



วารสารวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Rajamangala University of Technology Krungthep Research Journal
ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2552 Vol. 3 No.1 January-June 2009 ISSN 1906-0874



งานวิจัยและพัฒนา



วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Rajamangala University of Technology Krungthep Research Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2552 Vol. 3 No. 1 January – June 2009 ISSN 1906-0874

เจ้าของ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เฉลิม ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะสาร รองศาสตราจารย์ ดร.ชนะ	มัติโก ประเสริฐธรรม กสิภารี	อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรรมการวิชาการมหาวิทยาลัย กรรมการสภามหาวิทยาลัย
--	-----------------------------------	--

บรรณาธิการ

ดร.สาธิต	พุทธชัยยงค์	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย
----------	-------------	---------------------------------

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

อาจารย์จิราภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์	สัพทานนท์ อนันต์วราพงษ์	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ฝ่ายงานวิจัย
---	----------------------------	--

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.วรพจน์ ศรีวงษ์กุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารีสา จินะดิษฐ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พวงมณี	ตันติวงศ์ พงษ์แสวง ฤทธิเดช วันทนา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.งามทิพย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิราณี อาจารย์นพรัตน์ อาจารย์หทัยชนก	วิมลเกษม ทองโสภา ศรีกนก แจ็กจัน ศิรณวัฒน์ากุล
---	--	--	---

เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ

นางสาวกนกวรรณ นางสาวอัจฉรา นางสาวชุลีพร	วอนเพียร จินดาจางง พ่วงแพ	นางสาวเกตุวดี นายวีระวัฒน์ นางจันทนา	อุเทน ราษฎร์สภา สังข์อู่
---	---------------------------------	--	--------------------------------

บทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารเป็นความคิดเห็นของผู้เขียน กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

ความเป็นมา

วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เป็นวารสารทางวิชาการซึ่งจัดทำโดยสถาบันวิจัยและพัฒนา ฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เป็นเอกสารเผยแพร่ผลงานวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านสังคมศาสตร์
2. เป็นเอกสารรวบรวมรายงานและบทความทางวิชาการที่น่าสนใจและมีคุณค่าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านสังคมศาสตร์
3. เป็นสื่อแลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านสังคมศาสตร์ระหว่างนักวิจัยและผู้สนใจ

นโยบาย

บทความที่เสนอตีพิมพ์จะต้องเป็นบทความที่มีคุณค่าทางวิชาการ เช่น เป็นรายงานการวิจัยที่ผู้เขียนได้ทำการทดลอง สร้าง หรือมีส่วนกับงานโดยตรง เป็นบทความที่เสนอถึงความคิดหรือหลักการใหม่ที่เป็นไปได้และมีทฤษฎีประกอบหรือสนับสนุนอย่างเพียงพอ หรือเป็นบทความทางวิชาการที่น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อนักศึกษาและนักวิจัย โดยผู้เขียนเป็นผู้รวบรวมและเรียบเรียงเอง

กำหนดเผยแพร่ ปีละ 2 ฉบับ (ทุก 6 เดือนต่อฉบับ)

การเผยแพร่ มอบให้ห้องสมุดสถาบันการศึกษาและหน่วยงานของรัฐ

สถานที่ติดต่อ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120
โทร. 0 2286 3991-5 ต่อ 1177 โทรสาร 0 2287 9684
E-mail: rdi@rmutk.ac.th
www.rdi.rmutk.ac.th

ออกแบบปกและจัดพิมพ์ บริษัท สไตส์ครีเอทีฟเฮ้าส์ จำกัด

32/152 ถนนรามอินทรา 65 ลาดพร้าว กทม. 10230

โทร 0 2945 8051-6 โทรสาร 0 2945 8057

E-mail: stylecreative@yahoo.com, stylecreative@gmail.com

.....

บทบรรณาธิการ



หลังจากมีการสัมมนาเพื่อพัฒนาวารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพในฉบับที่ผ่านมา กองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิได้มีการปรับปรุงวารสารให้มีคุณภาพสูงขึ้น โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานที่สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากำหนดไว้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้อ่านและผู้ที่จะนำเอาผลงานที่ตีพิมพ์ไปใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตามทางกองบรรณาธิการยินดีรับข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อนำไปปรับปรุงวารสารให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฉบับนี้ได้รวบรวมบทความวิจัยที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักของประเทศ โดยบทความส่วนหนึ่งเป็นผลงานที่เกิดจากงานวิจัยของนักศึกษาปริญญาโทรุ่นแรกของมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ยังมีบทความด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และบทความทางด้านสังคมศาสตร์ หวังว่าบทความวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อทุกท่าน สำหรับผู้ที่สนใจส่งบทความมาตีพิมพ์ในวารสารฉบับนี้สามารถติดต่อส่งมายังกองบรรณาธิการตามเอกสารที่แนบท้ายวารสาร

ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์

บรรณาธิการ

สารบัญ

บทบรรณาธิการ	3
สารบัญ	4
บทความวิชาการ	
เหล็กกล้าสะอาด	
พิพิธนันท์ พูลสวัสดิ์และ กิตติภักดิ์ รัตนจันทร์	6
โหมดผสมในวงจรมอดูแลสัญญาณแอนาโลกแบบ 4 ควอดแรนท์	
ชัยวัฒน์ สากุล	11
TCP Performance Improvement for Wireless Access using Cross-Layer MIMO Adaptive Modulation	
Natthawut Panitjaroen and Phichet Moungnoul	16
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
การศึกษาอัตราส่วนของเส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์และเส้น ใยฝ้ายเพื่อผลิตเป็นผ้าทอพื้นเมือง	
ญาณิศา โกมลสิริโชค และ สาธิต พุทธชัยยงค์	24
การศึกษาอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ที่มีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมตาม มาตรฐานญี่ปุ่น Z 3113-1975	
ไพบุลย์ หาญมนต์	30
A Study on Weaving Cotton Yarns with Water Jet Looms	
Thaveechai Sirikulthada and Sathit Puttachaiyong	36
การศึกษาสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ภาพการทอผ้าของเครื่องทอเรเพียร์	
นภัสนลิน วีรณรงค์ชยกุล และ สาธิต พุทธชัยยงค์	40
การปรับปรุงสมบัติการดูดซับสีของผ้าไหม	
นภาพร จันทวงศ์ และ บุญศรี คู่สุขธรรม	46

แนวทางการลดต้นทุนการลงแป้งเส้นด้ายฝ้าย เบอร์ 32 ในกระบวนการเตรียมทอ	
ยุพลักษณ์ ตั้งเฉลิมกุล และ สาธิต พุทธชัยยงค์	52
The Effect of Twist Factor and Cover Factor on Plain Woven Fabric Properties Classified By S on Z Twist and Z on Z Twist	
Wanvisa Srisuponvanit and Sathit Puttachaiyong	59
การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน	
วารี พงศาโรจนวิทย์ และ สาธิต พุทธชัยยงค์	64
การศึกษาผ้าถักที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดแบคทีเรีย	
สิทธิโชค วงศ์คุณานันต์ และ สาธิต พุทธชัยยงค์	69
การศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินิน แบบ S on Z ที่มีต่อสมบัติผ้าทอลายขัด	
อรวิภา ไชยรัตนตรัย และ สาธิต พุทธชัยยงค์	75
การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มการผลิต	
Supaporn Srinangyam, Anyarat Prasunjai, Anucha Watanapa and Wisitsree Wiyarat	80
สาขาวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	
การประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	
วรรณฯ พงษ์แสวง	87
หลักเกณฑ์การส่งบทความ	93
คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับบทความ	94
แบบฟอร์มส่งบทความเพื่อพิจารณา	98
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	99

เหล็กกล้าสะอาด

Clean Steel

พิพิตอนนท์ พูลสวัสดิ์¹, นายกิตติภักดิ์ รัตนจันทร์²

¹ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ²ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

E-mail: pipitanon.p@gmail.com¹

1. บทนำ

ความสะอาดของเหล็กกล้ามีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพ สมบัติทางกล และการใช้งาน ในทุกๆปีความต้องการเหล็กกล้าสะอาดจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปแล้วเหล็กกล้าสะอาด หมายถึงเหล็กกล้าที่มีสารมลทินหรือสารเจือที่ไม่ต้องการผสมอยู่ในปริมาณต่ำ สารมลทินที่ไม่ต้องการให้มีในเหล็กกล้าประกอบด้วย ฟอสฟอรัส กำมะถัน ออกซิเจน ไนโตรเจน และไฮโดรเจน (และบางครั้งอาจรวมถึงคาร์บอนด้วย) การเพิ่มความสะอาดของเหล็กกล้าให้สูงขึ้นทำได้โดยการปรับปรุง และควบคุมกรรมวิธีการผลิตเหล็กกล้า เช่น กรรมวิธีการกำจัดออกซิเจนในน้ำเหล็ก (Deoxidant) กรรมวิธีการเติมสารเจือลงในน้ำเหล็ก (Alloy addition) กรรมวิธีบำบัดให้สะอาดในลำดับที่สอง (Secondary metallurgy treatments) การควบคุมบรรยากาศในขณะทำการหลอม (Shrouding) และกรรมวิธีการเทหล่อ

ความหมายของเหล็กกล้าสะอาด

เหล็กกล้าสะอาดในทางปฏิบัติหมายถึงเหล็กกล้าที่มีปริมาณสารเจือละลายผสมอยู่ในระดับต่ำ หรือเหล็กกล้าที่มีระดับสารมลทินต่ำที่ผลิตจากการนำเอาเศษเหล็กกล้ามาหลอมใหม่ ซึ่งอาจจะเรียกว่า เหล็กกล้าที่มีสารมลทินสะสมต่ำ (Low residual steels) นอกจากนี้เหล็กกล้าที่มีสิ่งบกพร่องจากกรรมวิธีการผลิตต่ำ เช่นมีสารมลทินจำพวกสารประกอบออกไซด์ต่ำ มักจะเรียกรวมๆว่า เหล็กกล้าสะอาด นอกจากนี้เหล็กกล้าสะอาดยังต้องมีการควบคุมปริมาณสารประกอบออกไซด์ที่ไม่ใช่โลหะ (Non-metallic oxide inclusion) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่ามีผลต่อสมบัติของ

เหล็กกล้าอย่างมีนัยสำคัญ เช่น ความต้านแรงดึง ความสามารถในการขึ้นรูป ความเหนียวทนต่อการกระแทก ความสามารถในการเชื่อม ความต้านทานการกัดกร่อน ความต้านการล้าตัว และอื่นๆ นอกจากนี้ยังต้องมีการควบคุมลักษณะการกระจายตัวของสารมลทินภายในเนื้อเหล็ก ขนาดของสารมลทิน ลักษณะโครงสร้างจุลภาค และส่วนประกอบทางเคมีของสารมลทิน ที่เกิดขึ้นในระหว่างกรรมวิธีการผลิตเหล็กกล้า ซึ่งในตารางที่ 1 แสดงรายการสารเจือที่พบในเหล็กกล้าทั่วไป และผลกระทบต่อสมบัติทางกลของเหล็ก

ตารางที่ 1 สารเจือที่พบมากในเหล็กกล้า ลักษณะการเกิดเป็นสารมลทิน และผลกระทบต่อสมบัติทางกลของเหล็กกล้า

Element	Form	Mechanical Properties Affected
S, O	Sulfide and oxide inclusions	<input type="checkbox"/> Ductility, Charpy impact value, anisotropy <input type="checkbox"/> Formability (elongation, reduction of area and bendability) <input type="checkbox"/> Cold forgeability, drawability <input type="checkbox"/> Low temperature toughness <input type="checkbox"/> Fatigue strength
C, N	Solid solution	<input type="checkbox"/> Solid solubility (enhanced), hardenability
	Settled dislocation	<input type="checkbox"/> Strain aging (enhanced), ductility and toughness (lowered)
	Pearlite and cementite	<input type="checkbox"/> Dispersion (enhanced), ductility and toughness (lowered)
	Carbide and nitride precipitates	<input type="checkbox"/> Precipitation, grain refining (enhanced), toughness (enhanced)

		<ul style="list-style-type: none"> □ Embrittlement by intergranular precipitation
P	Solid solution	<ul style="list-style-type: none"> □ Solid solubility (enhanced), hardenability (enhanced) □ Temper brittleness □ Separation, secondary work embrittlement

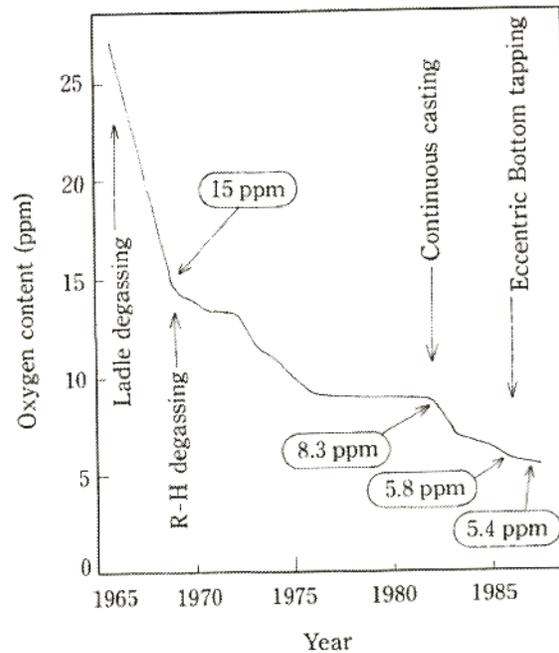
ส่วนในตารางที่ 2 แสดงระดับความสะอาดของเหล็กกล้าที่ใช้ในงานต่างๆ โดยเทียบกับปริมาณและขนาดของสารมลทิน

ตารางที่ 2 แสดงระดับความสะอาดของเหล็กกล้าที่ใช้ในงานต่างๆ โดยเทียบกับปริมาณและขนาดของสารมลทิน

Steel product	Maximum allowed impurity fraction	Maximum allowed inclusion size
IF steels	[C]≤30 ppm, [N]≤40 ppm, T.O.≤40 ppm [C]≤10 ppm, [N]≤50 ppm	
Automotive and deep-drawing Sheets	[C]≤30 ppm, [N]≤30 ppm	100 μm
Drawn and Ironed cans	[C]≤30 ppm, [N]≤40 ppm, T.O.≤20 ppm	20 μm
Alloy steel for Pressure vessels	[P]≤70 ppm	
Alloy steel bars	[H]≤2 ppm, [N]≤20 ppm, T.O.≤10 ppm	
HIC resistant steel sour gas tubes	[P]≤50 ppm, [S]≤10 ppm	
Line pipes	[S]≤30 ppm, [N]≤50 ppm, T.O.≤30 ppm	100 μm
Sheets for continuous annealing	[N]≤20 ppm	
Plates for welding	[H]≤1.5 ppm	
Bearings	T.O.≤10 ppm	15 μm
Tire cord	[H]≤2 ppm, [N]≤40 ppm, T.O.≤15 ppm	10 μm
Non-grain-oriented	[N]≤30 ppm	

Magnetic Sheets		
Heavy plate steels	[H]≤2 ppm, [N]=30-40 ppm, T.O.≤20 ppm	Single inclusion 13 μm Cluster 200 μm
Wires	[N]≤60 ppm, T.O.≤30 ppm	20 μm

ซึ่งในปัจจุบันนี้กรรมวิธีการผลิตเหล็กกล้าสามารถลดปริมาณสารมลทินตกค้างประเภท ออกซิเจนได้มากทีเดียว ดังแสดงในภาพที่ 1

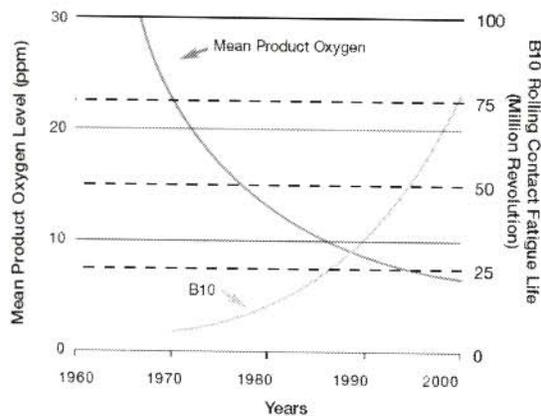


ภาพที่ 1. ปริมาณของออกซิเจนตกค้างในเหล็กที่สามารถลดลงได้ตามเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตที่พัฒนาขึ้นมาในแต่ละปี (จาก Recent development of bearing steel in Japan)

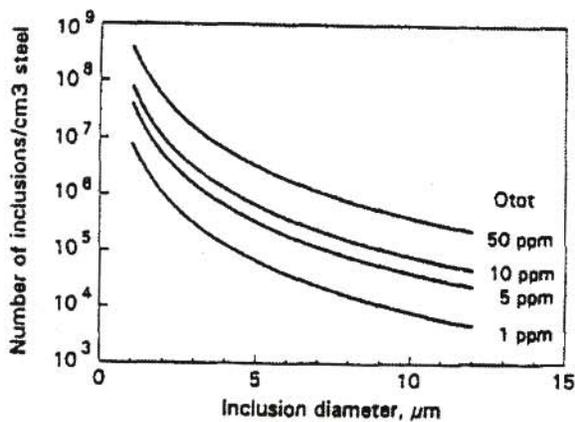
สารมลทินที่ไม่ใช่โลหะ

สารมลทินที่ไม่ใช่โลหะที่เกิดขึ้นในเหล็กกล้า มีผลกระทบต่อสมบัติในการใช้งานเช่น เป็นจุดเริ่มต้นของการทำให้เกิดการแตกเปราะ และการแตกเหนียว (Brittle and ductile fracture) และการสูญเสียความสามารถด้านทานการล้า (ภาพที่ 2) สารมลทินที่ไม่ใช่โลหะที่ผสมอยู่ในเหล็กกล้ามีอยู่หลายประเภท แต่ที่เป็นอันตรายมากที่สุดคือพวก สารประกอบออกไซด์ และสารประกอบซัลไฟด์ ซึ่งในกรณีของเหล็กกล้าที่มีธาตุออกซิเจน และกำมะถัน

เจืออยู่เพียง 1 ในล้านส่วน จะทำให้เหล็กกล้าน้ำหนัก 1 ตัน มีสารมลทินเกิดขึ้นถึง 109-1012 อนุภาคที่เดียว (ภาพที่ 3) อย่างไรก็ตามสารมลทินที่ไม่ใช่โลหะในเหล็กกล้ายังมีผลในด้านดี เช่น เป็นจุดเริ่มต้นในการเกิดโครงสร้างเฟอร์ไรต์ รูปขนนกในขณะที่เปลี่ยนเฟสจากออสเทนไนต์มาเป็นเฟอร์ไรต์ในเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ



ภาพที่ 2. ความสามารถในการรับความล้าแบบหมุนกลิ้ง เทียบกับ ปริมาณสารประกอบออกไซด์ตกค้างในเหล็กกล้าที่ใช้ทำถูกเป็นร่องล้น ซึ่งมีการพัฒนาคุณภาพของเหล็กกล้าอย่างต่อเนื่อง (จาก www.corusengineeringsteels.com)

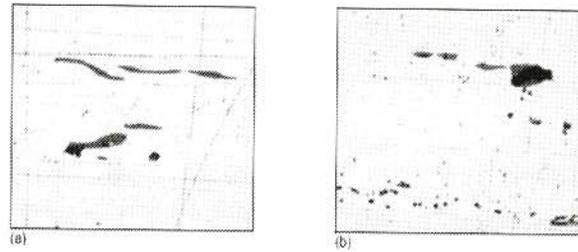


ภาพที่ 3. จำนวน และขนาดสารมลทินฝังใน เทียบกับปริมาณของ ออกซิเจนตกค้างในเหล็ก (จาก Characterization of inclusions in clean steels) การจำแนกประเภทของสารมลทินที่ไม่ใช่โลหะ

สามารถจำแนกออกได้ตามส่วนประกอบทางเคมี และทางสินแร่ ตามเสถียรภาพและการก่อตัวเป็นสารมลทิน (ภาพที่ 4) การจำแนกประเภทของสารมลทินตาม

ส่วนประกอบทางเคมีทำได้ดังนี้ (จาก www.key-to-steel.com)

- กลุ่มสารประกอบออกไซด์
- กลุ่มสารประกอบซิลไฟด์
- กลุ่มสารประกอบไนไตรด์
- กลุ่มสารประกอบฟอสไฟด์



ภาพที่ 4. (a)และ(b) สารมลทินที่ไม่ใช่โลหะในเหล็กกล้า สีเทาเข้มคือ สารประกอบออกไซด์ สีเทาอ่อนคือสารประกอบซิลไฟด์ (จาก www.key-to-steel.com)

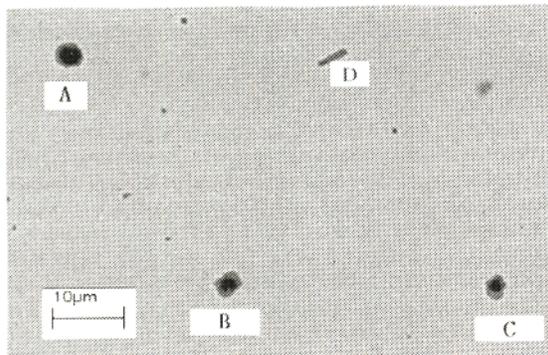
ซึ่งจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วว่าสารมลทินที่ไม่ใช่ โลหะที่เป็นอันตรายต่อเหล็กกล้ามีอยู่สองกลุ่มใหญ่ๆ (ดู ภาพที่ 5) คือ สารประกอบออกไซด์ และสารประกอบ ซิลไฟด์ ซึ่งสารประกอบออกไซด์สามารถแบ่งออกได้เป็น กลุ่มย่อยๆ ได้ดังนี้

