถูกส่งเข้าไปในระหว่างแผ่นโลหะเจาะรู 2 แผ่น โดยมี Needle Board โดยทำหน้าที่เคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวตั้งเป็นผลให้เกิดการเจาะของเข็มลงบนแผ่นเส้นใยตามจำนวนเข็มที่ต้องการ เข็มทำหน้าที่ให้เส้นใยยึดติดกันนี้จะแทงทะลุลงไปในแผ่นเส้นใยและนำเส้นใยให้ยึดกันเป็นผืนผ้า เข็มที่ใช้มีลักษณะตรงเหมือนเข็มเย็บขนาดใหญ่ ตอนส่วนปลายที่จะแทงลงไปในแผ่นเส้นใยมีเงี่ยงเหมือนเบ็ดตกปลาอันสั้น ๆ ติดเป็นระยะดังภาพที่ 2.28 เวลากดแทงลงในแผ่นเส้นใยจะพาเอาเส้นใยติดตามลึกลงไปในแผ่นเส้นใย แต่พอดึงเข็มขึ้นมาเส้นใยจะหลุดอยู่ในสภาพแนวดิ่งและรั้งเส้นใยในแผ่นให้ติดกัน การใช้เข็มทำให้เส้นใยยึดติดกันเนื้อผ้าจะแน่นขึ้นความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของเข็มที่เรียงตัวอยู่ในแผ่นบอร์ดจะเจาะผ่านรูบนแผ่นโลหะและเจาะผ่านทะลุแผ่นเส้นใยลงสู่ Bed Plate ซึ่งรองรับอยู่



ภาพที่ 2.27 การยึดติดโดยการใช้เข็มเจาะ [11]

ภาพที่ 2.28 ลักษณะเข็มเจาะที่ผ่านเส้นใย [15]

การเคลื่อนที่ลงของ Needle Board จะทำให้เส้นใยด้านบนของแผ่นเส้นใยโดนผลักด้วยเข็มลงมาด้านล่างของแผ่นเส้นใย ผลของการตีซ้ำ ๆ หลายครั้งทำให้เกิดการอัดตัวของเส้นใยมากขึ้น การขัดตัวยึดเกาะกันของเส้นใยจะเกิดขึ้นภายในแผ่นเส้นใย ก้านเข็มที่ติดอยู่ในรูเจาะจะเคลื่อนที่ต่ำลงจากตัวป้อนแผ่นเส้นใยจนกระทั่งถึงแผ่นรองรับแผ่นเส้นใยผ่านแผ่นกดตัวบนทะลุลงไปในแผ่นรองรับตัวล่าง เรียกว่า ระยะการผ่านทะลุ (Penetration Depth) ตามปกติจะลึกประมาณ 9.12 มิลลิเมตร และสามารถปรับตั้งได้โดยเปลี่ยนระดับของแผ่นรองรับตัวล่างเมื่อเข็มถอนตัวขึ้น แผ่นรองรับตัวล่างทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เส้นใยติดเข็มขึ้นมา ระยะผ่านทะลุเป็นระยะที่เข็มแทงทะลุลงไปเรียกว่าแนวเจาะ (Stroke) สำหรับเครื่องแบบนี้จะเจาะได้ลึก 76 มิลลิเมตร เข็มเจาะได้นาทีละ 100 - 700 ครั้ง ปลายเข็มเจาะที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมซึ่งแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมี 3 เงี่ยง เมื่อถอนเข็มขึ้นแล้วต้องไม่พาเอาเส้นใยขึ้นมาอีก เข็มเจาะแต่ละรูมีพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตรที่เรียกว่าความถี่ของรูเจาะ (Punching Density :P)

จำนวนของเข็มที่เจาะ (P) ต่อหน่วยพื้นที่ (cm^2) โดยเส้นใยจะถูกส่งผ่านการตีของเข็มครั้งเดียว สามารถคำนวณได้จาก

$$P = N \times \text{Stroke/cm.}$$

เช่น $N = 10$ และ $a = 0.2$ cm/Stroke

$$= N \times 1/a \qquad = 10 \times 5$$

$$= 50/\ cm^2$$

โดยที่ - จำนวนของเข็ม (N) ต่อความกว้างของ Needle Board (cm)

- จำนวนของเข็มที่เจาะบนเส้นใย (Stroke/cm.) การเจาะของเข็มจะถูกควบคุมโดยอัตราการส่งเส้นใย (a) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)

ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการตีที่ต่อเนื่องของ Needle Board

เครื่อง NL 23 P = 18.1/F ประสิทธิภาพการอัดติดด้วยเข็มพิจารณาจากความถี่ของรูเจาะระยะผ่านทะลุและขนาดตัวเข็ม การเลือกขนาดตัวเข็มขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ เช่น เส้นใยสังเคราะห์เส้นใยลินิน ซึ่งเป็นเส้นใยค่อนข้างใหญ่จะใช้เข็มขนาด 14-25 ส่วนเส้นใยสังเคราะห์เส้นเล็กละเอียดผสมใยฝ้ายจะใช้เข็มขนาด 30-36 ซึ่งอัตราผลผลิตคำนวณจากระยะการป้อนแผ่นเส้นใยแต่ละฝีเข็ม

ปัจจัยที่มีผลต่อการขัดตัวของเส้นใยในแผ่นเส้นใย คือ

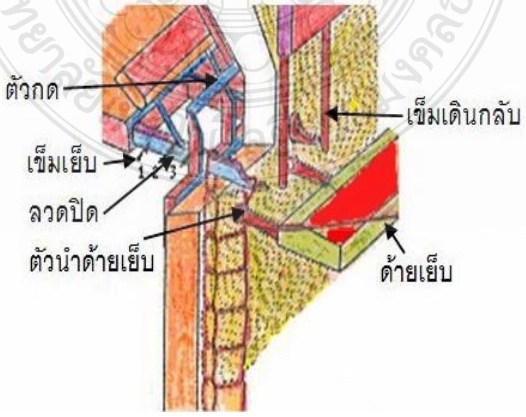
1. ความลึกในการเจาะของเข็ม (P) กำหนดโดยระยะห่าวระหว่างผิวหน้าของ Bed Plate กับปลายเข็มในตำแหน่งที่ต่ำที่สุดกำหนดหน่วยเป็นมิลลิเมตร
2. ชนิดของเข็มบาร์บ
   - Conventional barbed needle
   - Formed - barb needle
   - Side - hook needle
   - Fork needle
3. ชนิดและขนาดของเข็มที่ใช้ รวมทั้งปริมาณการเจาะของเข็มในแผ่นเส้นใยในการผลิต
4. ลักษณะของเส้นใย คือ
   - ชนิดของเส้นใย
   - ความยาวของเส้นใย
   - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใย
   - รอยหยักบนเส้นใย
   - การตกแต่งผิวของเส้นใย

ในการเลือกเข็มเพื่อนำมาใช้งานขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต เช่น ในการทำผ้าสักหลาดอัดอย่างง่าย พื้นผิวหน้าทั้ง 2 ด้านของผ้าจะเรียบเข้มที่ใช้จะเป็นแบบ 3 แฉกหรืออาจจะมากกว่า ขนาดของเข็มที่ใช้จะเป็นเข็มละเอียดหรือหยาบขึ้นอยู่กับขนาดความโตของเส้นใยในแผ่นเส้นใย ส่วนเข็มแบบ Side – Hook และ Fork จะใช้ในการทำผืนผ้าชนิดพิเศษ เช่น ผ้ากำมะหยี่

ภาพที่ 2.29 ลักษณะเข็มเจาะแบบต่าง

2.6.2 การยึดติดโดยการใช้ด้ายเย็บให้ติดกัน (Stitch Sonding)

เป็นการทำให้แผ่นเส้นใยยึดติดกันเป็นผืนผ้าโดยการเย็บด้วยด้ายเย็บธรรมดา แนวคิดของการยึดติดโครงสร้างแผ่นเส้นใยโดยวิธีการนำเส้นด้ายมาใช้เป็นโครงสร้างในการถักแนวเส้นยืนหรือเส้นพุ่ง เพื่อทำให้แผ่นเส้นใยมีความแข็งแรงและอยู่ตัว เทคโนโลยีการผลิตเหล่านี้ได้พัฒนามาจากประเทศเยอรมันตะวันออก ในระบบการผลิตแบบ Mali - System และประเทศเชคโกสโลวาเกียในการระบบผลิตแบบ Ara - System แผ่นเส้นใยจะถูกทำให้คงรูปโดยการใช้เส้นด้ายเป็นห่วงถักซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เส้นด้ายฟิลาเม้นท์ การถักจะเกิดตลอดโครงสร้างผ้าที่มีเส้นด้ายในผลิตภัณฑ์ประมาณ 10 - 20 % วิธีการผลิตผ้าไม่ทอโดยการนำเส้นด้ายเข้ามาร่วมใช้เป็นห่วงถักเพื่อยึดโครงสร้างผ้าแบบนี้ถือได้ว่าไม่เป็นการผลิตผ้าไม่ทอที่แท้จริงและไม่ได้ถูกรวมเข้าไว้ในการจัดประเภทของการผลิตผ้าไม่ทอ ทั้งนี้เนื่องจากคำจำกัดความของผ้าไม่ทอที่กล่าวไว้ในบทแรก



ภาพที่ 2.30 การยึดติดโดยการใช้ด้ายเย็บ

การยึดโครงสร้างผ้าไม่ทอโดยการใช้ห่วงถักนี้มีอัตราการผลิตสูงประมาณ 40 - 250 เมตร/ชั่วโมง แผ่นเส้นใยสางด้วยวิธี Cross laid เป็นวัตถุดิบในการผลิตด้วยวิธีนี้ เนื่องจากมีการเรียงตัวของเส้นใยที่ดีซึ่งจะมีผลทำให้คุณสมบัติของผ้ามีความแข็งแรงที่ดีขึ้น วิธีการที่ใช้ในการถักผ้า คือ

1) ระบบการผลิตแบบ ARA - SYSTEM

- เครื่องถักแบบ ARACHNE มีขั้นตอนกาทำงาน คือ

● เข็มถักขณะที่ปลายตะขอเปิดได้แทรกตัวผ่านทะลุแผ่นเส้นใย (เป็นแผ่นส้นใยที่มีโครงสร้างการขัดตัวของเส้นใยโดยการผ่านขั้นตอนการตีด้วยเข็ม) ที่ปล่อยออกมาจากม้วนตามสายพานป้อน

● Guide Bar พาเส้นด้ายสำหรับการทำห่วงถักข้ามตะขอเข็มถัก

● เข็มถักจะถูกดึงออกมา เส้นด้ายจะเข้าไปติดในปลายตะขอโดยปลายเข็มจะเปิด เส้นด้ายจะถูกดึงผ่านออกตลอดแผ่นเส้นใยและทำเป็นห่วง โดยห่วงที่ถูกถักในรอบแรกจะพักอยู่บนก้านเข็มถัก

● ห่วงถักจะถูกถอดออกจากเข็มโดย Knock - Over Bars

● แผ่นเส้นใยจะถูกพาให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าหนึ่งห่วงถัก

● เข็มจะกลับคืนเข้าสู่แผ่นเส้นใยอีกครั้ง เพื่อรับเส้นด้ายมาทำห่วงใหม่

เครื่องจักรจะทำงานที่ระดับความเร็ว 800 - 1,000 รอบ/นาที อัตราความเร็วในการผลิตจะถูกกำหนดโดยความยาวของห่วงถัก หลักการข้างต้นได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับวิธีการทำงานของเครื่องถักผ้าที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอโดยวิธี Stitch Bonding

- เครื่องถักแบบ ARABEVA มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน แต่ไม่ได้ใช้เส้นด้ายในการทำห่วงถัก แต่ใช้วิธีการถักห่วงเส้นใยจากแผ่นเส้นใย

- เครื่องถักแบบ ARUTEX ใช้เส้นด้ายในการทำห่วงถักบนผ้าตลอดแนวเส้นพุ่งซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเหมือนผ้าทอ

2) ระบบการผลิตแบบ MALI - SYSTEM

- เครื่องถักแบบ MALIMO เป็นวิธีการถักที่ใช้เส้นด้าย 100 % ซึ่งประกอบด้วยเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายสำหรับทำห่วงหรือเส้นด้ายยืน เส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายสำหรับทำห่วงถักซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดแผ่นเส้นใยที่ใช้

- เครื่องถักแบบ MALIWATT แผ่นเส้นใยถูกทำห่วงถักบนผืนผ้าซึ่งมีวิธีการเหมือนกับกระบวนการแบบ ARACHNE แต่จะใช้แผ่นเส้นใยเป็นพื้นเมื่อเวลาเย็บแต่ละฝีเข็มจะรวบเส้นใยเข้าไปครั้งละหลาย ๆ เส้น ลักษณะผ้าเหมือนกับผ้าที่ทำโดยเครื่องจักรติดเข็มแตกต่างกันเฉพาะ

ตอนที่เมื่อทำให้ติดกันโดยใช้เข็มจ้ำให้เส้นใยยึดกันนั้นเข็มจะเจาะผ่านลงไปในแผ่นเส้นใยซึ่งมีความหนาแน่นจำเพาะ 30-500 ต่อตารางเซนติเมตร

- เครื่องถักแบบ MANIPOL วิธีการทำงานของเครื่องจักรนี้โดยการใช้เส้นด้ายที่มีความอ่อนนุ่มและมีขนมาถักบนผืนผ้า

- เครื่องถักแบบ MALIMOPOL เป็นวิธีการถักผ้าด้วยเส้นด้ายยืน ผ้าถักจะมีความอ่อนนุ่มและมีขน

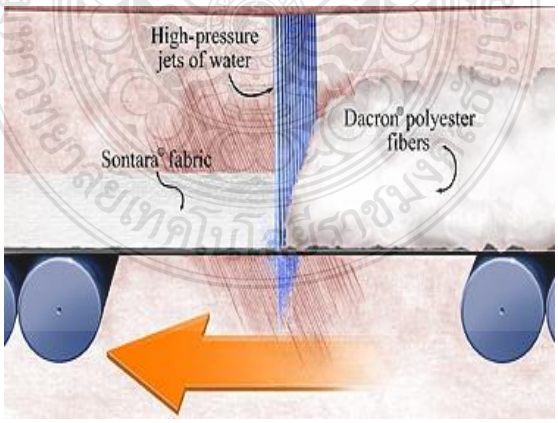
- เครื่องถักแบบ MALIFIECE เป็นวิธีการถักผ้าโดยใช้โครงสร้างเส้นด้าย 100 %

- เครื่องถักแบบ VOLTEX เป็นวิธีการถักโดยการใช้เส้นด้ายที่มีความอ่อนนุ่มถักลงบนโครงสร้างแผ่นเส้นใยเพื่อทำเป็นผืนผ้า

3) การยึดติดโดยการใช้แรงดันน้ำ (Hydro - Entanglement)

เป็นวิธีการผลิตที่ทำให้เส้นใยยึดติดกันทางเชิงกลอีกวิธีหนึ่งที่เรียกว่า Spun Laced ซึ่งเป็นการใช้แรงดันน้ำที่มีความเร็งสูงผ่านหัวฉีดแทนที่ของการใช้เข็มบาร์บ (Barbed Needle) อัตราการผลิตด้วยวิธี Needle Punched และ Spun Laced จะเป็นการผลิตที่ช้ากว่าวิธี Bonding

วิธีการผลิตโดยการใช้แผ่นเส้นใยที่มาจากเครื่องสาง (Card) หรือแผ่นเส้นใยจากการผลิตด้วยระบบลม (Air Laying) โดยการวางแผ่นเส้นใยลงบนสายพานตาข่ายหรือตะแกรงที่มีรูโปร่ง จากนั้นจึงผ่านหัวฉีดน้ำแรงดันสูง โดยฉีดลงบนแผ่นเส้นใยทำให้เส้นใยพันตัวติดกันและน้ำจะถูกขับออกจากแผ่นเส้นใยด้วยระบบสุญญากาศหรือโดยการรีดออก เพื่อให้แห้งตามความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ



ภาพที่ 2.31 การยึดติดโดยการใช้แรงดันน้ำ

ความแข็งแรงของผืนผ้าเกิดจากการขัดตัวพันกันของเส้นใยในแผ่นเส้นใย ในการปรับปรุงคุณสมบัติของผืนผ้าให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นทำได้โดยการใช้เส้นใยเทอร์โมพลาสติกผสมหรือการใส่สารเคมีเพื่อช่วยในการยึดติด

ผ้าไม่ทอที่ผลิตด้วยวิธีการ Hydro - Entanglement จะมีลักษณะเนื้อนุ่ม มีการดูดซับที่ดี มีความหนาและปราศจากสารเคมี มีความแข้งแรงพอสมควรและมีการคืนตัวจากการดึงยืดพอประมาณ

ข้อเสียของการผลิตผ้าไม่ทอด้วยวิธีนี้ คือ เครื่องจักรมีราคาสูง ใช้พลังงานในการผลิตมากและเป็นการยากที่จะผลิตกับผ้าที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 30 กรัม กระบวนการผลิตใช้พลังงานที่เป็น Hp - hr/lbs หรือ Kw - hr/kg โดยพลังงานที่ใช้กำหนดเป็นระดับ เช่น ต่ำ กลาง สูง ส่วนพลังงานที่ใช้โดยหัวฉีดน้ำมีหน่วยเป็นความดัน โดยแบ่งระดับของพลังงานและความดันได้ คือ

ตารางที่ 2.8 พลังงานและความดันที่ใช้ในการยึดติด

Classification	Applied energy (Hp – hr/lbs)	Pressure (Psi)
Low	0.05 - 0.20	200 - 800
Medium	0.25 - 0.50	800 - 1,300
High	0.80 - 1.0 +	1,400 - 2,000 +

ระบบการผลิตขนาดใหญ่ที่ใช้พลังงานสูงมีกำลังการผลิต 1,000 ตัน/ปี โดยวัตถุดิบเป็นส่วนผสมของเส้นใยสังเคราะห์และเยื่อไม้ต้องใช้เครื่องจักรประมาณ 20 ล้านดอลล่าร์ ส่วนระบบที่ใช้พลังงานต่ำ ๆ ใช้ต้นทุนประมาณ 5 ล้านดอลล่าร์ โดยมีกำลังการผลิต 5 ล้านตัน/ปี โดยใช้ผลิตกับผ้าเนื้อบาง

- ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตโดยวิธี Hydro - Entanglement คือ
  - ชนิดของสายพานส่งแผ่นเส้นใย
  - ชนิดของเส้นใยที่ใช้ในการผลิต
  - น้ำหนักของแผ่นเส้นใย
  - จำนวนของหัวฉีดที่ใช้

- ระบบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตแบบ Hydro - Entanglement

■ DuPont Process

ในปี ค.ศ. 1969 บริษัท DuPont ในอเมริกาได้ผลิตผ้าไม่ทอที่ลวดลายบนผืนผ้าโดยการใช้แผ่นเส้นใยสางมาผ่านด้วยน้ำที่มีแรงดันน้ำสูง โดยแผ่นเส้นใยจะวางบนแผ่นตาข่ายหรือตะแกรงที่มีรูโปร่ง โดยมีอัตราส่วนพื้นที่รูเปิด 35 % แรงดันน้ำที่ใช้ 200 - 1,200 Psi เส้นผ่าศูนย์กลางรูหัวฉีด 75 - 750 ไมครอน

DuPont ได้ให้ความหมายของคำว่า Spun Laced เพื่อใช้ในการบอกถึงวิธีการผลิตแบบ Hydro – Entanglement เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีลวดลายเหมือนกับลายลูกไม้และใช่ชื่อทางการค้าว่า Sontara

■ Chicopee Process (Johnson & Johnson)

การผลิตผ้าไม่ทอวิธีนี้ใช้หัวฉีดน้ำที่มีความดันต่ำพ่นผ่านแผ่นเส้นใยที่วางบนสายพานตาข่ายหรือตะแกรงที่มีลวดลาย กระบวนการผลิตเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1972 - 1974 และได้จดสิทธิบัตรในวิธีการผลิตแบบ Plural Pattern ผลิตภัณฑ์ผ้าไม่ทอชิ้นแรกที่ออกสู่ตลาดคือในปี ค.ศ. 1982

