การศึกษาสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนที่ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใยที่แตกต่างกัน

A STUDY ON THE PROPERTIES OF OE-ROTOR YARNS SPUN FROM THE SLIVER OF MODIFIED TANDEM CARDING MACHINES

ณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง

NUTTAWAT PRASONGSIANG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสิ่งทอ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ

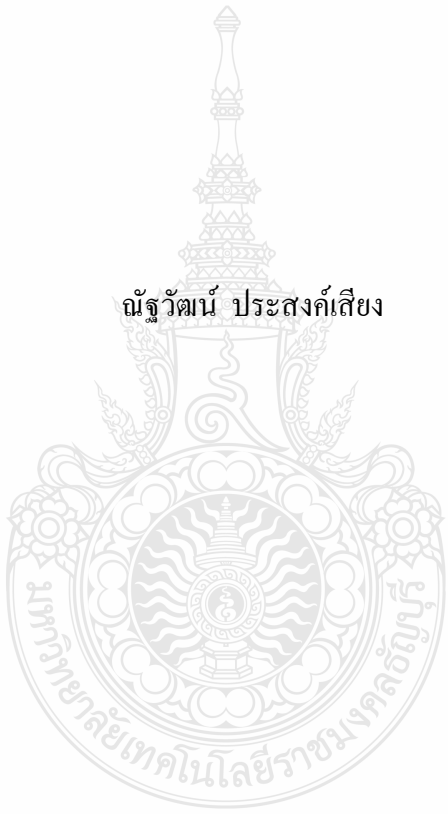
คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พ.ศ. 2552

การศึกษาสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนที่ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใยที่แตกต่างกัน

ณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสิ่งทอ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ

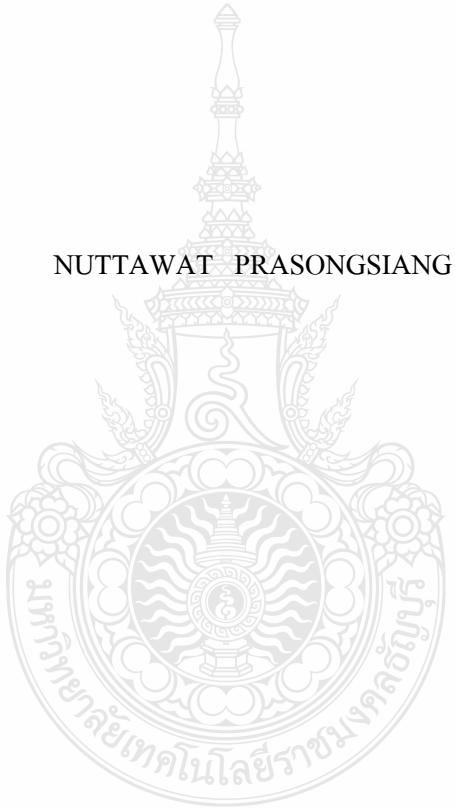
คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พ.ศ. 2552

A STUDY ON THE PROPERTIES OF OE-ROTOR YARNS SPUN FROM THE SLIVER OF MODIFIED TANDEM CARDING MACHINES

NUTTAWAT PRASONGSIANG



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING

IN TEXTILES DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI

2009

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัยขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้นงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและข้อความต่างๆในวิทยานิพนฉบับนี้ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

นายณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง

COPYRIGHT © 2009 ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2552
FACULTY OF ENGINEERING คณะวิศวกรรมศาสตร์
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนที่ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใยที่แตกต่างกัน
นักศึกษา	นายณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง
รหัสประจำตัว	115070405005-5
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สิ่งทอ
ปีการศึกษา	2552
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมนึก สังข์หนู

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนจำนวน 3 เครื่องได้แก่ เครื่องที่ 1 เป็นเครื่องสางใยแบบเดิม เครื่องที่ 2 ดัดแปลงโดยทำการติดตั้งหนาม Stationary flat แทนหนาม Revolving flat ที่ลูกกลิ้งหนามสางใยตัวแรก และเครื่องที่ 3 ดัดแปลงโดยทำการติดตั้งหนาม Stationary flat แทนหนาม Revolving flat ที่ลูกกลิ้งหนามสางใยตัวที่สองหรือขั้นที่สอง

การดัดแปลงเครื่องที่ 2 และ 3 ได้ติดตั้งใบมีดดักสิ่งสกปรกและท่อลมดูดในแต่ละช่วงของหนาม Stationary flat ด้วย ในการดัดแปลงนี้จะช่วยเพิ่มพื้นที่ในการสางใยให้มากขึ้น พร้อมทั้งกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ รวมทั้งเส้นใยสั้นและฝุ่นในระหว่างการสางใย ซึ่งจะทำให้เส้นด้ายที่ปั่นมีคุณสมบัติที่ต้องการดีขึ้น

จากการปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor เบอร์ 10 Ne และ 20 Ne พบว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 มีค่าจุดหนา จุดบาง และปุ่มปมในเส้นด้ายต่ำที่สุด และให้ค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายมากที่สุด เนื่องจากสิ่งสกปรกและเศษเส้นใยสั้นถูกกำจัดออกไปเป็นจำนวนมากในระหว่างขั้นตอนการสางใย ส่วนเครื่องสางใยแบบเดิมจะให้ค่าความแปรปรวนต่อความยาวหรือความสม่ำเสมอของเส้นด้ายดีที่สุด เพราะเส้นใยถูกรบกวนจากการปะทะกับใบมีดและลมดูดน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามจากการทดลองสรุปได้ว่า เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยเครื่องที่ 2 ให้สมบัติโดยรวมเป็นที่น่าพอใจมากที่สุด

คำหลัก เส้นด้าย OE-Rotor, เครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน, Stationary Flats, Revolving flats

Thesis Title : A Study on the Properties of OE-Rotor Yarns spun from the Sliver of Modified Tandem Carding Machines

Student Name : Mr. Nuttawat Prasongsiang

Student ID : 115070405005-5

Degree Award : Master of Engineering

Study Program : Textiles

Academic Year : 2009

Thesis Advisor/s : Assistant Professor Dr. Somnuk Sungnoo

ABSTRACT

This work aim to study the properties of open-end or OE - rotor yarns spun from slivers spinning from three tandem carding machines. The first machine worked on its original condition where the breaker and finisher cylinders were working with the revolving flat. The second one was modified by replacing the revolving flat on the breaker with the stationary flat. Whereas the third one was modified by replacing the revolving flat on the finisher with the stationary flat.

Both the second and the third machines were also devised at intervals of knives and suction units in order to eliminate trash, dust and short fibers. With these modifications, the area of carding of the fibers was increased.

It was found that thin place, thick place, numbers of nep and breaking strength of yarn number 10 and 20 Ne, which were spun from sliver of the second machine, were superior to those yarns from the other machines. This is because the trash and short fibers were removed obviously during carding.

Keywords : OE-Rotor Yarn, Tandem Carding Machine, Stationary Flat, Revolving Flat

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ เนื่องจากได้รับการช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆจากคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พร้อมทั้งได้รับความอนุเคราะห์จากบุคลากร และหน่วยงานต่างๆ ดังนี้ บริษัท ยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ วัตถุดิบ เครื่องจักรที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งเจ้าหน้าที่และเครื่องมือในการทดสอบ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง Shirley Trash Analyzer และเครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย

สุดท้ายนี้ ขอบมอบคุณความดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แด่ บิดา มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจให้อย่างดี ตลอดจนครูอาจารย์ที่ตั้งใจประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้ ขอขอบคุณผู้เขียนหนังสือ บทความ และเอกสารที่นำมาใช้ในการอ้างอิงในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณเจ้าหน้าที่ ที่ช่วยทำการทดลองและทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย คุณคำพลอย พรมแก้ว คุณวรรณธนี เมธาจารุวิทย์ และคุณยศวัต ตั้งฐานานุศักดิ์ รวมทั้งขอขอบคุณหน่วยงานและบุคคลอีกหลายๆท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง

15 กันยายน 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 สมมติฐาน	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา	3
1.5 ขั้นตอนการศึกษา	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความรู้พื้นฐานในการปั่นเส้นด้ายใยสั้น	5
2.2 ข้อกำหนดและคุณสมบัติของเส้นใยที่มีผลต่อคุณภาพเส้นด้าย	6
2.3 กระบวนการปั่นเส้นด้ายปลายเปิดแบบลูกถ้วย	14
2.4 เครื่องจักรและขั้นตอนของกระบวนการปั่นเส้นด้ายแบบลูกถ้วย	23
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	40
3.1 ขั้นตอนการดัดแปลงเครื่องสางใย	40
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	52
3.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	62
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1 ผลการเตรียมม้วนแลป	68
4.2 ผลการทดสอบสไลเวอร์	69
4.3 ผลการทดลองปั่นเป็นเส้นด้าย	78
4.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ	91
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	93
5.1 สรุปผลการทดลอง	93
5.2 บทสรุป	93
5.3 ข้อเสนอแนะ	94
เอกสารอ้างอิง	95
ภาคผนวก	97
ก ข้อมูลผลการทดสอบ	97
ข ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน	117
ค ตารางแจกแจงทางสถิติ	148
ง งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์	154
ประวัติผู้เขียน	165

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความละเอียดของเส้นใยและเกณฑ์ในการพิจารณา	8
2.2 ความยาวของเส้นใยฝ้ายที่ 2.5% Span length และระดับความยาว	9
2.3 ตารางแสดงการจำแนกชนิดของฝุ่น	13
2.4 เปรียบประสิทธิภาพการทำความสะอาดของ Lint Master กับเครื่องจักรอื่นที่มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน	34
2.5 เปรียบเทียบเส้นด้าย OE-Rotor ที่ทำการปั่นหลังจากการปรับปรุงเครื่องสางใย CROSROL MK- 4 (Tandem) โดยการติดตั้ง Stationary flats และที่ไม่ติดตั้ง Stationary flats	39
3.1 หนามสางใยและระยะปรับตั้งต่างๆของเครื่องสางใย	47
3.2 ความละเอียดของฟันหนาม Stationary flats	50
3.3 ข้อมูลทั่วไปที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว	63
3.4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว	65
4.1 คุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง	68
4.2 ผลการทดสอบสไลเวอร์เมื่อใช้ม้วนแลปฝ้าย A	69
4.3 ผลการทดสอบสไลเวอร์เมื่อใช้ม้วนแลปฝ้าย B	71
4.4 เปรียบเทียบการสูญเสียของเศษฝ้ายในระหว่างการสางใย	74
4.5 ผลการทดสอบสไลเวอร์เมื่อใช้ม้วนแลปฝ้าย A	75
4.6 ผลการทดสอบสไลเวอร์เมื่อใช้ม้วนแลปฝ้าย B	76
4.7 ผลการทดสอบเส้นด้าย	79
4.8 ต้นทุนในการดัดแปลงเครื่องสางใย	92
5.1 ปริมาณจุดปุ่มปม (Neps/gram) ในเส้นสไลเวอร์จากเครื่องสางใยและเครื่องรีดปุย	94

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Neps จากเปลือกของเมล็ดฝ้าย	11
2.2 Mechanical neps	12
2.3 ไดอะแกรมแสดงหลักการทำงานของเครื่อง Neps Tester	13
2.4 แผนผังกระบวนการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor	15
2.5 ลักษณะวิธีและส่วนประกอบหลัก ๆ ของการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor	16
2.6 เครื่องปั่นเส้นด้าย OE-Rotor	17
2.7 แผนผังแสดงขั้นตอนของการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor	18
2.8 ไดอะแกรมการป้อนฝ้ายเข้าสู่ Rotor	19
2.9 ลักษณะการฉีกเส้นใยของหนามฉีกเปิดเส้นใย และการส่งเส้นใยเข้าสู่ Rotor	20
2.10 ลักษณะภายในของชุดปั่นเส้นด้าย (Spinning Unit)	21
2.11 ลูกถ้วยปั่น (Rotor)	22
2.12 การสะสมเส้นใยและการบิดตัวเป็นเส้นด้ายภายในRotor	22
2.13 เครื่องสางใยแบบการสางขั้นตอนเดียว (Single Carding Machine)	24
2.14 เครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน (Tandem Carding Machine)	25
2.15 เครื่องรีดปุยเส้นใย	28
2.16 ชุดลูกกลิ้งลดขนาดในเครื่องรีดปุยเส้นใย	28
2.17 ตัวอย่างหลอดด้าย OE-Rotor	30
2.18 ชุด Clean Master ของ Hollingsworth ในเครื่องสางใย Single Card	33
2.19 การติดตั้งระบบ Lint Master ในลูกกลิ้งทำความสะอาดฝ้าย	34
2.20 การปรับปรุงเครื่องสางใย Tandem Card โดยลูกกลิ้งสางใยขั้นที่สองมีลูกกลิ้งทำความสะอาด และ ระบบลมดูดสิ่งสกปรกอยู่ด้านล่างของเครื่อง	35
2.21 เปรียบเทียบผลการทดสอบเส้นด้ายที่ใช้ฝ้ายจากการสางใยที่ติดตั้งหนาม Stationary flats กับการสางใยที่ไม่ได้ติดตั้ง Stationary flats	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.22 เครื่องสางใยที่ติดตั้งหนาม Stationary Flats ไว้ด้านบนและด้านล่างของลูกกลิ้ง Cylinder	37
2.23 ลักษณะของ Funnel Effect	38
3.1 ไดอะแกรมของเครื่องสางใยแบบเดิมหรือแบบทั่วไป	40
3.2 ไดอะแกรมการสางใยของเครื่องที่ทำการดัดแปลงที่ลูกกลิ้งสางใยตัวแรก	41
3.3 ไดอะแกรมการสางใยของเครื่องที่ทำการดัดแปลงที่ลูกกลิ้งสางใยตัวที่สอง	41
3.4 เครื่องสางใยแบบการสางใยสองขั้นตอนทั่วไป หรือแบบเดิม	42
3.5 หนาม Stationary flat และใบมีดดักสิ่งสกปรก	43
3.6 การติดตั้งและปรับระยะหนาม	43
3.7 การติดตั้งและปรับระยะหนาม	44
3.8 การติดตั้งท่อลมดูดกับเครื่องที่ทำการดัดแปลงการสางใยขั้นตอนแรก	44
3.9 เครื่องสางใยที่ทำการดัดแปลงการสางใยที่การสางใยขั้นตอนแรก	45
3.10 การเตรียมการติดตั้งหนาม Stationary flats กับเครื่องสางใย	45
3.11 การติดตั้งท่อลมดูดกับเครื่องที่ทำการดัดแปลงการสางใยขั้นตอนที่สอง	46
3.12 เครื่องสางใยที่ทำการดัดแปลงการสางใยที่การสางใยขั้นตอนที่สอง	46
3.13 เปรียบเทียบพื้นที่ในการสางใยที่เพิ่มขึ้นหลังจากการดัดแปลงแล้ว	51
3.14 ขั้นตอนการทดลอง	52
3.15 ตัวอย่างเศษฝ้ายก่อนการทำความสะอาดและทำเป็นม้วนแลป	53
3.16 ม้วนแลปของฝ้าย A	54
3.17 ฝ้ายที่ได้จากการหีบ หรือฝ้ายเบล	54
3.18 ม้วนแลปของฝ้าย B	55
3.19 เครื่องทดสอบ Shirley Trash Analyser	56
3.20 ตัวอย่างการทดลองเดินเครื่องสางใย	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 ตัวอย่างสไลเวอร์จากการสางใย	57
3.22 เครื่องทดสอบ Uster Neps Tester	58
3.23 เครื่องทดสอบ Uster Tester 3	59
3.24 เครื่องรีดปุยยี่ห้อ CHERRY รุ่น HARA DX-500	60
3.25 เครื่องปั่นด้าย OE-Rotor ยี่ห้อ TOYODA รุ่น HSL-6	61
3.26 ตัวอย่างเส้นด้าย OE-Rotor	61
3.27 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine Instrol – 5569	62
4.1 สิ่งสกปรก และฝุ่นใน Carded Sliver	73
4.2 ปริมาณ Neps/ gram ใน Carded Sliver	73
4.3 ค่า CVm% และ จุดบกพร่องใน Carded Sliver	74
4.4 สิ่งสกปรก และฝุ่นใน Draw frame Sliver	77
4.5 ปริมาณ Neps/gram ใน Draw frame Sliver	77
4.6 ค่า CVm% และ จุดบกพร่องใน Draw frame Sliver	78
4.7 ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย	80
4.8 จุดบางบนเส้นด้าย	81
4.9 จุดหนาบนเส้นด้าย	81
4.10 จำนวนปุ่มปมบนเส้นด้าย	82
4.11 ความเหนียวของเส้นด้าย	84
4.12 การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย	84
4.13 ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย	85
4.14 จุดบางบนเส้นด้าย	86
4.15 จุดหนาบนเส้นด้าย	87
4.16 จำนวนปุ่มปมบนเส้นด้าย	88

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 ความเหนียวของเส้นด้าย	90
4.18 การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย	90

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

OE Spinning	Open-End Spinning
RPM	Revolution per Minute
PPSI	Point per Square Inch
SFI	Short Fiber Index
Trash	สิ่งสกปรก จำพวกเปลือก เมล็ดและใบไม้ที่ปนมากับใยฝ้าย
Neps	ปุ่มปมที่มีขนาดโตกว่าเส้นสไลเวอร์หรือเส้นด้ายปกติ
CVm%	เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของเส้นสไลเวอร์หรือเส้นด้ายต่อความยาว
Thin place	จุดบางที่เกิดขึ้นบนเส้นสไลเวอร์หรือเส้นด้าย
Thick place	จุดหนาที่เกิดขึ้นบนเส้นสไลเวอร์หรือเส้นด้าย
Tenacity	ความเหนียวของเส้นด้าย มีหน่วยเป็น cN /Tex
Elongation	การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการนำเศษฝ้ายที่เหลือจากกระบวนการปั่นเส้นด้าย เช่น เศษฝ้ายที่ตกใต้เครื่องทำความสะอาดและผสมฝ้าย เศษฝ้ายจากเครื่องสางใยและเครื่องหวีเส้นใย หรือจากขั้นตอนอื่นๆในกระบวนการปั่นเส้นด้ายฝ้าย กลับมาทำการปั่นเป็นเส้นด้ายอีกนั้นเป็นที่นิยมและมีความจำเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการนำเศษฝ้ายมาผสมกับใยฝ้ายคุณภาพดี หรืออาจจะใช้เฉพาะเศษฝ้าย เพราะจะเป็นการใช้ฝ้ายซึ่งเป็นวัตถุดิบในการปั่นเส้นด้ายอย่างคุ้มค่า โดยในส่วนที่ต้องทิ้งออกไปจากกระบวนการคือเศษที่ไม่มีความจำเป็นจริงๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเศษฝ้ายกลับมาทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นแบบ Rotor ซึ่งวัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้ายที่ยังคงมีเส้นใยที่มีความยาวเหลือพอที่จะนำมาทำการปั่นเป็นเส้นด้ายได้อีก แต่ก็จะมีสิ่งสกปรกและมีปริมาณของใยสั้นปนอยู่ในปริมาณที่มากกว่าปกติ และสิ่งเหล่านี้ได้สร้างปัญหาด้านคุณภาพอย่างมากให้กับเส้นด้ายที่ทำการปั่น ดังนั้นถ้าหากสามารถที่จะกำจัดสิ่งสกปรก เช่น เปลือกของเมล็ดฝ้าย เศษของเปลือกจากลำต้นและเศษใบฝ้าย สิ่งสกปรกจากดินและฝุ่นผงอื่นๆ รวมทั้งใยสั้นที่ไม่เหมาะสมต่อการปั่นเส้นด้ายออกให้มากที่สุด ก่อนป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้าย ก็จะทำให้ได้เส้นด้ายจากการปั่นที่มีคุณภาพดี ซึ่งสมบัติของเส้นสไลเวอร์ที่จะป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้ายนั้น อาจจะถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นได้โดยการดัดแปลงเทคนิคของการสางใยแบบทั่วไป เป็นเทคนิคการสางใยแบบใหม่ที่ช่วยในการกำจัดสิ่งสกปรกที่ไม่ต้องการดังกล่าวข้างต้นได้ดีขึ้น

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาสมบัติของเส้นสไลเวอร์จากเครื่องสางใยแบบการสางใยสองขั้นตอน (Tandem Carding Machine) ซึ่งเป็นเครื่องสางใยที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวได้ดี เพราะถือได้ว่าเป็นการทำความสะอาดขั้นสุดท้ายให้กับเส้นใยฝ้ายก่อนป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้าย และเป็นเครื่องที่ให้พื้นที่ในการสางทำความสะอาดเส้นใยได้มาก ซึ่งจะได้เส้นใยฝ้ายที่มีความสะอาดขึ้นหลังผ่านการสางใย โดยหากสามารถเพิ่มพื้นที่ในการสางเส้นใยและมีระบบกำจัดสิ่งสกปรก ฝุ่นและใยสั้นที่ดีให้กับเครื่องสางใยดังกล่าวได้อีก ก็เป็นไปได้ที่จะทำให้ได้เส้นใยฝ้ายที่สะอาดเหมาะกับการปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีคุณภาพดีมากขึ้นกว่าการใช้สไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาสมบัติของสไลเวอร์ และเส้นด้ายที่ผลิตจากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนที่ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใย

1.3 สมมติฐาน

เครื่องสางใย เป็นเครื่องจักรในงานสิ่งทอที่ทำหน้าที่สางทำความสะอาด เปิดกระจาย และทำให้เส้นใยเหยียดตรง โดยเฉพาะหากต้องการให้เส้นใยมีความสะอาด และเหยียดตรงมากยิ่งขึ้น ก็สามารถที่จะเลือกใช้เครื่องสางใยที่มีพื้นที่ในการสางใยมาก หรือมีความเร็วในการสางใยที่สูงเพื่อช่วยในการแยกสิ่งสกปรกที่ปนมากับฝ้ายได้ดียิ่งขึ้น และสิ่งสกปรกที่ถูกแยกออกมานี้จะถูกเกี่ยวพาออกไปด้วยหนามแบบเส้นลวด (Flexible Revolving Flat หรือ Top Flat) ที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของลูกกลิ้งสางใย (Cylinder) และบางส่วนจะตกลงใต้เครื่อง

ดังนั้นจากที่กล่าวมาเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน จึงมีความเหมาะสมและเป็นไปได้ที่จะตอบสนองความต้องการในการสางใยดังกล่าวได้ดี ถ้าสามารถเพิ่มพื้นที่ในการสางและมีระบบการแยกสิ่งสกปรกที่มากับใยฝ้ายให้ดีขึ้น

โดยการเปลี่ยนจากการสางใยที่ใช้หนามสางแบบเส้นลวด (Flexible Revolving Flat) ซึ่งมีลักษณะการสางและการทำความสะอาดเส้นใย โดยการหมุนเกี่ยวพาเอาสิ่งสกปรกที่ปนมากับเส้นใยฝ้ายออกไป แล้วจะมีแปรงปัดเอาสิ่งสกปรกออกจากหนามดังกล่าวไว้เพียงจุดเดียวเท่านั้น โดยสิ่งสกปรกที่สะสมอยู่บนฟันของหนามลวดนี้จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งของแปรงปัดทำความสะอาด ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถที่จะเกี่ยวพาเอาสิ่งสกปรกออกไปได้อย่างเต็มที่ เป็นหนามสางใยแบบฟันเลื่อยที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Saw Tooth Stationary Flats) แทน และเพิ่มใบมีดดักเศษพร้อมระบบลมซึ่งดูดสิ่งสกปรกให้ดีขึ้น เพราะฟันหนามดังกล่าวจะทำหน้าที่เปิดแยกและสางเส้นใย และส่วนที่เป็นใบมีดจะคอยดักเอาสิ่งสกปรกออกจากเส้นใยฝ้าย พร้อมมีลมดูดสิ่งสกปรกดังกล่าวออกไป ก็เป็นไปได้ที่จะได้ใยฝ้ายที่สะอาด สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีคุณภาพสูงมากขึ้น เมื่อผลิตจากวัตถุดิบหรือฝ้ายชนิดเดียวกัน

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการดัดแปลงเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนแบบเดิมหรือแบบทั่วไป ซึ่งมีลูกกลิ้งหนามสางใย 2 ชุดทำงานต่อเนื่องกัน จำนวน 2 เครื่อง โดยการติดตั้งหนาม Stationary Flats พร้อมใบมีดและชุดลมดูดสิ่งสกปรกแทนการสางใยที่ใช้หนาม Revolving Flats โดยในการศึกษาจะทำการดัดแปลงดังนี้คือ

1. ทำการดัดแปลงโดยเปลี่ยนจากหนาม Flexible Revolving Flat เป็นหนาม Stationary Flat ที่ลูกกลิ้งหนามสางใยตัวแรก ที่เรียกว่า Breaker Carding

2. ทำการดัดแปลงโดยเปลี่ยนจากหนาม Flexible Revolving Flat เป็นหนาม Stationary Flat ที่ลูกกลิ้งหนามของเครื่องสางใยขั้นที่สองหรือขั้นสุดท้าย ที่เรียกว่า Finisher Carding

ในการดัดแปลงครั้งนี้จะใช้หนามแบบฟันเลื่อยที่ถูกจัดเรียงตัวกันเป็นแผ่น ซึ่งแต่ละแผ่นมีขนาดกว้าง 3.2 เซนติเมตร ยาว 101.5 เซนติเมตร จำนวน 49 แผ่น ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 40% ของพื้นผิว Cylinder และเป็นหนามที่มีความละเอียดของฟันหนาม ซึ่งมีหน่วยเป็นจำนวนยอดฟันหนามต่อตารางนิ้ว (Point/in^2) ที่แตกต่างกัน โดยเรียงลำดับของฟันหนามจากฟันหนามที่มีความหยาบไปหาฟันหนามที่มีความละเอียด เพื่อให้การสางใยเป็นไปอย่างนุ่มนวล คือเส้นใยค่อยๆถูกเปิดและแยกกระจายตัวไปทีละขั้นในระหว่างการสางใย ในขณะเดียวกันก็จะช่วยให้เส้นใยเหยียดตัวได้ดียิ่งขึ้น พร้อมกันนี้จะทำการติดตั้งใบมีดดักเศษพร้อมท่อลมดูดในแต่ละช่วงระหว่างหนาม Stationary flat ทุกๆ 8 แผ่น เพื่อช่วยในการดักและกำจัดฝุ่น เส้นใยสั้น และสิ่งสกปรกที่มากับเส้นใยในระหว่างการสางใย จากนั้นจะนำเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยที่ได้ดัดแปลงข้างต้นไปทำการรีดลดขนาดที่เครื่องรีดปุย แล้วปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor และทดสอบสมบัติของเส้นด้าย ซึ่งประกอบด้วย ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้าย (CVm%) จุดบาง (Thin place) จุดหนา (Thick place) จุดปุ่มปม (Neps) ความเหนียว (Tenacity) และค่าการยืดตัวก่อนขาด (Elongation) เพื่อเทียบกับเครื่องสางใยรุ่นเดียวกันที่ไม่ได้ทำการดัดแปลง

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนในการดำเนินการมีรายละเอียด ดังนี้คือ

1. ศึกษาและวิเคราะห์การปรับปรุงเศษฝ้ายเพื่อให้สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายคุณภาพดี ด้วยการดัดแปลงเครื่องสางใย

2. วางแผนและกำหนดขั้นตอนในการปรับปรุงเครื่องสางใย วิธีการทดลอง การเก็บตัวอย่างและการทดสอบ

3. ดำเนินการดัดแปลงเครื่องสางใยตามที่ได้กำหนดไว้

4. เตรียมม้วนแลปเพื่อใช้ป้อนที่เครื่องสางใย และทำการทดสอบคุณสมบัติของเส้นใยฝ้ายจาก
ม้วนแลป ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณฝุ่นและสิ่งสกปรก ค่าความละเอียดของเส้นใย จำนวนจุดปุ่มปมหรือ Neps ค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นใย ความแข็งแรงของเส้นใย เปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาดของเส้นใย และปริมาณของเส้นใยสั้น

5. ทดลองสางเส้นใยและรีดปุยเส้นใย และทดสอบคุณสมบัติของเส้นสไลเวอร์ที่ได้ ดังนี้ ปริมาณฝุ่นและสิ่งสกปรก จำนวนเม็ดปุ่มปมในเส้นใย ค่าความสม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์ และค่าจุดบกพร่องบนเส้นสไลเวอร์

6. ทดลองปั่นเป็นเส้นด้ายแบบ OE-Rotor และทดสอบคุณสมบัติของเส้นด้าย ซึ่งประกอบด้วย ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้าย ค่าความเหนียวของเส้นด้าย เปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาด และค่าจุดบกพร่องต่างๆ บนเส้นด้าย คือ จุดหนา จุดบาง และเม็ดปุ่มปมในเส้นด้าย

7. สรุปผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ความรู้พื้นฐานในการปั่นเส้นด้ายใยสั้น

การปั่นเส้นด้ายใยสั้น (Short staple spinning) เป็นการปั่นด้ายโดยการนำเอาเส้นใยสั้น (Staple) มาทำการปั่นเป็นเส้นด้าย ซึ่งเส้นใยสั้นที่ใช้ปั่นนั้นอาจจะเป็นเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติ หรือเป็นเส้นใยยาวที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แล้วทำการตัดให้เป็นใยสั้น โดยในกระบวนการปั่นนั้นสามารถทำการปั่นเฉพาะเส้นใยชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือ จะทำการผสมกับเส้นใยชนิดอื่นเพื่อใช้ในกระบวนการปั่นก็ได้ ในการปั่นเส้นด้ายจากเส้นใยสั้นที่ได้รับความนิยมอย่างมาก คือการปั่นเส้นด้ายใยสั้นจากฝ้าย (Cotton) และ ขนสัตว์ (Wool) ซึ่งกระบวนการปั่นนั้น จะเป็นการนำเส้นใยมาทำการเรียงตัวกันแล้วบิดพันเข้าด้วยกันเป็นเกลียวเพื่อให้เส้นใยเกาะยึดกัน และทำให้เกิดเป็นเส้นด้ายขึ้นและมีความแข็งแรง โดยที่ความแข็งแรงของเส้นด้ายนั้นเกิดจากความฝืดระหว่างผิวของเส้นใยที่ถูกบิดเข้าด้วยกัน และจากความแข็งแรงของเส้นใยเอง ซึ่งการบิดเกลียวเพื่อล็อคหรือยึดเส้นใยดังกล่าวจะทำให้เส้นใยภายในเส้นด้ายไม่เกิดการเลื่อนตัวหลุดจากกันเมื่อรับแรงดึง

เส้นด้ายที่ทำการปั่นจากเส้นใยสั้นนั้น ที่ผิวของเส้นด้ายจะมีปลายของเส้นใยโผล่ยื่นออกมาซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของเส้นด้ายใยสั้น (Short staple yarn) และเหมาะที่จะนำเส้นด้ายดังกล่าวไปทำการผลิตเป็นเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม เพราะเส้นด้ายจะมีความฟูตัวจึงให้ผิวสัมผัสที่อ่อนนุ่ม และมีคุณสมบัติในการดูดซับดี โดยกระบวนการปั่นเส้นด้ายใยสั้นที่เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย คือ การปั่นเส้นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning) และการปั่นด้ายปลายเปิดแบบลูกถ้วย (Open end-Rotor spinning) โดยในการปั่นเส้นด้ายจากใยฝ้ายนั้นสามารถแบ่งวัตถุดิบที่จะนำมาปั่นได้ตามกระบวนการผลิต [1] ดังนี้

- เส้นใยฝ้ายที่ได้จากโรงหีบฝ้าย (Cotton ginning mill)
- เส้นใยฝ้ายที่เป็นของเสียในระหว่างการผลิต ซึ่งเป็นเส้นใยที่สะอาด (Clean waste) เพียงแต่เกิดการเสียหายหรือผิดพลาดในระหว่างการผลิต เช่น เส้นใยจากการขาดของแผ่นม้วนแลปสไลเวอร์หรือเส้นใยฝ้ายที่ถูกขจัดออกโดยระบบกรองฝุ่นของเครื่องไม่ว่าจะเป็น เครื่องรีดปุย เครื่องโรฟวิ่งและเครื่องปั่นด้าย เป็นต้น
- เศษฝ้ายที่เป็นของเสียจากเครื่องหวีเส้นใย (Comber noil or Comber waste) ซึ่งเป็นเส้นใยที่มีขนาดสั้นกว่าเส้นใยปกติโดยรวม แต่ยังสามารถนำมาทำการปั่นเป็นเส้นด้ายปลายเปิดได้

- เส้นใยที่นำกลับมาใช้ใหม่ (Recycled fibers) เป็นเส้นใยที่เป็นของเสียจากกระบวนการที่มีสิ่งสกปรกเจือปน เช่น เศษฝ้ายที่ตกใต้เครื่องในกระบวนการเปิด ทำความสะอาด และกระบวนการผสมฝ้าย เป็นต้น
- Hard Waste เป็นเส้นใยและหรือเส้นด้ายที่ขาดจากเครื่องโรฟวิ่ง เครื่องปั่นเส้นด้าย รวมไปถึงเศษผ้า เป็นต้น

2.2 ข้อกำหนดและคุณสมบัติเส้นใยที่มีผลต่อคุณภาพของเส้นด้าย [2]

ในการผลิตเส้นด้ายจำเป็นจะต้องทราบถึงข้อกำหนดและ คุณสมบัติต่างๆของเส้นใยที่มีผลต่อกระบวนการปั่นและคุณภาพของเส้นด้าย ดังต่อไปนี้

2.2.1 เบอร์ด้าย (Yarn Count)

เบอร์ด้าย เป็นตัวกำหนดขนาดของเส้นด้ายที่ทำการปั่น ว่าเส้นด้ายนั้นมีความโตหรือเล็กเพียงใด ซึ่งเบอร์ด้ายที่ใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ

ก.ระบบตรง (Direct System) เป็นระบบที่กำหนดเบอร์ของเส้นด้ายเป็น น้ำหนักต่อหน่วยความยาว (Mass per unit length) ซึ่งหน่วยของระบบตรงที่นิยมใช้กันคือ เท็กซ์ (Tex) และดีเนียร์ (Denier) โดยมีนิยามและสมการ ดังนี้

1 Tex = เส้นด้ายที่มีน้ำหนัก 1 กรัม ยาว 1,000 เมตร

1 Denier = เส้นด้ายที่มีน้ำหนัก 1 กรัม ยาว 9,000 เมตร

$$\text{Tex} = (M \times 1{,}000) / L$$

$$\text{Denier} = (M \times 9{,}000) / L$$

เมื่อ M คือน้ำหนักของเส้นด้าย มีหน่วยเป็นกรัม

L คือความยาวของเส้นด้าย มีหน่วยเป็นเมตร

ข.ระบบกลับ (Indirect System) ระบบเบอร์เส้นด้ายแบบกลับเป็นการกำหนดขนาดเบอร์ของเส้นด้ายจากความยาวของเส้นด้ายต่อหน่วยน้ำหนัก ที่นิยมใช้ได้แก่ Cotton count (Ne), Metric count (Nm) และWorsted count (N_{ew}) เป็นต้น โดยในแต่ละหน่วยจะมีความยาวมาตรฐานจำเพาะที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการคิดเบอร์ด้ายจึงมีความแตกต่างกันในรายละเอียด เช่น

1 Ne = เส้นด้ายยาว 840 หลา หนัก 1 ปอนด์

1 Nm = เส้นด้ายยาว 1,000 เมตร หนัก 1 กิโลกรัม

1 N_{ew} = เส้นด้ายยาว 560 หลา หนัก 1 ปอนด์

จากที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้ว่า การปั่นเส้นด้ายใยสั้นที่นิยมคือการปั่นเส้นด้ายใยสั้นจากฝ้าย และระบบเบอร์ด้ายที่นิยมจึงเป็น Ne และ Nm ซึ่งมีสมการดังนี้

$$N = (L \times 1) / (840 \times W)$$

เมื่อ N คือเบอร์ด้ายที่ต้องการคำนวณเป็น Ne

L คือความยาวของเส้นด้ายตัวอย่าง มีหน่วยเป็นหลา

W คือน้ำหนักของเส้นด้ายตัวอย่าง มีหน่วยเป็นปอนด์

และ $N = L / M$

เมื่อ N คือเบอร์ด้ายที่ต้องการคำนวณเป็น Nm

L คือความยาวของเส้นด้ายตัวอย่าง มีหน่วยเป็นเมตร หรือกิโลเมตร

W คือน้ำหนักของเส้นด้ายตัวอย่าง มีหน่วยเป็น กรัม หรือกิโลกรัม

2.2.2 เกลียวในเส้นด้าย (Yarn Twist)

เกลียวในเส้นด้าย เกิดจากการบิดพันเพื่อให้เส้นใยภายในเส้นด้ายจับยึดกัน ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากต่อการปั่นเส้นด้ายใยสั้น เพราะจะทำให้เส้นด้ายมีความแข็งแรงต่อแรงดึง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นอย่างมากของเส้นด้าย และยังจะส่งผลกระทบต่อการบวนการที่ถัดจากนี้ด้วย ไม่ว่าจะเป็น กระบวนการทอ ถัก ย้อม และการตกแต่ง รวมไปถึงเป็นผลิตภัณฑ์ โดยในการวัดจำนวนเกลียวในเส้นด้ายจะทำการวัดเป็น จำนวนเกลียวต่อหน่วยความยาว (Turn per unit length) เช่น เกลียวต่อนิ้ว (Turn or Twist per inch) หรือเกลียวต่อเมตร (Turn or Twist per meter) เป็นต้น

เส้นด้ายที่มีจำนวนเกลียวต่อความยาวที่เพิ่มเรื่อยๆ จะมีความแข็งแรงมากขึ้นเรื่อยๆด้วยเช่นกัน แต่ถ้าหากเกลียวสูงเกินไปก็จะทำให้เส้นด้ายนั้นเกิดความแข็งกระด้าง และเมื่อเกลียวสูงขึ้นถึงระดับหนึ่งแล้วความแข็งแรงของเส้นด้ายจะค่อยๆลดลงจนขาดจากกัน เนื่องมาจากเส้นใยภายในเส้นด้ายเริ่มเกิดการขาดเพราะไม่สามารถยืดตัวต่อได้จากแรงบิดในการบิดเข้าเกลียว ดังนั้นเองการปั่นเส้นด้ายโดยทำให้เส้นด้ายมีจำนวนเกลียวที่เหมาะสมนั้น จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่โรงงานปั่นเส้นด้ายจะต้องเอาใจใส่ เพื่อให้ได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพตามต้องการ

นอกจากนี้สิ่งที่จะต้องเอาใจใส่และมีความเข้าใจอย่างมากคือ สมบัติและอิทธิพลของเส้นใยเองที่จะส่งกระทบโดยตรงกับทั้งกระบวนการปั่นเส้นด้าย และคุณภาพของเส้นด้ายที่ได้จากการปั่น [3] ซึ่งประกอบไปด้วย

2.2.3 ความละเอียดของเส้นใย (Fiber Fineness)

ความละเอียดของเส้นใย ถือเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างมากอีกอย่างหนึ่งจากทั้งสามสมบัติที่มีความสำคัญ ซึ่งได้แก่ ความยาวและความแข็งแรงของเส้นใย โดยความละเอียดของเส้นใยนี้จะเป็นตัวกำหนดขนาดภาคตัดขวางของเส้นด้าย และจำนวนเส้นใยต่อภาคตัดขวางของเส้นด้ายนี่เองที่จะช่วยกำหนดความแข็งแรงให้กับเส้นด้าย ดังนั้นเองความละเอียดของเส้นใยจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งจะส่งผลหรือมีอิทธิพลต่อกระบวนการปั่นด้ายดังนี้คือ ข้อจำกัดในการปั่นเส้นด้าย (Spinning limit) ความเหนียวของเส้นด้าย (Yarn strength) ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย (Yarn evenness) ความหนาแน่นของเส้นด้าย (Yarn fullness) ความมันเงาของเส้นด้าย (Yarn luster) ผิวสัมผัสของเส้นด้าย (Handle) และผลิตผลเส้นด้าย (Yarn productivity) เป็นต้น

ค่าความละเอียดของเส้นใย นิยมทำการทดสอบโดยวิธีการวัดการไหลผ่านของอากาศในกลุ่มเส้นใย โดยใช้เครื่องทดสอบความละเอียดของเส้นใย ที่เรียกว่า Cotton Fineness Meter ซึ่งค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อนิ้ว (Microgram per inch) หรือไมโครแนร์ (Micronaire) [7] ซึ่งค่าความละเอียดของเส้นใยและเกณฑ์การพิจารณาความละเอียดของเส้นใยฝ้ายแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความละเอียดของเส้นใยและเกณฑ์ในการพิจารณา [7]

ไมโครแนร์	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา
ต่ำกว่า 3	ละเอียดมาก
3.0-3.9	ละเอียด
4.0-4.9	ปานกลาง
5.0-5.9	หยาบ
สูงกว่า 6.0	หยาบมาก

ตัวอย่างมาตรฐานการวัดความละเอียดของเส้นใยที่นิยมใช้คือ ASTM D 1448-90 และ ASTM D 1577-90 [2]

2.2.4 ความยาวของเส้นใย (Fiber Length)

ความยาวของเส้นใยจะมีอิทธิพลต่อกระบวนการปั่นเส้นด้าย คล้ายกับความละเอียดของเส้นใย แต่จะส่งผลต่อเส้นด้ายอีกอย่างหนึ่งคือ การเกิดขนของเส้นด้าย (Yarn hairiness) นอกจากนั้น

ตารางที่ 2.2 ความยาวของเส้นใยฝ้ายที่ 2.5% Span length และระดับความยาว [7]

ความยาวเส้นใย	ระดับความยาว
ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร	เส้นใยยาว
25-28 มิลลิเมตร	เส้นใยยาวปานกลาง
29-32 มิลลิเมตร	เส้นใยยาว
32 มิลลิเมตรขึ้นไป	เส้นใยยาวพิเศษ

2.2.5 ความแข็งแรงของเส้นใย (Fiber Strength)

ความแข็งแรงจะเป็นสมบัติเฉพาะของเส้นใยแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป ซึ่งความแข็งแรงของเส้นใยที่ใช้ในงานสิ่งทอควรมีค่าความแข็งแรงโดยประมาณที่ 6 cN/Tex ดั้งนั้นเส้นใยที่จะสามารถปั่นเกลียวให้เกิดเป็นเส้นด้ายได้ควรจะเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงโดยประมาณ 30-70% ของความแข็งแรงของเส้นใยนั้น หรือมีค่าต่ำสุดที่ 3 cN/Tex โดยที่ค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายจะแปรผันโดยตรงกับความแข็งแรงของเส้นใยที่นำมาทำการปั่น

การวัดความแข็งแรงของเส้นใยส่วนใหญ่นิยมใช้เครื่องวัดความเหนียว Pressley Tester มีหน่วยวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อตารางนิ้ว (Pound per Square Inches หรือ PSI) โดยมีสูตรที่ใช้ในการหาค่าความเหนียวของเส้นใยฝ้าย ดังนี้

PSI = Commercial value x 1,000

Commercial Value = (Pressley Index x 10.8116) – 0.12

Pressley Index = Strength (lbs) / Weight (mg)

= แรงที่ดึงกลุ่มเส้นใยให้ขาด (ปอนด์)/น้ำหนักของกลุ่มเส้นใยที่ขาด (มิลลิกรัม)

หากต้องการหาค่าความแข็งแรงของเส้นใยในหน่วย กรัม/เท็กซ์ สามารถทำได้โดยนำค่าของ Pressley Index x 5.36 [7] หรือจะทำการแปลงหน่วยตามที่ต้องการหน่วยอื่นก็ได้ เช่น cN/Tex เป็นต้น

2.2.6 การยืดตัวของเส้นใย (Fiber Elongation)

การยืดตัวของเส้นใย โดยมากหากคำนึงถึงลักษณะการยืดตัวที่มีผลกระทบกับการปั่นเส้นด้ายมักจะกล่าวถึงการยืดตัวก่อนขาด (Elongation at break) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการยืดตัวได้สูงสุดจนกระทั่งเส้นใยขาดมีหน่วยในการวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ และทำการทดสอบด้วยเครื่องเดียวกันกับเครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นใย ซึ่งความสามารถในการยืดตัวของเส้นใย สามารถใช้บ่งบอกสมบัติของเส้นใยได้ เช่น รอยยับย่นของเส้นใยที่มีค่าการยืดตัวที่สูงกว่าจะมีรอยยับย่นที่น้อย อย่างไรก็ตามค่าการยืดตัวที่สูงเกินไปของเส้นใย บางครั้งก็ไม่มีความจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์ทางสิ่งทอ เพราะจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการปั่นด้าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการรีดปุย เป็นต้น

2.2.7 การคงรูป หรือความกระด้างของเส้นใย (The Slenderness / Stiffness)

ความกระด้างของเส้นใย จะมีผลกับเส้นใยในระหว่างการเคลื่อนที่ผ่านลูกกลิ้งลดขนาดหรือลูกกลิ้งอื่นๆ รวมถึงความสามารถในการบิดเกลียว โดยเส้นใยที่มีความกระด้างมากจะทำให้การเคลื่อนที่ของเส้นใยเป็นไปได้ยาก และการบิดตัวเพื่อให้เกิดเกลียวก็จะไม่สมบูรณ์ด้วยเช่นกัน และนอกจากนี้ปัญหาที่จะตามมาจากความกระด้างของเส้นใยคือการเกิดเป็นเม็ดปุ่มปม (Neps) ในเส้นด้าย ซึ่งถือเป็นจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นกับเส้นด้าย สำหรับอัตราส่วนการคงรูปของเส้นใยสามารถหาได้จากสมการดังนี้

อัตราส่วนการคงรูปของเส้นใย = ความยาวของเส้นใย / เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใย

2.2.8 ความสะอาดของเส้นใย (Fiber Cleanness)

ความสะอาดของเส้นใยในที่นี้หมายถึง เส้นใยที่ไม่มีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกหรือมีการปนเปื้อนน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยฝ้าย ซึ่งสิ่งสกปรกที่ผสมหรือปนเปื้อนส่วนมากได้แก่

ตัวอย่างการทดสอบที่ได้รับความนิยมเพื่อให้ทราบถึงสิ่งสกปรกที่ปนอยู่ในเส้นใย เช่น การทดสอบโดยใช้เครื่อง Shirley Trash Analyzer ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 2812-95

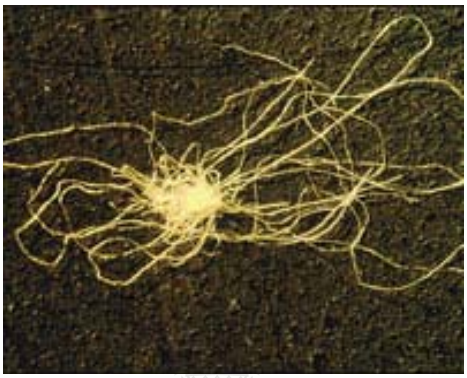
2.2.9 เม็ดปุ่มปม (Neps)

เม็ดปุ่มปม หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า Neps จะมีลักษณะเป็นจุดขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในแผ่นเส้นใย สไลเวอร์ และเส้นด้าย ซึ่งโดยทั่วไปจะจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือปุ่มปมจากเส้นใยและปุ่มปมจากเปลือกเมล็ดฝ้าย (Seed coat nep หรือ Seed coat fragments) โดยปุ่มปมเล็กๆเหล่านี้จะประกอบด้วยเส้นใยและส่วนที่เป็นสิ่งแปลกปลอม ซึ่งเป็นเปลือกของเม็ดฝ้ายหรือเศษเปลือกของลำต้นฝ้าย เป็นต้น

รูปที่ 2.1 Neps จากเปลือกของเมล็ดฝ้าย [4]

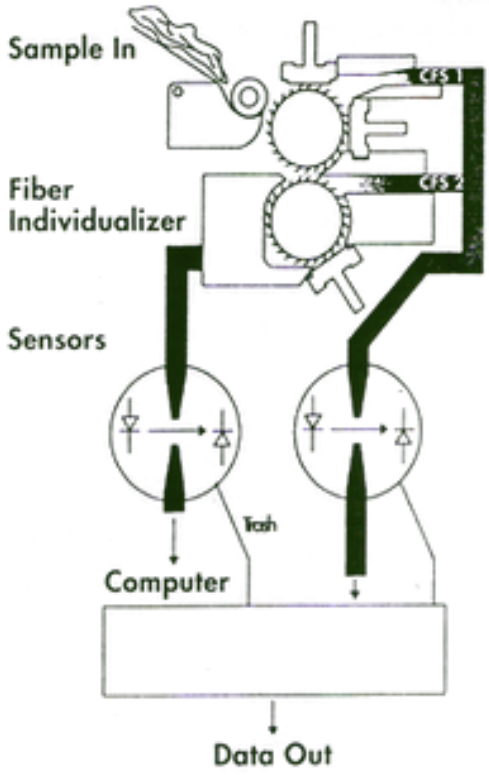
นอกจากนั้นในส่วนของกระบวนการผลิตเส้นด้าย ก็มีส่วนอย่างมากต่อการทำให้เกิดเป็นปุ่มปมขึ้นกับเส้นใยและเส้นด้าย โดยปุ่มปมจากกระบวนการผลิตนี้ส่วนมากจะเรียกว่า Mechanical neps เช่น เครื่องเปิดเส้นใยและเครื่องหีบฝ้าย ตัวอย่างของ Mechanical neps แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 และ

ในกระบวนการย้อมสี เป็นต้น



รูปที่ 2.2 Mechanical neps [4]

สำหรับวิธีการวัดปริมาณของจุดปุ่มปมในเส้นใย จะทำการทดสอบโดยใช้มือเครื่องทดสอบหาปริมาณปุ่มที่เรียกว่า Neps Tester ซึ่งเครื่องที่ได้รับความนิยมและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ได้แก่ เครื่อง USTER AFIS Neps และ USTER Neps Tester เป็นต้น และมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ คือ ASTM D 5866-95 สำหรับหลักการทดสอบจะอาศัยการป้อนกลุ่มเส้นใยเข้าที่เครื่องทดสอบ แล้วมีลูกกลิ้งหนามที่หมุนด้วยความเร็วสูงทำหน้าที่ฉีกแยกกลุ่มเส้นใยให้เป็นเส้นใยเดี่ยว ในขณะเดียวกันสิ่งสกปรกที่ปนมาในเส้นใย เช่น เปลือกจากเมล็ดฝ้าย และสิ่งสกปรกต่างๆจะถูกแยกออกมาจากเส้นใยฝ้ายที่ทดสอบ โดยสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้จะมีความหนาแน่นมากกว่าเส้นใยฝ้าย ซึ่งจะถูกตรวจจับด้วยเซ็นเซอร์ และเช็คว่าสิ่งไหนที่มีความหนาแน่นมากกว่าเส้นใยฝ้ายจะเรียกว่าเม็ดปุ่มปม หรือ Neps และจะส่งสัญญาณไปที่คอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวล และแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบ[4] สำหรับหลักการทดสอบหาปริมาณจุดปุ่มปมของเครื่องทดสอบแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ไดอะแกรมแสดงหลักการทำงานของเครื่อง Neps Tester [4]

2.2.10 ฝุ่น (Dust)

ฝุ่นจะประกอบไปด้วยอนุภาคของสสารต่างๆ ทั้งที่สามารถมองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า บางครั้งจะอยู่ในรูปของสารแขวนลอยอยู่ในอากาศ ดังนั้นฝุ่นจึงสามารถเคลื่อนที่ในอากาศได้เป็นระยะทางไกลๆและก่อให้เกิดมลพิษทั้งกับผู้ปฏิบัติงาน และกับผลผลิตคือปนหรือผสมอยู่ในเส้นด้ายได้ โดย The International Committee for Cotton Testing Methods [3] ได้จัดแบ่งชนิดของฝุ่นออกตามขนาดอนุภาคได้ดังตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงการจำแนกชนิดของฝุ่น [3]

ชนิดของฝุ่น	ขนาดของฝุ่น
ของเสีย, ขยะ (Trash)	ขนาดมากกว่า 500 μm.
ผงฝุ่น (Dust)	50 – 500 μm.
ผงฝุ่นขนาดเล็ก (Micro dust)	15 – 50 μm.
ผงฝุ่นขนาดเล็กมาก (Breathable dust)	ต่ำกว่า 15 μm.

