บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เส้นใยพอลิเอสเตอร์

ในปี ค.ศ. 1960 พระราชบัญญัติการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เส้นใยทางสิ่งทอ (Textile Fiber Products Identification Act) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดว่าเส้นใยพอลิเอสเตอร์เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลมาเรียงต่อกันเป็นสายโซ่โมเลกุลยาวและต้องประกอบด้วยอย่างน้อย 85 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของเอสเตอร์ของไดไฮดริกแอลกอฮอล์และกรดเทเรฟทาลิก ต่อมาในปี ค.ศ. 1973 โรงงานผู้ผลิตเส้นใยพอลิเอสเตอร์ทั่วโลกได้มีการกำหนดว่าเส้นใยพอลิเอสเตอร์ เป็นสารประกอบพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีโมเลกุลมาต่อกันเป็นสายโซ่โมเลกุลยาว และต้องประกอบด้วยอย่างน้อย 85 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของเอสเตอร์ของสารประกอบพวกอะโรมาติกของกรดคาร์บอกไซลิก รวมทั้งสารประกอบของกลุ่มกรดเทเรฟทาลิก และสารประกอบของกลุ่มพาราไฮดรอกซิลเบนโซเอท (Hudson, Clapp and Kness, 1993)

2.2 สมบัติของเส้นใยพอลิเอสเตอร์

สมบัติของเส้นใยเป็นตัวกำหนดสภาวะอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิต สมบัติและคุณภาพของเส้นด้ายและผืนผ้า รวมทั้งการนำไปใช้งาน สมบัติของเส้นใยโดยทั่วไปมี 2 ประเภท หลัก ๆ คือ สมบัติของเส้นใยทางกายภาพ และสมบัติของเส้นใยทางเคมี สำหรับสมบัติของเส้นใยพอลิเอสเตอร์โดยทั่วไปทั้งทางกายภาพและทางเคมี สามารถดูได้จากตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเส้นใยพอลิเอสเตอร์ (Lyle, 1982)

ลักษณะรูปร่างตามยาว	เป็นเส้นตรง ผิวเรียบ เส้นขอบหนาเข้ม มีจุดเล็ก ๆ อยู่ภายในเส้นใย
ลักษณะรูปร่างตามขวาง	เป็นวงกลมหรือสามเหลี่ยม เส้นขอบหนาเข้มมีจุด เล็ก ๆ หรือบางทีเป็นรูพรุนเล็ก ๆ อยู่ภายในเส้นใย
สี	ขาว
ความมัน	มีตั้งแต่ความมันมากจนทึบแสง ขึ้นอยู่กับปริมาณของทิตาเนียมไดอ๊อกไซด์ที่ใส่ลงไป
ความแข็งแรง	มีตั้งแต่ความแข็งแรงสูง จนถึง ขั้นความแข็งแรงสูงมาก
ความยืดหยุ่น	มีความยืดหยุ่นปานกลาง จนถึงขั้นดี
ความสามารถในการคืนตัวกลับสู่สภาพเดิม	ขั้นดีมาก ทำให้มีการคืนตัวต่อรอยยับดี
การดูดซึมความชื้น	ดูดซึมความชื้นได้น้อยมาก จะน้อยกว่า 1 %
การทนต่อความร้อน	ทนความร้อนได้ 400 °F แต่ถ้าสูงกว่านี้จะเกิดการอ่อนตัว
การติดไฟ	เมื่อติดไฟจะเกิดการลุกไหม้อย่างช้า ๆ จะได้เถ้าเป็นก้อนแข็ง
สมบัติทางไฟฟ้า	เกิดไฟฟ้าสถิตย์ได้ง่าย เนื่องจากสมบัติการดูดความชื้นได้น้อยมาก จึงทำให้เกิดการสะสมประจุไฟฟ้าสถิตย์
การทนต่อกรด	สามารถทนต่อกรดได้ดี
การทนต่อด่าง	สามารถทนต่อด่างที่มีความเข้มข้นน้อยได้ดี แต่จะไม่สามารถทนต่อด่างที่มีความเข้มข้นมากได้
การทนต่อสารอินทรีย์	สามารถทนต่อสารอินทรีย์ที่เป็นสารซักแห้งได้ดี
การทนต่อสารฟอกขาว	สามารถทนต่อสารฟอกขาวได้ดี
การทนต่อเชื้อรา	สามารถทนต่อเชื้อราได้ดีมาก
การทนต่อแมลง	สามมารถทนต่อแมลงได้ดีในสภาพการใช้งานปกติ
การทนต่อแสง	สามารถทนต่อแสงได้ดีภายใต้สภาวะบรรยากาศ
การย้อมสี	สามารถใช้สีดิสเพอร์ส สีอะโซอิก และสีพิกเมนท์

2.3 สมบัติของเส้นด้ายโดยทั่วไป

2.3.1 ความแข็งแรงของเส้นด้าย (Yarn Strength)

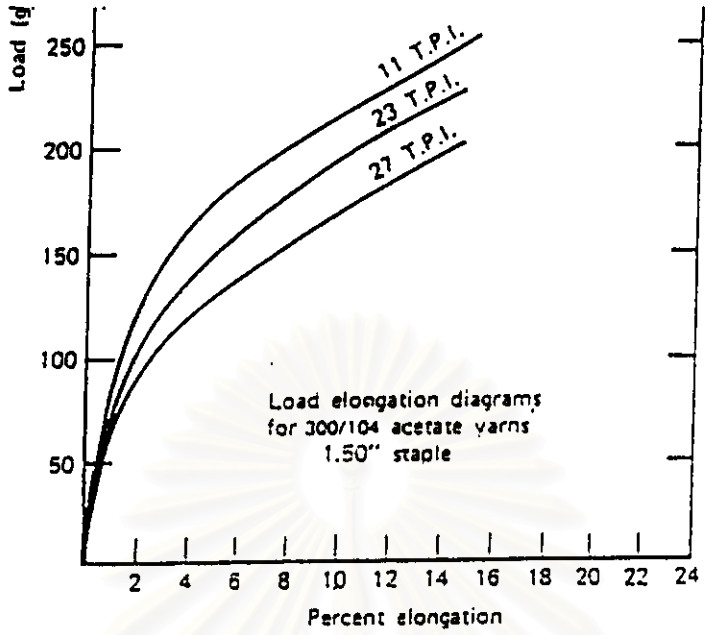
ความทนทานต่อแรงดึงของเส้นด้ายเดี่ยว (Single yarn Strength) หรือความทนทานต่อแรงดึงของเส้นด้ายเป็นกลุ่ม (Lea - Strength) หน่วยของแรงดึงที่ทำให้เส้นด้ายขาด คือ กิโลกรัม นิวตัน และปอนด์ การใช้งานเส้นด้ายที่มีความแข็งแรงต่ำ จะถูกนำไปใช้งานที่ทนทานต่อแรงดึงน้อย เส้นด้ายที่มีความแข็งแรงสูงและถูกนำไปใช้งานที่ทนทานต่อแรงดึงสูง และเส้นด้ายที่มีความแข็งแรงสูงมากจะถูกนำไปใช้งานที่ต้องการความทนทานต่อแรงดึงสูงมากเป็นพิเศษ ดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ความแข็งแรงของเส้นด้าย (Furter, 1985)

2.3.2 การยืดตัวของเส้นด้าย (Yarn Elongation)