■ Unicharm Process

จดสิทธิบัตรในปี ค.ศ. 1983 ลักษณะเด่นของการผลิตแบบนี้คือ การยึดเกาะติดและขัดตัวของเส้นใยในแผ่นเส้นใยเกิดขึ้นบนลูกกลิ้งตัน กระบวนการผลิตนี้ใช้แรงดันน้ำที่ต่ำประมาณ 500 Psi

■ Honoy Comb Process

เป็นวิธีการที่บริษัท Honoy Comb System Co., Ltd. ของอเมริกาได้จัดทำระบบบนการทำให้เส้นใยยึดเกาะตัวพันกัน โดยประกอบด้วยชุด Drum ชุดลูกกลิ้งแยกน้ำและ Dryer เป็นระบบที่ใช้ความดันของน้ำจากหัวฉีดสูงถึง 2,000 Psi

■ Perfo - Jet Process

เป็นวิธีที่ทำให้เกิดลวดลายบนผืนผ้าโดยการใช้หัวฉีดน้ำขนาด 80 - 140 ไมครอนที่ระดับความเร็ว 80 เมตร/วินาที สายน้ำที่ฉีดเหมือนผ้าม่านผ่านตลอด Cylinder ที่มีผิวเป็นรูเปิดและผ่านแผ่นเส้นใย ความแรงของน้ำจะทำให้เกิดลวดลายตามภาพที่รองรับ

2.7 ฉนวนความร้อน

ฉนวนความร้อน หมายถึง วัตถุหรือวัสดุที่มีความสามารถในการต้านทานหรือป้องกันมิให้พลังงานความร้อนส่งผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้สะดวกหรือการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ระหว่างวัตถุซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของวัตถุทั้งสองมีความแตกต่างกัน ลักษณะการถ่ายเทความร้อนนั้นมี 3 วิธี โดยอาจเกิดขึ้นจากวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลาย ๆ วิธีพร้อมกัน ฉนวนความร้อนมีหลากหลายชนิดสามารถประยุกต์ใช้ตามลักษณะของงานและวัสดุที่จะใช้ฉนวนความร้อนรวมถึงวัตถุประสงค์ของการใช้งานและงบประมาณของราคาที่ผู้ใช้ตั้งไว้ด้วย ฉนวนกันความร้อนที่ดีจะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ซึ่งประกอบไปด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมาก ฟองอากาศดังกล่าว มีคุณสมบัติในการต้านทานกันความร้อน โดยสกัดกั้นความร้อนให้อยู่ในบริเวณฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมากนี้จึงเป็นผลให้ไม่เกิดการพาความร้อนและยังมีวัสดุอีกประเภทหนึ่งที่มีคุณสมบัติต้านทานการแผ่รังสีความร้อน หรือสะท้อนรังสีร้อนกลับ ที่ใช้กันส่วนมากได้แก่ แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ โดยคุณสมบัติแล้ว ไม่ถือว่าเป็นฉนวน แต่ถือว่าเป็นวัสดุลดความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อน ฉนวนที่ผลิตออกจำหน่ายมีทั้งชนิดที่ไม่บุอลูมิเนียมฟอยล์ และบุอลูมิเนียมฟอยล์

ฉนวนแต่ละชนิดจะมีการต้านทานความร้อนที่แตกต่างกันออกไป การเลือกใช้ฉนวนความร้อนกับผิววัสดุแต่ละชนิดหนาบางไม่เท่ากัน ผู้ที่จะติดตั้งฉนวนความร้อนต้องวิเคราะห์และเข้าใจเนื้องานก่อนวางแผนลงมือทำการติดตั้งฉนวนความร้อนในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อให้งานออกมาดีและได้ผลตามเกณฑ์มาตรฐานที่มีประสิทธิภาพเต็มร้อย ดังนั้นจะเห็นว่าการที่จะติดตั้งฉนวนความร้อนสักงานหนึ่งนั้นไม่ว่างานเล็กหรืองานใหญ่ขนาดใดก็ตาม ถ้าต้องการให้ออกมาดีมีคุณภาพได้มาตรฐานนั้นต้องใช้ผู้ที่มีประสบการณ์ในการติดตั้งฉนวนความร้อนที่มีความเชี่ยวชาญและชำนาญสูงจริง ๆ ผลงานจึงจะออกมาได้ดีดั่งที่ต้องการและได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่ ซึ่งฉนวนที่ดีจะต้องต้านทานความร้อนที่ผ่านจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งให้ลดลงเหลือน้อยที่สุด ทั้งนี้ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของการนำความร้อนน้อย แสดงว่าเป็นฉนวนที่สามารถต้านทานความร้อนได้ดี เมื่อใช้เปรียบเทียบกับโฟมแผ่นฉนวนใยแก้ว ไม้อัด แผ่นยิปซั่ม และกระเบื้องแผ่นเรียบซึ่งเป็นฉนวนที่สามารถต้านทานความร้อนได้ดีหรือดีกว่า ในขณะเดียวกันเมื่อนำวัสดุที่ได้มาหุ้มด้วยวัสดุอื่นๆเพื่อป้องกันการนำความร้อนจะทำให้ระบบการต้านทานความร้อนทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดพลังงาน เพื่อความปลอดภัย ในการเลือกฉนวนควรมีองค์ประกอบที่พึงพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ช่วงอุณหภูมิใช้งานที่ฉนวนใช้ได้โดยไม่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ

2. ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) ค่าที่ต่ำกว่าจะลดการสูญเสียพลังงานได้ดีกว่า

3. กำลังการอัดบีบ (Compressive Strength) ควรเลือกที่ฉนวนไม่เสียรูปทรงมาก โดยเทียบจากปริมาณการเสียรูปทรงของฉนวนต่าง ๆ ที่ค่าเดียวกันว่ารับกำลังการอัดบีบได้เท่าไร

4. การทนต่อการติดไฟ

5. โครงสร้างเซลล์ซึ่งจะเป็นสิ่งกำหนดว่าฉนวนจะดูดซับความชื้นอย่างง่ายเพียงไร

6. รูปแบบของฉนวน กล่าวคือ ความหมายและรูปทรง ซึ่งจะเป็นสิ่งกำหนดว่าฉนวนมีความเหมาะสมกับการนำมาใช้เพียงไร

2.7.1 คุณสมบัติของฉนวนความร้อนที่ดี

ในการใช้งานฉนวนความร้อนหรือฉนวนกันร้อน จะต้องเลือกใช้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และตามชนิดการใช้งานของฉนวนความร้อน ซึ่งคุณสมบัติที่ดีของฉนวนความร้อน คือ

- น้ำหนักเบา และมีค่าความหนาแน่นน้อย
- มีค่าการนำความร้อนต่ำ คือการให้ความร้อนไหลผ่านฉนวนได้ยาก
- มีความคงทนต่อแรงอัดและแรงดึงได้เป็นอย่างดี
- มีอัตราการดูดซับความชื้นที่ต่ำหรือไม่มีเลยยิ่งเป็นการดีมาก
- มีความสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดี
- เปลี่ยนรูปได้ยาก และมีความคงตัวสูง
- มีความทนต่อการติดไฟได้ดี (ไม่ติดไฟ)
- สามารถใช้ได้กับอุณหภูมิที่กว้างหรือทุกระดับได้
- ติดตั้งง่ายและสะดวก
- มีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ง่าย

ในการเลือกใช้ ฉนวนความร้อนให้ถูกต้องจำเป็นต้องเข้าใจถึงกลไกที่เกิดขึ้นภายในฉนวนความร้อน ประเภทต่างๆ ก่อน ฉนวนความร้อนโดยทั่วไปแล้ว เป็นวัสดุที่ประกอบด้วยช่องโพรงเล็ก ๆ (Close Cell) และช่องอากาศภายในวัสดุที่มีลักษณะเป็นแบบปิดทึบ (Totally Enclosed) เรียกว่า ฉนวนมวลสาร (Mass Insulation) นั่นเอง ช่องเล็กๆ เหล่านี้อาจเกิดขึ้นจากเกล็ด (Flakes) เส้นใย (Fibers) ปมแข็ง (Nodules of Solids) หรือเซลล์ของตัววัสดุนั้นเอง ยกเว้นฉนวนสะท้อนความร้อน (Reflective Insulation) ดังนั้นการเลือกใช้ฉนวนความร้อนแบบใดนั้น ต้องปรึกษาผู้รู้หรือกูรูมืออาชีพในงานที่เกี่ยวข้องกับฉนวนความร้อนก่อน เพื่อวิเคราะห์ถึงภาพโดยรวม ซึ่งจะทำให้การออกแบบฉนวนความร้อนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิชาการ ประการสำคัญผลประโยชน์ต่างๆที่ได้รับจะตกอยู่กับเจ้าของอาคารสถานที่หรือโรงงานที่ติดตั้งฉนวนความร้อนโดยตรง คุ้มค่ากับการลงทุนติดตั้ง ได้รับประโยชน์เต็มเม็ดเต็มหน่วยตามที่ต้องการ

2.7.2 ประเภทของฉนวนกันความร้อน

1. ฉนวนกันความร้อนโพลี่ยูรีเทนโฟม (Polyurethane Foam) เป็นฉนวนกันความร้อน/เก็บความเย็นได้ดี

2. ฉนวนกันความร้อนหรือสีกันร้อนฉนวนสะท้อนความร้อนเซรามิคโค้ตติ้ง เป็นสีเซรามิคลักษณะของเหลวใช้ทาหรือพ่นบนหลังคา ผนังอาคารช่วยสะท้อนความร้อนได้ดี

3. ฉนวนกันความร้อนใยเซลลูโลส (Cellulose) ฉนวนดูดซับเสียงใยเซลลูโลสหรือเยื่อกระดาษ

4. ฉนวนกันความร้อนใยแก้ว (Fiber Glass) ทำมาจากแก้วหรือเศษแก้วนำมาหลอมและปั่นเป็นเส้นใยละเอียด

5. ฉนวนกันความร้อนเวอร์มิคูไลน์ (Vermiculite)

6. ฉนวนกันความร้อนฟอยล์ (Foil)

7. ฉนวนกันความร้อนแคลเซี่ยมซิลิเกต (Calcium Silicate)

8. ฉนวนกันความร้อนใยแร่ (Mineral Fiber)

9. ฉนวนกันความร้อนโฟมชนิดยืดหยุ่น (Elastomeric Foam)

10. ฉนวนกันความร้อนโฟมโพลีสไตรีน (Polystyrene Foam)

การจำแนกประเภทของฉนวนกันความร้อนหรือฉนวนป้องกันความร้อนมีหลายวิธี แล้วแต่จะยึดถือสมบัติด้านใดของวัสดุมาจำแนก เช่นการจำแนกฉนวนกันความร้อนตามโครงสร้างและหลักการทำงานสามารถแบ่งออกเป็นจำแนกตามโครงสร้างและหลักการทำงาน 6 ประเภท คือ

1. ฉนวนป้องกันความร้อนชั้นอากาศ (Air) เป็นฉนวนที่ประกอบเป็นพื้นผิวเดียวหรือพื้นผิวหลายชั้นซึ่งมีอากาศอยู่ระหว่างชั้นของพื้นผิว ความต้านทานความร้อนจะเกิดจากชั้นของอากาศในลักษณะนำ ความร้อนหรือพาความร้อนคร่อมระหว่างชั้นอากาศ

2. ฉนวนป้องกันความร้อนแบบเซลล์ (Cellular Material) เป็นฉนวนที่ประกอบด้วยเซลล์เล็กๆ ที่ผลึกติดกับเซลล์อื่นๆ ฉนวนแบบเซลล์ล์ผลิตขึ้นจากแก้ว พลาสติก และยาง ตัวอย่างของฉนวนชนิดนี้ เช่น เซลลูลาร์กลาส (Cellular Glass) ยางอิลาสโตเมอร์ (Elastomer) แบบขยายตัว โฟมโพลิสไตรีน โฟมโพลิไอโซไซยานูเรต โฟมโพลิยูรีเทน โฟมโพลิเอทิลีนและโฟมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

3. ฉนวนป้องกันความร้อนแบบเส้นใย (Fibrous Material) เป็นฉนวนที่ประกอบด้วยเส้นใยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กๆ จำนวนมาก เส้นใยเหล่านี้อาจนำ มาจากวัสดุอินทรีย์ เช่น เส้นผม ใยพืชต่างๆ หรืออาจทำ จากวัสดุสังเคราะห์ เช่น ใยแก้ว ใยหิน ใยขี้โลหะ ใยอลูมินาซิลิกา แอสเบสทอส (Asbestos) ใยคาร์บอน

4. ฉนวนป้องกันความร้อนแบบเกล็ด (Flake Material) เป็นฉนวนที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก อนุภาคหรือเกล็ดเหล่านี้อาจถูกเทเข้าไปในช่องอากาศ หรือทำ ให้เกาะตัวเข้าด้วยกันเพื่อทำเป็นรูปทรงฉนวนที่แข็ง สามารถใช้งานเป็นฉนวนท่อ หรือใช้งานด้านอื่นๆ ในลักษณะเป็นบล็อกหรือแผ่นอัด ฉนวนแบบเกล็ดที่รู้จักกันทั่วไปคือ เพอร์ไลต์และเวอร์มิคูไลต์

5. ฉนวนป้องกันความร้อนแบบกรานูลาร์ (Granular Material) เป็นฉนวนที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งเป็นโพรงหรือกลวง ซึ่งช่องกลวงเหล่านี้สามารถถ่ายเทอากาศระหว่างกันและกันได้ จึงทำ ให้แตกต่างจากฉนวนแบบเซลล์ วัสดุที่ใช้ทำ ฉนวนชนิดนี้ เช่น แมกนีเซียม แคลเซียมซิลิเคต ดินไดอะตอเมเชียส (Diatomaceous Earth) ไม้คอร์ก (Vegetable Cork) วัสดุ 3 ชนิดแรก ส่วนใหญ่จะใช้ฉนวนในระบบท่อทางด้านอุตสาหกรรม ส่วนไม้คอร์กจะใช้งานกับการทำ ความเย็นที่อุณหภูมิต่ำ

6. ฉนวนป้องกันความร้อนแผ่นบางผิวสะท้อนรังสี (Reflective Foils) เป็นฉนวนที่ประกอบด้วยแผ่นบางขนานที่มีสภาพการสะท้อนรังสีความร้อนสูง หรือสภาพการแผ่รังสีต่ำ โดยแผ่นบางเหล่านี้ช่วยสะท้อนรังสีความร้อนกลับ เนื่องจากผลของการนำ ความร้อนและการพาความร้อนลดลง การประยุกต์ใช้ฉนวนแผ่นบางส่วนใหญ่จะใช้เป็นระบบมากกว่าใช้วัสดุความร้อนลดลง การประยุกต์ใช้ฉนวนแผ่นบางส่วนใหญ่จะใช้เป็นระบบมากกว่าใช้วัสดุชนิดเดียว โดยใช้งานกับวัตถุที่อุณหภูมิสูงเมื่อการถ่ายเทความร้อนชนิดแผ่รังสีความร้อน มีปริมาณมากกว่าการถ่ายเทความร้อนอีก 2 แบบคือ การนำ และการพา2 ประเภท หรืออาจมากกว่า 2 ประเภท เพื่อให้ได้สมบัติที่ต้องการ เช่น นำวัสดุประเภทเส้นใยมารวมกับวัสดุประเภทกรานูลาร์จะช่วยเพิ่มความทนของแรงดึงของผลผลิตที่ได้

นอกจากนี้แล้วฉนวนความร้อนยังสามารถจำแนกตามได้อีก 3 ประเภท คือ

1. จำแนกฉนวนป้องกันความร้อนตามสารเคมีของวัสดุ

- ประเภทสารอินทรีย์ ได้แก่ ไม้คอร์ก(Cork Board)
- ประเภทสารอนินทรีย์ ได้แก่ ใยแก้ว (Glass Wool) ใยหิน (Rock Wool) แคลเซียมซิลิเคต
- ประเภทโลหะ ได้แก่ อะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminums Foil)

2. จำแนกฉนวนป้องกันความร้อนตามหลักฟิสิกส์

- ประเภทเซลล์ปิด (Closed Cell) เช่น ฉนวนยางต่างๆ
- ประเภทเซลล์เปิด (Open Cell) เช่น ใยแก้ว ใยหิน เซรามิก
- ประเภทสะท้อนแสง (Reflective) เช่น ฟิล์มกรองแสงต่างๆ และอะลูมิเนียมฟอยล์

3. จำแนกฉนวนป้องกันความร้อนตามอุณหภูมิของงานที่จะใช้

- อุณหภูมิต่ำมาก (Cryogenic Range) คือ ฉนวนที่ใช้งานระหว่างอุณหภูมิ-230C ถึง-65C

- อุณหภูมิต่ำ (Low Temperature Range) คือ ฉนวนที่ใช้งานระหว่างอุณหภูมิ -65 ๐C ถึง 100 ๐C

- อุณหภูมิปานกลาง (Medium Temperature Range) คือ ฉนวนที่ใช้งานระหว่าง 100 ๐C - 550 ๐C

- อุณหภูมิสูง (High Temperature Range) คือ ฉนวนที่ใช้งานระหว่างอุณหภูมิ 550 ๐C - 1,400 ๐C

(R) สภาพการนำ ความร้อน (k) ความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อน (ρ) ตาม (American Society for Testing and Materials: ASTM) ที่ใช้ในการทดสอบฉนวนแต่ละชนิด รวมทั้งค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบในการประยุกต์ใช้งาน ดังนั้นการนำฉนวนกันความร้อนแต่ละประเภทไปใช้งานจึงต้องดูความเหมาะสมของงานกับวัสดุที่ใช้

2.7.3 การเลือกใช้ฉนวนความร้อน มีหลักควรพิจารณาดังนี้

1. ช่วงอุณหภูมิใช้งาน ที่ฉนวนใช้ได้โดยไม่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ

2. ค่าการนำความร้อน ค่าที่ต่ำกว่าจะลดการสูญเสียพลังงานได้ดีกว่า

3. กำลังการอัดบีบ ควรเลือกฉนวนที่ไม่เสียรูปทรงมาก โดยเปรียบเทียบจากปริมาณการเสียรูปทรงของฉนวนต่าง ๆ ที่ค่าเดียวกันว่ารับกำลังการอัดบีบได้เท่าไร

4. ความทนทานต่อการติดไฟ

5. โครงสร้างเซลล์ ซึ่งจะเป็นสิ่งกำหนดว่าฉนวนจะดูดซับความชื้นยากง่ายเพียงไร

6. รูปแบบของฉนวน ความหนาและรูปทรงของฉนวนจะเป็นตัวกำหนดได้ว่าฉนวนนั้นมีความเหมาะสมในการนำมาใช้งานหรือไม่แล้วทำให้เป็นเส้นใยด้วยวิธีบลาสต์ (๐Blast Method)

ปัจจุบันสภาวะแวดล้อมบนโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้อาคารและที่พักอาศัยโดยทั่วไปมีการติดตั้งฉนวนความร้อนเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ลักษณะของฉนวนความร้อนมีหลายลักษณะ เช่น เป็นม้วน, เป็นแผ่น, เป็นฝอย เป็นต้น ฉนวนความร้อนมีคุณสมบัติเป็นวัสดุที่ป้องกันการส่งผ่านพลังงานความร้อนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ฉนวนความร้อนที่ดีจะต้องเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ภายในวัสดุประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก ฟองอากาศดังกล่าวมีคุณสมบัติพิเศษ คือเป็นตัวต้านทานการนำความร้อนโดยการกักเก็บพลังงาน

ความร้อนที่ไหลผ่านไว้ภายในทำให้ไม่เกิดการส่งผ่านพลังงานความร้อน การป้องกันการส่งผ่านพลังงานความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในโดยวิธีนี้ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารและที่พักอาศัยลดลง นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากการเปิดเครื่องปรับอากาศ หากความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารมาก จะทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานมาก พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต้องมากขึ้นด้วย เมื่อมีการบุฉนวนความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารและที่พักอาศัยลดลงเครื่องปรับอากาศก็จะทำงานน้อยลง เป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกทาง ฉนวนความร้อนในปัจจุบันมีให้เลือกมากมายหลายชนิด เช่น ฉนวนใยแก้ว (Fiber Glass),ฉนวนเยื่อกระดาษ (Cellulose), ยิบซั่มบอร์ด, แผ่นสะท้อนความร้อน (Aluminums Foil), ยิบซั่มบอร์ดรวมกับแผ่นสะท้อนความร้อน, เซรามิกเคลือบผิว, ฉนวนโฟมพอลิยูรีเทน (Polyurethane Foam) ฉนวนโฟมพอลิเอทิลีน (Polyethylene Foam) ฉนวนโฟมพอลิสไตรีน (Polystyrene Foam) เป็นต้น