- กลุ่มออกไซด์อิสระ (Free oxides)
- กลุ่มสารประกอบออกไซด์แบบบิดเกลียว (Spinels-compound oxides)
- กลุ่มซิลิเกต (Silicates)

ส่วนสารประกอบซิลไฟด์ซึ่งเป็นสารมลทินที่ต้อง ให้ความสนใจเป็นพิเศษเนื่องจากสารประกอบซิลไฟด์ สามารถที่จะเกิดการเสีรูปร่างไปตามกรรมวิธีการรีดเหล็ก ให้เป็นเหล็กรูปพรรณสำเร็จ ทำให้มีผลต่อสมบัติทางกล ของเหล็กกล้าเป็นอันมาก จากการวิเคราะห์แท่งอินกอทที่มี กำมะถันเจืออยู่ 0.05-0.15% ทำให้สามารถจำแนกลักษณะ ของสารประกอบซิลไฟด์ออกได้เป็นสามกลุ่มดังนี้

- แบบที่1 มีรูปร่างเป็นทรงกลม (Globular)
- แบบที่2 มีรูปร่างเป็นแบบกิ่งไม้ (Dendritic)
- แบบที่3 มีรูปร่างเป็นรูปหลายเหลี่ยม (Angular)

สารมลทินที่ไม่ใช่โลหะสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในระหว่างกรรมวิธีการทำเหล็กให้บริสุทธิ์ในลำดับที่สอง (Secondary metallurgy) หรือเกิดขึ้นในระหว่างการแข็งตัวของน้ำเหล็ก



ภาพที่ 5. สารมลทินที่ไม่ใช่โลหะ ตำแหน่ง A, B และ C คือสารมลทินที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างออกไซด์ และซัลไฟด์ ส่วนตำแหน่ง D เป็นสารประกอบซัลไฟด์แบบแผ่น (จาก www.key-to-steel.com)

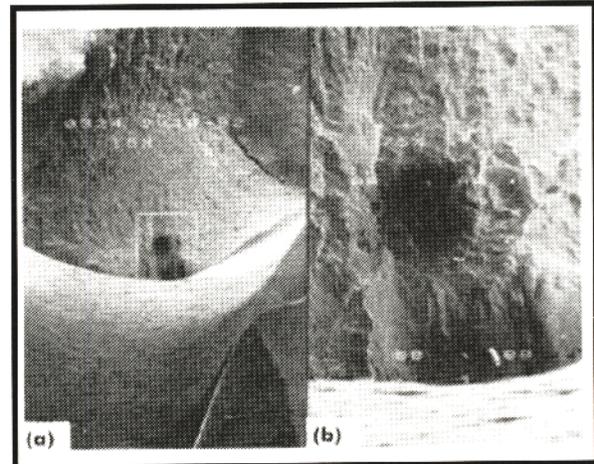
สารมลทินที่ไม่ใช่โลหะในเหล็กกล้ามีแหล่งที่มาอยู่สองแหล่งคือ (จาก Interfacial Phenomena in clean steel processing)

- เป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์ตกค้างจากการเติมสารเจือลงไปใต้น้ำเหล็กเพื่อกำจัดออกซิเจน หลังจากการทำความสะอาดน้ำเหล็กด้วยแก๊สออกซิเจนแล้ว
- เป็นผลมาจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำเหล็กและบรรยากาศ สแลก หรืออิฐที่ใช้กรุเตา หรือเป็นสารมลทินตกค้างในสินแร่เหล็ก วัสดุเชื้อเพลิงและวัสดุเพิ่มเติมที่กำจัดออกไปได้ไม่หมด

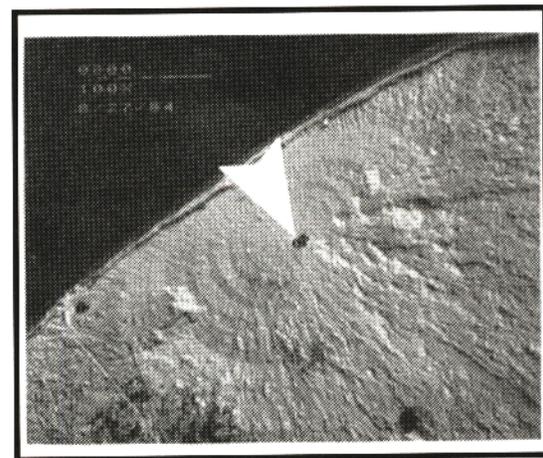
ผลกระทบของสารมลทินที่ไม่ใช่โลหะที่มีต่อเหล็กกล้า

โดยมากแล้วสารมลทินที่ไม่ใช่โลหะจะทำให้ผลิตภัณฑ์สำเร็จเกิดการเสียหายเมื่อใช้งานจากแรงทางกลมากกว่าที่จะเกิดการกัดกร่อนตัวอย่างเช่น สารมลทินที่ไม่ใช่โลหะที่เกิดขึ้นในเหล็กกล้าที่ใช้ทำสปริง จะเป็น

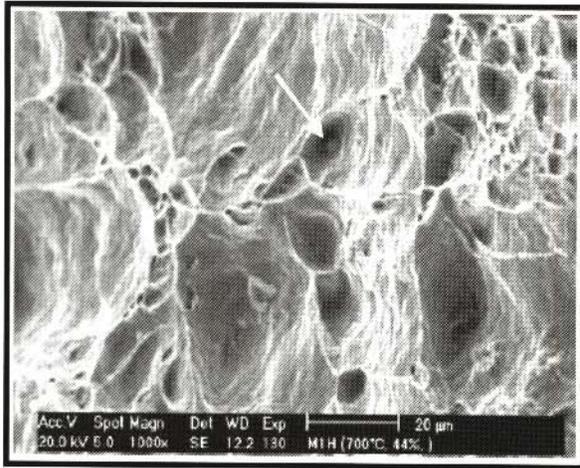
จุดเริ่มต้นของการล้าตัวเมื่อใช้งานเพราะที่บริเวณนี้จะเกิดความเค้นสะสมสูงที่สุด ภาพที่ 6 ในภาพที่ 7 และ 8 แสดงลักษณะพื้นผิวการเสียหายเนื่องจากการล้าที่มีจุดเริ่มต้นที่ตำแหน่งสารมลทินที่ไม่ใช่โลหะฝังในอยู่ได้คือ



ภาพที่ 6. การเสียหายของสปริงที่เริ่มจากตำแหน่งที่มีสารมลทินอยู่ a) ตำแหน่งที่มีสีเข้มคือสารมลทินที่ไม่ใช่โลหะฝังใน และ b) ที่ตำแหน่ง b-b จะพบจุดเริ่มเกิดความเสียหายสองจุด และที่ตำแหน่ง a-a พบจุดเริ่มเกิดความเสียหายจุดเดียว



ภาพที่ 7. จุดเริ่มต้นในการเสียหายจากการล้าที่ตำแหน่งสารมลทินที่ไม่ใช่โลหะฝัง (ลูกครี)



ภาพที่ 8. ภาพถ่ายจาก SEM แสดงพื้นผิวรอยแตกหักของชิ้นงานทดสอบที่เกิดจากสารมลทินสะสมภายในเนื้อของวัสดุ ตรงตำแหน่งลูกศรชี้ (จาก Effects of residuals in carbon steels)

บทสรุป

ในปัจจุบันความต้องการเหล็กกล้าสะอาดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกๆปี โดยเฉพาะในกลุ่มผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าคุณภาพสูง อันนำไปสู่การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตเหล็กกล้าอย่างต่อเนื่อง ซึ่งต้องใช้เทคนิคและการลงทุนสูงในการที่จะควบคุมปริมาณ ขนาด ส่วนผสม และการกระจายตัวของสารมลทินเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สำเร็จมีคุณภาพสูง เนื่องจากสารมลทินนี้มีผลกระทบต่อสมบัติทางกลของผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าอย่างมาก จึงได้มีการใช้สารมลทินเหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดระดับชั้นคุณภาพของเหล็กกล้า รวมถึงราคาด้วย โดยทั่วไปแล้วสารมลทินเหล่านี้จะทำให้สมบัติทางกลในด้านต่างๆของเหล็กกล้าลดลง เช่น ความต้านแรงดึง ความเหนียว (Ductility) และยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียหายของผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าจากแรงทางกล และ/หรือจากการกัดกร่อนด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1]. Opportunities and dangers of using residual elements in steels: a literature survey, Report by Olivier Rod, Christian Backer, Margareta Nylen, KIMAB
- [2]. Effects of residuals in carbon steels: final report, George E. Ruddle, November 22, 2002
- [3]. Interfacial Phenomena in clean steel processing. S.Sridhar, Carnegie Mellon University, Pittsburgh
- [4]. Characterization of inclusions in clean steels: a review including the statistics of extremes methods, H.V. Atkinson, G.Shi, Progress in materials science 48(2003) 457-520.
- [5]. Recent development of bearing steel in Japan., Toshikazu Uesuki, Transaction ISIJ, Vol.28, 1998.
- [7]. www.corusengineeringsteels.com
- [8]. www.kcy-to-steel.com

โหมดผสมในวงจรคูณสัญญาณแอนาล็อกแบบ 4 ควอดแรนท์

A Mixed mode Four-Quadrant Analog Multiplier Circuits

ชัยวัฒน์ สากุล

สาขาเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อำเภอ สีเกา จังหวัดตรัง 92150
Email: Chaiwat.s@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวงจรคูณสัญญาณแอนาล็อกแบบ 4 ควอดแรนท์ที่รับอินพุตเป็นกระแส (I_X) กับแรงดัน (V_Y) โดยหลักการทำงานอาศัยคุณสมบัติของ CMOS ที่ทำงานในช่วงไม่อิ่มตัว วงจรที่นำเสนอใช้นี้จำนวน CMOS ที่น้อยคือ NMOS = 8 ตัว, PMOS = 4 ตัว แหล่งจ่ายกระแส 3 แหล่ง โดยวงจรยังสามารถใช้แรงดันไฟเลี้ยงได้ทั้งแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเดี่ยวและแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงคู่ ผลการทดสอบการทำงานโดยใช้ โปรแกรม PSpice

Abstract

This paper presents a four – quadrant analog multiplier circuit. The input of circuit are the current signal I_X and the voltage signal V_Y . This circuit is bases on the characteristic of CMOS operating in triode region. The proposed circuit consist of 8 NMOSs, 4 PMOSs and 3 current sources. It can be used with single power supply or dual power supply. All results are carried out by using PSpice program.

1. บทนำ

วงจรถคูณสัญญาณเป็นวงจรที่มีประโยชน์มาก ได้นำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในระบบโทรคมนาคม เครื่องมือวัด โทรศัพท์เคลื่อนที่ และเครื่องรับวิทยุ ปัจจุบันอุปกรณ์เหล่านี้จะมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ทำงานที่แรงดันต่ำประมาณ 2-3 โวลต์ เท่านั้น ในการออกแบบวงจรโดยทั่วไปนิยมออกแบบเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ โหมดกระแส (Current mode) ซึ่งใช้อินพุตเป็นสัญญาณกระแสและโหมดแรงดัน (Voltage mode) ซึ่งใช้อินพุตเป็นสัญญาณแรงดัน แต่ในบทความนี้ได้ทำออกแบบวงจรที่สามารถรับอินพุตที่เป็นแรงดันและอินพุตที่เป็นกระแส ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นผลการคูณกันของกระแสอินพุตกับแรงดันอินพุต โดยการทำงานของวงจรมีลักษณะคล้ายกับวงจรรายความนำ (OTA) ดังนั้น วงจรถคูณในบทความที่

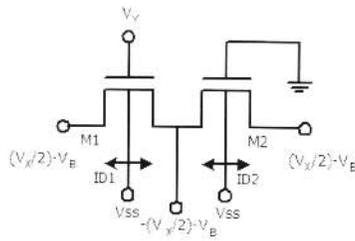
นำเสนอนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้เช่นเดียวกับ OTA และมีโครงสร้างที่ง่าย เหมาะกับการใช้งาน

2. หลักการทำงาน

วงจรในภาพที่ 1 จะเป็นคูณสัญญาณแบบพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยมอสทรานซิสเตอร์ จำนวน 2 ตัว ที่มีทำงานในช่วงไม่อิ่มตัว เราสามารถแสดงความสัมพันธ์ของสมการทางด้านกระแสเดรนได้ตามสมการที่ 1

$$I_D = K \left[(V_{GS} - V_T)V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]; V_{GS} - V_T > V_{DS} \quad (1)$$

$$\text{เมื่อ } K = \mu C_{OX} \left(\frac{W}{2L} \right)$$



ภาพที่ 1 วงจรคู่แบบพื้นฐาน

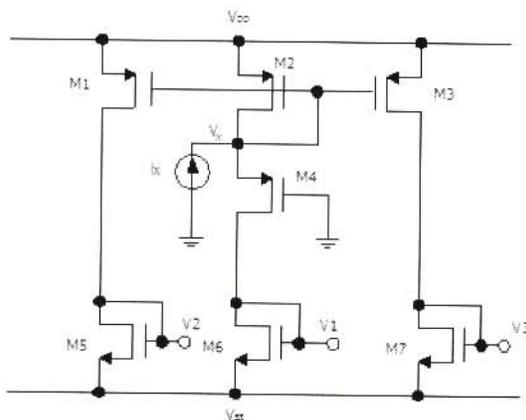
จากภาพที่ 1 กำหนดให้มอสทรานซิสเตอร์ ทำงานในช่วงไม่อิ่มตัว ดังนั้นจากสมการที่ 1 เราสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ทางด้านกระแส Drain ได้ตามสมการ

$$I_{D1} = K \left[\left(V_V + \frac{V_X}{2} + V_B - V_T \right) V_X + \frac{V_X^2}{2} \right] \quad (2)$$

$$I_{D2} = K \left[\left(\frac{V_X}{2} + V_B - V_T \right) V_X + \frac{V_X^2}{2} \right] \quad (3)$$

ดังนั้น เมื่อ $I_{D1} - I_{D2} = K V_X V_V$ (4)

การทำงานของวงจรในภาพที่ 1 ต้องการสัญญาณ $\frac{V_X}{2} - V_B$ และ $-\frac{V_X}{2} - V_B$ ดังนั้น จึงต้องทำการออกแบบวงจรสร้างสัญญาณดังกล่าว ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วงจรเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันค่าต่างๆ

วงจรในภาพที่ 2 จะเป็นวงจรเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันค่าต่างๆ โดยที่มอสทรานซิสเตอร์จะทำงานในช่วงอิ่มตัว ดังนั้นเราสามารถแสดงความสัมพันธ์ทางด้านกระแส Drain ได้ตามสมการ

$$I_D K (V_{GS} - V_T)^2; 0 < V_{GS} - V_T < V_{DS} \quad (5)$$

กำหนดให้มอสทรานซิสเตอร์ชนิด PMOS (M1-M4) สมพียงกันและมอสทรานซิสเตอร์ชนิด NMOS (M5 - M7) สมพียงกัน เราสามารถแสดงความสัมพันธ์ของกระแส I_X และแรงดัน V_1, V_2 และ V_3 โดยอาศัยความสัมพันธ์ ตามสมการ

$$I_X = I_{S4} - I_{S2} \quad (6)$$

จากสมการที่ (1) แทนใน (6) เราสามารถหาค่าความสัมพันธ์ ของแรงดัน V_X กับกระแส I_X ได้ตามสมการที่ 7

$$V_X = \frac{V_{DD}}{2} + \frac{I_X}{A}; A = 2K(V_{DD} - 2V_T) \quad (7)$$

ดังนั้นจากภาพที่ 2 จะได้ $I_{S2} = I_{D5} = I_{D7}$ และความสัมพันธ์ของ V_X และ V_2 คือ

$$V_2 = \sqrt{\frac{K_P}{K_N}} (V_{DD} - V_X - V_{TP}) + V_{SS} + V_{TN} \quad (8)$$

โดยที่ความสัมพันธ์ของ V_X และ V_1 คือ

$$V_1 = \sqrt{\frac{K_P}{K_N}} (V_X - V_{TP}) + V_{SS} + V_{TN} \quad (9)$$

เมื่อแทนสมการที่ (7) ใน สมการที่ (8) และ สมการที่ (9) จะได้

$$V_3 = V_2 = \sqrt{\frac{K_P}{K_N}} \left(\frac{V_{DD}}{2} - \frac{I_X}{A} - V_{TP} \right) + V_{SS} + V_{TN} \quad (10)$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{K_p}{K_n}} \left(\frac{V_{DD}}{2} + \frac{I_X}{A} - V_{TP} \right) + V_{SS} + V_{TN} \quad (11)$$

ดังนั้น
$$V_1 - V_3 = V_1 - V_2 = \left(\frac{2I_X}{A} \right) \sqrt{\frac{K_p}{K_n}} \quad (12)$$

เมื่อรวมวงจรภาพที่ 1, 2 และเพิ่มวงจรผ่านกระแสเข้าไปจะได้วงจรคุณสมบัติแบบใหม่ดังภาพที่ 3 และเมื่อแทนสมการที่ (12) ในสมการที่ (4) จะได้

$$I_1 - I_2 = \frac{(2I_X V_Y \sqrt{K_n K_p})}{A} \quad (13)$$

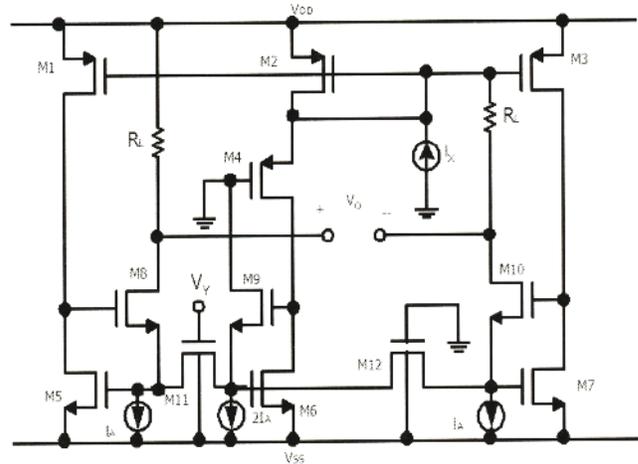
ดังนั้น
$$V_O = \frac{(I_X V_Y R_L \sqrt{K_n K_p})}{[K(V_{DD} - 2V_T)]} \quad (14)$$

จากสมการที่ (14) เมื่อออกแบบให้ $K_n \approx K_p$ พบว่าค่า K สามารถตัดกันได้ ดังนั้น ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดจากค่า K จึงไม่มี แต่อย่างไรก็ตาม ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดจากค่า V_T ก็ยังคงมีอยู่ดั้งเดิม ซึ่งเป็นจุดด้อยของการออกแบบ และเมื่อต้องการออกแบบให้วงจรในภาพที่ 3 ทำงานโดยใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเดี่ยวสามารถทำได้ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยเราสามารถหาค่าความสัมพันธ์ของวงจรได้ตามสมการที่ 15

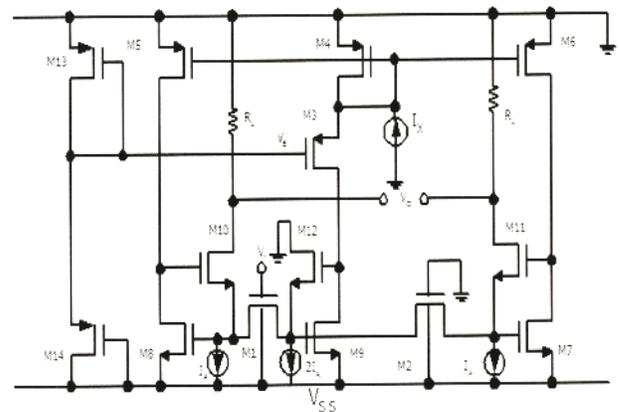
$$I_O = \frac{[(V_{Y1} - V_{Y2}) I_X V_Y R_L \sqrt{K_p K_n}]}{K(V_{DD} - 2V_T)} \quad (15)$$

3. ผลการทดสอบ

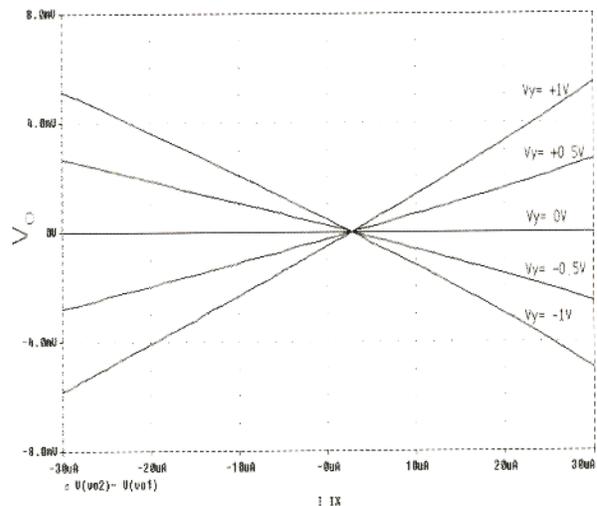
เมื่อนำวงจรในภาพที่ 3 มาทดสอบด้วยโปรแกรม PSpice ซึ่งใช้โมเดล CMOS ของ MOSIS LEVEL 3 มีขนาดความกว้างและความยาวของแกนแนล (W/L) ของ CMOS ดังนี้ M1-M4 เท่ากับ $10 \mu\text{m}/10 \mu\text{m}$ และ M5-M12 เท่ากับ $2 \mu\text{m}/10 \mu\text{m}$ ใช้ $V_{DD} = -V_{SS} = 5\text{V}$, $R_L = 1 \text{K}\Omega$, และแหล่งจ่ายกระแส $I_X = 30 \mu\text{A}$ โดยผลการทดสอบมีดังนี้ ภาพที่ 5 แสดงการทดสอบทาง DC, ภาพที่ 6 แสดงการทดสอบความถี่ตอบสนองและภาพที่ 7 แสดงผลของการนำวงจรคุณสมบัติเป็นวงจรผสมสัญญาณ