อัตราการยืดตัวออกของเส้นด้ายเมื่อได้รับแรงดึง ระยะความยาวที่ยืดออกเป็นมิลลิเมตร และอัตราการยืดตัวออกเป็นเปอร์เซนต์ เส้นด้ายที่มีอัตราการยืดตัวสูงถูกนำไปใช้งานประเภทผ้าทำตุ๊กตายัดไส้ เส้นด้ายที่มีอัตราการยืดตัวต่ำ ถูกนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้ขนาดรูปทรงของผลิตภัณฑ์คงรูป และเส้นด้ายที่มีอัตราการยืดตัวต่ำมากถูกนำไปทำเป็นสายพานฉุดเชือก ผ้ากรองภายใต้แรงดัน ผ้าใบ ผ้าทำถุงและกระสอบ ดังรูปที่ 2.2 (ชีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, 2539)

ระยะมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.2 แสดงการยืดตัวของเส้นด้าย

2.3.3 <u>การยืดหยุ่นตัวของเส้นด้าย</u> (Yarn Elasticity)

เป็นสมบัติของเส้นด้ายเมื่อได้รับแรงดึงจะยืดตัวออกและเมื่อเอาแรงดึงออก เส้นด้ายนั้นสามารถหดตัวกลับมาเท่าขนาดเดิมได้จะเกิดการยืดหดตัวได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงที่ใช้ดึง เมื่อเส้นด้ายมีการยืดหยุ่นตัวดีจะทำให้เส้นด้ายและผืนผ้ามีความแข็งแรงสูงขึ้น สำหรับเส้นด้ายที่มีการยืดหยุ่นตัวได้ดีขึ้นนั้นจะถูกนำไปใช้งานเป็นเส้นด้ายยางยืด (Spandex) หรือเส้นด้ายผิวสัมผัส (Textured Yarn) ซึ่งเหมาะสำหรับทำพวกสายรัดต่าง ๆ เช่น แถบยางยืด ปลอกรัดข้อมือ ปลอกรัดเข่าสำหรับนักกีฬา ขอบกางเกง ขอบถุงเท้า ชุดรัดรูปต่าง ๆ

2.3.4 <u>รูปร่างของเส้นด้าย</u>

รูปร่างของเส้นด้ายโดยเฉพาะเส้นด้ายใยยาว อาจทำให้มีรูปร่างต่างกันได้ รูปร่างของเส้นด้ายมีผลต่อการนำไปใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกันกล่าวคือ เส้นด้ายที่มีรูปร่างกลมหรือแบน (Tape Yarn) ถูกนำไปทำเป็นเส้นด้ายทอกระสอบพลาสติก เส้นด้ายที่มีรูปร่างสามเหลี่ยมถูกนำไปทอผ้าตัดกระโปรง กางเกง ทำให้เกิดการสะท้อนแสงแบบเหลือบสี และเส้นด้ายที่มีรูปร่างทรงกระบอก ถูกนำไปเป็นเส้นด้ายทอเสื่อพลาสติก

2.3.5 ความแข็งกระด้างของเส้นด้าย (Yarn Rigidity)

ความแข็งกระด้างของเส้นด้ายทำให้เกิดการคืดตัวกลับของเส้นด้ายเมื่อเกิดการโค้งงอ เส้นด้ายที่มีความแข็งกระด้างนี้เหมาะสำหรับนำไปทอผ้าที่ยับยาก เช่น ผ้าม่าน ผ้าปูรองต่าง ๆ พรม และใช้ผลิตผ้าที่มีความแข็ง เช่น ผ้าทำฉากกั้น ผ้าทำดอกไม้ประดิษฐ์

2.3.6 ความฟูตัวของเส้นด้าย (Yarn Bulkness)

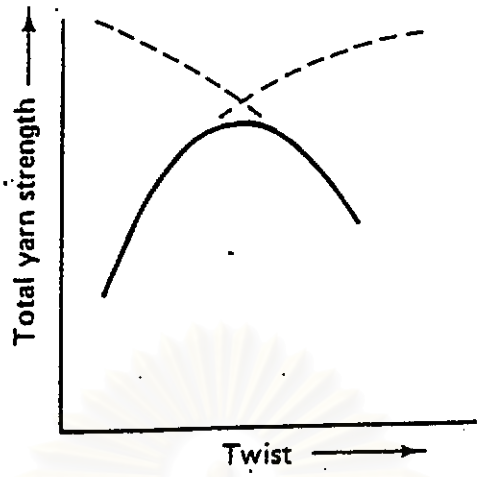
เป็นลักษณะการพองฟูตัวของเส้นด้าย เมื่อดูขนาดของเส้นด้ายจะมีลักษณะโปร่งเบาและโต ได้แก่ เส้นด้ายไหมพรม ผ้าขน ขนพรม

2.3.7 จำนวนเกลียวของเส้นด้าย

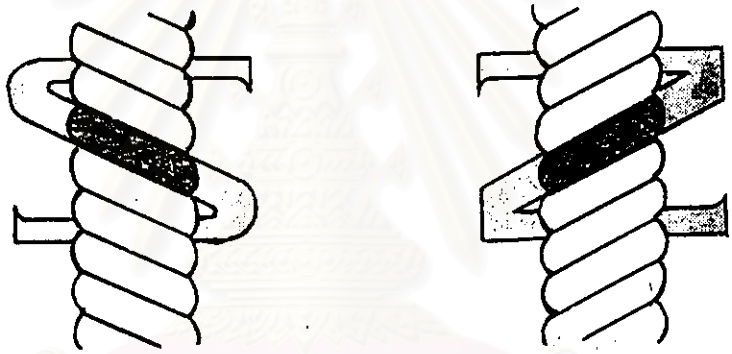
จำนวนเกลียวในเส้นด้ายมีผลต่อความแข็งแรง อัตราการยืดตัว ความแข็งกระด้าง การเกิดขน และความคงทนต่อการขัดถูของเส้นด้าย กล่าวคือ เส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวน้อย จะมีความแข็งแรงต่ำ แต่จะอ่อนนุ่ม เหมาะสำหรับนำไปทำเป็นเส้นด้ายพุ่ง และเส้นด้ายถักผ้า ส่วนเส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวมากจะมีความแข็งแรงสูง เหมาะสำหรับนำไปทำเป็นเส้นด้ายยืน เส้นด้ายเย็บ และผลิตผ้าที่ต้องการความแข็งแรงสูง โดยที่จำนวนเกลียวของเส้นด้ายจะระบุเป็นจำนวนเกลียวต่อนิ้ว ดังรูปที่ 2.3 (Hollen,1988)

2.3.8 ทิศทางเกลียวของเส้นด้าย

ทิศทางการตีเกลียวของเส้นด้าย มี 2 ทิศทาง คือ การตีเกลียวทิศทาง S หรือเกลียวขวา และการตีเกลียวทิศทาง Z หรือเกลียวซ้าย ดังรูปที่ 2.4 ทิศทางการตีเกลียวของเส้นด้ายจะให้การสะท้อนแสงในทิศทางต่างกัน และในการตีเกลียวเส้นด้ายจำเป็นต้องคำนึงถึงทิศทางเกลียวของเส้นด้ายเพื่อทำให้เกิดความสมดุลของเส้นด้ายหลังจากการตีเกลียวแล้วเส้นด้ายจะต้องไม่เกิดการบิดคลายเกลียวกลับ (Taylor, 1990)



รูปที่ 2.3 จำนวนเกลียวที่มีผลต่อความแข็งแรงของเส้นด้าย



รูปที่ 2.4 แสดงทิศทางเกลียวของเส้นด้าย

2.3.9 <u>ขนาดของเส้นด้าย</u> (Yarn Size)