การเลือกใช้งานฉนวนความร้อน ควรพิจารณาจากประสิทธิภาพในการต้านทานความร้อน (ค่าR) มีหน่วยเป็น ตารางเมตร-องศาเคลวินต่อวัตต์ (Thermal Resistance – R Value, m2K/W) สภาพการนำความร้อน (ค่า K) มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อเมตร-องศาเคลวิน (Thermal Conductivity - K Value, W/m.K) ซึ่งฉนวนความร้อนที่ดีต้องมีค่าความต้านทานความร้อนสูง สัมประสิทธิ์ของการนำความร้อนต่ำ นอกจากนั้นความพิจารณาถึงความจำเป็นในการติดตั้งของแต่ละสถานที่และช่วงอุณหภูมิในการใช้งานของสถานนั้นๆ รวมถึง ลักษณะการติดตั้ง ราคาค่าติดตั้ง การยืดตัวและการหดตัวของฉนวนกันความร้อนเมื่อได้รับความร้อน

2.7.4 สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกใช้ฉนวนความร้อน

1. ประเภทของวัสดุ ควรเลือกทำจากวัสดุที่มีลักษณะเป็นโพรงอากาศอยู่ภายในเพราะคุณสมบัติของเส้นใยที่โยงใยขัดกันทำปฏิกิริยากับอากาศ เป็นตัวช่วยในการลดอุณหภูมิได้สูงมากกว่าวัสดุที่ใช้หลักการสะท้อนความร้อน เพราะเมื่อหมดความมันเงา จากการโดนฝุ่นหรือสิ่งสกปรก จะทำให้ประสิทธิภาพในการสะท้อนความร้อนลดลงหรือเสื่อมลงไปทันที

2. ประสิทธิภาพการต้านทานความร้อน ฉนวนความร้อนที่ดีต้องระบุค่าต้านทานความร้อน (ค่า R) หากไม่มีการระบุไว้ก็ไม่ควรจะเลือกใช้ ยิ่งค่าต้านทานความร้อน ค่า Rสูงมากเท่าไรก็จะยิ่งมีประสิทธิภาพในการกันความร้อนได้สูงมากเท่านั้น

3. ระบบการติดตั้ง ควรเลือกระบบการติดตั้งแบบใช้การฉีดพ่น เพราะจะทำให้เกิดช่องว่าง หรือรอยต่อ (GAP) น้อยที่สุด เพราะระบบนี้จะทำให้เนื้อของฉนวนความร้อนสามารถเข้าไปได้ทุกซอก ทุกมุม ได้ทุกรูปแบบของงานสถาปัตยกรรม จากการวิจัยพบว่า หากเกิดช่องว่างที่ฉนวนแม้เพียง 5% จะทำให้ประสิทธิภาพค่าต้านทานความร้อนลดลงไปได้ถึง 50%

4. คุณสมบัติอื่น ๆ เช่น ฉนวนชนิดนี้มีอายุการใช้งานมากน้อยแค่ไหน มีใบรับประกันคุณภาพหรือไม่ มีสารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือไม่

ปัจจุบันมีการผลิตฉนวนกันความร้อนในหลายรูปแบบขึ้น เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานประเภทต่าง ๆ ฉนวนกันความร้อนที่สำคัญ ๆ และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น

1. ใยแก้ว (Glass Fiber) ทำมาจากแก้วหรือเศษแก้วมาหลอมและปั่นจนเป็นเส้นใยละเอียด แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นฉนวนความร้อนในรูแบบต่าง ๆ เช่น ฉนวนแบบคลุมท่อ ฉนวนแบบแผ่น และฉนวนแบบหุ้มท่อ ฉนวนประเภทนี้เป็นฉนวนเส้นใยแบบเซลล์เปิด มีโครงสร้างภายในเป็นเส้นใยและช่องว่างอากาศ จัดเป็นวัสดุประเภทไม่ลามไฟ มีทั้งชนิดที่มีวัสดุปิดผิว และไม่มีวัสดุปิดผิวขึ้นอยู่กับการใช้งาน วัสดุปิดผิวส่วนใหญ่จะเป็นแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อใช้ป้องกันไอน้ำและความชื้น (Vapor Barrier) ฉนวนชนิดนี้โดยทั่วไปจะกันไฟไม่ได้มีอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 700 องศาเซลเซียส แต่ไม่ทนต่อความเปียกชื้น และการควบแน่นเป็นหยดน้ำโดยจะสูญเสียคุณสมบัติในการกันความร้อนไปเมื่อเปียกชื้น

2. ใยแร่ (Mineral fiber) อาจเรียกว่า หินแร่ หรือฝอยขี้โลหะ หรือใยหิน มีกรรมวิธีการผลิตคล้ายกับฉนวนใยแก้ว โดยการนำวัสดุประเภทแร่ เช่น ขี้โลหะจากการผลิตเหล็กกล้า ทองแดง หรือตะกั่วมาใช้เป็นวัสดุหลักแทนฉนวนใยแร่นี้จะมีรูปแบบและข้อจำกัดในการใช้งานทั่วไปเหมือนฉนวนใยแก้ว เช่น ปัญหาการติดไฟของตัวประสาร และการลุกไหม้ของผิวหน้า ฉนวนประเภทนี้เป็นประเภทที่ไม่มีสารประกอบของแร่ใยหิน(Asbestos)ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้เทียบเท่ากับฉนวนใยแก้ว แต่สามารถทนไฟได้ดีกว่า จึงนำมาใช้เป็นฉนวนที่กันไฟได้ด้วย สามารถทนความร้อนสูงถึง 800 องศาเซลเซียส คุณสมบัติอีกประการหนึ่งคือ มีความสามารถดูดซับเสียง แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้น ดังนั้นจึงควรห่อหุ้มด้วยวัสดุป้องกันความชื้น

3. ใยเซลลูโลส (Cellulose) เป็นฉนวนความร้อนที่ผลิตขึ้นจากการนำไม้ หรือกระดาษที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ โดยแผ่และดึงให้กระจายออกทำการย่อยจนละเอียด จากนั้นทำการประสานเข้าด้วยกันด้วยบอแร็กซ์ ส่วนผสมทั้งสองจะช่วยให้มีสภาพต้านทานการลุกไหม้และการดูดซับความชื้น การใช้งานอาจใช้ในลักษณะการเทบรรจุในช่องผนังหรือเพดานของอาคาร ใช้ในลักษณะของฉนวนแบบแผ่น แบบคลุมห่ม หรือเป็นโฟมฉีดสำหรับเป็นฉนวนความร้อนใต้ดาดฟ้าหรือหลังคา โดยทั่วไปแล้วฉนวนใยเซลลูโลสที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบัน มักทำขึ้นจากเยื่อกระดาษที่ใส่สารกันไม่ให้ไฟลาม ทำให้ป้องกันไฟไหม้ได้ระดับหนึ่ง ถ้าเยื่อกระดาษนี้มีสารเคมีผสมอย่างถูกต้อง ก็สามารถใช้เป็นวัดถุกันไฟได้ สำหรับคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนจะมีค่าใกล้เคียงกันกับใยแร่และใยแก้ว

4. แคลเซียมซิลิเกต (Calcium Silicate) เป็นฉนวนกันความร้อนแบบเป็นโพรงหรือช่องกลวงประกอบด้วยไฮตรัสแคลเซียมซิลิเกตโดยระหว่างกรรมวิธีการผลิตไอน้ำจะเปลี่ยนรูปหินปูน และซิลิกาไปเป็นไฮตรัสแคลเซียมซิลิเกต ซึ่งเป็นวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน นิยมไปใช้ในการหุ้มท่อและภาชนะในขบวนการทางอุตสาหกรรม ที่มีอุณหภูมิสูง และจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีความทนต่อแรงอัดสูงอีกด้วย

5. โฟม (Foam) เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนชนิดอื่นโดยทั่วไป โฟมจะไม่ดูดซับความชื้นแต่เนื่องจากโฟมมีจุดหลอมเหลว ต่ำเมื่อโดนความร้อน สูงเป็นเวลานาน ๆ โฟมจะเสียรูปและไหม้ไปในที่สุด

6. ฟอยล์ (Foil) หรือ ฉนวนรีเฟลคตีฟ ต้องคำนึงถึงความสามารถในการกันความร้อนให้กับอาคาร จากการศึกษาพบว่าการใช้ฟอยล์เพียงชั้นเดียวไม่พอ สำหรับกันความร้อนจากหลังคา จะต้องมีไม่น้อยกว่า 3-4 ชั้น โดยแต่ละชั้นต้องมีช่องว่างอากาศไม่น้อยกว่า 1 นิ้วและต้องป้องกันการรั่วซึมได้ดี ด้วย แต่มีข้อแม้ว่าผิวของแผ่นฟอยล์ต้อง มันเงาอยู่ตลอดเวลาถ้าผิวสกปรกจะสูญเสียค่าการสะท้อนรังสีและจะไม่สามารถทำหน้ามีเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีด้วย

7. เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) เวอร์มิคูไลท์ทำจากแร่ไมกาซึ่งมีลักษณะเป็นเกล็ด ๆ คล้ายกระจกโดยมีน้ำเป็นส่วนประกอบการผลิต การใช้งานจะเป็นลักษณะของฉนวนกัน ความร้อนแบบเทบรรจุเข้าไปในบล็อคหรือโพรงผนัง ถ้านำไปผสมกับปูนซิเมนต์หรือทรายจะได้เป็นคอนกรีตเวอร์มิคูไลท์ที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำ กว่าคอนกรีตปกติถึง 10 เท่า โดยทั่วไปจะผสมสารเคมีบางชนิดเพื่อใช้สำหรับพ่นกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็กนิยมใช้ในยุโรปและสหรัฐอเมริกา

8. ยาง (Elastomer) ยางเป็นฉนวนที่ใช้เพื่อหุ้มห่อนั้น เป็นฉนวนที่มีลักษณะโครงสร้างแบบ Closed cell เหมาะกับการใช้งานที่อุณหภูมิ -40 ถึง 104 ๐c

2.7.5 ประโยชน์ที่ได้จากการใช้ฉนวนความร้อน

1. เพื่ออนุรักษ์พลังงาน
2. ควบคุมการถ่ายความร้อน
3. ควบคุมอุณหภูมิ
4. ป้องกันการแข็งตัวเนื่องจากความเย็นจัด
5. ป้องกันการเผาไหม้
6. ควบคุมไฟไหม้

2.8 เส้นใย (Fibers)

ตามนิยามแล้ว เส้นใยหมายถึงวัสดุหรือสารใดๆทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น ที่มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือมากกว่า 100 สามารถขึ้นรูปเป็นผ้าได้ และต้องเป็นองค์ประกอบที่เล็กที่สุดของผ้า ไม่สามารถแยกย่อยในเชิงกลได้อีก

2.8.1 ประเภทของเส้นใย

เราสามารถแยกประเภทของเส้นใยได้หลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการแบ่ง ในที่นี้เราแบ่งตามแหล่งกำเนิดของเส้นใยซึ่งจะแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆ คือ เส้นใยธรรมชาติ และเส้นใยประดิษฐ์

ในกลุ่มของเส้นใยธรรมชาติก็ยังแบ่งย่อยได้อีกเป็นเส้นใยที่มาจากพืช จากสัตว์ และจากแร่ ส่วนเส้นใยประดิษฐ์สามารถแยกเป็นเส้นใยที่ประดิษฐ์จากธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยที่ประดิษฐ์จากวัสดุอื่นๆ

1) เส้นใยธรรมชาติ (Natural Fibers) เส้นใยพืช เช่น ฝ้าย ลินิน ปอ รามี ป่าน นุ่น เส้นใยสัตว์ เช่น ขนสัตว์ (Wool) ไหม (Silk) ผม (Hair) แร่ เช่น แร่ใยหิน (Asbestos)

2) เส้นใยประดิษฐ์ (Man-Made Fibers) ประดิษฐ์จากธรรมชาติ เช่น เรยอน อะซิเทต ไตรอะซีเทต เส้นใย สังเคราะห์ เช่น โอเลฟินส์ โพลีเอสเทอร์ โพลีอรามิด ไนลอน แร่และเหล็ก เช่น โลหะ แก้ว เซรามิก กราไฟต์

2.8.2 สมบัติของเส้นใย [17]

สมบัติของเส้นใยมีผลโดยตรงต่อสมบัติของผ้าที่ทำขึ้นจากเส้นใยนั้นๆ ผ้าที่ทำจากเส้นใยที่แข็งแรงก็จะมีความแข็งแรงทนทานด้วย หรือเส้นใยที่สามารถดูดซับน้ำได้ดีจะส่งผลให้ผ้าสามารถดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในส่วนที่มีการสัมผัสกับผิวและดูดซับน้ำ เช่น ผ้าเช็ดตัว ผ้าอ้อม เป็นต้น ดังนั้นการที่เราเข้าใจสมบัติของเส้นใย จะช่วยทำให้สามารถทำนายสมบัติของผ้าที่มีเส้นใยนั้นๆ เป็นองค์ประกอบ รวมไปถึงผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถเลือกชนิดของผลิตภัณฑ์ในเบื้องต้น

ได้ถูกต้องตามความต้องการ ของการนำไปใช้งาน โดยการคาดเดาจากองค์ประกอบที่แจ้งไว้ในป้ายสินค้า ความแตกต่างของเส้นใยขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการเรียงตัวของโมเลกุล ซึ่งส่วนผสมและความแตกต่างในปัจจัยทั้งสามนี้ ทำให้เส้นใยมีสมบัติที่หลากหลายและแตกต่างกัน ซึ่งสมบัติของเส้นใยก็จะมีผลต่อสมบัติของผ้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเส้นใยนั้น ทั้งในส่วนที่เป็นที่ต้องการและไม่ต้องการต่อการนำไปใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น ในเส้นใยที่สามารถดูดซับน้ำได้น้อย จะส่งผลให้ผ้าที่ทำจากเส้นใยชนิดนี้มีสมบัติดังนี้

1) เกิดไฟฟ้าสถิตย์ (Static Build-Up) บนเนื้อผ้าได้ง่าย ทำให้ผ้าลีบติดตัว

2) ผ้าแห้งเร็ว เนื่องจากมีปริมาณน้ำที่ดูดซับน้อยและไม่มีพันธะ (Bond) ระหว่างเส้นใยและ โมเลกุลของน้ำ

3) ย้อมติดสียาก เนื่องจากการย้อมสีส่วนใหญ่อาศัยน้ำเป็นตัวกลางพาโมเลกุลของสีเข้าไปในเนื้อผ้า ผ้าที่ไม่ดูดซับน้ำจึงติดสีย้อมได้ยากกว่า

4) สวมใส่สบายน้อยกว่า เนื่องจากการเหงื่อที่อยู่บนผิวถูกดูดซับน้อยทำให้รู้สึกเปียกชื้นได้

5) คงรูปได้ขณะเปียก (หรือขณะซัก) และผ้ายับน้อย ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำที่ถูกดูดซับมีน้อย และไม่เกิดพันธะระหว่างเส้นใย และโมเลกุลของน้ำ ที่จะทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป

ต่อไปเรามาดูปัจจัยทั้งสามที่มีผลต่อสมบัติของเส้นใย คือ โครงสร้างทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการจัดเรียงตัวของโมเลกุล

2.8.3 โครงสร้างทางกายภาพ

โครงสร้างทางกายภาพหรือโครงสร้างทางสัณฐาน (Morphology) ของเส้นใย สามารถสังเกตได้จากกล้องจุลทรรศน์ (Microscope) ที่มีกำลังขยาย 250-1000 เท่า โครงสร้างทางกายภาพนั้นครอบคลุมถึง ความยาว ขนาดหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง รูปร่างภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Shape) รูปร่างของผิวเส้นใย และความหยักของเส้นใย

ความยาวเส้นใย (Fiber Length) เส้นใยมีทั้งชนิดสั้นและยาว ซึ่งความยาวของเส้นใยจะมีผลต่อสมบัติและการนำไปใช้งานของผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ก่อนอื่นเรามาทำความรู้จักกับชนิดของเส้นใยทั้งสองนี้ก่อน

เส้นใยสั้น (Staple Fiber) เป็นเส้นใยที่มีความยาวอยู่ในช่วง 2 ถึง 46 เซนติเมตร เส้นใยธรรมชาติทั้งหมดยกเว้นไหมเป็นเส้นใยสั้น ยกตัวอย่างเช่น เส้นใยฝ้าย นุ่น ขนสัตว์ เส้นใยสั้นที่มาจากเส้นใยประดิษฐ์มักทำเป็นเส้นยาวก่อนแล้วตัด (Chop) เป็นเส้นใยสั้นตามความยาวที่กำหนด

เส้นใยยาว (Filament Fiber) เป็นเส้นใยที่มีความยาวต่อเนื่องไม่สิ้นสุด มีหน่วยวัดเป็นเมตรหรือหลา เส้นใยยาวส่วนใหญ่เป็นเส้นใยประดิษฐ์ ยกเว้นไหมซึ่งเป็นเส้นใยยาวที่มาจากธรรมชาติ เส้นใยยาวอาจเป็นชนิดเส้นยาวเดี่ยว (Monofilament) ที่มีเส้นใยเพียงเส้นเดียว หรือเส้นใยยาวกลุ่ม (Multifilament) ซึ่งจะมีเส้นใยมากกว่า 1 เส้นรวมอยู่ด้วยกันตลอดความยาว เส้นยาวที่ออกมาจากหัวฉีด (Spinnerets) จะมีลักษณะเรียบซึ่งมีลักษณะเรียบคล้ายเส้นใยไหม หากต้องการลักษณะเส้นใยที่หยักก็จะต้องนำไปผ่านกระบวนการทำหยัก (Crimp) ซึ่งเส้นใยที่ได้จะมีลักษณะคล้ายเส้นใยฝ้ายหรือขนสัตว์ ซึ่งส่วนมากเส้นใยที่ทำหยักมักจะนำไปตัดเพื่อทำเป็นเส้นใยสั้น

2.8.4 ขนาดเส้นใย

ขนาดของเส้นใยมีผลต่อสมรรถนะการใช้งานและสมบัติทางผิวสัมผัส (Hand Properties) เส้นใยที่มีขนาดใหญ่จะให้ความรู้สึกที่หยาบและแข็งของเนื้อผ้า แต่ในขณะเดียวกันก็ให้ความแข็งแรงมากกว่าเมื่อเทียบกับเส้นใยชนิดเดียวกันที่มีขนาดเล็กกว่า ผ้าที่ทำจากเส้นใยที่มีขนาดเล็กหรือมีความละเอียดก็จะให้ความนุ่มต่อสัมผัส และจัดเข้ารูป (Drape) ได้ง่ายกว่าเส้นใยธรรมชาตินั้นมักมีขนาดที่ไม่สม่ำเสมอ คุณภาพของเส้นใยธรรมชาติมักจะวัดจากความละเอียดของเส้นใย เส้นใยที่มีความละเอียดมาก (ขนาดเล็ก) จะมีคุณภาพที่ดีกว่าการวัดความละเอียดมักวัดจากเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใย (ภายใต้กล้องจุลทรรศน์) ในหน่วยของไมโครเมตร (1 ไมโครเมตรเท่ากับ 1/1000 มิลลิเมตร) ซึ่งโดยทั่วไปขนาดของเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดมีดังตัวอย่างข้างล่างนี้

1) เส้นใยฝ้าย 16-20 ไมโครเมตร
2) ขนสัตว์ (แกะ) 10-50 ไมโครเมตร
3) ไหม 11-12 ไมโครเมตร
4) เส้นใยลินิน 12-16 ไมโครเมตร

สำหรับเส้นใยประดิษฐ์ที่ผลิตในอุตสาหกรรม ขนาดของเส้นใยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาดของรูในหัวฉีด (Spinneret Holes) การดึงยืดขณะที่ปั่นเส้นใยและหลังการการปั่นเส้นใย รวมไปถึงปริมาณและความเร็วของการอัดน้ำพลาสติกผ่านหัวฉีดในกระบวนการปั่นเส้นใย เส้นใยประดิษฐ์ที่ได้สามารถควบคุมความสม่ำเสมอได้ดีกว่าเส้นใยธรรมชาติ แต่ก็ยังมีส่วนที่ไม่สม่ำเสมอบ้างเนื่องจากความไม่คงที่ (Irregularity) ของกระบวนการผลิต หน่วยที่มักใช้วัดความละเอียดของเส้นใยประดิษฐ์ คือ ดีเนียร์ และ เท็กซ์