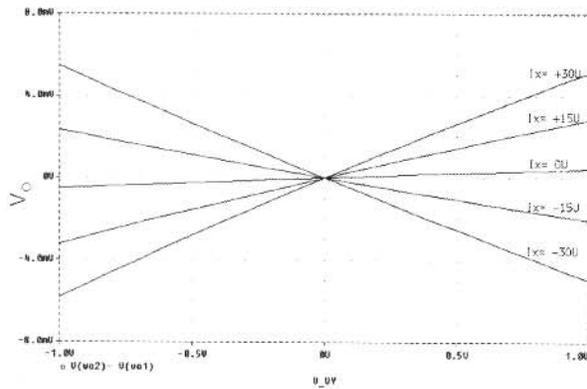
ภาพที่ 3 วงจรคุณสมบัติที่นำเสนอ



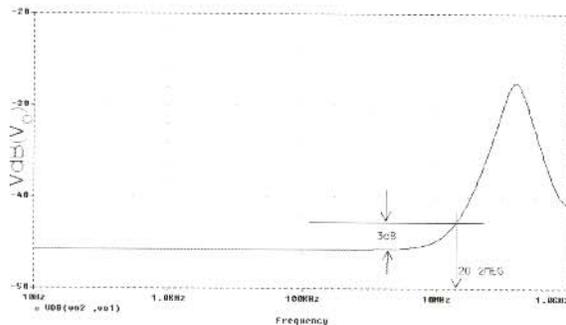
ภาพที่ 4 วงจรที่ใช้ไฟเลี้ยงเดี่ยว



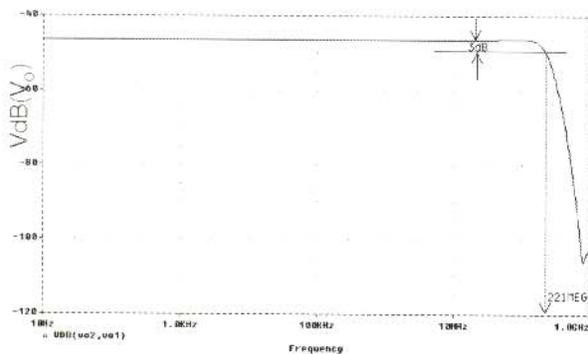
(ก)



ภาพที่ 5 แสดงการทดสอบทาง DC. Transfer
 ก. เมื่อ I_X แปรค่า $-30 \mu A$ ถึง $+30 \mu A$ และ V_Y แปรค่า $+1$ ถึง -1 step ละ $0.5V$
 ข. เมื่อ V_Y แปรค่า $-1V$ ถึง $+1V$ และ I_X แปรค่า $-30 \mu A$ ถึง $+30 \mu A$ step ละ $15 \mu A$

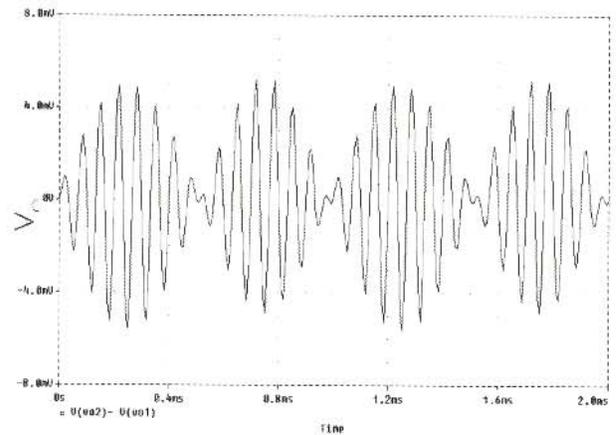
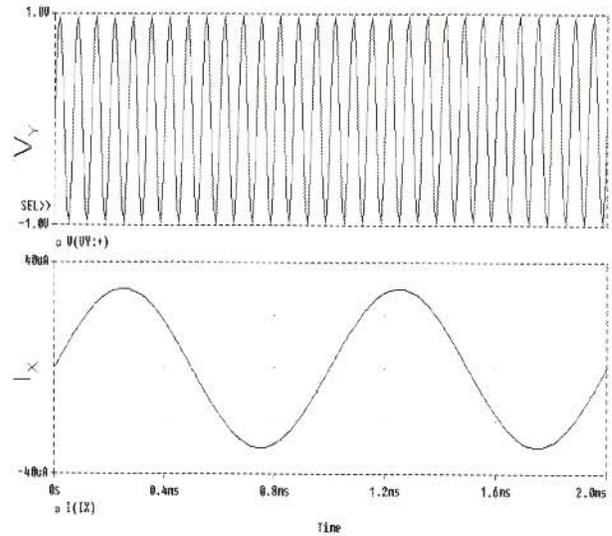


(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 การทดสอบความถี่ตอบสนอง
 ก. เมื่อ $I_X = 30 \mu A_{DC}$ และ $V_Y = \sin \omega t$
 ข. เมื่อ $I_X = 30 \mu A \sin \omega t$ และ $V_Y = 1V_{DC}$



ภาพที่ 7 ผลลัพธ์เมื่อนำวงจรคูณเป็นวงจรผสม

$$I_X = 30 \mu A \sin 2000 \pi t$$

$$V_Y = 1V \sin 30,000 \pi$$

4. สรุป

วงจรมultiplication ที่นำเสนอนี้ใช้ สำหรับการคูณสัญญาณของกระแสกับแรงดัน หรือมีลักษณะการทำงานคล้ายกับ วงจรขยายความนำ (OTA) ที่ทำงานแบบ 4 ควอดแรนท์จาก ผลการทดสอบจะเห็นว่าวงจรมีคุณสมบัติต่างๆที่ดี เว้นแต่ คุณสมบัติ ทาง DC Transfer ในภาพที่ 5 (ก) พบว่ามีความ ผิดเพี้ยนซึ่งเกิดจากความไม่เป็นอุดมคติของการสะท้อน กระแสในวงจรเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันแบบผลต่าง ผล ของความถูกต้องแม่นยำของ DC transfer จะขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของ CMOS การเลือกใช้ CMOS ที่มีคุณสมบัติดี หรือการใช้ long channel length จะช่วยเพิ่มความแม่นยำ ของวงจร และผลของความถี่ตอบสนองขึ้นอยู่กับ

คุณสมบัติภายในของ CMOS ที่ทำงานในช่วงไม้อิ่มตัว โดยสามารถทำให้ดีขึ้นได้ โดยการลดขนาด(W/L) ของ CMOS ให้เล็กลง

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] K.Dejhan, F.Cheevasuvit, I.Chaisayan, W.Bumrung, and C.Soonyeeakan, "A four-quadrant current mod analog multiplier circuit," Proc. Of ROVPIA'99, pp.288-294, Ipoh, Malaysia, July 16-18, 1999
- [2] T. Tanno, O. Ishizuka, and Z. Tang, "Four Quadrant CMOS Current Mode Multiplier Independent of Device Parameter" *IEEE Trans. On Circuit Syst., II*, vol. 47, pp. 473-477, 2000.
- [3] T.Suzuki, T.Oura, T.Yoneyama, H.Asai, "Design of 4Q-Multiplier Using Linear and Saturation Regions Complementary," *IEICE Trans. On Fundamentals*, vol.E85-A, No. 6, Jun 2002. (to appear)

TCP Performance Improvement for Wireless Access using Cross-Layer MIMO Adaptive Modulation

Nathawut Panitjaroen* and Phichet Moungnoul **

* Faculty of Engineering, Rajamanangala University of Technology Lanna TAK, Thailand, E-mail: natthawut@rmutl.ac.th

**Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

Tel: +66-2-3264238, Fax: +66-2-3264554, E-mail: phichet@telecom.kmitl.ac.th

Abstract-

This paper is investigated the TCP protocol at the transport layer with maximum throughput for end-to-end communication. Wireless system used space-time block code MIMO technique with adaptive modulation over Nakagami fading channel model. Cross-layer model of queuing used for packet data transfer and control packet loss rate at the physical layer by rate of adaptive modulation correspond with wireless channel.

INTRODUCTION

It is widely accepted that future wireless systems will be equipped with multiple antennas. In order to fully take advantage of this fact, adaptive transmission policies have to be extended to encompass the features of the MIMO (Multiple-input Multiple-out) fading channel. Two approaches are commonly denoted as MIMO diversity and spatial multiplexing.

Adaptive modulation (AM) techniques have been proposed to increase the spectral efficiency [1], [2], [4]. Currently, AM is widely recognized as a key solution to increase the spectral efficiency for wireless channels. In 3G wireless systems, the wireless LAN and the wireless MAN had been included AM to provide the higher data rate. In [4] adaptive modulation with cross-layer analysis and design is investigated, the analysis focus both physical and data link layer then the queuing is impact to packet dropping (overflow or blocking) probability.

The most existing of AM design are considered at the physical layer. The impact and interaction, higher

protocol layers remain largely un-resolved. In [2], the developed cross-layer design combining AM with truncated automatic-repeat-request (ARQ) and investigated the interaction of AM with finite-length queuing. On the other hand, performance of the transport control protocol (TCP) at the transport layer has been extensively studied in both wired and wireless settings with fixed modulation and coding [3], [7]. The coupling of TCP with adaptive forward error correction has been recently investigated in [5].

In this paper proposes the performance analysis integrates of a wireless system with finite-length queuing at the data link layer and a TCP protocol at the transport layer. By analyze the end-to-end TCP performance via a fixed-point procedure, that effectively couples TCP with adaptive modulation based wireless link. Numerical results show the cross-layer design significantly outperforms physical layer adaptive modulation when used in conjunction with STBC. The result optimizes the target packet error rate of adaptive modulation at

the physical layer, so that the TCP throughput at the transport layer is maximized.

I. SYSTEM MODEL

A. System Description

Figure 1 shows an end-to-end communication between server (source) and client (destination), which includes wire and wireless link.

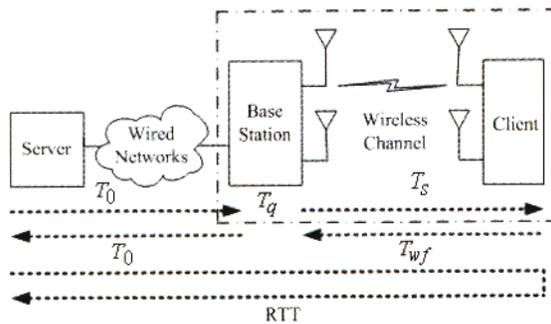


Figure 1 End-to-end wired-wired-wireless connection

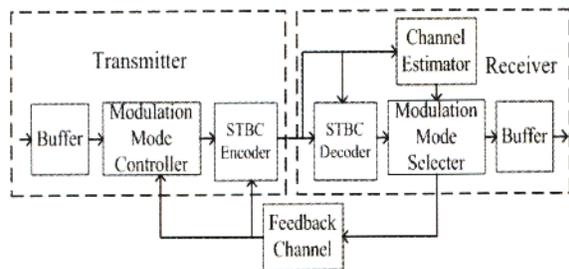


Figure 2 Block Diagram of wireless link with combined queuing and MIMO Adaptive Modulation model

Block diagram of base station transmitter and client receiver as shown in figure 2, a queue (buffer) is implemented at the base station of the wireless link, and operates in a first-in first-out (FIFO) mode. The AM mode controller follows the queue at the base station (transmitter), and the AM selector is implemented at the client (receiver). The layer structure of the system under consideration and the processing units at each layer is shown in figure 3 and 4.

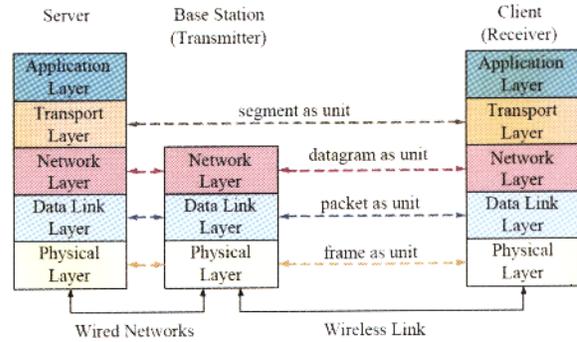


Figure 3. Cross layer Structure.

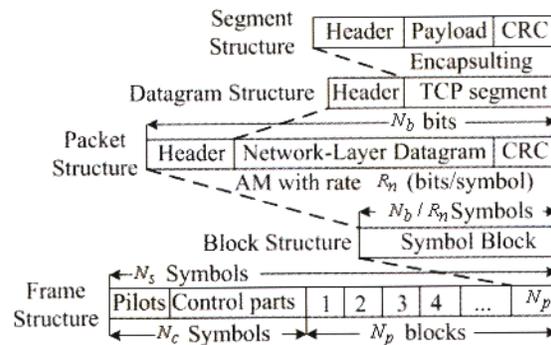


Figure 4. Processing units in each layer.

Physical layer of wireless link, assume that multiple transmission modes, with each mode representing pair of a specific modulation format and a forward error correcting (FEC) code, in HIPERLAN/2 and IEEE 802.11a standards. Based on the channel estimation at the receiver, AM selector determines the modulation coding pair (mode), which is sent back to the transmitter through feedback channel to update the transmission mode. Coherent demodulation and maximum likelihood (ML) decoding are employed at the receiver. The decoded bit streams are mapped to packets, which are pushed upward to the data link layer. The data transmitted frame by frame through the wireless link, where each frame contains a fixed number of symbols (T_s), frame duration (T_f seconds) is constant. Each frame may contain one or more packets from data link layer.

Data link layer of base station (transmitter), the queue has finite-length of K packets to serve the AM module at physical layer. Each packet contains a fixed number of bits (N_b), which include packet header, payload, and cyclic redundancy check (CRC) bits. After modulation and coding with mode n as rate R_n (bits/symbol), each packet mapped to a symbol-block containing N_b/R_n symbols. Multiple blocks together with N_c pilot symbols and control parts, constitute one frame to be transmitted, as in the HIPERLAN/2 and the IEEE 802.11a standards. If mode n is used, it follows that the number of symbols per frame as $N_s = N_c + N_p N_b / R_n$, which implies that N_p (the number of packets per frame) depends on the chosen mode.

Network layer will not deal with routing issues. At the base station, the arrival process of the datagram stream is assumed to be independent of the AM and queue status. Each datagram has fixed length of bytes including header and payload, which is contained in only one packet at the data link layer.

Transport layer of server and the client, the TCP Reno protocols was implemented in [6]. The triple-duplicate acknowledgment (ACK) based congestion control is investigated. Other issues such as time-out, window-size limitation and out-of-sequence effects go beyond the scope of this paper. Each segment contains a fixed number of bytes, which is transported by one datagram through the network.

B. MIMO Nakagami Fading Channel

MIMO system employs STBC with N_T transmit antennas and N_R receive antennas under $N_T \times N_R$ MIMO quasic-static Nakagami- m fading channel model. Under these assumptions, the MIMO channel can be represented, within one frame period, by the matrix:

$$H = \left[h_{jk} = \alpha_{jk} e^{i\theta_{jk}} \right]_{j,k=1}^{nRnT} \quad (1)$$

$i^2 = -1$, α_{jk} is path gain between k^{th} transmit and j^{th} receive antennas. Nakagami random variable model with parameter m and ϕ is uniformly distributed from 0 to 2π . Without loss of generality, the average fading power $E[\alpha_{jk}^2]$ can be normalized as m , where $E[\cdot]$ denotes the expectation operator. The probability density function of STBC, $p_{\gamma_{STBC}}(\gamma)$ is given by

$$p_{\gamma_{STBC}}(\gamma) = \frac{\gamma^{mK-1} \left(\frac{mn_T R_c}{\gamma} \right)^{mK}}{\Gamma(mK)} e^{-\frac{mn_T R_c}{\gamma}}, \gamma \geq 0 \quad (2)$$

$\bar{\gamma} = E\{\gamma\}$ is the average received SNR, $\Gamma(a) = \int_0^\infty t^{a-1} e^{-t} dt$ is the Gamma function, and m is the Nakagami fading parameter ($m \geq 1/2$), $K = n_R n_T$. The Nakagami- m channel model is chosen because it encompasses a large class of fading channels; e.g., it includes the Rayleigh channel as a special case when $m = 1$ [8].

C. Adaptive Modulation System

The objective of AM is to maximize the data rate by adjusting transmission parameters to the available CSI while maintaining a prescribed packet error rate (P_0). Let N denotes the total number of available transmission modes ($n = 8$). Assume that the transmission power is constant, and the entire SNR range is divided into $n+1$ non-overlapping consecutive intervals, with the boundary points are denoted as $\{\gamma\}_{n=0}^{N+1}$. In this case,

$$\text{Chosen for } n \text{ mode, when } \gamma \in [\gamma_n, \gamma_{n+1}) \quad (3)$$

To avoid the deep channel fades problem, it can not send the data, $\gamma_0 \leq \gamma$, γ_0 is the threshold value of

with the wireless link (WL) model which input traffic rate B data arrive from transport layer, yields as outputs the average delay per segment over the wireless link T_{wl} and the segment loss rate p . Two key parameters are given as input TCP model, to derive the new estimates of the traffic arrival rate for WL model. The procedure is repeated until convergence on the parameter estimates is reached. The steady-state behavior of the system can then be analyzed.

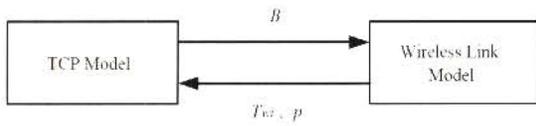


Figure 5 fixed-point analytical models

A. TCP Model

In [7] TCP model is established, TCP segment sending rate (average number of segments sent from the server per time-unit) is approximated as [7, eq. (30)]:

$$B \approx \frac{1}{RTT} \sqrt{\frac{3}{2bp}} \tag{11}$$

RTT is the average end-to-end round-trip-time; $b = 2$ is the number of segments that are acknowledged by received ACK; and p is the segment loss rate. Based on the TCP retransmission mechanism, the average number of transmissions per segment is:

$$N_r = \sum_{k=1}^{\infty} kp^{k-1}(1-p) = \frac{1}{1-p} \tag{12}$$

Based on (11) and (12), the TCP throughput is:

$$\eta = \frac{B}{N_r} = B(1-p) = \frac{1-p}{RTT} \sqrt{\frac{3}{2bp}} \tag{13}$$

From (13) η is a function of p and RTT. As depicted in figure 1, the RTT can be approximated as [3, eq. (22)]:

$$RTT \approx 2T_0 + \underbrace{(T_q + T_s)}_{:=T_{wl}} + T_{wff} \tag{14}$$

$2T_0$ is the average delay (forward and backward) over wire part of end-to-end connection; T_q is the average waiting time per segment in the queue at the base station; T_s is the average transmission time per segment over the wireless channel, i.e., the average service time per segment upon the queue; T_{wff} is the feedback delay for an ACK over the wireless channel from the client to the base station, which includes the processing, scheduling, and queuing delays; and T_{wl} is the average transmission delay per segment over the wireless link, which includes waiting and service time. As in [3], assume T_0 and T_{wff} are known constants, and thus only T_{wl} is left to determine from our following WL model.

B. Wireless Link Model

Model of Queuing Service Process based on AM:

Different from non-adaptive modulations, AM dictates a dynamic, rather than deterministic, service process for the queue, with a variable number of packets transmitted per time unit. Let t index the time units, and C_t (packets/time-unit) denote the number of packets transmitted using AM at time t . Let c_n (packets/time-unit) denote the number of packets transmitted per time-unit. Then,

$$C_t \in \mathbb{I}, \quad \mathbb{I} := \{c_n : n = 0, 1, \dots, N\} \tag{15}$$

c_n is positive integer values. Suppose that the rate $R = 1$ transmission mode (e.g., Mode 1 in Table I), total of d packets can be accommodated per frame. Then

SNR, which corresponds to the mode =0 with adaptive rate $R_0=0$ bits/symbol. The design of objective for AM is to determine the boundary points $n \{\gamma\}_{n=0}^{N+1}$

Generally, for Nakagami- m fading channels with Gray-mapped M-QAM Modulation, the packet error rate (PER) can be approximate PER in the presence of additive white Gaussian noise (AWGN), as [4]

$$PER_n(\gamma) \approx \begin{cases} 1, & \text{if } 0 < \gamma < \gamma_{pn} \\ a_n \exp(-g_n \gamma), & \text{if } \gamma \geq \gamma_{pn} \end{cases} \quad (4)$$

n is the mode index, γ is the received SNR, and the mode-dependent parameters a_n , g_n , and γ_{pn} are obtained by least square fitting (4) to the exact PER. With packet length $N_b=1,080$, the fitting parameters for transmission modes are provided in Tables I [2].