ขนาดของเส้นด้ายสามารถระบุเป็นเบอร์ด้ายโดยการวัดเทียบกันระหว่างมวลกับความยาวเส้นด้าย ดังนั้นเบอร์เส้นด้ายจึงแบ่งออกเป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ

2.3.9.1 <u>ระบบตรง</u> (Direct System)

เป็นระบบที่วัดเทียบกันระหว่างมวลต่อหน่วยความยาวของเส้นด้าย โดยในระบบนี้เมื่อเส้นด้ายมีขนาดใหญ่เบอร์ด้ายจะมากตามไปด้วย ในระบบตรงยังสามารถแบ่งเบอร์ด้ายออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้

1. <u>ระบบเท็กซ์</u> (Tex System)

ในระบบนี้กำหนดว่าเส้นด้ายเบอร์ 1 เท็กซ์ จะต้องหนัก 1 กรัม และความยาว 1,000 เมตร

2. <u>ระบบเดนเยอร์</u> (Denier System)

ในระบบนี้กำหนดว่าเส้นด้ายเบอร์ 1 เดนเยอร์ จะต้องหนัก 1 กรัม และความยาว 9,000 เมตร

2.3.9.2 <u>ระบบกลับ</u> (Indirect System)

เป็นระบบที่วัดเทียบกันระหว่างความยาวต่อมวลของเส้นด้าย โดยในระบบนี้เส้นด้ายมีขนาดเล็ก เบอร์ด้ายจะสูง และในระบบนี้จะกำหนดไว้ว่า เส้นด้ายเบอร์ 1 จะต้องหนัก 1 ปอนด์ และความยาว 840 หลา

2.3.10 <u>ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย</u> (Yarn Regularity)

เส้นด้ายมีความสม่ำเสมอแตกต่างกัน สำหรับเส้นด้ายใยสั้น จะมีความสม่ำเสมอของเส้นด้ายดีปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นด้ายใยยาว จะมีความสม่ำเสมอของเส้นด้ายดีมาก ความสม่ำเสมอดีนั้นจะมีความแข็งแรงสูง ให้เนื้อผ้าที่เรียบสวยงาม และย้อมติดสีได้สม่ำเสมอ

2.3.11 <u>ความเงามันของเส้นด้าย</u> (Yarn Lustre)

เส้นด้ายที่มีผิวราบเรียบจะมีการสะท้อนแสงได้ดี ทำให้เส้นด้ายนั้นมีความเงามันมาก ดังนั้น เส้นด้ายใยสั้นจึงมีความเงามันน้อยกว่าเส้นด้ายใยยาว เนื่องจากว่าผิวของเส้นด้ายใยสั้นจะมีขนของเส้นใยปรากฏอยู่ทำให้การสะท้อนแสงเกิดได้น้อย เส้นด้ายที่มีความเงามันมากจะมีการสะท้อนแสงได้ดีมาก จึงเหมาะสำหรับนำไปผลิตเป็นผ้ามันต่าง ๆ หรือนำไปเน้นลวดลายในการทอ และนำไปเป็นเส้นด้ายปักต่าง ๆ

2.3.12 ผิวสัมผัสของเส้นด้าย (Yarn Handle)

เส้นด้ายที่มีผิวเรียบสม่ำเสมอเมื่อนำมาผลิตเป็นผ้าจะได้ผ้าที่มีเนื้อแน่นผิวสัมผัสกระด้าง ส่วนเส้นด้ายที่มีผิวไม่เรียบมีขนปรากฏบนผิวเมื่อนำมาผลิตเป็นผ้าจะได้ผ้าที่มีเนื้อหลวมผิวสัมผัสอ่อนนุ่ม

2.3.13 ความราบเรียบของเส้นด้าย (Yarn Smoothness)

เส้นด้ายใยสั้นจะมีความราบเรียบของเส้นด้ายน้อยกว่าเส้นด้ายใยยาว เนื่องจากว่าเส้นด้ายใยสั้นจะมีปลายของเส้นใยปรากฏเป็นขนเล็ก ๆ อยู่บนผิวของเส้นด้าย ดังนั้น ความราบเรียบของเส้นด้ายขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นใย กล่าวคือ เส้นใยยิ่งมีความยาวมาก เมื่อนำมาทำเป็นเส้นด้ายจะได้เส้นด้ายที่มีความราบเรียบดีมาก

2.3.14 การดูดซึมน้ำของเส้นด้าย (Yarn Water Absorbance)

สมบัติการดูดซึมน้ำของเส้นด้ายมีผลต่อการย้อมติดสีของเส้นด้าย กล่าวคือเส้นด้ายใดมีการดูดซึมน้ำได้ดีจะทำให้การย้อมติดสีได้ง่าย และสม่ำเสมอดีกว่าเส้นด้ายที่มีการดูดซึมน้ำได้น้อย สำหรับการนำไปใช้งานนั้นเส้นด้ายที่มีการดูดซึมน้ำได้น้อยจะถูกนำไปใช้กับเครื่องทอวอเตอร์เจท ผลิตเป็นผ้าใบเรือ ผ้าร่ม เสื้อออกกำลังกาย ชุดว่ายน้ำ ชุดสกี ชุดดิ่งพสุธา และรองเท้ากีฬา สำหรับเส้นด้ายที่มีการดูดซึมน้ำได้ดีนั้นจะนำไปผลิตเป็นผ้าเช็ดตัว ผ้าอ้อมเด็กอ่อน ผ้าเช็ดมือ ผ้าถูพื้น และไส้ตะเกียง

2.4 สมบัติของเส้นด้ายใยสั้น (Spun Yarn Properties)

เส้นด้ายใยสั้นจะมีสมบัติด้านความแข็งแรงและความสม่ำเสมอดีปานกลาง เมื่อนำไปทำเป็นผืนผ้าจะทำให้สวมใส่สบาย มีการแผ่ปกคลุมสูงและผิวสัมผัสอ่อนนุ่มดีมาก (Goswami, Martindale and Scardino, 1977) สำหรับผ้าที่ทำมาจากเส้นด้ายใยสั้นเมื่อถูกใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดเป็นปุ่มเล็ก ๆ ปรากฏบนผิวหน้าผ้า เกิดรอยเปื้อนหรือสกปรกได้ง่าย อัตราการยืดตัวออกของเส้นด้ายจะขึ้นอยู่กับจำนวนเกลียว และการดูดซึมน้ำหรือความชื้นถ้าสามารถดูดซึมน้ำหรือความชื้นได้ดีจะทำให้สามารถลดไฟฟ้าสถิตย์ให้น้อยลงได้

2.5 กระบวนการปั่นด้ายใยสั้น (Spun Yarn Processing)