ดีเนียร์ (Denier) เป็นหน่วยการวัดขนาดของเส้นใย โดยเป็นน้ำหนักในหน่วยกรัมของเส้นใยที่มีความยาว 9,000 เมตร เส้นใยที่มีค่าดีเนียร์ต่ำจึงมีความละเอียดมากกว่า เส้นใยที่มีค่าดีเนียร์สูงเนื่องจากมีน้ำหนักน้อยกว่าในความยาวที่เท่ากัน

เท็กซ์ (Tex) เป็นหน่วยการวัดขนาดของเส้นใยคล้ายกับดีเนียร์ แต่เป็นน้ำหนักในหน่วยกรัมของเส้นใยที่มีความยาว 1,000 เมตร

ดีเนียร์ต่อฟิลาเมนต์ (Denier Per Filament, DPF) เป็นค่าที่วัดความละเอียดของเส้นใยที่อยู่ในเส้นด้ายซึ่งมีจำนวนเส้นใยตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ดังนั้นค่าดีเนียร์ต่อฟิลาเมนต์จึงเท่ากับดีเนียร์ของฟิลาเมนต์นั้นหารด้วยจำนวนฟิลาเมนต์ (หรือจำนวนเส้นใย) ทั้งหมดโดยทั่วไปเส้นใยที่ใช้สำหรับเสื้อผ้ามีขนาดอยู่ในช่วง 1 ถึง 7 ดีเนียร์ เส้นใยสำหรับทำพรมมีขนาดใหญ่อยู่ในช่วง 15 ถึง 24 ดีเนียร์ เส้นใยขนาดเท่ากันไม่ได้หมายความว่าจะมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานชนิดเดียวกันได้ เส้นใยที่ใช้

สำหรับเสื้อผ้ามักจะนิ่มและละเอียดเกินกว่าที่จะทนต่อแรงกดได้ดีเหมือนเส้นใยที่ใช้ทำพรม ในทางกลับกันเส้นใยที่ใช้ทำพรมก็ให้ความรู้สึกต่อผิวสัมผัสที่ละเอียดน้อยกว่าเส้นใยที่ใช้ทำเสื้อผ้า

2.8.5 รูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใย

รูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใยมีผลต่อความเป็นมันวาว ลักษณะเนื้อผ้า และสมบัติต่อผิวสัมผัส เส้นใยมีรูปร่างหน้าตัดที่หลากหลายกัน เช่นวงกลม สามเหลี่ยม ทรงคล้ายกระดูก (Dog Bone) ทรงรูปถั่ว (Bean-Shaped) เป็นต้น

ความแตกต่างของรูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใยธรรมชาติ เกิดจากลักษณะการสร้างเซลลูโลสในขณะที่พืชเติบโต เช่นในเส้นใยฝ้าย หรือการกระบวนการสร้างโปรตีนในสัตว์ เช่น ขนสัตว์ หรือรูปร่างของช่อง (Orifice) ในตัวไหมที่ทำหน้าที่ฉีดเส้นใยไหมออกมา สำหรับเส้นใยประดิษฐ์รูปร่างของหน้าตัดของเส้นใยขึ้นอยู่กับรูปร่างของรูในหัวฉีด

2.8.6 ลักษณะผิวภายนอกของเส้นใย

ลักษณะผิวของเส้นใยมีทั้งแบบเรียบ เป็นแฉก หรือขรุขระ ซึ่งลักษณะผิวนี้มีผลต่อความเป็นมันวาว สมบัติต่อผิวสัมผัส เนื้อผ้า และการเปื้อนง่ายหรือยาก

ความหยัก (Crimp) ความหยักในเส้นใยช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) ระหว่างเส้นใย ทำให้สามารถคืนตัวจากแรงอัด (Resilience) ได้ดี ทนต่อแรงเสียดสี (Resistance to Abrasion) มีความยืดหยุ่น มีเนื้อเต็ม (Bulk) และให้ความอบอุ่น (Warmth)

2.8.7 องค์ประกอบทางเคมีและการเรียงตัวของโมเลกุล

เส้นใยประกอบด้วยโมเลกุลจำนวนมาก โมเลกุลเหล่านี้มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียกว่าโพลิเมอร์ (Polymer) ที่เกิดจากการเรียงตัวของหน่วยโมเลกุลเล็กๆคือมอนอเมอร์ (Monomer) และเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีด้วยกระบวนการสังเคราะห์ที่เรียกว่า โพลิเมอไรเซชัน (Polymerization) ขนาดของโพลิเมอร์ขึ้นอยู่กับความยาวของโมเลกุลซึ่งบอกได้จากจำนวนของมอนอเมอร์ที่อยู่ในโพลิเมอร์นั้น (Degree of Polymerization) โพลิเมอร์ที่มีเส้นโมเลกุลยาวจะมีน้ำหนักโมเลกุล มากกว่าโพลิเมอร์ที่มีเส้นโมเลกุลสั้นเนื่องจากจำนวนมอนอเมอร์ที่มากกว่านั่นเอง ซึ่งจะมีผลต่อความแข็งแรงของเส้นใยที่โพลิเมอร์นั้นเป็นองค์ประกอบอยู่

โมเลกุลหรือโพลิเมอร์ที่อยู่ในเส้นใยจะมีการเรียงตัวแตกต่างกัน เมื่อแต่ละโมเลกุลมีการเรียงตัวอย่างไร้ทิศทาง (Random) ก็จะทำให้เส้นใยบริเวณนั้นมีความเป็นอสัณฐาน (Amorphous) ส่วนในบริเวณที่โมเลกุลมีการเรียงซ้อนขนานอย่างเป็นระเบียบก็จะมีความเป็นผลึก (Crystalline) เกิดขึ้น เส้นใยที่มีความเป็นผลึกมากก็จะมีความแข็งแรงมากกว่าเส้นใยที่มีความเป็นผลึกน้อย อย่างไรก็ตามปริมาณความเป็นผลึกไม่ใช่ปัจจัยที่กำหนดความแข็งแรงของเส้นใย หากรวมไปถึงทิศทางการ

จัดเรียงตัวของโมเลกุลที่เป็นระเบียบเหล่านี้ด้วย ถ้าโมเลกุลมีการจัดเรียงตัวอยู่ในทิศทางที่ขนานกับแกนตามความยาวของเส้นใย ก็จะช่วยให้เส้นใยมีความแข็งแรงมาก เนื่องจากโมเลกุลเรียงตัวในทิศทางเดียวกับแรงที่กระทำต่อเส้นใย(ตามความยาว) ทำให้สามารถมีส่วนช่วยในการรับแรงเต็มที่ เรียกว่าเส้นใยนั้นมีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่ดี (Oriented Fiber) ในอีกกรณีหนึ่งแม้เส้นใยจะมีบริเวณที่เป็นผลึกมาก แต่มีทิศทางการจัดเรียงตัวที่ไม่ขนานกับแกนตามยาวของเส้นใย โมเลกุลก็ไม่สามารถรับแรงในทิศทางการดึงเส้นใยได้เต็มที่ทำให้มีความแข็งแรงน้อยกว่าในกรณีแรก ดังนั้นในกระบวนการผลิตเส้นใยประดิษฐ์ จึงต้องมีการดึงยืดเส้นใยที่ออกมาจากหัวฉีด เพื่อเพิ่มความเป็นผลึกโดยการจัดเรียงโมเลกุลให้เป็นระเบียบ และทำการจัดเรียงโมเลกุลที่เป็นระเบียบเหล่านี้ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับแกนตามยาวของเส้นใย กระบวนการนี้เรียกว่าการดึงยืด (Stretching หรือ Drawing)

2.8.9 สมบัติของเส้นใยที่มีผลต่อสมบัติผ้า

1) สมบัติรูปลักษณ์ (Aesthetic Properties) รูปลักษณ์ภายนอกของผ้ามักเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ว่ามีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้หรือไม่ สมบัติเหล่านี้ได้แก่ความเป็นมันวาว การทิ้งตัวของผ้า เนื้อผ้า และสัมผัส

- สมบัติความเป็นมันวาว (Luster) สมบัตินี้เกี่ยวข้องกับปริมาณแสงที่ถูกสะท้อนกลับโดยผิวหน้าของผ้า ซึ่งผ้าที่สะท้อนแสงกลับออกมามากก็จะมีความเป็นมันวาวมาก สมบัตินี้ขึ้นอยู่กับลักษณะผิวหน้าของเส้นใย ด้าย สารเติมแต่ง และโครงสร้างผ้า ผ้าไหมเป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีความมันวาวสูงเนื่องจากเส้นใยไหมมีผิวหน้าที่เรียบและเป็นเส้นยาวต่อเนื่อง (Filament) การเลือกระดับของความมันวาวของผ้ามักขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน

- การทิ้งตัวของผ้า (Drape) สมบัติการทิ้งตัวของผ้าเกี่ยวข้องกับลักษณะที่ผ้าตกลงบนรูปร่างที่เป็น 3 มิติ เช่นบนร่างกาย หรือบนโต๊ะ ว่าสามารถโค้งงอตามรูปทรงที่ผ้าวางอยู่ได้มากน้อยเพียงใด ผ้าที่สามารถทิ้งตัวได้ดีก็จะดูอ่อนนุ่ม สามารถจัดเข้ากับรูปทรงได้ง่าย ส่วนผ้าที่ทิ้งตัวได้น้อยมักจะมีความแข็ง สมบัติเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของเส้นใย รวมทั้งลักษณะของเส้นด้ายและโครงสร้าง (การถักทอ) ของผ้าด้วย

- เนื้อผ้า (Texture) เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องทั้งด้านที่มองเห็นด้วยตาและที่สัมผัสด้วยมือ ผ้าอาจจะมีผิวที่ดูเรียบ หรือขรุขระ ผ้าที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติมักจะมีผิวที่ดูไม่สม่ำเสมอเมื่อเทียบกับผ้าที่ทำจากเส้นใยประดิษฐ์ที่มีผิวเรียบ สมบัติของเนื้อผ้าขึ้นอยู่กับความเรียบของผิวหน้าของเส้นใยและเส้นด้าย ลักษณะการถักทอผ้าและการตกแต่งสำเร็จก็มีผลต่อสมบัติเนื้อผ้าเช่นกัน

- สมบัติต่อผิวสัมผัส (Hand) สมบัติต่อผิวสัมผัสเกี่ยวข้องกับความรู้สึกต่อผิวเมื่อสัมผัสกับเนื้อผ้า ผ้าแต่ละชนิดอาจให้ความรู้สึกเย็น อุ่น หนา บาง ลื่น หรือนุ่ม แตกต่างกันไป สมบัตินี้ขึ้นอยู่กับสมบัติผิวหน้าของเส้นใย และเส้นด้าย รวมทั้งโครงสร้าง (การถักทอ) ของผ้าด้วย

2) สมบัติความทนทาน สมบัติความทนทานของผ้ามีผลต่ออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ทำจากผ้านั้นๆ สมบัติความทนทานของผ้าครอบคลุมทั้งสมบัติการทนต่อแรงเสียดสี (Abrasion Resistance) ทนต่อแรงดึง (Tenacity)

- สมบัติการทนต่อแรงเสียดสี เป็นสมบัติที่บอกถึงความสามารถของผ้าที่ทนต่อแรงขัดถู หรือเสียดสี ที่มักเกิดขึ้นตลอดเวลาการใช้งานของสิ่งทอ โดยเฉพาะเสื้อผ้า นอกจากนี้ความสามารถในการพับงอไปมาโดยไม่ขาด (Flexibility) ก็เป็นสมบัติสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสมบัติความทนของผ้า

- สมบัติความทนต่อแรงดึง เป็นความสามารถของผ้าในการทนต่อแรงดึง ซึ่งความแข็งแรงนี้นอกจากจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของเส้นใยแล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของเส้นด้ายและการขึ้นรูปเป็นผ้าอีกด้วย

3) สมบัติความใส่สบาย (Comfort Properties) สมบัติความใส่สบายเกี่ยวข้องกับการที่ผู้สวมใส่รู้สึกเมื่อสวมใส่สิ่งทอภายใต้สภาวะสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมต่างๆ สมบัตินี้มีความซับซ้อนเพราะนอกจากจะขึ้นอยู่กับสมบัติของผ้าที่เกี่ยวข้องจริงต่อความรู้สึกสบายในการสวมใส่แล้ว ยังขั้นอยู่กับอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งสำคัญมากคือความรู้สึกพึงพอใจของผู้สวมใส่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์สิ่งทอนั้นๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความแตกต่างหลากหลายขึ้นอยู่กับรสนิยมส่วนตัว และทัศนคติที่ผู้สวมใส่มีต่อผลิตภัณฑ์ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะปัจจัยกลุ่มแรกที่เกิดจากตัวผลิตภัณฑ์เอง

สมบัติการดูดซับน้ำ (Absorbency) เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับความสามารถของเส้นใยที่จะดูดซับโมเลกุลของน้ำจากร่างกาย (ผิวหนัง) หรือจากอากาศรอบ ๆ จากที่กล่าวมาแล้วนี้ เราจะเห็นได้ว่าสมบัติของผ้าไม่ได้ขึ้นอยู่กับสมบัติของเส้นใยเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นอีกหลายอย่าง เช่น ชนิดและโครงสร้างของเส้นด้าย กระบวนการผลิตผ้า เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อรูปลักษณ์ เนื้อผ้า ราคา สมรรถนะการใช้งาน รวมไปถึงการดูแลรักษา สารเติมแต่งก็มีผลต่อสมบัติด้านสัมผัส (Hand Properties) รูปลักษณ์ และสมรรถนะการใช้งานของผ้าด้วยเช่นกัน

2.8.10 กระบวนการผลิตเส้นใย (Fiber Manufacturing)

ในที่นี้จะกล่าวถึงตัวอย่างกระบวนการผลิตเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์บางประเภท

1) เส้นใยธรรมชาติ

ฝ้าย (Cotton) ดอกฝ้ายที่แก่เต็มที่จะถูกเก็บเกี่ยวแล้วนำมาแยกสิ่งปลอมปนที่ไม่ต้องการ (Trash) ออก แล้วทำการแยกเมล็ดออกจากเส้นใยฝ้ายดังแสดงในรูปข้างล่าง จากนั้นทำการสางใยและหวีเส้นใย (Combing) เพื่อแยกเส้นใยที่สั้นเกินไปออก

ขนสัตว์ (Wool) กระบวนการผลิตเส้นใยขนสัตว์ เริ่มจากการนำขนที่ได้จากการเล็มจากแกะ มาทำการแบ่งเกรดตามคุณภาพของเส้นใย จากนั้นนำขนสัตว์เกรดเดียวกันที่คัดได้มาผสมให้ทั่ว (Uniform) นำไปล้างไขมันและสิ่งสกปรกด้วยสบู่ แล้วทำการสางเส้นใย เส้นใยที่ได้จะถูกนำไปขึ้นรูปเป็นเส้นด้ายต่อไปเรียกว่า Woolen Yarn แต่ถ้าภายหลังการสางเส้นใยยังมีกระบวนการหวี (Combing) เพื่อกำจัดเส้นใยสั้นออก แล้วทำการรีดปุยก่อนนำไปขึ้นรูป เป็นเส้นด้าย เส้นด้ายที่ได้นี้เรียกว่า worst yarn ซึ่งจะมีคุณภาพดีกว่า Woolen Yarn เนื่องจากมีปริมาณเส้นใยสั้นน้อยกว่า

2) เส้นใยประดิษฐ์ (Man-Made Fibers) กระบวนการผลิตเส้นใยประดิษฐ์แบ่งได้เป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ การเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้น และการขึ้นรูปเป็นเส้นใย

- การเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้นในการผลิตเส้นใยจากวัตถุธรรมชาติที่มีโครงสร้างโมเลกุลโพลิเมอร์อยู่แล้ว เช่นเส้นใยเรยอน ขั้นตอนการเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้นจะประกอบด้วยการย่อยวัตถุดิบ เช่นไม้ ให้เป็นชิ้นเล็กๆ โดยใช้แรงกลและสารเคมี แล้วทำให้อยู่ในรูปของสารละลายเข้มข้น (Polymer Viscous) ส่วนในกรณีที่เป็นเส้นใยสังเคราะห์ ขั้นตอนการเตรียมโพลิเมอร์ก็จะเริ่มจากการสังเคราะห์โพลิเมอร์จากโมโนเมอร์ ซึ่งอาจเป็นแบบการรวมตัว (Addition Polymerization) หรือแบบกลั่น (Condensation Polymerization) ขึ้นอยู่กับชนิดของโมโนเมอร์ที่สังเคราะห์

- การขึ้นรูปเป็นเส้นใย (Fiber Spinning) กระบวนการขึ้นรูปเป็นเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของโพลิเมอร์ตั้งต้น กระบวนการขึ้นรูปพื้นฐานมี 3 แบบคือ แบบปั่นแห้ง (Dry Spinning) แบบปั่นเปียก (Wet Spinning) และแบบปั่นหลอม (Melt Spinning)

● การผลิตเส้นใยแบบปั่นแห้ง (Dry Spinning) เริ่มต้นโดยการเตรียมโพลิเมอร์ให้อยู่ในรูปสารละลาย แล้วฉีดผ่านหัวฉีด (Spinnerets) ทำการระเหยตัวทำลายส่วนที่เหลือในเส้นใยที่ฉีดออกมาโดยการใช้ลมร้อน (Hot Air) เป่า จากนั้นทำการดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใย ตัวอย่างเส้นใยที่ขึ้นรูปโดยวิธีนี้ได้แก่ โพลิอะซิเทต โพลีไตรอะซิเทต และโพลีอะไครลิค

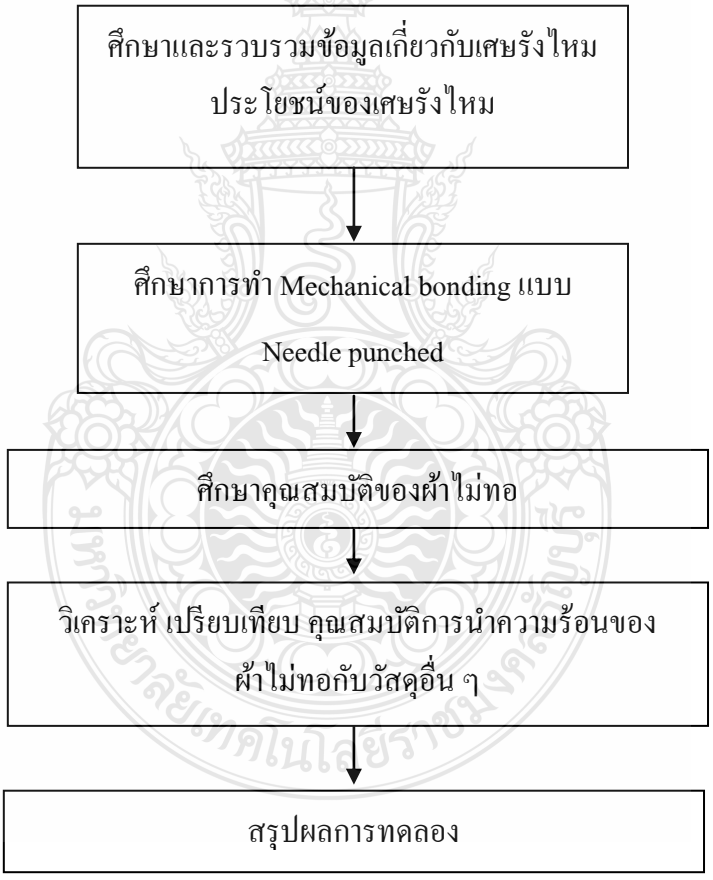
● การผลิตเส้นใยแบบปั่นเปียก (Wet Spinning) เริ่มจากการเตรียมสารละลายโพลิเมอร์แล้วฉีดผ่านหัวฉีด (Spinnerets) ที่จุ่มอยู่ในอ่างของสารละลายตกตะกอน (Coagulation bath) เส้นใยที่ตกตะกอนออกมาจากสารละลาย จะถูกดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง แล้วทำให้แห้งโดยการใช้ลมร้อนเป่า ตัวอย่างเส้นใยที่ผลิตโดยวิธีนี้คือ เรยอน