2.2.11 สารเคมีตกค้างต่างๆ (Chemical Deposit and Sticky Substance)

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าสารที่เกาะติดแน่นในใยฝ้าย เกิดจากแมลงชนิดหนึ่งที่เรียกกันทั่วไปว่าฮันนี่ดิว (Honeydew) ซึ่งมีลักษณะเป็นคราบยางเหนียวเหมือนน้ำมัน หรือน้ำตาลเกาะติดอยู่กับเส้นใยฝ้าย นอกจากนี้ยังมีคราบสกปรกจากสารตกค้างอื่นๆอีก เช่น คราบน้ำมันจากเมล็ด และน้ำมันหล่อลื่นจากเครื่องจักรในกระบวนการหีบเส้นใยฝ้าย เป็นต้น ซึ่งสารตกค้างต่างๆเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตเส้นด้ายไม่ว่าจะเป็นกับเครื่องจักร และเส้นด้าย เช่นเป็นปัญหาการพันของเส้นใยบนลูกยางลดขนาด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการติดสีย้อม เป็นต้น

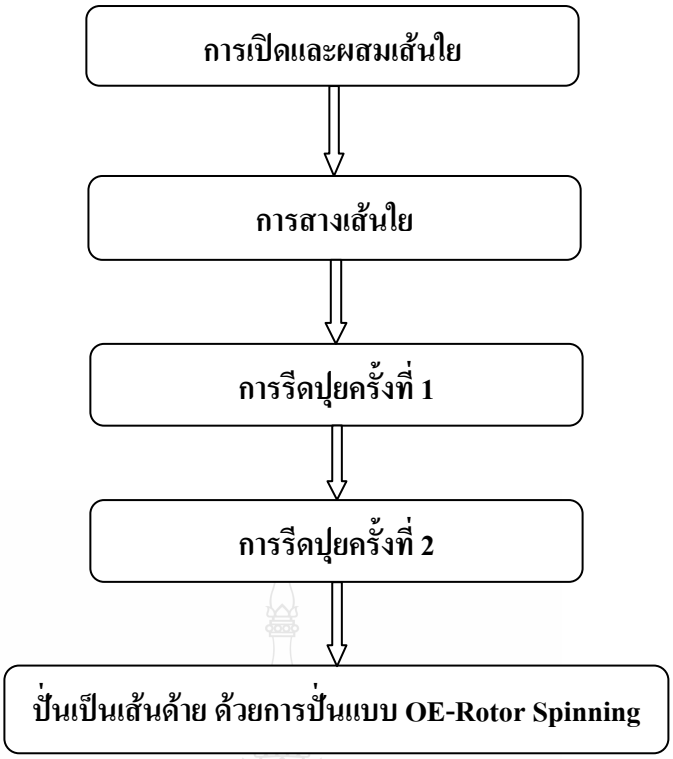
2.3 กระบวนการปั่นด้ายปลายเปิดแบบลูกถ้วย (Open End or OE-Rotor Spinning)

ในการปั่นเส้นด้ายใยสั้นนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ แต่ที่มีการปั่นกันอยู่ทั่วไปในเชิงพานิชจะมีอยู่ด้วยกัน 4 วิธีใหญ่ๆ ประกอบด้วย

- การปั่นเส้นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning)
- การปั่นเส้นด้ายปลายเปิดแบบลูกถ้วย (Open End or OE-Rotor spinning)
- การปั่นเส้นด้ายแบบใช้ลม (Air jet spinning)
- การปั่นเส้นด้ายแบบลูกกลิ้งเสียดทาน (Friction spinning)

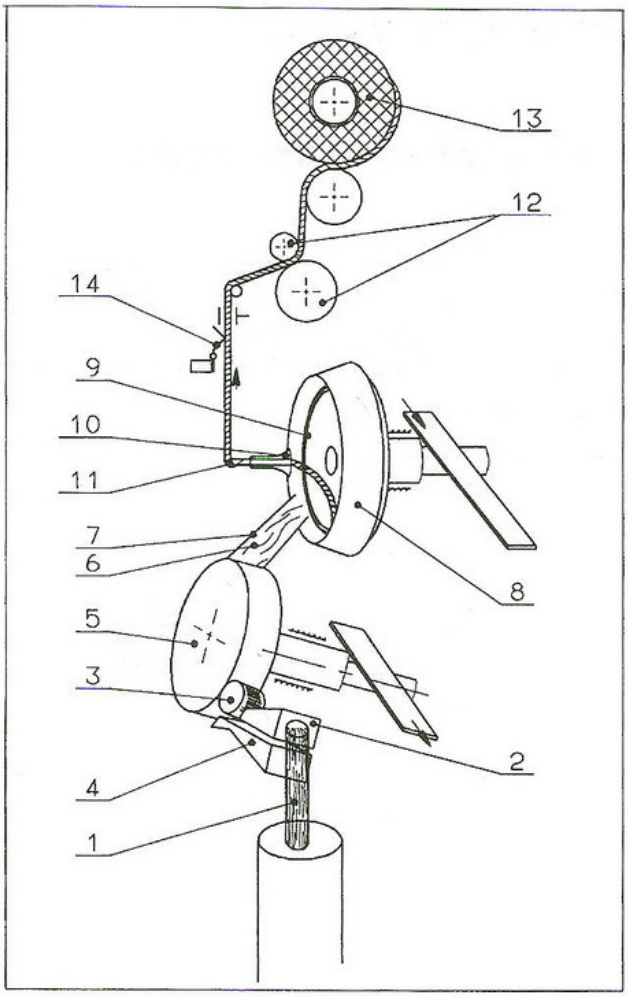
ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะกระบวนการปั่นเส้นด้ายปลายเปิดแบบใช้ลูกถ้วยปั่นเท่านั้น เพราะเป็นกระบวนการปั่นเส้นด้ายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

การปั่นเส้นด้ายแบบใช้ลูกถ้วยปั่น บางครั้งนิยมเรียกสั้นๆว่า การปั่นเส้นด้ายแบบปลายเปิดหรือการปั่นเส้นด้ายโออี (OE-Rotor Spinning) และเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นจะเรียกว่า เส้นด้ายโออี หรือ OE-Rotor Yarn ซึ่งมีกระบวนการผลิตโดยสรุปเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 2.4



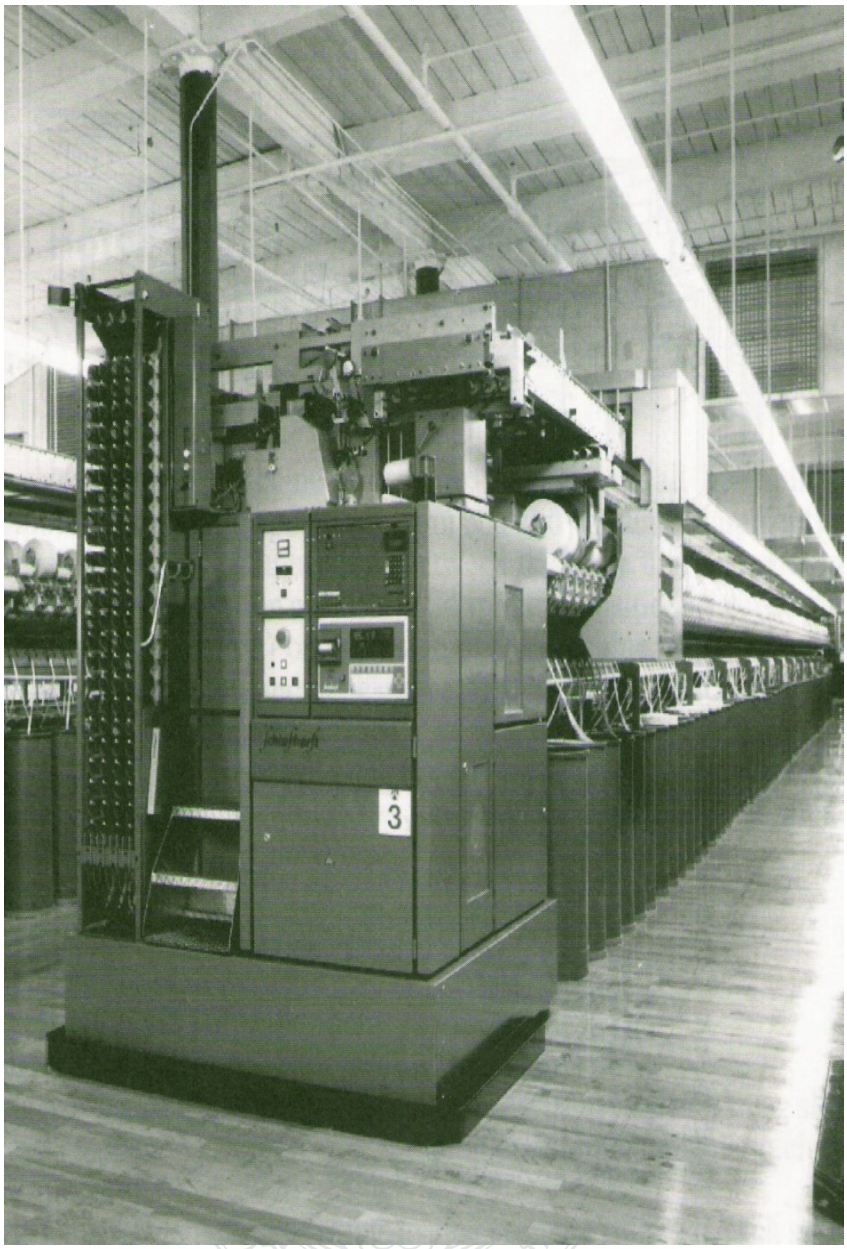
รูปที่ 2.4 แผนผังกระบวนการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor

กระบวนการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor มีความแตกต่างกันอย่างมากกับกระบวนการปั่นด้ายจากเส้นใยสั้นวิธีอื่นๆ กล่าวคือมีกระบวนการผลิตที่สั้นและไม่ซับซ้อน ใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้อย นอกจากนี้ลักษะของเครื่องปั่นด้ายและวิธีการในการปั่นเส้นด้าย ก็มีลักษณะที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน [5, 6, 7] ซึ่งลักษณะของการปั่นด้าย และเครื่องปั่นด้าย OE-Rotor ดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5 และ 2.6



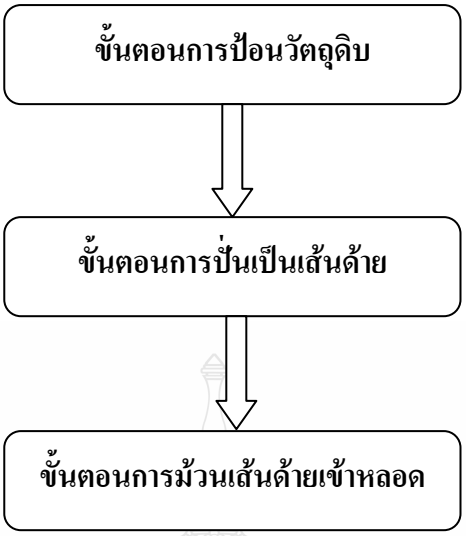
1 sliver
2 condenser
3 feed roller
4 feed trough
5 opening roller
6 individual fibres
7 fibre feed duct
8 rotor
9 rotor groove
10 take-off nozzle
11 spun yarn
12 take-up rollers
13 cross-wound yarn package
14 yarn stop motion

รูปที่ 2.5 ลักษณะการปั่นและส่วนประกอบหลักๆ ของการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor [6]



รูปที่ 2.6 เครื่องปั่นเส้นด้าย OE-Rotor [6]

นอกจานี้สามารถที่จะอธิบายสรุปถึงขั้นตอนของวิธีการปั่นเป็นเส้นด้ายในรูปของ Flow Chart ได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แผนผังแสดงขั้นตอนของการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor

จากไดอะแกรมการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor ในรูปที่ 2.5 สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของการปั่นเส้นด้าย ได้ดังนี้

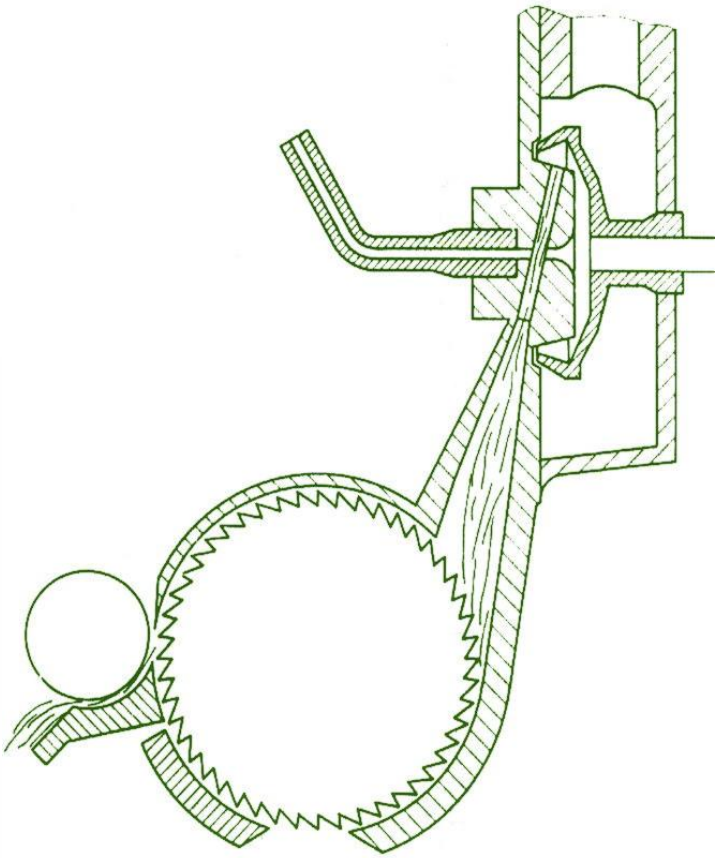
2.3.1 การป้อนวัตถุดิบเข้าสู่ลูกกลิ้งเปิดเส้นใย

วัตถุดิบที่ป้อนเข้าเครื่องที่อยู่ในรูปของกลุ่มเส้นใย หรือ สไลเวอร์(1) ซึ่งโดยปกติจะใช้เส้นสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุยครั้งที่ 2 แต่อาจจะใช้เส้นสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุยครั้งที่1ได้ถ้าเครื่องรีดปุยนั้นมีอุปกรณ์หรือชุดควบคุมความสม่ำเสมอของกลุ่มเส้นใย (Auto leveler) โดยในการป้อนเส้นสไลเวอร์ จะทำการป้อนผ่านท่อนำเส้นใย (2) ซึ่งอยู่ระหว่างลูกกลิ้งป้อน (3) และแผ่นกดเส้นใย (4) ผ่านเข้าลูกกลิ้งเปิดเส้นใย (5) ซึ่งมีหนามพันอยู่รอบลูกกลิ้งนี้

ก. การฉีกเปิดเส้นใย

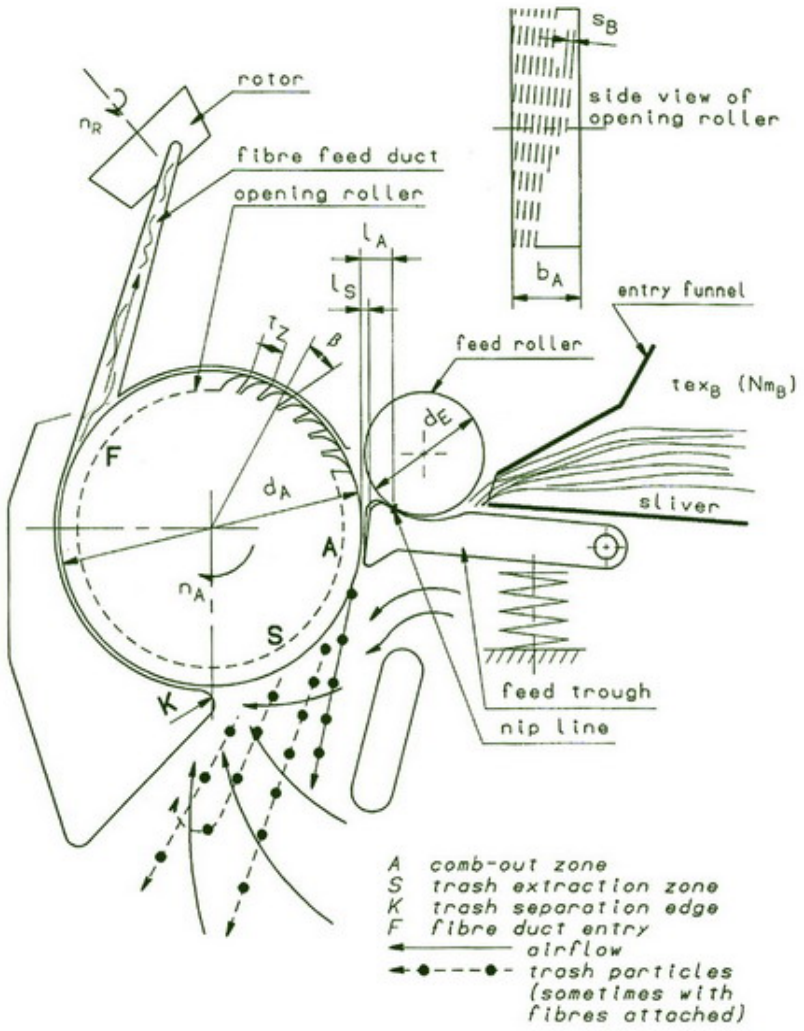
เส้นสไลเวอร์ที่ทำการป้อนเข้าไปจะถูกฉีกให้แยกกระจายตัวเป็นเส้นใยเดี่ยว หรือเส้นใยอิสระ (Single fiber) ด้วยลูกกลิ้งหนามความเร็วสูง (5) ที่หมุนฉีกเส้นใยออกจากการจับยึดของลูกกลิ้งป้อนและแผ่นกดเส้นใย

ข. การส่งผ่านเส้นใยเข้าสู่ Rotor

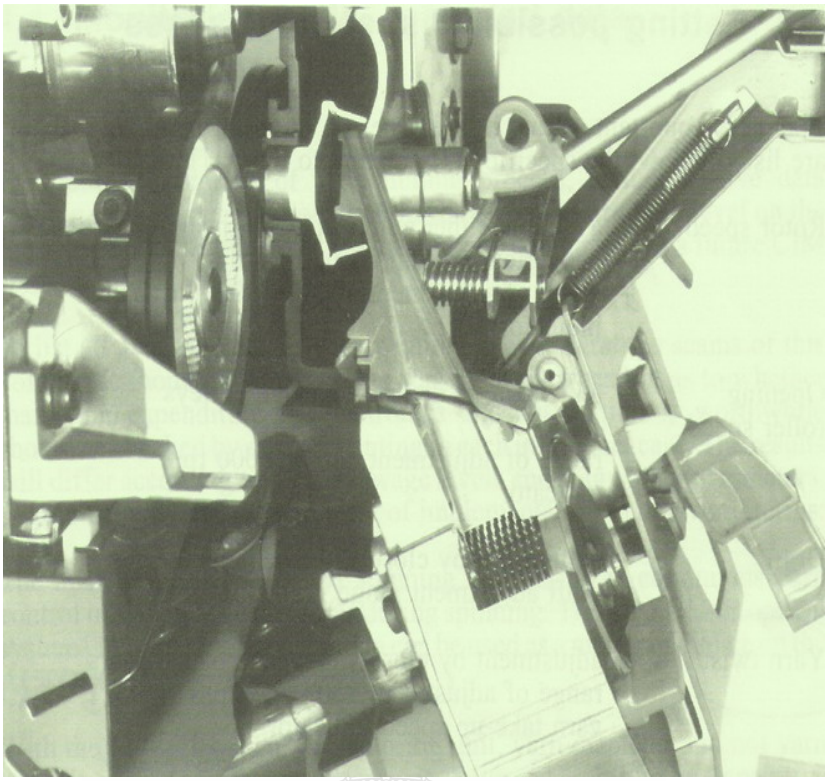


รูปที่ 2.8 ไดอะแกรมการป้อนฝ้ายเข้าสู่ Rotor [5]

การส่งเส้นใยที่ผ่านการเปิดแล้วเข้าสู่ Rotor เกิดจากแรงเหวี่ยงที่เกิดขึ้นจากการหมุนเหวี่ยงของหนาม รวมทั้งการเกิดสุญญากาศที่เสื้อขอบด้านนอกของลูกถ้วย (Rotor housing) ซึ่งเส้นใยอิสระที่ถูกฉีกแล้ว (6) จะถูกส่งผ่านไปตามท่อนำเส้นใย (7) เข้าสู่ผนังด้านในของRotor (8) ดังแสดงในรูปที่ 2.8 และ 2.9 และเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้นได้แสดงรูปผ่าให้เห็นภายในชุดการปั่นด้าย (Spinning unit) อย่างชัดเจน ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 ลักษณะการทำงานของหนามเปิดเส้นใย และการส่งเส้นใยเข้าสู่Rotor [6]

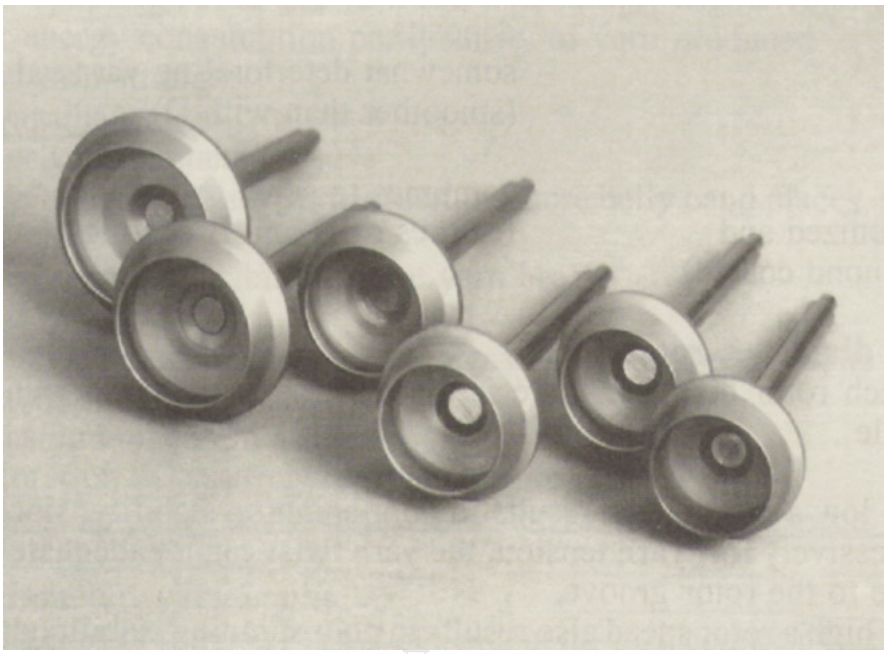


รูปที่ 2.10 ลักษณะภายในของชุดปั่นเส้นด้าย (Spinning Unit) [6]

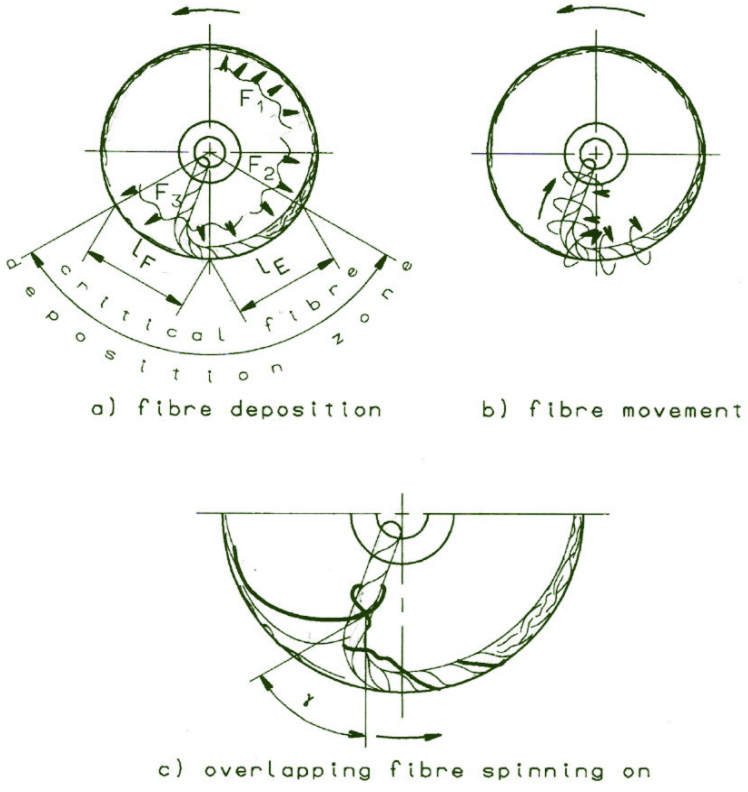
2.3.2 การปั่นเป็นเส้นด้าย

ก. การสะสมเส้นใยภายในร่องของ Rotor

เส้นใยที่ถูกส่งมาตามท่อนำเส้นใยเข้าสู่ลูกถ้วยหรือ Rotor นี้ เมื่อเส้นใยที่ส่งมากระทบกับผนังด้านในของลูกถ้วย เส้นใยจะเลื่อนลงตัวตามมุมเอียงของผนังด้านในและแรงเหวี่ยงการหมุนของลูกถ้วยไปสะสมตัวกันอยู่ที่ขอบด้านในของลูกถ้วย ซึ่งลักษณะของลูกถ้วยที่ใช้ทำการปั่นด้ายแสดงดังรูปที่ 2.11 นั่นคือร่องของลูกถ้วย (Rotor groove) (9) โดยเส้นใยจะสะสมตัวกันอยู่ที่ขอบลูกถ้วยในลักษณะของแถบเส้นใย หรือเส้นสไลเวอร์ขนาดเล็ก (Mini sliver or Fiber ring) ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.11 ลูกถ้วยปั่น (Rotor) [6]



รูปที่ 2.12 การสะสมเส้นใยและการบิดตัวเป็นเส้นด้ายภายในRotor [6]

ข. การก่อตัวเป็นเส้นด้าย

การก่อตัวหรือปั่นเป็นเส้นด้ายเกิดขึ้นเมื่อปลายของเส้นด้ายนำ (Seed yarn) จากด้านนอกจะถูกส่งเข้าไปด้านในของลูกถ้วยโดยผ่านรูของฝารวบเส้นด้าย (Take off nozzle or Nevel) (10) และเส้นด้ายนำนี้จะถูกเหวี่ยงให้ติดกับผนังของลูกถ้วยเช่นเดียวกับเส้นใย ซึ่งอยู่ด้านนอกของฝารวบเส้นด้าย โดยที่ปลายเส้นด้ายนำนี้จะบิดพันกับเส้นใยที่อยู่ภายในลูกถ้วยเกิดการบิดเกลียวเป็นเส้นด้ายต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ

2.3.3 การม้วนเก็บเส้นด้ายเข้าหลอด

เมื่อเส้นด้ายนำที่ถูกส่งเข้าไป และเกิดการบิดพันเกลียวกันกับเส้นใยที่อยู่ภายในลูกถ้วยก่อนหน้านี้แล้ว ขณะเดียวกันเส้นด้ายนำรวมทั้งกลุ่มเส้นใยที่ถูกบิดรวมเข้าด้วยกันกลายเป็นเส้นด้ายใหม่ จะถูกดึงออกมาจากลูกถ้วยผ่านทางฝารวบเส้นด้าย (10) ด้วยลูกกลิ้งนำเส้นด้าย (12) แล้วพันเข้าสู่หลอดด้าย (13) ซึ่งในช่วงระยะดังกล่าวนี้จะมีตัวตรวจจับการขาดของเส้นด้าย (14) ระหว่างการดึงม้วนเก็บเข้าหลอด เพื่อที่จะให้การป้อนเส้นใยเข้าสู่ลูกกลิ้งหนาม (5) หยุดลงด้วยเมื่อมีการขาดของเส้นด้ายเกิดขึ้น

2.4 เครื่องจักรและขั้นตอนของกระบวนการปั่นเส้นด้ายแบบลูกถ้วย

สำหรับกระบวนการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor นั้นจะประกอบด้วยเครื่องจักรต่างๆ ในกระบวนการ โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการเตรียมวัตถุดิบไปจนถึงกระบวนการปั่นเป็นเส้นด้าย ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.4.1 การทำความสะอาดและผสมเส้นใยฝ้าย

การทำความสะอาดและผสมเส้นใยฝ้าย ถือเป็นกระบวนการแรกของการปั่นเส้นด้ายใยสั้นปลายเปิดแบบลูกถ้วย และการปั่นเส้นด้ายแบบวงแหวน [7] ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรหลายๆ เครื่องที่จะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป เช่น เครื่องจักรที่ทำหน้าที่ในการเปิดเส้นใย การผสมเส้นใย และการทำความสะอาดเส้นใย มาทำการต่อเข้าเป็นชุดเดียวกัน ซึ่งการทำงานดังกล่าวของเครื่องจักรก็เพื่อวัตถุประสงค์หลักๆ คือ

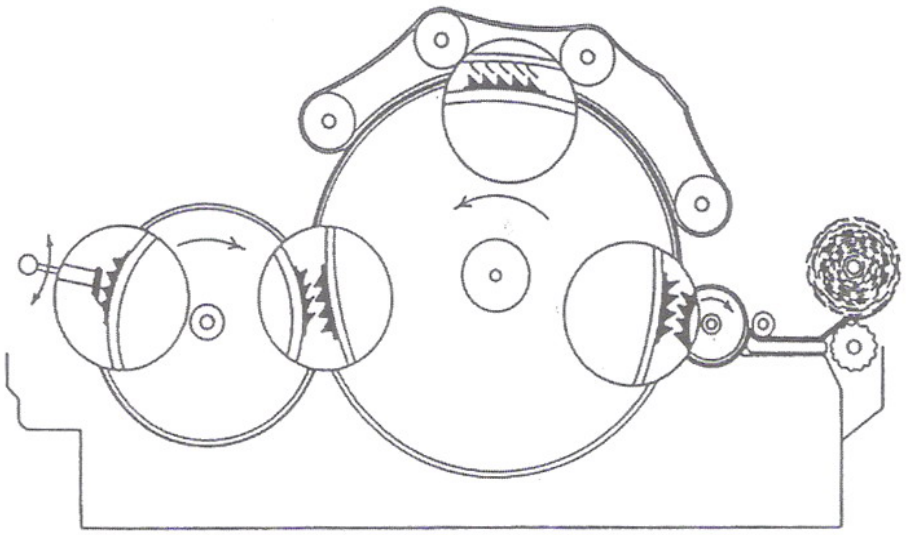
1. ผสมเส้นใยฝ้ายที่มาจากแหล่งต่างๆกัน ไม่ว่าจะเป็นใยฝ้ายคุณภาพดี หรือเศษฝ้าย
2. ป้อนเส้นใยฝ้ายเข้าสู่เครื่อง
3. เปิดและกระจายเส้นใย
4. ทำความสะอาดสิ่งแปลกปลอมในเส้นใย และกำจัดเส้นใยสั้นที่ไม่ต้องการ

5. ทำให้เส้นใยสม่ำเสมอและลดขนาดกลุ่มเส้นใย
6. ทำเส้นใยให้เป็นแผ่นและม้วนเก็บเป็นม้วนแลป (Lap)
7. ส่งต่อเส้นใยไปสู่เครื่องสางใย

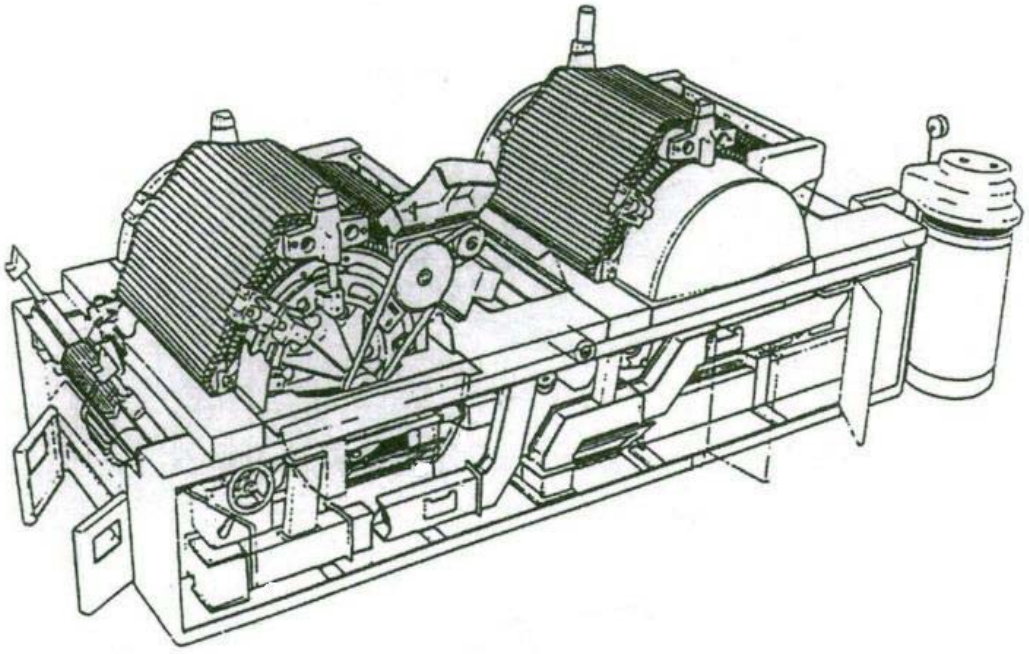
2.4.2 การสางเส้นใย

กระบวนการสางเส้นใย เป็นกระบวนการที่ต้องเอาใจใส่เป็นอย่างมาก สำหรับกระบวนการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor เพราะจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่ากระบวนการปั่นด้ายดังกล่าวเป็นกระบวนการที่สั้น ซึ่งเมื่อดูจากแผนผังขั้นตอนของการปั่นด้ายดังรูปที่ 2.4 จะพบว่าเครื่องสางใยเป็นเครื่องจักรที่อยู่ขั้นตอนสุดท้ายที่จะสามารถทำความสะอาดเส้นใยเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและปุ่มปมต่างๆ ในเส้นใยฝ้ายก่อนที่จะทำการรีดปุยและป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นเส้นด้าย ดังนั้นเองกระบวนการสางใยจึงต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ เพื่อให้ได้กลุ่มเส้นใยที่สะอาดและปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีสมบัติที่ดีได้

สำหรับเครื่องสางใยโดยทั่วไปที่ใช้สำหรับการสางเส้นใยเพื่อการปั่นด้ายจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ ซึ่งได้แก่ เครื่องสางใยแบบการสางขั้นตอนเดียว (Single carding machine) และเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน (Double หรือ Tandem carding machine) ดังรูปที่ 2.13 และรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.13 เครื่องสางใยแบบการสางขั้นตอนเดียว (Single Carding Machine)[8]



รูปที่ 2.14 เครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน (Tandem Carding Machine) [7]

ก. หน้าที่ของเครื่องสางใย

เครื่องสางใยเป็นเครื่องจักรแรกๆ ในกระบวนการปั่นเส้นด้ายใยสั้น (Short Staple Spinning) ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญในการปั่นเส้นด้ายหลายท่านกล่าวไว้ว่า"เครื่องสางใยเป็นเสมือนหัวใจของโรงงานปั่นเส้นด้าย" [3] โดยหน้าที่หลักของเครื่องสางใยนั้นประกอบด้วย

1. เปิดกลุ่มเส้นใยให้แยกกันอิสระ หรือเป็นเส้นใยเดี่ยว เนื่องจากเส้นใยที่ป้อนเข้าสู่เครื่องสางใยนั้นจะมาในลักษณะที่รวมตัวกันมาเป็นกลุ่ม ซึ่งถือว่ามีความจำเป็นอย่างมากต่อการทำความสะอาดหรือกำจัดสิ่งสกปรกที่มาพร้อมกับฝ้าย

2. กำจัดสิ่งสกปรกที่ปลอมปนมากับเส้นใยฝ้าย ซึ่งแม้สิ่งสกปรกบางส่วนจะถูกกำจัดออกไปตั้งแต่ในกระบวนการผสมฝ้าย (ประมาณ 80-95%) แต่เมื่อเข้าสู่เครื่องสางใย จะมีความสามารถในการทำความสะอาดฝ้ายรวมทั้งหมดถึง 95–99% โดยจะเหลือสิ่งสกปรกที่ยังคงหลงเหลืออยู่กับฝ้ายหลังการสางใยอีกประมาณ 0.05 – 0.3 %

3. กำจัดฝุ่นต่างๆ เนื่องจากเกิดการแตกหักของเส้นใยหรือฝุ่นขนาดเล็กขึ้น เมื่อมีการเสียดสีกันระหว่างเส้นใย และหรือ เส้นใยกับโลหะ

4. ลดจำนวนปุ่มปม (Neps) ที่เกิดขึ้นกับเส้นใยเนื่องมาจากกระบวนการก่อนหน้า ซึ่งถึงแม้ว่าเครื่องสางใยเองก็เป็นเครื่องจักรที่ก่อให้เกิดปุ่มปมในเส้นใยเช่นกัน แต่ด้วยวิธีและขั้นตอนการสางใยก็จะลดจำนวนของปุ่มปม ลงได้ด้วยตัวเอง

5. กำจัดเส้นใยสั้น กล่าวคือเส้นใยที่มีความยาวจะถูกจับหรือเกี่ยวด้วยหนามสางใย ส่วนเส้นใยสั้นนั้นจะเกิดการลอยตัวและไม่มีระยะมากพอที่งอตัวให้เกิดการเกี่ยวของหนามสางใย จึงจะถูกกำจัดออกไปด้วยหนาม Flexible revolving flats หรือ Top flat รวมถึงระบบลมดูดในเครื่อง

6. ทำหน้าที่ผสมเส้นใย ซึ่งถึงแม้ว่าเครื่องสางใยจะทำให้เส้นใยแยกจากกันเป็นเส้นใยเดี่ยว แต่สุดท้ายแล้วเมื่อทำการรวบเส้นใยให้กลายเป็นสไลเวอร์ ก็ทำให้มีลักษณะของการผสมกันของเส้นใย

7. ทำให้เกิดการเรียงตัวกันของเส้นใย ในการสางเส้นใยนั้นจะทำให้เส้นใยเกิดการเหยียดตัวออกให้มีลักษณะเป็นเส้นตรงมากขึ้นรวมทั้ง เส้นใยมีมิติของความยาวไปในทิศทางเดียว

8. ทำหน้าที่รวบเส้นใยให้อยู่ในรูปของเส้นสไลเวอร์ เพื่อให้เหมาะสมต่อการลำเลียงหรือส่งเส้นใยต่อไปยังกระบวนการถัดไป

ข. ส่วนประกอบหลักของเครื่องสางใย

ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องสางใยในปัจจุบันนั้น จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับเครื่องสางใยยุคแรกๆ โดยยังคงหลักการหรือวิธีการสางใยไว้ แต่จะมีการปรับปรุงการสางใยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสางใยให้ดีขึ้นอยู่อย่างต่อเนื่อง ส่วนประกอบหลักๆที่สำคัญของเครื่องสางใยสามารถสรุปได้ดังนี้

ลูกกลิ้งป้อนและแผ่นรองรับฝ้าย (Feed roll and Feed plate)

จะทำหน้าที่ป้อนแผ่นของกลุ่มเส้นใย (Lap) เข้าสู่เครื่องโดยลูกกลิ้งป้อนฝ้ายนี้จะมีการขึ้นลาย หรือเซาะเป็นร่องตลอดความยาวของลูกกลิ้ง เพื่อป้องกันการลื่นไถลตัวของแผ่นเส้นใยขณะป้อน และแผ่นรองรับฝ้ายด้านล่างจะเป็นตัวช่วยจับยึด และควบคุมการป้อนฝ้ายไม่ให้หนาหรือบางมากเกินไป

Taker-in หรือ Licker-in

จะทำหน้าที่เกี่ยวฉีกฝ้ายให้เปิดกระจายตัวเป็นกลุ่มเส้นใยขนาดเล็ก และทำความสะอาดฝ้ายเบื้องต้น กล่าวคือสิ่งสกปรกที่มีน้ำหนักและขนาดที่ใหญ่เมื่อถูกหนาม Licker-in ฉีกเศษเหล่านี้จะถูกเหวี่ยงตกลงด้านล่าง พร้อมกันนี้ก็ทำหน้าที่ส่งต่อเส้นใยให้กับลูกกลิ้งสางใย (Cylinder)

ลูกกลิ้งหนามสางใย (Cylinder)

ทำหน้าที่สางกระจายเส้นใยให้เส้นใยเป็นอิสระต่อกัน ทำให้สิ่งสกปรกขนาดเล็กที่เกาะมากับเส้นใยหลุดออกไป ซึ่งสิ่งสกปรกจะตกลงด้านล่างด้วยแรงโน้มถ่วงหรือด้วยแรงเหวี่ยงของการหมุนของลูกกลิ้งสางใย และบางส่วนจะถูกเหวี่ยงไปติดที่หนาม Top flats หรือ Revolving flats ที่อยู่ด้านบนและถูกเกี่ยวพาออกไป นอกจากนี้ยังทำให้เส้นใยมีการเหยียดตัวมากยิ่งขึ้นด้วย

Flats

จะทำหน้าที่ในการสางปัดเส้นใยให้ชิดอยู่กับฟันหนามที่ลูกกลิ้งหนามสางใย ซึ่งจะทำให้เส้นใยเกิดการเหยียดเรียงตัวดีขึ้น พร้อมกันนี้ก็จะทำหน้าที่ดักและเกี่ยวพาสิ่งสกปรกในกระบวนการสางใยออกไปด้วย

Doffer

จะทำหน้าที่รับเส้นใยจากการสางของหนามสางใยเพื่อทำให้เป็นแผ่นเส้นใยตามน้ำหนักที่ต้องการก่อนจะทำการส่งต่อไปยังการสางขั้นต่อไป หรือรวบรวมเข้าเป็นเส้นสไลเวอร์