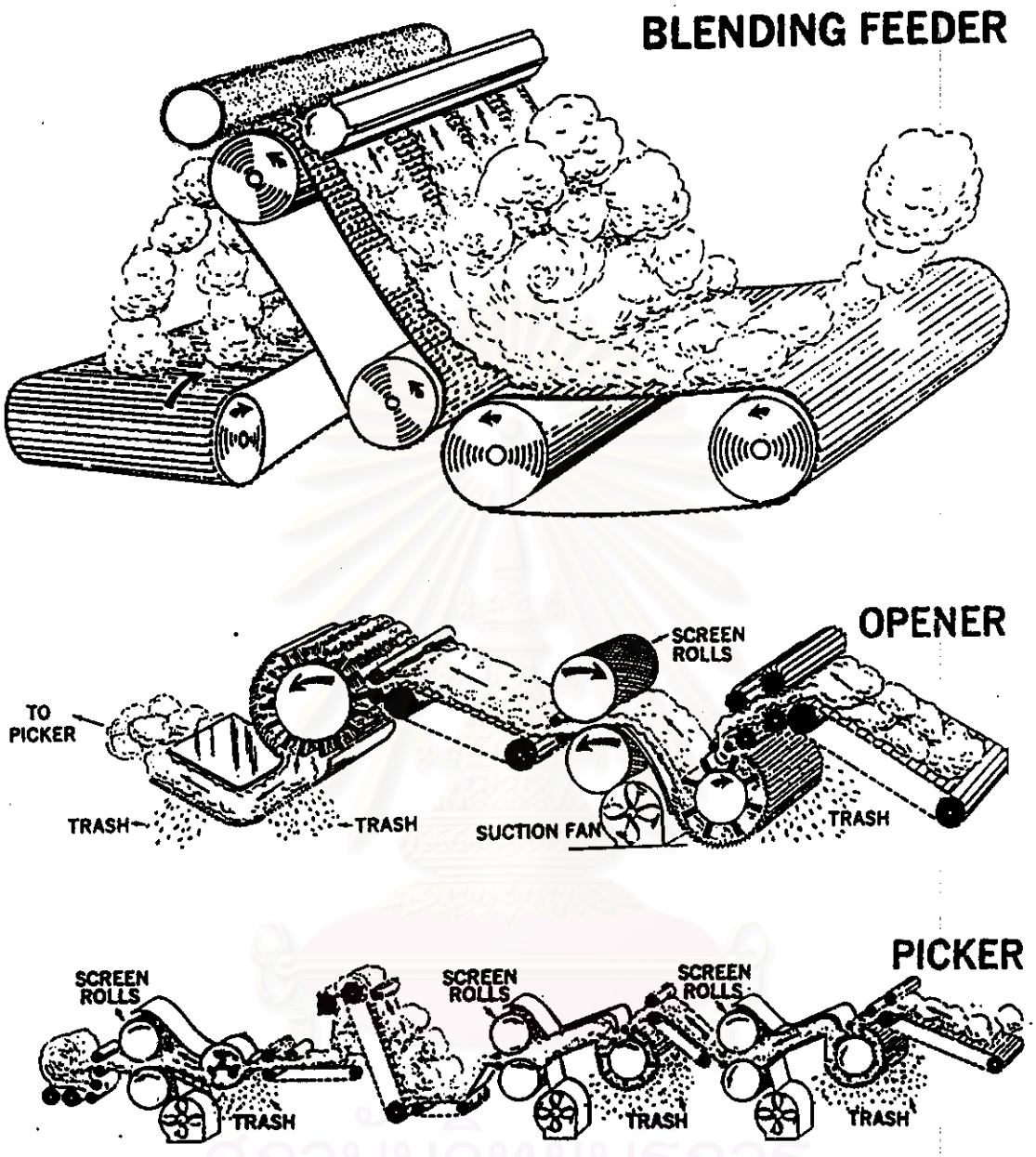
การปั่นด้ายใยสั้น (Staple Fiber) คือ การนำเอาเส้นใยมารวมกันให้เป็นเส้นยาวยึดกันอยู่ได้ด้วยการบิดพันเป็นเกลียว มีความแข็งแรงคงทนต่อแรงดึงและแรงกระทบในกระบวนการทอได้ ในการปั่นด้ายจากเส้นใยสั้นอาจจะใช้เส้นใยที่ได้จากเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยประดิษฐ์ล้วนหรือใช้เส้นใยทั้งสองอย่างมาผสมกันก็ได้ แล้วผลิตเป็นเส้นด้ายโดยกรรมวิธีของกระบวนการปั่นด้าย โดยให้เส้นใยเหล่านี้ยึดเกาะติดกันได้ด้วยความฝืดของผิวเส้นใยเอง และควบเกลียวประมาณ 10 - 25 เกลียวต่อนิ้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นด้ายที่จะผลิตและสมบัติด้านความยาวและความละเอียดของเส้นใยที่ใช้ (ชีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์)

2.5.1 การผสมและทำความสะอาดเส้นใย (Opening and Cleaning)

ตามธรรมดาเส้นใยจะถูกอัดแน่นเป็นมัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดใหญ่ เรียกว่า เบล (Bale) หนักประมาณ 478 ปอนด์ ห่อด้วยกระสอบป่านหรือพลาสติก เบลของเส้นใยที่อัดแน่นหลาย ๆ เบล จะถูกเปิดออกนำไปใส่ในเครื่องผสมเส้นใย โดยที่เครื่องจักรจะรวมเป็นชุดเรียงต่อเนื่องกันตลอด เรียกว่าห้องผสมเส้นใย (Blowroom) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องป้อนและผสมเส้นใย (Blending Feeders) เครื่องแยกและทำความสะอาดเส้นใย (Opening and Cleaning Machines) และเครื่องทำแผ่นม้วนเส้นใย (Picking Machines) ซึ่งเป็นเครื่องสุดท้ายที่ทำการแยกแยะเส้นใยให้เป็นก้อนเล็กลงมาก ๆ และรวบรวมเป็นแผ่นลักษณะเหมือนม้วนสำลี เรียกว่า แลป (Lap) ให้มีขนาดน้ำหนักตามต้องการและเหมาะสมกับการผลิตขั้นตอนต่อไป เครื่องต่าง ๆ ในห้องผสมเส้นใยจะมีหลักการที่คล้ายคลึงกัน คือ ประกอบด้วยตัวตีเส้นใยที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกและมีหนามยื่นออกมาขนาดใหญ่เล็กตามแต่ชนิด หมุนด้วยความเร็วสูงตีเส้นใยที่อัดกันอยู่ให้แยกออกจากกันเป็นก้อนเล็กลง และสิ่งสกปรกต่าง ๆ จะหลุดออกไป ดังรูปที่ 2.5 แสดงเครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องผสมเส้นใย สำหรับการปั่นด้ายเส้นใยสังเคราะห์ เช่น การปั่นด้ายพอลิเอสเตอร์ จะใช้เครื่องจักรเหมือนกับการผลิตเส้นด้ายฝ้าย แต่จะแตกต่างกันที่มีจำนวนเครื่องจักรน้อยกว่า เพราะเส้นใยสังเคราะห์มีความสะอาดดีแล้ว จึงเพียงแต่ทำการแยกเส้นใยออกจากกันเป็นก้อนเล็กลงเท่านั้น

ตารางที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการผลิต วัตถุประสงค์และชื่อของผลผลิตในแต่ละขั้นตอนของการผลิตเส้นด้ายใยสั้น (ชีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, 2536)