TABLE I
ADAPTIVE MODULATION PARAMETER

Mode	Modulation	R_n (bit/sym.)	a_n	g_n	γ_{pn} (dB)
1	BPSK	1	107.95	1.0224	6.7
2	QPSK	2	109.06	0.5117	9.7
3	8QAM	3	93.44	0.1706	14.7
4	16QAM	4	85.01	0.1025	16.7
5	32QAM	5	74.41	0.0394	20.6
6	64QAM	6	67.46	0.0244	22.7
7	128QAM	7	61.07	0.0097	26.6

Based on (2) and rate region, the mode will be chosen with probability $(P_r(n))$, [4, eq.(4)]. In practice, $\gamma_n > \gamma_{pn}$ and thus obtain closed-form \overline{PER}_n [4]. The average PER of AM can be computed the ratio of the average number of packets error over the total average number of transmitted packets [1].

$$\overline{PER} = \frac{\sum_{n=1}^N R_n \overline{PER}_n}{\sum_{n=1}^N R_n} \quad (5)$$

D. Finite State Markov Chain Model

Assume slow fading conditions so that transition happens only between adjacent states, the probability of transition exceeding two consecutive states is zero [8], i.e.,

$$P_{l,n} = 0, |l-n| \geq 2 \quad (6)$$

The adjacent-state transition probability is determined in [4]:

$$P_{n,n+1} = \frac{G_{n+1} T f}{P_r(n)}, \quad \text{if } n = 0, \dots, N-1$$

$$P_{n,n-1} = \frac{G_n T f}{P_r(n)}, \quad \text{if } n = 1, \dots, N$$
(7)

G_n is cross-rate of mode n (either upward or downward), G_n is estimated as in [9].

$$G_n = \sqrt{2\pi} \cdot \frac{f_d}{\Gamma(mK)} \left(\frac{mR_c m_T \gamma_n}{\gamma} \right)^{mK-0.5} e^{-\left(\frac{mR_c m_T \gamma_n}{\gamma} \right)} \quad (8)$$

f_d denote the mobility-induced doppler spread. The probability of staying at the same state n is :

$$P_{n,n} = \begin{cases} 1 - P_{n,n+1} - P_{n,n-1}, & \text{if } 0 < n < N \\ 1 - P_{0,1}, & \text{if } n = 0 \\ 1 - P_{N,N-1}, & \text{if } n = N \end{cases} \quad (9)$$

In summary, the channel model as a FSMC with an $(N+1) \times (N+1)$ state transition matrix, which is banded as

$$P_c = [P_{i,j}]_{(N+1) \times (N+1)} \quad (10)$$

II. PERFORMANCE ANALYSIS

System performance analysis will rely on the fixed point procedure, already used for studying TCP traffic both in wired and wireless environment [2]. This procedure is illustrated in figure. 5, TCP model is coupled

$c_n = dR_n$, d is up to the designer's choice. In (15), the AM module yields a queue server with a total of $N+1$ states $\{c_n\}_{n=0}^N$, with the service process C_t representing the evolution of server states. Since the AM mode n is chosen when the channel enters the state n , service process model C_t as FSMC with transition matrix given by (10).

Queuing Analysis: The queuing service process, focus on the queue itself. Let U_t denote the queue state (number of packets in queue) at the end of time-unit t , or, at the beginning of time-unit $t+1$. Let A_t denote the number of packets arriving in time t . It is clear that $U_t \in u := \{0, 1, \dots, K\}$, and $A_t \in A \{0, 1, \dots, \infty\}$. Here, A_t only needs to be stationary and independent of U_t and C_t . For convenience, assume that A_t is Poisson distributed with parameter λ :

$$P(A_t = a) = \frac{\lambda^a \exp(-\lambda)}{a!}, \quad a \geq 0, \quad (16)$$

The ensemble-average $E\{A_t\} = \lambda = B$ is determined by the TCP sending rate.

Let (U_{t-1}, C_t) denote the pair of queue and server states, whose variation is modeled as an augmented FSMC [4]. We have proved that the stationary distribution of (U_{t-1}, C_t) exists and is unique; see [4, eq. (19)] for the calculation of the stationary distribution denoted as:

$$P(U = u, C = c) = \lim_{t \rightarrow \infty} P(U_{t-1} = u, C_t = c) \quad (17)$$

Wireless Link Performance: Now ready to evaluate the segment loss rate p and the delay T_{wl} when finite-length queuing is coupled with AM. Since each segment is carried by one datagram and each datagram is encapsulated into one packet, the segment loss rate p

equals the packet loss rate (the ratio of the number of incorrectly received packets at the client over those arriving upon the queue at the base station). Let P_d denote the packet dropping (overflow or blocking) probability upon the queue. Based on $P(A_t = a)$ in (16) and $P(U = u, C = c)$ in (17), readily computed P_d , as illustrated in [4, eq. (28)]. A packet is correctly received by the client, only if it is not dropped from the queue ($1 - P_d$ probability), and is correctly received through the wireless channel ($1 - P_0$ probability). The segment loss rate express as [4, eq. (22)]:

$$p = 1 - (1 - P_d)(1 - P_0) \quad (18)$$

Derive the average delay over the wireless link T_{wl} . With the stationary distribution $P(U = u, C = c)$ in (17), we can derive the average number of segments in the wireless link (both in the queue and in transmission) as:

$$N_{wl} = \sum_{u \in U, c \in C} u P(U = u, C = c) + \sum_{u \in U, c \in C} \min\{u, c\} P(U = u, C = c) \quad (19)$$

Based on Little's Theorem, the average delay per segment through the wireless link can be calculated as:

$$T_{wl} = \frac{N_{wl}}{B(1 - P_d)} \quad (20)$$

In summary, given a target packet error rate P_0 , Doppler spread fd , average SNR $\bar{\gamma}$, Nakagami parameter m , queue length K and TCP sending rate B , we can obtain the system performance of the wireless link analytically through the following steps:

- 1) Determine the boundary points of AM $\{\gamma_n\}_{n=0}^{N+1}$ by the threshold searching algorithm.

2) Build the transition matrix P_c in (10) for the channel as well as the queue server states.

3) Compute the stationary distribution $P(U = u, C = c)$ as in (16).

4) Calculate the segment loss rate p from (18), and the average delay T_{wlf} from (20).

III. CROSS-LAYER OPTIMIZATION

Simple example of parameter optimization, maximize the TCP throughput η by tuning P_0 in AM design at the physical layer. The steps are:

Step 1: Determine TCP throughput $\eta(P_0)$ via the fixed-point procedure for each $P_0 \in P$, P is the set of possible target PER values.

Step 2: Select the optimal P_0 as:

$$P_0^{opt} = \arg \max_{P_0 \in P} \eta(P_0) \quad (21)$$

These steps are repeated, each time the parameters are updated.

IV. NUMERICAL RESULTS

Simulation parameters setup, $d = 2$, $T_f = 10$ (ms), $T_0 = 50$ (ms) and $T_{wlf} = 3$ (ms), $f_d T_f = 0.02$ and buffer length $K = 10$. Plot curves of the TCP throughput η (segments/ second) versus the target packet error rate P_0 . Figure 6 shows the different number of transmitter and receiver with average SNR $\bar{\gamma} = 10$ (dB). When the target packet error rate is increased, MIMO technique have higher TCP throughput than MISO, SIMO, and SISO. Figure 7 shows the TCP throughput with different Nakagami fading parameters with average SNR $\bar{\gamma} = 10$ (dB). When the Nakagami fading parameter is increased, the TCP throughput is increased. Figure 8 shows the TCP

throughput with different average SNR. When average SNR is increased, the TCP throughput is increased.

V. CONCLUSIONS

The analysis of end-to-end connection equipped with AM at the physical layer, finite-length queuing at the data link layer and the TCP protocol at the transport layer for transmit diversity systems employing orthogonal space-time block coding (STBC) over MIMO Nakagami fading channel model. Results of the TCP throughput improvement by using the cross-layer with multiple transmit antennas and possibly multiple receive antennas and the effect of different parameters on TCP throughput are demonstrated clearly. By compare with [4], TCP throughput is increased 25%.

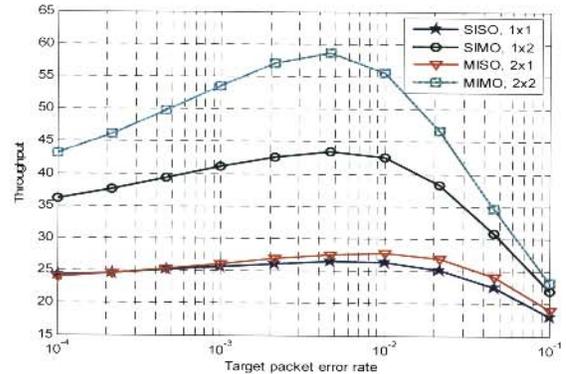


Figure 6. Packet dropping probability with different Nakagami fading parameter.

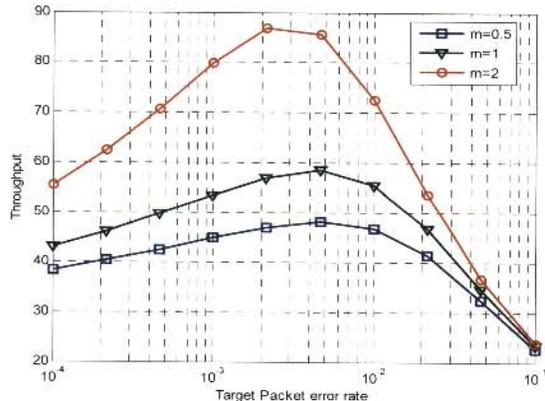


Figure 7. Packet loss rate with different Nakagami fading parameter.

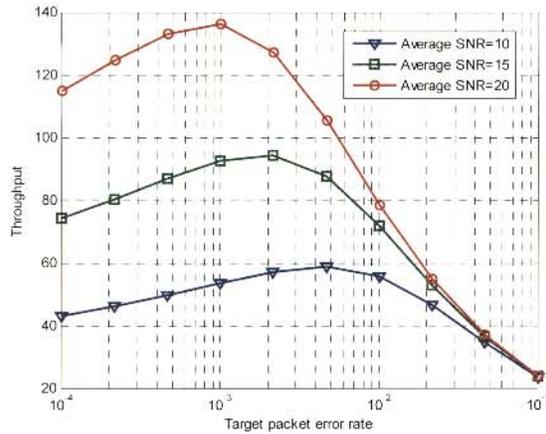


Figure 8. Normalized throughput with different Nakagami fading parameter.

In summary, the cross-layer design improves TCP throughput, requires minimal cross-layer information, has low-complexity and is backward compatible.

REFERENCES

[1] M.-S. Alouini and A. J. Goldsmith, "Adaptive modulation over Nakagami-fading channels," *J. Wireless Commun.*, vol. 13, pp. 119–143, May 2000.

[2] A. Maaref, and S. Aissa, "Combine Adaptive Modulation and Truncated ARQ for Packet Data Transmission in MIMO Systems," *IEEE Commun. Society, Globecom 2004*, pp. 3818-3822, 2004.

[3] C. F. Chiasserini and M. Meo, "A reconfigurable protocol setting to improve TCP over wireless," *IEEE Trans. on Veh. Tech.*, vol. 51, no. 6, pp. 1608–1620, Nov. 2002.

[4] Q. Liu, S. Zhou, and G. B. Giannakis, "Queueing with adaptive modulation and coding over wireless links: Cross-layer analysis and design," *IEEE Trans. On wireless comm.*, vol. 4 pp. 1143-1153, May 2005.

[5] B. Liu, D. L. Gocckel, and D. Towsley, "TCP-cognizant adaptive forward error correction in

wireless networks", in *Proc. of GLOBECOM*, vol. 3, pp. 2128–2132, Nov. 2002.

[6] Q. Liu, S. Zhou, and G. B. Giannakis, "Cross-layer combining of adaptive modulation and coding with truncated ARQ over wireless links," *IEEE Trans. on Wireless Commun.*, 2004.

[7] J. Padhye, V. Firoiu, D. F. Towsley, and J. F. Kurose, "Model in TCP Reno performance: a simple model and its empirical validation," *IEEE/ACM Trans. on Networking*, vol. 8, no. 2, pp. 133–145, Apr. 2000.

[8] Q. Zhang and S. A. Kassan, "Finite-stat Markov model for Rayleigh fading channels," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 47, pp. 1688-1629, Nov. 1999.

[9] M. D. Yacoub, J. E. Vargas Bautista, and L. G. de R. Guedes, "On higher order statistics of the Nakagami-m distribution," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 48, pp. 790-794, May 1999

[10] Ju-Ling Zeng; Bing Xie; Wen-An Zhou; Jun-De Song, "Cross-layer Design Combining Adaptive Modulation and Coding with ARQ on Frequency Domain Subcarrier of OFDM," *Proc. IEEE Wireless Commun, WiCOM '08*, Oct. 2008.

การศึกษาอัตราส่วนของเส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ และเส้นใยฝ้ายเพื่อผลิตเป็นผ้าทอพื้นเมือง

The study of ratio between wool and cotton blend for producing native textile handicraft

ญาณิศรา โกมลศิริโชค และ ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์

สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0 2287 9633 E-mail : vachirapoo@yahoo.co.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมบัติผ้าทอพื้นเมืองจากเส้นด้ายพุ่งใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์และเส้นใยฝ้ายที่เหมาะสมกับการนำไปผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่ม โดยนำเส้นใยขนแกะพันธุ์ผสมมาทำการผสมกับเส้นใยฝ้ายพื้นเมือง เพื่อทำการทดลองปั่นเป็นเส้นด้ายใยผสมด้วยเครื่องแมริจันตรา โดยใช้อัตราส่วนผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้ายตามลำดับดังนี้ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำเส้นด้ายไปทำการทดสอบหาขนาด จำนวนเกลียวและปริมาณขน นำไปทอเป็นผืนผ้าด้วยกี่พื้นเมือง โดยใช้เส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 40/2 เป็นเส้นด้ายยืน เมื่อทอเป็นผืนผ้าเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทำการทดสอบความอ่อนนุ่ม ความสามารถในการกันความเย็นและการเป็นฉนวนความร้อน พบว่าเส้นด้ายใยผสมที่เหมาะสมจะนำไปผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่ม คือ เส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 25 : 75 เนื่องจากเมื่อนำไปผลิตเป็นผืนผ้าความสามารถในการกันความเย็นแตกต่างจากผืนผ้าที่ใช้เส้นด้ายขนสัตว์เป็นเส้นด้ายพุ่งร้อยละ 36.83 ค่าการเป็นฉนวนความร้อนลดลงจากผืนผ้าที่ใช้เส้นด้ายขนสัตว์เป็นเส้นด้ายพุ่งร้อยละ 11.79 และค่าความอ่อนนุ่มมีค่าสูงใกล้เคียงกับผ้าฝ้าย ซึ่งแตกต่างกันเพียงร้อยละ 2.07

คำสำคัญ: เส้นใยขนสัตว์, เส้นใยฝ้าย, เส้นด้ายใยผสม, ผ้าทอใยผสม

Abstract

The production of hand spinning woolen yarn by the tribe of Doi Monlan came from the agricultural experimental station at Praow County in Chiang Mai in which sheep are raised as a project of her majesty Queen Sirikit to bring the benefit of wool to the textile handicraft. However, the fabric produced with pure woolen yarn gave a harsh touch and became unpopular to consumers. To solve the problem, this research was concentrated on blending wool with cotton in different ratios. The objective was to study the woven fabric properties which included thermos testing, stiffness, and insulation effectiveness. The proportion by weight between wool and cotton (only on weft yarn) were 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100. The woolen fabrics were woven with native hand loom. The result indicated that the ratio of blend between woolen yarn and cotton yarn which was proper to produce the fabric was 25:75 respectively. The thermos was decreased from

the fabric with pure woolen weft yarn for 36.83%, the insulation was decreased for 11.79%, and the stiffness is very close to cotton yarn in which the difference was only 2.07%

Keywords: wool fiber, cotton fiber, blend yarn, blend fabric

1. บทนำ

โครงการตามพระราชดำริของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ มอบหมายให้สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเชียงใหม่ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทำการเลี้ยงและเพาะพันธุ์แกะบนที่สูง เพื่อนำขนแกะมาใช้ประโยชน์ทางด้านหัตถกรรมสิ่งทอ โดยแกะที่เลี้ยงเป็นพันธุ์ผสม ซึ่งลักษณะขนที่ได้เป็นขนที่หยابและสกปรก ก่อนนำไปใช้งานจะนำขนแกะที่ได้ไปทำความสะอาดโดยการซักด้วยน้ำสะอาดและปั่นเป็นเส้นด้ายโดยกรรมวิธีการปั่นมือ เส้นด้ายที่ปั่นได้มีผิวสัมผัสที่หยابกระด้าง จึงได้รับการส่งเสริมจากโครงการพระราชดำริฯ ให้นำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ผ้าปูโต๊ะ ผ้าคลุมไหล่ หมวก เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการนำเส้นด้ายขนแกะไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ นั้น ไม่ได้นำไปผลิตเป็นเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งเป็นการสูญเสียและใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่าที่สมบัติเด่นของขนสัตว์ คือ การให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ เนื่องจากเส้นใยขนสัตว์มีสมบัติที่ดีเหมาะแก่การนำไปทำเสื้อผ้าที่ให้ความอบอุ่นและความสบายแก่ผู้สวมใส่ เพราะเส้นใยขนสัตว์เป็นฉนวนความร้อนที่ดี ดูดความชื้นได้ดี จากสาเหตุที่เส้นด้ายขนแกะมีผิวสัมผัสที่หยابกระด้าง ทำให้ผลิตภัณฑ์ผ้าขนแกะจากการส่งเสริมและสนับสนุนตามโครงการพระราชดำริฯ ยังไม่เป็นที่นิยมสำหรับผู้บริโภคสินค้าหัตถกรรมสิ่งทอประเภทเครื่องแต่งกาย ซึ่งผู้บริโภคกลุ่มดังกล่าวเป็นผู้บริโภคกลุ่มใหญ่สำหรับสินค้าหัตถกรรมสิ่งทอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำเส้นใยขนสัตว์มาผสมกับเส้นใยฝ้ายเพื่อให้เหมาะกับการนำไปผลิตเป็นผืนผ้าสำหรับเครื่องแต่งกาย เนื่องจากเส้นใยฝ้ายเป็นเส้นใยที่มีความอ่อนนุ่ม มีสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดี เมื่อเส้นใยดูดซับความชื้นและน้ำได้ดีจะทำให้ผู้สวมใส่มีความสบายตัว ประกอบกับเป็นเส้นใยที่มีความละเอียดและเป็น

เส้นใยที่ค่อนข้างมีความสม่ำเสมอ เมื่อผลิตเป็นผ้าจะได้ผ้าที่มีความละเอียดและนุ่ม ส่วนเส้นใยขนสัตว์เป็นเส้นใยที่ไม่มีความสม่ำเสมอ โดยเฉพาะแกะพันธุ์ผสม เมื่อผลิตเป็นผ้าจะได้ผืนเนื้อหยابกระด้าง

ในการผลิตเป็นเส้นด้ายใยผสมคาดว่าเมื่อนำเส้นใยทั้ง 2 ชนิดมาทำการผสม จะสามารถปั่นให้เข้ากันได้ เนื่องจากเส้นใยขนสัตว์มีรูปร่างทางด้านยาวเป็นเกล็ดเหมือนเกล็ดปลาหรือสเกลเรียงซ้อนกัน ส่วนเส้นใยฝ้ายจะมีรูปร่างยาวคล้ายริบบิ้นที่ถูกจับบิดเป็นช่วงๆ [1] เมื่อนำมาทำการปั่น เส้นใยจะเกาะพันกันได้ดีเมื่อตีเกลียวเป็นเส้นด้าย [2] แต่ในการนำเส้นใยขนสัตว์และเส้นใยฝ้ายมาผสมและปั่นเป็นเส้นด้ายนั้นจะต้องทำการผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผืนผ้าที่มีความอ่อนนุ่มและยังคงมีสมบัติด้านการให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย

2. วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินโครงการดังนี้

- 2.1 ทดสอบสมบัติของเส้นใยขนสัตว์และเส้นใยฝ้ายในด้านขนาดและความยาวของเส้นใย
- 2.2 ผสมเส้นใยขนสัตว์และเส้นใยฝ้าย
- 2.3 ทดสอบหาอัตราส่วนผสมของเส้นด้ายใยผสม
- 2.4 ปั่นเส้นใยที่ผ่านการผสมเส้นใยให้เป็นเส้นด้ายด้วยเครื่องแมลริจิกรา
- 2.5 ทดสอบสมบัติของเส้นด้ายใยผสม
- 2.6 ผลิตผ้าทอใยผสมด้วยกี่พื้นเมือง โครงสร้างเป็นลายขัด (Plain Weave)
- 2.7 กำหนดอัตราส่วนผสมของผ้าทอใยผสม
- 2.8 ทดสอบสมบัติของผืนผ้าด้านความอ่อนนุ่ม ความสามารถในการกันความเย็นและการเป็นฉนวนความร้อน

2.9 กำหนดราคาต้นทุนผ้าทอ

3. ผลการวิจัย

3.1 การทดสอบหาอัตราส่วนผสมของเส้นด้ายใยผสม ให้ผลการทดสอบตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาอัตราส่วนผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้าย

อัตราส่วนผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้าย	ผลการทดสอบ
75 : 25	69.94 : 30.06
50 : 50	50.42 : 49.58
25 : 75	22.97 : 77.03

3.2 การคำนวณอัตราส่วนผสมของผ้าทอ ใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์และเส้นใยฝ้าย ด้วยการคำนวณน้ำหนักผ้าทอแบบปอนด์ต่อหลาแล้วเทียบหา อัตราส่วนผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์และเส้นใยฝ้าย โดยอ้างอิงผลของการทดสอบหาอัตราส่วนผสมของเส้นด้ายใยผสม มีอัตราส่วนผสมดังตารางที่ 3

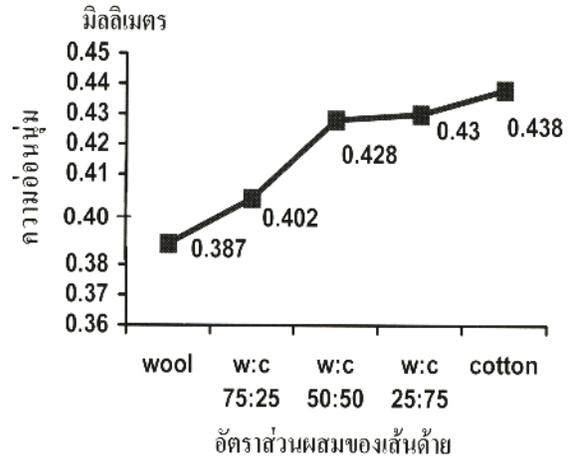
ตารางที่ 3 ผลการคำนวณอัตราส่วนผสมของผ้าทอ ใยผสม