Transfer Roll (for Tandem carding)

ทำหน้าที่รับแผ่นเส้นใยจาก Doffer ของเครื่องสางใยขั้นตอนแรก แล้วส่งต่อไปยังการสางใยขั้นตอนที่สอง

Condenser

ทำหน้าที่รวบแผ่นเส้นใยที่ออกมาจาก Doffer ให้กลายเป็นเส้น ซึ่งเรียกว่า “สไลเวอร์ (Sliver) ” เพื่อให้ง่ายต่อการจัดเก็บและการขนส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป

Coiler

ทำหน้าที่จัดเรียงเส้นสไลเวอร์ลงถังให้เป็นระเบียบ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและไม่ทำให้เกิดการเสียหายระหว่างการขนย้าย และการใช้งาน

2.4.3 การรีดปุยเส้นใย

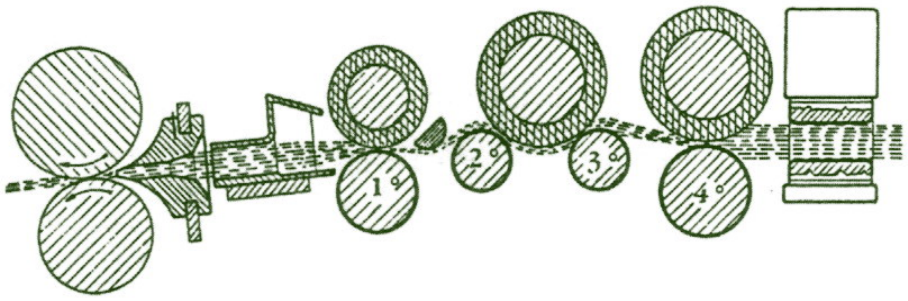
เครื่องรีดปุยเส้นใย เป็นเครื่องจักรสุดท้ายในการเตรียมเส้นใยเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้ายแบบ OE-Rotor ดังแสดงในรูปที่ 2.15 ซึ่งการรีดปุยเป็นการรีดลดขนาดของกลุ่มเส้นใยเพื่อทำให้ได้กลุ่มเส้นใยที่มีความสม่ำเสมอ และได้น้ำหนักของสไลเวอร์ที่เหมาะสมในการใช้ป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้าย ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการช่วยในการผสมเส้นใยให้เข้ากันได้ดีมากยิ่งขึ้นด้วย ซึ่งกล่าวโดยสรุปถึงหน้าที่และวัตถุประสงค์ของเครื่องรีดปุยได้ดังนี้ คือ

1. ผสมเส้นใยในรูปสไลเวอร์ที่มาจากเครื่องสางใยต่างเครื่องกัน

2. รีดลดขนาดของสไลเวอร์หลายๆเส้นให้เล็กลงเหลือเส้นเดียว

3. ทำให้เส้นใยมีการเรียงตัวขนานกันควบคุมน้ำหนักของเส้นสไลเวอร์ให้มีความสม่ำเสมอกันตามเกณฑ์ที่กำหนด

รูปที่ 2.15 เครื่องรีดปุยเส้นใย [9]



รูปที่ 2.16 ชุดลูกกลิ้งลดขนาดในเครื่องรีดปุยเส้นใย [7]

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการดัดแปลงการสางใยของเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนดังนั้นเองจึงจะกล่าวเน้นเฉพาะเครื่องสางใยดังกล่าว

เครื่องสางใยแบบสองขั้นตอน เป็นการนำเอาเครื่องสางใยแบบการสางขั้นตอนเดียวมาทำการต่อกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสางใยให้ดีขึ้น ซึ่งเหมาะสำกรับการสางเส้นใยสั้นที่มีความสกปรก เพราะเครื่องสางใยนี้เปรียบเสมือนการสางใย 2 ครั้ง [7] ในช่วงเวลาเดียวกัน

ในการพัฒนาการสางใยดังกล่าวในช่วงแรกเกิดจากการเล็งเห็นถึงความจำเป็น ในการรักษาเส้นใยไม่ให้เสียหายควบคู่ไปกับปริมาณผลผลิตจากการสางใย [8] เพราะการที่จะได้ผลผลิตมากก็ต้องเพิ่มรอบความเร็วในการสางขึ้นซึ่งถ้าหากความเร็วสูงเกินไป จะทำให้เส้นใยได้รับความเสียหายจากการสางได้พร้อมกันนี้ก็จะทำให้เกิดปัญหาปุ่มปมขึ้นกับเส้นใย ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถที่จะลดลงได้โดยการใช้เครื่องสางใยที่มีลักษณะการสางที่นุ่มนวลคือค่อยๆ เพิ่มการสางจากหยาบไปสู่การสางที่ละเอียด ซึ่งเส้นใยจะค่อยๆ ถูกเปิดเพื่อทำความสะอาด และเหยียดตัวตรงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นเองเครื่องสางเส้นใยแบบการสางสองขั้นตอนจึงเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การสางเส้นใยในลักษณะดังกล่าว ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วการสางใยแบบการสางสองขั้นตอน นิยมใช้ในการสางใยที่จะใช้สำหรับการปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบ OE-Rotor เนื่องจากเป็นเครื่องที่สามารถทำความสะอาดเส้นใยได้ดี เพราะการปั่นเส้นด้ายแบบ OE-Rotor ความสะอาดของสไลเวอร์ที่ใช้ในการป้อนเข้าเครื่องปั่นด้ายนั้นถือว่ามีความสำคัญอย่างมาก

2.4.4 การปั่นเป็นเส้นด้าย

หลังจากเตรียมวัตถุดิบแล้วจะนำมาทำการป้อนที่เครื่องปั่นเส้นด้าย ซึ่งการปั่นเส้นด้าย OE-Rotor วัตถุดิบที่ใช้ป้อนเข้าเครื่องปั่นด้าย คือ เส้นสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุย โดยเครื่องปั่นเส้นด้าย OE-Rotor ถือได้ว่าเป็นกระบวนการสุดท้ายของการปั่นเส้นด้ายจากเส้นใยสั้นปลายเปิดแบบใช้ลูกถ้วยปั่น[7] ซึ่งเครื่องปั่นด้ายดังกล่าวจะทำหน้าที่เปิดกระจายเส้นสไลเวอร์ให้เป็นเส้นใยอิสระด้วยลูกกลิ้งหนาม และจะมีสิ่งสกปรกบางส่วนที่แยกตัวออกจากเส้นใยและถูกดูดไปเก็บที่ตู้กรองฝุ่นต่อไป จากนั้นเส้นใยที่ถูกเปิดแยกนี้จะถูกส่งผ่านท่อนำเส้นใยเข้าสู่ลูกถ้วยปั่น หรือ Rotor ที่หมุนด้วยความเร็วสูง โดยเส้นใยจะถูกเหวี่ยงให้ไปรวมกันอยู่ที่ร่องของ Rotor เป็นลักษณะของเส้นสไลเวอร์ขนาดเล็ก สำหรับการก่อตัวเป็นเส้นด้ายจะเกิดขึ้นเมื่อมีปลายของเส้นด้ายนำจากด้านนอกจะถูกส่งเข้าไปด้านในของ Rotor โดยผ่านรูของฝารวบเส้นด้าย และเส้นด้ายนำนี้จะถูกเหวี่ยงให้ติดกับผนังของลูกถ้วยเช่นเดียวกับเส้นใย ซึ่งอยู่ด้านนอกของฝารวบเส้นด้าย โดยที่ปลายเส้นด้ายนำนี้จะบิดพันกับเส้นใยที่อยู่ภายในลูกถ้วยเกิดการบิดเกลียวเป็นเส้นด้ายต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ

หลังจากที่เกิดการบิดตัวเป็นเส้นด้ายแล้ว เส้นด้ายจะถูกม้วนเก็บเข้าหลอด กล่าวคือเมื่อเส้นด้ายนำที่ถูกส่งเข้าไปภายใน Rotor และเกิดการบิดพันเกลียวกันกับเส้นใยที่อยู่ภายในลูกถ้วยกลายเป็นเส้นด้ายเส้นเดียวกัน จากนั้นจะถูกดึงออกมาจากลูกถ้วยผ่านทางฝารวบเส้นด้าย ด้วยลูกกลิ้งนำส่งเส้นด้ายแล้วพันเก็บเข้าสู่หลอดด้าย ซึ่งในช่วงระยะดังกล่าวนี้จะมีตัวตรวจจับการขาดของเส้นด้ายและหรือ เครื่องปั่นด้ายบางยี่ห้อหรือบางรุ่นจะมีอุปกรณ์ตรวจเช็คความผิดปรกติในเส้นด้ายระหว่างการดึงม้วนเก็บเข้าหลอดด้ายด้วย สำหรับลักษณะของการปั่นเส้นด้าย และตัวอย่างเครื่องจักร โดยละเอียดได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 2.3 แล้ว

เมื่อได้หลอดด้ายจากการปั่นแล้วจะนำไปทำการแพ็คลงกล่องกระดาษ หรือใส่กระสอบเพื่อส่งจำหน่าย แต่สำหรับหลอดด้ายที่ปั่นจากเครื่องที่ไม่มีอุปกรณ์ตรวจเช็คความผิดปรกติในเส้นด้ายระหว่างการดึงม้วนเก็บเข้าหลอดด้ายด้วย จะถูกนำไปทำการกรอที่เครื่องกรอที่มีอุปกรณ์ตรวจเช็คความผิดปรกติในเส้นด้ายอีกครั้งหนึ่งแล้วจึงนำมาการแพ็คลงกล่องกระดาษหรือใส่กระสอบ ส่วนตัวอย่างของหลอดด้ายที่ได้จาการปั่นแสดงดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างหลอดด้าย OE-Rotor

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บริษัท Rieter [10] ได้นำเสนอเครื่องสางใยรุ่น C-60 ซึ่งเป็นเครื่องสางใยรุ่นใหม่ที่มีการเพิ่มพื้นที่ในการสางใยขึ้นอีก 50 % จากเครื่องสางใยทั่วไปที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งสางใย 50 นิ้ว โดยที่เครื่องรุ่นใหม่นี้ได้ทำการลดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งสางใยลงเหลือ 36 นิ้ว ซึ่งจะทำให้สิ่งสกปรกถูกกำจัดออกไปได้มากจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ในการหมุนให้เพิ่มขึ้น และขยายความกว้างของหนามจากเดิม 100 เซนติเมตร เป็น 150 เซนติเมตร เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและให้ได้เส้นสไลเวอร์ที่มีคุณภาพดีขึ้น

2. บริษัท Crosrol [11] ได้นำเสนอผลดีในการเพิ่มพื้นที่ในการสางใยในเครื่องสางใยรุ่น MK-7 โดยมีการเพิ่มพื้นที่ในการสางตามความยาวรอบผิวของลูกกลิ้งสางใย ซึ่งจะช่วยให้เส้นใยถูกสางอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ โดยที่ยังคงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยเอาไว้โดยเฉพาะกับการสางเส้นใยธรรมชาติ

3. McCreigth และคณะ [8] ได้นำเสนอข้อสรุปผลการสางใยแบบการสางใยสองขั้นตอนกับการสางใยแบบขั้นตอนเดียวของ Texas Tech University โดยใช้ฝ้าย 100% สำหรับใช้ในการปั่นเส้นด้าย Rotor Yarnซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- อัตราการขาดของเส้นด้ายที่ได้จากการสางใยแบบขั้นตอนเดียวนั้น จะสูงกว่าการสางใยแบบสองขั้นตอนเสมอ

- สมรรถนะของการปั่นเส้นด้ายสูงขึ้น เพราะเครื่องสางใยแบบสองขั้นตอน มีประสิทธิภาพในการกำจัดสิ่งสกปรกที่ปลอมปนมากับฝ้ายได้ดีกว่า

- สไลเวอร์จากเครื่องสางใยที่มีการสางสองขั้นตอนนั้น สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่า

- เครื่องสางใยที่มีการสางสองขั้นตอน สามารถกำจัดฝุ่นจากใยฝ้ายได้ดีกว่าซึ่งจะส่งผลให้การปั่นเส้นด้ายนั้นมีช่วงเวลาที่นานกว่าในช่วงระหว่างการทำความสะอาดลูกถ้วย (Rotor) ในเครื่องปั่นเส้นด้ายแบบ OE-Rotor โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพเส้นด้ายมากนัก โดยเฉพาะความแข็งแรงของเส้นด้าย

อย่างไรก็ตามข้อด้อยของเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนนั้นก็ยังมีอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนเบื้องต้นและใช้พลังงานที่สูงกว่า นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงกว่าด้วย เป็นต้น

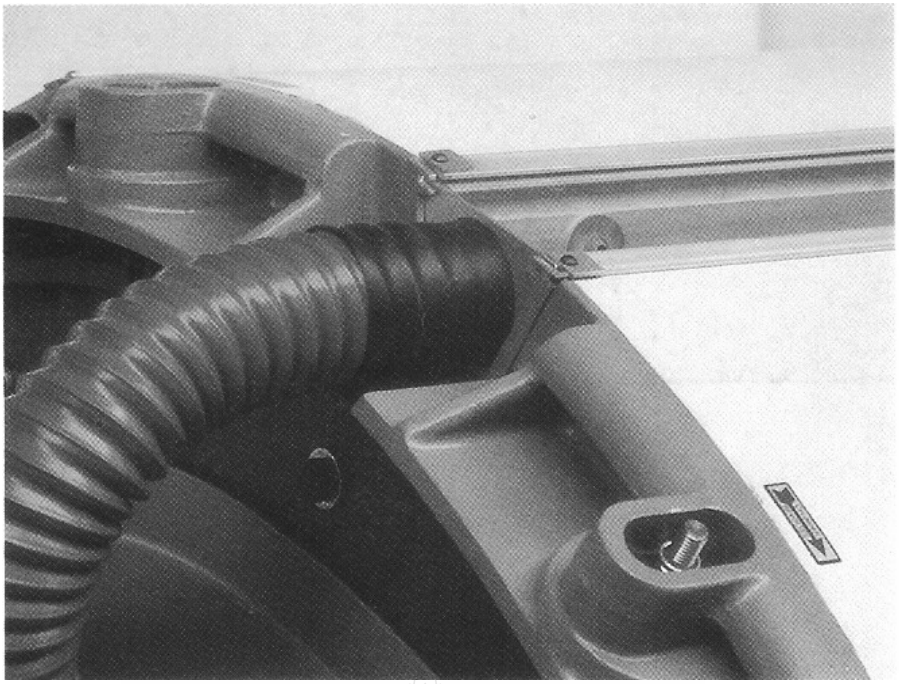
การปั่นเส้นด้าย OE-Rotor เป็นที่นิยมผลิตกันมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะมีกระบวนการผลิตที่สั้นและให้อัตราผลผลิตที่สูง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการปั่นเส้นด้ายแบบวงแหวนแล้ว ฝ้ายหรือวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการปั่นเป็นเส้นด้าย จะมีคุณภาพและคุณสมบัติโดยรวมที่ต่ำกว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการปั่นเส้นด้ายแบบวงแหวน กล่าวคือ มีความยาวเส้นใยที่ต่ำกว่า มีสิ่งสกปรกที่ปนมากับฝ้ายมากกว่า (ซึ่งบางครั้ง อาจจะนำเศษฝ้ายหรือเส้นใยอื่นจากกระบวนการมาทำการผสมกับเส้นใยดี หรืออาจจะใช้เฉพาะเศษเส้นใยจากกระบวนการล้วนๆมาผ่านกระบวนการทำความสะอาดและสางใยก่อนป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้าย) เป็นต้น

จากที่กล่าวมา กระบวนการทำความสะอาดและการสางใยจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมาก เพื่อผลิตเป็นสไลเวอร์ที่มีความสะอาดและมีปริมาณปุ่มปมที่ต่ำ ซึ่งจะช่วยให้ได้เส้นด้ายที่ผลิตมีคุณภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นเอง จึงได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องสางใย เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว โดยในการปรับปรุงหลักๆ จะเป็นในส่วนของขั้นตอนของการสางเส้นใย คือระหว่างลูกกลิ้งหนามสางใย (Cylinder) กับ Top flats หรือ Revolving flats

4. John D. Hollingsworth [12] ได้ทำการปรับปรุงการสางใยที่เครื่องสางใยแบบการสางขั้นตอนเดียว โดยทำการติดตั้งหนาม Stationary Flats ที่ไม่สามารถปรับระดับได้ยึดครอบอยู่ด้านบนลูกกลิ้งหนามสางใยและติดชุดใบมีดไว้ด้วย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถกำจัดเศษสิ่งปลอมปนที่มากับฝ้ายให้ดียิ่งขึ้น ผลจากการปรับปรุงพบว่าใบมีดที่ติดไว้ด้านหลังถัดจากหนาม Stationary flats สามารถกำจัดสิ่งสกปรกที่ปลอมปนมากับฝ้ายได้ดี และถ้าสามารถที่จะปรับตั้งระยะห่างของใบมีดกับลูกกลิ้งหนามสางใยได้อย่างเหมาะสมกับชนิดหรือลักษณะของฝ้าย ที่ทำการสางด้วยแล้วก็จะเป็นการช่วยทำให้เส้นใยดีไม่สูญเสียไปกับสิ่งสกปรกมากจากการดักของใบมีดดังกล่าว

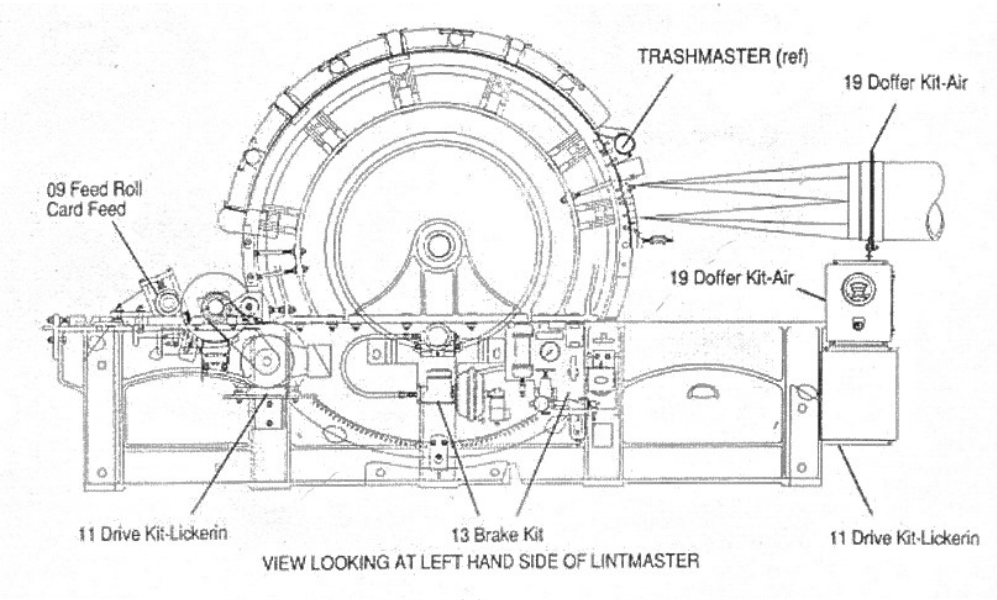
5. Hollingsworth ยังได้ทำการพัฒนาต่อเนื่องเพื่อให้งานการปรับปรุงดังกล่าวใช้ได้ในเชิงพานิช โดยใช้ชื่อระบบที่ทำการปรังปรุงดังกล่าวว่า “CLEAN MASTER®” เพื่อใช้ติดตั้งกับเครื่องสางใยแบบการสางขั้นตอนเดียว [13] โดยจะแบ่งหนามสางใย Stationary flats ที่ติดตั้งแทน Revolving flats นั้นออกเป็น 3 ชุด และมีท่อลมดูดระหว่างช่วงรอยต่อของหนามแต่ละชุดเป็น 3 ชุดเช่นกัน ซึ่งแรงลมดูดสิ่งสกปรกที่ใช้อยู่ที่ประมาณ 4 มิลลิบาร์ และปริมาตรลมดูดรวมประมาณ 1,020 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงดังรูปที่ 2.18 โดยการปรับปรุงดังกล่าวเหมาะสำหรับการสางเส้นใยฝ้าย ซึ่งผลของการปรับปรุงดังกล่าว พบว่าสามารถกำจัดฝุ่น เศษเปลือกใบและสิ่งสกปรกออกจากใยฝ้ายได้ดี รวมทั้งเส้นใยสั้นที่ไม่ต้องการ ซึ่งการปรับปรุงดังกล่าวเหมาะสมในการเตรียมเส้นใยในการปั่นเส้นด้าย OE- Rotor



รูปที่ 2.18 ชุด Clean Master ของ Hollingsworth ในเครื่องสางใย Single Card [13]

นอกจากนี้แล้ว ก็ยังได้พัฒนาระบบดังกล่าวเพื่อใช้กับการเปิดและทำความสะอาดฝ้ายเบื้องต้นควบคู่กันไป โดยอยู่ในส่วนของงานผสมเส้นใย ซึ่งใช้ชื่อว่า "LINTMASTER®" โดยได้รับความร่วมมือในการพัฒนาจากทางบริษัท COTTON INCORPORATED [14] ที่ด้านบนของลูกกลิ้งเปิดและทำความสะอาดฝ้ายจะถูกติดตั้งด้วยแผ่นครอบที่มีฟันหนามและช่องลมดูดติดอยู่ เพื่อใช้ในการสางทำความสะอาดและดูดฝุ่นและสิ่งสกปรกในฝ้ายออกไประหว่างการสางใย และฝ้ายที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าวแล้ว จะถูกพาออกไปจากเครื่องด้วยลมดูดของระบบส่งฝ้ายเพื่อส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป ดังรูปที่ 2.19

ซึ่งผลลัพธ์ของเส้นใยฝ้ายที่ได้จากการทำความสะอาดดังกล่าวพบว่า สามารถกำจัดเศษสิ่งสกปรกออกจากฝ้ายได้มากถึง 78% อย่างไรก็ตามในการตีเปิดเพื่อทำความสะอาดฝ้ายก็มีส่วนทำให้เกิดปุ่มปมขึ้นกับวัตถุดิบที่ป้อนได้ ซึ่งระบบ Lint Master ก็เช่นเดียวกันคือ หลังจากผ่านเครื่องจักรดังกล่าวแล้วจะมีจำนวนปุ่มปมเพิ่มขึ้นจากฝ้ายที่ป้อนประมาณ 4% ซึ่งก็ยังถือว่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรอื่นๆที่ใช้ทำความสะอาดในลักษณะเดียวกัน ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2.4

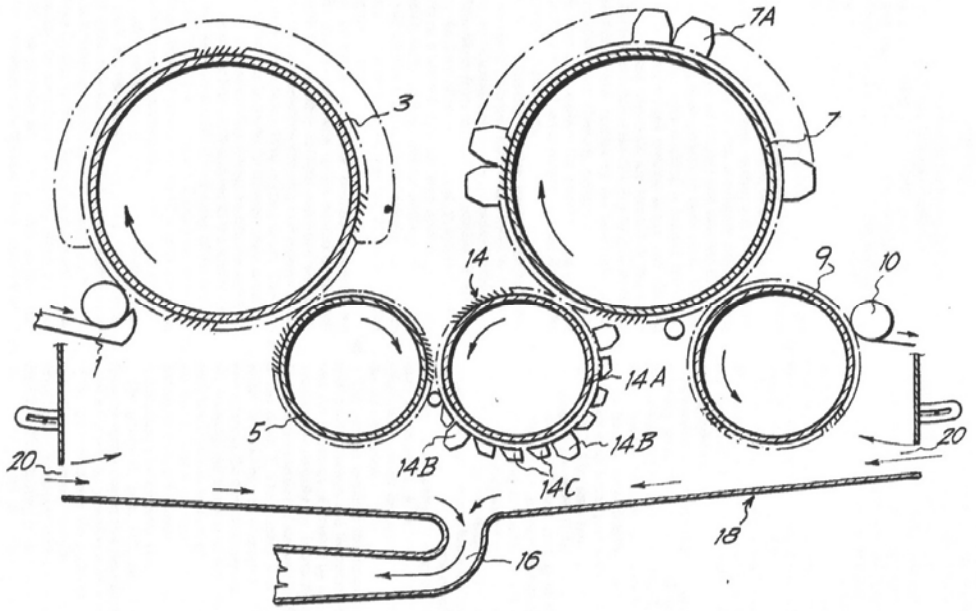


รูปที่ 2.19 การติดตั้งระบบ Lint Master ในลูกกลิ้งทำความสะอาดฝ้าย [14]

ตารางที่ 2.4 เปรียบประสิทธิภาพการทำความสะอาดของ Lint Master กับเครื่องจักรอื่นที่มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน[14]

เครื่องจักร	**ประสิทธิภาพการกำจัดสิ่งสกปรก (%)**	**ปุ่มปมที่เพิ่มขึ้นหลังจากการทำความสะอาด (%)**
LINT MASTER	78	4
RST CLEANER	33	37
COTTON MASTER CLEANER	80	35
MAC CLEANER	75	43

6. Marcello Giuliani [15] ได้ทำการปรับปรุงเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน โดยการติดตั้ง Stationary flats ไว้ด้านบนของลูกกลิ้งหนามสางใยทั้ง 2 ลูก แต่ Stationary flat ที่ติดตั้งไว้ด้านบนดังกล่าวจะไม่มีชุดใบมีดดักสิ่งสกปรกและชุดลมดูด การทำความสะอาดหลักๆของเครื่องจะ

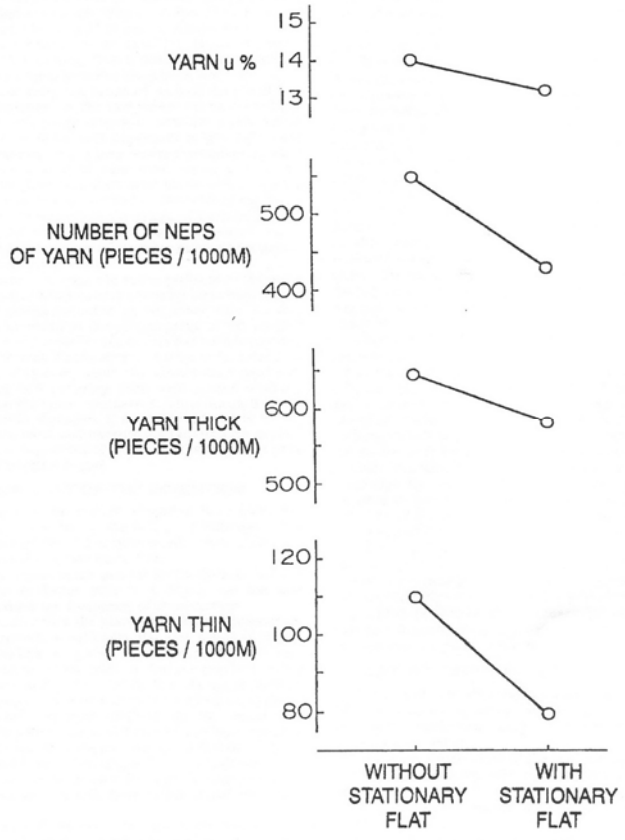


รูปที่ 2.20 การปรับปรุงเครื่องสางใย Tandem Card โดยลูกกลิ้งสางใยขั้นที่สองมีลูกกลิ้งทำความสะอาด และ ระบบลมดูดสิ่งสกปรกอยู่ด้านล่างของเครื่อง [15]

7. Takumioda [16] ได้ทำการปรับปรุงการติดตั้ง Stationary flats บนลูกกลิ้งหนามสางใย (Cylinder) กับเครื่องสางใยแบบขั้นตอนเดียวที่อยู่ระหว่างลูกกลิ้งหนามสางใย กับ Doffer และระหว่าง ลูกกลิ้งหนามสางใย กับ Licker-in โดยการแยก Stationary flats ออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วติดตั้งเข้ากับโครงทั้งสองด้านก่อนทำการยึดเข้ากับเครื่อง โดยการปรับปรุงดังกล่าวนั้นนอกจากจะทำให้สามารถปรับตั้งระยะห่างระหว่าง Flats กับ ลูกกลิ้งหนามสางใยได้อย่างอิสระแล้ว ยังง่ายและสะดวก

หลังจากการปรับปรุงดังกล่าว Takumioda ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของสไลเวอร์ และเส้นด้ายที่ได้จากเครื่องปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring spinning machine) ที่ได้จากเครื่องสางใยที่ทำการติดตั้ง Stationary flats ระหว่างลูกกลิ้งหนามสางใย กับ Doffer และเครื่องที่ไม่ได้ติดตั้ง Stationary flats ดังแสดงในรูปที่ 2.21

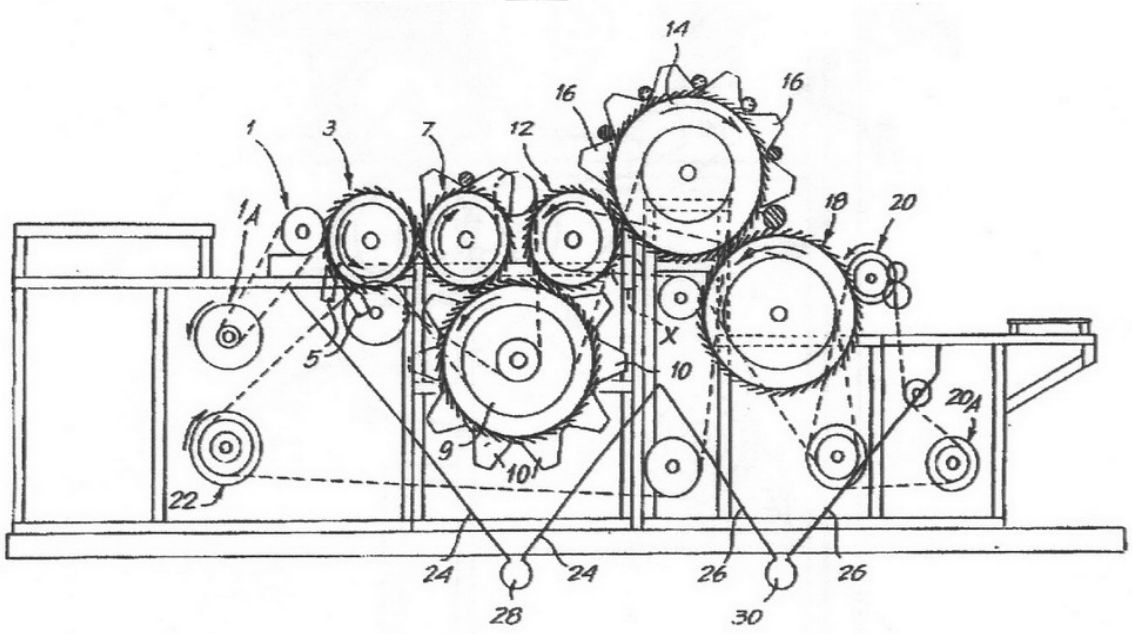
จากผลการทดลองดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า เครื่องที่มีการติดตั้ง Stationary flats นั้นสไลเวอร์มีการเรียงตัวขนานกันและการกระจายตัวของเส้นใยดีขึ้น ปริมาณปุ่มปมลดลงและ ค่าความสม่ำเสมอ (U%) ของสไลเวอร์ดีขึ้น ในส่วนของเส้นด้ายที่ทำการปั่นแบบวงแหวนก็ไปในทิศทางเดียวกันคือ เส้นด้ายมีคุณภาพดีขึ้น กล่าวคือปุ่มปมในเส้นด้าย จุดหนา และจุดบางในเส้นด้ายลดลง รวมทั้งค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายก็ดีขึ้น



รูปที่ 2.21 เปรียบเทียบผลการทดสอบเส้นด้ายที่ใช้ฝ้ายจากการสางใยที่ติดตั้งหนาม Stationary flats กับการสางใยที่ไม่ได้ติดตั้ง Stationary flats [15]

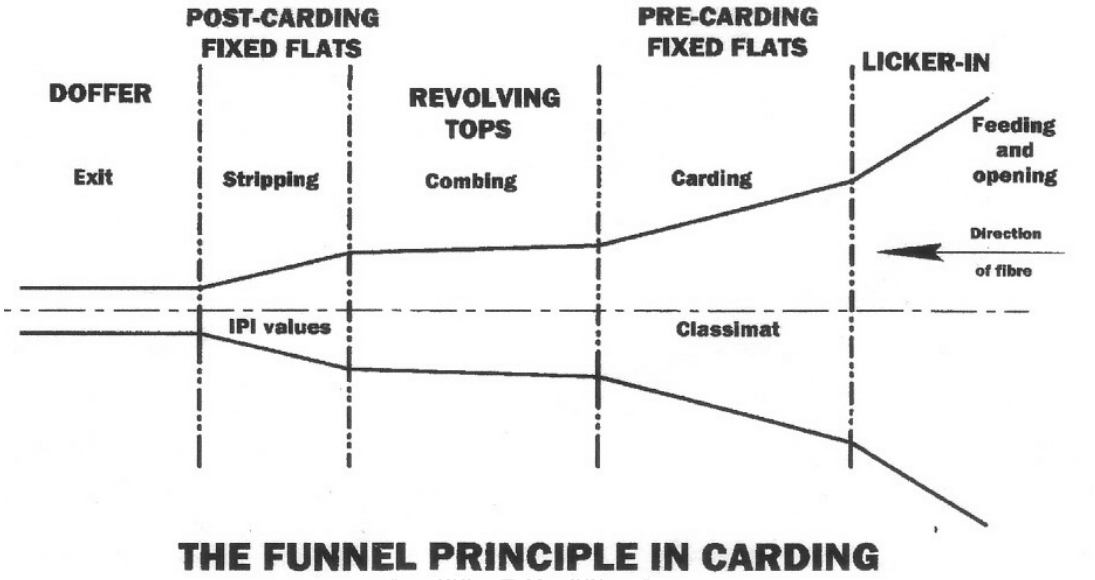
8. Marcello Giuliani [17] ได้ทำการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน ที่มีการติดตั้งหนามสางใย Stationary flats ไว้ที่ด้านล่างของลูกกลิ้งหนามสางใยลูกแรก ซึ่งมีระยะ 270º หรือ ¾ ของเส้นรอบวงของกลิ้งหนามสางใย ส่วนลูกกลิ้งหนามสางใยลูกที่สองติดตั้ง Stationary flats ไว้ด้านบน โดยในการออกแบบ ในครั้งนี้เน้นจุดสำคัญไปที่ลูกกลิ้งหนามสางใยลูกแรกที่มีการติดตั้ง Stationary flats ไว้ด้านล่างดังรูปที่ 2.22 ซึ่งมีจุดเด่นหลัก ๆ คือ

- เพิ่มพื้นที่การสางใยได้ถึง 80% ของผิวกลิ้งหนามสางใย
- การทำความสะอาดเพื่อกำจัดเศษสิ่งสกปรกที่มากับฝ้าย อาศัยการตกด้วยแรงโน้มถ่วง ซึ่งตกลงด้านล่างและลำเลียงเศษออกจากเครื่องไปด้วยสายพานลำเลียง
- ในระบบขับมีการใช้ระบบขับที่เกี่ยวเนื่องกัน ซึ่งการเคลื่อนที่ของหนามในแต่ละลูกกลิ้งมีลักษณะของการเกี่ยวพาเส้นใยหรือ Stripping จึงทำให้เส้นใยมีการขนานกันดีขึ้นและมีความเสียหายของเส้นใยน้อย นอกจากนี้ยังสามารถลดมลภาวะเรื่องฝุ่นได้ด้วย



รูปที่ 2.22 เครื่องสางใยที่ติดตั้งหนาม Stationary Flats ไว้ด้านบนและด้านล่างของ Cylinder [17]

9. บริษัท English Card Clothing (ECC) ประเทศอังกฤษ [18] ได้นำเสนอหลักการจัดเรียงความละเอียดของหนาม Stationary flats เพื่อให้การสางใยมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยเรียกว่า “Funnel Effect” ดังรูปที่ 2.23 ซึ่งจะช่วยเพิ่มกำลังในการสางใยโดยที่ไม่ทำให้เส้นใยที่สางเกิดการเสียหาย



รูปที่ 2.23 ลักษณะของ Funnel Effect [18]

ในการติดตั้งหนาม Stationary flats เรียงลำดับตามความละเอียดของหนามนั้น จะส่งผลต่อการเพิ่มสมรรถนะให้กับการผลิตคือ

- ช่วยปรับปรุงค่าสถิติที่จำเป็นให้ดีขึ้นความแข็งแรงของเส้นด้ายเพิ่มขึ้น ประมาณ 3-5 %
- มีอัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้น
- ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องสางใยดีขึ้น
- ยืดอายุการใช้งานให้กับหนามสางใยและ Stationary flats
- ลดการสูญเสียของเส้นใยในกระบวนการหวีเส้นใยได้มากถึง 10 %
- การบำรุงรักษาเครื่องสางใยง่ายขึ้น เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังได้ทำการเปรียบเทียบเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนที่ทำการติดตั้ง Stationary flats จำนวน 12 แผ่น ระหว่าง Liker-in กับลูกกลิ้งหนามสางใย และจำนวน 7 แผ่นระหว่าง

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบเส้นด้าย OE-Rotor ที่ได้จากการปรับปรุงเครื่องสางใย CROSROL MK- 4 (Tandem) โดยติดตั้ง Stationary flats และไม่ติดตั้ง Stationary flats [9]

Stationary Flats	Production Rate(kg/hr)	Yarn Type	Count (Ne)	Yarn Strength (g/tex)	U%	Yarn Imperfections		
						Thin	Thick	Neps
With	25	OE	7	11.4	10.8	8	7	35
Without	25	OE	7	11	12.8	10	71	113
With	50	OE	7	12	12.2	9	51	70
Without	50	OE	7	11.3	13.7	12	105	135

จากการสำรวจงานวิจัยจากหลายๆแหล่ง พบว่าส่วนใหญ่ได้เน้นไปที่การปรับปรุงเครื่องสางใยแบบการสางขั้นตอนเดียว โดยในการปรับปรุงจะทำการติดตั้งหนามสางใยแบบฟันเลื่อยที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Stationary flat) ไว้ที่ด้านบนลูกกลิ้งหนามสางใย (Cylinder) ซึ่งผลจากการปรับปรุงพบว่าได้เส้นเส้นสไลเวอร์ที่มีความสะอาดและ สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายที่คุณภาพดีขึ้นได้

อย่างไรก็ตามสำหรับการปรับปรุงและการดัดแปลงเทคนิคการสางใย ด้วยการติดตั้งหนาม Stationary flat พร้อมใบมีดดักเศษและท่อลมดูดสิ่งสกปรกบนลูกกลิ้งหนามสางใยกับเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนเพียงตำแหน่งการสางใยขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แล้วนำเส้นด้ายที่ปั่นมาทำการเปรียบเทียบกัน ยังไม่พบงานวิจัยที่ได้ดำเนินการลักษณะดังกล่าว ดังนั้นจึงทำให้มีความสนใจและมีแนวคิดที่จะดำเนินการดัดแปลงการสางใยแบบการสางสองขั้นตอน ในลักษณะที่ได้กล่าวมาข้างต้น และ เปรียบเทียบคุณสมบัติของเส้นด้ายที่ปั่นจากเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากการดัดแปลงเครื่องดังกล่าวกับเครื่องปั่นด้าย OE-Rotor

บทที่ 3

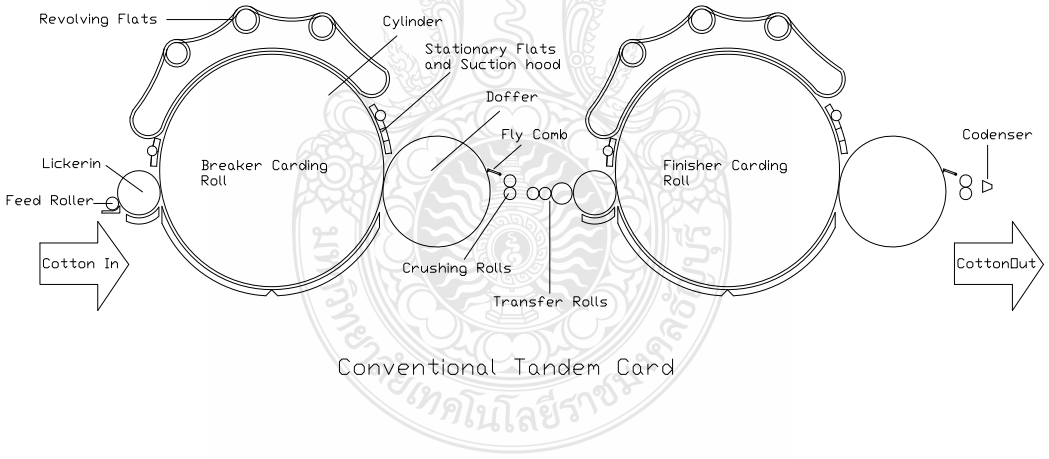
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้การศึกษาเชิงทดลองเปรียบเทียบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1. ขั้นตอนการดัดแปลงเครื่องสางใย

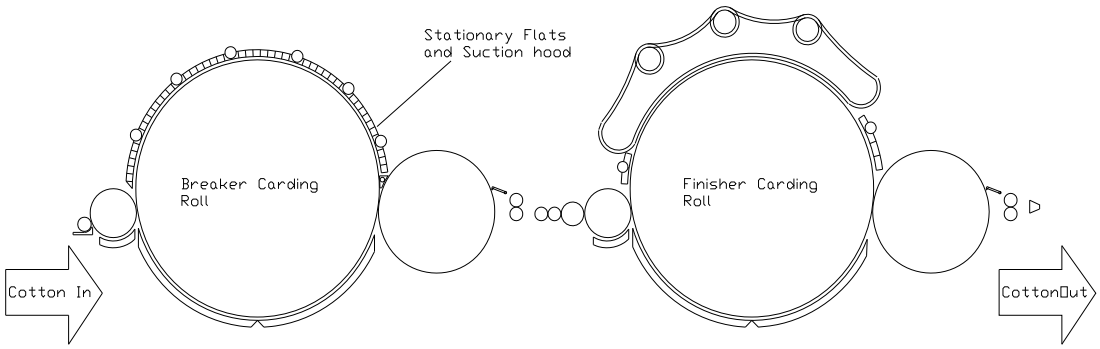
เครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้จะเลือกเครื่องสางใยยี่ห้อ รุ่น และปีที่ผลิตเครื่องเดียวกัน คือ เครื่องสางใย ISHIKAWA รุ่น NK-A ซึ่งมีการกำหนดชื่อเรียกแทนเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่องดังนี้

เครื่องที่ 1 คือเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนแบบเดิม หรือแบบทั่วไปแสดง ซึ่งสามารถเขียนเป็นไดอะแกรมของเครื่องสางใยได้ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมของเครื่องสางใยแบบเดิมหรือแบบทั่วไป

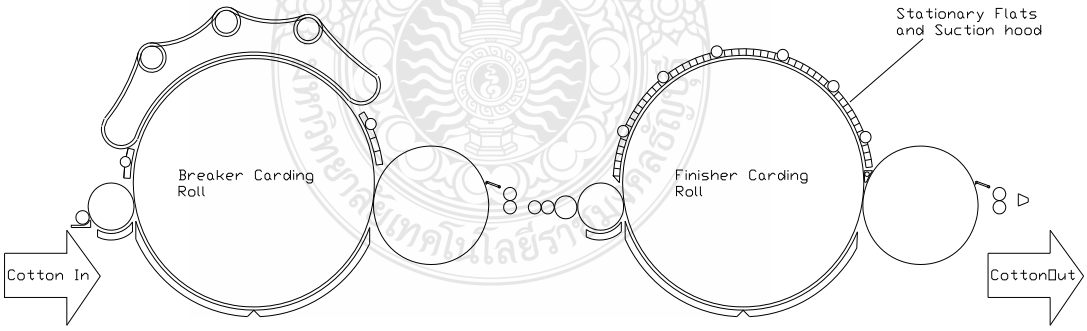
เครื่องที่ 2 คือเครื่องสางใยที่ทำการดัดแปลงโดยเปลี่ยนจากหนาม Flexible Revolving Flat เป็นหนาม Stationary Flat ที่ลูกกลิ้งหนามสางใยตัวแรกหรือขั้นตอนแรก (Breaker Carding) โดยสามารถเขียนเป็นไดอะแกรมของเครื่องสางใยได้ดังรูปที่ 3.2



Modified of Breaker Tandem Card

รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมการสางใยของเครื่องที่ทำการดัดแปลงที่ลูกกลิ้งสางใยตัวแรก

เครื่องที่ 3 คือเครื่องสางใยที่ทำการดัดแปลงโดยเปลี่ยนจากหนาม Flexible Revolving Flat เป็นหนาม Stationary Flat ที่ลูกกลิ้งหนามสางใยตัวที่สองขั้นตอนที่สอง (Finisher Carding) ซึ่งสามารถเขียนเป็นไดอะแกรมของเครื่องสางใยได้ ดังรูปที่ 3.3



Modified of Finisher Tandem Card

รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมการสางใยของเครื่องที่ทำการดัดแปลงที่ลูกกลิ้งสางใยตัวที่สอง

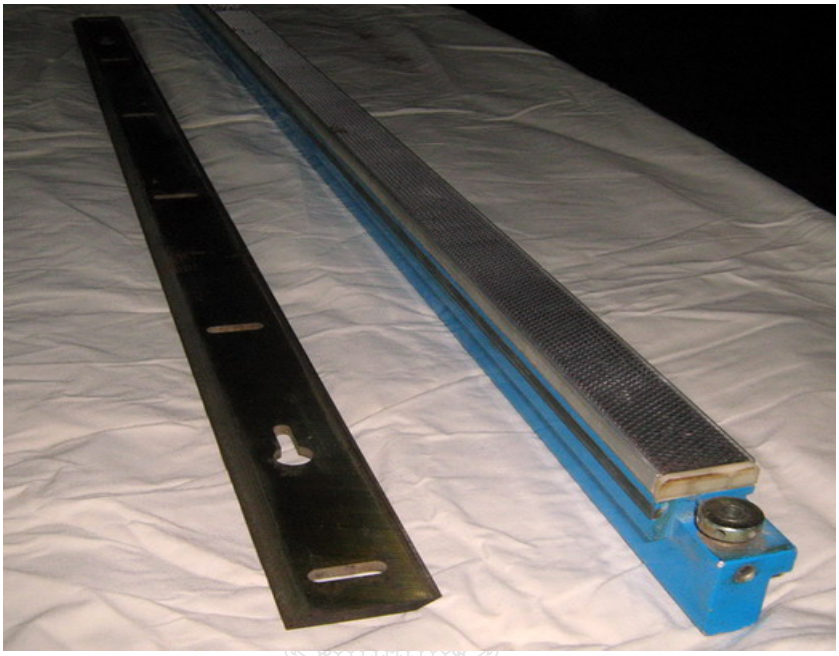
3.1.1 ลักษณะและวิธีการดัดแปลงเครื่องสางใย

เครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่อง ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ทำการพันหนามใหม่ทั้งหมด และเป็นหนามยี่ห้อเดียวกัน ประกอบด้วยหนาม Licker-in, Cylinder, Doffer และหนาม Revolving Flat (สำหรับลูกกลิ้งหนามสางใยทั้งสองลูกของเครื่องที่ 1 และสำหรับลูกกลิ้งหนามสางใยที่ไม่ได้ทำการดัดแปลงของเครื่องที่ 2 และ 3) สำหรับรายละเอียดของหนามที่ใช้ แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 ในส่วนของการดัดแปลงเครื่องสางใยแต่ละเครื่องมีรายละเอียด ดังนี้

ก. เครื่องที่ 1 เป็นเครื่องที่ไม่ได้ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใยของเครื่อง ที่ลูกกลิ้งหนามสางใยทั้งสองลูก คือ ลูกกลิ้งหนามสางใยลูกแรก และ ลูกกลิ้งหนามสางใยตัวที่สองใช้หนามRevolving flats หรือ Top flats ในการสางใยและอุปกรณ์อื่นๆ เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของเครื่อง ซึ่งลักษณะเครื่องแสดงดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 เครื่องสางใยแบบการสางใยสองขั้นตอนทั่วไปหรือแบบเดิม

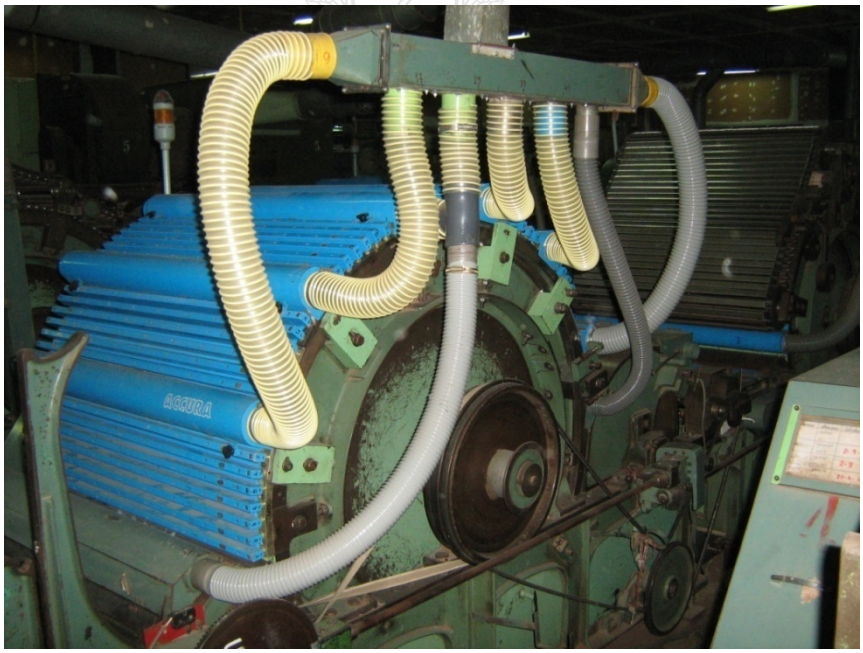
ข. เครื่องที่ 2 ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใยที่ลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนแรก โดยการเปลี่ยนจากการใช้หนามสางใย Revolving flats หรือ Top flats เป็นหนามสางใย Stationary flats แทน พร้อมกันนี้จะทำการติดตั้งใบมีดและท่อลมดูดในแต่ละช่วงของหนาม เพื่อดักเศษสิ่งสกปรกและเศษเส้นใยสั้น



รูปที่ 3.5 หนาม Stationary flat และใบมีดดักสิ่งสกปรก

รูปที่ 3.6 การติดตั้งและปรับระยะห่างของหนาม

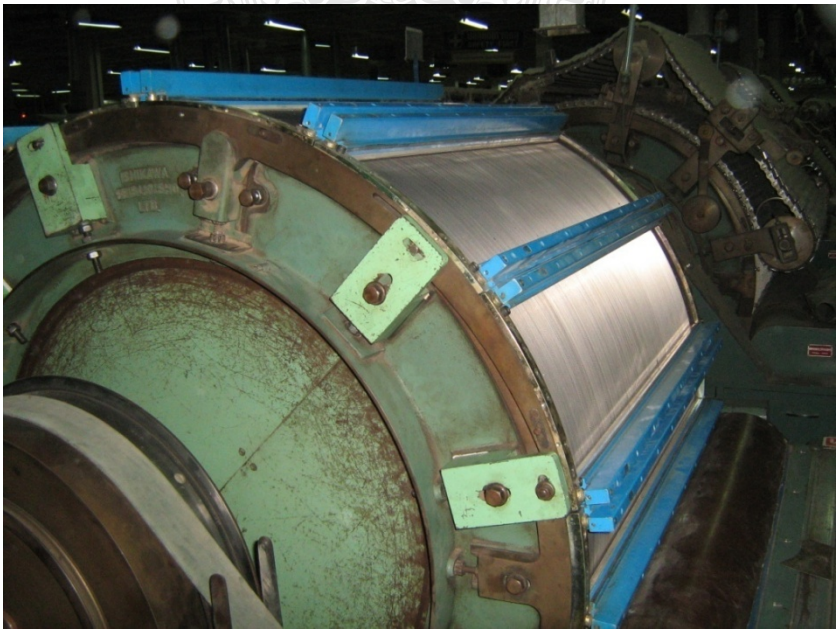
รูปที่ 3.7 การติดตั้งและปรับระยะห่างของหนาม



รูปที่ 3.8 การติดตั้งท่อลมดูดกับเครื่องที่ทำการดัดแปลงการสางใยขั้นตอนแรก

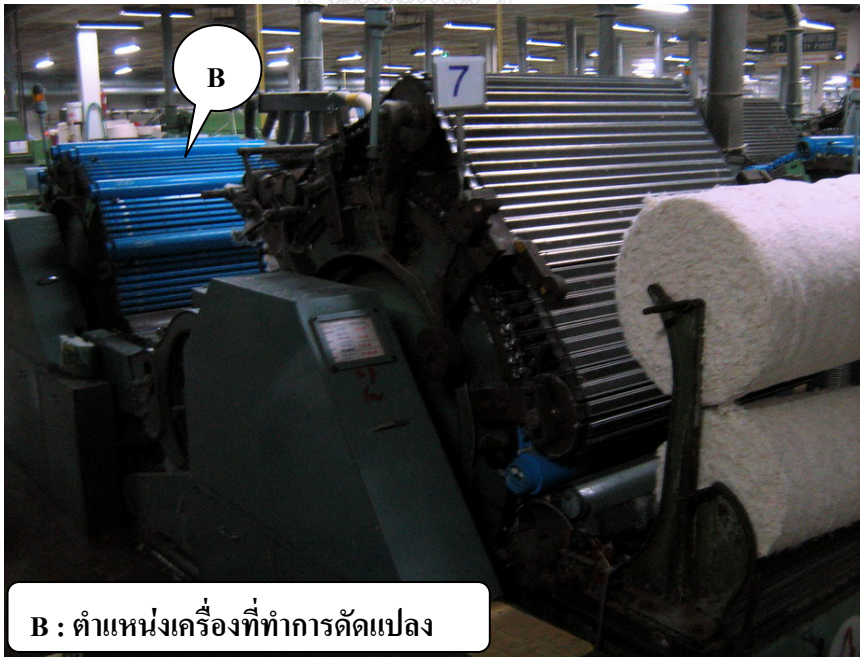
รูปที่ 3.9 เครื่องสางใยที่ทำการดัดแปลงการสางใยที่การสางใยขั้นตอนแรก

ค. เครื่องที่ 3 ทำการดัดแปลงการสางใยที่ลูกกลิ้งสางใยขั้นที่สอง โดยการเปลี่ยนจากการใช้หนามสางใย Revolving flats หรือ Top Flats เป็นหนามหนามสางใย Stationary flats แทน พร้อมทั้งทำการติดตั้งใบมีดและท่อลมดูดในแต่ละช่วงของหนาม เพื่อดักเศษสิ่งสกปรกและเศษเส้นใยสั้น ซึ่งเครื่องสางใยที่ดัดแปลงแล้วแสดงดังรูปที่ 3.10 ถึง 3.12



รูปที่ 3.10 การเตรียมการติดตั้งหนาม Stationary flats กับเครื่องสางใย

รูปที่ 3.11 การติดตั้งท่อลมดูดกับเครื่องที่ทำการดัดแปลงการสางใยขั้นตอนที่สอง



รูปที่ 3.12 เครื่องสางใยที่ทำการดัดแปลงการสางใยที่การสางใยขั้นตอนที่สอง

3.1.2 หนามสางใยและระยะปรับตั้งต่างๆ ในเครื่องสางใย

สำหรับเครื่องสางใยนั้น การเลือกใช้หนามสางใยรวมทั้งระยะการปรับตั้งต่างๆในเครื่องถือว่ามีความสำคัญและ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสไลเวอร์ที่ได้จากการสางใย ซึ่งค่าต่างๆ ที่ใช้กับเครื่องสางใยแต่ละเครื่องในการทดลองแสดงไว้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 หนามสางใยและระยะปรับตั้งต่างๆของเครื่องสางใย [18]

หนามและค่าการปรับตั้ง	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3	
	Breaker	Finisher	Breaker	Finisher	Breaker	Finisher
Liker-in Wire (Point / in^2)	40	40	40	40	40	40
Cylinder Wire (Point / in^2)	650	760	650	760	650	760
Doffer Wire (Point/in^2)	350	400	350	400	350	400
Top Flats (Point/in^2)	400	430	400	430	400	430
Machine Speed						
Liker-in (rpm.)	800	45	800	45	800	45
Cylinder (Rpm.)	310	250	310	250	310	250
Doffer (rpm.)	12	20	12	20	12	20
Top Flats (mm./min.)	60	60	-	60	60	-
Machine gauge setting (mm.)						
Feed Plate to Licker-in	0.50	-	0.50	-	0.50	-
Tailing Edge Under Screen to Trash knife	30.00	-	30.00	-	30.00	-
Cylinder Under screen to Licker-in	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Tailing Edge of Feed End Cylinder Under screen to Cylinder	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065

ตารางที่ 3.1 หนามสางใยและระยะปรับตั้งต่างๆของเครื่องสางใย [18] (ต่อ)

หนามและค่าการปรับตั้ง	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3	
	Breaker	Finisher	Breaker	Finisher	Breaker	Finisher
Tailing Edge of Front Cylinder Under screen to Cylinder	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Leading Edge of Front Cylinder Under screen to Cylinder	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
Doffer wire to Cylinder	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cylinder wire to Licker-in	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Bottom Bracket to Cylinder	1.10	1.10	-	1.10	1.10	-
Top Bracket to Cylinder	1.10	1.10	-	1.10	1.10	-
Upper Flats to Cylinder	1.10	1.10	-	1.10	1.10	-
Revolving Flat to Cylinder	0.28	0.25	-	0.25	0.28	-
Pre-Carding Stationary Flats to Cylinder (mm.)						
Flat No.1 to Cylinder	0.50	0.50	-	0.50	0.50	-
Flat No.2 to Cylinder	0.42	0.42	-	0.42	0.42	-
Mote knife to Cylinder	0.42	0.42	-	0.42	0.42	-
Post-Carding Stationary Flats to Cylinder (mm.)						
Flat No.1	0.25	0.25	-	0.25	0.25	-
Flat No.2	0.25	0.25	-	0.25	0.25	-
Flat No.3	0.25	0.25	-	0.25	0.25	-
Flat No.4	0.22	0.22	-	0.22	0.22	-
Flat No.5	0.22	0.22	-	0.22	0.22	-

ตารางที่ 3.1 หนามสางใยและระยะปรับตั้งต่างๆของเครื่องสางใย [18] (ต่อ)

หนามและค่าการปรับตั้ง	เครื่องที่ 1		เครื่องที่ 2		เครื่องที่ 3	
	Breaker	Finisher	Breaker	Finisher	Breaker	Finisher
Flat No.1 - 8	-	-	0.35	-	-	0.35
Flat No.9 - 14	-	-	0.30	-	-	0.30
Flat No.15 - 20	-	-	0.28	-	-	0.28
Flat No.21 - 30	-	-	0.25	-	-	0.25
Flat No.31 - 40	-	-	0.22	-	-	0.22
Flat No.41 - 44	-	-	0.20	-	-	0.20
Flat No.45 - 49	-	-	0.18	-	-	0.18
Mote knife No.1	-	-	0.30	-	-	0.30
Mote knife No.2	-	-	0.28	-	-	0.28
Mote knife No.3	-	-	0.25	-	-	0.25
Mote knife No.4	-	-	0.22	-	-	0.22
Mote knife No.5	-	-	0.20	-	-	0.20
Mote knife No.6	-	-	0.18	-	-	0.18
Suction Air (Pascal)*						
Suction Hood No.1	500	500	500	500	500	500
Suction Hood No.2	450	450	500	450	450	500
Suction Hood No.3	-	-	500	-	-	500
Suction Hood No.4	-	-	450	-	-	450
Suction Hood No.5	-	-	450	-	-	450
Suction Hood No.6	-	-	450	-	-	450

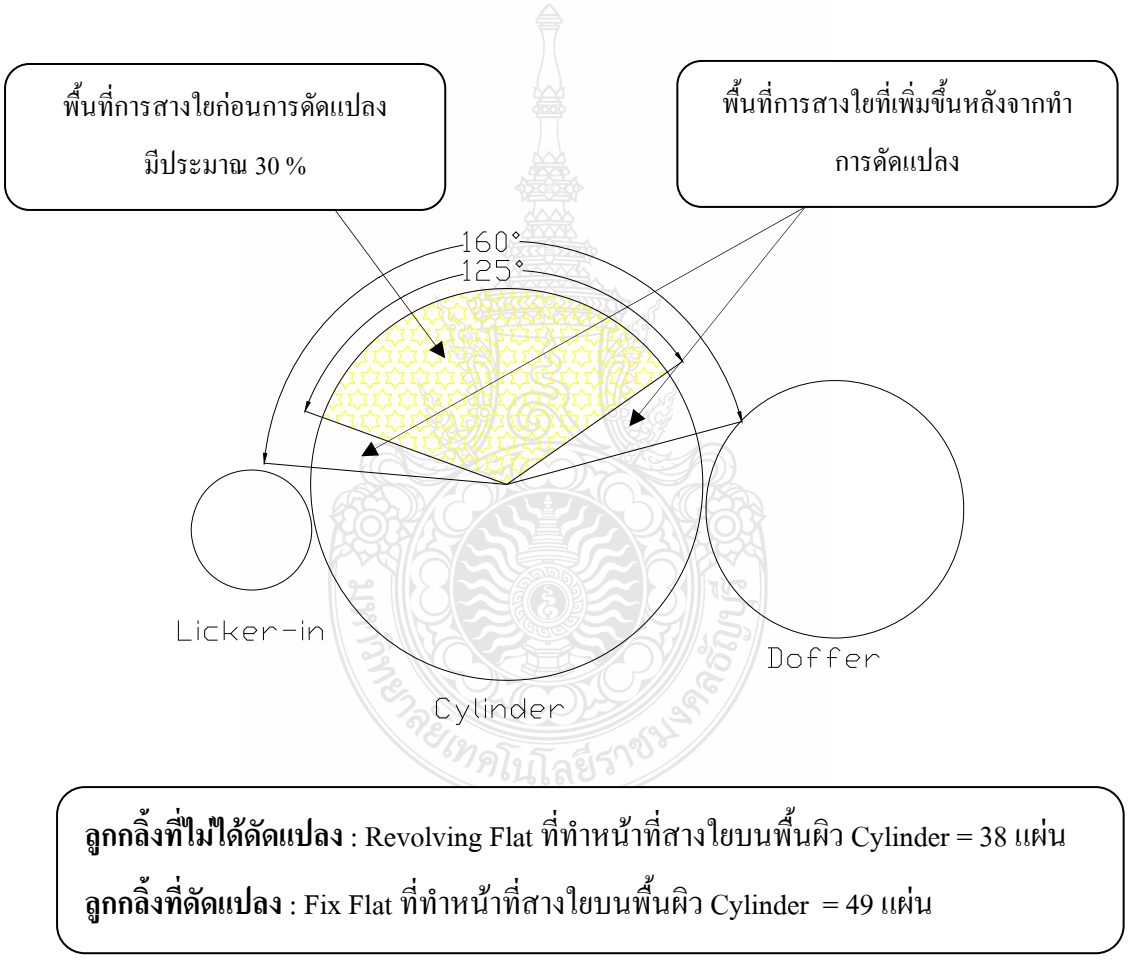
* หมายเหตุ : แรงของลมดูดขั้นต่ำที่กำหนดประมาณ 400 Pascal [13]

ตารางที่ 3.2 ความละเอียดของฟันหนาม Stationary flats

แผ่นที่	ยอดหนาม / นิ้ว^2	แผ่นที่	ยอดหนาม / นิ้ว^2
1	140	**27**	380
2	140	**28**	380
3	140	**29**	380
4	140	**30**	380
5	140	**31**	380
6	140	**32**	380
7	240	**33**	380
8	240	**34**	380
9	240	**35**	380
10	240	**36**	380
11	240	**37**	380
12	240	**38**	640
13	240	**39**	640
14	240	**40**	640
15	240	**41**	640
16	380	**42**	640
17	380	**43**	640
18	380	**44**	640
19	380	**45**	640
20	380	**46**	680
21	380	**47**	680
22	380	**48**	680
23	380	**49**	680
24	380		
25	380		
26	380		

จากตารางที่ 3.2 จะพบว่าการเลือกใช้หนาม Stationary flats นั้นมีจำนวนทั้งหมด 49 แผ่น และจะทำการจัดเรียงหรือติดตั้งเรียงลำดับจากฟัน (จำนวนยอดฟันหนาม ต่อ ตารางนิ้ว) ที่มีค่าน้อยไปสู่จำนวนยอดฟันหนามต่อตารางนิ้วที่มีค่ามาก โดยนับจากทิศทางที่ทำการป้อนวัตถุดิบ (ด้าน Licker – in) ไปหาทิศทางของ Doffer กับเครื่องสางใยที่ได้ทำการดัดแปลง ทั้งเครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 เพื่อให้เส้นใยค่อยๆถูกเปิดและทำให้การสางใยเป็นไปอย่างนุ่มนวล

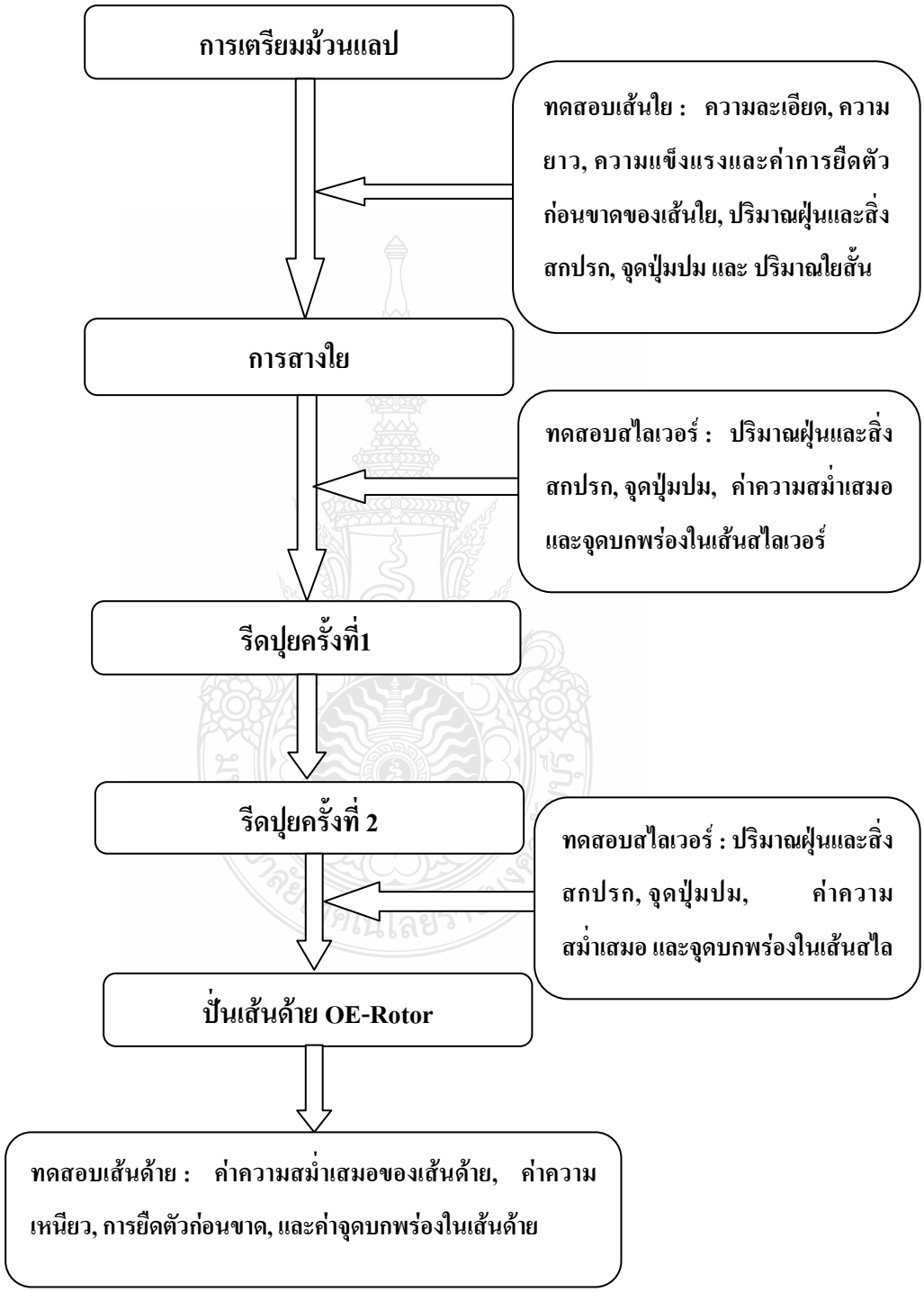
ในการดัดแปลงดังกล่าวจะทำให้พื้นที่ในการสางใยเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 10% จากเดิมที่มีการสางใยด้วยหนาม Revolving flats ซึ่งจะมีจำนวนแผ่นหนามที่ทำหน้าที่สางใยบนลูกกลิ้งหนามสางใยเพียง 38 แผ่นเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 เปรียบเทียบพื้นที่ในการสางใยที่เพิ่มขึ้นหลังจากการดัดแปลงแล้ว

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองประกอบด้วยการผลิตม้วนแลป เส้นสไลเวอร์ เส้นด้าย และการทดสอบ ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการทดลอง

3.2.1 การเตรียมม้วนแลป และการทดสอบ

ในการทดลองจะใช้วัตถุดิบในการป้อน 2 ชนิด ทำการป้อนเข้าที่เครื่องสางใยทั้งสามเครื่อง ซึ่งประกอบด้วย ฝ้ายชนิด A และ ฝ้ายชนิด B ดังนี้

ก. ฝ้าย A เป็นวัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้าย 100% ที่ได้จากส่วนที่เหลือในกระบวนการปั่นด้ายล้วนๆ ซึ่งจะมีสิ่งสกปรกและเศษเส้นใยสั้น (Trash and Short fiber) ปนอยู่ในปริมาณที่มาก เช่น เศษฝ้ายจากกระบวนการผสมฝ้าย เศษฝ้ายจากกระบวนการสางใย เป็นต้น โดยเศษฝ้ายเหล่านี้จะนำมาทำการผสมและทำความสะอาดอีกครั้งด้วยเครื่อง Blow Room ยี่ห้อ Hergerth Hollingswoth (OHARA) จากนั้นจึงม้วนทำเป็นแผ่น หรือที่เรียกว่าม้วนแลป (Lap roll) เพื่อรอเตรียมป้อนเข้าเครื่องสางใย ตัวอย่างของเศษฝ้ายและม้วนแลปฝ้าย A แสดงดังรูปที่ 3.15 และ 3.16

รูปที่ 3.15 ตัวอย่างเศษฝ้ายก่อนการทำความสะอาดและทำเป็นม้วนแลป

รูปที่ 3.16 ม้วนแลปของฝ้าย A

ข. ฝ้าย B เป็นวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมระหว่างเศษฝ้าย (ฝ้าย A) 70% กับ เส้นใยฝ้ายจากการหีบหรือจากเบลฝ้าย 30% โดยผสมและทำความสะอาดที่เครื่องเดียวกันกับการทำม้วนแลปฝ้าย A ซึ่งความสะอาดของฝ้ายที่เป็นม้วนแลปแล้วจะมีความสะอาดและเส้นใยยาวมากกว่าฝ้าย A ตัวอย่างของฝ้ายจากการหีบหรือฝ้ายจากเบล และม้วนแลปฝ้าย B แสดงดังรูปที่ 3.17 และ 3.18

รูปที่ 3.17 ฝ้ายที่ได้จากการหีบหรือฝ้ายเบล

รูปที่ 3.18 ม้วนแลปของฝ้าย B

เมื่อได้ม้วนแลปของฝ้ายทั้งสองแล้วจะเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบดังนี้ น้ำหนักทั้งหมดของม้วนแลป ทดสอบหาปริมาณฝุ่น และสิ่งสกปรกในฝ้ายด้วยเครื่อง Shirley Trash Analyzer รุ่น F-102 ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 2812-95 เครื่อง Shirley Trash Analyzer แสดงดังรูปที่ 3.19 และทดสอบเพื่อหาความละเอียดของเส้นใย ความยาวเส้นใย ปริมาณเส้นใยสั้น และความแข็งแรงของเส้นใย ด้วยเครื่อง HVI ยี่ห้อ Premier รุ่น HFT-9000 ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 5867-95

รูปที่ 3.19 เครื่องทดสอบ Shirley Trash Analyzer

3.2.2 การทดลองเดินเครื่องสางใย และการทดสอบสไลเวอร์

หลังจากทำการดัดแปลงเครื่องสางใยเสร็จแล้ว จะเดินเครื่องสางใยทั้งสามเครื่อง โดยป้อนวัตถุดิบในรูปของม้วนแลป และเก็บตัวอย่างสไลเวอร์จากการสางเพื่อทดสอบคุณสมบัติ การป้อนม้วนแลปที่เครื่องสางใยแต่ละเครื่องในการทดลองนั้น จะป้อนฝ้าย B ก่อน เมื่อทดลองกับฝ้าย B เสร็จเรียบร้อยแล้วจึงจะทดลองสางใยกับฝ้าย A การทดลองเดินเครื่องสางใย และตัวอย่างสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใย แสดงดังรูปที่ 3.20 และ 3.21

รูปที่ 3.20 ตัวอย่างการทดลองเดินเครื่องสางใย

รูปที่ 3.21 ตัวอย่างสไลเวอร์จากการสางใย

เมื่อได้สไลเวอร์จากเครื่องสางใยแล้วจะนำไปทำการทดสอบเพื่อหาค่าต่างๆดังนี้

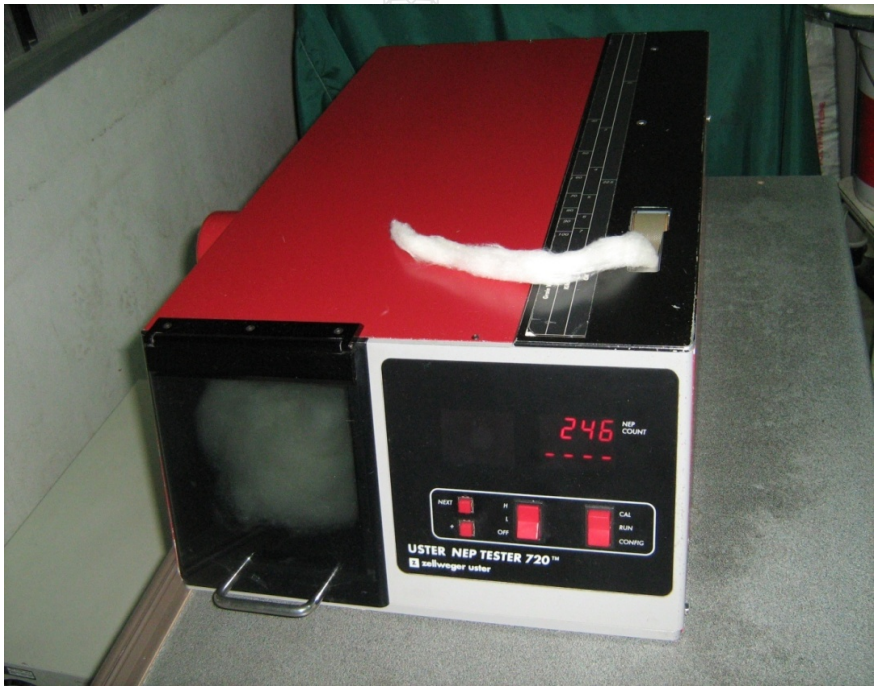
ก. ชั่งน้ำหนักของสไลเวอร์ที่สางจากม้วนแลปแต่ละม้วน

ข. ทดสอบหาปริมาณฝุ่น และสิ่งสกปรกด้วยเครื่อง Shirley Trash Analyzer รุ่น F-102 ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 2812-95

ค. ทดสอบหาปริมาณจุดปุ่มปม หรือ Neps / gram ด้วยเครื่อง Uster Nep Tester รุ่น720 ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 5866-95 เครื่อง Uster Neps Tester แสดงดังรูปที่ 3.22

ง. ทดสอบความสม่ำเสมอและจุดบกพร่องของสไลเวอร์ ด้วยเครื่อง Uster Tester 3 ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 1425-96 เครื่อง Uster Tester 3 แสดงดังรูปที่ 3.23

ในการทดสอบฝ้ายแต่ละชนิดจะใช้จำนวนตัวอย่างของสไลเวอร์ 10 ตัวอย่าง ต่อการทดสอบหนึ่งครั้ง



รูปที่ 3.22 เครื่องทดสอบ Uster Neps Tester

รูปที่ 3.23 เครื่องทดสอบ Uster Tester 3

3.2.3 การรีดปุยและทดสอบสไลเวอร์

สไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยทั้งสามเครื่อง ทั้งฝ้าย A และ ฝ้าย B จะนำไปทำการรีดปุย 2 ครั้ง โดยในการรีดปุยครั้งแรกจะป้อนสไลเวอร์จากเครื่องสางใยจำนวน 6 เส้น และเมื่อได้เส้นสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุยครั้งที่ 1 จำนวน 6 ถังสไลเวอร์แล้ว จะนำสไลเวอร์ทั้ง 6 ถังจากเครื่องรีดปุยครั้งที่ 1 นี้ไปทำการรีดรวมกันที่เครื่องปุยครั้งที่ 2 ซึ่งเครื่องรีดปุยทั้งสองขั้นตอนเป็นเครื่องยี่ห้อและรุ่นเดียวกันคือ ยี่ห้อ Cherry รุ่น HARA DX-500 ดังรูปที่ 3.24 เมื่อได้เส้นสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุยครั้งที่ 2 แล้วจะทำการเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบหาค่าต่างๆ ด้วยเครื่องมือทดสอบและวิธีการเหมือนกันการทดสอบสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยทุกอย่าง

รูปที่ 3.24 เครื่องรีดปุย CHERRY รุ่น HARA DX-500

3.2.4 การปั่นเส้นด้ายและทดสอบเส้นด้าย

เมื่อได้สไลเวอร์จากการรีดปุยครั้งที่ 2 และ จะนำสไลเวอร์ไปป้อนที่เครื่องปั่นเส้นด้ายที่เครื่องปั่นด้าย OE-Rotor ยี่ห้อ Toyoda รุ่น HSL-6 ดังรูปที่ 3.25 โดยทำการแยกปั่นเส้นด้าย 2 เบอร์คือ เบอร์ 10 Ne และ 20 Ne แล้วเก็บตัวอย่างเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นดังรูปที่ 3.26 ไปทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของเส้นด้ายซึ่งประกอบด้วย

ก. หาค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้าย และค่าจุดบกพร่องต่างๆในเส้นด้าย ด้วยเครื่องทดสอบ Uster Tester3 ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 1425-96 เครื่อง Uster Tester3 แสดงดังรูปที่ 3.23

ข. หาค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายด้วยเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (UTM) ยี่ห้อ Instron รุ่น 5569 ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 2256-97 เครื่องทดสอบ UTM แสดงดังรูปที่ 3.27

รูปที่ 3.25 เครื่องปั่นด้าย OE-Rotor ยี่ห้อ TOYODA รุ่น HSL-6

รูปที่ 3.26 ตัวอย่างของเส้นด้าย OE-Rotor

รูปที่ 3.27 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine Instrol – 5569

3.3 การเปรียบเทียบผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One Way Analysis of Variance) ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบเปรียบเทียบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรในกรณีที่มีกลุ่มประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป โดยที่มีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว หรือศึกษาเพียงมิติเดียว [19,20]

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว จะใช้สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

c = จำนวนประชากรทั้งหมดที่นำมาทดสอบ

n_i = จำนวนตัวอย่างที่เลือกมาจากประชากรชุดที่ i, i = 1, 2, 3, ….., c

n = จำนวนตัวอย่างที่เลือกมาจากชุดประชากร

$= n_1 + n_2 + n_3 + \ldots + n_c$

x = ข้อมูลหรือค่าสังเกตซึ่งได้จากตัวอย่างที่ j ที่เลือกมาจากประชากรชุดที่ i

ข้อมูลหรือค่าสังเกตจากตัวอย่างที่เลือกมาจากแต่ละประชากรทั้ง c ชุด ซึ่งจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวอาจเขียนได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลทั่วไปที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว [19]

Row	**Treatment**			
	1	**2**	**i**	**c**
1	X_{11}	X_{21}	X_{i1}	X_{c1}
2	X_{12}	X_{22}	X_{i2}	X_{c2}
j	X_{1j}	X_{2j}	X_{ij}	X_{cj}
n	X_{1n}	X_{2n}	X_{in}	X_{cn}
Totals	T_1	T_2	T_i	T_c
Means	$\overline{X}_1$	$\overline{X}_2$	$\overline{X}_i$	$\overline{X}_c$
Grand total $T = \sum_{i=1}^{c} Ti$				
Grand mean $\overline{X}$ **= T/cn**				

ความแปรปรวนของข้อมูลหรือค่าสังเกตทั้งหมด ความแปรปรวนระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรและผลรวมของความแปรปรวนภายในประชากรแต่ละชุด หาได้จากจำนวนสามจำนวนซึ่งจะเรียกว่าผลรวมกำลังสองเฉลี่ยของยอดรวม ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยระหว่างประชากร และผลรวมกำลังสองเฉลี่ยภายในประชากร โดยทั้งหมดข้างต้นสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยของยอดรวม :

$$\text{MS(T)} = \frac{SS(T)}{df(T)}$$

เมื่อ MS(T) คือ ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยของยอดรวม

SS(T) คือ ผลรวมกำลังสองของยอดรวม

df(T) คือ ระขั้นความเสรีของยอดรวม (Total degree of freedom)

ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยระหว่างประชากร :

$$\text{MS}(B) = \frac{SS(B)}{df(B)}$$

เมื่อ MS(B) คือ ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยระหว่างประชากร

SS(B) คือ ผลรวมกำลังสองระหว่างประชากร

df(B) คือ ระดับชั้นความเสรีระหว่างประชากร

ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยภายในประชากร :

$$\text{MS}(W) = \frac{SS(W)}{df(W)}$$

เมื่อ MS(W) คือ ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยภายในประชากร

SS(W) คือ ผลรวมกำลังสองภายในประชากร (Within sum of square)

df (W) คือ ระดับชั้นความเสรีภายในประชากร (Within degree of freedom)

แต่เนื่องจาก SS(T) = SS(B) + SS(W) และ

df(T) = df(B) + df(W)

จึงนิยมหา SS(W) และ df(W) จาก

SS(W) = SS(T) – SS(B)

df(W) = df(T) – df(B)

เนื่องจากการหา SS(T) และ df(T) ทำได้สะดวกกว่าการหา SS(W)

ถ้าประชากรที่นำมาทดสอบทั้ง c ชุดมีการแจกแจงปกติที่มีความแปรปรวนของข้อมูลเท่ากันแล้ว อัตราส่วน MS(B) / MS(W) จะมีการแจกแจงแบบเอฟ (F distribution) ที่มีระดับขั้นความเสรี k – 1 และ n – k

การแจกแจงแบบเอฟมีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่อสมมาตร (Asymmetry shape) ขอบเขตของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) อยู่ทางขวาของเส้นโค้งดังกล่าว เช่น ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือ 5%

ตารางแจกแจงแบบเอฟ ณ ระดับนัยสำคัญต่างๆ ซึ่งมี V_1 และ V_2 แทนระดับขั้นความเสรี อยู่ในตารางแจกแจงทางสถิติ

การทดสอบสมมติฐานว่างที่ว่าค่าเฉลี่ยของประชากรทั้ง k ชุดไม่มีความแตกต่างกัน เทียบกับสมมติฐานทางเลือก (H_1) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะปฏิเสธสมมติฐานว่างข้างต้น ถ้าอัตราส่วน F = MS(B) / MS(W) มีค่ามากกว่า $F_{(0.95,V1,V2)}$ เมื่อ $F_{(0.95,V1,V2)}$ เป็นค่าที่อ่านได้จากตารางแจกแจงแบบเอฟที่ระดับชั้นความเสรีของระหว่างประชากร (V_1) และของภายในประชากร (V_2)

การกำหนดสมมติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \ldots = \mu_j$

$H_1 : H_0$ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอย่างน้อยหนึ่งค่าต่างจากกลุ่มอื่น

การทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน นิยมเขียนอยู่ในรูปตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance table) สำหรับตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว แสดงไว้ในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว [19, 20]

สาเหตุของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างประชากร	k – 1	$\mathrm{SS(B)} = \sum_{i=0}^{c} \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{T^2}{n}$	$\mathrm{MS(B)} = \frac{\mathrm{SS(B)}}{\mathrm{k}-1}$	$\frac{\mathrm{MS(B)}}{\mathrm{MS(W)}}$
ภายในประชากร	n - k	$\mathrm{SS(W)} = \sum_{i=1}^{c}\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \sum_{i=1}^{c} \frac{T_i^2}{n_i}$	$\mathrm{MS(W)} = \frac{\mathrm{SS(W)}}{\mathrm{n}-\mathrm{k}}$	
รวม	n - 1	$\mathrm{SS(T)} = \sum_{i=1}^{c}\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{T^2}{n}$		

ผลจากการปฏิเสธสมมติฐาน H_0 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะบอกแต่เพียงว่ามีค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อยหนึ่งชุดที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากรอื่นๆ ที่เหลือ แต่จะไม่สามารถบอกได้ว่าค่าเฉลี่ยของประชากรใดที่แตกต่างจากประชากรใดบ้าง หากต้องการทราบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรใดที่แตกต่างจากประชากรใดบ้าง จะต้องใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรสองชุด หรือใช้การทดสอบสมมติฐานเพื่อการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison test)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าถ้าหากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า มีผลของค่าเฉลี่ยประชากรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จะต้องทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชาใดๆกล่าวคือในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่สามชุดขึ้นไป โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน หากผลการทดสอบเป็นการยอมรับ H_0 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของทุกประชากรที่นำมาทำการทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน หรือแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ถ้าผลการทดสอบเป็นการปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_1 จะสามารถสรุปได้แต่เพียงว่ามีค่าเฉลี่ยประชากรอย่างน้อยหนึ่งชุดที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากรอื่นๆ ที่นำมาเปรียบเทียบเท่านั้น ซึ่งหากต้องการทราบว่ามีค่าเฉลี่ยของประชากรใดบ้างที่แตกต่างกัน และค่าเฉลี่ยของประชากรใดบ้างที่ไม่แตกต่างกัน

วิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชาใดๆที่ใช้มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่วิธีที่ใช้ในการทดสอบสำหรับการศึกษาในครั้งนี้คือ วิธี Least Significant Difference หรือ LSD เนื่องจากการทดสอบทำได้ง่ายและผลการทดสอบมีความเชื่อถือได้มากพอควรเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ การทดสอบทำได้โดยการหาผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างที่เลือกมาจากประชากรครั้งละสองชุด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่า LSD

$$\text{LSD} = \text{t}(0.05)\sqrt{\frac{2s^2}{n}}$$

เมื่อ s^2 คือ ความแปรปรวน (Pooled variance)

n คือ ขนาดตัวอย่างที่เลือกมาจากแต่ละประชากรซึ่งมีจำนวนเท่ากัน

สำหรับค่า s^2 นี้ไม่จำเป็นต้องคำนวณขึ้นมาใหม่เนื่องจากได้คำนวณแล้วในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ค่า MS(W)) สามารถนำมาใช้ได้เลย ส่วนระดับขั้นความเสรีของ t ก็ใช้ระดับขั้นความเสรีของความแปรปรวนภายในประชากร [df(W)] จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนได้เช่นกัน

ถ้าผลต่างที่ไม่คิดเครื่องหมายระหว่างค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างของประชากรคู่ใดมีค่ามากกว่า LSD

สำหรับการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ จะใช้การคำนวณผ่านการใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยการป้อนข้อมูลที่จะทำการเปรียบเทียบ แล้วเลือกการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ ANOVA ซึ่งโปรแกรมจะทำการคำนวณผลลัพธ์ต่างๆจากข้อมูลที่ทำการป้อน จากนั้นนำค่า P-value จากการคำนวณนี้ไปเปรียบเทียบในตารางแจกแจงแบบเอฟ (ตามภาคผนวก ค) ว่า เท่ากับ มากกว่าหรือน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ เพื่อพิจารณาว่าจะยอมรับ หรือปฏิเสธ H_0

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดระดับนัยสำคัญไว้ที่ $\alpha = 0.05$ หรือ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลผลการทดลองแสดงไว้ในภาคผนวก ค

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการเตรียมม้วนแลป

จากการเตรียมม้วนแลปทั้งฝ้าย A และ B แล้วทำการทดสอบสมบัติของฝ้ายทั้งสองได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติของเส้นใย	ฝ้าย A	ฝ้าย B
Micronair	4.06	4.75
Fiber Length (mm.)	26.50	28.37
Fiber Strength (cN / Tex)	28.3	30.1
Fiber Elongation (%)	5.7	6.5
Short Fiber Index	13.22	9.76
Neps /Gram	795	542
Trash (%)	13.09	11.10
Dust (%)	0.27	0.27

จากตารางที่ 4.1 พบว่าฝ้าย A มีคุณสมบัติต่างๆ ด้อยกว่าฝ้าย B อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นปริมาณฝุ่นในเส้นใยที่ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการที่ฝ้าย A ให้คุณสมบัติของเส้นใยที่ด้อยกว่านั้น เนื่องจากฝ้าย A เป็นเศษฝ้ายที่เหลือจากกระบวนการปั่นด้าย 100% ดังนั้นเส้นใยจึงมีความสกปรกและมีสิ่งปลอมปนเป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีปริมาณใยสั้นที่สูง สำหรับฝ้าย B เป็นฝ้ายที่มีส่วนผสมระหว่างฝ้าย A 70% กับ เส้นใยฝ้ายคุณภาพดีที่ได้จากการหีบหรือฝ้ายเบล 30% ซึ่งจากการที่มีเส้นใยฝ้ายคุณภาพดีดังกล่าวเป็นส่วนผสม จึงทำให้ฝ้าย B มีคุณสมบัติโดยรวมที่ดีกว่า

4.2 ผลการทดสอบสไลเวอร์

4.2.1 ผลการทดสอบสไลเวอร์จากเครื่องสางใย

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสไลเวอร์เมื่อใช้ม้วนแลปฝ้าย A

การทดสอบ	ผลการทดสอบ		
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
Trash (%)	2.3662	2.3293	2.3193
Dust (%)	0.2517	0.2458	0.2423
Neps/gram	677	591	631
CVm (%)	5.89	6.74	7.02
Thin (-50%)	0	0	0
Thick (+50%)	0	0	0
Neps (+280%)	0	0	0

(หมายเหตุ : ข้อมูลผลการทดสอบทั้งหมดอยู่ในภาคผนวก ก)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการสางใยโดยการใช้วัตถุดิบที่เป็นฝ้าย A สไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 ซึ่งเป็นเครื่องสางใยแบบเดิม (Conventional carding machine) ที่ไม่ได้ดัดแปลงการสางใย มีปริมาณสิ่งสกปรก (Trash) ฝุ่น (Dust) และ จำนวนปุ่มปม (Neps/gram) สูงที่สุด เพราะการสางใยอาศัยเพียงการสางใยจากหนาม Revolving flat โดยไม่มีใบมีดดักสิ่งสกปรก (Mote knife) และท่อลมดูด (Suction hood) ประกอบกับเป็นการสางเส้นใยที่เป็นเศษฝ้ายซึ่งมีความสกปรกและปุ่มปมที่สูงมากอยู่แล้ว จึงไม่สามารถที่จะกำจัดสิ่งเหล่านี้ออกไปได้ในปริมาณที่มากพอ อย่างไรก็ตามค่า CVm% ของสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 มีความสม่ำเสมอที่ดีกว่าเครื่องสางใยทั้งสองเครื่องที่ทำการดัดแปลง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ผลการวิเคราะห์ทางสถิติอยู่ในภาคผนวก ข) เพราะการที่ไม่มีใบมีดดักเศษและท่อลมดูด เส้นใยจะไม่ถูกรบกวนจากแรงปะทะของใบมีด และความแปรปรวนของแรงลมดูด

เครื่องที่ 2 เป็นเครื่องสางใยที่ทำการดัดแปลงการสางใยที่ขั้นตอนแรก (Breaker carding modified) มีปริมาณ สิ่งสกปรก ฝุ่น และ จำนวนปุ่มปมต่ำที่สุด เนื่องมาจากหนามสางใยแบบติดตั้งอยู่กับที่ (Stationary flats) ถูกจัดเรียงตั้งแต่ฟันหนามที่มีความหยาบตั้งแต่ทิศทางที่ป้อนฝ้าย หรือทิศทางของหนาม Licker-in ไปจนถึงฟันหนามที่มีความละเอียดมากด้านทิศทางของหนาม Doffer ซึ่งเส้นจะใยค่อย ๆ ถูกสางเปิดให้แยกจากกัน และทำให้เส้นใยเหยียดตัว ในขณะเดียวกันใบมีดและชุดลมดูดที่ถูกติดตั้งเป็นช่วง ๆ ของฟันหนาม Stationary flats จะทำหน้าที่ดักเศษสิ่งสกปรก ฝุ่น และ เศษเส้นใยสั้น รวมทั้งปุ่มปมบางส่วนออกไปสู่เครื่องดูดฝุ่น โดยเมื่อเส้นใยถูกเปิดแยกที่การสางใยในขั้นตอนแรกแล้ว จะถูกส่งไปยังการสางใยขั้นที่สองที่ไม่ได้ทำการดัดแปลงการสางใย เพื่อสางทำความสะอาดและเส้นใยเหยียดเรียงตัวกันดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งสิ่งสกปรกและปุ่มปมที่เหลือบางส่วนจะถูกกำจัดออกไปในขั้นตอนนี้