● การผลิตเส้นใยแบบปั่นหลอม (Melt Spinning) เริ่มจากการหลอมโพลิเมอร์ในเครื่องปั่นหลอม (Melt Extruder) แล้วทำการฉีดผ่านหัวฉีด (Spinnerets) เส้นใยที่ได้ที่เริ่มแข็งตัวจะถูกดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เส้นใยสังเคราะห์ส่วนใหญ่ผลิตโดยวิธีนี้ เช่น ไนลอน โพลีเอสเทอร์ โพลิเอทิลีน เป็นต้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเศษรังไหม โดยศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีคือสารประกอบของไหม ทางฟิสิกส์ความหนา ศึกษาวิธีการขึ้นรูปแบบ Mechanical ศึกษาเพื่อหาวิธียึดติดแบบประสาน จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบ ความแข็งแรง การยืดหยุ่น ฉนวนความร้อน ความหนา น้ำหนักและสรุปขั้นตอนการทดลองดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลอง

ภาพที่ 3.2 เศษรังไหม

นำเศษรังไหมที่รวบรวมทั้งหมดเตรียมการต้ม

ภาพที่ 3.3 ต้มให้เศษรังไหมกระจายตัว

เพื่อให้รังไหมกระจายตัว จะต้องนำเศษรังไหมมาต้มในน้ำเดือดที่ผสมกับสบู่เหลว ประมาณ 40 นาที เมื่อผ่านการต้มตามเวลาที่กำหนดจะได้ เศษรังไหมที่กระจายตัวออกจากกัน จากนั้นให้นำไปตากให้เย็นลง ก่อนที่จะนำเศษรังไหมเข้าเครื่องตีกระจาย

ภาพที่ 3.4 นำเศษรังไหมเข้าเครื่องตีกระจายตัว

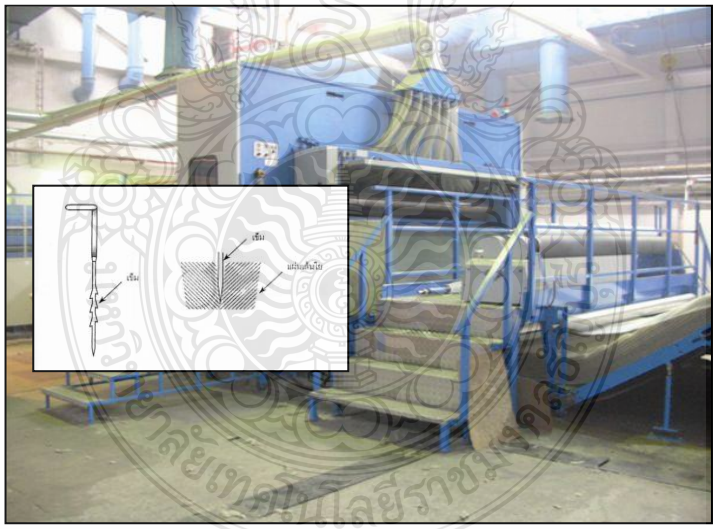
นำเศษรังไหมที่ตากจนเย็นแล้วเข้าเครื่องตีกระจาย โดยป้อนเศษเส้นใยไหมเข้าเครื่องตีกระจาย เครื่องจะทำหน้าที่ในการกระจายเศษเส้นใยไหมออกจากกัน

ภาพที่ 3.5 คัดแยกเศษเมล็ดออกจากเศษเส้นใยไหม

หลังจากนั้นให้นำเศษเส้นใยไหมที่ได้มาคัดแยกเศษเมล็ดและสิ่งแปลกปลอมที่ยังหลงเหลือปะปนกับเศษเส้นใยไหม ก่อนที่จะผ่านกระบวนการ Needle Punching เพื่อป้องกันการชำรุดของเข็มที่อยู่ในเครื่อง

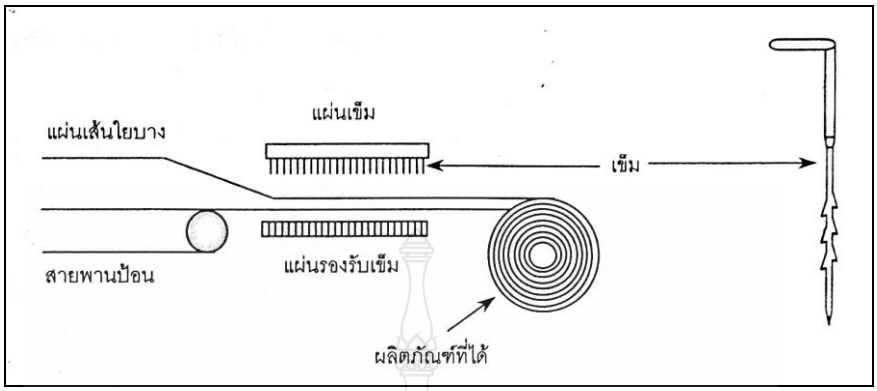
ภาพที่ 3.6 ตัดให้เส้นใยสั้นประมาณ 1 นิ้ว

เมื่อทำการคัดแยกเศษเมล็ดออกจากเศษเส้นใยไหมเรียบร้อยแล้ว นำเศษเส้นใยไหมที่ได้มาลดขนาด โดยการตัดให้สั้นประมาณ 1 นิ้ว ก่อนที่จะนำเข้าเครื่อง Needle Punching เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องและการกระจายตัวที่ดี



ภาพที่ 3.7 ยึดติดเชิงกลโดยเครื่อง Needle Punching

นำเศษเส้นใยไหมที่ผ่านการตัดเพื่อลดขนาดเข้าเครื่อง Needle Punching



ภาพที่ 3.8 Mechanical Bonding

ความเร็วในการป้อนเส้นใย 1.5 เมตรต่อนาที จำนวนเข็ม 100 เล่มต่อตารางเซนติเมตร ขนาดความกว้างของเครื่อง 1.5 เมตร ความยาวของแผ่นเข็มที่สัมผัสกับเส้นใย 30 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.9 ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษรังไหม 100%

หลังจากนำเศษเส้นใยไหมผ่านกระบวนการ Needle Punching จะได้ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษรังไหม 100 % เศษรังไหมจำนวน 15 กิโลกรัม ผ่านกระบวนการต่างๆ จะได้ผ้านอน น้ำหนัก 10 กิโลกรัม ดังภาพที่ 3.8

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 เศษรังไหม

3.2.2 หม้อต้ม

3.2.3 เตาแก๊ส

3.2.4 ที่ตักรังไหม

3.2.5 กะละมัง

3.2.6 กรรไกร

3.2.7 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.2.8 เครื่องอบ

3.2.9 เครื่องตีเส้นใย

3.2.10 เครื่อง Needle Punching

3.2.11 เครื่องทดสอบแรงดันทะลุ

3.2.12 เครื่องทอสอบแรงดึง

3.2.13 เครื่องทดสอบความหนาบาง

3.2.14 เครื่องทดสอบการขัดถู

3.3 สถานที่ทำการศึกษา

3.3.1 บริษัท ไทยนอนวูฟเว่น จำกัด

3.3.2 นิคมสร้างตนเองเลี้ยงไหม จังหวัดสุรินทร์ในพระบรมราชานุเคราะห์

3.3.3 THTI Thailand Textile Institute

3.4 วิธีดำเนินการ

3.4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเศษรังไหม ประโยชน์ของรังไหม

3.4.2 ศึกษาการทำ Mechanical Bonding แบบ Needle Punching

3.4.3 ศึกษาคุณสมบัติของผ้าไม่ทอ

3.4.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติการนำความร้อนของผ้าไม่ทอกับวัสดุอื่นๆ

3.4.5 สรุปผลการทดลอง

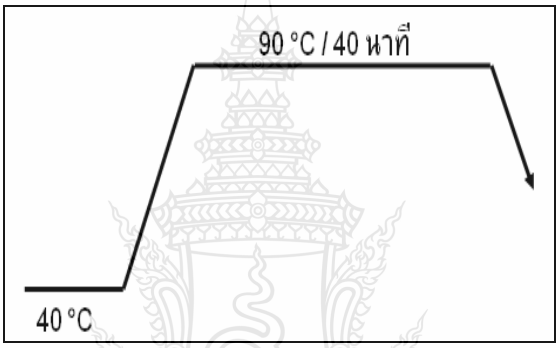
3.5 การเตรียมแผ่นเส้นใย

3.5.1 นำรังไหมมาต้มด้วยน้ำสบู่ด้วยอัตราส่วน

สูตร รังไหม ต่อ จำนวนสาร

น้ำที่ใช้ 5 ลิตร : 50 กรัม

การลอกกาวไหมโดยการนำรังไหมมาต้มด้วยน้ำ ผสมสบู่เหลวในอัตราส่วนน้ำ 15 ลิตร รังไหมหนัก 250 กรัม สบู่เหลว หนัก 50 กรัม ต่อครั้งต่อหม้อ หลังจากน้ำเดือดใส่สบู่เหลวลงไปแล้วใสรังไหมตามลงไปทำการต้มรังไหม 40 นาทีและนำรังไหมมาล้างด้วยน้ำเพื่อให้สบู่ออกจากเส้นใย แล้วนำไปตากให้แห้ง หลังจากนั้นนำเศษรังไหมที่ได้เข้าเครื่องตีกระจาย



ภาพที่ 3.10 ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ต้มเศษรังไหม

นำเศษเส้นใยไหมที่ได้มาคัดแยกเศษเมล็ดและสิ่งแปลกปลอมที่ยังหลงเหลือปะปนกับเศษเส้นใยไหม เมื่อทำการคัดแยกเศษเมล็ดและสิ่งแปลกปลอกออกจากเศษเส้นใยไหมเรียบร้อยแล้ว นำเศษเส้นใยไหมที่ได้มาลดขนาด โดยการตัดให้สั้นประมาณ 1 นิ้ว

3.5.2 จากนั้นนำเส้นใยเข้าเครื่อง Carding เพื่อนำสิ่งสกปรกที่ตกค้างออกจากเส้นใยไหม แล้วนำเศษรังไหมที่ได้ยึดติดกันเชิงกลด้วยเครื่อง Needle Punching 1ชุด จะได้ผ้านอนวูฟเวน

3.5.3 ได้ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษรังไหม 100 % ดังรูป

ภาพที่ 3.11 ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษรังไหม

3.6 เครื่องที่ใช้ในทำการทดสอบ

3.6.1 การทดสอบน้ำหนักของแผ่นเส้นใยต่อหน่วยพื้นที่ โดย

1) ตัดชิ้นงานตามรูปขนาด 10 เซนติเมตร x 10 เซนติเมตร โดยใช้ FM - PQ - 004 เบอร์ 11 จำนวน 5 ชิ้น

2) นำชิ้นงานทดสอบจำนวน 5 ชิ้นทดสอบด้วยเครื่อง Electronic Balances

3) เปิดปุ่ม ON ทางด้านซ้ายมือตรวจสอบลูกน้ำด้านหลังของเครื่องชั่งให้ลูกน้ำอยู่ในวงกลม

4) SET ปุ่ม Mode off เลือกหน่วยเป็นกรัม

5) เริ่มต้นชั่งชิ้นงานใหม่ SET เครื่องปุ่ม ON ทางด้านขวามืออีกครั้ง

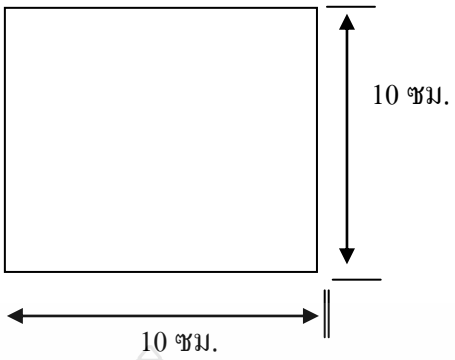
6) นำชิ้นงานมาเริ่มชั่งบนเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง รอจนกว่าเครื่องหยุดวิ่งจึงบันทึกค่าที่ทดสอบทั้งหมด 5- 10 ค่า

7) บันทึกค่าเป็น กรัม / ตารางเมตร หาโดยวิธีบันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้

8) บันทึกค่าเป็น กรัม / ตารางหลา หาโดยวิธี

9) กรัม / ตารางหลา = น้ำหนักที่ชั่งได้ x 0.8361

10) หลังจากทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกค่าที่ได้



ภาพที่ 3.12 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ

ภาพที่ 3.13 เครื่อง Electronic Balances

<u>ข้อควรระวัง</u>

- ให้ตัวเลขหยุดวิ่งก่อนทุกครั้ง ก่อนที่จะอ่านค่าที่ได้
- ตาชั่งไม่เซ็ตที่จุด ZERO

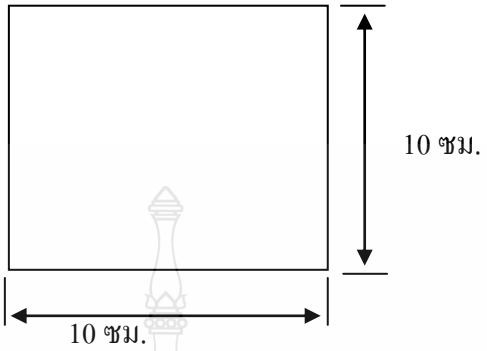
3.6.2 การทดสอบความหนาบางของแผ่นเส้นใย โดย

1) ตัดชิ้นงานตามรูปขนาด 10 เซนติเมตร x 10 เซนติเมตร โดยใช้ FM – PQ - 004 เบอร์ 11 จำนวน 10 ชิ้น

2) นำชิ้นงานทดสอบจำนวน 10 ชิ้นทดสอบด้วยเครื่อง Thickness Gauge

3) นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบชั่งน้ำหนักแล้วมาทดสอบความหนาโดยใช้ชิ้นงานชิ้นเดียวกับที่ใช้ทดสอบน้ำหนักที่เครื่องมือวัดค่าความละเอียดเท่ากับ 0.01 มิลลิเมตร วงกลมเล็กบอกค่าจำนวนเต็มวัดจำนวน 4 ครั้งแล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

4) บันทึกค่าเป็นมิลลิเมตรทศนิยม 2 ตำแหน่ง หลังจากทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกค่าที่ได้ลง



ภาพที่ 3.14 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ

ภาพที่ 3.15 เครื่อง Thickness Gaug

ข้อควรระวัง

- ห้ามทำชิ้นงานตก
- เซ็ทค่าที่ศูนย์ก่อนใช้งาน

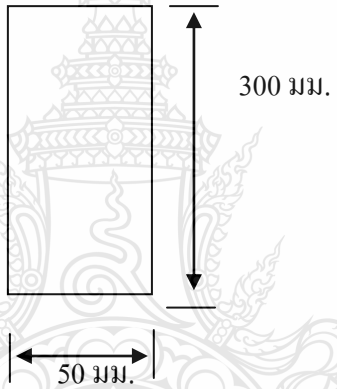
3.6.3 การทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของแผ่นเส้นใย โดย

1) ตัดชิ้นงานตามรูปขนาด กว้าง 50 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตรโดยใช้ FM -PQ - 004 เบอร์ 10 จำนวน 5 ชิ้น ด้าน MD 5 ชิ้น CD 8 ชิ้น

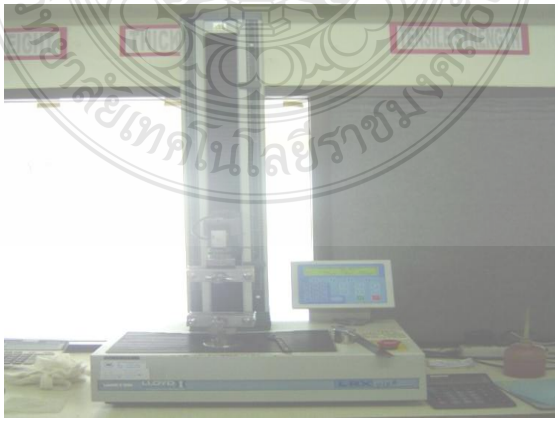
2) นำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบที่เครื่อง Tensile Strength โดยใส่ชิ้นงานทดสอบที่ปากจับของเครื่องทดสอบ ระยะห่างของตัวจับอยู่ที่ 15 เซนติเมตร

3) เมื่อทำการใส่ชิ้นงานแล้วตั้งค่า Test Speed mm./min เป็น 300 ตั้งค่า MAX Elongation เป็น 150 มิลลิเมตร และกดปุ่ม ZERO และกด ปุ่ม TEST พร้อมกับกดปุ่ม CROSSHEAD CONTROL ที่ลูกศรขึ้น หลังจากนั้น ดึงให้ผ้าฉีกขาด อ่านค่าที่ได้จากค่า PEAK เป็น KG. หลังจากทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกผลลง

4) เป็นการทดสอบคุณสมบัติความแข็งแรงของผ้าไม่ทอจากเศษใยไหมตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 5035:2006 ทดสอบโดยเครื่อง TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566) อุณหภูมิ 21 องซาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดสอบทั้งหมด 8 ครั้งในระดับคงที่ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยค่าความต้านแรงฉีกขาด เท่ากับ 55.70 ตามแนวเส้นด้านยืน เท่ากับ 62.48 ตามแนวเส้นด้ายพุ่ง



ภาพที่ 3.16 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ (Cut Strip Test)



ภาพที่ 3.17 เครื่อง Tensile strength

ข้อควรระวัง

- อย่าให้ปากจับเครื่อง TEST ชนกัน

3.6.4 การทดสอบความคงทนต่อแรงฉีกขาดของแผ่นเส้นใย โดย

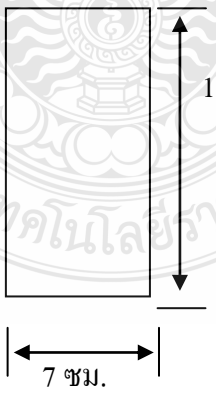
1) ตัดชิ้นงานตามรูปขนาด 7 เซนติเมตรx 15 เซนติเมตร โดยใช้ FM – PQ - 004 เบอร์ 6 จำนวน 5 ชิ้น (ด้าน MD 5 ชิ้น ด้าน CD 5)

2) นำชิ้นงานตามภาพที่ด้าน 7 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน เท่าๆ กัน คือ 3.5 เซนติเมตร

3) นำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบที่เครื่อง Tensile strength โดยใส่ชิ้นงานทดสอบที่ปากจับของเครื่องทดสอบ ระยะห่างของตัวจับอยู่ที่ 10 เซนติเมตร เมื่อทำการใส่ชิ้นงานแล้วตั้งค่า

4) Test Speed mm./min เป็น 300 ตั้งค่า MAX Elongation เป็น 150 มิลลิเมตร และกดปุ่ม ZERO และกด ปุ่ม TEST พร้อมกับกดปุ่ม CROSSHEAD CONTROL ที่ลูกศรขึ้น หลังจากนั้น ดึงให้ผ้าฉีกขาด อ่านค่าที่ได้จากค่า PEAK เป็น KG. หลังจากทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกค่าที่ได้ลง

เป็นการทดสอบคุณสมบัติความต้านแรงฉีกขาดของผ้าไม่ทอจากเศษใยไหมตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 2261:2007 ทดสอบโดยเครื่อง TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566) ที่สภาวะของการทดสอบ CONDITION 1 STANDARD TESTING CONDITION (อุณหภูมิ 21 องซาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์) ทำการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้งในระดับคงที่ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยค่าความต้านแรงฉีกขาด เท่ากับ 24.68 ตามแนวเส้นด้านยืน เท่ากับ 23.95 ตามแนวเส้นด้ายพุ่ง



ภาพที่ 3.18 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ

ภาพที่ 3.19 เครื่อง Tensile strength

ข้อควรระวัง

- อย่าให้ปากจับเครื่อง TEST ชนกัน

3.6.5 การทดสอบแรงต้านต่อแรงดันทะลุของแผ่นเส้นใย

1) ตัดชิ้นงานตามรูปขนาด 10 เซนติเมตร x 10 เซนติเมตร โดยใช้ FM – PQ - 004 เบอร์ 11 จำนวน 10 ชิ้น