ชนิดของเส้นด้ายพุ่ง	อัตราส่วนผสมของผ้าทอใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้าย
Wool	64.158 : 35.842 ~ 64 : 36
Wool : Cotton = 75 : 25	43.943 : 56.057 ~ 44 : 56
Wool : Cotton = 50 : 50	31.727 : 68.273 ~ 32 : 68
Wool : Cotton = 25 : 75	14.688 : 85.315 ~ 15 : 85
Cotton	0 : 100

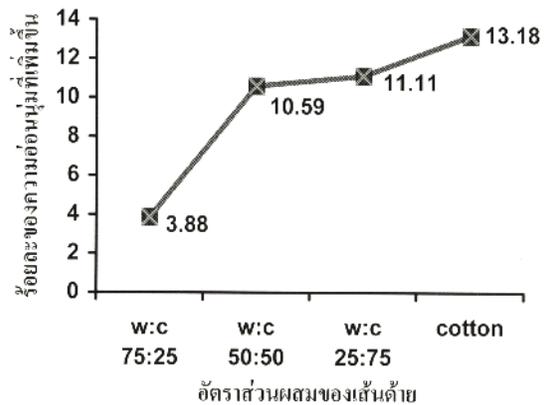
3.3 การทดสอบสมบัติของผืนผ้า

3.3.1 การทดสอบสมบัติของผืนผ้าด้านความ อ่อนนุ่ม พบว่าผ้าทอด้วยเส้นด้ายใยผสมมีความอ่อนนุ่มที่

แตกต่างกัน โดยผ้าทอจากเส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายฝ้ายมีความอ่อนนุ่มมากที่สุด ส่วนผ้าทอจากเส้นด้ายพุ่งเป็น ขนสัตว์มีความอ่อนนุ่มน้อยที่สุด ตามภาพที่ 1 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นค่าร้อยละความอ่อนนุ่มของผ้าทอ ใยผสมจะเพิ่มขึ้นจากผืนผ้าที่ใช้เส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายขนสัตว์ตามภาพที่ 2



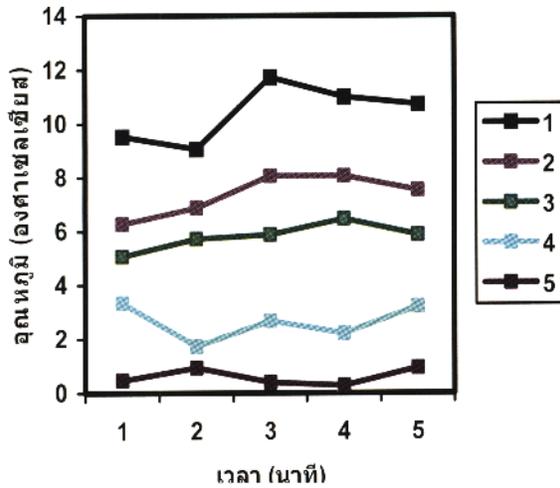
ภาพที่ 1 ค่าความอ่อนนุ่มของเส้นด้ายแต่ละชนิด



ภาพที่ 2 ค่าร้อยละของความอ่อนนุ่มที่เพิ่มขึ้นของเส้นด้ายแต่ละชนิด

3.3.2 การทดสอบสมบัติของผืนผ้าในด้านความสามารถในการกันความเย็นของผ้าทอใยผสม พบว่าผ้าทอใยผสมแต่ละชนิดมีความสามารถในการกันความเย็นที่แตกต่างกันเมื่อทำการทดสอบเป็นระยะเวลาระหว่าง 1-5

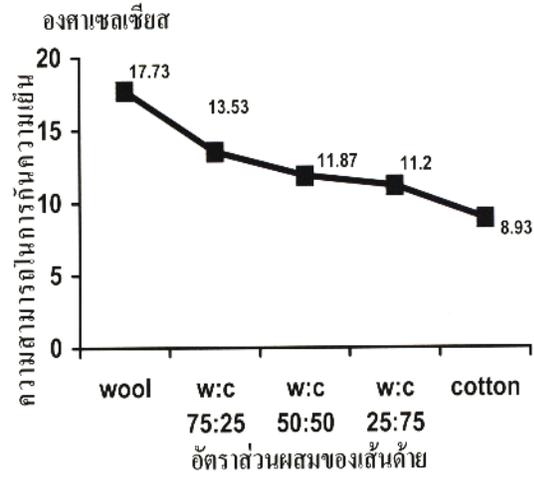
นาที่ ตามภาพที่ 3 เมื่อผ่านการทดสอบเป็นเวลา 5 นาที สรูปความสามารถในการกันความชื้นได้ตามภาพที่ 4 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นค่าร้อยละของความสามารถในการกันความชื้นของผืนผ้า พบว่าผืนผ้าแต่ละชนิดมีความสามารถในการกันความชื้นลดลงจากผืนผ้าที่ใช้เส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายขนสัตว์ ตามภาพที่ 5



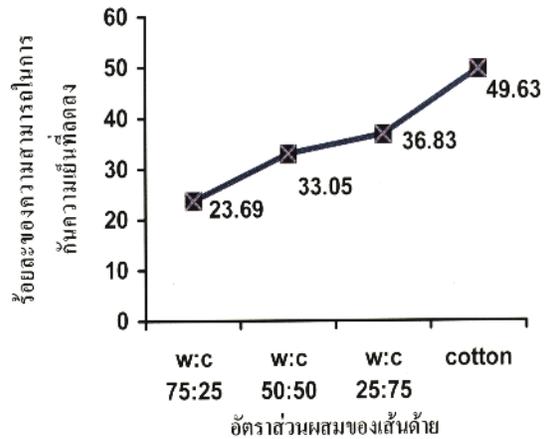
ภาพที่ 3 ความสามารถในการกันความชื้นของผ้าทอใยผสม

หมายเหตุ

- 1 = ผ้าทอใยผสมจากเส้นด้ายพุ่งซึ่งเป็นขนสัตว์
- 2 = ผ้าทอใยผสมจากเส้นด้ายพุ่งซึ่งเป็นเส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้าย = 75 : 25
- 3 = ผ้าทอใยผสมจากเส้นด้ายพุ่งซึ่งเป็นเส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้าย = 50 : 50
- 4 = ผ้าทอใยผสมจากเส้นด้ายพุ่งซึ่งเป็นเส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้าย = 25 : 75
- 5 = ผ้าทอใยผสมจากเส้นด้ายพุ่งซึ่งเป็นฝ้าย

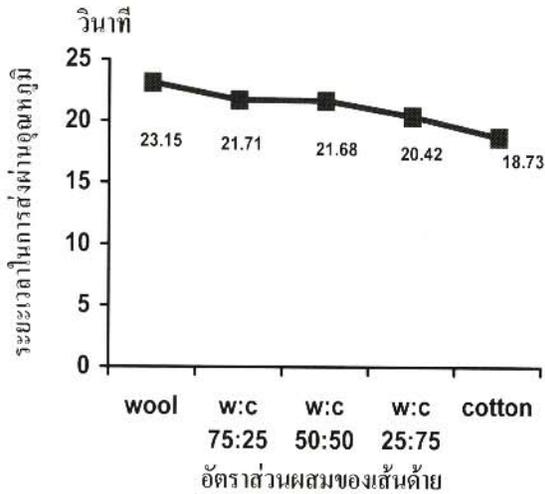


ภาพที่ 4 ความสามารถในการกันความชื้นของผ้าทอใยผสมเมื่อผ่านการทดสอบ 5 นาที

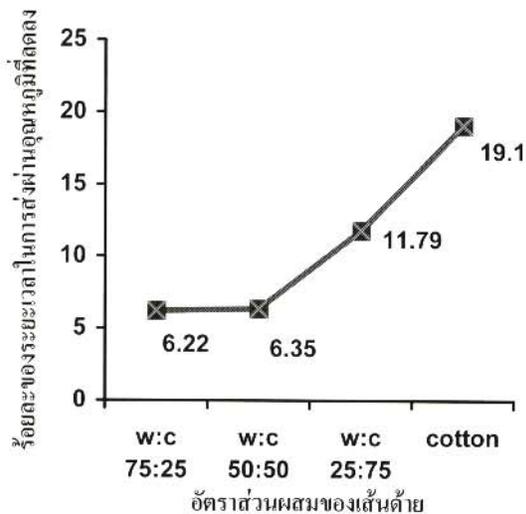


ภาพที่ 5 ค่าร้อยละของความสามารถในการกันความชื้นของผ้าทอใยผสมที่ลดลง

3.3.3 การทดสอบสมบัติของผืนผ้าด้านการเป็นฉนวนความร้อน ด้วยเครื่อง Themaphate ที่อุณหภูมิ 40°C พบว่าผ้าทอใยผสมแต่ละชนิดมีระยะเวลาการส่งผ่านความร้อนที่แตกต่างกันตามภาพที่ 6 และเมื่อทำการเปรียบเทียบเป็นค่าร้อยละพบว่าผ้าทอใยผสม แต่ละชนิด ใช้ระยะเวลาในการส่งผ่านความร้อนลดลงจากผ้าทอใยผสมที่ใช้เส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายขนสัตว์ตามภาพที่ 7



ภาพที่ 6 ระยะเวลาในการส่งผ่านอุณหภูมิของผ้าทอใยผสม



ภาพที่ 7 ค่าร้อยละของระยะเวลาในการส่งผ่านอุณหภูมิร้อนที่ลดลงของผ้าทอใยผสม

3.6 การคำนวณราคาต้นทุนผ้าทอ ทำการคำนวณจากอัตราส่วนผสม โดยคำนวณราคาของเส้นด้ายรวมกับค่าแรงในการทอออกมาเป็นผืนผ้าในรูปของราคา (บาท) ต่อหลา ได้ผลตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ราคาต้นทุนผ้าทอ

ชนิดของเส้นด้ายพุ่ง	ราคาต้นทุนผ้าทอ (บาท/หลา)
Wool	77.05
Wool : Cotton = 75 : 25	73.25
Wool : Cotton = 50 : 50	72.07
Wool : Cotton = 25 : 75	70.97
Cotton	70.33

4. อภิปรายและวิจารณ์

จากการทดลองผลิตผ้าทอใยผสมแล้วนำไปทำการทดสอบต่างๆ นั้น พบว่าผ้าทอจากเส้นด้ายพุ่งที่เป็นเส้นด้ายฝ้ายให้ค่าความอ่อนนุ่มมากที่สุด คือ มีค่า = 0.438 มิลลิเมตร ส่วนผ้าทอใยผสมที่ใช้เส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายขนสัตว์ให้ค่าความอ่อนนุ่มต่ำที่สุด คือ มีค่า = 0.387 มิลลิเมตร เนื่องจากเส้นใยฝ้ายที่นำมาทำการทดลองเป็นเส้นใยที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นใยขนสัตว์คือ มีขนาด 16.74 ไมครอน ส่วนเส้นใยขนสัตว์มีขนาด 22.96 ไมครอน ประกอบกับเมื่อนำเส้นด้ายทั้ง 2 ชนิดมาผสมและปั่นเป็นเส้นด้ายนั้น เส้นด้ายฝ้ายและเส้นด้ายใยผสมที่มีอัตราส่วนผสมของเส้นใยฝ้ายมากกว่าเส้นใยขนสัตว์จะมีปริมาณขนมากกว่าเส้นด้ายใยผสมที่มีอัตราส่วนผสมของเส้นใยขนสัตว์มากกว่าเส้นใยฝ้าย ดังนั้นจึงส่งผลให้ผ้าทอใยผสมที่มีอัตราส่วนของเส้นใยฝ้ายมากกว่าเส้นใยขนสัตว์มีความอ่อนนุ่มมากกว่า การทดสอบความสามารถในการกันความชื้นของผ้าทอใยผสม พบว่าผ้าทอใยผสมจากเส้นด้ายพุ่งที่เป็นเส้นด้ายขนสัตว์มีความสามารถในการกันความชื้นได้มากที่สุด คือสามารถกันความชื้นได้ที่ 17.73°C ส่วนผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายฝ้ายมีความสามารถในการกันความชื้นได้น้อยที่สุด คือสามารถกันความชื้นได้เพียง 8.93°C เนื่องจากเส้นใยขนสัตว์มีสมบัติทางกายภาพที่สามารถดูดความชื้นได้สูงกว่าเส้นใยฝ้าย เพราะมีลักษณะตามขวางเป็นเกล็ด (scale) เล็กๆ เรียงซ้อนกัน เมื่อเส้นใยขนสัตว์ดูดความชื้นจะคายความร้อนออกรอบๆ เส้นใย [2] ทำให้ความสามารถในการกันความชื้นของผ้าทอใยผสมที่มีปริมาณของเส้นใยขนสัตว์มาก มีความสามารถในการกันความชื้นได้ดีกว่าผ้าทอใยผสมที่มีปริมาณส่วนผสม

ของเส้นใยฝ้ายมาก ส่วนการทดสอบการเป็นฉนวนความร้อนของผ้าทอใยผสม พบว่าผ้าทอใยผสมจากเส้นด้ายพุ่งที่เป็นขนสัตว์มีระยะเวลาในการส่งผ่านอุณหภูมิตั้งแต่ที่น้อยที่สุด คือ มีระยะเวลาในการส่งผ่านอุณหภูมิตั้งที่ 23.15 วินาที ส่วนผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายฝ้ายมีระยะเวลาในการส่งผ่านอุณหภูมิตั้งที่น้อยที่สุด คือมีระยะเวลาในการส่งผ่านอุณหภูมิตั้งที่ 18.73 วินาที สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเส้นใยขนสัตว์มีสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนที่ดีกว่าเส้นใยฝ้าย เพราะเส้นใยขนสัตว์มีลักษณะทางกายภาพที่เป็นลอนหรือมีรอยหยักงอที่เกิดจากธรรมชาติเป็นจำนวนมาก ทำให้มีปริมาณของโพรงหรือช่องว่างของเส้นใยสูง สามารถเก็บความร้อนไว้ได้ดี [3] เมื่อนำไปผสมกับเส้นใยฝ้ายซึ่งเป็นเส้นใยที่มีสมบัติในการเป็นฉนวนความร้อนน้อยกว่า เส้นใยขนสัตว์ จึงทำให้ความสามารถในการเป็นฉนวนความร้อนของผ้าทอใยผสมที่มีส่วนผสมของเส้นใยขนสัตว์มากกว่าเส้นใยฝ้ายให้ค่าการเป็นฉนวนความร้อนที่ดีกว่า

5. สรุปผล

จากผลการทดสอบผ้าทอใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์และเส้นใยฝ้ายที่กล่าวมาข้างต้น หากต้องการนำผ้าทอใยผสมไปผลิตเป็นเครื่องนุ่งห่ม สามารถที่จะเลือกใช้เส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 25:75 ไปใช้เพื่อการผลิต เนื่องจากเมื่อนำเส้นด้ายไปผลิตเป็นผืนผ้า ความสามารถในการกันความร้อนแตกต่างจากผืนผ้าที่ใช้เส้นด้ายขนสัตว์เป็นเส้นด้ายพุ่งร้อยละ 36.83 ค่าการเป็นฉนวนความร้อนลดลงจากผืนผ้าที่ใช้เส้นด้ายขนสัตว์เป็นเส้นด้ายพุ่งร้อยละ 11.79

และค่าความอ่อนนุ่มมีค่าสูงใกล้เคียงกับผ้าฝ้าย ซึ่งแตกต่างกันเพียงร้อยละ 2.07 หากเป็นเส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 50 : 50 ค่าความอ่อนนุ่มจะแตกต่างจากผ้าฝ้ายร้อยละ 2.59 ซึ่งแตกต่างเส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 25 : 75 เพียงร้อยละ 0.52 ถือว่ามีความแตกต่างกันน้อยส่วนราคาต้นทุนการผลิตผืนผ้าที่ใช้เส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 25 : 75 เป็นเส้นด้ายพุ่งจะอยู่ที่ 70.97 บาท/หลา ต่ำกว่าผ้าทอใยผสมที่ใช้เส้นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยขนสัตว์ : เส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 50:50 เป็นเส้นด้ายพุ่ง 1.10 บาท/หลา

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์ คุณกริชา สุภาพพรชัย คุณสรารุช อินสุวรรณ คุณวาสนา คำฟู คุณสิทธิโชค วงศ์คุณานันต์ คุณดิระ คงช่วยชาติ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] นवलนข ปาลินนิช. 2542. ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายพริ้นติ้ง.
- [2] อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2545. กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
- [3] Billie J.Collier and Helen H.Epps.1999. Textile Testing and Analysis. New Jersey : America.

การศึกษาอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ที่มีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ตามมาตรฐานญี่ปุ่น Z 3113-1975

A study of the influence of relative humidity of E 7016 and E 6013 electrode type to hydrogen evolved in deposited metal and according to JIS Z 3113-1975

ไพบุณย์ หาญมนต์¹

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Email : asspaiboon_h@yahoo.co.th

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ที่มีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ตามมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS Z 3113-1975) โดยการหาปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ภายใต้ปัจจัยการควบคุมดังนี้ คือ 1. เชื่อมเหล็กเหนียว (SS 400) ขนาด 25x130x12 มม. 2. ลวดเชื่อมอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 3. ลวดเชื่อมตากลมในอากาศ 4-8 ชั่วโมง มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % , 61 % , 62 % , 63 % , 64 % และ 65 % ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า เนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมชนิด E 7016 และ E 6013 ที่ผ่านการอบให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C จะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยต่อ 100 กรัม เท่ากับ 3.85 มิลลิลิตร และ 10.77 มิลลิลิตร ตามลำดับ เนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมชนิด E 7016 ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % , 61 % , 62 % , 63 % , 64 % และ 65 % จะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยต่อ 100 กรัม เท่ากับ 5.00 มิลลิลิตร, 5.11 มิลลิลิตร, 5.21 มิลลิลิตร, 5.37 มิลลิลิตร, 5.42 มิลลิลิตร และ 5.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ เนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมชนิด E 6013 ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % , 61 % , 62 % , 63 % , 64 % และ 65 % จะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยต่อ 100 กรัม เท่ากับ 14.74 มิลลิลิตร, 14.97 มิลลิลิตร, 15.12 มิลลิลิตร, 15.18 มิลลิลิตร, 15.20 มิลลิลิตร และ 15.25 มิลลิลิตร ตามลำดับ

สรุปได้ว่าอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 มีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อมสูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมสูงขึ้นด้วย

คำสำคัญ : ความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อม, ปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม, ลวดเชื่อม

ABSTRACT

A study of the influence of relative humidity of E 7016 and E 6013 electrode type to hydrogen evolved in deposited metal and according to JIS Z 3113 - 1975. The define hydrogen evolved in deposited metal by

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

welding E 7016 and E 6013 electrode type. The control factors are 1. welding mind steel with 25 x 130 x 12 mm dimension , 2. Electrode heating temperature at 80⁰C and 1 hour , 3. Electrode be out in the air to 4–8 hour. The relative humidity are 60% , 61% , 62% , 63% , 64% and 65% . The result of study show that the deposited metal with welding by E 7016 and E 6013 electrode type and electrode heating temperature at 80⁰C has average hydrogen evolved per 100 g equal to 3.85 ml. and 10.77 ml. respectively. The deposited metal welding by E 7016 electrode type to have relative humidity 60% , 61% , 62% , 63% , 64% , 65% and it has average hydrogen evolved per 100 g equal to 5.00 ml. , 5.11 ml., 5.21 ml. , 5.37 ml. , 5.42 ml. and 5.50 ml. respectively. The deposited metal welding by E 6013 electrode type to have relative humidity 60% , 61% , 62% , 63% , 64% , 65% and it has average hydrogen evolved per 100 g equal to 14.74 ml. , 14.97 ml., 15.12 ml. , 15.18 ml. , 15.20 ml. and 15.25 ml. respectively.

In conclusion , the influence of relative humidity of E 7016 and E 6013 electrode type have effect to hydrogen evolved in deposited metal when electrode with higher relative humidity give more hydrogen evolved.