ชื่อเครื่อง	วัตถุประสงค์และหน้าที่	ชื่อของผลผลิตที่ได้
เครื่องแยกและผสมเส้นใย	1.ทำการแยกเส้นใยที่อัดกันแน่นในเบล 2.ผสมเส้นใยเกรดต่างๆ 3.ทำความสะอาดเส้นใย 4.จัดเส้นใยที่ผสมและทำความสะอาดแล้วให้อยู่ในม้วนแลบ	เส้นใยที่แยกจากเบล แลบ (Lap)
เครื่องสางใย	1.ทำการแยกเส้นใยให้กระจายตัวเป็นอิสระ 2.ทำความสะอาดเส้นใย 3.ลดขนาดเส้นใยให้เล็กลง (Draft)	สไลเวอร์ (Sliver)
เครื่องรีดใย (2 เครื่อง)	1.ผสมเส้นใยต่างประเภทโดยการนำสไลเวอร์จากเครื่องสางใยจำนวน 6 เส้น ขึ้นไป 2.ลดขนาดเส้นใยให้เล็กลง (Draft) 3.ทำเส้นใยให้เรียงตัวขนานกัน	สไลเวอร์ (Sliver)
เครื่องโรฟวิ่ง	1.ลดขนาด (Draft) 2.ตีเกลียว 3.พันเส้นด้ายเข้าหลอด	โรฟวิ่ง (Roving)
เครื่องปั่นด้าย	1.ลดขนาด (Draft) 2.ตีเกลียว 3.พันเส้นด้ายเข้าหลอด	เส้นด้าย (Yarn)
เครื่องกรอด้าย	1.ให้ได้ความยาวตามที่ต้องการ 2.ขจัดข้อบกพร่องของเส้นด้าย 3.ช่วยหล่อลื่นเส้นด้าย	หลอดด้าย (Cone, Cheese)

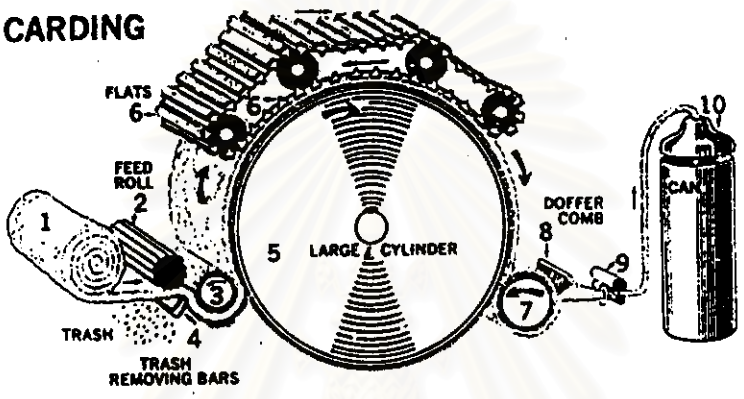


รูปที่ 2.5 แสดงเครื่องผสมและทำความสะอาดเส้นใย (Blow Room Machines)

2.5.2 <u>การสางใย</u> (Carding)

หลังจากเส้นใยได้ผ่านห้องผสมเส้นใยและทำเป็นแผ่นม้วนแล้ว เส้นใยยังมีสิ่งสกปรกติดอยู่ ดังนั้นจึงต้องมีการแยกแยะกลุ่มเส้นใยนี้ให้ออกจากกันโดยอิสระทำให้สิ่งสกปรกและสิ่งแปลกปลอมหลุดออกไป ทั้งยังเป็นการช่วยขจัดเส้นใยสั้น ๆ ออกไปด้วย แต่ทำการรวบรวมเส้นใยที่สะอาดแล้วนี้ให้เป็นเส้นยาวตลอด เรียกว่า สไลเวอร์ ที่มีขนาดและรูปร่างเหมาะสม

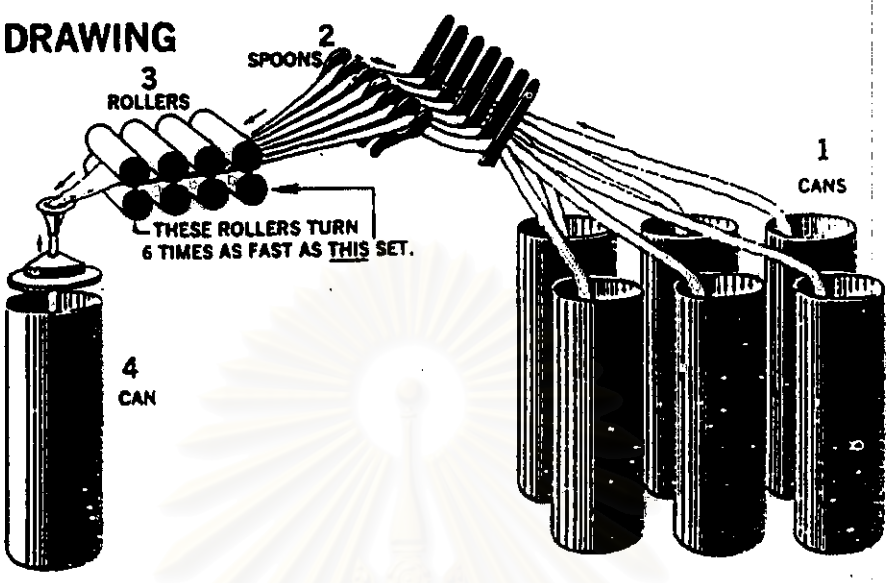
กับการผลิตขั้นตอนต่อไป เครื่องสางใยจะประกอบด้วยลูกกลิ้งขนาดใหญ่หลายลูกที่หุ้มด้ายหนาม มีทิศทางการหมุนและความเร็วที่แตกต่างกัน ส่วนด้านบนจะมีแท่งแผ่นหนาม (Flats) ขนาดเล็ก จำนวนมากและเคลื่อนที่ช้ามาก เส้นใยจึงถูกดึงแยกออกจากกันระหว่างหนามต่าง ๆ เหล่านี้ แผ่นม้วนเส้นใยจะป้อนเข้าด้านหลังเครื่องและรวมตัวกันเป็นสไลเวอร์ที่หน้าเครื่องบรรจุลงถึงสไลเวอร์ต่อไป ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงเครื่องสางใย (Carding Machine)

2.5.3 <u>การรีดปุย</u> (Drawing)

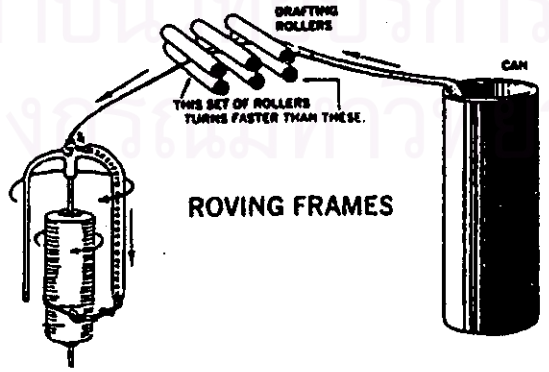
เนื่องจากเส้นใยที่ประกอบเป็นสไลเวอร์นั้น มีลักษณะไม่เหยียดตรงและไม่เรียงตัวขนานกันตามแนวทางยาวของสไลเวอร์ดีพอ ประกอบกับเส้นใยและขนาดของสไลเวอร์จากเครื่องสางใยแต่ละเครื่องที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการรีดปุยเส้นใยเพื่อให้ได้สไลเวอร์ที่มีความสม่ำเสมอและมีขนาดรูปร่างตามต้องการ สไลเวอร์จำนวนหลาย ๆ เส้นจะป้อนเข้าทางหลังเครื่องรีดปุยผ่านระบบลูกกลิ้ง (Drafling Roller) ที่วางซ้อนกันเป็นคู่ ๆ โดยที่ลูกกลิ้งคู่หน้าสุดจะวิ่งด้วยความเร็วผิวสูงกว่าลูกกลิ้งคู่หลังสุด ดังนั้นสไลเวอร์ที่รวมกันจะถูกรีดให้มีขนาดเล็กลง และเส้นใยจะเหยียดตรงมากขึ้น ดังรูปที่ 2.7 แสดงระบบลูกกลิ้งและเครื่องรีดปุย ในการผสมเส้นใยต่างชนิดกัน เช่น ฝ้ายกับพอลิเอสเตอร์ นิยมทำกันที่เครื่องรีดปุยนี้ โดยการนำสไลเวอร์ของเส้นใยฝ้าย และพอลิเอสเตอร์ป้อนเข้าหลังเครื่อง จำนวนเส้นสไลเวอร์ที่ใช้ของเส้นใยแต่ละชนิดต้องเป็นไปตามอัตราส่วนผสมที่กำหนด