2) นำชิ้นงานทดสอบจำนวน 5 ชิ้น ทดสอบที่เครื่อง Bursting

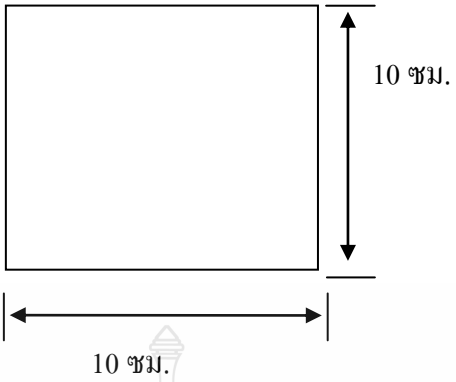
3) นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบชั่งน้ำหนักและทดสอบความหนาแล้วมาทำการทดสอบ Bursting โดยชิ้นงานชิ้นเดียวกันที่ใช้ทดสอบน้ำหนักและความหนา (หมุนเข็มที่หน้าปัดเครื่องไปที่เลข 0)

4) นำชิ้นงานที่ได้มาทำการทดสอบแรงระเบิดโดยการนำชิ้นงานวางลงบนเครื่องทดสอบ (หมุนพวงมาลัยเครื่องกดทับชิ้นงานที่วางไว้เป็นช่องว่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร)

5) เปิดเครื่องใส่เกียร์โดยมีแรงดันไฮโดรลิกดันลูกยางจนผ้าแยกออกจากกัน แล้วดึงเกียร์กลับทำการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง

6) หลังจากทำการทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกผลลง

ค่าแรงต้านต่อแรงดันทะลุอยู่ในระดับคงที่ซึ่งจากการทดสอบโดยเครื่องทดสอบ HYDRAULIC-BURSTING STRENGTH TESTER ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 3776:1996 OPTION C ทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยการซึมผ่านของอากาศ เท่ากับ 774.3 กิโลพาสคาล



ภาพที่ 3.20 ลักษณะชิ้นงานที่ตัดทดสอบ

ภาพที่ 3.21 เครื่อง Bursting

<u>ข้อควรระวัง</u>

- ระวังลูกยางแตก

3.6.6 การทดสอบการซึมผ่านของอากาศ

เป็นการทดสอบคุณสมบัติการซึมผ่านอากาศของผ้าไม่ทอจากเศษใยไหมตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 737:2004

1) นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบชั่งน้ำหนักและทดสอบความหนาแล้วมาทำการทดสอบการซึมผ่านอากาศโดยชิ้นงานชิ้นเดียวกันที่ใช้ทดสอบน้ำหนักและความหนา

2) นำชิ้นงานที่ได้มาทำการทดสอบการซึมผ่านของอากาศโดยการนำชิ้นงานวางลงบนเครื่องทดสอบ

3) เปิดเครื่องและทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง

4) หลังจากทำการทดสอบเสร็จแล้วทำการบันทึกผล

การศึกษาการซึมผ่านของอากาศจะได้ว่าค่าการนำความร้อนของแผ่นตัวอย่างมีแนวอยู่ในระดับคงที่ซึ่งจากการทดสอบโดยเครื่องทดสอบ M021 AIR PERMEABILITY TESTER (ที่ความแตกต่างของแรงดันระหว่างผิวหน้าผ้าทั้ง 2 ด้าน เท่ากับ 12.7 มิลลิเมตรน้ำ) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 737:2004 ทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยการซึมผ่านของอากาศ เท่ากับ 42.26 ลูกบาศก์เซนติเมตร/วินาที/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าที่สูงเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นแผ่นทดสอบมีการถ่ายเทอากาศที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้แผ่นทดสอบไม่อับชื้น

ภาพที่ 3.22 เครื่องทดสอบ M021A Air Permeability Tester

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดลองของการทำผ้าไม่ทอจากใยไหม

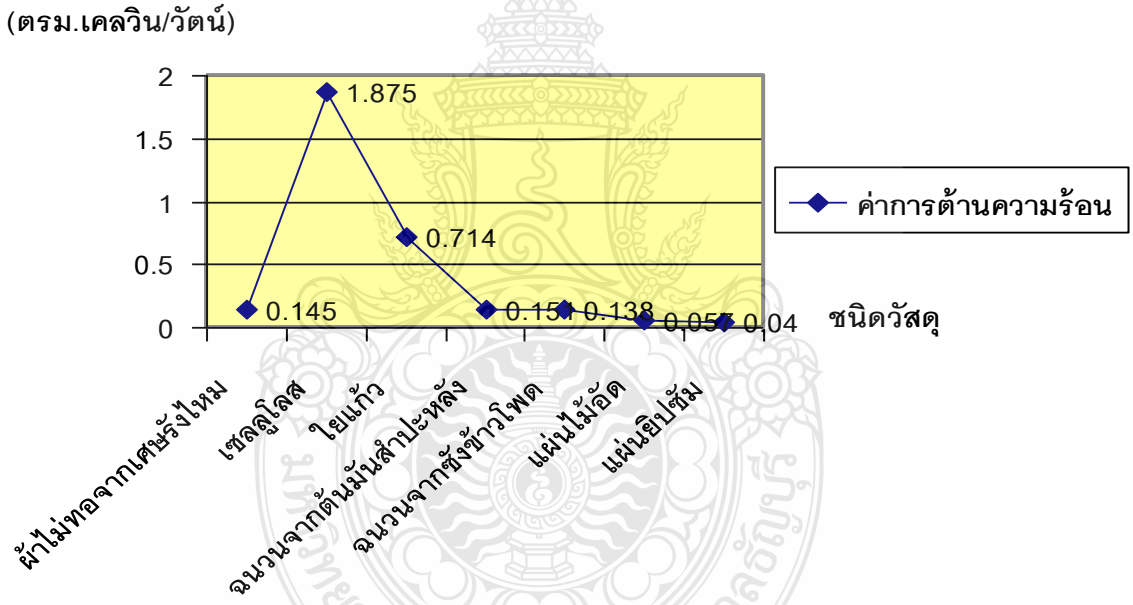
อัตราส่วนผ้านอนวูฟเวน	ความหนา (มม.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ลักษณะของผืนผ้า
ไหม 100 %	4.40	84.43	ผ้าที่ได้มีความสม่ำเสมอดี

ภาพที่ 4.1 ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษรังไหม 100 %

จากตารางแสดงผลว่าในผ้านอนวูฟเวนที่มีเส้นไหมเป็นผ้าที่อ่อนนุ่มมากและมีการพองฟูและกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอซึ่ง ฉนวนความร้อน (Thermal Insulation) เป็นวัสดุที่ใช้เพื่อการประหยัดพลังงานที่สำคัญ เนื่องจากในปัจจุบันเกือบทุกอาคารจะมีการติดตั้งฉนวนความร้อน เพื่อป้องกันและลดความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกเข้าสู่ภายใน การพัฒนาฉนวนความร้อนจากเศษรังไหมมีความเป็นไปได้สูง ทั้งนี้เกิดจากคุณสมบัติความเป็นฉนวนความร้อนของเส้นใยไหม ซึ่งเป็นผลมาจากโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยที่สามารถเป็นฉนวน เก็บและส่งผ่านความร้อนได้ดีเพื่อชี้ให้เห็นถึงความเป็นฉนวนความร้อนที่ดี ของแผ่นฉนวนความร้อนจากผ้าไม่ทอเส้นใยไหม ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของแผ่นฉนวนความร้อนจากผ้าไม่ทอเส้นใยไหมและวัสดุที่นิยมใช้เป็นฉนวนความร้อนตามอาคารทั่วไปและฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ ภาพที่ 4.2 แสดงค่าการต้านทานความร้อน (วัตต์/เมตร เคลวิน)

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติความเป็นฉนวนของฉนวนจากเศษรังไหม เมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ

ชนิดวัสดุ	ความหนา (มม.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ค่าการนำความร้อน (w^2/m^2k)	ค่าการต้านทานความร้อน (m^2k/w)
1.ผ้า non woven ที่ผลิตจากเศษรังไหม	4.40	84.82	6.90	0.145
2.เซลลูโลส	75.00	45-80	0.029-0.045	1.875
3.ใยแก้ว	25.00	16	0.035	0.714
4.ฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง	9.03	200	0.059	0.151
5.ฉนวนจากซังข้าวโพด	8.72	200	0.063	0.138
6.แผ่นไม้อัด	8.00	528	0.138	0.057
7.แผ่นยิปซัม	12.00	800	0.190	0.040

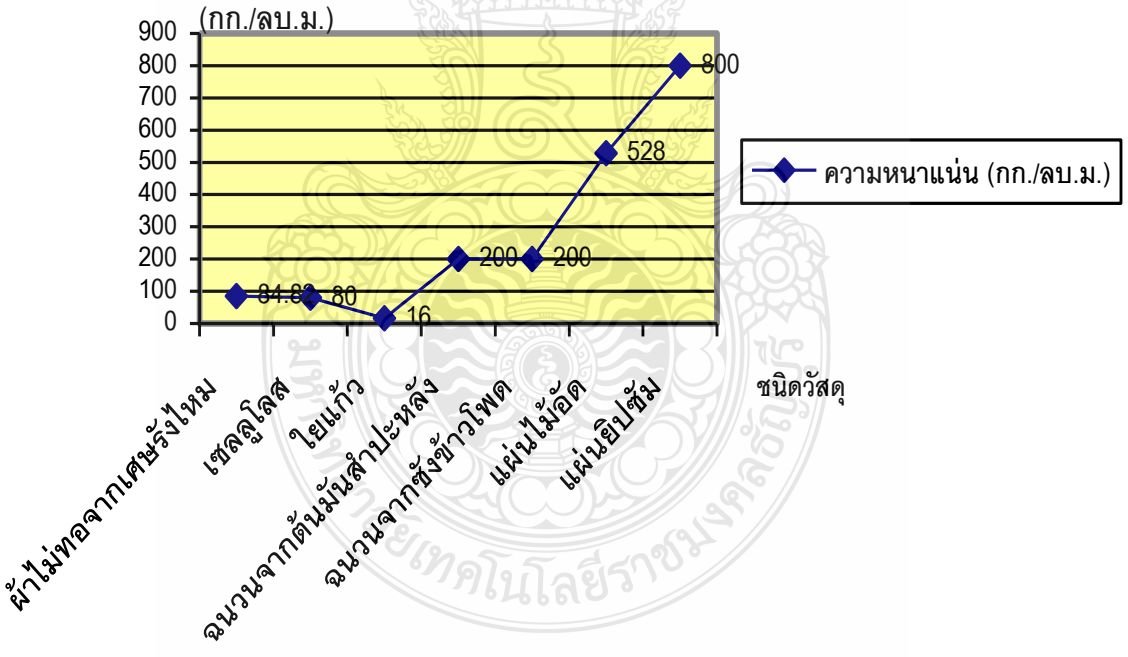


ภาพที่ 4.2 ค่าการต้านทานความร้อน (m^2k/w)

จากผลการเปรียบเทียบกับค่าการต้านทานความร้อนของผ้า Non Woven ที่ผลิตจากเศษรังไหมเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ ที่ความหนาของวัสดุที่ทำการทดลองซึ่งหนาน้อยกว่าถึง 2 เท่าเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ ทุกประเภทนั้น พบว่า ความหนาแน่นของฉนวนจะมีค่าปานกลางซึ่งจะมากกว่าวัสดุที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเซลลูโลสและเส้นใยแก้ว ส่วนค่าการนำความร้อนจะมีค่าที่สูงกว่าวัสดุอื่น ๆ ทุกประเภท และค่าการต้านความร้อนจะอยู่ในระดับที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติซึ่งจะ

พบว่าผ้า Non Woven ที่ผลิตจากเศษรังไหมมีค่าต้านความร้อนที่มากกว่าฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง ฉนวนจากซังข้าวโพด แผ่นไม้อัดและแผ่นยิปซัม ในการศึกษาสมบัติการนำความร้อนของแผ่นฉนวนความร้อนจากเศษรังไหม ผู้วิจัยได้ทำการขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฉนวนความร้อนตามกระบวนการที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาทดสอบค่าการนำความร้อนโดยวิธีมาตรฐาน THERMAL TRANSMITTANCE OF MATERIAL: ทดสอบมาตรฐาน ASTM D1518:1985 (2003)

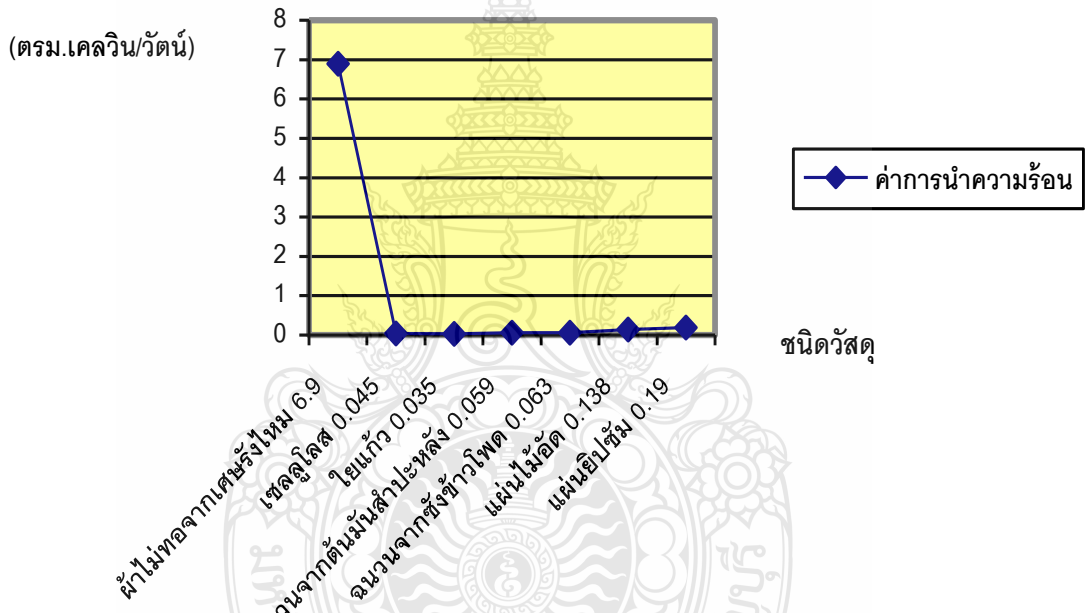
โดยภาพรวมค่าการนำความร้อนของแผ่นฉนวนความร้อนจากผ้า Non Woven ที่ผลิตจากเศษรังไหมมีค่าที่สูง จากผลของค่าการนำความร้อน ดังนั้นมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำเอาผ้า Non Woven ที่ผลิตจากเศษรังไหม มาผลิตแผ่นฉนวนที่มีคุณสมบัติในการควบคุมความร้อนได้ดี ความร้อนไม่กระจายออกสู่ภายนอก มีการส่งถ่ายความร้อนที่ดีและสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามเมื่อผลิตเป็นแผ่นฉนวนความร้อนแล้วนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาความคงทนต่อสมบัติเชิงกล ด้านความแข็งแรงและการคงรูปของแผ่นฉนวนความร้อนสำหรับการนำไปใช้งานจริง สมบัติทางกายภาพอันเนื่องมาจากสภาวะอากาศร้อนชื้น จะส่งผลต่อการพองตัวของแผ่นฉนวนความร้อน



ภาพที่ 4.3 ค่าความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)

4.2 ผลการทดสอบความหนาแน่น

จากผลการนำตัวอย่างที่ได้มาทดสอบค่าการนำความร้อนโดยวิธีมาตรฐาน THERMAL TRANSMITTANCE OF MATERIAL: ทดสอบมาตรฐาน ASTM D1518:1985 (2003) เปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นของผ้า Non Woven ที่ผลิตจากเศษรังไหมเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ ที่ความหนาของวัสดุที่ทำการทดลองซึ่งหนาน้อยกว่าถึง 2 เท่าเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ ทุกประเภทนั้น พบว่า ความหนาแน่นของฉนวนจะมีค่าปานกลางซึ่งจะมากกว่าวัสดุที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเซลลูโลสและเส้นใยแก้ว แต่จะมีค่าความหนาแน่นต่ำกว่าฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง ฉนวนจากซังข้าวโพด แผ่นไม้อัด และแผ่นยิปซัม



ภาพที่ 4.4 ค่าการนำความร้อน (วัตต์/เมตร เคลวิน)

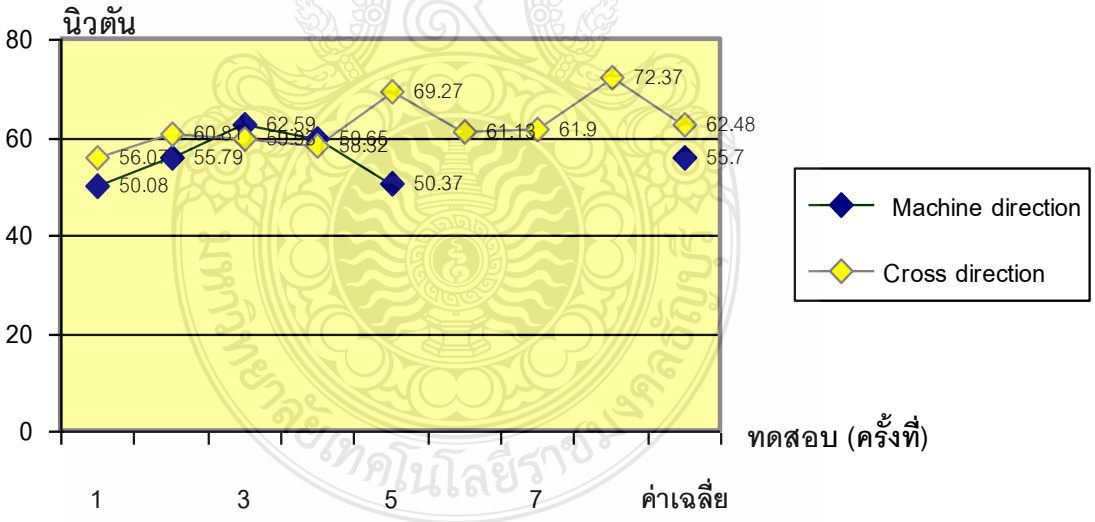
4.3 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน

จากผลการศึกษาสมบัติการนำความร้อนของแผ่นฉนวนความร้อนจากเศษรังไหม ผู้วิจัยได้ทำการขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นฉนวนความร้อนตามกระบวนการการทดสอบค่าการนำความร้อนโดยวิธีมาตรฐาน THERMAL TRANSMITTANCE OF MATERIAL: ทดสอบมาตรฐาน ASTM D1518:1985 (2003) โดยเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของผ้า Non Woven ที่ผลิตจากเศษรังไหมกับวัสดุอื่น ๆ ที่ผลิตจากเศษวัสดุธรรมชาติ และนิยมนำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อนภายในอาคาร พบว่าความหนาของแผ่นทดลองมีความหนาน้อยกว่าวัสดุอื่น ๆ ถึง 2 เท่าและผลการทดสอบดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าค่าการนำความร้อนจะมีค่าที่สูงกว่าวัสดุอื่น ๆ

4.4 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของผืนผ้า

ผู้วิจัยทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการขึ้นรูปแผ่นฉนวนความร้อนจากเศษรังไหม โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของความแข็งแรง ความต้านทานแรงฉีกขาด การซึมผ่านของอากาศ และความต้านแรงดันทะลุของแผ่นฉนวนที่ผลิต ซึ่งผลการศึกษาจะได้รายงานในลำดับต่อไป

4.4.1 ผลการทดสอบความแข็งแรง



ภาพที่ 4.5 ผลค่าของการทดสอบความแข็งแรง

	Maximum Load (N)	Strain at Maximum Load (%)	Load at Break (N)	Strain at Break (%)
1	50.08	74.67	1.06	134.67
2	55.79	74.67	11.73	106.00
3	62.59	72.00	10.65	105.33
4	59.65	78.67	20.90	108.67
5	50.37	83.33	11.16	120.00
Mean	55.70	76.67	11.10	114.93
Standard Deviation	5.54940	4.42211	7.02691	12.51315
Maximum	62.59	83.33	20.90	134.67
Minimum	50.08	72.00	1.06	105.33
Coefficient of Variation	9.96367	5.76797	63.29624	10.88731
Mean + 2 SD	66.80	85.51	25.16	139.96
Mean - 2 SD	44.60	67.82	-2.95	89.91