Key Words: Relative humidity of electrode, Hydrogen evolved in deposited metal, Electrode

1. บทนำ

ปัจจุบันกระบวนการเชื่อมโลหะ มีบทบาทต่ออุตสาหกรรมการผลิตอย่างกว้างขวาง อาทิเช่น อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ และชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมผู้ต่อเรือ งานโครงสร้างอาคารที่เป็นโลหะ ฯลฯ แต่กรรมวิธีการเชื่อมโลหะในประเทศไทยจะพบปัญหาและอุปสรรค ในด้านปริมาณความชื้นในอากาศ (Relative Humidity) ซึ่งมีปริมาณความชื้นสูงจนทำให้เกิดปัญหาต่อคุณภาพของเนื้อเชื่อม เพราะความชื้นสามารถที่จะแทรกตัวเข้าไปในลวดเชื่อมได้ตลอดเวลา ในขณะที่ทำการเชื่อมลวดเชื่อมจะสัมผัสกับอากาศ ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งความชื้นในอากาศนี้มีธาตุที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเนื้อเชื่อม คือ ธาตุไฮโดรเจน(H) โดยทั่วไปไฮโดรเจนจะแทรกตัวเข้าไปในเนื้อเชื่อมได้ 3 รูปแบบ [3] ดังนี้ รูปแบบที่ 1 การรวมตัวในลักษณะที่โมเลกุลของไฮโดรเจนอยู่ในรูปสารประกอบของแก๊ส จะฝังตัวอยู่ในเกรนของเนื้อโลหะมีลักษณะเป็นฟองอากาศ ที่มีความกดดันสูง ซึ่งจะทำให้เนื้อเชื่อมเกิดโพรงอากาศและรูพรุน รูปแบบที่ 2 การรวมตัวในลักษณะที่โมเลกุล หรืออะตอมของไฮโดรเจนจะรวมตัวกันแล้วแทรกตัวอยู่ระหว่างผิวผลึกโครงสร้างของเนื้อเชื่อม จะทำให้เนื้อเชื่อมแตกหัก

ง่ายรูปแบบที่ 3 การรวมตัวในลักษณะที่อะตอมหรือไอออนของไฮโดรเจนเข้าร่วมตัวในระหว่างช่องว่างของผลึกโครงสร้างของเหล็ก ในขณะที่เนื้อเชื่อมแข็งตัว ดังนั้นอิทธิพลของธาตุไฮโดรเจนที่มีผลต่อเนื้อเชื่อม คือ เนื้อเชื่อมจะมีความสามารถเชิงกล (Mechanical Property) ลดลง ด้านทานแรงดึง แรงอัด แรงเฉือนได้ลดลง และเนื้อเชื่อมจะมีความเปราะแตกหักง่าย ซึ่งผลกระทบเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดอันตรายในงานโครงสร้างที่เป็นโลหะ การผลิตรถยนต์ และชิ้นส่วนยานยนต์ ฉะนั้น ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ และชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมผู้ต่อเรือ งานโครงสร้างอาคารที่เป็นโลหะ ฯลฯ จะต้องเลือกใช้ลวดเชื่อมที่เหมาะสม มีคุณภาพสูง มีปริมาณไฮโดรเจนต่ำ และควบคุมกรรมวิธีการเชื่อม ให้มีปริมาณความชื้นในลวดเชื่อมก่อนทำการเชื่อม และในขณะที่ทำการเชื่อมให้น้อยที่สุด

จากปัญหาดังกล่าว ผู้ทวิวิจัยได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ ของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ชนิด E 7016 และ E 6013 ที่มีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ตามมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS Z 3113-1975) เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณไฮโดรเจนที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อเชื่อม ภายใต้ปัจจัยการควบคุมดังนี้ คือ

1. เชื่อมเหล็กเหนียว (SS 400) ขนาด 25 x 130 x 12 มม. ด้วยลวดเชื่อมชนิด E 7016 และ E 6013 เติมนิวทาร์แบบไม้สายลวดเชื่อม 2. อบลวดเชื่อมที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 3. ลวดเชื่อมตากแห้งในอากาศ 4-8 ชั่วโมง มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % , 61 % , 62 % , 63 % , 64 % และ 65 % ตามลำดับ เมื่อทราบปริมาณไฮโดรเจนที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อเชื่อมแล้ว สามารถใช้เป็นข้อมูลในควบคุม ป้องกัน รั่วซึมของถังให้งานเชื่อมมีคุณภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

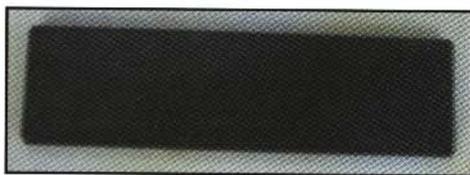
เพื่อศึกษาอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อม ไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ที่มีผลต่อ ปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ตามมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS Z 3113-1975)

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อม ไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ที่มีผลต่อ ปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ตามมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS Z 3113-1975) โดยการหาปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ผู้ทำวิจัยได้แบ่งขั้นตอนการเตรียมงานและการดำเนินงาน วิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ เพื่อการ ทดลอง

3.1.1 ชิ้นงานเหล็กเหนียว (SS400) ขนาด 25 x 130 x 12 มม. จำนวน 56 ชิ้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างชิ้นงานเหล็กเหนียว (SS400) (ก่อนการเชื่อม)

3.1.2 ลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ E7016 และ E6013 ขนาด ϕ 4 มิลลิเมตร อบลวดเชื่อมที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตากแห้งลวดเชื่อมในอากาศ

4-8 ชั่วโมง ให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % , 61 % , 62 % , 63 % , 64 % และ 65 % ตามลำดับ

3.1.3 ชุดอุปกรณ์ทำความร้อน เครื่องชั่งน้ำหนัก เทอร์โมมิเตอร์ บีกเกอร์ หลอดทดลอง และน้ำยากลิเซอลีน

3.2 ทำการชั่งน้ำหนักของชิ้นงานก่อนการเชื่อม จำนวน 56 ชิ้น แล้วจดบันทึกข้อมูล

3.3 ทำการเชื่อมชิ้นงานทดลอง ด้วยเครื่องเชื่อม กระแสตรงอีเล็กโทรดต่อขั้วลบ (DCEN) ลวดเชื่อมที่อุณหภูมิ 80°C และลวดเชื่อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % , 61 % , 62 % , 63 % , 64 % และ 65 % ตามลำดับ และชั่งน้ำหนัก ของชิ้นงานหลังการเชื่อมจำนวน 56 ชิ้น แล้วจดบันทึก ข้อมูล



ภาพที่ 2 ตัวอย่างลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013



ภาพที่ 3 ตัวอย่างชิ้นงานเหล็กเหนียว (SS400) ที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 ลวดเชื่อม อบที่อุณหภูมิ 80°C



ภาพที่ 4 ตัวอย่างชิ้นงานเหล็กเหนียว (SS400) ที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 6013 ลวดเชื่อม อบที่อุณหภูมิ 80°C

3.4 นำชิ้นงานทดลองที่เชื่อมเสร็จแล้วในน้ำเย็น ที่มีอุณหภูมิประมาณ 0 – 5°C เป็นเวลา 5 วินาที

3.5 นำชิ้นงานทดลองใส่ลงในชุดอุปกรณ์ทำความร้อนเพื่อวัดปริมาณไฮโดรเจน ที่มีน้ำยากลิเซอลีนอยู่ภายในเวลา 60 วินาที เชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 48°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.6 เมื่อครบ 48 ชั่วโมง อ่านค่าปริมาณไฮโดรเจนจากสเกล แล้วจดบันทึกข้อมูล

3.7 คำนวณหาปริมาณไฮโดรเจน โดยใช้สมการที่ว่า “กฎรวมของแก๊ส” (The Combined Gas Law) [2] ต่อไปนี้

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \dots\dots\dots(1)$$

ดังนั้นปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมจะเท่ากับ

$$\therefore V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} \dots\dots\dots(2)$$

P_1 = ความดันบรรยากาศที่ทำการทดลอง (atm)

P_2 = ความดันบรรยากาศที่อุณหภูมิ 0°C (atm)

V_1 = ปริมาณไฮโดรเจนที่อุณหภูมิทำการทดลอง (ml / 100 g)

V_2 = ปริมาณไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 0°C , 1 atm (ml / 100 g)

T_1 = อุณหภูมิบรรยากาศขณะทำการทดลอง (K)

T_2 = อุณหภูมิบรรยากาศ 0°C (K)

4. ผลการวิจัย

การดำเนินการทดลอง หาปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ตามมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS Z 3113-1975) ผู้ทำวิจัยวิเคราะห์ผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองหาปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 โดยลวดเชื่อมอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และลวดเชื่อมตากแห้งในอากาศ 4-8 ชั่วโมง มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % , 61 % , 62 % , 63 % , 64 % และ 65 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อม	น้ำหนักชิ้นงานก่อนการเชื่อมเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักชิ้นงานหลังการเชื่อมเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักเนื้อเชื่อมเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ย (มิลลิลิตร)
อบที่ 80°C	230	249.425	19.425	3.85
60 %	230	248.95	18.95	5.00
61 %	230	248.70	18.70	5.11
62 %	230	248.95	18.95	5.21
63 %	230	248.475	18.475	5.37
64 %	230	248.95	18.95	5.42
65 %	230	248.825	18.825	5.50

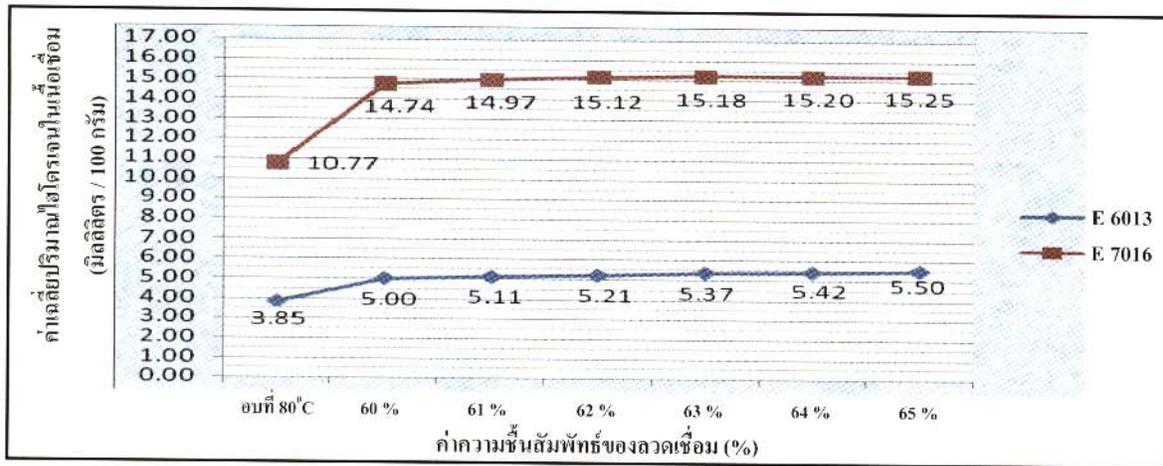
4.2 ผลการทดลองหาปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 6013 โดยลวดเชื่อมอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และลวดเชื่อมตากแห้งในอากาศ 4-8 ชั่วโมง มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % , 61 % , 62 % , 63 % , 64 % และ 65 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 6013

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อม	น้ำหนักชิ้นงานก่อนการเชื่อมเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักชิ้นงานหลังการเชื่อมเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักเนื้อเชื่อมเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ย (มิลลิลิตร)
อบที่ 80°C	230	246.825	16.825	10.77
60 %	230	246.75	16.75	14.74
61 %	230	246.65	16.65	14.97
62 %	230	245.625	15.625	15.12
63 %	230	245.5	15.5	15.18
64 %	230	246.5	16.5	15.20
65 %	230	245.825	15.825	15.25

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ ของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ที่มีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ตามมาตรฐานญี่ปุ่น (JIS Z 3113-1975) โดยการหาปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม ผู้ทำวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ภายใต้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

5.1 ในเนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 ที่ผ่านการอบให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C ตามมาตรฐาน JIS Z 3113-1975 จะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยต่อ 100 กรัม เท่ากับ 3.85 มิลลิลิตร และ 10.77 มิลลิลิตร ตามลำดับ จะพบว่า ลวดเชื่อมชนิด E 7016 จะมีปริมาณไฮโดรเจนต่ำกว่า ลวดเชื่อมชนิด E 6013 ก็เพราะว่า ลวดเชื่อมชนิด E 7016 เป็นลวดเชื่อมชนิดไฮโดรเจนต่ำ (Low Hydrogen) ส่วนลวดเชื่อมชนิด E 6013 เป็นลวดเชื่อมชนิดไททาเนียมออกไซด์สูง (High Titanium Oxide)

5.2 ลวดเชื่อมทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณไฮโดรเจนต่างกันก็เพราะว่าเป็นลวดเชื่อมต่างชนิดกันและมีสารพอกหุ้มที่มีความสามารถในการดูดซึมความชื้น หรือไฮโดรเจนที่แตกต่างกัน

5.3 เนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมชนิด E 7016 ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 %, 61 %, 62 %, 63 %, 64 % และ 65 % จะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยต่อ 100 กรัม เท่ากับ 5.00 มิลลิลิตร, 5.11 มิลลิลิตร, 5.21 มิลลิลิตร, 5.37 มิลลิลิตร, 5.42 มิลลิลิตร และ 5.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ

5.4 เนื้อเชื่อมที่เชื่อมด้วยลวดเชื่อมชนิด E 6013 ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % ,61 % ,62 % ,63 % ,64 % และ 65% จะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยต่อ 100 กรัม เท่ากับ 14.74 มิลลิลิตร, 14.97 มิลลิลิตร, 15.12 มิลลิลิตร, 15.18 มิลลิลิตร, 15.20 มิลลิลิตร และ 15.25 มิลลิลิตร ตามลำดับ

สรุปได้ว่าอิทธิพลความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์ ชนิด E 7016 และ E 6013 มีผลต่อปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อม เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของลวดเชื่อมสูงขึ้น มีผลทำให้ปริมาณไฮโดรเจนในเนื้อเชื่อมสูงขึ้นด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมวิทยาศาสตร์, กลีเซอลีน, กรุงเทพมหานคร กระทรวงอุตสาหกรรม, 2519.
- [2] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หลักเคมีทั่วไป, เล่มที่ 1, กรุงเทพมหานคร:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- [3] ยุคกุล จุลอุทัย และสมคิด ณะเรืองสกุลไทย, การดูดซึมไฮโดรเจนของเนื้อโลหะเชื่อมในขณะทำการเชื่อมโลหะ, วารสารงานเชื่อม : 18, 20 (ม.ค.-ก.พ. 40).
- [4] วิจัย มาแสง และศศิวิมล มาแสง, การเชื่อมโลหะเบื้องต้น, กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2533.
- [5] สมบูรณ์ เต็งหงส์เจริญ, วิศวกรรมการเชื่อม, กรุงเทพฯศูนย์ส่งเสริมวิชาการ: 105-130.
- [6] สมบูรณ์ เต็งหงส์เจริญ และ บัณฑิต ใจชื่น, 2540, การตรวจสอบงานเชื่อมโลหะ, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ.
- [7] สมบูรณ์ เต็งหงส์เจริญ, 2547, ลวดเชื่อม, พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.
- [8] ศิวะ พงศ์พิพัฒน์, การวิเคราะห์ความเสียหายในงานโลหะ, วารสารเชื่อมและเทคโนโลยีโลหะ: 14, 22

(พ.ศ. - มี.ย. 39).

- [9] ASM. 1977. Metals Handbook. Vol. 6 Welding and Brazing. 8th ed. Ohio : American Society For Metals.
- [10] Japanese Standards Association. Japanese Industrial Standards: Japan, 1987.
- [11] WS. 1991. Welding Process. 8th ed. Florida: American Welding Society.
- [12] Kennedy, Gower A. 1980. Welding Technology. BOBBS. Mirrill Education Publishing. Indianapolis.

A Study on Weaving Cotton Yarns with Water Jet Looms

Thaveechai Sirikulthada, Dr. Sathit Puttachaiyong

Textile and Garment, Textile Industry Faculty Rajamangala University of Technology Krungthep

2 Nanglinjee Road, Thungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120 Tel: 0 2287 9633 Email: dev@bulliontex.com

Abstract

This is a study on weaving Cotton yarns with a water jet looms. It has always been suggested that water jet looms could only weave synthetic yarns. The objective of this study is to increase the value of fabric woven from SMS Weaving Co., Ltd. which owns old water jet looms, to be able to weave cotton yarns with these looms. This study also worked to see whether it is actually practical to weave cotton on water jet looms without changing the machine conditions. At the initial data collection stage, a weave test was done and achieved weave efficiency of about 52.59%. Studies focused on 3 methodologies were carried out which are different bobbin distances from the yarn guide, different loom speed at different rpm and different weight tension on warp yarns. After a series of test, the result achieved was at 34 cm distance between bobbin edge and yarn guide, speed of 389 rpm and warp tension of 6 kg, maximum weave efficiency of about 74.21% could be achieved. This increase in weave efficiency lead to a conclusion that it was practical to weave cotton yarns with water jet looms.

Keywords: cotton yarns, water jet looms, weave, yarn guide, loom speed (rpm), warp tension

1. Introduction

Textile manufacturers around the world faced stiff competition from new manufacturers in China and India since the early 1990s. In Thailand, the financial crises in 1997 wiped out more than half of the textile weavers. For those who survived, it was impossible to obtain fresh money to invest as bankers all believed that textile was a sun set industry.

Thai weavers were stuck between a rock and a hard place as most of the weavers had shuttle looms which were old and not competitive, while changing to shuttles looms required lots of money which the bankers were not willing to lend.

1.1 Water Jet Looms

Water jet looms are one of the most economical weaving looms. It has low investment cost, while it weave high speed rpm which yields high fabric output. It also has one of the lowest cost of weaving.

One reason for water jet looms not being well accepted among weavers was because it could not weave cotton yarns. No proper documentations support a weaver to weave cotton yarns, while on the contrary, most of water jet related text will suggest synthetic yarns to be the only yarns weave able on a water jet loom.

Originally, a purpose of a water jet loom was designed to process mainly twisted Nylon filament yarns into plain fabrics. But the water jet looms soon became a highly versatile machine capable of producing plain

fabrics from all man-made filament yarns, twisted or twist-less, in plain, twill or satin weaves. (1)

1.2 Thai Market's Needs

In Thailand, consumers give more value to cotton related products than polyester. Even though Thailand imports more than 80% of its consumption of cotton, and it is one of the top ten producers of polyester yarns, the consumer and traders still prefers cotton related fabrics.

Considering the fact that cotton holds water well, and that when cotton is wet, it becomes heavy, it should be possible to pitch the cotton yarns across the shed to weave on a water jet loom.

The fabric woven is grey fabric of the following construction:

$$51'' \quad \underline{P 75^D \times C 10^S}$$

$$166 \times 53$$

The weave works are done on 3 machines weaving same design of 10 shaft – Satin 4 x 1 and Satin 1 x 4, creating stripes.

2. Methodology

An initial test was done to check whether it was at all possible. The results came out with weave efficiency at 52.59%, which supports the fact that it was practical and there is good reason to go ahead with this work.

From the initial data collection weave, we also got the average warp stops of 1.67 and average weft stops at 42.50 per day as a benchmark.

Table 1 The initial weave test done to collect data.

M/C No.	Production			
	RPM	at 100% Efficiency	Production Yds Out	Real Efficiency
1	400	296	125	42.19
2	320	237	158	66.45
3	477	353	169	47.72
4	400	296	160	54.00
Average	399.25	295.74	152.78	52.59

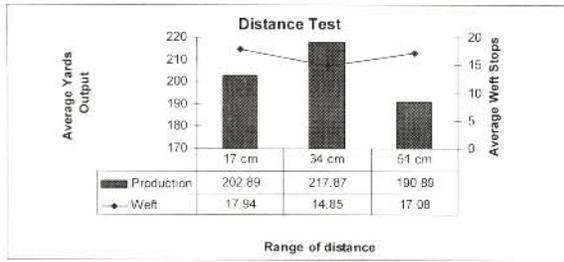
Three test parameters were designs to further this work: 1). the distance between bobbin and yarn guide, 2). weaving speed, and 3). warp tensions.

The distance between bobbin and yarn guide were designed based on the total length of the bobbin, which came to 17 cm. So, the 3 distance tested was kept at 17cm (1 times the Cotton bobbin), 34cm (2 times the Cotton bobbin) and 51cm (3 times the Cotton bobbin).

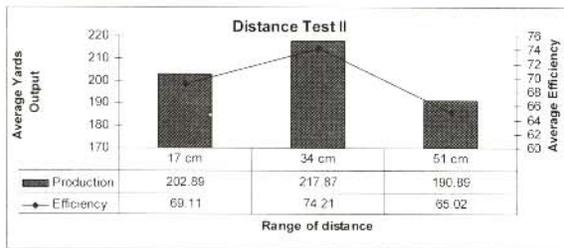
The loom speed weave tests were set at 330 rpm, 389 rpm and 450 rpm. The speed test of 389 rpm was kept at the center of the test because at the initial stage, an average weave speed of 399.25 rpm was achieve and pulley of 389 was available for 3 machines. Warp tensions were set at 4 kg, 6kg, and 8 kg.

3. Results

The distance of yarn bobbin at 34 cm proved to be the best as the average efficiency was at 74.21% compared to 69.11% at 17 cm and 65.02% at 51 cm respectively. The average output at the 34 cm came matching along with the average efficiency at 217.87 yds per day compared to 202.89 yds at 17 cm and 190.89 yds at 51 cm respectively.

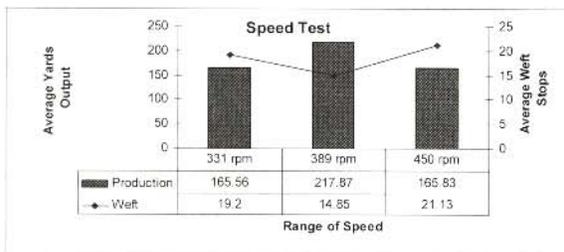


Picture 1 The relationship between different distances from the bobbin to yarn guide to weave performance.

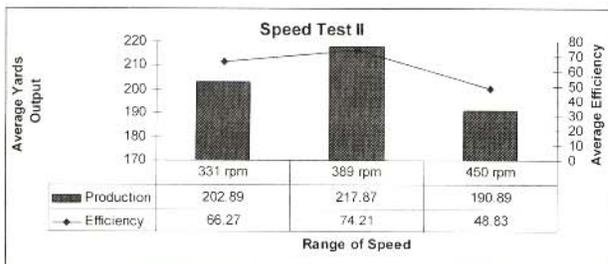


Picture 2 At 34 cm, the efficiency is highest among other distances.

From the graph in picture 1 it could also be noticed that at 34 cm, the average weft stops came lowest at 14.85 times per day, hence it yields the highest average output because it has the lowest machine stops.