รูปที่ 2.7 แสดงระบบลูกกลิ้งและเครื่องรีดปุย (Drafting Roller and Draw frame)

2.5.4 <u>การโรฟวิ่ง</u> (Roving)

เป็นการลดขนาดของสไลเวอร์ให้มีขนาดเหมาะสมสำหรับการปั่นด้ายเส้นโรฟวิ่ง จะมีลักษณะยาวตลอด มีเกลียวเล็กน้อยเพื่อให้เส้นใยจับยึดกันและมีความแข็งแรง ดังรูปที่ 2.8 แสดงเครื่องโรฟวิ่ง โดยที่สไลเวอร์แต่ละเส้นจะถูกป้อนเข้าทางหลังเครื่อง ผ่านระบบลูกกลิ้งเพื่อลดขนาดและพันม้วนเข้าหลอดขนาดใหญ่



รูปที่ 2.8 แสดงเครื่องโรฟวิ่ง (Roving Machine)

2.5.5 การปั่นด้าย (Spinning)

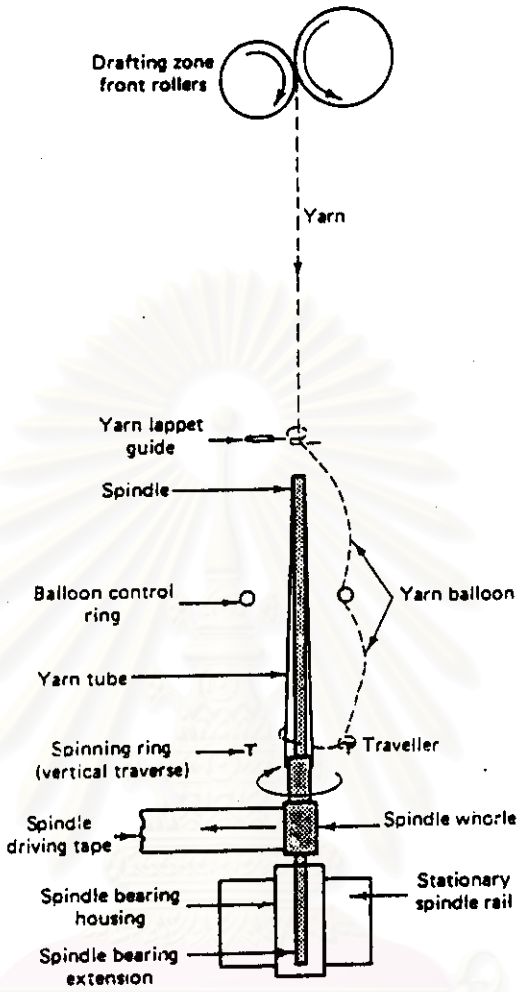
การปั่นด้ายเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำให้เส้นใยกลายเป็นเส้นด้าย สำหรับการปั่นด้ายใยสั้นในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี (ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์) แต่ในที่นี้ขอกล่าวถึงเพียง 2 แบบ คือ การปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring Spinning) และการปั่นด้ายแบบใช้ลม (Air - Jet Spinning)

2.5.5.1 การปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring Spinning)

เส้นโรฟวิ่งจะถูกดึงออกจากหลอดซึ่งแขวนอยู่ด้านบนของเครื่องปั่นด้าย โดยปลายของเส้นโรฟวิ่ง จะถูกใส่เข้าไปอยู่ระหว่างชุดลูกกลิ้งลดขนาด (Drafting Rollers) ซึ่งทั่วไปมีอยู่ 3 ชุด ได้แก่ ชุดลูกกลิ้งคู่หลัง (Back Rollers) ชุดลูกกลิ้งคู่กลาง (Middle Rollers) และ ชุดลูกกลิ้งคู่หน้า (Front Rollers) ซึ่งหมุนด้วยความเร็วผิวที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ชุดลูกกลิ้งคู่หน้าจะหมุนเร็วที่สุด ส่วนชุดลูกกลิ้งคู่หลังจะหมุนช้าที่สุด ทำให้เกิดสภาวะการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเส้นใย เกิดการลดขนาดของเส้นโรฟวิ่งให้มีขนาดเล็กลงเป็นเส้นด้าย ได้ด้วยวิธีการดึงเกลียวจากหลอดด้ายและตัวห่วง (Traveller) ซึ่งคล้องและวิ่งอยู่บนวงแหวน (Ring) โดยที่จากลูกกลิ้งคู่หน้าถึงตัวห่วงจะมีตัวนำด้าย (Thread Guide) ติดตั้งอยู่ เมื่อเกิดการหมุนจากหลอดด้ายและตัวห่วงที่คล้องและวิ่งอยู่บนวงแหวนจึงทำให้เส้นด้ายมีเกลียวที่เกิดขึ้นบนเส้นด้ายขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างอัตราของความเร็วรอบของแกนหลอด หรือตัวห่วงเล็ก ๆ ต่อความยาวของเส้นด้ายที่ส่งออกมาจากลูกกลิ้งคู่หน้า หลังจากนั้นเส้นด้ายจะถูกพันเข้าสู่หลอดด้าย โดยลักษณะการพันเข้าหลอดจะพันขึ้นลงสลับกัน ดังรูปที่ 2.9 แสดงการปั่นด้ายแบบวงแหวน

2.5.5.2 การปั่นด้ายแบบใช้ลม (Air - Jet Spinning)

การปั่นเส้นด้ายแบบใช้ลมคือ ระบบการปั่นด้ายแบบการพัน (Wrap Spinning System) ซึ่งเส้นใยกลุ่มเล็ก ๆ จะถูกแยกออกจากกันแล้วจะพันรอบแกนเส้นใยที่ขนานกันอีกทีหนึ่ง การปั่นด้ายระบบนี้เหมาะสำหรับปั่นเส้นด้ายเบอร์ปานกลางถึงเบอร์สูง (Neuhaus, 1990)

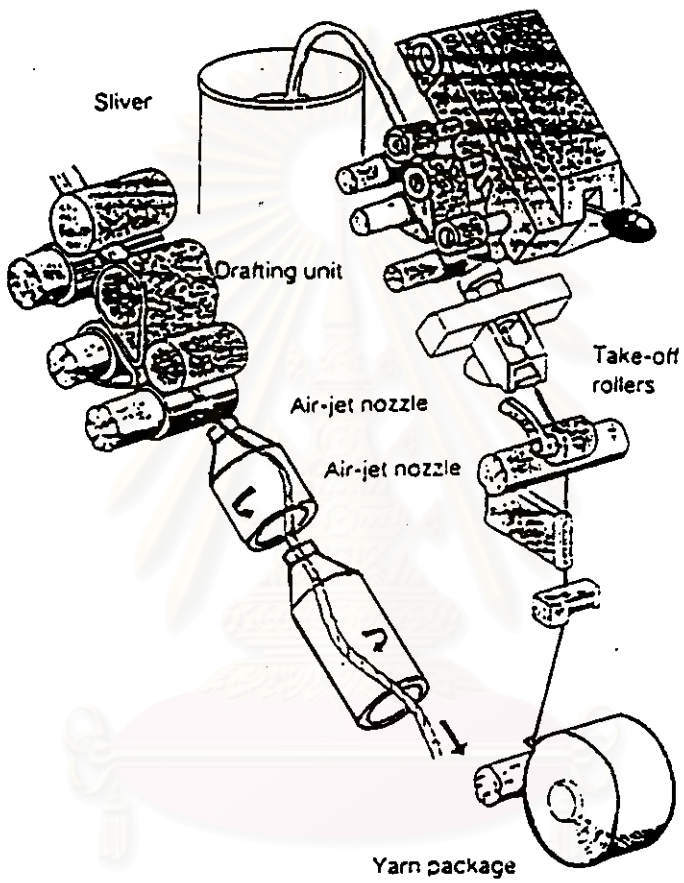


รูปที่ 2.9 แสดงการปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring Spinning)