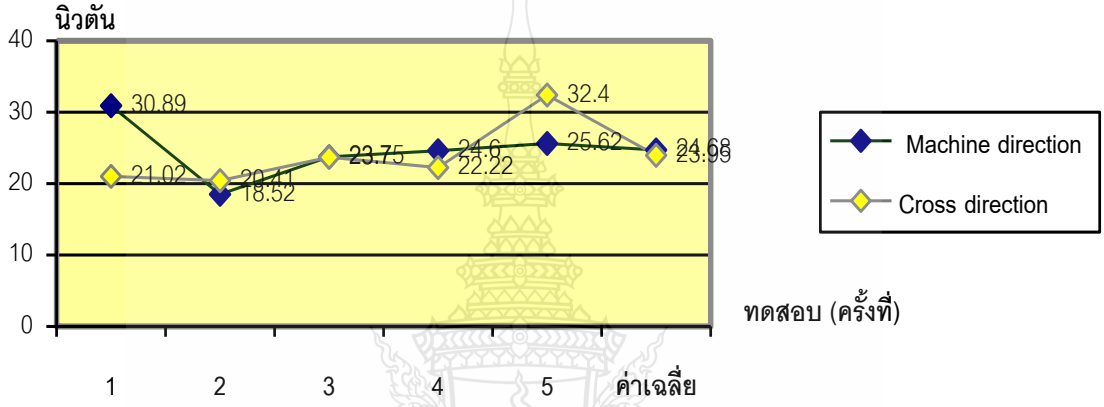
ข้อมูลภาพที่ 4.5 Machine direction

	Maximum Load (N)	Strain at Maximum Load (%)	Load at Break (N)	Strain at Break (%)
1	56.07	76.00	11.29	106.67
2	60.81	85.33	17.81	131.33
3	59.93	85.33	7.52	126.00
4	58.32	83.33	0.26	162.00
5	69.27	88.67	8.82	130.67
6	61.13	85.33	23.11	135.33
7	61.90	85.33	1.50	136.00
8	72.37	80.67	22.24	132.67
Mean	62.48	83.75	11.57	132.58
Standard Deviation	5.52803	3.85340	8.77646	15.14137
Maximum	72.37	88.67	23.11	162.00
Minimum	56.07	76.00	0.26	106.67
Coefficient of Variation	8.84832	4.60107	75.85570	11.42027
Mean + 2 SD	73.53	91.46	29.12	162.87
Mean - 2 SD	51.42	76.04	-5.98	102.30

ข้อมูลภาพที่ 4.5 Cross direction

จากกราฟแสดงถึงผลการทดสอบคุณสมบัติความแข็งแรงของผ้าไม่ทอจากเศษใยไหมตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 5035:2006 ทดสอบโดยเครื่อง TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566) อุณหภูมิ 21 องซาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดสอบทั้งหมด 8 ครั้งในระดับคงที่ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยค่าความต้านแรงฉีกขาด เท่ากับ 55.70 ตามแนวเส้นด้านยืน เท่ากับ 62.48 ตามแนวเส้นด้ายพุ่ง

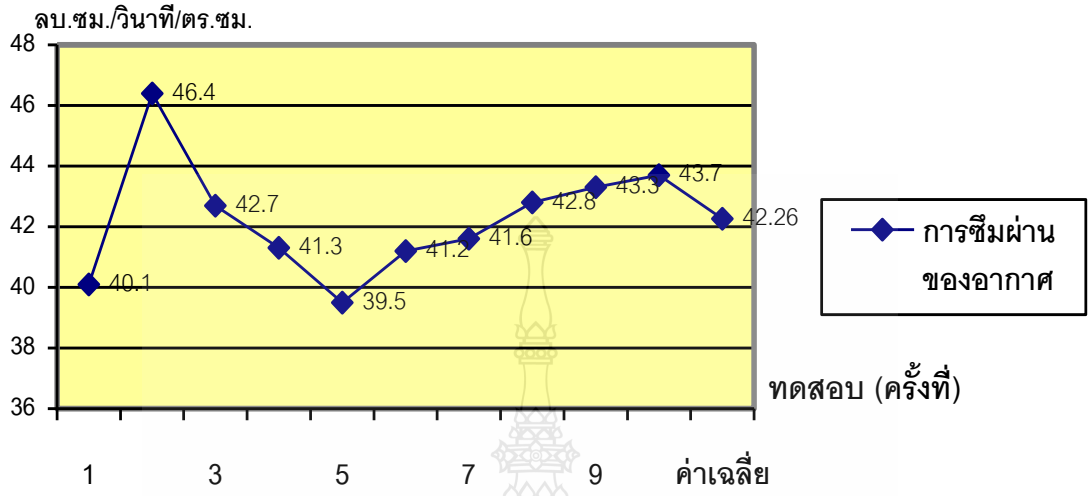
4.4.2 ผลการทดสอบความต้านแรงฉีกขาด



ภาพที่ 4.6 ผลค่าของการทดสอบความต้านแรงฉีกขาด

จากกราฟแสดงถึงผลการทดสอบคุณสมบัติความต้านแรงฉีกขาดของผ้าไม่ทอจากเศษใยไหมตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 2261:2007 ทดสอบโดยเครื่อง TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566) ที่สภาวะของการทดสอบ CONDITION 1 STANDARD TESTING CONDITION (อุณหภูมิ 21 องซาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์) ทำการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้งในระดับคงที่ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยค่าความต้านแรงฉีกขาด เท่ากับ 24.68 ตามแนวเส้นด้านยืน เท่ากับ 23.95 ตามแนวเส้นด้ายพุ่ง

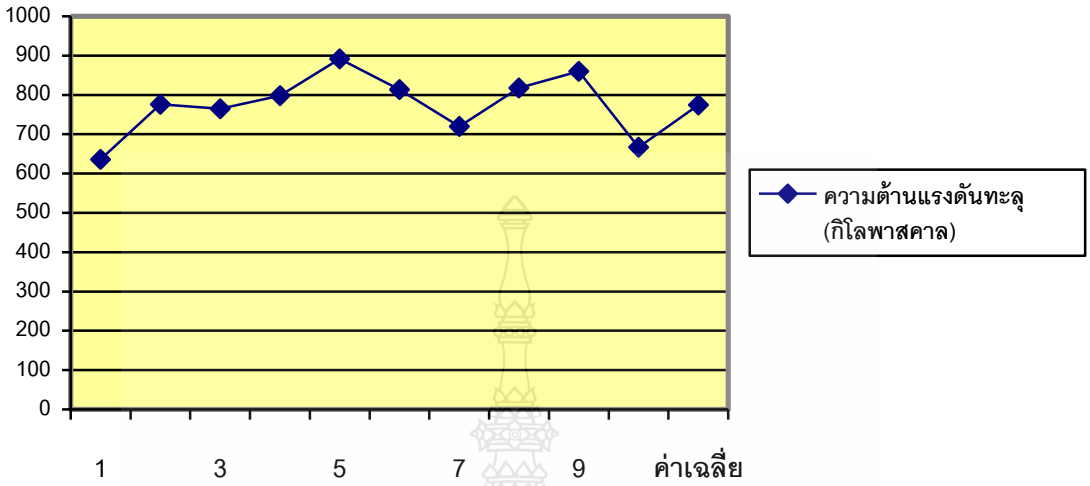
4.4.3 ผลการทดสอบการซึมผ่านของอากาศ



ภาพที่ 4.7 ผลค่าของการซึมผ่านของอากาศ

ผลการศึกษาการซึมผ่านของอากาศในภาพที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าค่าการนำความร้อนของแผ่นตัวอย่างมีแนวอยู่ในระดับคงที่ซึ่งจากการทดสอบโดยเครื่องทดสอบ M021 AIR PERMEABILITY TESTER (ที่ความแตกต่างของแรงดันระหว่างผิวหน้าผ้าทั้ง 2 ด้าน เท่ากับ 12.7 มิลลิเมตรน้ำ) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 737:2004 ทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยการซึมผ่านของอากาศเท่ากับ 42.26 ลูกบาศก์เซนติเมตร/วินาที/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าที่สูงเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นแผ่นทดสอบมีการถ่ายเทอากาศที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้แผ่นทดสอบไม่อับชื้น

4.4.4 ผลการทดสอบแรงต้านต่อแรงดันทะลุ



ภาพที่ 4.8 ผลค่าของการทดสอบแรงต้านต่อแรงดันทะลุ

ผลการศึกษาการแรงต้านต่อแรงดันทะลุในภาพที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าค่าแรงต้านต่อแรงดันทะลุอยู่ในระดับคงที่ซึ่งจากการทดสอบโดยเครื่องทดสอบ HYDRAULIC-BURSTING STRENGTH TESTER ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 3776:1996 OPTION C ทำการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยการซึมผ่านของอากาศ เท่ากับ 774.3 กิโลพาสคาล

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ผ้า Non Woven จากเศษรังไหมพันธุ์พื้นบ้าน มีคุณสมบัติการนำความร้อนได้ดีกว่าการต้านทานความร้อน และมีคุณสมบัติการนำความร้อนดีกว่าวัสดุที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติด้วยกัน จากคุณสมบัติที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่นนำมาเป็นฉนวนนำความร้อนติดตั้งในตัวอาคารเพื่อเก็บความร้อน ทำให้ตัวอาคารมีอุณหภูมิมิสูงขึ้นเพิ่มความอบอุ่นให้กับผู้ที่อยู่ในตัวอาคาร เป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็น หรือนำมาตัดเย็บห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเก็บรักษาความร้อน เช่นกล่องบรรจุอาหารที่ต้องการเก็บความร้อน ขวดนมเด็กที่ต้องการเก็บความร้อนเป็นเวลานานๆ และอีกอย่างที่สำคัญ นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับร่างกายมนุษย์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมไดแก่ ผลิตภัณฑ์ขัดตัว ผ้าซับใน ผ้าห่ม จึงเป็นอีกทางเลือกสำหรับผู้ที่สนใจตลอดจนมีศักยภาพพัฒนาในการผลิตในเชิงภานิชต่อไป

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบสมบัติของเส้นใย

อัตราส่วนของเส้นใยไหม	ผลการทดสอบน้ำหนักของแผ่นเส้นใย (กรัม/ตร.ม.)	ผลการทดสอบความหนาบางของแผ่นเส้นใย (มม.)	ผลการทดสอบความแข็งแรงผ้าต่อแรงดึง (กก./ตร.ซม.)		ผลการทดสอบการซึมผ่านอากาศ (ลบ.ซม./วินาที/ตร.ซม.)	ผกการทดสอบความคงทนต่อแรงฉีกขาด (กก.)		ผลการทดสอบแรงต้านต่อแรงดันทะลุของผืนผ้า (กก./ตร.ซม.)
			MD	CD		MD	CD	
100%	371.53	4.4	55.70	62.48	42.26	24.68	23.95	774.3

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยแบ่งได้ 3 ข้อ คือ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย

1) เศษรังไหมที่นำมาใช้ในการทดลองจะต้องมีความสะอาดและไม่มีสิ่งสกปรกหรือปลอมปน ถ้ามีสิ่งสกปรกปะปนอยู่จึงต้องคอยคัดแยกออกด้วย เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกที่จะเข้าติดไปในแผ่นทดลองได้ซึ่งผู้ทดลองจะต้องหมั่นติดตามเป็นระยะ

2) ควรทำการศึกษาอายุการใช้งานของผ้าที่ทอจากเศษรังไหม เนื่องจากเศษรังไหมเป็นวัสดุที่ประกอบไปด้วยเส้นใยธรรมชาติสามารถย่อยสลายได้เอง และอาจจะต้องคำนึงถึงความชื้นซึ่งอาจจะมีผลทำให้ผ้าที่ได้มีกลิ่นเหม็นอับจากเชื้อราภายหลังได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปทำการศึกษาวิจัยต่อ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเศษรังไหมมาเป็นฉนวนความร้อน ซึ่งได้ทำการศึกษาขั้นพื้นฐานของการทดลอง คือ เป็นการนำผ้าที่ทอจากเศษรังไหม มาหาค่าความแข็งแรงที่เหมาะสมมาตรฐานการทดสอบ ASTM D1518: 1985 (2003) สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ที่ความหนา 4.4 มิลลิเมตร เท่านั้น ซึ่งควรจะทำการศึกษาวิจัยทดลองเพิ่มเติมในส่วนของการทดสอบ เช่น การเป็นฉนวนความร้อนที่ความหนามากขึ้น การลดเสียงสะท้อนหรือการดูดซับเสียง เป็นต้น โดยการนำผ้าไม่ทอที่ได้จากเศษรังไหมที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปทดสอบ เพื่อหาผลทดสอบ หากผลการทดสอบผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก็จะทำให้ผ้าที่ได้เป็นวัสดุเอนกประสงค์ที่มีคุณสมบัติหลายด้านในแผ่นเดียวกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในงานทางการแพทย์และวงการอุตสาหกรรมการก่อสร้างในอนาคตได้เป็นอย่างดีหรืออาจจะมีการปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนอื่น ๆ เพื่อให้ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้

5.2.3 ข้อเสนอแนะในการผลิตเชิงพาณิชย์

หากมีการนำผ้าที่ไม่ทอจากเศษรังไหมไปผลิตในเชิงพาณิชย์ ควรทำการศึกษาทดลองเพิ่มเติม คือ

1) หาแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิต

เพิ่มปริมาณในการใช้เศษรังไหมที่มากขึ้น โดยประสานงานกับผู้ผลิตหรือกลุ่มแม่บ้านเพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้ฉนวนความร้อนอื่นที่มีค่าในการผลิตสูง เช่น ยิบซัม เส้นใยแก้ว เป็นต้น

2) เพิ่มประสิทธิภาพในการนำไปประยุกต์ใช้งาน

- ใช้เครื่องจักรในการขึ้นรูปผ้าไม่ทอจากเศษรังไหม จากการผลิตในโรงงานก็จะมีการใช้เครื่องจักรในการผลิตอยู่แล้วก็จะทำให้ผ้าที่ไม่ทอจากเศษรังไหมมีความสม่ำเสมอและได้มาตรฐานที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

- ใช้รูปแบบและวิธีการผลิตแบบเดียวกับที่ใช้งานปัจจุบันเพื่อให้มีความเหมาะสมง่ายต่อการผลิต

3) เพิ่มประสิทธิภาพผ้าไม่ทอจากเศษรังไหม

- ทำการทดสอบคุณสมบัติและเพิ่มมูลค่าโดยนำฉนวนที่ได้ไปใช้กับวัสดุทางการแพทย์เป็นผ้าห่มที่ช่วยรักษาอุณหภูมิร่างกายในผู้ป่วยช็อก ถุงรองประคบร้อนป้องกันการ Burn และผ้าคลุมรักษาอุณหภูมิสำหรับผู้ป่วยทารกแรกเกิดที่ได้รับการรักษาด้วยการส่องไฟ เป็นต้น

- ผลิตเสื้อกันหนาวที่มีบางเบาและมีคุณสมบัติในเป็นฉนวนและรักษาความร้อนได้ดี หรือตัดและออกแบบเป็นชุดกีฬาที่มีความกระชับเพื่อใช้แข่งขันช่วงฤดูหนาว

- ใช้เป็นวัสดุเพื่อเป็นฉนวนและรักษาความร้อนในห้อง อาคารที่ออกแบบสำหรับฤดูหนาว หรือใช้ในประเทศที่ต้องเผชิญกับความหนาวเย็นเป็นระยะเวลานานลดการใช้เครื่องทำความร้อนในตัวอาคาร เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและช่วยลดปัญหาโลกร้อนอีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายการอ้างอิง

[1] กรมวิชาการเกษตร .2523. หม่อนไหม: **เอกสารวิชาการ เล่มที่ 2**.วรวุฒิการพิมพ์ : กรุงเทพมหานคร

[2] กองวิจัยและพัฒนางานส่งเสริมเกษตร. **ไหม.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา http//www.research.doae.go.th. [10 มิถุนายน 2554]

[3] สถาบันวิจัยหม่อนไหม .2535. **ไหมไทย.** กรมวิชาการทางเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

[4] บริษัทดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับ ผลิตเส้นใยโพลิเอสเตอร์. **Polyester Stample Fiber.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.angtaithailand.com [10 มิถุนายน 2554]

[5] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. **วิทยาศาสตร์เส้นใย.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[6] สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ. **พันธุ์หม่อนไหม.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.moac.go.th.[3 กรกฎาคม 2551]

[7] อัจฉราพร ไศละสูต. **ความรู้เรื่องผ้า.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สร้างสรรค์-วิชาการ, 2539.

[8] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา,**อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย.**กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2544

[9] H.Eberle.**Clothing Technology**.German: 2002.

[10]Klaus-Peter Scholz. **Historical Textile Machines**. no place, no time.

[11] Biax Fiberfilm Corporation produces advanced machines. **The microfiber and nonwoven roll**. [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.biax-fiberfilm.com [10 มิถุนายน 2554]

[12]ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์. **เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา การปั่นด้าย 1.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2548.

[13] The Card Clothing Services. **Pillow and Cushion Blowing System.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.cardclothingservices.com [10 มิถุนายน 2554]

[14] สุจิระ ขอจิตต์เมตต์. **การปั่นด้าย 2 (Spinning 2)**.คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ,2547

[15] The England Industries. **non-woven fabric machinery.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.tei-mech.com [10 มิถุนายน 2554]

[16] Continuous Performance Improvements for the Pulp & Paper Industry. **Machine Parts Cleaner.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา http:// www.conmark.com [10 มิถุนายน 2554]

[17] พรรณราย รักษ์งาม. **เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ทดสอบสิ่งทอทางฟิสิกส์.**ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2548.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่องตีกระจาย

ภาพที่ ก.1 รูปภาพเครื่องตีกระจาย

ภาพที่ ก.2 รูปภาพเครื่องตีกระจาย

ภาพที่ ก.3 รูปภาพเครื่องตีกระจาย

ภาพที่ ก.4 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.5 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.6 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.7 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.8 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.9 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.10 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.11 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.12 วิธีการป้อนเศษรังไหมเข้าเครื่อง

ภาพที่ ก.13 วิธีการคัดแยกเมล็ดออกจากรังไหม

ภาพที่ ก.14 วิธีการคัดแยกเมล็ดออกจากรังไหม

ภาพที่ ก.15 วิธีการคัดแยกเมล็ดออกจากรังไหม

ภาคผนวก จ

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

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

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาบทความ
การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

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

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

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

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

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

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รศ.วันชัย แหลมหลักสกุล
ดร.กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ผศ.พิชัย จันทร์มณี
ผศ.วิชาญ ช่วยพันธ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

ผศ.ณัฐศักดิ์ พรพุฒิศิริ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

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

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รศ.ดร.จิรรัตน์ ธีระวราพฤกษ์ รศ.ดร.จิรศิริรพงศ์ เจริญภัณฑารักษ์
ผศ.ดร.วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร ผศ.ดร.วรารัตน์ กังสัมฤทธิ์
ผศ.ดร.สวัสดิ์ ภาระราช ผศ.ดร.เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผศ.ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ ผศ.ศิษฏา สิมารักษ์
ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง ดร.สมลักษณ์ วรรณฤมล
ดร.ภาณุ บูรณจารุกร อ.ธณิกานต์ ธงชัย
อ.ศรีสัจจา วิทยศักดิ์

มหาวิทยาลัยปทุมธานี

ดร. ภาสพิรุฬห์ ศรีสำเริง

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผศ.ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป ผศ.ดร.สุดสาคร อินธิเดช
ผศ.ดร.บพิธ บุปผโชติ ดร.อรอุมา ลาสุนนท์
ดร.นิดา ชัยมูล

มหาวิทยาลัยมหิดล

รศ.ดร.ดวงพรรณ ศฤงคารินทร์ ผศ.ดร.วเรศรา วีระวัฒน์
ดร.จิรพรรณ เลี่ยงโรคาพาธ ผศ.ศุภชัย นาทะพันธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต

ผศ.ดร.ธนวรรณ อัศวไพบูลย์ ผศ.ดร.เพียงจันทร์ จริงจิตร
ผศ.สินี สุขกรมใส ดร.พิษณุ มนัสปิติ
อ.ศิลปชัย วัฒนเสย อ.ต่อศักดิ์ อุทัยไขฟ้า
อ.พรรคพงษ์ แก่นณรงค์ อ.สายสุนีย์ พงษ์พัฒนศึกษา