สำหรับเครื่องที่ 3 เป็นเครื่องสางใยที่ทำการดัดแปลงการสางใยที่ขั้นที่สอง (Finisher carding modified) โดยที่ลูกกลิ้งสางใยในขั้นตอนแรก ไม่ได้ดัดแปลงการสางใยนั้นจะพยายามสางให้เส้นใยเหยียดเรียงตัวกันก่อน แล้วจึงมาทำการเปิดแยกเส้นใยที่การสางใยขั้นที่สอง จึงทำให้การกำจัดสิ่งสกปรกและปุ่มปมนั้นด้อยกว่าเครื่องที่ 2

อย่างไรก็ตามเมื่อมองในทางตรงกันข้าม การดัดแปลงการสางใยด้วยการติดตั้งหนามพร้อมใบมีดดักเศษและชุดลมดูด ก็จะส่งผลทำให้ความสม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์ต่ำลงไปด้วย เนื่องจากการปะทะของเส้นใยกับใบมีดและแรงจากลมดูด ทำให้เกิดการแปรปรวนของจำนวนเส้นใยขึ้น ซึ่งอาจจะมีเส้นใยดีบางส่วนเกิดความเสียหาย ยุ่งพันกัน หรือถูกดูดทิ้งออกไปตามลมดูด ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากสไลเวอร์เครื่องที่ 2 และ 3 ที่มีค่าความสม่ำเสมอของสไลเวอร์ต่ำกว่าเครื่องที่ 1 เพราะลักษณะการปะทะของเส้นใยกับใบมีดและแรงจากลมดูด โดยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 3 มีค่าความสม่ำเสมอต่ำที่สุด (ให้ค่า CVm% สูงที่สุด) เพราะลักษณะการปะทะของเส้นใยกับใบมีดและแรงจากลมดูดดังกล่าวอยู่ที่ขั้นตอนสุดท้ายของการสางใย

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบสไลเวอร์เมื่อใช้ม้วนแลปฝ้าย B

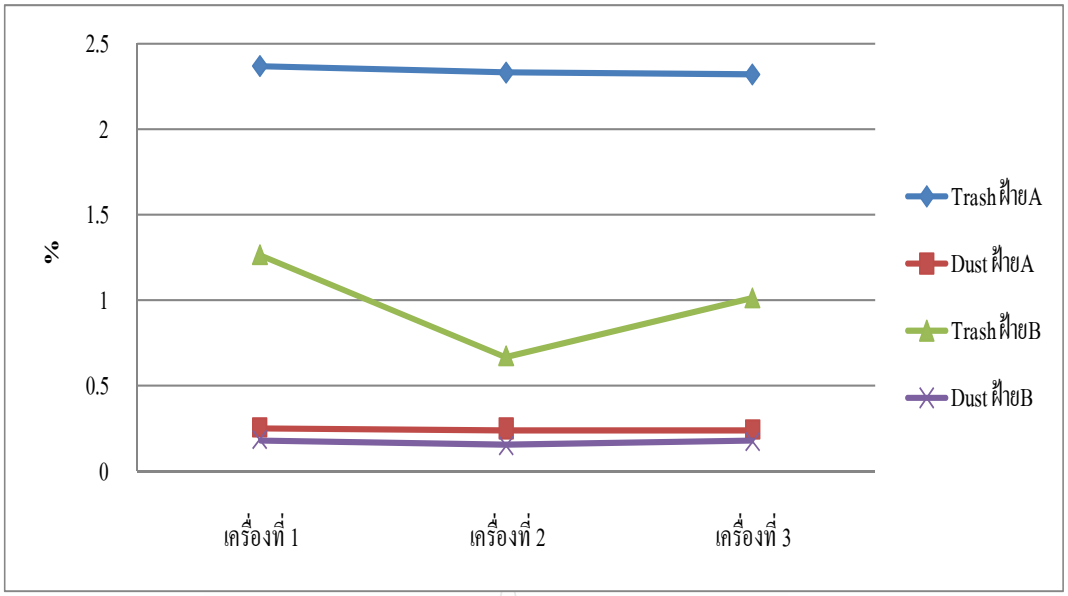
การทดสอบ	ผลการทดสอบ		
	เครื่องที่ 1	**เครื่องที่ 2**	**เครื่องที่ 3**
Trash (%)	1.2656	0.6718	1.0118
Dust (%)	0.1831	0.1518	0.1766
Neps/gram	386	241	322
CVm (%)	4.40	5.11	5.28
Thin (-50%)	0	0	0
Thick (+50%)	0	0	0
Neps (+280%)	0	0	0

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการสางใยโดยการใช้วัตถุดิบที่เป็นม้วนแลปฝ้าย B ให้ผลการทดสอบไปในทิศทางเดียวกันกับการใช้ม้วนแลปฝ้าย A กล่าวคือ สไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 ซึ่งเป็นเครื่องสางใยแบบเดิมนั้น มีปริมาณสิ่งสกปรก ฝุ่น และ จำนวนปุ่มปม สูงที่สุด เพราะการสางใยอาศัยเพียงการสางใยจากหนาม Revolving Flat โดยไม่มีใบมีดดักสิ่งสกปรก และท่อลมดูด จึงไม่สามารถที่จะกำจัดสิ่งเหล่านี้ออกไปได้ในปริมาณที่มากพอ อย่างไรก็ตามค่าที่ได้จากการทดสอบจะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าสไลเวอร์ที่ใช้ม้วนแลปของฝ้ายชนิด A เนื่องจากม้วนแลปฝ้ายชนิด B มีส่วนผสมของเส้นใยฝ้ายดีที่ได้จากการหีบ 30 % แต่เมื่อพิจารณาที่ค่าความสม่ำเสมอของสไลเวอร์แล้ว จะพบว่าเครื่องที่ 1 นี้มีความสม่ำเสมอของสไลเวอร์ที่ดีกว่าเครื่องสางใยทั้งสองเครื่องที่ทำการดัดแปลง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามผลการวิเคราะห์ในตารางภาคผนวก ค เพราะการที่ไม่มีใบมีดดักเศษสิ่งสกปรกและท่อลมดูดก็มีส่วนทำให้ในระหว่างการสาง เส้นใยจะไม่ถูกรบกวนจากแรงปะทะของใบมีดและความแปรปรวนของลมดูด

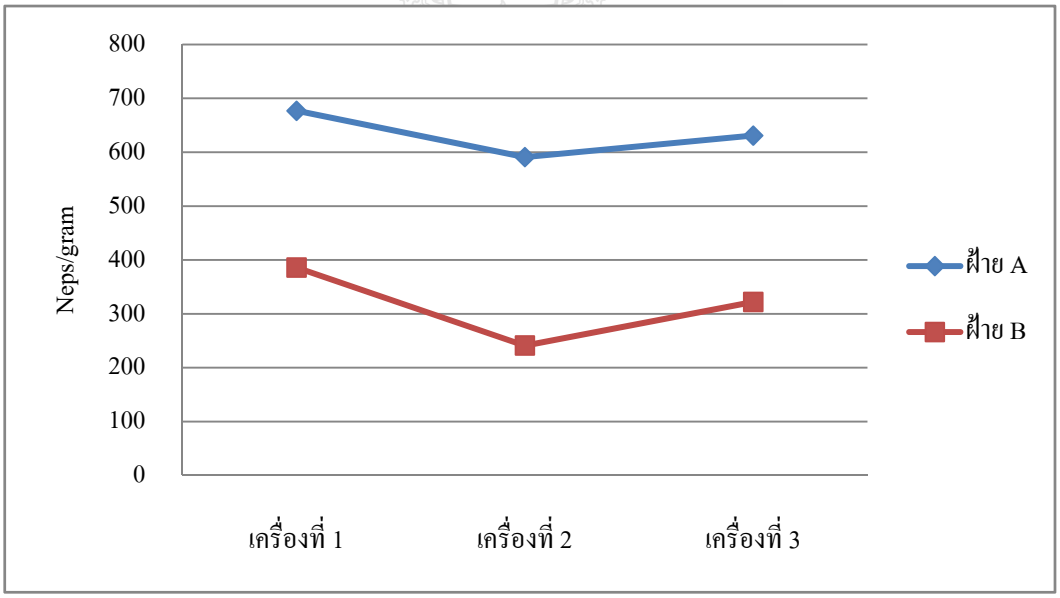
สำหรับสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 พบว่ามีปริมาณสิ่งสกปรก ฝุ่น และ จำนวนปุ่มปมต่ำที่สุด เนื่องมาจากหนามสางใยแบบติดตั้งอยู่กับที่ ถูกจัดเรียงตั้งแต่ฟันหนามที่มีความหยาบไปจนถึงฟันหนามที่มีความละเอียดมาก ซึ่งจะทำให้เส้นใยค่อยๆถูกสางเปิดให้แยกจากกัน และทำให้เส้นใยเหยียด

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเครื่องที่ 2 และ 3 ซึ่งทำการดัดแปลงการสางใยด้วยการติดตั้งหนามพร้อมใบมีดดักเศษ และชุดลมดูด จะทำให้ได้เส้นสไลเวอร์มีความสะอาดที่ดีกว่าเครื่องที่ 1 แต่การติดตั้งหนามพร้อมใบมีดดักเศษ และชุดลมดูดดังกล่าว ก็จะส่งผลทำให้ความสม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์ลดลง เนื่องจากการปะทะของเส้นใยกับใบมีดและความแปรปวนของเส้นใยที่เกิดจากแรงดูดของลม ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้อาจจะทำให้เส้นใยดีบางส่วนเกิดความเสียหายหรือถูกดูดออกไปด้วย ดังนั้นจะเห็นว่าเครื่องสางใยแบบเดิม จึงให้ค่าความสม่ำเสมอของสไลเวอร์ที่ดีกว่าเครื่องสางใยทั้งสองที่ทำการดัดแปลง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพราะเส้นใยไม่ถูกรบกวนจากแรงปะทะของใบมีด และแรงจากลมดูด

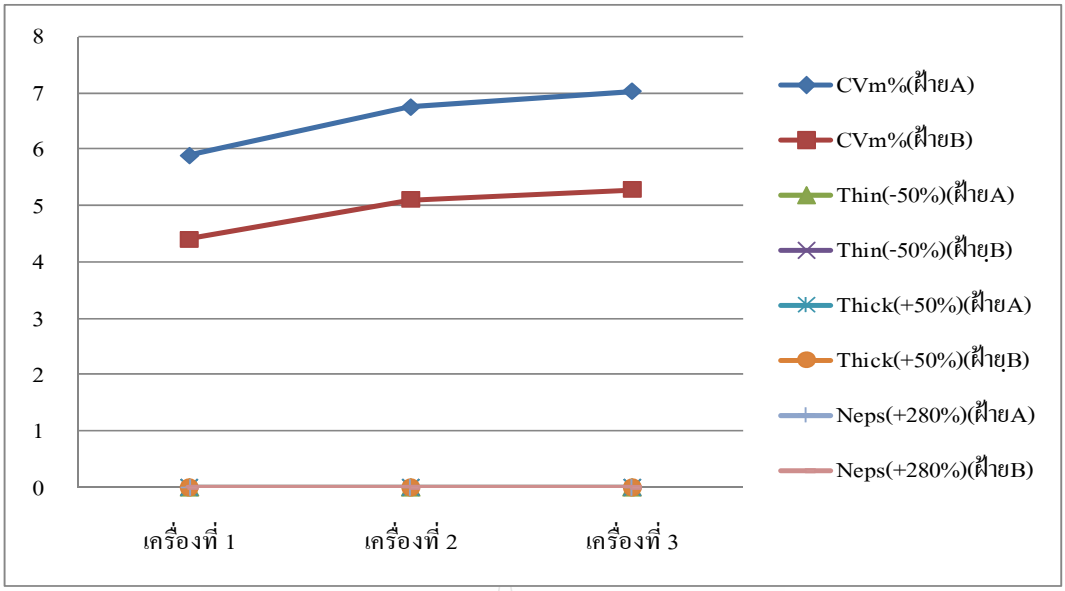
เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบค่าการทดสอบต่างๆ ได้อย่างชัดเจนระหว่างสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่อง เมื่อใช้วัตถุดิบที่เป็นม้วนแลปฝ้าย A และ B สามารถเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ของค่าการทดสอบจากตารางที่ 4.2 และ 4.3 ได้ดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.6



รูปที่ 4.1 สิ่งสกปรกและฝุ่นใน Carded Sliver



รูปที่ 4.2 ปริมาณ Neps/gram ใน Carded Sliver



รูปที่ 4.3 ค่า CVm% และ จุดบกพร่องใน Carded Sliver

จากรูปที่ 4.1 ถึง 4.3 พบว่าสไลเวอร์จากวัตถุดิบที่เป็นม้วนแลปฝ้าย B ให้ผลการทดสอบต่างๆ ที่ดีกว่าการใช้ม้วนแลปฝ้าย A เนื่องจากฝ้าย B มีเส้นใยฝ้ายที่ได้จากการหีบหรือฝ้ายจากเบลเป็นส่วนผสมอยู่ 30% กับเศษฝ้าย (ฝ้าย A) อีก 70% จึงทำให้คุณสมบัติต่างๆ ของเส้นใยดีกว่าฝ้าย A โดยสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัตถุดิบระหว่างฝ้าย A กับฝ้าย B ได้จากตารางที่ 4.1

นอกจากนี้สามารถเปรียบเทียบการสูญเสียของเศษฝ้ายในการสางใยได้ดังตารางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบการสูญเสียของเศษฝ้ายในระหว่างการสางใย (หน่วยทดสอบ : กิโลกรัม)

เครื่องสางใย	ฝ้าย A			ฝ้าย B		
	แลปที่ป้อน	สไลเวอร์	สูญเสีย	แลปที่ป้อน	สไลเวอร์	สูญเสีย
เครื่องที่ 1	23.45	18.03	5.42	23.42	19.21	4.21
เครื่องที่ 2	23.44	17.42	6.02	23.39	18.69	4.70
เครื่องที่ 3	23.41	17.41	6.00	23.37	18.64	4.73

จากตารางที่ 4.4 พบว่าเครื่องที่ 2 และ 3 มีค่าการสูญเสียของน้ำหนักทั้งฝ้าย A และ ฝ้าย B ในการสางใยมากกว่าเครื่องที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการสูญเสียที่มากกว่าดังกล่าวเกิดจากใบมีดดักเศษ และท่อลมดูดที่ทำการติดตั้งเป็นระยะระหว่างหนาม Stationary flat ซึ่งจะทำให้มีสิ่งสกปรกออกไปได้มาก และหรืออาจจะมีเส้นใยดีบางส่วนถูกลมดูดออกไปด้วย ส่วนระหว่างเครื่องที่ 2 และ 3 มีค่าการสูญเสียของต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2.2 ผลการทดสอบสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุย

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบสไลเวอร์เมื่อใช้ม้วนแลปฝ้าย A

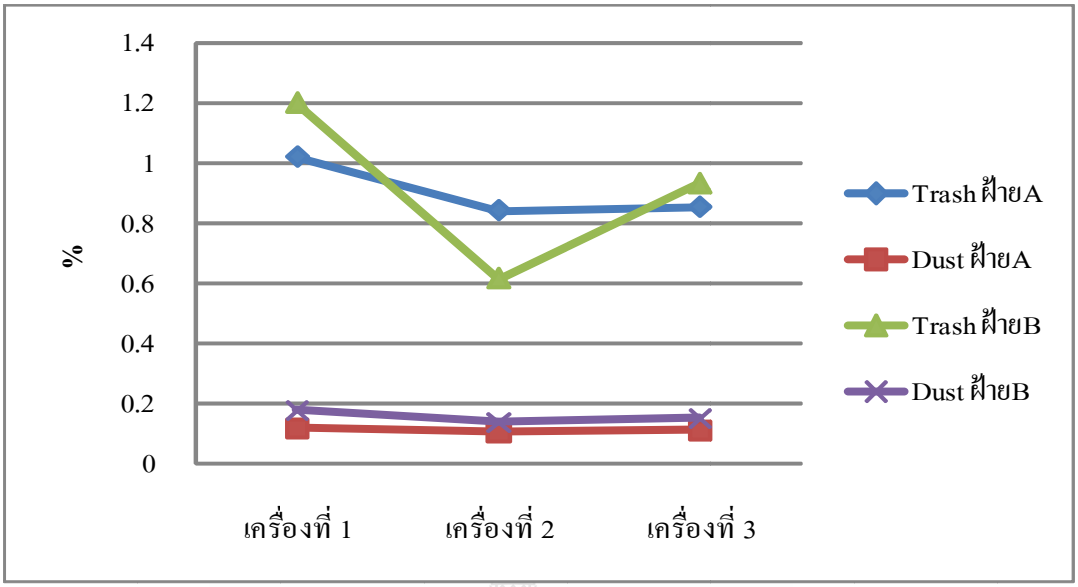
การทดสอบ	ผลการทดสอบ		
	เครื่องที่ 1	**เครื่องที่ 2**	**เครื่องที่ 3**
Trash (%)	1.0225	0.8422	0.8535
Dust (%)	0.1192	0.1048	0.1117
Neps/gram	469	382	441
CVm (%)	5.55	5.95	6.14
Thin (-50%)	0	0	0
Thick (+50%)	0	0	0
Neps (+280%)	0	0	0

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบสไลเวอร์เมื่อใช้ม้วนแลปฝ้าย B

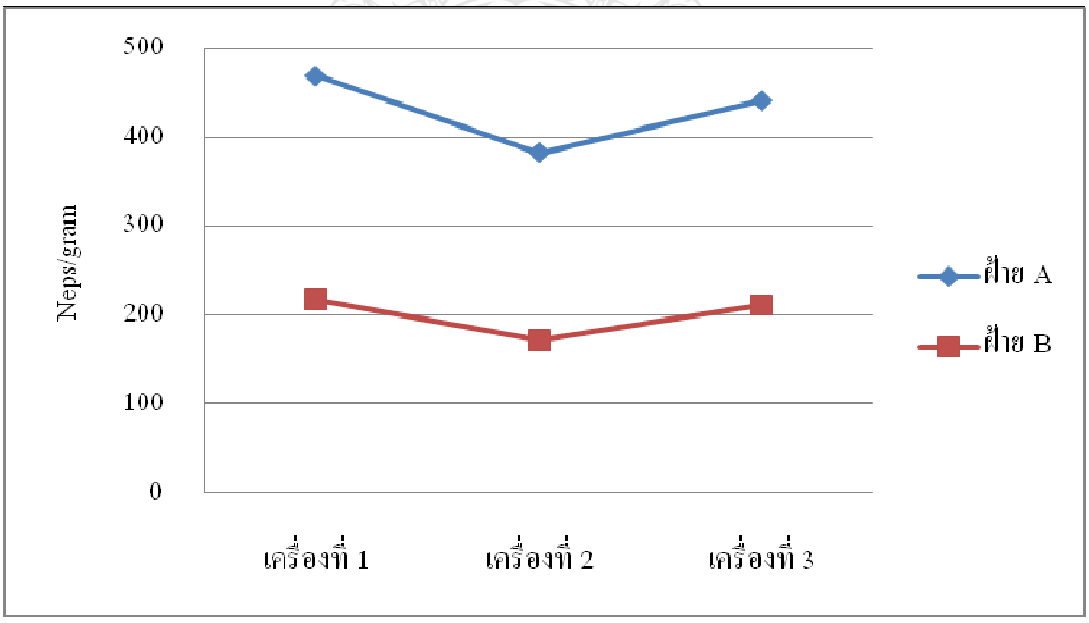
การทดสอบ	ผลการทดสอบ		
	เครื่องที่ 1	**เครื่องที่ 2**	**เครื่องที่ 3**
Trash (%)	1.1995	0.6152	0.9310
Dust (%)	0.1774	0.1401	0.1538
Neps/gram	217	171	211
CVm (%)	4.12	4.62	4.76
Thin (-50%)	0	0	0
Thick (+50%)	0	0	0
Neps (+280%)	0	0	0

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 พบว่าสไลเวอร์ของจากเครื่องสางใยจะถูกปรับปรุงค่าต่างๆ ให้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ด้วยการรีดปุยเส้นใย โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า CVm% และ Neps/gram เพราะสไลเวอร์จากเครื่องสางใยหลายๆเส้นจะถูกรีดลดขนาดลง เพื่อให้ได้น้ำหนักเส้นสไลเวอร์ที่สม่ำเสมอเหมาะสมกับการปั่นด้าย และการที่ทำให้ปริมาณของ Neps/gram ลดลงได้นั้นก็เนื่องมาจากเส้นใยถูกดึงให้เหยียดตรง ทำให้ปุ่มปมที่มาจากเปลือกของเมล็ดฝ้ายหลุดแยกตัวออกมาจากกลุ่มเส้นใยและถูกลมดูดออกไปบางส่วน ส่วนปุ่มปมที่เป็น Mechanical Neps นั้นเป็นไปได้ว่าอาจจะเกิดจากการกระจายตัวเสริมกันกับสไลเวอร์เส้นอื่นๆ ที่ทำการรีดลดขนาดพร้อมกันในระหว่างการรีดปุย ขณะเดียวกันการรีดปุยยังทำให้เส้นใยภายในสไลเวอร์เหยียดตัวและจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น [6] การรีดปุยเส้นใยยังช่วยในการทำความสะอาดกลุ่มเส้นใยได้ด้วย เนื่องจากที่ด้านบนและด้านล่างของชุดลูกกลิ้งลดขนาด (Drafting Roller) จะมีแผ่นยางและสักหลาดที่คอยปัดและดักสิ่งสกปรก เช่นฝุ่น ใยสั้นและคราบยางเหนียวต่างๆที่ผิวลูกยางลดขนาด แล้วสิ่งสกปรกเหล่านี้จะถูกดูดออกไปสู่ตู้เก็บฝุ่นด้านล่างของเครื่อง ซึ่งจะทำให้เส้นใยถูกปรับปรุงด้านความสะอาดให้ดีขึ้นด้วย [7]

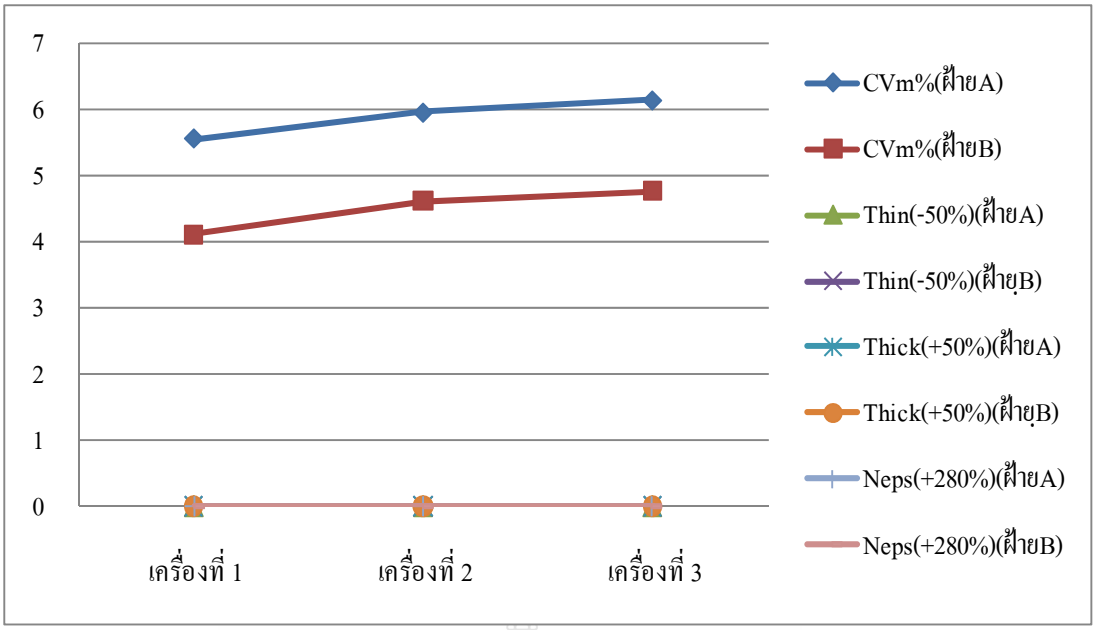
การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของเส้นสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุยสามารถแสดงในรูปของกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.4 ถึง 4.6 ดังนี้



รูปที่ 4.4 สิ่งสกปรก และฝุ่นใน Draw frame Sliver



รูปที่ 4.5 ปริมาณ Neps/gram ใน Draw frame Sliver



รูปที่ 4.6 ค่า CVm% และ จุดบกพร่องใน Draw frame Sliver

จากรูปที่ 4.4 ถึง 4.6 แสดงกราฟค่าการทดสอบสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุยครั้งสุดท้าย ก่อนการปั่นด้าย โดยหากทำการเปรียบเทียบกราฟความสัมพันธ์ทั้งหมดนี้กับสไลเวอร์จากเครื่องสางใยพบว่าแม้วโน้มสไลเวอร์ของเครื่องรีดปุยที่ได้จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่องไปในทิศทางเดียวกันกับสไลเวอร์จากเครื่องสางใย แต่คุณสมบัติของสไลเวอร์โดยรวมจะถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.3 ผลการทดลองปั่นเป็นเส้นด้าย

เมื่อนำเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่อง ทั้งวัตถุดิบที่เป็นม้วนแลปฝ้าย A และฝ้าย B ไปทำการปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ Ne 10 และ Ne 20 ที่เครื่องปั่นเส้นด้ายแบบ OE-Rotor ได้ผลการทดสอบเส้นด้ายเฉลี่ยทั้งหมดดังตารางที่ 4.7 และแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.7 ถึง 4.18 โดยในรูปกำหนดให้ หมายเลข 1 คือเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยเครื่องที่ 1 หมายเลข 2 คือเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยเครื่องที่ 2 และหมายเลข 3 คือเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยเครื่องที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบเส้นด้าย

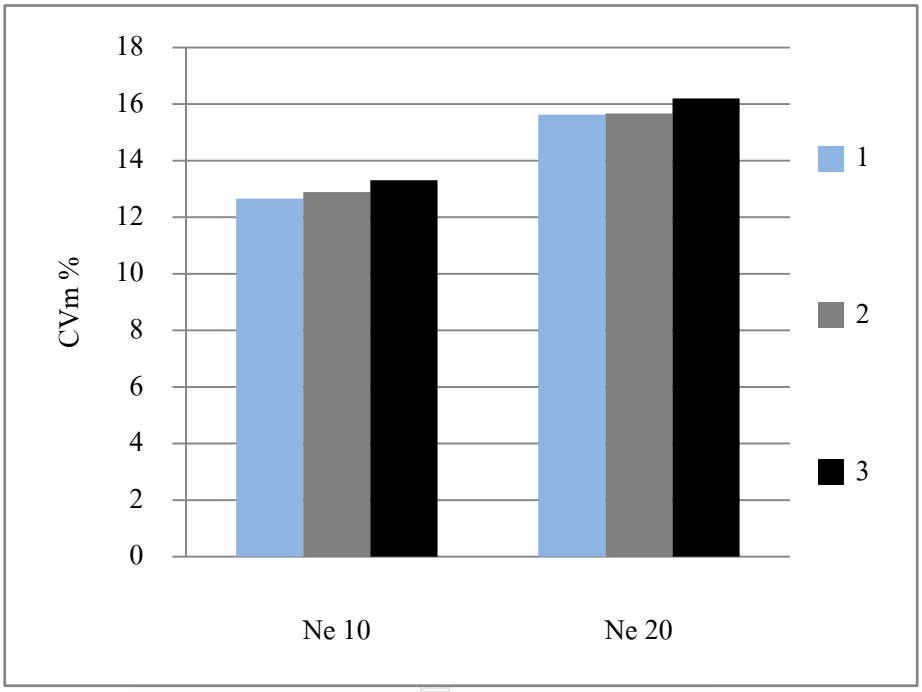
การทดสอบ			CVm%	Thin (-50%)	Thick (+50%)	Neps (+280%)	Tenacity (cN/Tex)	Elongation (%)
เส้นด้าย เบอร์ 10 Ne	ฝ้าย A	เครื่องที่ 1	12.66	1	25	16	9.49	17.75
		เครื่องที่ 2	12.89	1	24	14	10.45	17.00
		เครื่องที่ 3	13.31	1	29	20	9.58	19.00
	ฝ้าย B	เครื่องที่ 1	12.69	1	28	17	9.31	19.50
		เครื่องที่ 2	13.09	1	21	12	12.36	18.25
		เครื่องที่ 3	13.19	1	21	14	10.11	18.50
เส้นด้าย เบอร์ 20 Ne	ฝ้าย A	เครื่องที่ 1	15.63	16	108	184	8.85	11.75
		เครื่องที่ 2	15.67	13	105	159	9.70	12.03
		เครื่องที่ 3	16.20	28	161	256	8.83	13.00
	ฝ้าย B	เครื่องที่ 1	14.30	14	167	293	8.68	14.25
		เครื่องที่ 2	15.20	5	58	59	11.61	14.50
		เครื่องที่ 3	15.97	14	74	143	9.75	14.25

4.3.1 เส้นด้ายที่ปั่นจากการใช้ม้วนแลปฝ้าย A

ก. ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย หรือ CVm%

ผลการทดสอบความสม่ำเสมอของเส้นด้ายพบว่าเส้นด้ายทั้งสองเบอร์ มีความสอดคล้องกับความสม่ำเสมอของสไลเวอร์ที่ได้จากการสางใยดังตารางที่ 4.2 และ 4.4 กล่าวคือ เส้นด้ายที่ปั่นด้วยเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยเครื่องที่ 1 ให้ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายที่ดีที่สุด เพราะในระหว่างการสางใย เส้นใยจะถูกรบกวนจากการปะทะกับใบมีดดักเศษ (Mote knife) และลมดูดน้อยที่สุด ซึ่งเส้นใยจะค่อยๆ ถูกสางให้เหยียดเรียงตัวกันด้วยหนาม Revolving flats ที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันกับลูกกลิ้งสางใย (Cylinder) ตลอดการสางใยทั้งลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนแรก และการสางใยขั้นตอนที่สอง สำหรับเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 3 ที่ให้ค่า CVm% สูงที่สุดกับเส้นด้ายทั้งสองเบอร์นั้น เพราะเส้นใยถูกรวบกวนจากการปะทะกับใบมีดและลมดูดมากที่การสางใยขั้นตอนสุดท้าย ดังรูปที่ 4.7

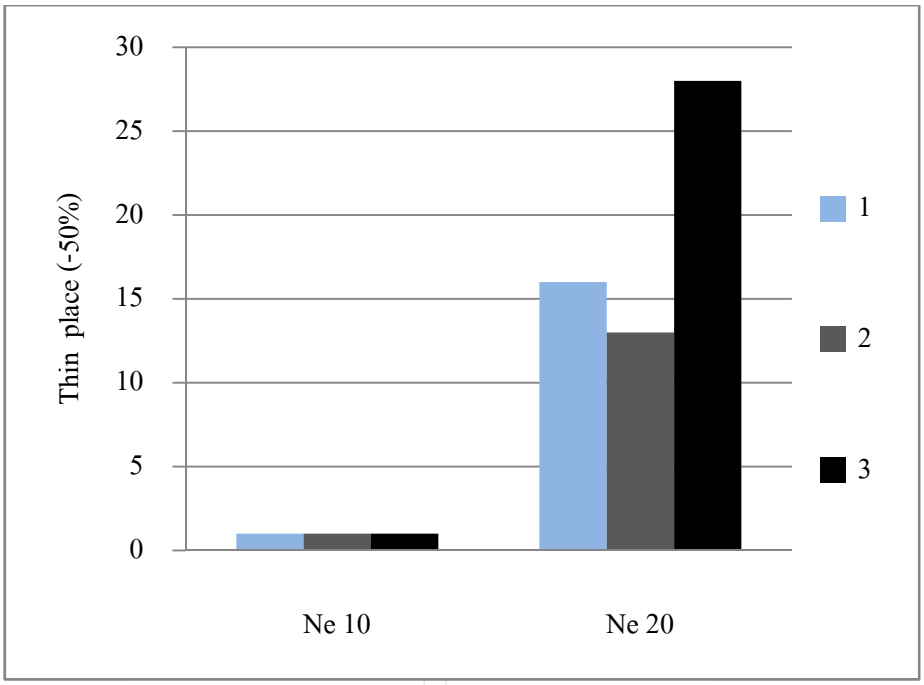
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายทั้งเบอร์ 10 Ne และ 20 Ne ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้งสามเครื่องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นที่เส้นด้ายเบอร์ 20 Ne ระหว่างเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 ที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 4.7 ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย

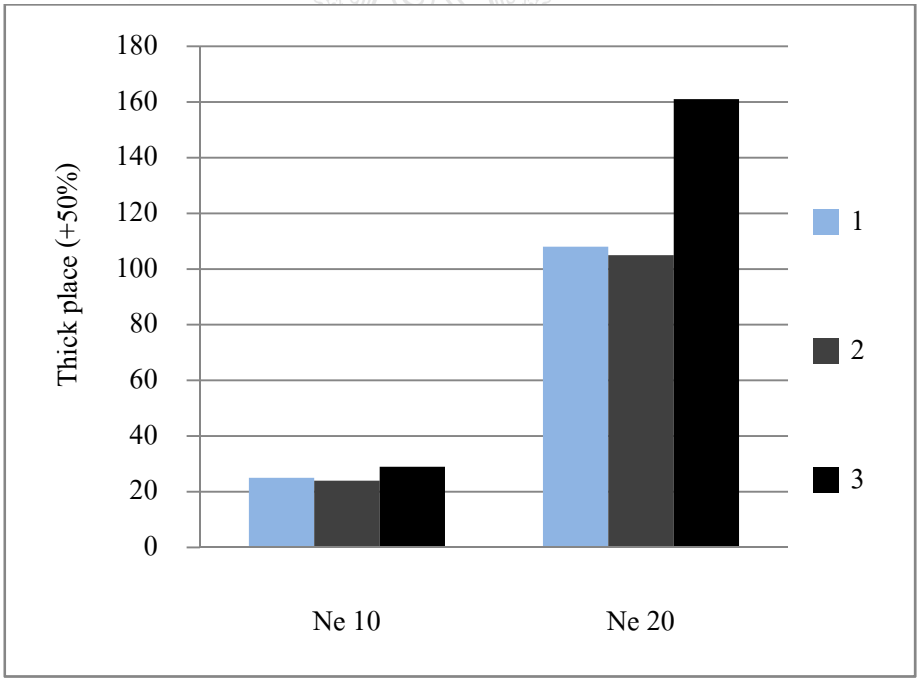
ข. จุดบางบนเส้นด้าย (Thin Place)

จากผลการทดสอบในรูปที่ 4.8 พบว่าเมื่อปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne ค่าจุดบางในเส้นด้ายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากเส้นด้ายมีขนาดใหญ่ หรือมีจำนวนเส้นใยต่อพื้นที่หน้าตัดของเส้นด้ายมาก จึงสามารถที่จะปกปิดจุดบกพร่องของเส้นด้ายที่เป็นจุดบางได้ดี แต่เมื่อปั่นเส้นด้ายเบอร์ 20 Ne หรือเส้นด้ายมีขนาดเล็กลง จุดบางจะเริ่มปรากฏชัดเจนขึ้น [6] ซึ่งเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่อง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และพบว่าที่เส้นด้ายเบอร์ 20 Ne ที่ใช้เส้นสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 นั้น มีจุดบางในเส้นด้ายต่ำที่สุด ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากสไลเวอร์มีความสะอาดและ มีปริมาณเส้นใยสั้นและปุ่มปมที่ต่ำ ทำให้การวางตัวของเส้นใยในร่องของ Rotor (Rotor groove) ในระหว่างการปั่นด้าย มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ



รูปที่ 4.8 จุดบางบนเส้นด้าย

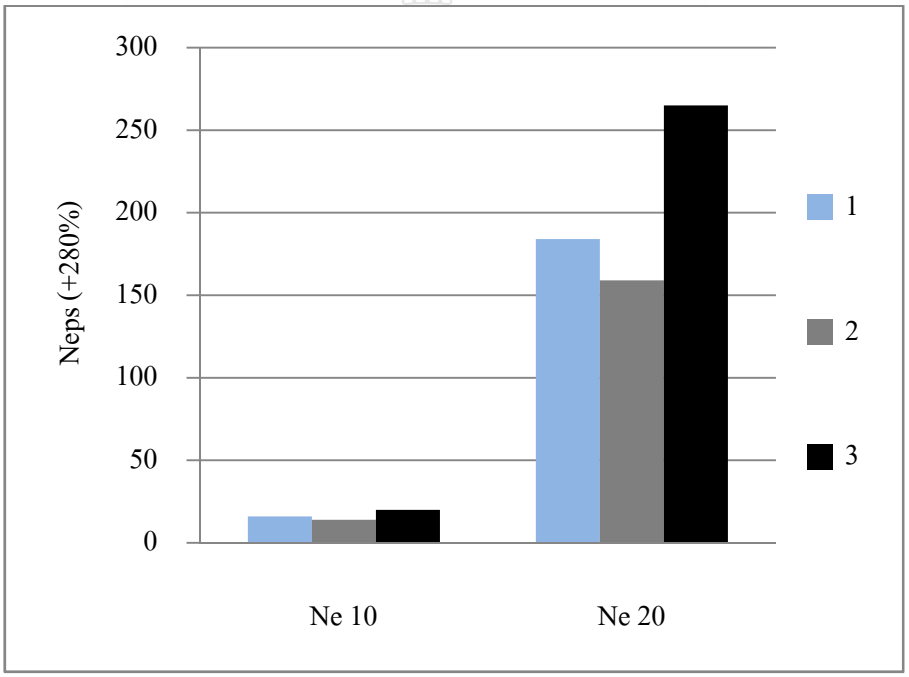
ค. จุดหนาบนเส้นด้าย (Thick Place)



รูปที่ 4.9 จุดหนาบนเส้นด้าย

จากรูปที่ 4.9 พบว่าจุดหนาในเส้นด้ายที่เส้นด้ายเบอร์ 10 Ne ระหว่างเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์

ง. จำนวนเม็ดปุ่มปมบนเส้นด้าย (Neps)



รูปที่ 4.10 จำนวนปุ่มปมบนเส้นด้าย

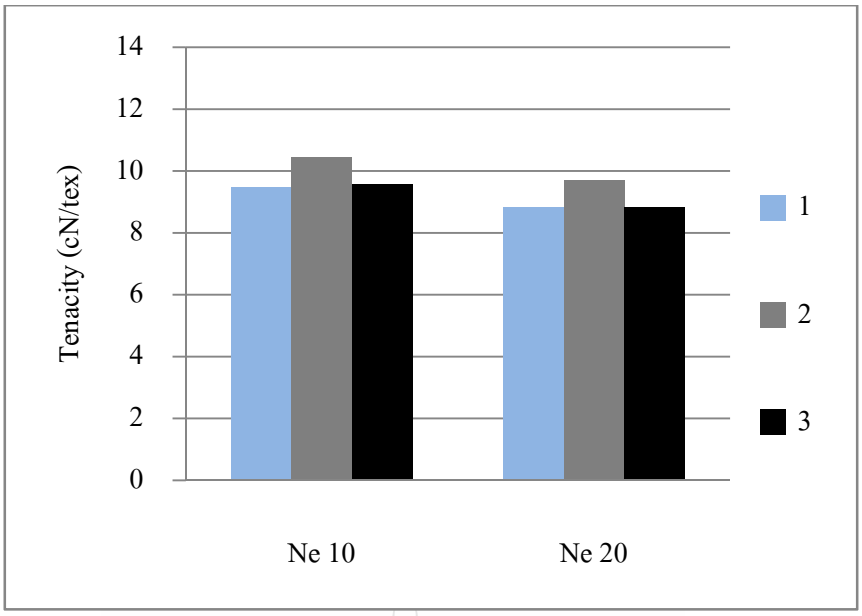
จากรูปที่ 4.10 พบว่าเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne ที่ปั่นจากสไลเวอร์แต่ละเครื่อง มีปริมาณปุ่มปมที่ใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากเส้นด้ายมีขนาดใหญ่ และค่าอ้างอิงในการทดสอบกำหนดขนาดของเม็ดปุ่มปมไว้ที่ความโต 280% จากขนาดของเส้นด้ายปกติ จึงทำให้ค่าเม็ดปุ่มปมในเส้นด้ายมีปริมาณไม่มากนัก อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติแล้วพบว่า เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 3

เมื่อปั่นเส้นด้ายเบอร์ 20 Ne จะเห็นความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 จะมีค่าเม็ดปุ่มปมต่ำที่สุด เนื่องจากมีปุ่มปมจากเปลือกเมล็ดฝ้าย (Seed coat neps) ถูกกำจัดออกไปได้มากตั้งแต่การสางใยในขั้นตอนแรก และจากการจัดเรียงฟันหนาม Stationary Flat ที่เริ่มต้นจากฟันหนามหยาบไปหาฟันหนามละเอียด ซึ่งเมื่อเส้นใยถูกส่งมาที่การสางใยขั้นที่สอง จะมีการกำจัดเม็ดปุ่มปมจากเปลือกของเมล็ดฝ้ายและทำให้เส้นใยเหยียดตรงซ้ำอีกครั้ง ส่วนเส้นด้ายที่ปั่นด้วย สไลเวอร์จากเครื่องที่ 3 ซึ่งมีปริมาณปุ่มปมสูงที่สุดนั้น อาจเนื่องมาจากเส้นใยพยายามถูกสางให้เหยียดและเรียงตัวตั้งแต่การสางใยในขั้นตอนแรกก่อนแล้วโดยที่ยังคงมีเปลือกเมล็ดฝ้าย เศษใบฝ้าย และสิ่งสกปรกอื่น ๆ ปนอยู่มาก แล้วจึงผ่านมาสางเปิดแยกและทำความสะอาดที่การสางใยขั้นที่สองอีกครั้ง ซึ่งลักษณะดังกล่าว จะทำให้ความสามารถในการทำความสะอาดของการสางใยขั้นตอนที่สองไม่เต็มประสิทธิภาพ และจะเป็นการทำให้เส้นใยที่ถูกทำให้เหยียดและจัดเรียงตัวกันแล้วเกิดการยุ่งหรือพันตัวกันเนื่องจากการปะทะกับใบมีดดักเศษและลมดูด เพราะเป็นการสางใยขั้นตอนสุดท้าย เมื่อนำสไลเวอร์นี้ไปทำการปั่นเป็นเส้นด้ายจะส่งผลให้เกิดเม็ดปุ่มปมขึ้นในเส้นด้าย

จ. ความเหนียวของเส้นด้าย (Yarn Tenacity)

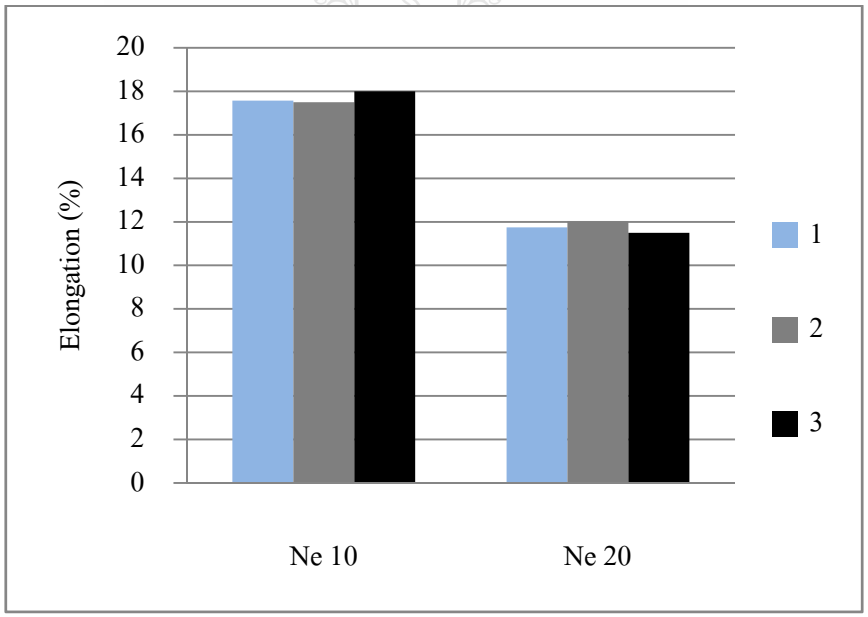
การเปรียบเทียบความเหนียวของเส้นด้ายแสดงดังรูปที่ 4.11 ซึ่งจากการทดสอบพบว่าเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne ที่ปั่นด้วยเส้นสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 มีค่าความเหนียวของเส้นด้ายสูงที่สุด โดยมีค่ามากกว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากเส้นสไลเวอร์ที่ผ่านการสางใยมีความสะอาด และการเหยียดเรียงตัวของเส้นใยที่ดี โดยเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 นั้น แม้จะให้เส้นสไลเวอร์ที่มีการเหยียดเรียงตัวของเส้นใยที่ดี แต่ยังมีสิ่งสกปรกปนอยู่ในปริมาณที่มาก ส่วนเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 3 สไลเวอร์มีความสะอาดมากกว่า แต่การเหยียดเรียงตัวของเส้นใยนั้นต่ำมาก รวมทั้งจุดบกพร่องในเส้นด้ายที่มากกว่าจึงส่งผลต่อความเหนียวของเส้นด้ายที่ลดลงด้วยเช่นกัน สำหรับเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 และ 3 มีค่าความเหนียวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ 20 Ne พบว่าค่าความเหนียวของเส้นด้ายมีลักษณะเดียวกันกับเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne แต่ค่าทั้งหมดจะมีค่าที่ต่ำกว่า เนื่องมาจากขนาดของเส้นด้ายที่เล็กลงหรือจำนวนเส้นใยต่อพื้นที่หน้าตัดของเส้นด้ายมีจำนวนน้อยกว่าเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne อย่างไรก็ตามหากทำการทดสอบข้อมูลทางสถิติ ค่าความเหนียวของเส้นด้ายเบอร์ 20 Ne ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้งสามเครื่องมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 4.11 ความเหนียวของเส้นด้าย

ฉ. การยืดตัวก่อนขาด (Elongation at Break)

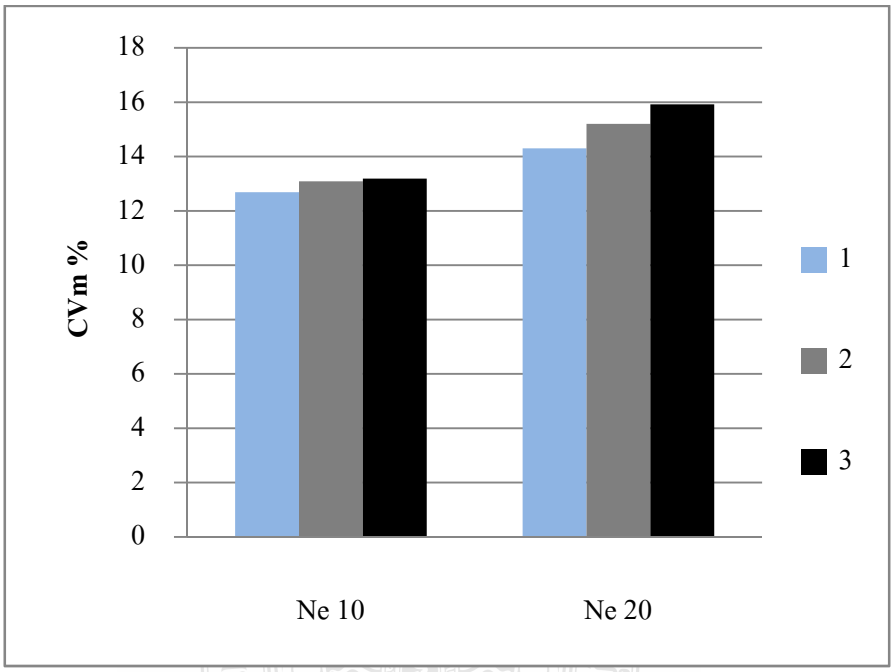


รูปที่ 4.12 การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย

จากรูปที่ 4.12 พบว่าค่าการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่อง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne และ 20 Neเนื่องจากค่าคูณเกลียว (Twist multiplier) ที่ใช้ในการทดลองเท่ากัน และวัตถุดิบเดียวกัน ดังนั้น