หลักการปั่นด้ายแบบใช้ลม

หลักการของการปั่นด้ายแบบใช้ลมจะคล้ายกับการผลิตเส้นด้ายเท็กซ์เจอร์แบบดีเกลียวชั่วคราว (False Twisting) กล่าวคือ เมื่อกลุ่มของเส้นใยยาวถูกควบคุมให้เคลื่อนที่ผ่านถูกกลิ้งสองชุดและในขณะเดียวกันก็จะถูกปั่นเกลียวตรงช่วงระหว่างกลางของถูกกลิ้ง ผลของจำนวนเกลียวในเส้นด้ายเมื่อผ่านถูกกลิ้งชุดหลังจะเป็นศูนย์ เนื่องจากเกลียวที่ถูกสร้างขึ้นด้านบนของตัวทำเกลียวจะคายเกลียวออกในทิศทางกลับกันเมื่อผ่านตัวทำเกลียว สำหรับการปั่นด้ายเส้นใยสั้น เมื่อสไลเวอร์ถูกทำให้กระจายขณะวิ่งผ่านถูกกลิ้ง 2 ชุด พร้อมทั้งถูกปั่นเกลียวตรงกลางด้วยลมภายในหัวฉีด โดยที่เส้นใยตรงแกนกลาง (Core Fibres) จะเกิดเกลียวและคลายเกลียวตามหลักการข้างต้น

แต่เส้นใยที่อยู่บริเวณรอบนอกของสไลเวอร์จะไปพันรอบเส้นใยแกนกลาง เรียกเส้นใยที่ไปพันรอบเส้นใยแกนกลางนี้ว่า ใยหุ้มห่อ (Wrapper Fibres) ดังรูปที่ 2.10 แสดงหลักการของเครื่องปั่นด้ายแบบใช้ลม จำนวนเส้นใยและการกระจายตัวของเส้นใยที่พันรอบนอกนั้นมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อสมบัติของเส้นด้าย (Oxemham, 1990)



รูปที่ 2.10 แสดงหลักการของเครื่องปั่นด้ายแบบใช้ลม (Air - Jet Spinning)

ในปัจจุบันเครื่องปั่นด้ายยี่ห้อ Murata ของประเทศญี่ปุ่นประสบผลสำเร็จในทางอุตสาหกรรมพอสมควรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ปั่นด้ายผสมระหว่างพอลิเอสเตอร์กับฝ้ายและจากงานวิจัยพบว่าการปั่นด้ายด้วยลมนั้นเหมาะสมกับเส้นใยพอลิเอสเตอร์ แต่ไม่เหมาะสมกับฝ้ายเพราะว่าเส้นด้ายที่ผลิตจากพอลิเอสเตอร์จะมีความแข็งแรงสูงในขณะที่เส้นด้ายที่ผลิตจากฝ้ายจะมีความแข็งแรงต่ำมาก ดังนั้นในการปั่นด้ายผสมระหว่างพอลิเอสเตอร์กับฝ้ายนั้นจะต้องมีส่วนผสมของพอลิเอสเตอร์มากกว่าฝ้ายนอกจากนี้การปั่นด้ายด้วยลมจะเหมาะสมกับ

เส้นด้ายที่มีขนาดเล็กเนื่องจากเส้นด้ายจะมีความแข็งแรงสูง ในทางตรงกันข้ามถ้าปั่นเส้นด้ายที่มีขนาดใหญ่จะมีความแข็งแรงต่ำมาก (Oxenham, 1990)

เส้นด้ายจากการปั่นด้ายแบบใช้ลม เป็นเส้นที่ใช้คุณสมบัติของเกลียวหลอก โดยตัว Air Vortex จะเป็นตัวใส่เกลียว Z ในเส้นด้าย ในทิศทางที่เหมาะสมด้วยหัวฉีดตัวที่ 2 ดังนั้นเมื่อเส้นด้ายเกิดการ Self-Untwisting เส้นด้ายจะเกิดการคลายเกลียวในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ทำให้เส้นใยเกิดการบิดตัวเอียงเป็นเกลียว S ซึ่งในกระบวนการลักษณะนี้เส้นด้ายจะต้องมีความแข็งแรงในตัวเส้นด้ายเอง เพียงพอที่จะทำให้เกิดการบิดเกลียวเส้นด้ายในตัวเองได้ จึงเกิดเป็นเกลียวหลอกขึ้นในเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นด้ายด้วยลม

เกลียวที่ใส่ในเส้นด้าย เกลียว Z เป็นเกลียวที่มีส่วนสำคัญ เกลียว Z เป็นเกลียวที่เกินกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นด้าย แต่จำนวนเกลียว S จะไม่สมดุลกับเกลียว Z ในจุดที่เส้นด้ายเปลี่ยนจากเกลียว Z เป็นเกลียว S เส้นด้ายจะมีทิศทางการเอียงที่น้อยมาก ซึ่งไม่ปรากฏว่าเป็นทั้งเกลียว Z และเลียว S เส้นใยส่วนนี้จะเรียงตัวขนานกัน และจะเรียงตัวแบบนี้อีกหลังจากเส้นด้ายเกิด Self-Untwisting (How, Cheng and Wong, 1992)

เส้นด้ายใยสั้นที่ทำมาจากฝ้ายผสมกับพอลิเอสเตอร์ แล้วนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยการปั่นด้ายแบบใช้ลม ซึ่งใช้หลักการปั่นด้ายที่มีเส้นใยเป็นแกนกลาง (Core Fibres) แล้วมีกลุ่มของเส้นใยเล็ก ๆ ไปพันรอบเส้นใยแกนกลางเรียกว่าใยห่อหุ้มห่อ (Wrapper Fibres) โดยใช้หลักการปั่นด้ายคล้ายกับการผลิตเส้นด้ายแบบตีเกลียวชั่วคราว (False Twist)