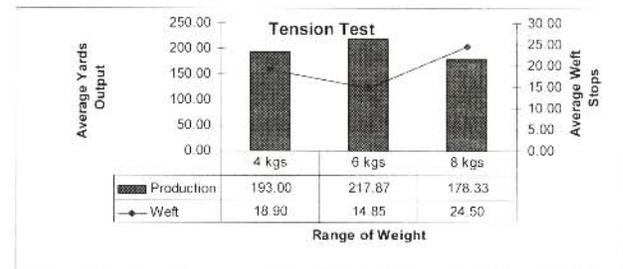
Picture 3 The relationship of speed to weave output.



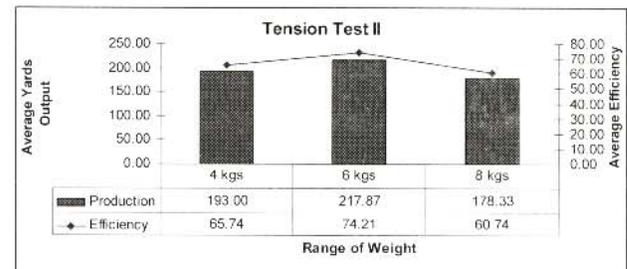
Picture 4 At 389 rpm, the average efficiency is highest.

At 389 rpm speed, the average output was highest at 217.87 yds per day while the average output of 330 rpm was at 165.56 yds and at 450 rpm was at 165.83 yds. Significantly, the average stop was lowest at 389 rpm with average warp stops at 0.31 times and average weft stops at 14.85 times.

Also, it showed that higher speed does not yield more yards as the average weft stops at 450 rpm rose to 21.13 times and average efficiency fell below the benchmark to 48.83%.



Picture 5 The relationship between warp yarn tension to weave output performance.



Picture 6 Average efficiency is highest at 6 kg warp tension.

Warp tension at 6 kg yield highest average efficiency at 74.21% with average output at 217.87 yds. At 4 kg weight, the warp tension was less but the results did not come out favorable, the average output was at 193 yds and average weft stops was at 18.90 times.

At 8 kg warp tension, the average stops rose to 24.50 times and average output fell to 60.74%, yielding average output to only 178.33 yds.

4. Discussion

From the tests done, it could be concluded that the best weaving conditions for weaving Cotton yarns on these water jet looms was 34 cm gap between the bobbin and yarn guide, loom speed at 389 rpm and warp tension at 6 kg.

After the collection period, a test was done to check whether these conditions would work on other design of weave. So, a test was conducted to weave a 15 shaft design with the same parameters set above.

Two machines woven for 2 days saw a result of average output at 207 yds, average weft stops at 14.69 and average efficiency at 70.51%, which gave more confidence that it was actually practical to weave cotton yarns on water jet looms.

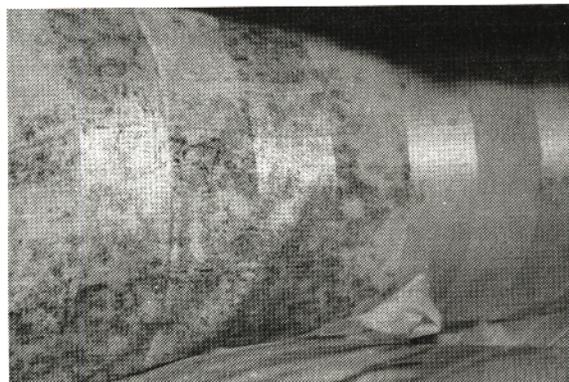
But at the same time, there were problems faced as well. Cotton mixed fabrics woven from water jet looms had bacteria problem. Even after drying the fabrics through steam dryer, the process of fabric catching bacteria could only be delayed by about 15 days.

5. Conclusion

It is now believed that cotton yarns could be woven on water jet looms. Although it is still a long way from getting the perfect combination.

Though the process faces problems like fabric getting rotten, bacteria catching and creating bad smell in the weaving mill, it is still worth because of the value of fabric.

From the same construction of fabric and same design but different weft yarns – cotton 10s and polyester 300d – fabric woven with cotton weft has 25% more cost but has 33% higher selling price than polyester weft fabric. The selling price of polyester weft fabric yields 30 Baht / yd while the selling price of cotton weft fabric yields 40 Baht / yd.



Picture 7 Fabric getting rotten after catching bacteria.

6. Acknowledgement

The author would like to thank Dr. Sathit and all the teachers, lecturers and professors at Rajamangala University of Technology Krungthep for all their lectures, knowledge and vision.

7. Bibliography

- [1] Adanur, Sabit. 1995. Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles. Lancaster, Basel: Technomic Publishing Co., Inc.
- [2] Adanur, Sabit. 2000. Handbook of Weaving. Lancaster, Basel: Technomic Publishing Co., Inc.
- [3] Hudson, Peyton B. and Clapp, Anne C. and Kness, Darlene. 1993. Joseph's Introductory Textile Science, Sixth Edition. Florida: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- [4] Marks, R. and Robinson, A.T.C. 1976. Principles of Weaving. Manchester: The Textile Institute Manchester.
- [5] Sathit Puttachaiyong. 1985. Recent Developments in Water Jet Loom. Master's Thesis. Department of Textile Industries University of Leeds.

การศึกษสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การทอผ้าของเครื่องทอเรเปียร์

The Study of Causes and Solutions to Improve Weaving Efficiency of Rapier Loom

นักสันติน วีรณรงค์ชยกุล และ ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์

สาขาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0 2287 9633 E-mail: apple_tst@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษและวิจัยในครั้งนี้เป็นการสำรวจประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานทอผ้า โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทอ จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตนั้นคือ ปัญหาเส้นด้ายขึ้นและเส้นด้ายพุ่งขาด โดยการศึกษา จะใช้วิธีเก็บข้อมูลจากการผลิต รวมทั้งวิเคราะห์ถึงสาเหตุหลักที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อลดจำนวนการขาดของเส้นด้าย ตัวแปรที่จะใช้ศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้คือ การปรับปรุงคุณภาพการสืบด้าย, การปรับตำแหน่งราวเบรคบนเครื่องทอ และการวางตำแหน่งหลอดด้ายพุ่ง ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้นและส่งผลต่อดัชนีทุนที่ลดลง โดยเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจาก 73.33% เป็น 90.60%

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพการทอ, เรเปียร์, กระบวนการทอผ้า

Abstract

This is the study of a Rapier Weaving Factory's efficiency. The objective is to study the causes and solutions in order to improve weaving efficiency. According to primary observation, the problem that affected the weaving efficiency is the stopping of warp and filling yarns. Research methodology starts with collecting and analyzing the production data. In conclusion it was determined that problems affecting the efficiency was the breaking up of warp and weft yarns. Solving these will increase the operating efficiency and result in lower cost. The variations in this work were done on warping process, varying stop bars position on looms, and moving weft package's position. The result indicates that after adjusting all the variations, the Rapier weaving's efficiency increases from 73.33% to 90.60%

Keywords: Weaving Efficiency, Rapier, Weaving Process

1. บทนำ

ในอดีตสิ่งทอของไทยเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถทำรายได้เป็นอันดับหนึ่งของประเทศ เนื่องจากไทยมีความได้เปรียบในด้านต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะต้นทุนแรงงาน ต่อมาอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยเริ่มประสบกับปัญหาด้านการแข่งขัน เนื่องจากความได้เปรียบในด้านต้นทุนแรงงานของไทยนั้นหมดไป และต้นทุนวัตถุดิบสูงขึ้น บางอย่างต้องนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ ไม่สามารถพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและปรับตัวตามความต้องการของตลาดโลกได้ ประกอบกับไทยนำเข้า ผ้าผืนจากจีนเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมกลางน้ำอย่างมาก ทำให้เกิดภาวะการแข่งขันในเรื่องราคาอย่างรุนแรงจึงทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวอย่างมากเพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ดังนั้นผู้วิจัย จึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการแก้ปัญหา รวมถึงภาระในการแบกรับต้นทุนที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับค่าแรงงาน ค่าวัตถุดิบ และปัจจัยอื่นๆก็ยังคงสูงขึ้นตามลำดับ ทำให้ไม่สามารถควบคุมต้นทุนให้ต่อสู้กับคู่แข่งในตลาดได้ จึงนำปัญหาดังกล่าวมาศึกษาเพื่อหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและผลผลิตเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ ทั้งนี้ เพื่อส่งผลให้ต้นทุนภายในลดลง

2. วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจและทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินโครงการดังนี้

2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพการทอและความถี่ในการขาดของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งจากเครื่องทอ 12 เครื่อง ทอผ้าโครงสร้าง 47° :C32×C20°; 118x58 ระยะเวลา 30 วัน วันละ 24 ชั่วโมง เพื่อศึกษาสาเหตุที่เกิดขึ้น

2.2 ปรับตั้งเครื่องสืบและเครื่องทอโดยทำการศึกษาดั้วแปร 3 ตัวดังนี้

2.2.1 ปรับปรุงคุณภาพการสืบด้าย โดยมีวิธีการดังนี้

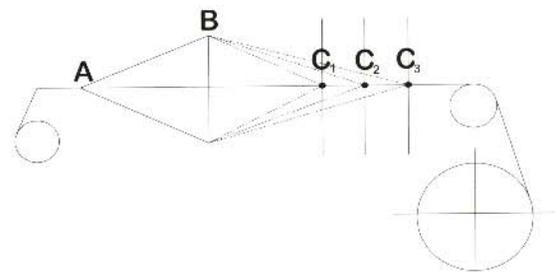
1. ทำความสะอาดอุปกรณ์ปรับความตึง (Tensioner) และตรวจสอบแหวนทับเส้นด้ายให้มีน้ำหนักที่เท่ากันเพื่อควบคุมความตึงในขณะที่สืบให้คงที่

2. ปรับอุปกรณ์นำด้าย (Yam guide) ให้ตรงกับศูนย์กลางของแกนหลอด เพื่อให้บอลดุนเส้นด้ายสมดุลกัน

3. ปักหลอดด้ายในแผง Creel ให้มีความสม่ำเสมอ

4. ระยะห่างระหว่างหลอดด้ายและ Yam guide ต้องปรับให้เท่ากันทั้งสองข้าง

2.2.2 ปรับตำแหน่งราวเบรคบนเครื่องทอ โดยทำการศึกษาดำแหน่งราวเบรค 3 ระยะ คือ C₁, C₂, C₃ และให้ทอผ้าโครงสร้างเดิม โดยกำหนดให้ปรับราวเบรคจากเครื่องทอจำนวน 3 เครื่อง ปรับแต่ละตำแหน่งๆ ละ 2 วัน วันละ 24 ชั่วโมง



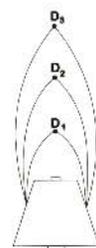
ภาพที่ 1 ตำแหน่งราวเบรคที่ทำการศึกษา

AC_1 = ระยะจากหน้าผ้า (A) ถึงตำแหน่ง (C₁) เท่ากับ 69 ซม.

AC_2 = ระยะจากหน้าผ้า (A) ถึงตำแหน่ง (C₂) เท่ากับ 73 ซม.

AC_3 = ระยะจากหน้าผ้า (A) ถึงตำแหน่ง (C₃) เท่ากับ 77 ซม.

2.2.3 ปรับตำแหน่งการวางหลอดด้ายพุ่ง โดยจะทำการศึกษา 3 ระดับ คือ D₁, D₂, D₃



D₁ = ระยะห่าง 1 เท่าของลูกด้าย

D₂ = ระยะห่าง 2 เท่าของลูกด้าย

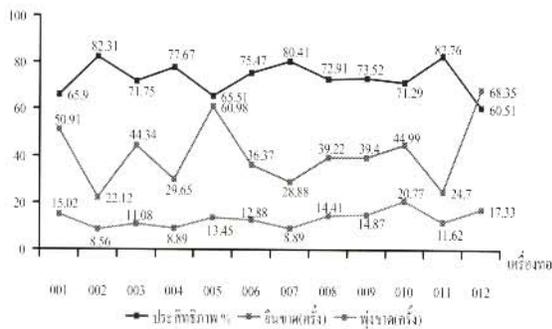
D₃ = ระยะห่าง 3 เท่าของลูกด้าย

ภาพที่ 2 ตำแหน่งการวางหลอดด้ายพุ่งที่ทำการศึกษา

2.3 วัดผลการเพิ่มประสิทธิภาพการทอ หลังการปรับปรุงโดยการปรับตั้งเครื่องสืบและเครื่องทอในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดตามที่ทำการศึกษาไว้และให้ทอผ้าในโครงสร้างเดิมจำนวน 4 วัน วันละ 24 ชั่วโมง

3. ผลการวิจัย

3.1 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพการทอและความถี่การขาดของเส้นด้าย พบว่าประสิทธิภาพการทอในปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.33% โดยมีจำนวนการขาดของเส้นด้ายโดยเฉลี่ยเมื่อเทียบการขาดต่อ 10^4 เส้นยืน $\times 10^5$ เส้นพุ่ง พบว่า จำนวนการขาดของเส้นด้ายยืนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.83 ครั้ง และจำนวนการขาดของเส้นด้ายพุ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.15 ครั้ง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ประสิทธิภาพการทอและความถี่การขาดของเส้นด้าย

3.2 จากการศึกษาตัวแปรทั้ง 3 ตัวได้ผลการวิจัยดังนี้

3.2.1 จากการปรับปรุงคุณภาพการสืบด้าย พบว่าค่าความตึงของเส้นด้ายในขณะที่สืบหลังจากปรับปรุงคุณภาพมีค่าความตึงลดลงจาก 9.05 กรัม เหลือเพียง 8.63 กรัม โดยจะเห็นได้ว่า ค่า CV% ของเส้นด้ายหลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 1.62% ซึ่งลดลงจากของเดิมคือ 6.85% ถือว่าเส้นด้ายมีความตึงในขณะที่สืบสม่ำเสมอมากขึ้นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความตึงเส้นด้ายขณะสืบเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพสืบด้าย

อันดับ	ค่าความตึงเส้นด้ายขณะสืบ (กรัม)	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	9.70	8.70
2	8.30	8.50
3	9.50	8.70
4	9.50	8.50
5	8.20	8.70
6	9.50	8.90
7	8.50	8.50
8	9.20	8.50
ค่าเฉลี่ย	9.05	8.63
ค่า CV%	6.85	1.62

3.2.2 จากการปรับตำแหน่งราวเบรคพบว่าตำแหน่งราวเบรคที่เหมาะสมสูงสุดคือ ตำแหน่ง C_1 มีจำนวนการขาดของเส้นด้ายยืนต่ำที่สุด ในขณะที่ตำแหน่ง C_1 มีค่าความตึงของเส้นด้ายยืนสูงสุดก็ส่งผลให้เส้นด้ายยืนขาดมากที่สุดถึง 52.92 ครั้ง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความถี่เส้นด้ายยืนขาดโดยเทียบกับ 10^4 เส้นยืน $\times 10^5$ เส้นพุ่ง

ตำแหน่ง	ความถี่เส้นด้ายยืนขาด (ครั้ง)			ค่าเฉลี่ย (ครั้ง)	ค่าความตึงเฉลี่ย (กรัม)
	เครื่อง 1	เครื่อง 2	เครื่อง 3		
C_1	55.92	52.63	59.21	55.92	122.35
C_2	40.20	43.18	38.70	40.69	115.25
C_3	29.97	34.97	31.40	32.11	103.30

3.2.3 จากการปรับตำแหน่งการวางหลอดด้ายพุ่งพบว่าตำแหน่ง D_2 คือตำแหน่งที่จำนวนการขาดของเส้นด้ายพุ่งเกิดน้อยที่สุดเท่ากับ 10.42 ครั้งเมื่อเทียบกับ 10^4 เส้นยืน $\times 10^5$ เส้นพุ่ง และมีค่าความตึงเฉลี่ยเท่ากับ 43 กรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าตำแหน่ง D_1 และ D_3 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55 กรัม และ 50 กรัม ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ตำแหน่ง D_2 มีจำนวนการขาดของเส้นด้ายพุ่งต่ำที่สุดในขณะที่ตำแหน่ง D_1 มีค่าความตึงของเส้นด้ายยืนสูงสุดก็ส่งผลให้เส้นด้ายพุ่งขาดมากที่สุดถึง 19.74 ครั้ง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความถี่เส้นด้ายพุ่งขาดโดยเทียบกับ 10^4 เส้นยืน x 10^5 เส้นพุ่ง

ตำแหน่ง	ความถี่เส้นด้ายพุ่งขาด (ครั้ง)			ค่าเฉลี่ย (ครั้ง)	ค่าความถี่เฉลี่ย (กรัม)
	เครื่อง 1	เครื่อง 2	เครื่อง 3		
D ₁	19.74	21.38	18.09	19.74	55
D ₂	11.91	8.93	10.42	10.42	43
D ₃	19.98	17.13	16.41	17.84	50

3. การวัดผลการเพิ่มประสิทธิภาพการทอหลังการปรับปรุงพบว่า เมื่อปรับปรุงคุณภาพการสืบรวมทั้งปรับตั้งราวเบรคในตำแหน่งที่ดีที่สุดคือ C₃ และปรับตำแหน่งการวางหลอดด้ายพุ่งที่ตำแหน่ง D₂ โดยเทียบกับ 10^4 เส้นยืน x 10^5 เส้นพุ่ง พบว่าจำนวนการขาดของเส้นด้ายยืนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.91 ครั้ง และจำนวนการขาดของเส้นด้ายพุ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.03 ครั้ง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทอมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นเท่ากับ 90.60% ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4 ความถี่เส้นด้ายยืนขาดโดยเทียบกับ 10^4 เส้นยืน x 10^5 เส้นพุ่ง หลังการปรับปรุง

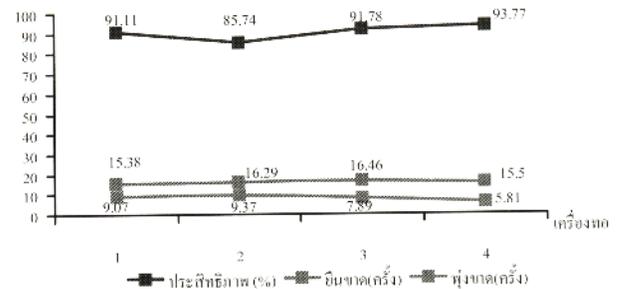
วันที่	ความถี่เส้นด้ายยืนขาด(ครั้ง)			ค่าเฉลี่ย (ครั้ง)
	เครื่อง 1	เครื่อง 2	เครื่อง 3	
1	12.54	17.83	15.77	15.38
2	16.22	22.58	10.08	16.29
3	15.15	16.72	17.50	16.46
4	14.33	20.08	12.09	15.50
ค่าเฉลี่ย	14.56	19.30	13.86	15.91

ตารางที่ 5 ความถี่เส้นด้ายพุ่งขาดโดยเทียบกับ 10^4 เส้นยืน x 10^5 เส้นพุ่ง หลังการปรับปรุง

วันที่	ความถี่เส้นด้ายพุ่งขาด(ครั้ง)			ค่าเฉลี่ย (ครั้ง)
	เครื่อง 1	เครื่อง 2	เครื่อง 3	
1	8.36	6.37	12.49	9.07
2	10.81	8.47	8.82	9.37
3	7.57	8.96	7.13	7.89
4	4.78	8.03	4.61	5.81
ค่าเฉลี่ย	7.88	7.96	8.26	8.03

ตารางที่ 6 แสดงประสิทธิภาพการทอหลังการปรับปรุง

วันที่	ผลผลิต(หลา) / 24 ชม.				ประสิทธิภาพ (%)
	เครื่อง 1	เครื่อง 2	เครื่อง 3	เฉลี่ย (หลา/วัน)	
1	144.60	135.60	131.40	137.20	91.11
2	127.80	136.80	144.60	129.10	85.74
3	122.40	144.60	129.00	138.20	91.78
4	137.10	133.20	150.00	141.20	93.77
ค่าเฉลี่ย	138.45	132.90	137.93	136.43	90.60%



ภาพที่ 4 ประสิทธิภาพการทอและความถี่การขาดเส้นด้าย หลังปรับปรุง

4. อภิปรายและวิจารณ์

จากการปรับปรุงคุณภาพการสืบด้าย โดยการปรับตั้งเครื่องสืบและทำความสะอาดชุดอุปกรณ์ปรับความตึงส่งผลให้เวลาสืบเส้นด้ายจะมีความตึงที่สม่ำเสมอมากขึ้น เนื่องจาก ชุดอุปกรณ์ปรับความตึงแต่ละชุดเมื่อไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ภายใน ทำให้ตัวแหวนหมุนสามารถหมุนในจังหวะที่เท่าๆ กันได้ โดยตัวแหวนหมุนและแหวนทับเส้นด้ายจะเป็นตัวควบคุมความตึงให้คงที่ ในขณะที่เดียวกันการยึดตัวของเส้นด้ายก็ถูกยึดออกไปเท่าๆ กัน ดังนั้นเมื่อนำเส้นด้ายที่สืบแล้วไปผ่านกระบวนการลงแบ็งจะพบว่าเส้นด้ายหลังการลงแบ็งมีความแข็งแรงมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถยึดตัวได้มากขึ้นอีกด้วย

จากการปรับตำแหน่งราวเบรค พบว่าตำแหน่งราวเบรคที่เหมาะสมสูงสุดคือ ตำแหน่ง C₃ ที่มีระยะห่างจากหน้าผ้าไปถึงราวเบรคยาว 77 ซม. โดยระยะนี้ มีผลทำให้จำนวนการขาดของเส้นด้ายยืนเกิดขึ้นน้อยที่สุด และเมื่อดูจากข้อมูลเปอร์เซ็นต์การยึดตัวเส้นด้ายขณะเปิดตะกอ