4.3.2 เส้นด้ายที่ปั่นจากการใช้ม้วนแลปฝ้าย B

ก. ความสม่ำเสมอของเส้นด้ายหรือ CVm%

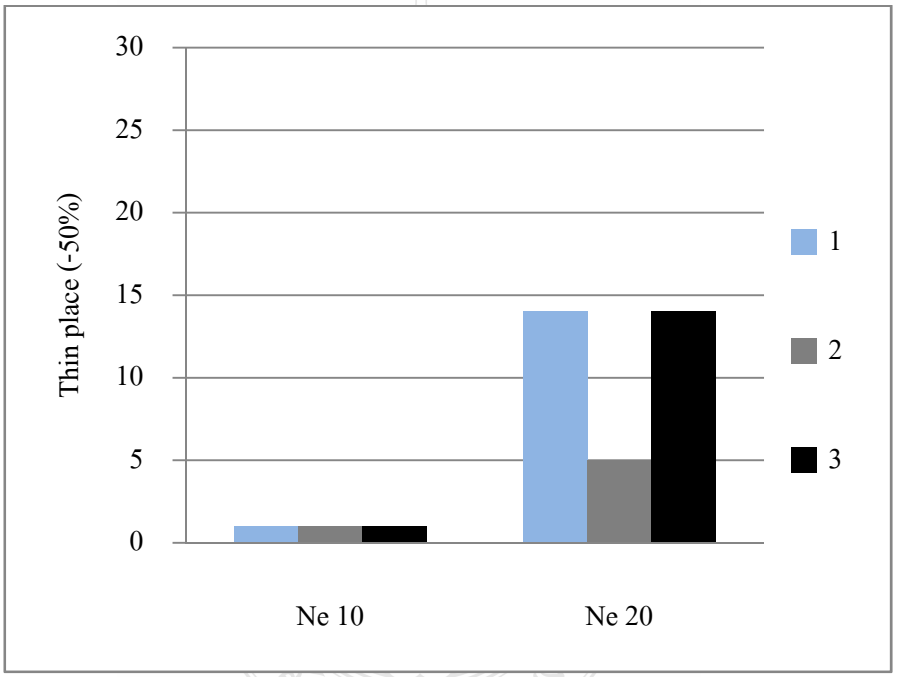


รูปที่ 4.13 ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย

จากรูปที่ 4.13 พบว่าค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายนั้น ได้รับอิทธิพลโดยตรงจาก ความสม่ำเสมอของสไลเวอร์เหมือนกันกับการใช้ม้วนแลปฝ้าย A ซึ่งเป็นเศษฝ้ายจากกระบวนการปั่นด้ายกับการปั่นเส้นด้ายทั้งสองเบอร์ ซึ่งหากเส้นใยถูกทำให้เหยียดตรงและมีการจัดเรียงตัวกันที่ดีก่อนการปั่นด้าย ก็จะส่งผลทำให้เส้นด้ายมีความสม่ำเสมอดีตามไปด้วย จากผลการทดสอบพบว่า เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 ให้ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายดีที่สุด เพราะในระหว่างการสางใยเส้นใยจะถูกรบกวนจากการปะทะกับใบมีดดักเศษและลมดูดน้อยที่สุด โดยที่เส้นใยจะค่อยๆ ถูกสางให้เหยียดเรียงตัวกันด้วยหนาม Revolving Flats ที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันกับลูกกลิ้งสางใยตลอดการสางใยทั้งลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนแรก และการสางใยขั้นตอนที่สอง สำหรับเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 3 ที่ให้ค่า CVm% สูงที่สุดกับเส้นด้ายทั้งสองเบอร์นั้น เพราะเส้นใยถูกรวบ

จากการทดสอบข้อมูลทางสถิติพบว่า ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายทั้งเบอร์ 10 Ne และ 20 Ne ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้งสามเครื่อง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นที่เส้นด้ายเบอร์ 10 Ne ระหว่างเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

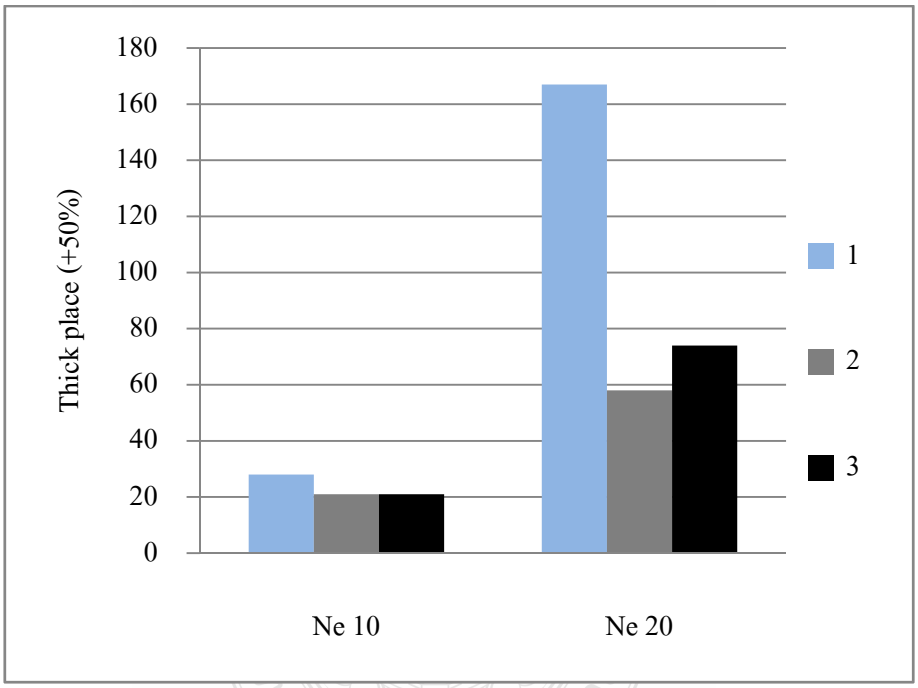
ข. จุดบางบนเส้นด้าย (Thin Place)



รูปที่ 4.14 จุดบางบนเส้นด้าย

เส้นด้ายเบอร์ 10 Ne จุดบางบนเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทุกเครื่อง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่เมื่อทำการปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีขนาดที่เล็กลงคือเบอร์ 20 Ne จะเห็นความแตกต่างของจุดบกพร่องในเส้นด้ายอย่างชัดเจนโดยพบว่า เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 มีค่าจุดบางบนเส้นด้ายต่ำที่สุด เพราะสไลเวอร์ที่ใช้ในการปั่นมีความสะอาดและการเหยียดเรียงตัวของเส้นใยที่ดี เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 และ 3 มีค่าจุดบางบนเส้นด้ายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ยังมีค่ามากกว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 ซึ่งเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 นั้น นอกจากลักษณะของ

ค. จุดหนาบนเส้นด้าย (Thick Place)

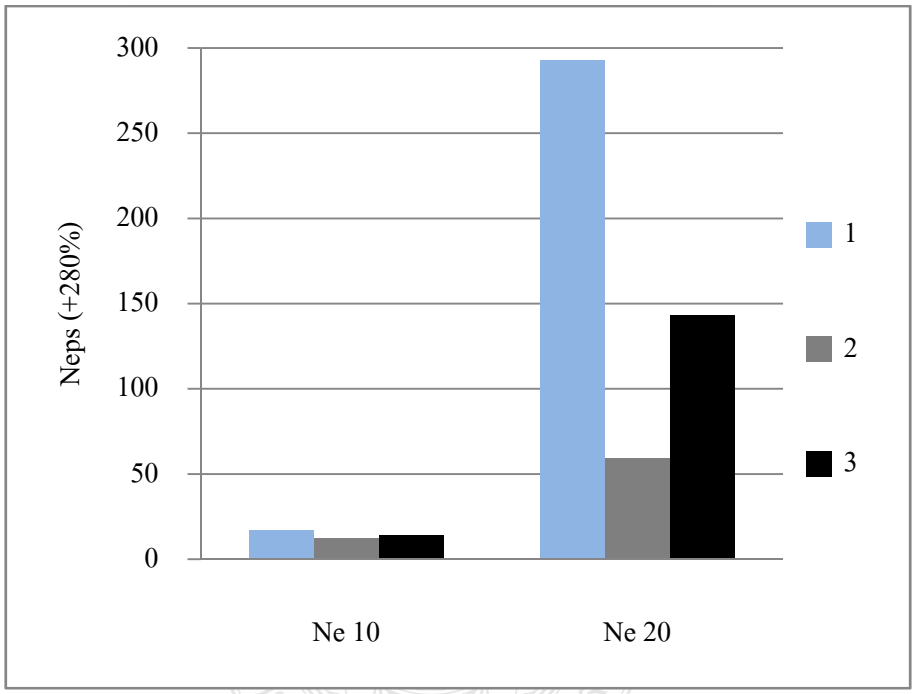


รูปที่ 4.15 จุดหนาบนเส้นด้าย

จากรูปที่ 4.15 จุดหนาบนเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne พบว่า เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 มีค่าสูงที่สุด โดยมีค่าแตกต่างจากเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 และ 3 พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าจุดหนาบนเส้นด้ายจะปรากฏชัดเจนขึ้นที่เส้นด้ายเบอร์ 20 Ne พบว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วย สไลเวอร์จากเครื่องสางใยทุกเครื่องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และพบว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 มีค่าจุดหนาในเส้นด้ายสูงที่สุด เนื่องมาจากเส้นใยที่ใช้มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะการที่มีเศษฝ้ายซึ่งมีสิ่งสกปรก และใยสั้นผสมอยู่ในปริมาณที่มาก ซึ่ง

ง. จำนวนเม็ดปุ่มปมบนเส้นด้าย (Neps)



รูปที่ 4.16 จำนวนปุ่มปมบนเส้นด้าย

จากรูปที่ 4.16 จำนวนม็ดปุ่มปมที่เส้นด้ายเบอร์ 10 Ne พบว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 มีค่ามากกว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 และ 3 โดยมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 และ 3 พบว่ามีค่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และจำนวนเม็ดปุ่มปมจะปรากฏชัดเจนขึ้นเมื่อปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ 20 Ne โดยเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากทั้งสามเครื่อง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

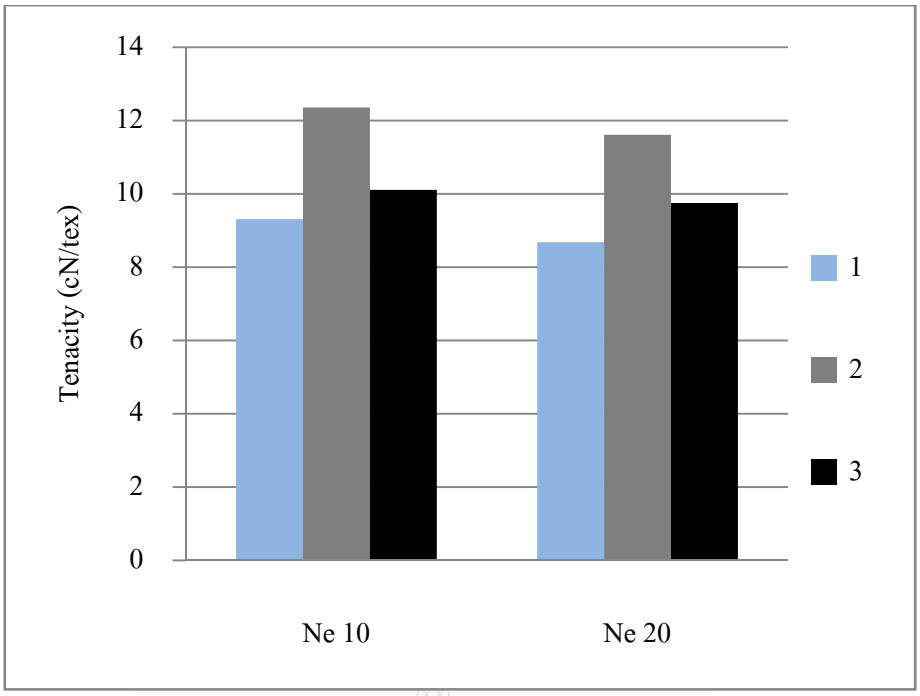
เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 จะมีปริมาณปุ่มปมต่ำที่สุดเนื่องจากปุ่มปมจากเปลือกเมล็ดถูกกำจัดออกไปได้มากจากการดักของใบมีดดักเศษ และลมดูดตั้งแต่กระบวนการสางใยขั้นตอน

สำหรับเส้นด้ายจากเครื่องที่ 3 ซึ่งมีปุ่มปมที่สูงอยู่นั้น อาจเกิดจากการสางเส้นใยที่ขั้นตอนแรก ซึ่งเป็นการพยายามทำให้เส้นใยเหยียดตัวแล้ว จึงมาทำการเปิดแยกและทำความสะอาดที่การสางใยขั้นที่สอง หรือการสางขั้นสุดท้ายที่มีใบมีดดักเศษและชุดลมดูดอีก ลักษณะดังกล่าวจะเป็นการทำให้เส้นใยที่ถูกทำให้เหยียดและจัดเรียงตัวกันก่อนแล้ว เกิดการยุ่งหรือพันตัวกันเป็นก้อนอีกครั้งเนื่องมาจากการปะทะกับใบมีดดักเศษและลมดูด แม้สิ่งสกปรกจะถูกกำจัดออกไปมากก็ตาม ซึ่งเมื่อนำสไลเวอร์นี้ไปทำการปั่นเป็นเส้นด้าย จะส่งผลให้เกิดปุ่มปมขึ้นในเส้นด้ายได้

จ. ความเหนียวของเส้นด้าย (Yarn Tenacity)

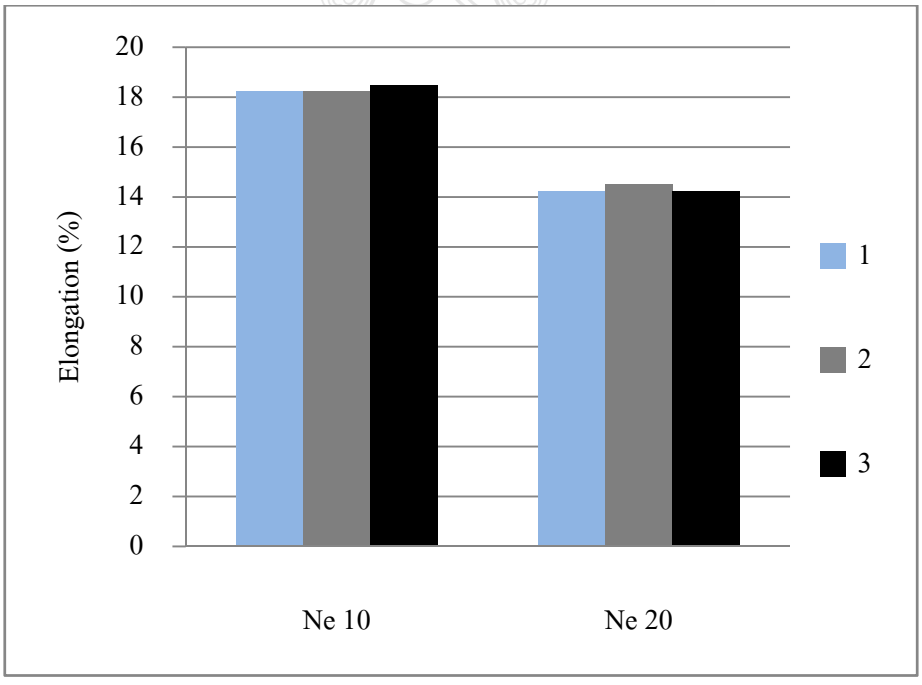
รูปที่ 4.17 แสดงความเหนียวของเส้นด้าย ซึ่งความเหนียวของเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 ให้ค่าความเหนียวของเส้นด้ายมากกว่าการปั่นด้วยสไลเวอร์จากอีก 2 เครื่องอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

นอกจากนี้เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้งสามเครื่อง ก็มีค่าความเหนียวจากการทดสอบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยเช่นกัน ทั้งเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne และ 20 Ne เนื่องมาจากความสะอาดของสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 ที่ดีกว่าจึงทำให้เกิดจุดบกพร่องบนเส้นด้ายที่ต่ำ ได้แก่ จุดบาง จุดหนา และจำนวนเม็ดปุ่มปมบนเส้นด้าย ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อความเหนียวของเส้นด้ายที่สูงขึ้นด้วย รวมทั้งเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 และ 3 ความเหนียวก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณจุดบกพร่องบนเส้นด้ายเช่นกัน



รูปที่ 4.17 ความเหนียวของเส้นด้าย

ฉ. การยืดตัวก่อนขาด (Elongation at Break)



รูปที่ 4.18 การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย

รูปที่ 4.18 พบว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วยเส้นสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่อง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากในการปั่นด้ายในการทดสอบใช้ค่าคูณเกลียวในการปั่นด้ายเท่ากัน อีกทั้งวัตถุดิบที่ใช้กับทั้ง 3 เครื่องยังเป็นเศษฝ้ายเป็นส่วนผสมมากถึง 70% ซึ่งมีปริมาณเส้นใยสั้นและสิ่งสกปรกที่มากนี้ จะทำให้การบิดพันตัวในเส้นด้ายไม่ดีพอ จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามการที่มีส่วนผสมที่เป็นเส้นใยดีอยู่อีก 30% ก็จะทำให้ค่าการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า การใช้ฝ้าย A หรือเศษฝ้าย 100%

4.4 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ

4.4.1 เงินลงทุนในการดัดแปลงเครื่องสางใย

การศึกษาครั้งนี้ใช้เงินลงทุนในการดัดแปลงเครื่องสางใยและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่อง แต่ในที่นี้จะสรุปเปรียบเทียบเฉพาะการลงทุนที่เป็นชุดของหนามสางใย เพราะเป็นจุดหลักที่ทำการดัดแปลง ส่วนค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวเนื่องนั้นจะไม่นำมาเปรียบเทียบเพราะถือเป็นค่าใช้จ่ายร่วมของเครื่องสางใยทั้งสามเครื่อง และในการเปรียบเทียบได้ใช้ราคาอะไหล่และหนามสางใยที่ทำการซื้อขาย ณ วันที่ 21 มีนาคม 2551 (ที่อัตราแลกเปลี่ยน1USD = 36.71 บาท) โดยหนามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นหนามยี่ห้อ ICC (India Card Clothing) ซึ่งผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.8 และแสดงในภาคผนวก ก

ในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดัดแปลงของเครื่องสางใยแต่ละเครื่อง จะเปรียบเทียบที่การสางใยเพียงหนึ่งขั้นตอนของการสางใยเท่านั้นเท่านั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ

เครื่องที่ 1 เปรียบเทียบที่ลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนแรก

เครื่องที่ 2 เปรียบเทียบที่ลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนแรก (ลูกกลิ้งสางใยที่ทำการดัดแปลง)

เครื่องที่ 3 เปรียบเทียบที่ลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนที่สอง (ลูกกลิ้งสางใยที่ทำการดัดแปลง)

ตารางที่ 4.8 ต้นทุนในการดัดแปลงเครื่องสางใย

รายการ	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่อง 3	ราคา/หน่วย	
				USD	บาท
Revolving Flat	106 แผ่น	-	-	6.50	238.62
Stationary Flat	-	49 แผ่น	49 แผ่น	24.00	881.04
Mote Knife	-	6 แผ่น	6 แผ่น	6.00	220.26
Suction Hood	-	6 ชุด	6 ชุด	3.75	137.66
Licker-in Wire	7 กก.	7 กก.	7 กก.	8.00	293.68
Cylinder Wire	1 ม้วน	1 ม้วน	1 ม้วน	500.00	18,355.00
Doffer Wire	1 ม้วน	1 ม้วน	1 ม้วน	150.00	5,506.50
ต้นทุนรวม	**1,395.00 USD**	**1,940.50 USD**	**1,940.50 USD**	**5,276.00 USD**	**193,681.96 บาท**
	51,210.45 บาท	**71,235.76 บาท**	**71,235.76 บาท**		

จากตารางที่ 4.8 พบว่าการดัดแปลงเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนทั้งสามเครื่อง ใช้เงินลงทุนทั้งหมดรวม 193,681.96 บาท และจากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เครื่องสางใยแบบเดิม มีต้นทุนในการดัดแปลง 51,210.45 บาท

2. ในการดัดแปลงเครื่องสางใยที่การสางใยขั้นแรกและการสางใยขั้นที่สอง มีต้นทุนในการดัดแปลงเท่ากันคือ เครื่องละ 71,235.76 บาท

3. การลงทุนในการดัดแปลงเครื่องสางใยที่การสางใยขั้นแรกและขั้นที่สอง มีต้นทุนในการดัดแปลงแต่ละเครื่อง มากกว่าเครื่องสางใยแบบเดิมเครื่องละ 20,025.31 บาท และคิดเป็นส่วนต่างของราคาคือ 28.12%

4.4.2 จุดคุ้มทุน

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบการดัดแปลงการสางใยเพื่อให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการที่จะปรับปรุงคุณสมบัติเส้นด้าย OE-Rotor ให้ดีขึ้นจากเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยแบบเดิมที่ใช้อยู่เท่านั้น โดยการคิดจุดคุ้มทุนการดัดแปลงเครื่องสำหรับการศึกษาในครั้งนี้นั้น ทางผู้วิจัยไม่สามารถคิดออกมาเป็นตัวเลขที่ชัดเจนได้ เนื่องจากได้ใช้วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้ายหลายๆส่วนจากกระบวนการปั่นด้ายของทางโรงงานที่ใช้ในการวิจัย รวมกับเศษฝ้ายจากแหล่งที่มาอื่นๆ และเส้นใยฝ้ายคุณภาพดีที่ได้จากการหีบด้วย นอกจากนี้เบอร์เส้นด้ายที่ทดลองปั่นบางเบอร์ เป็นเบอร์ด้ายที่ใช้วัตถุดิบที่ไม่เป็นที่นิยมสำหรับซื้อขายในทางการตลาดในปัจจุบัน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 เครื่องสางใยเครื่องที่ 1

เครื่องสางใยเครื่องที่ 1 มีความสามารถในการผลิตเส้นสไลเวอร์ ที่มีความสม่ำเสมอมากที่สุด เพราะมีการสางให้เส้นใยเหยียดและจัดเรียงตัวกันถึงสองครั้ง แต่ความสามารถในการกำจัดสิ่งสกปรกและเส้นใยสั้นยังอยู่ในระดับที่ต่ำ ซึ่งเมื่อนำสไลเวอร์ดังกล่าวไปทำการปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor จึงทำให้เส้นด้ายมีความสม่ำเสมอที่ดี แต่ปริมาณจุดบกพร่องบนเส้นด้ายจะสูง เนื่องจากสิ่งสกปรกและเส้นใยสั้นที่อยู่ในสไลเวอร์จะรบกวนเส้นใยดีในขณะปั่นเป็นเส้นด้าย และเมื่อเส้นด้ายมีจุดบกพร่องที่มากจึงทำให้ความเหนียวของเส้นด้ายลดต่ำลงตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปั่นเส้นด้ายเบอร์สูง หรือเส้นด้ายที่มีขนาดเล็ก [6]

5.1.2 เครื่องสางใยเครื่องที่ 2

เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยเครื่องที่ 2 ให้ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายค่อนข้างดี รวมถึงให้ค่าจุดบกพร่องในเส้นด้ายต่ำที่สุด เพราะสไลเวอร์จากเครื่องสางใยดังกล่าวมีปริมาณสิ่งสกปรกและเส้นใยสั้นเหลืออยู่น้อยที่สุด และยังสามารถทำการสางให้เส้นใยมีการเหยียดตัวและการจัดเรียงตัวกันค่อนข้างดี เมื่อจุดบกพร่องบนเส้นด้ายต่ำก็จะส่งผลให้ความแข็งแรงของเส้นด้ายดีตามไปด้วย และในการทดลองครั้งนี้พบว่าการดัดแปลงในเครื่องที่ 2 มีความเหมาะสมที่สุดในการปรับปรุงสมบัติของเส้นสไลเวอร์ให้เหมาะสมต่อการปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor ทั้งเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne และ 20 Ne แม้ว่าความสม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์และเส้นด้ายจะด้อยกว่าเครื่องที่ 1 แต่ยังอยู่ในระดับที่ทางโรงงานยอมรับได้

5.1.3 เครื่องสางใยเครื่องที่ 3

สำหรับเครื่องสางใยเครื่องที่ 3 ถึงแม้จะสามารถกำจัดสิ่งสกปรกได้มาก แต่การดัดแปลงดังกล่าวทำให้เส้นใยเกิดการยุ่งหรือพันตัวกันเป็นกระจุก ซึ่งจะเป็นการสร้างปัญหาให้กับการปั่นเส้นด้ายอย่างมาก โดยเฉพาะกับการใช้วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้าย 100%

5.2 บทสรุป

ในการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่าเครื่องที่ 2 ให้คุณสมบัติของเส้นสไลเวอร์ และเส้นด้าย OE-Rotor ดีที่สุด โดยสามารถปรับปรุงสมบัติของเส้นสไลเวอร์ให้เหมาะสมต่อการปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor ทั้งเส้นด้ายเบอร์ 10 Ne และ 20 Ne

5.3 ข้อเนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้หากพิจารณาโดยรวมแล้วพบว่าถ้าสามารถทำให้เส้นสไลเวอร์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่จะใช้ป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้ายมีสมบัติที่ดีและเหมาะสมกับการปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor เช่น ความสม่ำเสมอที่ดี มีสิ่งสกปรกและปริมาณเส้นใยสั้นที่ต่ำ จะทำให้เส้นด้ายที่ปั่นออกมามีสมบัติด้านความสม่ำเสมอ จุดบกพร่องบนเส้นด้าย และค่าความเหนียวที่ดีตามไปด้วย

ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า ปริมาณจุดปุ่มปมในเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยแต่ละเครื่องเมื่อใช้วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้ายเป็นส่วนผสม สามารถลดลงได้จากเดิมอีกประมาณ 30% เมื่อผ่านการรีดปุยครั้งที่สอง ก่อนการป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นเส้นด้าย OE-Rotor ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวอาจจะเนื่องมาจาก ปริมาณของจุดปุ่มปมในเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใย เมื่อนำมาทำการรีดปุยรวมกันแล้วทำให้เกิดการกระจายตัวเสริมกัน และจุดปุ่มปมบางส่วนที่เป็นลักษณะของเปลือกเมล็ดฝ้ายจะหลุดร่วงออกไปกับการดักของแผ่นยางปัดลูกกลิ้งรีดลดขนาด และการดูดของลมทำความสะอาดในเครื่อง นอกจากนี้ปัจจุบันเครื่องรีดปุยเส้นใยมีการออกแบบและพัฒนา เพื่อให้สามารถเพิ่มคุณภาพของเส้นสไลเวอร์ให้ดีมากยิ่งขึ้นมากกว่าทำหน้าที่เพียงรีดลดขนาด และผสมเส้นใยของเส้นสไลเวอร์แต่ละเส้นให้เป็นเนื้อเดียวกัน

เพื่อเป็นการยืนยันถึงผลการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้วัตถุดิบที่เป็นเส้นใยคุณภาพดีที่ได้จากการหีบมาผลิตเส้นสไลเวอร์จากเครื่องสางใยซึ่งเป็นเครื่องสางใยรุ่นใหม่ และมีความเร็วรอบในการสางใยสูง แล้วมาทำการรีดปุยเพื่อเตรียมเส้นใยในการใช้ปั่นเป็นเส้นด้ายแบบวงแหวน (Ring Yarn) ซึ่งพบว่าปริมาณจุดปุ่มปมหลังจากผ่านการรีดปุยนั้นลดลงประมาณ 50% ซึ่งมากกว่าการใช้วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้ายเป็นส่วนผสม โดยผลการทดสอบดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปริมาณจุดปุ่มปม (Neps/gram) ในเส้นสไลเวอร์จากเครื่องสางใยและเครื่องรีดปุย

การทดสอบครั้งที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**เฉลี่ย**
จุดปุ่มปมในสไลเวอร์จากเครื่องสางใย	93	102	83	106	106	**98**
จุดปุ่มปมในสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุย	43	43	40	46	43	**43**

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากการศึกษา กับผลการทดสอบในตารางที่ 5.1 พบว่าเครื่องรีดปุยเส้นใยสามารถที่จะลดปริมาณจุดปุ่มปมในเส้นสไลเวอร์ได้ในปริมาณที่มาก ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้วัตถุดิบที่ดีขึ้น รวมทั้งหากดูแลและจัดการกับเครื่องรีดปุยให้อยู่ในสภาพที่ดี เช่น แผ่นยางปัดทำความสะอาดลูกกลิ้งลดขนาด และระบบลมดูดสิ่งสกปรกในเครื่อง ก็สามารถที่จะเพิ่มคุณภาพของเส้นใย เพื่อให้ปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีคุณภาพดีขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

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

[2] ลิลี่ โกศัยยานนท์, “ **คู่มือวิชาการสิ่งทอ**,” โครงการพัฒนาตำราความรู้พื้นฐานในวิทยาศาสตร์สิ่งทอ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และบริษัท ทีทีไอเอส จำกัด, กรุงเทพฯ,2540. หน้า 72-80.

[3] Klein W.n.d., “ **The Technology of Short Staple Spinning**,” The Textile Institute, Volume 3, England, Hobbs the printer of Southamton,1972. pp.1-9.

[4] Zellweger Uster INC., “ **The Influence of Seed Coat Neps in Yarn Manufacturing**,” Customer Information Service, Number 03-September, 1995.

[5] Klein W.n.d., “ **The Technology of Short Staple Spinning**,” The Textile Institute, Volume 4, England, Hobbs the printer of Southamton, 1974. pp.24-49.

[6] Trommer G, “**Rotor Spinning**” Deutscher Fachverlag GmbH, Germany., 1995. pp. 1-138.

[7] บุญชัย บุญธรรมติระวุฒิ, “ **เทคโนโลยีการปั่นด้าย โออี**,” สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรุงเทพฯ, 2546. หน้า 51-319.

[8] Dan J. McCreight, Ralph. James. and Everett, “**Short Staple Yarn Manufacturing**,” Durham, North Carlolina., U.S.A. 1997. pp.132-178.

[9] Hara Shokhi Seisakusho.,Ltd., “ **Cherry DX-500 Instruction Manual** ,” Ikeda-Cho, Ibi-Gun, Gifu Pref., Japan.

[10] Rieter Machine Works Ltd., “ **Card C60 The Concept for Excellence ,**” Winterthur, Switzerland.2006.

[11] Shanghai Crosrol Pacific MachineryCo.,Ltd. “ **MK7 Carding Machine,**” Shanghai, China. 2008

[12] John D. Hollingsworth., **Apparatus for Removing Trash From Carded Fibers**. US. Patent No. 3858276,1975.

[13] Hollingsworth., Carding and Accessories, **CLEAN MASTER,** 1998.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[14] Hollingsworth., Opener and Cleaner from Hollingswoth, **LINTMASTER,** 1998.

[15] Marcelo G., **Multiple-Card With Transferring, Carding and Cleaning Cylinder**. US Patent No.4797978. 1989.

[16] Takumi O., **Stationary Flat, Top Bar And Carding Engine**. US Patent No.5005260. 1991.

[17] Marcelo G., Card of The Tandem-Card Type With Fixed Carding Unit Below A Carding Cylinder. US Patent No.5666697. 1997.

[18] English Card Clothing (ECC) Co.,Ltd., **Fixed Flats And Their Applications**, The Technical Sale Documentation, 2002.

[19] สรชัย พิศาลบุตร, " **สถิติธุรกิจ,**" พิมพ์ครั้งที่ 3, จูนพับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ, 2547. หน้า 205-230.

[20] Leaf G.V.A., " **Practical Statistics for the Textile Industry : Part II,**" The Textile Manual of Textile Technology, Zellweger Uster Ltd, Switzerland., 1987. pp 50-70.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลผลการทดสอบ

วันรับตัวอย่าง 12/10/2551 **Report No. : UC-N107**

วันรายงานผล 14/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ **Cotton Lap and Sliver Tandem Card No.4 (Conventional) - 100% Cotton Waste**

Testing		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
LAP	Weight (oz/yd)	14.3	14.7	14.2	14.2	14.5	14.7	14.4	14.5	14.5	14.7	**14.5**
	Neps / gram	749	865	828	773	760	784	802	781	755	801	**790**
Carded Sliver	Weight (gr/6 yds)	389.9	385.8	372.1	384.1	379.6	380.4	381.1	385.7	381.3	379.8	**382.0**
	Neps / gram	676	701	580	664	689	680	704	683	677	711	**677**
	Um (%)	5.18	4.70	4.94	4.65	4.58	4.25	4.60	4.75	4.49	4.95	**4.71**
	CVm (%)	6.48	5.92	6.20	5.81	5.72	5.32	5.75	5.93	5.60	6.18	**5.89**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2nd Draw frame Sliver	Weight (gr/6 yds)	369.8	368.7	367.5	367.1	366.9	368.4	368.7	369.2	368.4	370.1	**368.5**
	Neps / gram	464	474	454	459	468	488	470	467	471	478	**469**
	Um (%)	4.96	4.20	4.23	4.41	4.39	4.03	4.47	4.59	4.44	4.47	**4.42**
	CVm (%)	6.14	5.25	5.27	5.50	5.47	5.05	5.61	5.71	5.58	5.90	**5.55**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

UC

United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 12/10/2551 **Report No. : UC-N207**

วันรายงานผล 14/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ **Cotton Lap and Sliver Tandem Card No.3 (Breaker Modified) - 100% Cotton Waste**

Testing		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
LAP	Weight (oz/yd)	14.6	14.6	14.9	14.7	14.3	14.7	14.4	14.4	14.6	14.2	**14.5**
	Neps / gram	915	865	727	814	788	793	811	765	805	797	**808**
Carded Sliver	Weight (gr/6 yds)	381.4	391.6	394.9	390.7	382.3	383.4	378.5	378.2	386.1	382.7	**385.0**
	Neps / gram	557	611	617	620	587	607	545	549	600	612	**591**
	Um (%)	5.48	5.57	5.38	5.42	5.15	5.42	5.36	5.40	5.36	5.32	**5.39**
	CVm (%)	6.86	7.01	6.72	6.78	6.43	6.78	6.70	6.75	6.70	6.65	**6.74**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2nd Draw frame Sliver	Weight (gr/6 yds)	371.3	374.6	370.6	369.2	366.7	367.4	369.7	362.8	371.1	374.7	**369.8**
	Neps / gram	376	403	383	410	372	399	369	357	374	376	**382**
	Um (%)	4.83	5.07	4.86	4.67	4.87	4.65	4.53	4.94	4.97	4.84	**4.82**
	CVm (%)	6.01	6.27	5.51	5.84	6.01	5.81	5.67	6.14	6.21	6.01	**5.95**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

วันรับตัวอย่าง 12/10/2551 **Report No. : UC-N307**

วันรายงานผล 14/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ **Cotton Lap and Sliver Tandem Card No.2(Finisher Modifed) - 100% Cotton Waste**

Testing		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
LAP	Weight (oz/yd)	14.4	14.2	14.6	14.7	15.1	14.6	14.2	14.8	14.4	14.8	**14.6**
	Neps / gram	749	865	728	802	768	762	784	772	814	821	**787**
Carded Sliver	Weight (gr/6 yds)	389.9	385.4	362.1	377.7	373.1	386.2	386.6	374.3	391.5	385.2	**381.2**
	Neps / gram	676	701	580	599	583	597	614	636	689	632	**631**
	Um (%)	5.47	5.65	5.70	5.74	5.62	5.58	5.84	5.61	5.59	5.34	**5.61**
	CVm (%)	6.83	7.06	7.12	7.18	7.04	6.96	7.30	7.02	6.98	6.68	**7.02**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2nd Draw frame Sliver	Weight (gr/6 yds)	373.3	376.1	353.7	369.5	367.5	372.2	370.5	365.5	380.4	377.5	**370.6**
	Neps / gram	454	474	459	462	464	402	413	411	427	441	**441**
	Um (%)	5.03	5.07	5.11	4.89	5.13	4.75	4.94	5.04	4.76	4.62	**4.93**
	CVm (%)	6.27	6.34	6.36	6.04	6.41	5.91	6.13	6.27	5.93	5.77	**6.14**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 12/11/2551 **Report No. : UC-N407**

วันรายงานผล 14/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ **Cotton Lap and Sliver Tandem Card No.4 (Conventional) - 30% Cotton Gin70% Cotton Waste**

Testing		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
LAP	Weight (oz/yd)	14.6	14.6	14.5	14.2	14.7	14.4	14.8	14.4	14.4	14.6	**14.52**
	Neps / gram	525	513	544	562	519	531	603	551	525	526	**540**
Carded Sliver	Weight (gr/6 yds)	424.5	451.7	446.2	441.5	422.5	421.8	414.2	428.2	409.5	413.9	**427.4**
	Neps / gram	383	390	376	384	379	372	403	399	397	376	**386**
	Um (%)	3.52	3.60	3.45	3.48	3.72	3.59	3.44	3.55	3.40	3.51	**3.53**
	CVm (%)	4.40	4.50	4.31	4.35	4.65	4.48	4.30	4.42	4.25	4.38	**4.40**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2nd Draw frame Sliver	Weight (gr/6 yds)	419.2	420	424.1	420.1	413.2	411.6	401.1	420.2	400.4	414.4	**414.4**
	Neps / gram	209	221	200	214	230	217	223	225	214	214	**217**
	Um (%)	3.26	3.31	3.24	3.33	3.48	3.24	3.19	3.36	3.21	3.37	**3.30**
	CVm (%)	4.07	4.14	4.05	4.16	4.35	4.05	3.99	4.20	4.02	4.21	**4.12**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

วันรับตัวอย่าง 12/11/2551 **Report No. : UC-N507**

วันรายงานผล 14/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ **Cotton Lap and Sliver Tandem Card No.3 (Breaker Mod.) - 30% Cotton Gin70% Cotton Waste**

Testing		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
LAP	Weight (oz/yd)	14.3	14.9	15.1	14.4	14.4	14.4	14.7	14.5	14.5	14.6	**14.6**
	Neps / gram	563	531	544	554	539	516	538	559	542	547	**543**
Carded Sliver	Weight (gr/6 yds)	405.1	437.0	400.2	431.5	427.3	425.0	409.8	436.5	422.5	427.8	**422.3**
	Neps / gram	276	253	224	226	241	236	243	235	226	249	**241**
	Um (%)	3.85	4.30	4.22	3.96	3.90	4.35	4.08	3.86	4.18	4.20	**4.09**
	CVm (%)	4.83	5.32	5.29	4.95	4.87	5.45	5.08	4.80	5.23	5.25	**5.11**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2nd Draw frame Sliver	Weight (gr/6 yds)	400.6	413.8	396.9	424.5	417.5	414.8	401.4	422.9	413.4	411.5	**411.7**
	Neps / gram	198	200	174	165	168	158	182	165	158	146	**171**
	Um (%)	3.55	3.73	3.67	3.53	3.48	3.87	3.84	3.56	3.82	3.94	**3.70**
	CVm (%)	4.43	4.66	4.59	4.41	4.35	4.84	4.80	4.44	4.76	4.91	**4.62**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 12/11/2551 **Report No. : UC-N607**

วันรายงานผล 14/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ **Cotton Lap and Sliver Tandem Card No.2(Finisher Mod.) - 30% Cotton Gin70% Cotton Waste**

Testing		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
LAP	Weight (oz/yd)	14.7	14.5	14.8	14.5	14.6	14,3	14.6	14.2	14.8	14.8	**14.6**
	Neps / gram	554	537	548	548	544	536	536	538	540	535	**542**
Carded Sliver	Weight (gr/6 yds)	433.2	425.4	412.2	427	422.5	418.6	428.4	430.1	415.5	431.2	**424.4**
	Neps / gram	332	365	303	321	309	316	320	315	312	325	**322**
	Um (%)	5.07	4.39	3.86	4.73	4.16	3.95	3.80	4.05	4.12	4.15	**4.23**
	CVm (%)	6.34	5.50	4.80	5.92	5.20	4.93	4.75	5.06	5.15	5.18	**5.28**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2nd Draw frame Sliver	Weight (gr/6 yds)	413.0	411.5	406.5	415.6	400.2	405.7	411.4	418.7	398.8	416.8	**409.8**
	Neps / gram	214	218	197	209	185	199	231	215	218	220	**211**
	Um (%)	3.97	3.76	3.54	4.13	3.78	3.64	3.65	3.89	3.97	3.79	**3.81**
	CVm (%)	4.96	4.71	4.42	5.16	4.73	4.55	4.56	4.85	4.96	4.73	**4.76**
	Thin (-30%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Thick (+35%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	Neps (+140%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

MATERIALS : 100% COTTON WASTE

COTTON LAP (%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
CONVENTIONAL	LINT	86.9600	86.3204	85.9812	86.1184	86.4936	85.5737	85.7449	86.6740	87.2043	86.3109	**86.3381**
	TRASH	12.6198	12.9812	13.2414	13.3844	12.8948	13.9320	13.6721	12.8967	12.2637	13.2413	**13.1127**
	DUST	0.2398	0.3055	0.3920	0.3451	0.2844	0.2210	0.2519	0.2206	0.2284	0.2212	**0.2710**
	LOOSE	0.1804	0.3929	0.3854	0.1521	0.3272	0.2733	0.3311	0.2087	0.3036	0.2266	**0.2781**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
COTTON LAP (%)		**1**	**2**	**3**	4	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
BREAKER MOD.	LINT	85.9238	86.7102	86.7004	86.242	86.3861	86.6820	85.7483	86.5411	86.8635	86.5388	**86.4336**
	TRASH	13.6659	12.6141	12.7920	13.2618	13.1009	12.7882	13.6167	12.8625	12.6317	13.0361	**13.0370**
	DUST	0.1499	0.2325	0.2328	0.3307	0.2262	0.3083	0.3050	0.2510	0.2443	0.2185	**0.2499**
	LOOSE	0.2604	0.4432	0.2748	0.1653	0.2868	0.2215	0.3300	0.3454	0.2605	0.2066	**0.2795**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
COTTON LAP (%)		**1**	**2**	**3**	4	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
FINISHER MOD.	LINT	85.8776	85.6475	86.8554	86.1839	86.4611	87.0026	85.8071	86.3897	86.9055	86.3810	**86.3511**
	TRASH	13.4637	13.8533	12.6922	13.3392	12.8752	12.4761	13.5463	13.1472	12.5996	13.1948	**13.1188**
	DUST	0.1836	0.2881	0.1769	0.3211	0.3168	0.2246	0.2940	0.2534	0.2515	0.2281	**0.2538**
	LOOSE	0.4751	0.2111	0.2755	0.1558	0.3469	0.2967	0.3526	0.2097	0.2434	0.1961	**0.2763**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**

REMARK :

MATERIALS : 100% COTTON WASTE

CARDED SLV.(%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
CONVENTIONAL	LINT	96.8938	96.6148	96.8164	96.8408	96.8003	96.8914	96.8161	96.7513	97.0924	96.9156	**96.8433**
	TRASH	2.4681	2.2133	2.4637	2.4984	2.3739	2.2749	2.3381	2.5103	2.1996	2.3216	**2.3662**
	DUST	0.1890	0.2919	0.2455	0.2154	0.2897	0.2448	0.2507	0.2472	0.2419	0.3007	**0.2517**
	LOOSE	0.4491	0.4800	0.4744	0.4454	0.5361	0.5889	0.5951	0.4912	0.4661	0.4621	**0.4988**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
CARDED SLV.(%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
BREAKER MOD.	LINT	97.4931	96.7762	96.8670	96.7914	96.8849	97.5200	96.7275	97.4169	96.8863	96.6969	**97.0060**
	TRASH	1.9448	2.3948	2.4852	2.3551	2.4444	2.3623	2.4996	1.9843	2.3095	2.5125	**2.3293**
	DUST	0.2437	0.2434	0.2982	0.2619	0.2705	0.2116	0.2272	0.2091	0.2504	0.2417	**0.2458**
	LOOSE	0.3184	0.5856	0.3496	0.5916	0.4002	0.3061	0.5457	0.3897	0.5538	0.5489	**0.4590**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
CARDED SLV.(%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
FINISHER MOD.	LINT	96.8978	97.3311	96.8515	97.0512	96.6537	96.7493	96.8590	97.1379	96.8362	96.8058	**96.9174**
	TRASH	2.2735	2.0008	2.5311	2.2142	2.5199	2.4372	2.3755	2.0202	2.3919	2.4282	**2.3193**
	DUST	0.3164	0.3114	0.1948	0.2161	0.2482	0.2706	0.2291	0.2107	0.2195	0.2057	**0.2423**
	LOOSE	0.5123	0.3567	0.4226	0.5185	0.5782	0.5429	0.5364	0.6312	0.5524	0.5603	**0.5212**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**

REMARK :

MATERIALS : 100% COTTON WASTE

DRAW SLV.(%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
CONVENTIONAL	LINT	98.2667	97.8615	98.3321	97.7943	97.6446	97.8579	98.4026	98.2362	97.8851	98.0373	**98.0318**
	TRASH	0.8503	1.1382	0.9423	1.1346	1.2759	1.1086	0.8974	0.8787	1.1223	0.8769	**1.0225**
	DUST	0.1140	0.1168	0.1251	0.1337	0.1201	0.1200	0.1231	0.1123	0.1095	0.1178	**0.1192**
	LOOSE	0.7690	0.8835	0.6005	0.9374	0.9594	0.9135	0.5769	0.7728	0.8831	0.9680	**0.8264**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
DRAW SLV.(%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
BREAKER MOD.	LINT	98.5822	98.5517	98.6549	98.1167	98.1414	98.5002	98.5934	98.3616	98.1424	98.5433	**98.4188**
	TRASH	0.8214	0.7862	0.8322	0.8595	0.8629	0.8537	0.7984	0.8911	0.8623	0.8541	**0.8422**
	DUST	0.0993	0.0923	0.0932	0.1061	0.1134	0.1036	0.1012	0.1192	0.1153	0.1043	**0.1048**
	LOOSE	0.4971	0.5698	0.4197	0.9177	0.8823	0.5425	0.5070	0.6281	0.8800	0.4983	**0.6343**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
DRAW SLV.(%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
FINISHER MOD.	LINT	98.3918	98.3113	98.0879	98.3197	98.3163	98.0622	98.2140	98.2685	98.4916	98.2101	**98.2673**
	TRASH	0.8753	0.8663	0.8103	0.8588	0.8879	0.9012	0.8811	0.8411	0.7919	0.8206	**0.8535**
	DUST	0.1103	0.1237	0.1181	0.1212	0.1204	0.1046	0.1033	0.1020	0.1005	0.1126	**0.1117**
	LOOSE	0.6226	0.6987	0.9837	0.7003	0.6754	0.9320	0.8016	0.7884	0.6160	0.8567	**0.7675**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**