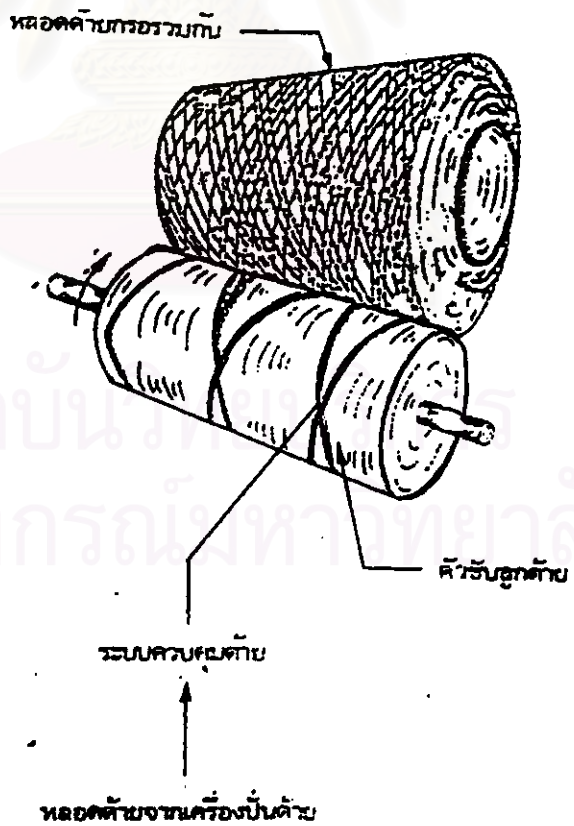
โครงสร้างของเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นด้ายแบบวงแหวนและแบบใช้ลมจะแตกต่างกัน จึงทำให้เส้นด้ายมีสมบัติแตกต่างกันด้วย กล่าวคือเส้นด้ายจากการปั่นด้ายแบบใช้ลมจะมีความสม่ำเสมอน้อยกว่าเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นด้ายแบบวงแหวน ส่วนสมบัติด้านจำนวนขนบนเส้นด้าย ปุ่มปมบนเส้นด้าย และความแข็งกระด้างของเส้นด้าย การปั่นด้ายแบบใช้ลมจะมีมากกว่าเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นด้ายแบบวงแหวน ซึ่งความแข็งกระด้างเส้นด้ายมักจะมีผลต่อผิวสัมผัสของผ้า ทำให้ผ้าที่ทอมาจากเส้นด้ายจากการปั่นด้ายแบบใช้ลมมีผิวสัมผัสกระด้าง (Puttachiyong and Oxenham, 1992)

ในการศึกษาทดลองเรื่องสมบัติของแรงดึงและการยืดตัวก่อนขาดของเส้นใยพอลิเอสเตอร์ มีอิทธิพลต่อการปั่นด้ายและสมบัติของเส้นพอลิเอสเตอร์จากการปั่นด้ายแบบใช้ลมพบว่าขนาดหรือความละเอียดของเส้นใยที่เหมาะสมสำหรับการปั่นด้ายแบบใช้ลมจะอยู่ในช่วงระหว่าง 1.35 - 1.7 dtex และเมื่อนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยการปั่นด้ายแบบใช้ลม การปั่นด้ายแบบวงแหวนและการปั่นด้ายแบบลูกถ้วย พบว่าเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นแบบวงแหวนจะมีความแข็งแรงสูงสุด รองลงมาคือเส้นด้ายจากการปั่นแบบใช้ลม สุดท้ายคือเส้นด้ายจากการปั่นแบบลูกถ้วยจะมีความ

แข็งแรงต่ำสุด สำหรับการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายพบว่าถ้าเส้นด้ายมีการยืดตัวก่อนขาดสูงจะทำให้เส้นด้ายนั้นมีความแข็งแรงสูงด้วย และเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นด้ายดังกล่าวข้างต้นนั้นเป็นเส้นด้ายที่ได้จากการการปั่นด้ายแบบวงแหวนจะมีการยืดตัวก่อนขาดมากที่สุด รองลงมาคือเส้นด้ายจากการปั่นแบบใช้ลม และเส้นด้ายจากการปั่นด้ายแบบลูกถ้วยจะมีค่าน้อยที่สุด (Artzt,1993)

2.5.6 <u>การกรอด้าย</u> (Winding)

เนื่องจากหลอดด้ายที่ได้จากเครื่องปั่นด้ายมีขนาดเล็กและมีความยาวยังไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงต้องมีการกรอด้าย เพื่อรวมเส้นด้ายทำให้ได้หลอดด้ายที่มีขนาดใหญ่ขึ้น สะดวกและมีความยาวเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน นอกจากนี้การกรอด้ายยังเป็นการขจัดสิ่งบกพร่องต่าง ๆ บนเส้นด้าย เช่น ส่วนหนา ปุ่มปม และรอยต่อ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการนำไปใช้งาน และทำให้คุณภาพของเส้นด้ายต่ำลง เส้นด้ายที่มีสมบัติดีจะต้องมีขนาดที่สม่ำเสมอโดยตลอดปราศจากปุ่มปม มีความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความอ่อนนุ่ม และเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของการใช้งาน และการย้อมสีตกแต่งได้ดี ดังรูปที่ 2.11 แสดงเครื่องกรอด้าย



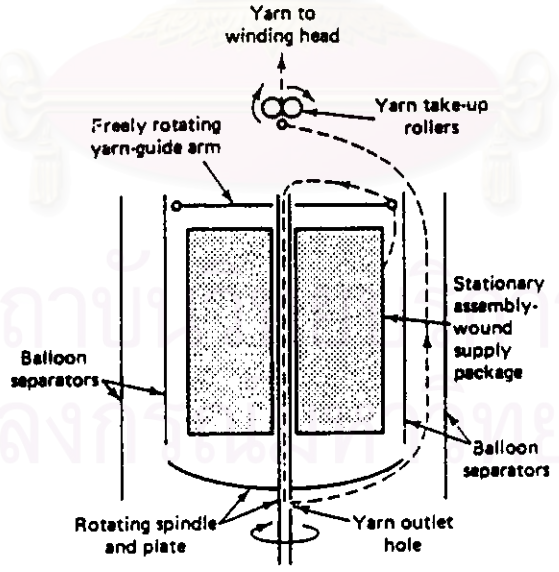
รูปที่ 2.11 แสดงเครื่องกรอด้าย (Winding Machine)

2.5.7 <u>การตีเกลียวเส้นด้ายแบบ ทู- ฟอร์ - วัน</u> (Two - for - One Twisting)

เครื่องตีเกลียวเส้นด้ายแบบทู - ฟอร์ - วัน หมายถึง เครื่องตีเกลียวที่สามารถตีเกลียวเส้นด้ายได้ครั้งละ 2 เกลียวต่อการหมุน 1 รอบ ของแกนปั่นเกลียว (Spindle) (บรรพต เตกะจรินทร์ และบุญยิ่ง พุ่มเปี่ยม, 2536)

<u>หลักการทำงานของเครื่องตีเกลียวเส้นด้ายแบบทู - ฟอร์ - วัน</u>

การทำงานของเครื่องตีเกลียวเส้นด้ายแบบทู - ฟอร์ - วัน คือ การนำเอาเส้นด้ายจำนวน 2 เส้น มาร้อยผ่านท่อรูปตัวแอลแล้วนำมารวมกันที่ Freely Rotating Yarn - Guide Arm และที่ Yarn Take - Up Rollers ในขณะที่ท่อตัวแอลหมุนไป 1 รอบ จะทำให้เกิดเกลียวบนเส้นด้าย จำนวน 2 เกลียว ในตำแหน่งระหว่าง Freely Rotating Yarn - Guide Arm กับ Yarn Outlet Hole และระหว่าง Yarn Outlet Hole กับ Yarn Take - Up Rollers ดังรูปที่ 2.12 แสดงหลักการทำงานของการตีเกลียวเส้นด้ายแบบ ทู - ฟอร์ - วัน (บรรพต เตกะจรินทร์ และบุญยิ่ง พุ่มเปี่ยม)



รูปที่ 2.12 แสดงหลักการทำงานของการตีเกลียวเส้นด้ายแบบทู - ฟอร์ - วัน (Two - For - One Twisting Principle)