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ผศ.ดร. กฤษดา พิศัลยบุตร ดร.เลิศเลขา ธนะชัยขันธ์
อ.นุกูล อุบลบาน อ.นันทวรรณ อ่ำเอียม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รศ.ธนรัตน์ แต้วัฒนา ผศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล
ผศ.ดร.นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์ ดร.ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ
ดร.สิริเดช ชาตินิยม ดร.พงษ์เพ็ญ จันทนะ

สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

ผศ.ชัยพฤกษ์ อาภาเวท
ผศ.ประยูร สุรินทร์
อ.เจษฎา วงศ์อ่อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รศ.ดร.ชัยยุทธ ช่างสาร
รศ.มานพ ตันตระบัณฑิตย์
ผศ.ดร.กิตติพงษ์ กิมะพงศ์
ผศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์
ผศ.ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร
ผศ.ดร.วารุณี อริยวิริยะนันท์
ผศ.ดร.ศิวกร อ่างทอง
ผศ.ดร.ศิริชัย ต่อสกุล
ผศ.ดร.สมหมาย ผิวสอาด
ผศ.ชวลิต แสงสวัสดิ์
ดร.กุลชาติ จุลเพ็ญ
ดร.ชัยยะ ปราณีตพลกรัง
ดร.ณรงค์ชัย โอเจริญ
ดร.ระพี กาญจนะ
ดร.สรพงษ์ ภวสุปรีย์
ดร.สุมนมาลย์ เนียมหลาง
ผศ.สุรัตน์ ตรัยวนพงศ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญ (ต่อ)

MPM148 การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนผ้าไหมทอจากเศษรังไหม 259
ภัทระ วรศิริ สุจิระ ขอจิตต์เมตต์

กลุ่มที่ 7 Logistics and Supply Chain Management (LSM) 261

LSM01 การพัฒนาและออกแบบวิธีการจัดเก็บ Flare 262
ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน สมใจ เพียรประสิทธิ์

LSM02 Using the Delphi Method to Study the Criteria Affecting the Decision 263
Regarding the Investment in Conveyor Systems
Pairat Jiamruangjarus Thanakorn Naenna

LSM03 Criteria for Performance Measurement in the Healthcare Supply Chain 264
based on the Modified Delphi Method
Usa Kerdking Thanakorn Naenna

LSM04 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการคัดเลือกผู้ให้บริการขนส่งของกลุ่มผู้ 265
ส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปสัตว์น้ำ โดยวิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
กันต์ธมน สุขกระจ่าง ธราธร กูลภัทรนิรันดร์

LSM05 การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต 266
ของผลิตภัณฑ์ยาง
สาวิตรี ตั้งติรวัฒน์ วิภู ศรีสืบสาย

LSM06 การพัฒนาโซ่อุปทานโดยใช้แบบจำลองพลวัตของระบบพฤติกรรมกระบวนการผลิต 267
กรณีศึกษา : บริษัทผลิตน้ำผลไม้
วีระพล คูณทวีเทพวิทยา สุหฤทดำรง

LSM07 การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการธุรกิจในอุตสาหกรรมผลิตวัตถุปรุงแต่ง 268
อาหาร
อัมรินทร์ ทองดี จิตรา รู้กิจการพานิช

LSM08 การลดเวลาในกระบวนการซ่อมตัวถังและสี 269
ชาญชัย วัลลิสุต สุขสันต์ พรหมบัญพงศ์ จามีกร นัครสุวรรณกูล วลีรัตน์ วัฒนะน้อย

การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนผ้าไหมทอจากเศษรังไหม
A STUDY OF PRODUCTION PROTECT HEAT SHEET FROM WASTE SILK FIBERS

ภัทระ วรศิริ* สุจิระ ขอจิตต์เมตต์
*ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
E-mail: pattara_tod@yahoo.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาการนำเศษรังไหมมาทำเป็นผ้าไม่ทอ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองขึ้นรูปเศษเส้นใยไหมในกระบวนการ Needle punching เพื่อทดสอบสมบัติแผ่นเส้นใยไหมทางกายภาพ ผู้วิจัยจึงได้คิดวิธีที่ทำให้เศษรังไหมมีประโยชน์และเพิ่มรายได้อีกส่วนหนึ่ง โดยที่นำเศษรังไหมมาผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้วนำมาตัดให้มีขนาดเล็กลง แล้วจึงนำวัสดุที่ได้เข้าเครื่องสางใยหลังจากนั้นเข้ากระบวนการยึดติดเชิงกล (Needle punching) เพื่อทำให้เป็นแผ่นเส้นใย (Web) และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เมื่อได้นำเศษรังไหมมาทำตามกระบวนการที่กำหนดไว้แล้วนั้น จะได้แผ่นเส้นใยที่จะนำไปทดสอบเป็นฉนวนกันความ และเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษรังไหมและลดของเสียที่จะทิ้งส่วนความหนาของแผ่นเส้นใยขึ้นอยู่กับการวางซ้อนทับของแผ่นเวฟส่วนการยึดติดเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผ้าไม่ทอขึ้นอยู่กับเข็ม Needle Punch

คำหลัก ไหม, เศษเส้นใยไหม, ฉนวนความร้อน, ไฟโบรอิน, เซริซิน

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554
20-21 ตุลาคม 2554

การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนผ้าไหมทอจากเศษรังไหม

A STUDY OF PRODUCTION PROTECT HEAT SHEET FROM WASTE SILK FIBERS

ภัทระ วรศิริ* สุจิระ ขอจิตต์เมตต์
*ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
E-mail: pattara_tod@yahoo.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาการนำเศษรังไหมมาทำเป็นผ้าไม่ทอ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองขึ้นรูปเศษเส้นใยไหมในกระบวนการ Needle punching เพื่อทดสอบสมบัติแผ่นเส้นใยไหมทางกายภาพ ผู้วิจัยจึงได้คิดวิธีที่ทำให้เศษรังไหมมีประโยชน์และเพิ่มรายได้อีกส่วนหนึ่ง โดยที่นำเศษรังไหมมาผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้วนำมาตัดให้มีขนาดเล็กลง แล้วจึงนำวัสดุที่ได้เข้าเครื่องสางใยหลังจากนั้นเข้ากระบวนการยึดติดเชิงกล (Needle punching) เพื่อทำให้เป็นแผ่นเส้นใย (Web) และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เมื่อได้นำเศษรังไหมมาทำตามกระบวนการที่กำหนดไว้แล้วนั้น จะได้แผ่นเส้นใยที่จะนำไปทดสอบเป็นฉนวนกันความ และเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษรังไหมและลดของเสียที่จะทิ้งส่วนความหนาของแผ่นเส้นใยขึ้นอยู่กับการวางซ้อนทับของแผ่นเวฟส่วนการยึดติดเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผ้าไม่ทอขึ้นอยู่กับเข็ม Needle Punch

คำสำคัญ: ไหม, เศษเส้นใยไหม, ฉนวนความร้อน, ไฟโบรอิน, เซริซิน

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมที่สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมได้กระจายอยู่ทั่วประเทศซึ่งโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การเลี้ยงไหมมีวิธีการดำเนินการหลายรูปแบบทั้งการเลี้ยงไหมหัตถกรรมที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและการเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมที่นำเทคโนโลยีแบบใหม่ๆ เข้ามาปรับใช้ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนารูปแบบต่างๆ มากมาย โดยไหมเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่ทำเป็นผลิตภัณฑ์และสามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก โดยที่คุณลักษณะพิเศษของเส้นใยไหมคือมีความมันเงาเป็นธรรมชาติและเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีโปรตีนอยู่ในตัวซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของไหม นอกจากนี้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของไหมยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น ตัวดักแด้สามารถไปทำเป็นอาหารได้ รังไหมสามารถนำไปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น รังไหมนำไปสาวเป็นเส้นใยและนำไปทอเป็นผืนผ้าหรือนำไปทำเป็นสิ่งประดิษฐ์เพื่อตกแต่งต่าง ๆ กาวไหมสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางหรืออื่นๆ ได้อีกมากมาย

จากการศึกษาพบว่าเส้นใยไหมส่วนใหญ่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทอเป็นผืนผ้าเพื่อนุ่งห่ม ส่วนเศษเส้นใยไหมจะนำไปทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์น้อยมาก เนื่องจากเส้นใยไหมเป็นเส้นใยโปรตีน ประกอบไปด้วย "Fibroin" และ "Sericin" เมื่อนำมาผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่มแล้วสวมใส่สบาย ไม่ร้อน ระบายอากาศได้ดี ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดโดยนำมาทดลองผลิตเป็นผ้าไม่ทอในกระบวนการ Needle punching พร้อมกับนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเศษเส้นใยไหม เพื่อใช้เป็นแผ่นฉนวนความร้อน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ทดลองขึ้นรูปเศษเส้นใยไหมในกระบวนการ Needle punching
2. ทดสอบคุณสมบัติการนำความร้อนของผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหม

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1ศึกษาการขึ้นรูปผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหมเกี่ยวกับการทดลองขึ้นรูปเศษเส้นใยไหมในกระบวนการ Needle punching และทดสอบคุณสมบัติการนำความร้อนของผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหม

รูปที่ 1 เศษรังไหม

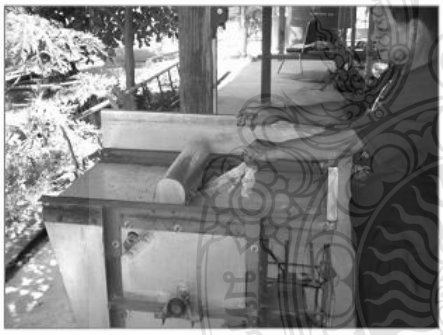
3.2 ทดสอบสมบัติของผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหม

1.การทดสอบคุณสมบัติการนำความร้อนของผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหม (Thermal Transmittance of Material) ทดสอบโดยเครื่อง Warmth Retaining Tester

รูปที่ 2 เครื่อง Warmth Retaining Tester

3.3 การคัดแยกเศษเมล็ด

นำเศษรังไหมเข้าเครื่องตีกระจายและคัดแยกเศษเมล็ดออกจากเศษเส้นใยไหม



รูปที่ 3 นำเข้าเครื่องตีกระจาย

รูปที่ 4 การคัดแยกเศษเมล็ดออกจากเศษเส้นใยไหม

3.4 การขึ้นรูปแบบ Mechanical

กระบวนการขึ้นรูปและการยึดติดโดยเครื่อง Needle punching มีรายละเอียด และขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) กระบวนการขึ้นรูปและการยึดติดในกระบวนการ Needle punching เริ่มจากการตัดให้เส้นใยไหมสั้นลงประมาณ 2 - 4 เซนติเมตรหลังจากนั้นนำเศษไหมที่ได้ นำเข้าเครื่อง Carding จะได้เศษเส้นไหมที่สะอาด

รูปที่ 5 การตัดให้เส้นใยสั้นประมาณ 2 - 4 เซนติเมตร

2) หลังจากนั้นทำการยึดติดกันโดยเชิงกลด้วยเครื่อง Needle Punching จะได้ผ้านอนวูฟเวน

รูปที่ 6 การยึดติดกันโดยเชิงกลด้วยเครื่อง Needle Punching

รูปที่ 7 ผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษเส้นใยไหม 100 %

3.5 การทดสอบสมบัติของผ้านอนวูฟเวนที่ทำจากเศษเส้นใยไหม

1) การทดสอบค่าความเป็นฉนวนความร้อน INSULATION VALUE (CLO) โดยทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1518: 1985 (2003) ใช้เครื่องทดสอบ WARMTH RETAINING TESTER (MODEL ASTM NO.H-0333)

รูปที่ 8 การทดสอบค่าความเป็นฉนวนความร้อนด้วยเครื่องทดสอบ Warmth Retaining Tester

2) การทดสอบความหนาโดยตัดชิ้นงานขนาด 10 เซนติเมตร x 10 เซนติเมตร ใช้FM-PQ-004 เบอร์ 11 จำนวน 5 - 10 ชิ้น แล้วทำการทดสอบด้วยเครื่อง Thickness gauge จากนั้นนำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบมาชั่งน้ำหนักและทดสอบความหนาโดยใช้ชิ้นงานชิ้นเดียวกับที่ใช้ทดสอบน้ำหนักที่เครื่องมือวัดค่าความละเอียดเท่ากับ 0.01 มิลลิเมตร ทำการวัดจำนวนทั้งหมด 10 ครั้งแล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและบันทึกค่าที่ได้เป็นมิลลิเมตร ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

รูปที่ 9 เครื่อง Thickness gauge

3) การทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของแผ่นเส้นใยโดยตัดชิ้นงานขนาด กว้าง 50 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตรโดยใช้ FM-PQ-004 เบอร์ 10 จำนวน 10 ชิ้น ด้าน MD 5 ชิ้น ด้าน CD 5 ชิ้น นำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบที่เครื่อง Tensile strength โดยใส่ชิ้นงานทดสอบที่ปากจับของเครื่องทดสอบ ระยะห่างของตัวจับอยู่ที่ 15 เซนติเมตร เมื่อทำการใส่ชิ้นงานแล้วตั้งค่า Test Speed mm./min เป็น 300 ตั้งค่า MAX Elongation เป็น 150 มิลลิเมตร และกดปุ่ม ZERO และกดปุ่มTEST พร้อมกับกดปุ่ม CROSSHEAD CONTROL ที่ลูกศรขึ้น หลังจากนั้น ดึงให้ผ้าฉีกขาด อ่านค่าที่ได้จากค่า PEAK เป็น KG.

รูปที่ 10 เครื่อง Tensile strength

4) การทดสอบความคงทนต่อแรงฉีกขาดของแผ่นเส้นใยโดยตัดชิ้นงานขนาด 7 เซนติเมตร X 15 เซนติเมตร โดยใช้ FM-PQ-004 เบอร์ 6 จำนวน 6 ชิ้น (ด้านMD 3 ชิ้น ด้านCD 3) นำชิ้นงานตามรูปที่ด้าน 7 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน เท่าๆ กัน คือ 3.5 เซนติเมตรนำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบที่เครื่อง Tensile strength โดยใส่ชิ้นงานทดสอบที่ปากจับของเครื่องทดสอบ ระยะห่างของตัวจับอยู่ที่ 10 เซนติเมตร เมื่อทำการใส่ชิ้นงานแล้วตั้งค่า Test Speed mm./min เป็น 300 ตั้งค่า MAX Elongation เป็น 150 มิลลิเมตร และกดปุ่ม ZERO และกด ปุ่ม TEST พร้อมกับกดปุ่ม CROSSHEAD CONTROL ที่ลูกศรขึ้น หลังจากนั้น ดึงให้ผ้าฉีกขาด อ่านค่าที่ได้จากค่า PEAK เป็น KG.

5) การทดสอบแรงต้านต่อแรงดันทะลุของแผ่นเส้นใย โดยตัดชิ้นงานขนาด 10 เซนติเมตร x 10 เซนติเมตร โดยใช้ FM-PQ-004 เบอร์ 11 จำนวน 10 ชิ้น นำชิ้นงานทดสอบจำนวน 5 ชิ้น ทดสอบที่เครื่อง Bursting นำชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบชั่งน้ำหนักและทดสอบความหนาแล้วมาทำการทดสอบ Bursting โดยชิ้นงานชิ้นเดียวกันที่ใช้ทดสอบน้ำหนักและความหนา (หมุนเข็มที่หน้าปัดเครื่องไปที่เลข 0) นำชิ้นงานที่ได้มาทำการทดสอบแรงระเบิดโดยการนำชิ้นงานวางลงบนเครื่องทดสอบ (หมุนพวงมาลัยเครื่องกดทับชิ้นงานที่วางไว้เป็นช่องว่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง2.54 เซนติเมตร) เปิดเครื่องใส่เกียร์โดยมีแรงดันไฮโดรลิกดันลูกยางจนผ้าแยกออกจากกัน แล้วดึงเกียร์กลับทำการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง

รูปที่ 11 เครื่อง Bursting

4.สรุปผลการทดลอง

การทดลองผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหมได้ทำการทดสอบคุณสมบัติที่สำคัญของการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี โดยการทดสอบเรื่องค่าการเป็นฉนวนความร้อน ความหนาแน่น ความแข็งแรงทนทาน ความคงทนต่อแรงฉีกขาด แรงต้านต่อแรงดันทะลุของแผ่นเส้นใย ทำให้ทราบค่าจากการทดสอบดังนี้

จากการทดสอบสมบัติของผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหม พบว่า เศษเส้นใยไหมมีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อน 0.94 (CLO) ที่ความหนา 4.4 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหมมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนระดับปานกลางเมื่อเทียบกับฉนวนประเภทอื่น ค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเท่ากับ 84.82 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 33.2 อยู่ในระดับปานกลาง ค่าผ่านความร้อนเท่ากับ 6.90 อยู่ในระดับปานกลาง ค่าต้านความร้อนเท่ากับ 0.145 อยู่ในระดับปานกลาง ความคงทนต่อแรงฉีกขาดเท่ากับ 24.68 และ 23.95 (เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง) อยู่ในระดับปานกลาง และแรงต้านต่อแรงดันทะลุของแผ่นเส้นใยเท่ากับ 774.3 อยู่ในระดับปานกลาง

การนำผ้าไม่ทอจากเศษเส้นใยไหมไปใช้ทำฉนวนกันความร้อน ผู้วิจัยได้ทดลองผลิตเป็นผ้าไม่ทอในกระบวนการ Needle punching และไปทดลองตามระบบมาตรฐาน ASTM D1518: 1985 (2003) ใช้เครื่องทดสอบ WARMTH RETAINING TESTER (MODEL ASTM NO.H-0333) พบว่าเส้นเศษเส้นใยไหมสามารถนำไปใช้ทำเป็นฉนวนกันความร้อนและเป็นวัสดุช่วยรักษาความร้อนได้เป็นอย่างดี เช่น การใช้ความร้อนในทางการแพทย์เพื่อรักษาและช่วยในการไหลเวียนโลหิต หรือนำไปตัดเย็บเป็นถุงผ้ากันความร้อน โดยนำผ้าที่ได้ไปทำเป็นวัสดุห่อหุ้มเพื่อรักษาความร้อนที่มีความคงทนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

1. ด้านการนำผลการวิจัยไปใช้ ต้องให้ความสำคัญในช่วงของการคัดแยกเศษวัสดุออกจากเศษเส้นใยไหม เนื่องจากจะส่งผลต่อคุณสมบัติของการเป็นฉนวนความร้อนแล้ว จะส่งผลให้ผ้าที่ได้ขาดความสม่ำเสมอและเสียเวลาในการคัดแยกตอนหลัง

2. ด้านระเบียบวิธีการวิจัย การทดลองและทดลอบชิ้นงานที่ต้องใช้การทดสอบคุณสมบัติหลายอย่าง ใช้เครื่องมือที่หลากหลาย ควรต้องวางแผนการทดสอบเป็นอย่างดี เช่น การศึกษาระเบียบของแต่ละสถานที่ที่จะส่งชิ้นงานไปทดสอบ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบเป็นต้น

3. ประเด็นวิจัยใหม่

- ควรพัฒนาวัสดุธรรมชาติชนิดอื่น ที่มีลักษณะเส้นใยต่างกันหลาย ๆ ชนิดมาทดสอบเพื่อหาการเป็นฉนวนที่ดี ของวัสดุธรรมชาติ

- ควรนำวัสดุจากเศษเส้นใยไหม ไปผสมกับวัสดุประสานในการผลิตวัสดุห่อหุ้มทางการแพทย์อื่น ซึ่งจะสามารถรักษาความร้อนไม่ให้สูญเสียและออกนอกระบบได้

เอกสารอ้างอิง

[1] 1.พรรณราย รักษ์งาม. 2548. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ทดสอบสิ่งทอทางฟิสิกส์.ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี,

[2] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. วิทยาศาสตร์เส้นใย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

[3] แหล่งที่มา:http://www.thaitextile.org/ttc-lab/textilelab.html

[4] แหล่งที่มา: http://www.qthaisilk.com/

[5] อัจฉราพร ไศละสูต. ความรู้เรื่องผ้า. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สร้างสรรค์-วิชาการ,2539.

[6] Klaus-Peter Scholz. Historical Textile Machines. no place, no time.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายภัทระ วรศิริ
วัน เดือน ปีเกิด	8 มกราคม 2525
ที่อยู่	33 ถนนสุริยกานต์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปี พ.ศ. 2548
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2549- ปัจจุบัน บริษัท HANES Brands INC จำกัด