REMARK :

MATERIALS : 30% COTTON GIN / 70% COTTON WASTE

COTTON LAP (%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
CONVENTIONAL	LINT	88.6311	88.3160	87.6392	87.9602	87.7915	89.3611	87.8995	88.6508	89.2121	88.4414	**88.3903**
	TRASH	10.8277	11.0029	11.8441	11.4506	11.6653	10.2473	11.5688	10.7802	10.3016	11.0989	**11.0787**
	DUST	0.2389	0.2921	0.2916	0.3422	0.2840	0.2411	0.2497	0.2399	0.2484	0.2609	**0.2689**
	LOOSE	0.3023	0.3890	0.2251	0.2470	0.2592	0.1505	0.2820	0.3291	0.2379	0.1988	**0.2621**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
COTTON LAP (%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
BREAKER MOD.	LINT	88.3974	88.2307	87.8117	87.8114	88.4484	88.5402	88.0620	88.5916	89.0110	88.6002	**88.3505**
	TRASH	11.1393	11.2982	11.6521	11.6003	10.9950	11.0104	11.3306	11.0421	10.5313	11.0212	**11.1621**
	DUST	0.2307	0.2465	0.3003	0.2753	0.2591	0.2372	0.2933	0.2416	0.2444	0.2221	**0.2551**
	LOOSE	0.2326	0.2246	0.2359	0.3130	0.2975	0.2122	0.3141	0.1247	0.2133	0.1565	**0.2324**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
COTTON LAP (%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
FINISHER MOD.	LINT	89.5621	88.7122	87.7933	88.9931	87.9115	87.9898	87.9073	88.2315	89.0096	88.4122	**88.4523**
	TRASH	10.0022	10.7113	11.7094	10.4891	11.5377	11.6032	11.5911	11.4207	10.5008	11.0913	**11.0657**
	DUST	0.2403	0.3111	0.2408	0.2741	0.3015	0.2827	0.2417	0.1794	0.2562	0.2083	**0.2536**
	LOOSE	0.1954	0.2654	0.2565	0.2437	0.2493	0.1243	0.2599	0.1684	0.2334	0.2882	**0.2285**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**

REMARK :

MATERIALS : 30% COTTON GIN / 70% COTTON WASTE

CARDED SLV.(%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
CONVENTIONAL	LINT	98.6583	98.5407	98.2894	98.2739	98.2246	98.0998	97.9994	98.6796	98.2143	98.4039	**98.3384**
	TRASH	0.8957	1.0811	1.2993	1.3097	1.3887	1.4888	1.5909	0.9694	1.3989	1.2337	**1.2656**
	DUST	0.1699	0.2018	0.1985	0.1994	0.2037	0.1979	0.1896	0.1287	0.1880	0.1534	**0.1831**
	LOOSE	0.2761	0.1764	0.2128	0.2170	0.1830	0.2135	0.2201	0.2223	0.1988	0.2090	**0.2129**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
CARDED SLV.(%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
BREAKER MOD.	LINT	99.0140	98.8992	98.8768	98.8604	99.0832	98.9103	98.9414	99.0004	99.0681	98.9417	**98.9596**
	TRASH	0.6302	0.6899	0.7476	0.7693	0.5684	0.6909	0.7002	0.6419	0.5883	0.6914	**0.6718**
	DUST	0.1472	0.1489	0.1502	0.1500	0.1418	0.1596	0.1572	0.1599	0.1497	0.1538	**0.1518**
	LOOSE	0.2086	0.2620	0.2254	0.2203	0.2066	0.2392	0.2012	0.1978	0.1939	0.2131	**0.2168**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
CARDED SLV.(%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
FINISHER MOD.	LINT	98.4563	98.5481	98.5957	98.4834	98.5932	98.7145	98.4699	98.6761	98.4900	98.5773	**98.5605**
	TRASH	1.1292	1.1006	0.9653	1.0984	0.9464	0.8837	1.0898	0.8743	1.1000	0.9305	**1.0118**
	DUST	0.1553	0.1607	0.2037	0.1714	0.1776	0.1704	0.1577	0.1908	0.1725	0.2054	**0.1766**
	LOOSE	0.2592	0.1906	0.2353	0.2468	0.2828	0.2314	0.2826	0.2588	0.2375	0.2868	**0.2512**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**

REMARK :

MATERIALS : 30% COTTON GIN / 70% COTTON WASTE

DRAW SLV.(%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
CONVENTIONAL	LINT	98.7527	98.5700	98.3008	98.2742	98.2603	98.1339	98.0106	98.9600	98.3457	98.4699	**98.4078**
	TRASH	0.8755	1.0143	1.2606	1.2653	1.3001	1.4169	1.5004	0.8012	1.3412	1.2191	**1.1995**
	DUST	0.1621	0.1979	0.1942	0.1886	0.2001	0.1966	0.1868	0.1229	0.1736	0.1507	**0.1774**
	LOOSE	0.2097	0.2178	0.2444	0.2719	0.2395	0.2526	0.3022	0.1159	0.1395	0.1603	**0.2154**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
DRAW SLV.(%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
BREAKER MOD.	LINT	99.1126	98.9127	98.8807	98.8834	99.1308	99.0007	98.9790	99.1351	99.1266	98.9793	**99.0141**
	TRASH	0.6011	0.6439	0.7101	0.7228	0.4793	0.6414	0.5932	0.6111	0.5075	0.6419	**0.6152**
	DUST	0.1412	0.1406	0.1317	0.1477	0.1395	0.1324	0.1500	0.1517	0.1344	0.1318	**0.1401**
	LOOSE	0.1451	0.3028	0.2775	0.2461	0.2504	0.2255	0.2778	0.1021	0.2315	0.2470	**0.2306**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**
DRAW SLV.(%)		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**AVG.**
FINISHER MOD.	LINT	98.4793	98.5913	98.6983	98.5946	98.6707	98.7992	98.5997	98.6974	98.5442	98.6472	**98.6322**
	TRASH	1.1202	1.0031	0.7326	1.0104	0.8739	0.8421	1.0144	0.8107	1.0017	0.9013	**0.9310**
	DUST	0.1464	0.1488	0.1969	0.1205	0.1569	0.1447	0.1192	0.1598	0.1552	0.1894	**0.1538**
	LOOSE	0.2541	0.2568	0.3722	0.2745	0.2985	0.2140	0.2667	0.3321	0.2989	0.2621	**0.2830**
	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	**100**

REMARK :

ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของม้วนแลปที่ป้อนกับสไลเวอร์ที่ได้ (หน่วยเป็น กิโลกรัม)

ตารางเปรียบเทียบน้ำหนักฝ้ายที่สูญเสียระหว่างการสางใย

เศษฝ้าย 70% : ฝ้ายดี 30%

เครื่องสางใย	การทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
เครื่องที่ 1	น้ำหนักแลป	23.4	23.3	23.6	23.4	23.8	23.1	23.6	22.8	23.5	23.7	**23.42**
	น้ำหนักสไลเวอร์	19.3	19.3	18.7	19.1	18.8	19.2	19.4	19.3	19.6	19.4	**19.21**
เครื่องที่ 2	น้ำหนักแลป	23.6	23.2	23.6	23.6	23.4	22.9	23.5	23.5	23.1	23.5	**23.39**
	น้ำหนักสไลเวอร์	18.4	18.6	18.4	18.4	19.2	18.7	18.8	18.5	19.1	18.8	**18.69**
เครื่องที่ 3	น้ำหนักแลป	23.1	23.6	23.3	23.6	23.4	23.6	23.1	23.3	23.2	23.5	**23.37**
	น้ำหนักสไลเวอร์	18.6	18.8	19.1	18.8	18.4	18.5	18.7	18.7	18.3	18.5	**18.64**

เศษฝ้าย 100%

เครื่องสางใย	การทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG.
เครื่องที่ 1	น้ำหนักแลป	23.3	23.5	23.3	23.6	23.4	23.2	23.4	23.7	23.7	23.4	**23.45**
	น้ำหนักสไลเวอร์	17.8	18.2	18.0	17.8	17.9	18.1	18.2	17.9	18.3	18.1	**18.03**
เครื่องที่ 2	น้ำหนักแลป	23.4	23.4	23.2	23.5	23.4	23.7	23.4	23.6	23.5	23.3	**23.44**
	น้ำหนักสไลเวอร์	17.4	17.5	17.3	17.3	17.6	17.4	17.3	17.4	17.5	17.5	**17.42**
เครื่องที่ 3	น้ำหนักแลป	23.3	23.4	23.3	23.6	23.2	23.3	23.5	23.5	23.3	23.7	**23.41**
	น้ำหนักสไลเวอร์	17.5	17.4	17.5	17.5	17.3	17.5	17.2	17.4	17.5	17.3	**17.41**

UC
United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N108

วันรายงานผล 20/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE Yarn-Ne 20 / Tandem Card No.4 (Conventional) - 100% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19747	19748	19749	19750	19751	19752	19753	19754	19755	19756	
Count (Ne)	20.96	20.83	20.79	20.87	20.84	20.90	20.77	20.86	20.94	20.74	**20.85**
Lea Strength (lbs.)	83.77	83.88	83.77	83.69	83.71	83.70	83.84	83.81	83.78	83.93	**83.79**
Twist (T/I)	19.55	18.50	19.25	19.16	19.23	18.85	19.15	19.60	18.85	19.35	**19.15**
Um (%)	12.28	12.42	12.44	12.34	12.33	12.28	12.48	12.46	12.24	12.25	**12.35**
CVm (%)	15.58	15.72	15.74	15.60	15.57	15.52	15.80	15.76	15.48	15.50	**15.63**
Thin (-50%)	16	16	17	17	14	16	18	16	14	16	**16**
Thick (+50%)	125	111	111	105	112	92	117	110	98	94	**108**
Neps (+280%)	178	176	208	178	168	157	224	186	189	172	**184**
Hairiness	5.32	5.38	5.52	5.65	5.80	5.84	5.93	6.01	6.12	6.22	**5.78**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

UC
United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N208

วันรายงานผล 20/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN - Ne 20 / Tandem Card No.3 (Breaker Modified) - 100% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19757	19758	19759	19760	19761	19762	19763	19764	19765	19766	
Count (Ne)	20.55	20.43	19.95	20.46	20.46	20.60	20.35	19.92	20.50	20.14	**20.34**
Lea Strength (lbs.)	89.29	92.59	87.08	89.65	89.88	88.92	90.16	89.06	90.25	88.95	**89.58**
Twist (T/I)	19.25	18.50	19.03	19.35	19.54	19.28	18.85	19.45	19.12	18.76	**19.11**
Um (%)	12.59	12.32	12.25	12.32	12.61	12.56	12.36	12.30	12.21	12.16	**12.37**
CVm (%)	16.00	15.65	15.54	15.62	15.96	15.90	15.64	15.58	15.46	15.38	**15.67**
Thin (-50%)	17	12	10	15	16	18	10	8	14	7	**13**
Thick (+50%)	118	104	109	116	120	102	93	102	100	82	**105**
Neps (+280%)	164	190	155	168	192	142	138	146	154	139	**159**
Hairiness	5.54	5.70	5.74	5.85	5.93	6.08	6.26	6.38	6.56	6.71	**6.08**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

UC
United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N308

วันรายงานผล 20/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN -Ne 20 / Tandem Card No.2 (Finisher Modified) - 100% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19784	19785	19786	19787	19788	19789	19790	19791	19792	19793	
Count (Ne)	20.45	20.26	20.65	20.00	19.61	20.25	19.53	20.54	20.62	19.71	**20.16**
Lea Strength (lbs.)	79.37	85.98	78.26	81.20	84.67	86.11	84.53	87.15	82.22	80.62	**83.01**
Twist (T/I)	19.15	18.78	19.80	18.87	18.65	19.21	18.26	19.48	18.95	19.28	**19.04**
Um (%)	12.94	12.98	12.92	12.81	12.86	12.86	12.77	12.60	12.6	12.62	**12.80**
CVm (%)	16.44	16.44	16.36	16.20	16.26	16.28	16.17	15.98	15.94	15.96	**16.20**
Thin (-50%)	28	28	26	32	33	32	31	18	28	22	**28**
Thick (+50%)	227	190	182	143	149	156	146	148	130	142	**161**
Neps (+280%)	218	214	257	234	268	288	311	258	290	312	**265**
Hairiness	5.44	5.47	5.58	5.74	5.88	5.82	6.01	6.00	6.06	6.12	**5.81**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

UC
United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 18/12/2551 Report No. : UC-N408

วันรายงานผล 21/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN-Ne 10 / Tandem Card No.4 (Conventional) - 100% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19737	19738	19739	19740	19741	19742	19743	19744	19745	19746	
Count (Ne)	9.62	9.41	9.36	9.23	9.75	9.23	9.74	9.36	9.56	9.44	**9.47**
Lea Strength (lbs.)	208.04	210.16	207.92	205.03	209.44	207.23	207.23	208.54	206.06	210.04	**207.97**
Twist (T/I)	13.98	14.43	14.29	14.35	13.75	14.65	14.25	14.61	14.43	14.11	**14.29**
Um (%)	10.17	10.00	10.04	9.99	9.90	9.84	10.02	10.00	9.78	9.64	**9.94**
CVm (%)	12.94	12.71	12.80	12.72	12.63	12.53	12.75	12.76	12.46	12.28	**12.66**
Thin (-50%)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	**1**
Thick (+50%)	36	26	32	24	22	22	25	27	21	19	**25**
Neps (+280%)	19	16	16	13	20	10	14	20	17	11	**16**
Hairiness	8.42	8.10	8.02	8.16	8.28	8.40	8.23	7.68	7.65	7.78	**8.07**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

UC
United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N508

วันรายงานผล 21/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN-Ne 10 / Tandem Card No.3 (Breaker Modified) - 100% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19767	19768	19769	19770	19771	19772	19773	19774	19775	19813	
Count (Ne)	9.45	9.54	9.32	9.36	9.40	9.47	9.41	9.46	9.28	9.51	**9.42**
Lea Strength (lbs.)	215.33	216.14	212.26	207.23	218.26	222.66	216.05	214.09	218.81	209.09	**214.99**
Twist (T/I)	14.36	14.54	14.20	14.75	14.95	14.60	14.77	14.41	14.34	14.18	**14.51**
Um (%)	10.36	10.28	10.14	10.28	10.06	10.24	10.05	9.78	9.91	10.03	**10.11**
CVm (%)	13.16	13.12	12.91	13.12	12.82	13.08	12.79	12.45	12.58	12.82	**12.89**
Thin (-50%)	0	3	1	0	1	0	0	3	0	0	**1**
Thick (+50%)	22	22	27	28	28	32	22	28	17	18	**24**
Neps (+280%)	11	12	13	19	16	16	10	17	10	14	**14**
Hairiness	9.64	9.66	9.72	9.84	9.94	10.02	9.62	9.37	9.41	9.76	**9.70**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

UC
United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N608

วันรายงานผล 21/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN-Ne 10 / Tandem Card No.2 (Finisher Modified) - 100% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19774	19775	19776	19777	19778	19779	19780	19781	19782	19783	
Count (Ne)	9.05	9.47	9.42	9.16	9.46	9.11	9.14	9.33	9.41	9.28	**9.28**
Lea Strength (lbs.)	206.95	207.06	207.18	207.23	207.23	205.03	206.5	207.61	207.15	206.26	**206.82**
Twist (T/I)	14.60	13.82	14.25	14.25	13.60	14.30	13.72	14.03	14.61	14.34	**14.15**
Um (%)	10.30	10.54	10.54	10.44	10.52	10.56	10.42	10.39	10.52	10.45	**10.47**
CVm (%)	13.05	13.36	13.40	13.22	13.39	13.50	13.25	13.29	13.39	13.22	**13.31**
Thin (-50%)	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	**1**
Thick (+50%)	27	36	26	31	31	26	25	27	26	32	**29**
Neps (+280%)	20	30	19	20	20	15	14	22	16	25	**20**
Hairiness	8.63	8.68	8.76	8.64	8.65	8.81	8.51	8.21	8.25	8.54	**8.57**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

UC
United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N708

วันรายงานผล 20/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN -Ne 20 / Tandem Card No.4 (Conventional) - 30% Cotton Gin. / 70%Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19727	19728	19729	19730	19731	19732	19733	19734	19735	19736	
Count (Ne)	18.16	18.11	18.21	18.80	18.98	18.83	18.87	17.94	18.22	18.09	**18.42**
Lea Strength (lbs.)	102.11	112.24	98.81	108.62	106.08	116.51	99.64	104.22	104.28	110.41	**106.29**
Twist (T/I)	16.81	16.45	16.89	16.33	16.47	16.81	16.42	16.62	16.58	16.73	**16.61**
Um (%)	11.37	11.38	11.44	11.36	11.38	11.19	11.34	11.24	11.25	11.22	**11.32**
CVm (%)	14.37	14.36	14.45	14.36	14.39	14.16	14.32	14.23	14.22	14.18	**14.30**
Thin (-50%)	12	10	18	16	14	20	20	9	9	11	**14**
Thick (+50%)	202	214	218	240	203	146	124	107	103	109	**167**
Neps (+280%)	336	360	354	487	350	267	218	172	166	221	**293**
Hairiness	5.32	5.34	5.36	5.49	5.68	5.75	5.90	6.12	6.34	6.50	**5.78**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

UC
United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N808

วันรายงานผล 20/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN - Ne 20 / Tandem Card No.3 (Breaker Modified) - 30% Cotton Gin. / 70%Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19707	19708	19709	19710	19711	19712	19713	19714	19715	19716	
Count (Ne)	17.65	18.11	17.82	17.34	18.00	18.20	18.16	17.14	18.06	18.02	**17.85**
Lea Strength (lbs.)	108.21	104.62	100.91	122.36	119.05	122.36	121.26	112.62	108.54	114.44	**113.44**
Twist (T/I)	16.41	16.54	16.61	16.50	17.00	17.40	16.97	16.91	16.54	16.33	**16.72**
Um (%)	11.78	11.79	12.11	12.27	12.31	12.28	12.24	11.86	11.74	11.92	**12.03**
CVm (%)	14.94	14.88	15.30	15.50	15.54	15.52	15.44	14.97	14.82	15.12	**15.20**
Thin (-50%)	6	6	5	4	10	6	4	5	4	2	**5**
Thick (+50%)	69	56	57	60	64	64	54	60	51	42	**58**
Neps (+280%)	61	66	64	72	55	56	46	60	60	54	**59**
Hairiness	6.56	6.46	6.48	6.46	6.44	6.48	6.60	6.76	6.70	6.44	**6.54**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N908

วันรายงานผล 20/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN -Ne 20 / Tandem Card No.2 (Finisher Modified) - 30% Cotton Gin. / 70%Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19681	19682	19683	19684	19685	19686	19687	19688	19689	19690	
Count (Ne)	18.22	18.25	18.61	17.86	18.63	18.20	17.80	17.96	18.25	18.54	**18.23**
Lea Strength (lbs.)	106.91	115.46	118.04	99.21	102.51	99.21	100.31	114.08	120.05	112.12	**108.79**
Twist (T/I)	16.68	16.54	16.81	16.55	16.50	16.35	16.47	16.81	16.24	16.46	**16.54**
Um (%)	12.57	12.66	12.82	12.96	12.84	12.62	12.50	12.32	12.16	12.18	**12.56**
CVm (%)	16.06	16.17	16.33	16.54	16.34	15.99	15.88	15.58	15.38	15.42	**15.97**
Thin (-50%)	13	19	17	22	14	12	17	8	6	12	**14**
Thick (+50%)	68	60	72	90	91	90	93	62	58	60	**74**
Neps (+280%)	213	93	186	252	102	170	132	96	88	100	**143**
Hairiness	6.36	5.96	6.00	6.00	6.04	6.12	6.18	6.32	6.41	5.75	**6.11**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 18/12/2551 Report No. : UC-N1008

วันรายงานผล 21/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN-Ne 10 / Tandem Card No.4 (Conventional) - 30% Cotton Gin. / 70% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19717	19718	19719	19720	19721	19722	19723	19724	19725	19726	
Count (Ne)	8.41	8.06	8.14	8.50	8.55	8.39	8.48	8.42	8.16	8.28	**8.34**
Lea Strength (lbs.)	216.81	224.08	218.45	209.44	224.87	220.46	218.26	216.44	225.16	210.59	**218.46**
Twist (T/I)	13.56	12.84	13.16	13.50	14.00	13.75	13.75	13.06	13.34	12.62	**13.36**
Um (%)	9.90	9.91	9.96	9.98	9.99	9.92	9.88	10.08	10.13	10.14	**9.99**
CVm (%)	12.58	12.60	12.70	12.63	12.68	12.60	12.57	12.79	12.87	12.88	**12.69**
Thin (-50%)	2	0	0	0	4	0	1	0	1	1	**1**
Thick (+50%)	25	28	32	24	22	36	28	28	30	28	**28**
Neps (+280%)	20	16	27	17	12	16	18	14	14	20	**17**
Hairiness	9.28	9.36	9.59	9.66	9.79	9.90	9.98	9.48	9.21	9.30	**9.56**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N1108

วันรายงานผล 21/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN-Ne 10 / Tandem Card No.3 (Breaker Modified) - 30% Cotton Gin. / 70% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19697	19698	19699	19700	19701	19702	19703	19704	19705	19706	
Count (Ne)	8.33	8.14	8.22	8.35	8.42	7.98	8.26	8.42	8.50	7.96	**8.26**
Lea Strength (lbs.)	246.08	220.56	238.96	242.19	248.14	248.21	244.62	229.45	224.87	231.44	**237.45**
Twist (T/I)	13.76	12.75	13.22	13.40	12.82	13.28	13.44	12.86	13.42	13.60	**13.26**
Um (%)	10.43	10.45	10.34	10.40	10.28	10.30	10.38	10.05	10.30	10.11	**10.30**
CVm (%)	13.17	13.28	13.12	13.20	13.06	13.07	13.22	12.78	13.17	12.83	**13.09**
Thin (-50%)	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	**1**
Thick (+50%)	18	22	21	18	18	18	22	24	27	20	**21**
Neps (+280%)	14	18	14	10	10	6	12	10	19	11	**12**
Hairiness	10.62	10.54	10.58	10.74	10.80	10.95	11.09	10.83	10.76	10.84	**10.78**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

United Cotton Co.,Ltd.

แผนกควบคุมคุณภาพ บริษัทยูไนเต็ดการฝ้ายจำกัด

Quality Control Department of United Cotton Co.,Ltd.

วันรับตัวอย่าง 17/12/2551 Report No. : UC-N1208

วันรายงานผล 21/12/2551

ตัวอย่างทดสอบ OE YARN-Ne 10 / Tandem Card No.2 (Finisher Modified) - 30% Cotton Gin. / 70% Cotton Waste

Testing	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Test No.	19672	19673	19674	19675	19676	19677	19678	19679	19680	19814	
Count (Ne)	8.41	8.38	8.16	8.22	8.13	8.16	8.32	8.17	8.26	8.15	**8.24**
Lea Strength (lbs.)	234.10	236.22	234.72	231.48	233.69	242.51	235.89	233.69	235.42	234.15	**235.19**
Twist (T/I)	13.60	13.80	14.20	12.50	13.15	12.75	13.70	13.75	13.85	13.87	**13.52**
Um (%)	10.48	10.54	10.59	10.26	10.37	10.47	10.31	10.28	10.08	10.29	**10.37**
CVm (%)	13.30	13.39	13.46	13.00	13.18	13.34	13.10	13.09	12.92	13.13	**13.19**
Thin (-50%)	4	3	0	0	1	1	0	1	0	1	**1**
Thick (+50%)	26	17	24	23	20	22	21	14	23	22	**21**
Neps (+280%)	16	13	10	12	14	12	17	10	16	16	**14**
Hairiness	10.00	10.06	9.68	9.76	9.87	10.04	9.93	9.59	9.78	9.98	**9.87**

เจ้าหน้าที่ทดสอบ : คำพลอย พรมแก้ว

SINGLE YARN TESTING REPORT

Raw Material : 100% Cotton Waste

Single yarn Test		Actual Count	Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Nominal Yarn Count : Ne 10	Conventional	9.47 Ne	Strength(N)	5.77	5.69	7.17	5.77	5.68	5.77	5.78	5.99	5.95	5.63	5.92
		or	Tenacity(cN/Tex)	9.25	9.08	11.50	9.25	9.11	9.25	9.27	9.61	9.54	9.03	9.49
		62.35 Tex	Elongation (%)	17.50	17.50	20.00	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.75
	Breaker Mod.	9.42 Ne	Strength(N)	6.61	6.65	6.51	7.41	6.71	6.37	5.41	6.60	6.66	6.58	6.55
		or	Tenacity(cN/Tex)	10.54	10.61	10.38	11.82	10.70	10.16	8.63	10.53	10.62	10.50	10.45
		62.69 Tex	Elongation (%)	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	15.00	15.00	17.50	17.50	17.50	17.00
	Finisher Mod.	9.28 Ne	Strength(N)	6.88	6.06	5.90	6.68	6.32	6.23	6.35	5.55	5.13	5.85	6.10
		or	Tenacity(cN/Tex)	10.81	9.52	9.27	10.50	9.93	9.79	9.98	8.72	8.06	9.19	9.58
		63.63 Tex	Elongation (%)	17.50	20.00	17.50	20.00	20.00	20.00	20.00	17.50	17.50	20.00	19.00

Single yarn Test		Actual Count	Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Nominal Yarn Count : Ne 20	Conventional	20.85 Ne	Strength(N)	2.12	2.67	2.63	2.63	3.02	2.76	2.10	2.53	2.11	2.50	2.51
		or	Tenacity(cN/Tex)	7.49	9.43	9.29	9.29	10.66	9.75	7.42	8.93	7.45	8.83	8.85
		28.32 Tex	Elongation (%)	10.00	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	10.00	12.50	10.00	12.50	11.75
	Breaker Mod.	20.34 Ne	Strength(N)	3.14	2.40	2.38	3.14	3.21	3.15	3.03	2.55	2.58	2.57	2.82
		or	Tenacity(cN/Tex)	10.82	8.27	8.20	10.82	11.06	10.85	10.44	8.78	8.89	8.85	9.70
		29.03 Tex	Elongation (%)	15.00	10.00	10.00	12.50	12.50	12.500	12.50	10.33	12.50	12.50	12.03
	Finisher Mod.	20.16 Ne	Strength(N)	3.06	2.66	2.59	2.54	2.06	2.42	2.75	2.46	2.43	2.90	2.59
		or	Tenacity(cN/Tex)	10.45	9.08	8.84	8.67	7.03	8.26	9.39	8.40	8.30	9.90	8.83
		29.29 Tex	Elongation (%)	15.00	12.50	12.50	12.50	10.00	12.50	15.00	12.50	12.50	15.00	13.00

SINGLE YARN TESTING REPORT

Raw Material : 30% Cotton Gin / 70% Cotton Waste

Single yarn Test		Actual Count	Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Nominal Yarn Count : Ne 10	Conventional	8.34 Ne	Strength(N)	6.51	7.15	6.98	6.42	5.86	6.26	6.55	7.15	6.67	6.39	6.59
		or	Tenacity(cN/Tex)	9.19	10.10	9.86	9.07	8.28	8.84	9.25	10.10	9.42	9.03	9.31
		70.80 Tex	Elongation (%)	17.50	17.50	22.50	20.00	17.50	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	19.50
	Breaker Mod.	8.26 Ne	Strength(N)	8.56	9.79	8.55	8.36	8.62	8.07	8.88	8.74	9.39	9.41	8.84
		or	Tenacity(cN/Tex)	11.97	13.69	11.96	11.69	12.06	11.29	12.42	12.23	13.13	13.16	12.36
		71.49 Tex	Elongation (%)	17.50	20.00	17.50	17.50	17.50	17.50	20.00	17.50	17.50	20.00	18.25
	Finisher Mod.	8.24 Ne	Strength(N)	7.50	6.93	6.53	6.73	7.63	7.53	8.12	7.41	6.86	7.23	7.25
		or	Tenacity(cN/Tex)	10.47	9.67	9.11	9.39	10.65	10.51	11.33	10.34	9.57	10.10	10.11
		71.66 Tex	Elongation (%)	17.50	20.00	20.00	17.50	20.00	20.00	17.50	17.50	17.50	17.50	18.50

Single yarn Test		Actual Count	Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg.
Nominal Yarn Count : Ne 20	Conventional	18.42 Ne	Strength(N)	3.07	2.92	3.06	3.08	2.41	2.32	2.75	2.29	2.89	3.05	2.78
		or	Tenacity(cN/Tex)	9.58	9.11	9.54	9.61	7.52	7.24	8.58	7.14	9.01	9.51	8.68
		32.06 Tex	Elongation (%)	15.00	15.00	15.00	15.00	12.50	12.50	15.00	12.50	15.00	15.00	14.25
	Breaker Mod.	17.85 Ne	Strength(N)	3.34	3.21	3.70	3.76	3.88	3.83	4.04	4.23	4.29	4.12	3.84
		or	Tenacity(cN/Tex)	10.10	9.7	11.19	11.37	11.73	11.58	12.21	12.79	12.97	12.45	11.61
		33.08 Tex	Elongation (%)	12.50	12.50	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.50
	Finisher Mod.	18.23 Ne	Strength(N)	3.47	3.19	2.78	3.31	3.52	3.40	3.42	2.68	2.65	3.15	3.16
		or	Tenacity(cN/Tex)	10.71	9.85	8.58	10.22	10.87	10.50	10.56	8.27	8.18	9.73	9.75
		32.39 Tex	Elongation (%)	15.00	15.00	12.50	15.00	15.00	15.00	15.00	12.50	12.50	15.00	14.25

ต้นทุนในการดัดแปลงเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน

ในการเปรียบเทียบ ใช้ราคาอะไหล่ที่ทำการซื้อขาย ณ วันที่ 21 มีนาคม 2551 (ที่อัตราแลกเปลี่ยน 1 USD = 36.71 บาท) โดยหนามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นหนามยี่ห้อ ICC และทำการเปรียบเทียบที่การสางใยเพียงหนึ่งขั้นตอนของการสางใยเท่านั้นเท่านั้น ดังตาราง

เครื่องที่ 1 เปรียบเทียบที่ลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนแรก

เครื่องที่ 2 เปรียบเทียบที่ลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนแรก (ลูกกลิ้งสางใยที่ทำการดัดแปลง)

เครื่องที่ 3 เปรียบเทียบที่ลูกกลิ้งสางใยขั้นตอนที่สอง (ลูกกลิ้งสางใยที่ทำการดัดแปลง)

รายการ	**เครื่องที่ 1**	**เครื่องที่ 2**	**เครื่อง 3**	**ราคา/หน่วย**	
				USD	**บาท**
Revolving Flat	106 แผ่น	-	-	6.50	238.62
Stationary Flat	-	49 แผ่น	49 แผ่น	24.00	881.04
Mote Knife	-	6 แผ่น	6 แผ่น	6.00	220.26
Suction Hood	-	6 ชุด	6 ชุด	3.75	137.66
Licker-in Wire	7 กก.	7 กก.	7 กก.	8.00	293.68
Cylinder Wire	1 ม้วน	1 ม้วน	1 ม้วน	500.00	18,355.00
Doffer Wire	1 ม้วน	1 ม้วน	1 ม้วน	150.00	5,506.50
ต้นทุนรวม	**1,395.00 USD**	**1,940.50 USD**	**1,940.50 USD**	**5,276.00 USD**	**193,681.96 บาท**
	51,210.45 บาท	**71,235.76 บาท**	**71,235.76 บาท**		

ในการดัดแปลงเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนทั้งสามเครื่อง เพื่อทำการเปรียบเทียบสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ทำการปั่นจากเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยทั้งสามเครื่องดังกล่าว ใช้เงินลงทุนทั้งหมดรวม **193,681.96 บาท** และจากตารางเปรียบต้นทุนในการดัดแปลงเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนสองเครื่อง โดยทำการเปรียบเทียบกับ เครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนแบบเดิมข้างต้นพบว่า

1. เครื่องสางใยแบบเดิม มีต้นทุนในการดัดแปลง **51,210.45 บาท**
2. ในการดัดแปลงเครื่องสางใยที่การสางใยขั้นที่หนึ่ง และการสางใยขั้นที่สอง มีต้นทุนในการดัดแปลงเท่ากันคือ เครื่องละ **71,235.76 บาท**
3. การลงทุนในการดัดแปลงเครื่องสางใยที่การสางใยขั้นที่หนึ่งและขั้นที่สอง มีต้นทุนในการดัดแปลงแต่ละเครื่อง มากกว่าเครื่องสางใยแบบเดิมเครื่องละ **20,025.31 บาท** และคิดเป็นส่วนต่างของราคาคือ 28.12%

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน : ฝ้าย A

1. ปริมาณ Neps / gram ของม้วนแลป

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps/gram ของม้วนแลปทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps/gram ของม้วนแลปทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	7898	789.8	1282.8444
เครื่องที่ 2	10	8080	808	2656.4444
เครื่องที่ 3	10	7865	786.5	1592.9444

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2681.2667	2	1340.6333	0.7269939	0.4925818	3.3541308
Within Groups	49790.1	27	1844.0778			
Total	52471.367	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

2. ปริมาณ Neps / gram ของ Carded Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps/gram ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps/gram ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	6765	676.5	1358.5
เครื่องที่ 2	10	5905	590.5	860.5
เครื่องที่ 3	10	6307	630.7	1965.3444

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	37032.267	2	18516.133	13.275293	9.663E-05	3.3541308
Within Groups	37659.1	27	1394.7815			
Total	74691.367	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และ ยอมรับสมมติฐาน H_1

3. CVm% ของ Carded Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย **CVm%** ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่อง ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย **CVm%** ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	58.91	5.891	0.1105211
เครื่องที่ 2	10	67.38	6.738	0.02204
เครื่องที่ 3	10	70.17	7.017	0.0303122

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	6.8770867	2	3.4385433	63.335291	6.374E-11	3.3541308
Within Groups	1.46586	27	0.0542911			
Total	8.3429467	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

4. Neps/gram ของ Draw frame Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps/gram ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps/gram ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	4693	469.3	91.788889
เครื่องที่ 2	10	3819	381.9	282.76667
เครื่องที่ 3	10	4407	440.7	661.34444

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	39713.867	2	19856.933	57.506323	1.849E-10	3.3541308
Within Groups	9323.1	27	345.3			
Total	49036.967	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

5. CVm% ของ Draw frame Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย **CVm%** ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย **CVm%** ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	55.48	5.548	0.1031067
เครื่องที่ 2	10	59.48	5.948	0.05784
เครื่องที่ 3	10	61.43	6.143	0.0487789

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1.8401667	2	0.9200833	13.161248	0.0001024	3.3541308
Within Groups	1.88753	27	0.0699085			
Total	3.7276967	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

6. Trash : Carded Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Trash ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Trash ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	23.6619	2.36619	0.0133821
เครื่องที่ 2	10	23.2925	2.32925	0.041491
เครื่องที่ 3	10	23.1925	2.31925	0.0359261

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.0122264	2	0.0061132	0.2019799	0.8183347	3.3541308
Within Groups	0.8171936	27	0.0302664			
Total	0.8294201	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

7. Dust : Carded Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Dust ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Dust ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	2.5168	0.25168	0.0012126
เครื่องที่ 2	10	2.4577	0.24577	0.0007251
เครื่องที่ 3	10	2.4225	0.24225	0.0018974

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.0004541	2	0.0002271	0.1776304	0.8382223	3.3541308
Within Groups	0.0345152	27	0.0012783			
Total	0.0349694	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

8. Trash : Draw frame Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Trash ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Trash ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	10.2252	1.02252	0.02235
เครื่องที่ 2	10	8.4218	0.84218	0.0010427
เครื่องที่ 3	10	8.5345	0.85345	0.0013094

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.204114	2	0.102057	12.394534	0.0001518	3.3541308
Within Groups	0.2223189	27	0.008234			
Total	0.4264328	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

9. Dust : Draw frame Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Dustของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Dust ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	1.1924	0.11924	4.868E-05
เครื่องที่ 2	10	1.0479	0.10479	8.1E-05
เครื่องที่ 3	10	1.1167	0.11167	7.713E-05

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.0010448	2	0.0005224	7.5779974	0.0024424	3.3541308
Within Groups	0.0018613	27	6.894E-05			
Total	0.0029061	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 3 และเครื่องที่ 2 กับ3 ไม่มีความแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน : ฝ้าย B

1. ปริมาณ Neps / gram ของม้วนแลป

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps / gram ของม้วนแลป ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps / gram ของม้วนแลป ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	5399	539.9	720.76667
เครื่องที่ 2	10	5433	543.3	189.78889
เครื่องที่ 3	10	5416	541.6	42.711111

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	57.8	2	28.9	0.0909504	0.9133415	3.3541308
Within Groups	8579.4	27	317.75556			
Total	8637.2	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

2. ปริมาณ Neps/gram ของ Carded Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps / gram ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps / gram ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	3859	385.9	116.98889
เครื่องที่ 2	10	2409	240.9	248.54444
เครื่องที่ 3	10	3218	321.8	297.51111

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	105595.4	2	52797.7	238.88761	6.786E-18	3.3541308
Within Groups	5967.4	27	221.01481			
Total	111562.8	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

3. CVm% ของ Carded Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย CVm% ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย CVm% ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	44.04	4.404	0.0136267
เครื่องที่ 2	10	51.07	5.107	0.0538456
เครื่องที่ 3	10	52.83	5.283	0.2552233

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4.3260867	2	2.1630433	20.10914	4.491E-06	3.3541308
Within Groups	2.90426	27	0.1075652			
Total	7.2303467	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

4. Neps/gram ของ Draw frame Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps/gram ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps/gram ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	2167	216.7	73.788889
เครื่องที่ 2	10	1714	171.4	304.71111
เครื่องที่ 3	10	2106	210.6	180.26667

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	12086.467	2	6043.2333	32.445923	6.594E-08	3.3541308
Within Groups	5028.9	27	186.25556			
Total	17115.367	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

5. CVm% ของ Draw frame Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย CVm% ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย CVm% ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	41.24	4.124	0.0120489
เครื่องที่ 2	10	46.19	4.619	0.0413878
เครื่องที่ 3	10	47.63	4.763	0.0502233

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.24694	2	1.12347	32.514085	6.464E-08	3.3541308
Within Groups	0.93294	27	0.0345533			
Total	3.17988	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 2 กับ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

6. Trash : Carded Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Trash ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Trash ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	12.6562	1.26562	0.05014
เครื่องที่ 2	10	6.7181	0.67181	0.0041582
เครื่องที่ 3	10	10.1182	1.01182	0.0101551

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1.7754385	2	0.8877193	41.319234	6.08E-09	3.3541308
Within Groups	0.580079	27	0.0214844			
Total	2.3555175	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

7. Dust : Carded Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Dust ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Dust ของ Carded Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	1.8309	0.18309	0.0006198
เครื่องที่ 2	10	1.5183	0.15183	3.326E-05
เครื่องที่ 3	10	1.7655	0.17655	0.0003236

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.0054368	2	0.0027184	8.3502736	0.0015026	3.3541308
Within Groups	0.0087897	27	0.0003255			
Total	0.0142265	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

8. Trash : Draw frame Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Trash ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Trash ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	11.9946	1.19946	0.0527075
เครื่องที่ 2	10	6.1523	0.61523	0.0059527
เครื่องที่ 3	10	9.3104	0.93104	0.0139038

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1.7103665	2	0.8551832	35.35568	2.878E-08	3.3541308
Within Groups	0.653076	27	0.024188			
Total	2.3634425	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 3 และเครื่องที่ 2 กับ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

9. Dust : Draw frame Sliver

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Dust ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Dust ของ Draw frame Sliver ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	1.7735	0.17735	0.0006369
เครื่องที่ 2	10	1.401	0.1401	5.815E-05
เครื่องที่ 3	10	1.5378	0.15378	0.0006268

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.0071008	2	0.0035504	8.0580035	0.0018021	3.3541308
Within Groups	0.0118964	27	0.0004406			
Total	0.0189972	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 3 ไม่มีความแตกต่าง

ความแข็งแรงของเส้นด้าย : ฝ้าย A

1. Tenacity : เบอร์ 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Tenacity : เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Tenacity : เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	94.89	9.489	0.5335878
เครื่องที่ 2	10	104.49	10.449	0.6013656
เครื่องที่ 3	10	95.77	9.577	0.66529

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	5.6324267	2	2.8162133	4.6930545	0.0178148	3.3541308
Within Groups	16.20219	27	0.6000811			
Total	21.834617	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 3 ไม่มีความแตกต่าง

2. Elongation : เบอร์ 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Elongation : เบอร์ 10 Neทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Elongation : เบอร์ 10 Neทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	177.5	17.75	0.625
เครื่องที่ 2	10	170	17	1.1111111
เครื่องที่ 3	10	190	19	1.6666667

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	20.416667	2	10.208333	9	0.0010117	3.3541308
Within Groups	30.625	27	1.1342593			
Total	51.041667	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 2 ไม่มีความแตกต่าง

3. Tenacity : เบอร์ 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Tenacity : เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Tenacity : เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	88.54	8.854	1.1856489
เครื่องที่ 2	10	96.98	9.698	1.4164844
เครื่องที่ 3	10	88.32	8.832	0.9113067

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4.87592	2	2.43796	2.0816863	0.1442815	3.3541308
Within Groups	31.62096	27	1.1711467			
Total	36.49688	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

4. Elongation : เบอร์ 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Elongation : เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Elongation : เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	117.5	11.75	1.4583333
เครื่องที่ 2	10	120.33	12.033	2.3642233
เครื่องที่ 3	10	130	13	2.5

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	8.59226	2	4.29613	2.0384776	0.149793	3.3541308
Within Groups	56.90301	27	2.1075189			
Total	65.49527	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

ความแข็งแรงของเส้นด้าย : ฝ้าย B

1. Tenacity : เบอร์ 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Tenacity : เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Tenacity : เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	93.14	9.314	0.33316
เครื่องที่ 2	10	123.6	12.36	0.5575778
เครื่องที่ 3	10	101.14	10.114	0.4584489

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	49.87544	2	24.93772	55.450563	2.7494E-10	3.3541308
Within Groups	12.14268	27	0.4497289			
Total	62.01812	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

2. Elongation : เบอร์ 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Elongation : เบอร์ 10 Neทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Elongation : เบอร์ 10 Neทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	195	19.5	2.5
เครื่องที่ 2	10	182.5	18.25	1.4583333
เครื่องที่ 3	10	185	18.5	1.6666667

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	8.75	2	4.375	2.3333333	0.11621952	3.3541308
Within Groups	50.625	27	1.875			
Total	59.375	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

3. Tenacity : เบอร์ 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Tenacity : เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Tenacity : เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	86.84	8.684	1.0219822
เครื่องที่ 2	10	116.09	11.609	1.16501
เครื่องที่ 3	10	97.47	9.747	1.0722233

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	43.842127	2	21.921063	20.177613	4.3692E-06	3.3541308
Within Groups	29.33294	27	1.0864052			
Total	73.175067	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

4. Elongation : เบอร์ 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Elongation : เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Elongation : เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	142.5	14.25	1.4583333
เครื่องที่ 2	10	145	14.5	1.1111111
เครื่องที่ 3	10	142.5	14.25	1.4583333

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.4166667	2	0.2083333	0.1551724	0.85702568	3.3541308
Within Groups	36.25	27	1.3425926			
Total	36.666667	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

การทดสอบจุดบกพร่องในเส้นด้ายด้วยเครื่อง USTER EVENESS TESTER III : ฝ้าย A

1. CVm% : 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย CVm% เบอร์ 10 Neทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย CVm% เบอร์ 10 Neทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	126.58	12.658	0.0360
เครื่องที่ 2	10	128.85	12.885	0.058272
เครื่องที่ 3	10	133.07	13.307	0.016356

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.16938	2	1.08469	29.403657	1.663E-07	3.3541308
Within Groups	0.99602	27	0.0368896			
Total	3.1654	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

2. Thin place : 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Thin place เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Thin place เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	5	0.5	1.6111111
เครื่องที่ 2	10	8	0.8	1.5111111
เครื่องที่ 3	10	6	0.6	1.6

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.4666667	2	0.2333333	0.1482353	0.8629251	3.3541308
Within Groups	42.5	27	1.5740741			
Total	42.966667	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

3. Thick place : 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Thick place เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Thick place เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	254	25.4	27.155556
เครื่องที่ 2	10	244	24.4	24.044444
เครื่องที่ 3	10	287	28.7	12.9

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	101.2667	2	50.63333	2.3697348	0.1126718	3.3541308
Within Groups	576.9	27	21.36667			
Total	678.1667	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

4. Neps : 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	156	15.6	12.711111
เครื่องที่ 2	10	138	13.8	9.7333333
เครื่องที่ 3	10	201	20.1	22.988889

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	210.6	2	105.3	6.9530448	0.0036667	3.3541308
Within Groups	408.9	27	15.14444			
Total	619.5	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 2 ไม่มีความแตกต่าง

5. CVm% : 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย CVm% เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย CVm% เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	156.27	15.627	0.0138233
เครื่องที่ 2	10	156.73	15.673	0.0447567
เครื่องที่ 3	10	162.03	16.203	0.0361344

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.049307	2	1.024653	32.455029	6.577E-08	3.3541308
Within Groups	0.85243	27	0.031571			
Total	2.901737	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 2 ไม่มีความแตกต่าง

6. Thin place : 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Thin Place เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Thin Place เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	160	16	1.5555556
เครื่องที่ 2	10	127	12.7	14.9
เครื่องที่ 3	10	278	27.8	22.844444

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1260.467	2	630.2333	48.109415	1.257E-09	3.3541308
Within Groups	353.7	27	13.1			
Total	1614.167	29				

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

7. Thick place : 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Thick Place เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Thick Place เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	1075	107.5	107.38889
เครื่องที่ 2	10	1046	104.6	138.48889
เครื่องที่ 3	10	1613	161.3	871.78889

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	20392.47	2	10196.23	27.368357	3.205E-07	3.3541308
Within Groups	10059	27	372.5556			
Total	30451.47	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 2 ไม่มีความแตกต่าง

8. Neps : 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	1836	183.6	385.37778
เครื่องที่ 2	10	1588	158.8	388.4
เครื่องที่ 3	10	2650	265	1263.5556

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	61731.47	2	30865.73	45.450196	2.28E-09	3.3541308
Within Groups	18336	27	679.1111			
Total	80067.47	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

การทดสอบจุดบกพร่องในเส้นด้ายด้วยเครื่อง USTER EVENESS TESTER III : ฝ้าย B

1. CVm% : 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย CVm% เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย CVm% เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	126.9	12.69	0.0138889
เครื่องที่ 2	10	130.9	13.09	0.0270889
เครื่องที่ 3	10	131.91	13.191	0.0309211

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1.404007	2	0.702003	29.291273	1.723E-07	3.3541308
Within Groups	0.64709	27	0.023966			
Total	2.051097	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 2 กับ 3 ไม่มีความแตกต่าง

2. Thin place : 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Thin place เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Thin place เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	9	0.9	1.6555556
เครื่องที่ 2	10	6	0.6	1.8222222
เครื่องที่ 3	10	11	1.1	1.8777778

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1.266667	2	0.633333	0.3547718	0.704554	3.3541308
Within Groups	48.2	27	1.785185			
Total	49.46667	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ยอมรับสมมติฐาน H_0

3. Thick place : 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Thick place เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Thick place เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	281	28.1	16.1
เครื่องที่ 2	10	208	20.8	9.2888889
เครื่องที่ 3	10	212	21.2	12.177778

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	336.8667	2	168.4333	13.450754	8.847E-05	3.3541308
Within Groups	338.1	27	12.52222			
Total	674.9667	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 2 กับ 3 ไม่มีความแตกต่าง

4. Neps : 10 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps เบอร์ 10 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	174	17.4	18.044444
เครื่องที่ 2	10	124	12.4	15.6
เครื่องที่ 3	10	136	13.6	6.7111111

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	136.2667	2	68.13333	5.064978	0.013556	3.3541308
Within Groups	363.2	27	13.45185			
Total	499.4667	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 2 กับ 3 ไม่มีความแตกต่าง

5. CVm% : 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย CVm% เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย CVm% เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	143.04	14.304	0.0098044
เครื่องที่ 2	10	152.03	15.203	0.0832456
เครื่องที่ 3	10	159.69	15.969	0.1611878

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	13.89061	2	6.945303	81.954421	3.406E-12	3.3541308
Within Groups	2.28814	27	0.084746			
Total	16.17875	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

6. Thin place : 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Thin place เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Thin place เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	139	13.9	18.988889
เครื่องที่ 2	10	52	5.2	4.4
เครื่องที่ 3	10	140	14	24

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	510.4667	2	255.2333	16.157796	2.43E-05	3.3541308
Within Groups	426.5	27	15.7963			
Total	936.9667	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แต่ในการทดสอบเปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องพบว่า เครื่องที่ 1 กับ 3 ไม่มีความแตกต่าง

7. Thick place : 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Thick place เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Thick place เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	1666	166.6	2889.8222
เครื่องที่ 2	10	577	57.7	58.455556
เครื่องที่ 3	10	744	74.4	221.37778

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	68796.47	2	34398.23	32.557071	6.383E-08	3.3541308
Within Groups	28526.9	27	1056.552			
Total	97323.37	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

8. Neps : 20 Ne

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ย Neps เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ย Neps เบอร์ 20 Ne ทั้ง 3 เครื่องแตกต่างกัน

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
เครื่องที่ 1	10	2931	293.1	10355.433
เครื่องที่ 2	10	594	59.4	51.822222
เครื่องที่ 3	10	1432	143.2	3415.9556

ANOVA

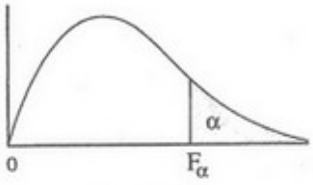
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	280360.5	2	140180.2	30.422794	1.211E-07	3.3541308
Within Groups	124408.9	27	4607.737			
Total	404769.4	29				

ผลการเคราะห์ความแปรปรวน : ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1

ภาคผนวก ค

ตารางแจกแจงทางสถิติ

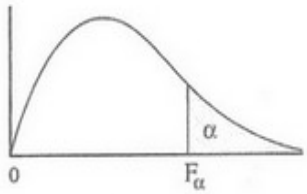
ตารางแจกแจงแบบ เอฟ



($\alpha = 0.01$)

d.f. / d.f.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4,052	4,999.5	5,403	5,625	5,764	5,859	5,928	5,982	6,022
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41

d.f. / d.f.	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	6,056	6,106	6,157	6,209	6,235	6,261	6,287	6,313	6,339	6,366
2	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75
17	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21
25	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80
60	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00

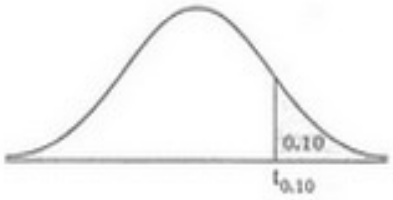


($\alpha = 0.05$)

d.f. / d.f.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

d.f. / d.f.	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

ตารางแจกแจงแบบ ที



d.f.	$t_{0.100}$	$t_{0.050}$	$t_{0.025}$	$t_{0.010}$	$t_{0.005}$	$t_{0.001}$	$t_{0.0005}$
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31	636.62
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

ภาคผนวก ง

งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

THTI
การสัมมนาทางวิชาการสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
(Textile & Apparel Academy Conference)
2009
งานวิจัยในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
วัสดุสิ่งทอ
เทคโนโลยีและวิศวกรรมการผลิต
การจัดการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม
การบริหารการจัดการและสิ่งแวดล้อม
การประยุกต์ใช้งานในสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การสัมมนาทางวิชาการด้านสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม ประจำปี 2552
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน
ศ.(พิเศษ) อัจฉราพร	ไศละสูต	ที่ปรึกษาภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
คุณพิชัย	อุดมาภินันท์	รองประธานคณะกรรมาธิการเศรษฐกิจ การพาณิชย์ และอุตสาหกรรม วุฒิสภา
คุณปราโมทย์	วิทยาสุข	อธิบดีกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
อาจารย์สุชาติ	อินทรโชติ	อาจารย์พิเศษภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
คุณวิรัตน์	ตันเดชานุรัตน์	ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ดร.ชาญชัย	ศิริเกษมเลิศ	สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ดร.นราพร	รังสิมันตกุล	สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
คุณพิสมัย	ลิขิตบรรณกร	สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา
รศ.ดร.เข็มชัย	เหมะจันทร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.สิริวรรณ	กิตติเนาวรัตน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.อุษา	แสงวัฒนาโรจน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.เจียรนัย	เล็กอุทัย	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.นพวรรณ	ตันพิพัฒน์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อาจารย์นิตยา	ทับทิมทัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.เฟื่องฟูรัตน์	มุ่งทวีสินสุข	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.สยาม	อรุณศรีมรกต	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร.สมพงษ์	ธงไชย	มหาวิทยาลัยมหิดล
คุณนิพันธ์	สิมะกรัย	คณะบุคคล พลอย นิพันธ์
คุณเชาวลิต	นิ่มละออ	บริษัท โอเรียลดอลการ์เมนท์ จำกัด
ดร.สาธิต	พุทธชัยยงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ
ดร.ประเทืองทิพย์	ปานบำรุง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ
รศ.ธีระพงษ์	ไชยเฉลิมวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.ชัยยุทธ	ช่างสาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมนึก	สังข์หนู	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.สุจิระ	ขอจิตต์เมตต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมประสงค์	ภาษาประเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.อภิชาติ	สนธิสมบัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ปลื้มจิตต์	เตชธรรมรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาความแข็งแรงของผ้าไหมที่เสริมผ้ารองในบริเวณตะเข็บเย็บโครงสร้างฝีเข็มกุญแจ(F.S.T.301)
วาสนา ช้างม่วง

การศึกษาคุณลักษณะของเส้นด้ายฝ้ายที่ลงแป้งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังสังเคราะห์
ยศวัต ตั้งฐานานุศักดิ์

การศึกษาแนวทางการกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม
อารียา ตงสาลี

การศึกษาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมสำหรับการตรวจสอบตำหนิผ้า
พรเทพ บุญประเสริฐ

การศึกษาปัจจัยความเข้มข้นของเบนซาลโคเนียมคลอไรด์ที่มีผลต่อการดัดแปรมอนต์มอริลโลไนต์
กาวี ศรีกูลกิจ

การศึกษาผลการเปื้อนติดและขจัดคราบสิ่งสกปรกบนผ้าฝ้ายถักจากเส้นด้ายวงแหวน และเส้นด้ายคอมแพค
ภวรรณพ เหมพันธุ์พิรุฬห์

การศึกษาเศษฝุ่นฝ้ายมาเป็นวัสดุผสมในแผ่นชิปซัม
มณเธียร โอทองคำ

การศึกษาสมบัติของขนกระต่ายในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์
ปิยนุช จริงจิตร

การศึกษาสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางไขแบบการสางสองขั้นตอนที่ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางไขที่แตกต่างกัน
ณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง

การสร้างเครื่องตีเกลียวเส้นด้ายขนาดทดลอง
ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์

การออกแบบจักรอุตสาหกรรมสำหรับคนพิการ
กฤษณ์ พุ่มเฟือง

การอัดซ้อนเส้นด้ายไนลอน 66 เพื่อใช้ป้องกันกระสุนในรถยนต์
สุชาติ อานแก้ว

ข้อกำหนดมาตรฐานISO/IEC 17025-2005 สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบสิ่งทอ
ปิยนุช จริงจิตร

การศึกษาสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนที่ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใยที่แตกต่างกัน

A Study on the Properties of OE-Rotor Yarns spun from the Sliver of Modified Tandem Carding Machines

ณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง* สมนึก สังข์หนู*
*ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
E-mail: wp_ut@hotmail.com

Nuttawat Prasongsiang* Somnuk Sungnoo*
*Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, RMUTT, Thanyaburi, Pathumthani 12110
E-mail: wp_ut@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน จำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ เครื่องที่ 1 เป็นเครื่องสางใยแบบเดิม เครื่องที่ 2 เป็นเครื่องที่ดัดแปลงการสางใยขั้นแรกและเครื่องที่ 3 เป็นเครื่องที่ดัดแปลงการสางใยขั้นที่สอง ในการดัดแปลงเครื่องที่ 2 และ 3 ได้ติดตั้งหนามสางใยแบบฟันเลื่อยที่ยึดติดอยู่กับที่ (Stationary Flat) แทนการใช้หนามสางใยแบบเส้นลวดที่เคลื่อนที่ในระหว่างการสางใย (Revolving Flat) ที่อยู่ด้านบนของลูกกลิ้งหนามสางใย พร้อมกันนี้ได้ติดตั้งใบมีดดักสิ่งสกปรกและท่อลมดูดในแต่ละช่วงของหนามบนเครื่องที่ 2 และ 3 การดัดแปลงนี้จะช่วยเพิ่มพื้นที่ในการสางใยให้มากขึ้น พร้อมทั้งกำจัดสิ่งสกปรก เส้นใยสั้นและฝุ่นในระหว่างการสางใยด้วย ซึ่งจะทำให้เส้นด้ายที่ปั่นมีคุณสมบัติที่ต้องการดีขึ้นได้ จากการปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor เบอร์ 10Ne และ 20Ne พบว่าเส้นด้ายทั้งสองเบอร์ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่2 ซึ่งดัดแปลงการสางใยที่การสางใยขั้นตอนแรก มีค่าจุดหนา จุดบาง และปุ่มปมในเส้นด้ายน้อยที่สุด และให้ค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายมากที่สุด เนื่องจากสิ่งสกปรกและเศษเส้นใยสั้น ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความบกพร่องในเส้นด้ายถูกกำจัดออกไปเป็นจำนวนมากในระหว่างขั้นตอนการสางใย ส่วนเครื่องสางใยแบบเดิมจะให้ค่าความแปรปรวนต่อความยาวหรือความสม่ำเสมอ (Coefficient of Variation , CVm%) ของเส้นด้ายดีที่สุด เพราะเส้นใยไม่ถูกรบกวนจากลมดูดมากเหมือนกับเครื่องที่ทำการดัดแปลง อย่างไรก็ตาม จากการทดลองสรุปได้ว่าเครื่องที่2 ซึ่งทำการดัดแปลงการสางใยขั้นตอนแรกนั้นให้สมบัติโดยรวมของเส้นด้ายเป็นที่น่าพอใจมากที่สุด

คำหลัก :เส้นด้ายOE-Rotor, เครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน, หนามสางใยแบบฟันเลื่อยที่ยึดติดอยู่กับที่, หนามสางใยแบบเส้นลวดที่เคลื่อนที่ในระหว่างการสางใย

Abstract

This work aim to study the properties of open-end or OE-rotor yarns spun from slivers spinning from three tandem carding machines. The first machine worked on its original condition where the breaker and finisher cylinders were working with the revolving flat. The second one was modified by replacing the revolving flat on the breaker with the stationary flat. Whereas the third one was modified by replacing the revolving flat on the finisher with the stationary flat. Both the second and the third machines were also devised at intervals of knives and suction units in order to eliminate trash, dust and short fibers. With these modifications, the area of carding of the fibers was increased. It was found that thin place, thick place, numbers of nep and breaking strength of yarn number 10 and 20 Ne, which were spun from sliver of the second machine,

were superior to those yarns from the other machines. This is because the trash and short fibers were removed obviously during carding.

Keywords: OE-Rotor Yarn, Tandem Carding Machine, Stationary Flat, Revolving Flat

1. บทนำ

การนำเศษฝ้ายที่เหลือจากกระบวนการปั่นเส้นด้าย กลับมาผ่านกระบวนการทำความสะอาด แล้วทำการปั่นเป็นเส้นด้ายอีกครั้งเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในการปั่นเส้นด้ายใยสั้น โดยเฉพาะเส้นด้าย OE-Rotor ซึ่งการเตรียมเศษฝ้ายที่มีสิ่งสกปรกและฝุ่นในปริมาณที่มากมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะว่าสิ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการปั่นด้ายและ คุณภาพของเส้นด้ายที่ทำการปั่น [1,2,3] การทำความสะอาดเส้นใยดังกล่าวจะเริ่มที่แผนกผสมฝ้าย จากนั้นจึงนำเข้าสู่เครื่องสางใยซึ่งถือเป็นเครื่องจักรในกระบวนการปั่นด้ายที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการแยกเส้นใย ให้เป็นเส้นใยเดี่ยว รวมทั้งการกำจัดสิ่งสกปรกและปุ่มปมให้กับเส้นใยก่อนป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้ายแบบ OE-Rotor [4] การสางเส้นใยจึงเป็นจุดที่ต้องพิจารณา เพื่อปรับปรุงคุณภาพของสไลเวอร์ให้ดีขึ้น กล่าวคือถ้าสามารถเพิ่มพื้นที่ในการสางใย การกำจัดสิ่งสกปรก ฝุ่นและเส้นใยสั้นให้มากขึ้นก็สามารถผลิตเป็นเส้นด้าย OE-Rotor ที่มีสมบัติที่ดีขึ้นได้ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใยที่เครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน ที่ดัดแปลงการสางใยที่การสางใยขั้นตอนแรก การสางใยขั้นตอนที่สอง และเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนแบบเดิม

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การดัดแปลงเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอน

กำหนดให้

- เครื่องที่1 : เป็นเครื่องสางใยแบบเดิม
- เครื่องที่2 : เป็นเครื่องที่ทำการดัดแปลงการสางใยที่การสางขั้นแรก กล่าวคือ ติดตั้งหนามสางใยแบบฟันเลื่อยที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Stationary Flat) พร้อมใบมีดและชุดลมดูดสิ่งสกปรก แทนหนามสางใยแบบเส้นลวดที่มีการเคลื่อนที่ (Revolving flat) ในระหว่างการสางใยที่การสางใยขั้นตอนแรก (Breaker Carding)
- เครื่องที่3 : เป็นเครื่องที่ทำการดัดแปลงการสางใยที่การสางขั้นที่สอง กล่าวคือ ติดตั้งหนามสางใยแบบฟันเลื่อยที่ติดตั้งอยู่กับที่(Stationary Flat) พร้อมใบมีดและชุดลมดูดสิ่งสกปรก แทนหนามสางใยแบบเส้นลวดที่มีการเคลื่อนที่ (Revolving flat) ในระหว่างการสางใยที่การสางใยขั้นที่สอง (Finisher Carding)

3.2 การทดลองสางใย

เมื่อทำการดัดแปลงเครื่องแล้ว ทำการทดลองสางใยจากเครื่องสางใยทั้งสามเครื่อง โดยวัตถุดิบที่ใช้ป้อนแต่ละเครื่องจะมีสองชนิด ได้แก่ เศษฝ้ายจากกระบวนการปั่นด้าย 100% และ เศษฝ้ายผสมกับใยฝ้ายจากการหีบในอัตราส่วน 70%:30% ตามลำดับ ซึ่งคุณสมบัติของวัตถุดิบแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติของเส้นใยฝ้ายที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติของเส้นใย	เศษฝ้าย 100%	ใยฝ้ายจากการหีบ
Micronair	4.06	4.75
Length (mm.)	26.50	28.37
Strength(cN/Tex)	28.3	30.1
Elongation (%)	5.7	6.5
SFI	13.22	2.76

3.3 การทดลองปั่นเป็นเส้นด้าย

เมื่อได้สไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้งสามเครื่องแล้ว ทำการรีดลดขนาดของเส้นสไลเวอร์ที่เครื่องรีดปุยเส้นใย 2 ครั้ง แล้วนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายที่เครื่องปั่นด้ายแบบ OE-Rotor ซึ่งในการทดลองปั่นเส้นด้าย ได้กำหนดเบอร์ด้ายที่ทำการปั่นไว้สองเบอร์ ได้แก่ เบอร์ 10Ne และ 20Ne ตามลำดับ

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองสางใย

หลังจากนำสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยแต่ละเครื่องไปทำการทดสอบด้วยเครื่องUster Tester3, Uster Neps Tester 720 และ Shirley Analyser F102 ได้ผลดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 สมบัติของสไลเวอร์ ที่ใช้เศษฝ้าย 100%

วัตถุดิบ	เศษฝ้าย 100%		
เครื่องสางใย	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
Trash (%)	2.69	1.10	2.25
Dust (%)	0.33	0.23	0.24
Neps/gram	677	591	631
CVm (%)	5.89	6.74	7.02
Thin(-50%)	0	0	0
Thick(+50%)	0	0	0
Neps(+280%)	0	0	0

ตารางที่ 3 สมบัติของสไลเวอร์ ที่ใช้เศษฝ้ายผสมกับใยฝ้ายหีบ

วัตถุดิบ	ใยฝ้ายหีบ 30% / เศษฝ้าย 70%		
เครื่องสางใย	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
Trash (%)	1.27	0.67	1.01
Dust (%)	0.18	0.15	0.18
Neps/gram	386	241	322
CVm (%)	4.40	5.11	5.28
Thin(-50%)	0	0	0
Thick(+50%)	0	0	0
Neps(+280%)	0	0	0

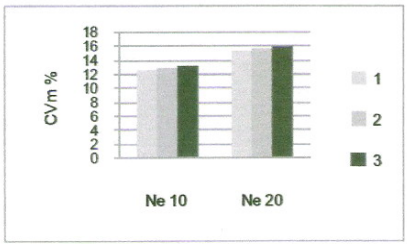
จากตารางที่ 2 และ 3 พบว่าสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 มีปริมาณ Trash, Dust และ Neps/gram ต่ำที่สุด เนื่องมาจากหนามสางใยแบบติดตั้งอยู่กับที่ (Stationary flats) ถูกจัดเรียงตั้งแต่ฟันหนามที่มีความหยาบไปจนถึงฟันหนามที่มีความละเอียดมาก ซึ่งจะทำให้เส้นใยค่อยๆถูกสางเปิดให้แยกจากกัน และทำให้เส้นใยเหยียดตัว ขณะเดียวกันใบมีดและชุดลมดูดที่ถูกติดตั้งแต่ละจุด จะทำหน้าที่ดักเศษสิ่งสกปรก ฝุ่นและเศษเส้นใยสั้น รวมทั้งปุ่มปมบางส่วนออกไปสู่เครื่องดูดฝุ่น เมื่อเส้นใยถูกเปิดแยกที่การสางใยในขั้นตอนแรก จะถูกส่งไปยังการสางใยขั้นที่สองที่ไม่ได้ทำการดัดแปลงการสางใย เพื่อสางให้เส้นใยกระจายและเหยียดตัวมากยิ่งขึ้น โดยที่สิ่งสกปรกและปุ่มปมที่เหลือบางส่วนจะถูกกำจัดออกไปในขั้นตอนนี้ สำหรับเครื่องที่ 3 การสางใยในขั้นตอนแรกจะพยายามสางให้เส้นใยเหยียดตัวก่อน แล้วมาทำการเปิดแยกเส้นใยที่การสางใยขั้นที่สอง จึงทำให้การกำจัดสิ่งสกปรกและปุ่มปมนั้นด้อยกว่าเครื่องที่ 2 อย่างไรก็ตามในทางกลับกันการดัดแปลงการสางใยด้วยการติดตั้งหนามพร้อมใบมีดดักเศษและชุดลมดูด จะส่งผลต่อความสม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์ เนื่องจากการปะทะของเส้นใยกับใบมีดและแรงจากลมดูด จึงทำให้เกิดการแปรปรวนของเส้นใยขึ้น ซึ่งอาจจะมีเส้นใยดีบางส่วนเกิดความเสียหายหรือถูกดูดทิ้งออกไปด้วย ดังนั้นจะเห็นว่าเครื่องสางใยแบบเดิม จึงให้ค่าความสม่ำเสมอของสไลเวอร์ที่ดีกว่าเครื่องสางใยทั้งสองที่ทำการดัดแปลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพราะเส้นใยไม่ถูกรบกวนจากแรงปะทะของใบมีด และแรงจากลมดูด

4.2 ผลการทดลองปั่นเส้นด้าย

นำเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่องไปปั่นเป็นเส้นด้าย โดยเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยแต่ละเครื่องจะแยกปั่นเป็นเส้นด้าย 2 เบอร์ ได้แก่เบอร์ 10Ne และ 20Ne แล้วทดสอบสมบัติของเส้นด้ายที่ปั่น เพื่อหาค่าความบกพร่องในเส้นด้ายด้วยเครื่อง Uster Tester3 และค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายด้วยเครื่อง Universal Testing Machine(UTM) Instrol 5569

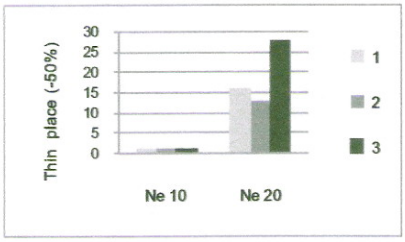
4.2.1 วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้าย 100%

ผลการทดสอบคุณสมบัติของเส้นด้าย ที่ปั่นจากเส้นสไลเวอร์ของเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่องแสดงดังรูปที่ 1 ถึง 6



รูปที่ 1 ความสม่ำเสมอของเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย 100%

- **ความสม่ำเสมอของเส้นด้าย หรือ CVm%** จากรูปที่1 พบว่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายทั้งสองเบอร์ สอดคล้องกับความสม่ำเสมอของสไลเวอร์ดังตารางที่ 2 กล่าวคือเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องที่ 1 ให้ความสม่ำเสมอของเส้นด้ายที่ดีที่สุด เพราะระหว่างการสางใย เส้นใยจะถูกรบกวนจากการกระแทกของใบมีดดักเศษและลมดูดน้อยที่สุด ซึ่งเส้นใยจะค่อยๆถูกสางจากหนาม Revolving Flats ที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันกับลูกกลิ้งสางใย (Cylinder)



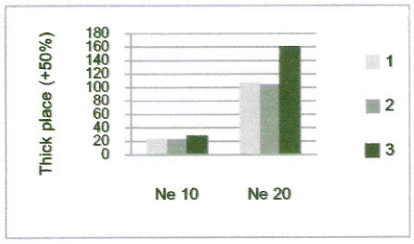
รูปที่ 2 จุดบางบนเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย100%

- **จุดบกพร่องบนเส้นด้าย (Yarn Imperfections)**

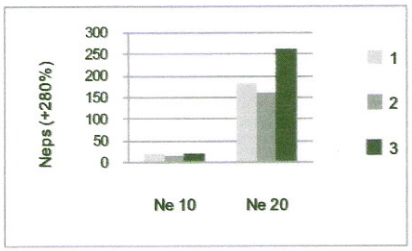
  - **จุดบาง (Thin Place)** เมื่อปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ 10Ne พบว่าจุดบางในเส้นด้ายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากเส้นด้ายมีขนาดใหญ่สามารถที่จะปกปิดจุดบางในเส้นด้ายได้ดี แต่เมื่อปั่นเส้นด้ายเบอร์สูงขึ้น หรือเส้นด้ายที่มีขนาดเล็กลง เช่นเส้นด้ายเบอร์ 20Ne จุดบางจะเริ่มปรากฏชัดเจนขึ้น [5] และจะเห็นว่าที่เส้นด้ายเบอร์ 20Ne ที่ใช้เส้นสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 นั้น มีจุดบางในเส้นด้ายต่ำที่สุด ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากสไลเวอร์มีความสะอาดและ มีปริมาณเส้นใยสั้นและปุ่มปมที่ต่ำ ทำให้การวางตัวของเส้นใยในร่องของ Rotor มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ดังการเปรียบเทียบในรูปที่ 2

  - **จุดหนา (Thick Place)** จากรูปที่ 3 พบว่าจุดหนาในเส้นด้ายจะปรากฏชัดเจนขึ้นเมื่อปั่นเส้นด้ายเบอร์ 20Ne การที่เส้นด้ายที่ปั่นจากสไลเวอร์ของเครื่องที่ 3 มีปริมาณจุดหนาในเส้นด้ายสูงที่สุด เนื่องจากเส้นใยถูกรบกวนมากจากการปะทะกับใบมีดและลมดูดที่การสางใยขั้นสุดท้ายหรือการสางใยขั้นที่สอง ทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอขึ้นกับเส้นสไลเวอร์ ซึ่งจะส่งผลโดยตรง

ต่อจุดหนาบนเส้นด้าย โดยหากเส้นใยถูกป้อนไม่สม่ำเสมอ เช่นมีจุดหนา หรือมีกลุ่มเส้นใยมากเป็นช่วงๆบนสไลเวอร์ ก็จะทำให้เส้นด้ายในช่วงนั้นเกิดจุดหนาขึ้นด้วยเช่นกัน เป็นต้น



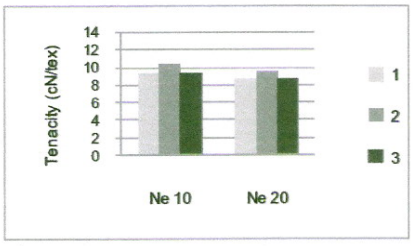
รูปที่ 3 จุดหนาบนเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย100%



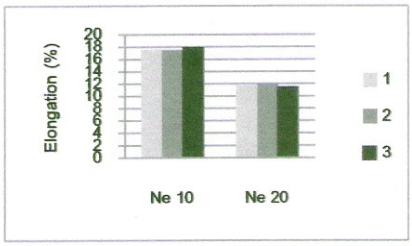
รูปที่ 4 ปุ่มปมบนเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย100%

- **ปุ่มปม (Neps)** ในรูปที่ 4 เส้นด้ายเบอร์ 10Ne ที่ปั่นจากสไลเวอร์แต่ละเครื่อง มีปริมาณปุ่มปมที่ใกล้เคียงกันมาก แต่เมื่อปั่นเส้นด้ายเบอร์ 20Ne จะเห็นความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเส้นด้ายที่ปั่นจากสไลเวอร์เครื่องที่ 2 จะมีค่าปุ่มปมต่ำที่สุดเนื่องจากมีปุ่มปมจากเปลือกเมล็ดฝ้าย (Seed coat neps) ถูกกำจัดออกไปได้มากตั้งแต่การสางใยในขั้นตอนแรก และมีการจัดเรียงฟันหนาม Stationary Flat เริ่มต้นจากฟันหยาบไปหาฟันละเอียด เมื่อเส้นใยถูกส่งมาที่การสางใยขั้นที่สอง ก็จะมีการกำจัดปุ่มปมจากเปลือกของเมล็ดฝ้าย และทำให้เส้นใยเหยียดตรงซ้ำอีกครั้ง ส่วนเครื่องที่ 3 ซึ่งมีปริมาณปุ่มปมสูงที่สุดนั้น อาจเนื่องมาจากเส้นใยพยายามถูกสางให้เหยียดและเรียงตัวตั้งแต่การสางใยในขั้นตอนแรกก่อนแล้ว จึงผ่านมาสางเปิดแยกและทำความสะอาดที่การสางใยขั้นที่สองอีกครั้ง ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเป็นการทำให้เส้นใยที่ถูกทำให้เหยียดและจัดเรียงตัวกันแล้วเกิดการยุ่ง หรือพันตัวกันเนื่องจากการปะทะกับใบมีดลักเศษและลมดูด ซึ่งเมื่อนำสไลเวอร์นี้ไปทำการปั่นเป็นเส้นด้ายจะส่งผลให้เกิดปุ่มปมขึ้นในเส้นด้าย

- **ความเหนียวของเส้นด้าย (Yarn Tenacity)** การเปรียบเทียบความเหนียวของเส้นด้ายแสดงดังรูปที่ 5 โดยเส้นด้ายที่ปั่นด้วยเส้นสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากเส้นสไลเวอร์มีความสะอาดและการเหยียดเรียงตัวของเส้นใยที่ดี ส่วนเส้นด้ายที่ใช้สไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 และ เครื่องที่ 3 มีค่าความเหนียวที่ใกล้เคียงกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งเส้นด้ายเบอร์ 10Ne และ 20Ne กล่าวคือเครื่องที่ 1 นั้น แม้จะให้สไลเวอร์ที่มีการเหยียดเรียงตัวของเส้นใยที่ดี แต่ยังมีสิ่งสกปรกในปริมาณที่มาก ส่วนเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 3 สไลเวอร์มีความสะอาดมากกว่า แต่การเหยียดเรียงตัวของเส้นใยนั้นต่ำมาก รวมทั้งจุดบกพร่องในเส้นด้ายที่มากกว่าส่งผลต่อความเหนียวของเส้นด้ายด้วยเช่นกัน



รูปที่ 5 ความเหนียวของเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย 100%

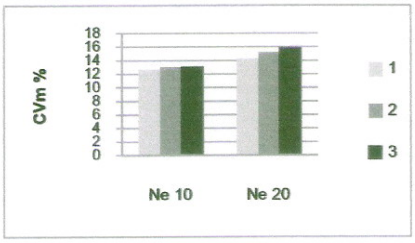


รูปที่ 6 การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย100%

- ***การยืดตัวก่อนขาด (Elongation at Break)*** จากรูปที่ 6 พบว่าค่าการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่อง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งลักษณะนี้แม้สไลเวอร์ที่นำมาปั่นจะผ่านการสางใยที่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ทั้งหมดเป็นเศษฝ้ายที่ได้จากกระบวนการปั่นด้าย ซึ่งมีเส้นใยที่สั้นจึงทำให้การบิดพันตัวในเส้นด้ายไม่ดีพอ รวมทั้งมีสิ่งสกปรกในปริมาณที่มากจึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายต่ำไปด้วย

4.2.2วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้าย 70% ผสมกับเส้นใยฝ้ายจากการหีบ 30%

ผลการทดสอบคุณสมบัติของเส้นด้าย เมื่อใช้วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้ายผสมกับเส้นใยฝ้ายจากการหีบ ในอัตราส่วน 70% : 30 % ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 7 ถึง 12

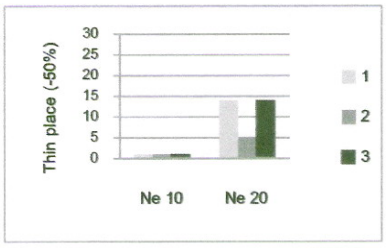


รูปที่ 7 ความสม่ำเสมอของเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย70% ผสมกับเส้นใยฝ้ายจากการหีบ 30%

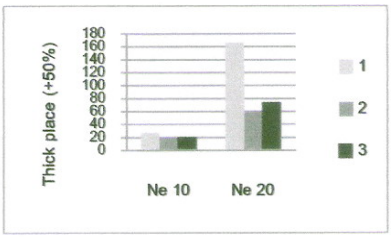
- **ความสม่ำเสมอของเส้นด้ายหรือ CVm%** จากรูปที่ 7 พบว่าค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายนั้น ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากความสม่ำเสมอของสไลเวอร์ ซึ่งหากเส้นใยถูกทำให้เหยียดตรงและมีการจัดเรียงตัวกันที่ดี ก็จะส่งผลทำให้เส้นด้ายมีความสม่ำเสมอดีตามไปด้วย ซึ่งจากรูปที่ 7 พบว่ามีแนวโน้มของค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้าย เช่นเดียวกับการใช้วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้าย100% ในการปั่นเส้นด้ายทั้งสองเบอร์ คือสไลเวอร์จากเครื่องที่1 ให้ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายดีที่สุด

- **จุดบกพร่องบนเส้นด้าย (Yarn Imperfections)**

  - **จุดบาง (Thin Place)** จุดบางบนเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทุกเครื่อง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในเส้นด้ายเบอร์ 10Ne แต่เมื่อทำการปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีขนาดที่เล็กลงคือเบอร์ 20Ne จะเริ่มเห็นความแตกต่างของจุดบกพร่องในเส้นด้ายอย่างชัดเจน นั่นคือเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 มีจุดบางสูงที่สุด ซึ่งนอกจากลักษณะของการสางใยที่ไม่สามารถทำความสะอาดเส้นใยได้ดีพอแล้ว ยังอาจจะมีผลบางส่วนมาจากส่วนผสมของเส้นใย ที่มีสมบัติที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยเฉพาะความละเอียดของเส้นใยและปริมาณเศษเส้นใยสั้น ซึ่งจะมีผลต่อการรีดลดขนาดของเส้นสไลเวอร์ที่ไม่สม่ำเสมอและ เมื่อทำการปั่นเส้นด้าย การก่อตัวของเส้นใยเป็นเส้นด้ายที่ร่องของ Rotor จะไม่ต่อเนื่อง ในเครื่องที่ 3 จุดบางที่มากอาจจะมาจากการยุ่งหรือพันตัวกันของเส้นใยในระหว่างการสางใย ทำให้เส้นใยที่ถูกส่งเข้าสู่ Rotor เรียงตัวกันไม่ดี ส่วนเครื่องที่ 2 นั้นมีค่าจุดบางบนเส้นด้ายต่ำที่สุด เพราะสไลเวอร์ที่ใช้ในการปั่นมีความสะอาดและการเหยียดเรียงตัวของเส้นใยที่ดี ดังเปรียบเทียบในรูปที่ 8

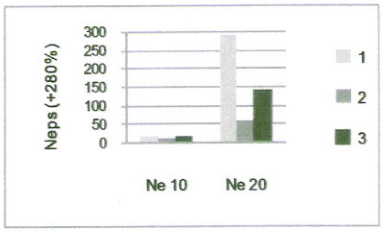


รูปที่ 8 จุดบางบนเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย70% ผสมกับ เส้นใยฝ้ายจากการหีบ 30%



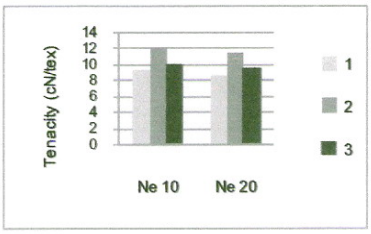
รูปที่ 9 จุดหนาบนเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย70% ผสมกับ เส้นใยฝ้ายจากการหีบ 30%

- **จุดหนา (Thick Place)** จากรูปที่ 9 จุดหนาบนเส้นด้ายจะปรากฏชัดเจนขึ้นเมื่อปั่นเส้นด้ายเบอร์ 20Ne เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 1 มีปริมาณจุดหนาในเส้นด้ายสูงที่สุด เนื่องมาจากเส้นใยที่ใช้มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะการที่มีเศษฝ้ายซึ่งมีสิ่งสกปรก และใยสั้นผสมอยู่ในปริมาณที่มาก ซึ่งเครื่องสางใยดังกล่าวไม่มีใบมีดและชุดลมดูดที่พาสิ่งสกปรกออกไปอาศัยเพียงการเกี่ยวพาออกไปด้วยหนาม Revolving flat เท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอ จึงทำให้ยังคงเหลือใยสั้นและสิ่งสกปรกที่มาก ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการเกิดจุดหนาบนเส้นด้าย เพราะที่เครื่องปั่นด้ายนั้นมีค่าการลดขนาดเส้นใยที่คงที่ ดังนั้นเมื่อเส้นใยถูกป้อนไม่สม่ำเสมอ เช่นมีจุดหนาจากกลุ่มของเส้นใย หรือสิ่งสกปรกมากเป็นช่วงๆบนสไลเวอร์ ก็จะมีผลทำให้เส้นด้ายในช่วงนั้นเกิดจุดหนาขึ้นตามไปด้วย



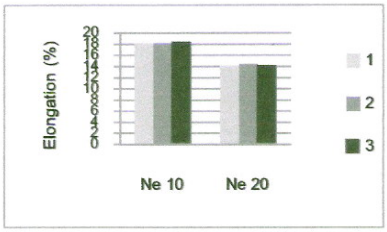
รูปที่ 10 ปุ่มปมบนเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย 70% ผสมกับ เส้นใยฝ้ายจากการหีบ 30%

- **ปุ่มปม (Neps)** จากรูปที่10 ปริมาณปุ่มปมจะปรากฏชัดเจนที่เส้นด้ายเบอร์ 20Ne โดยเส้นด้ายที่ปั่นจากสไลเวอร์เครื่องที่ 2 จะมีปริมาณปุ่มปมต่ำที่สุดเนื่องจากปุ่มปมจากเปลือกเมล็ด (Seed coat neps) ถูกกำจัดออกไปได้มากจากการดักของใบมีดและ ลมดูดตั้งแต่การสางขั้นตอนแรกและการจัดเรียงฟันหนาม Stationary Flat เมื่อเส้นใยผ่านการสางใยขั้นที่สอง ก็จะเป็นการกำจัดปุ่มปมจากเปลือกของเมล็ดซ้ำอีกครั้ง รวมทั้งปุ่มปมจากการยุ่งพันกันของเส้นใย ด้วยการเกี่ยวพาของหนาม Revolving Flat ในเครื่องที่ 1 ซึ่งมีปุ่มปมสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากมีส่วนผสมที่เป็นเศษฝ้ายในปริมาณที่มาก จึงไม่สามารถกำจัดออกไปได้มากพอจากการเกี่ยวพาของ Revolving Flat เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการดักและกำจัดสิ่งสกปรกและปุ่มปมด้วยใบมีดและชุดลมดูด สำหรับเส้นด้ายจากเครื่องที่ 3 ซึ่งมีปุ่มปมที่สูงอยู่นั้นอาจเกิดจากการสางเส้นใยที่ขั้นตอนแรก ซึ่งเป็นการพยายามทำให้เส้นใยเหยียดตัวแล้ว จึงมาทำการเปิดแยกและทำความสะอาดที่การสางใยขั้นที่สอง หรือการสางขั้นสุดท้ายที่มีใบมีดดักเศษและชุดลมดูดอีก ลักษณะดังกล่าวจะเป็นการทำให้เส้นใยที่ถูกทำให้เหยียดและจัดเรียงตัวกันก่อนแล้ว เกิดการยุ่ง หรือพันตัวกันเป็นก้อนเนื่องมาจากการปะทะกับใบมีดดักเศษและลมดูด แม้สิ่งสกปรกจะถูกกำจัดออกไปมากก็ตาม ซึ่งเมื่อนำสไลเวอร์นี้ไปทำการปั่นเป็นเส้นด้าย จะส่งผลให้เกิดปุ่มปมขึ้นในเส้นด้ายได้



รูปที่ 11 ความเหนียวของเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย 70% ผสมกับเส้นใยฝ้ายจากการหีบ 30%

- **ความเหนียวของเส้นด้าย (Yarn Tenacity)** ในรูปที่ 11 แสดงความเหนียวของเส้นด้าย ซึ่งความเหนียวของเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 ให้ค่าความเหนียวของเส้นด้ายมากกว่าจากอีก 2 เครื่อง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งเส้นด้ายเบอร์ 10Ne และ 20Ne โดยความสะอาดของสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 ทำให้เกิดจุดบกพร่องบนเส้นด้ายที่ต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อความเหนียวของเส้นด้ายที่สูงด้วย รวมทั้งเส้นด้ายจากเครื่องที่ 1 และ 3 ความเหนียวก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณจุดบกพร่องบนเส้นด้ายเช่นกัน



รูปที่ 12 การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายเมื่อใช้เศษฝ้าย 70% ผสมกับเส้นใยฝ้ายจากการหีบ 30%

- **การยืดตัวก่อนขาด (Elongation at Break)** จากรูปที่ 12 พบว่าเส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่อง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากใช้ค่าคูณเกลียว (Twist multiplier) ในการปั่นเท่ากัน อีกทั้งวัตถุดิบที่ใช้กับทั้ง 3 เครื่องก็เป็นเศษฝ้ายถึง 70% ซึ่งมีปริมาณเส้นใยสั้นและสิ่งสกปรกที่มาก ทำให้การบิดพันตัวในเส้นด้ายไม่ดีพอ จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายไม่แตกต่างกันมากนัก

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่าเครื่องที่ 1 สามารถผลิตสไลเวอร์ที่มีความสม่ำเสมอมากที่สุด เพราะมีการสางให้เส้นใยเหยียดและจัดเรียงตัวกันถึงสองครั้ง แต่ความสามารถในการกำจัดสิ่งสกปรกและเส้นใยสั้นยังต่ำ ซึ่งเมื่อปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor จึงทำให้เส้นด้ายมีความสม่ำเสมอ แต่ปริมาณจุดบกพร่องบนเส้นด้ายจะสูง เนื่องจากสิ่งสกปรกและเส้นใยสั้นที่อยู่ในสไลเวอร์จะรบกวนเส้นใยดีในขณะปั่นเป็นเส้นด้าย และเมื่อเส้นด้ายมีจุดบกพร่องมากจึงทำให้ความเหนียวของเส้นด้ายต่ำตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปั่นเส้นด้ายเบอร์สูง หรือเส้นด้ายที่มีขนาดเล็ก [6,7] เส้นด้ายที่ปั่นด้วยสไลเวอร์จากเครื่องที่ 2 ให้ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้ายค่อนข้างดี รวมถึงให้ค่าจุดบกพร่องในเส้นด้ายต่ำที่สุด เพราะว่าสไลเวอร์จากเครื่องสางใยดังกล่าว ถูกกำจัดสิ่งสกปรกและเส้นใยสั้นดีที่สุด และยังสามารถทำการสางให้เส้นใยมีการเหยียดตัวและการจัดเรียงตัวกันค่อนข้างดี เมื่อจุดบกพร่องบนเส้นด้ายต่ำ ก็จะส่งผลให้ความแข็งแรงของเส้นด้ายดีตามไปด้วย และในการทดลองครั้งนี้พบว่าการดัดแปลงในเครื่องที่ 2 มีความเหมาะสมที่สุดในการปรับปรุงสมบัติของเส้นสไลเวอร์ให้เหมาะสมต่อการปั่นเป็นเส้นด้าย OE-Rotor ทั้งเส้นด้ายเบอร์ 10Ne และ 20Ne

สำหรับเครื่องที่ 3 ถึงแม้จะสามารถกำจัดสิ่งสกปรกได้มาก แต่การดัดแปลงดังกล่าวทำให้เส้นใยเกิดการยุ่งหรือ พันตัวกันเป็นกระจุก ซึ่งเป็นการสร้างปัญหาให้เส้นด้ายอย่างมาก โดยเฉพาะกับการใช้วัตถุดิบที่เป็นเศษฝ้าย 100%

หากพิจารณาโดยรวมพบว่าถ้าสามารถทำให้สไลเวอร์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ป้อนเข้าสู่เครื่องปั่นด้ายมีสมบัติที่ดี เช่น ความสม่ำเสมอ สิ่งสกปรกและปริมาณใยสั้นที่ต่ำ จะทำให้เส้นด้ายที่ปั่นออกมามีสมบัติด้านความสม่ำเสมอ และจุดบกพร่องบนเส้นด้ายที่สอดคล้องกัน ส่วนค่าการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย พบว่าเครื่องสางใยทั้ง 3 เครื่องไม่ค่อยส่งผลต่อสมบัติดังกล่าวของเส้นด้ายมากนัก ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากเป็นเส้นใยสั้น ซึ่งเมื่อใช้เส้นใยและเงื่อนไขของการปั่นเส้นด้ายเหมือนกันจะให้ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายที่ใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ เนื่องจากได้รับการช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พร้อมทั้งได้รับความอนุเคราะห์จากบุคลากร และหน่วยงานต่างๆ ดังนี้

- บริษัท ยูไนเต็ดการฝ้าย จำกัดที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านวัตถุดิบและเครื่องจักรในการทดลอง รวมทั้งบุคลากรและเครื่องมือในการทดสอบเป็นอย่างดี
- ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือทดสอบ UTM – Instron 5569 และ Shirley Trash Analyzer

เอกสารอ้างอิง

[1] Trommer, G. 1995. Rotor Spinning, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt, Germany. 114-118.

[2] Toyoda Automatic Loom Works Ltd. 1984. Instruction Handbook for Open-End Spinning Machine Model HSL6, Aichi-Ken, Japan. 5-53

[3] McCreight, DJ. And Feil, RW. 1997. Short Staple Yarn Manufacturing, Carolina Academic Press, Carolina, USA. 334-337.

[4] Thavasi, V.Y. 2008. Eexperience with Rieter C60 Cards. Melliand International, 5/2008: 292-293.

[5] Uster Solutions. 1995. The Influence of Seed Coat Neps in Yarn Manufacturing, Zellweger Uster AG, Switzelland. 7-11.

[6] Chattopadhyay, P. And Sinha,S. K. 2007. A Study on Spinning Limits and Yarn Properties with Progressive Change in Yarn Count in Friction Spinning. AUTEX research Journal,1/2007.

[7] Jamil, N. A.. 2004. Effect of Multiple Processing Variables upon Yarn Imperfection by Using Combed Sliver in Open-end Spinning Machine. International Journal of Agriculture & Biology, 6/2004:1053-1055.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง
วัน เดือน ปีเกิด	17 มิถุนายน 2521
ที่อยู่	173/1 หมู่ 6 ซอยกู้เกียรติ 3 ถนนพหลโยธิน
	แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพฯ 10120
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ
	จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เมื่อ พ.ศ. 2545

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2545 - 2547	ตำแหน่งวิศวกรฝ่ายการตลาด
	บริษัทสหไทยแลนด์ เอ็นยิเนียริ่ง (1977) จำกัด
พ.ศ. 2548 – ปัจจุบัน	ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง
	บริษัทยูไนเต็ดการฝ้าย จำกัด

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์

ณัฐวัฒน์ ประสงค์เสียง และ สมนึก สังข์หนู, “การศึกษาสมบัติของเส้นด้าย OE-Rotor ที่ปั่นด้วยสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยแบบการสางสองขั้นตอนที่ทำการดัดแปลงเทคนิคการสางใยที่แตกต่างกัน,” การสัมมนาทางวิชาการสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม ประจำปี พ.ศ. 2552, วันที่ 15 กรกฎาคม 2552, 2552. หน้า 99 - 105