(ตารางที่ 7) พบว่า ในตำแหน่ง ABC₃ มีเปอร์เซ็นต์การยึดตัวขณะเปิดตะกอนต่ำที่สุดนั่นหมายความว่าเปอร์เซ็นต์การยึดตัวต่ำมีผลทำให้ความตึงของเส้นด้ายต่ำ และสามารถลดจำนวนการขาดของเส้นด้ายขึ้นลงได้จำนวนการขาดของเส้นด้ายขึ้นลงได้

ตำแหน่ง	ความยาว(หน่วย : เซนติเมตร)		การยึดตัว (%)
	AC	ABC	
C ₁	69	69.70	1.014
C ₂	73	73.60	0.821
C ₃	77	77.40	0.519

ตารางที่ 7 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การยึดตัวของเส้นด้าย

จากการปรับตำแหน่งการวางหลอดด้ายพุ่งพบว่า ระยะห่างระหว่างปลายหลอดด้ายพุ่งและตัวนำด้าย (Yarn guide) มีผลต่อความถี่การขาดของเส้นด้ายพุ่งจากการศึกษาพบว่า ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดคือ ตำแหน่ง D₂ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่หลอดด้ายพุ่งอยู่ห่างจากตัวนำด้าย (Yarn guide) เป็นระยะ 2 เท่าของลูกด้าย มีผลทำให้จำนวนการขาดของเส้นด้ายพุ่งเกิดขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งจากการวัดค่าความตึงของเส้นด้ายพุ่งที่เครื่องทอในระยะ D₂ ก็พบว่าเส้นด้ายมีค่าความตึงน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับตำแหน่ง D₁ และ D₃ ซึ่งก็สอดคล้องกันกับข้อมูลของจำนวนการขาดของเส้นด้ายพุ่ง

5. สรุปผล

จากผลการปรับปรุงคุณภาพการสืบด้ายและการปรับเครื่องทอจำนวน 3 เครื่องนั้นพบว่า ประสิทธิภาพการทอมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นจากเดิม 73.33% เป็น 90.60% เพิ่มขึ้น 17.27% โดยมีจำนวนการขาดของเส้นด้ายโดยเฉลี่ยเมื่อเทียบการขาดต่อ 10⁴ เส้นขึ้น x 10⁵ เส้นพุ่ง จะเห็นได้ว่าหลังการปรับปรุงคุณภาพการสืบด้ายและปรับตั้งเครื่องทอผ้านั้น ส่งผลให้จำนวนการขาดของเส้นด้ายขึ้นลดลงจากเดิมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.83 ครั้ง เหลือเพียง 15.91 ครั้ง ลดลงถึง 24.92 ครั้ง ในขณะที่เส้นด้ายพุ่งมีจำนวนการขาดลดลงจากเดิมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.15 ครั้ง

เหลือเพียง 8.03 ครั้ง ลดลงถึง 5.12 ครั้ง ดังนั้นจากประสิทธิภาพการทอที่สูงขึ้นทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ถึง 1,997,314 บาท/100 เครื่อง/ปี โดยการคำนวณจากตารางดังต่อไปนี้

- เครื่องทอเรพียร์ 100 เครื่อง
- ความเร็ว 220 รอบ/นาที
- โครงสร้างผ้า 47": C32^s x C20^s; 118 x 58
- วันทำงาน 352 วัน/ปี
- ราคาผ้า 22 บาท/หลา

ตารางที่ 8 ต้นทุนที่ลดลงจากผลต่างของมูลค่าผ้า/100 เครื่อง/ปี

รายละเอียด	ประสิทธิภาพการทอ	
ผลผลิตเครื่องวัน (หลา)	73.00 %	90.00%
	220x24x60x0.73	220x24x60x0.90
	36x58	36x58
	110.76	136.55
ผลผลิตเครื่องปี (หลา)	x 352	x 352
	38,987.52	48,066.20
มูลค่าราคผ้าปี (บาท)	x 22	x 22
	857,725.44	1,057,456.84
ผลต่างของมูลค่าที่ประสิทธิภาพ สูงกว่า 23% (บาท)	-	199,731.40
กำไรขมวดค่าของมูลค่าที่คิดที่ 10%	-	x 0.10
	-	19,973.14
ต้นทุนลดลงทั้งหมดของมูลค่าผ้า 100 เครื่อง/ปี	-	1,997,314

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.สาธิต พุทธิชัยขงค์ ที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] มูลนิธิพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มไทย อรรถกขาบริมเบิล. 2550. "ภาพรวมอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย ปี 2550 และแนวโน้มปี 2551" [ออนไลน์] เข้าถึงได้

จาก <http://www.share-apparel.org/scripts/jandr.asp?LG=THAL> (วันที่สืบค้น 20 กันยายน 2551)

- [2] สาธิต พุทธชัยขงค์. “การเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิต การทอผ้าด้วยเครื่องทอ AIR JET: เอกสารประกอบการอบรม” สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ.
- [3] สาธิต พุทธชัยขงค์. 2541. คู่มือวิชาการสิ่งทอ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

การปรับปรุงสมบัติการดูดซับสีของผ้าไหม

Modification of Dyes Adsorption Property of Silk Fabrics

นภาพร จันทวงศ์¹ และ บุญศรี กุสุขธรรม²

¹สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

²สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0 2287 9633 E-mail: jangmooh@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการปรับปรุงสมบัติการดูดซับสีของผ้าไหม ผ้าไหมถูกปรับปรุงด้วยไดแอลลิคไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (DADMAC) และ / หรือ เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์ ที่อุณหภูมิห้องโดยใช้โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และ เอ็น, เอ็น', เอ็น', เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน เป็นสารเร่ง ตามลำดับ การดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟด้วยผ้าไหมถูกศึกษา ผลจากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม คือ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างไดแอลลิคไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์กับผ้าไหม และความเข้มข้นของ เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์ การใช้เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์ ร่วมกับไดแอลลิคไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ แสดงสถานะเสริมซึ่งกันและกัน ในสมบัติการดูดซับสีของผ้าไหม

คำสำคัญ: ผ้าไหม, สีอ้อม, ไดแอลลิคไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์, เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์

ABSTRACT

This research studied of modification of dyes adsorption property of silk fabrics. The silk fabrics was modified with diallyldimethylammoniumchloride (DADMAC) and / or N, N'-methylenebisacrylamide (MBAM) at room temperature by using potassium persulfate as initiator and N, N', N', N'-tetramethylethylenediamine (TMEDA) as acceleration, respectively. The acid and reactive dyes adsorption with silk fabric were studied. The results showed that factors effecting the dyes adsorption of silk fabrics were reaction time between diallyldimethylammoniumchloride and silk fabric and concentration of N, N'-methylenebisacrylamide. The used of N, N'-methylenebisacrylamide in combination with diallyldimethylammoniumchloride showed the synergistic effect in dye adsorption property of silk fabrics.

Key word : silk fabrics, dyes, diallyldimethylammoniumchloride, N, N'-methylenebisacrylamide

1. บทนำ

กลุ่มผ้าฝ้ายและด้ายจากไหมมีมูลค่าการส่งออก 517.35 ล้านบาท^[1]ไหมจึงเป็นวัสดุสิ่งทอที่มีความสำคัญ

ต่อเศรษฐกิจของประเทศ ไหมเป็นเส้นใยที่มีเอกลักษณ์ มีความสวยงามแลดูหรูหราและมีคุณค่า ไหมมีความเงามัน นุ่มนวล มีการทอที่ตี ดูดซึมความชื้นได้ดี ประมวล

ร้อยละ 11^[2] ผ้าไหมสามารถย้อมสี/พิมพ์สีได้หลายชนิด เช่น สีรีแอคทีฟ สีแอซิด สีย้อมทั้งสองชนิดนี้นิยมใช้ย้อมกับเส้นใยชนิดต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ แม้ว่าผ้าไหมจะย้อมสีได้ดี แต่พบว่าภายหลังจากการย้อมจะมีสีเหลือทิ้งจากกระบวนการย้อมเป็นจำนวนมาก โครงสร้างโมเลกุลของสีส่วนใหญ่ เป็นเกลือโซเดียมของพวกกรดอินทรีย์^[3] และมีการใช้เกลือเป็นตัวช่วยในการย้อม ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวช่วยชะลอการดูดซึมและจับผิววัสดุไม่ให้เกิดรอยต่างเกลือที่นิยมใช้ในการย้อมผ้าไหมมี 2 ชนิด คือ เกลือโซเดียมซัลเฟตและเกลือแอมโมเนียม ซึ่งถ้าใช้สารเหล่านี้ในปริมาณมากจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากเกลือที่เหลือจากการย้อมสี และกรดอะซิติกจะเหลือในน้ำทิ้งแล้ว ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือสีที่หลงเหลืออยู่ในน้ำทิ้งจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ นอกจากนี้ น้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะต้องมีการบำบัดเพื่อลดปริมาณสี ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำบัด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษากการปรับปรุงสมบัติการดูดซับสีของผ้าไหมเพื่อลดปริมาณสีที่เหลือในน้ำทิ้ง

2. วิธีการทดลอง

2.1 การปรับปรุงผ้าไหมด้วยแคตไอออนิกมอนอเมอร์

ผ้าไหม (น้ำหนัก 2 กรัม) ถูกจุ่มลงในสารละลายที่ประกอบด้วยไดแอลลิลาไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์มอนอเมอร์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต (ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์) เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน (ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์) โดยทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 - 120 นาที เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำผ้าไหมมาล้างด้วย โซโหมพอลิเมอร์ออกไปด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 120 นาที^[4] ทำให้แห้ง และตรวจสอบลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM, XL 30 CP, Philips)

2.2 การหาปริมาณสีแอซิดและสีรีแอคทีฟที่ถูกดูดซับบนผ้าไหม

2.2.1 การศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างไดแอลลิลาไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์กับผ้าไหมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

1. แخذผ้าไหมและผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิลาไคเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) (น้ำหนัก 0.1 กรัม) ที่ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 -180 นาที ลงในสารละลายสีแอซิด (C.I Acid Red 447) หรือสีรีแอคทีฟ (C.I. Reactive Red 195) ที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 25 มิลลิตร โดยศึกษาการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอคทีฟที่อุณหภูมิ 80°C. เป็นเวลา 150 นาที^[5]

2. เมื่อครบเวลาตามที่กำหนด ดูดสารละลายสีที่เหลือออกจากหลอดทดลองและวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีที่ค่าความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max} ของสีแอซิดเท่ากับ 510 นาโนเมตร และสีรีแอคทีฟเท่ากับ 540 นาโนเมตร) โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectronic20) และคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ภาวะสมดุลจากสูตร ดังนี้

$$q_e = [(C_0 - C_e)V] / W \quad (1)$$

q_e = จำนวนมิลลิกรัมของสีที่ถูกดูดซับด้วยผ้าไหมที่ภาวะสมดุล (มิลลิกรัม/กรัม)

C_0 = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายสี (มิลลิกรัม/ลิตร)

C_e = ความเข้มข้นที่เหลือของสารละลายสี (มิลลิกรัม/ลิตร)

V = ปริมาตรของสารละลายสี (ลิตร)

W = น้ำหนักของผ้าไหม (กรัม)

2.2.2 การศึกษาอิทธิพลของ เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะครีลาไมด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

2.2.2.1 อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะครีลาไมด์

1. ผ้าไหม (น้ำหนัก 2 กรัม) ถูกจุ่มลงในสารละลายที่ประกอบด้วยด้วยเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะครีลาไมด์ที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 0.3-0.9 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ และ เอ็น, เอ็น, เอ็น', เอ็น'-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 0.5 มิลลิตร ที่อุณหภูมิห้อง

เป็นเวลา 120 นาที โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง น้ำหนักของของเหลว : ผ้าไหม เท่ากับ 50 : 1 เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำผ้าไหมมากำจัดโซโม่พอลิเมอร์ออกไปด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 120 นาที^[4] จากนั้นศึกษาการดูดซับสีแอสซิดและสียรีแอกทีฟของผ้าไหม (น้ำหนัก 0.1 กรัม) ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที^[5] และคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับบนผ้าไหมจากสูตรที่ (1)

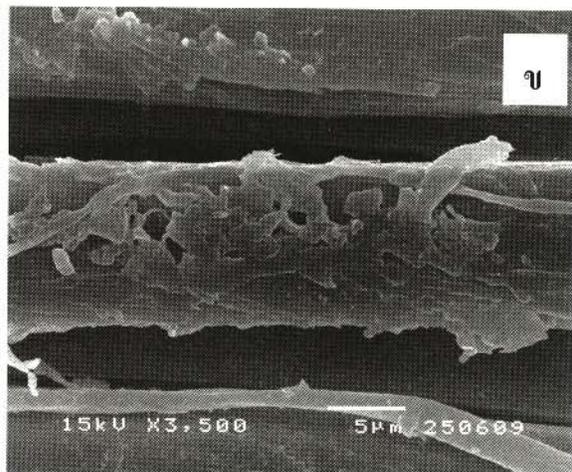
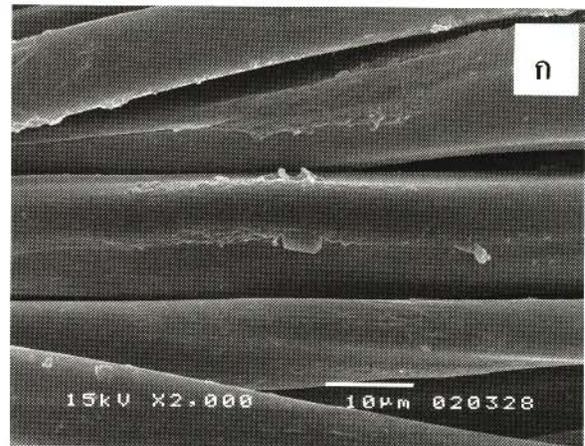
2.2.2.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น/เมทิลีน-บิสอะคริลาไมด์ ร่วมกับไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียม-คลอไรด์

1. ผ้าไหมถูกจุ่มลงในสารละลายที่ประกอบด้วย ไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เอ็น, เอ็น/เมทิลีน-บิสอะคริลาไมด์ความเข้มข้นร้อยละ 0 – 3 โดยน้ำหนักของไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ โพลเทสเซียมเพอร์ซัลเฟตความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ และ เอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น-เตตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 120 นาที โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง น้ำหนักของของเหลว : ผ้าไหม เท่ากับ 50 : 1 เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำผ้าไหมมากำจัดโซโม่พอลิเมอร์ออกไปด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 120 นาที^[4] จากนั้นศึกษาการดูดซับสีแอสซิดและสียรีแอกทีฟของผ้าไหม (น้ำหนัก 0.1 กรัม) ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที^[5] และคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับบนผ้าไหมจากสูตรที่ (1)

3. ผลการทดลองและการอภิปรายผล

3.1 การเปลี่ยนแปลงของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยแคตไอออนิกมอนอเมอร์

ผ้าไหมถูกปรับปรุงด้วยไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิห้องภายหลังจากการปรับปรุงผ้าไหมยังคงมีความมันเงา และอ่อนนุ่มแต่จะมีสีเหลืองอ่อน ๆ ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 1



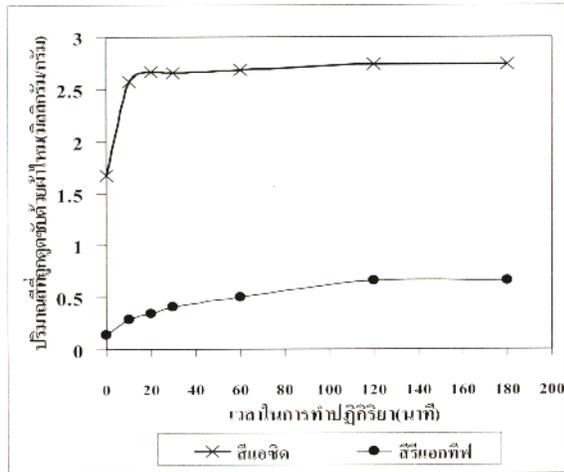
ภาพที่ 1 ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหม (ก) และผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุง (ข)

ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะพื้นผิวของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยปรากฏกลุ่มของพอลิเมอร์ปกคลุมบนเส้นใยไหม พอลิเมอร์ที่เกาะบนเส้นใยไหมแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเส้นใยไหมกับไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ซึ่งมีความไวต่อการทำปฏิกิริยา

3.2 อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์กับผ้าไหมต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นเวลา 10-180 นาที ถูกนำมาศึกษา

การดูดซับสีชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การดูดซับสีของผ้าไหมที่ทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์ที่เวลาต่าง ๆ

ผลการศึกษาพบว่า ผ้าไหมมีการดูดซับสีแอซิดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 10 นาที และคงที่ที่เวลา 120 นาที อิทธิพลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์จะสัมพันธ์กับปริมาณของประจุบวกบนผ้าไหม (ปริมาณของหมู่ควอเทอร์นารีแอมโมเนียมของไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์) เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น การเคปโตของโซ่กราฟบนผ้าไหมจะเพิ่มขึ้น การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมจึงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปเป็นเวลา 120 นาที ซึ่งการดูดซับสีแอซิดของ ผ้าไหมเริ่มคงที่ แสดงว่าการดำเนินไปของปฏิกิริยาเข้าสู่ขั้นสิ้นสุดของปฏิกิริยา (termination reaction) ซึ่งมอนอเมอร์จะไม่ทำปฏิกิริยาอีกต่อไป^[6] สีแอซิดส่วนใหญ่มีโครงสร้างเป็นเกลือไฮเดียมของกรดซัลโฟนิคเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ประจุลบ สีแอซิดจึงดูดซับกับประจุบวกบนผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลลิลไดเมทิล แอมโมเนียมคลอไรด์ได้ดี

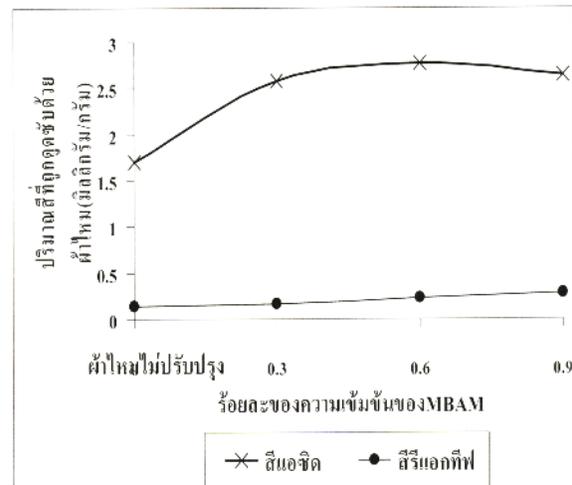
ส่วนการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น และการดูดซับสีเริ่มคงที่ที่เวลา 120 นาที เช่นเดียวกันกับสีแอซิด โดยการดูดซับสีรีแอกทีฟของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย

ไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างประจุต่างชนิดกันของสีรีแอกทีฟกับประจุบวกของไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ดังนั้นระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ จึงมีผลต่อการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหม

3.3 อิทธิพลของ เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์

3.3.1 อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น' -เมทิลีน-บิสอะคริลาไมด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ถูกนำมาศึกษาการดูดซับสีชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาที ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อิทธิพลของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

ผลจากการศึกษาพบว่า การปรับปรุงผ้าไหมด้วยเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ทำให้ผ้าไหมดูดซับสีแอซิดเพิ่มขึ้น โดยการดูดซับสีแอซิดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อใช้เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 (น้ำหนัก / ปริมาตร) หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และมีแนวโน้มคงที่ ในสารละลายที่เป็นกลาง การดูดซับสีแอซิดในเส้นใยโปรตีนเกิดขึ้นโดยการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่เอไมด์ (-CO-NH-) กับหมู่

ฟังก์ชันต่าง ๆ ในโมเลกุลของสีย้อม เช่น OH, NH₂, N=N-^[7] เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์เป็นมอนอเมอร์ที่ไม่มีประจุและมีหมู่เอไมด์เป็นองค์ประกอบซึ่งมีโครงสร้างทางเคมี ดังนี้

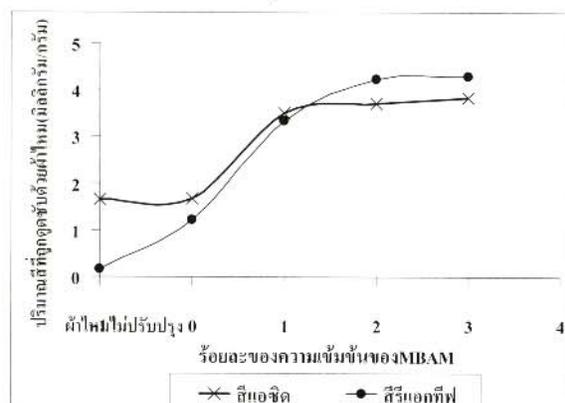


การดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ จึงเกิดจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่เอไมด์ของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์กับโมเลกุลของสีแอซิด

ส่วนการดูดซับสีรีเอกทีฟเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ เพิ่มขึ้นการดูดซับสีเพิ่มขึ้นเกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่เอไมด์กับโมเลกุลของสีรีเอกทีฟ เช่นเดียวกันกับสีแอซิด ดังนั้นความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ จึงมีผลต่อการดูดซับสีของ ผ้าไหม

3.3.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ร่วมกับไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียม-กลอไรด์

ผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ร่วมกับเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ถูกนำมาศึกษาการดูดซับสีชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 150 นาทีผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 อิทธิพลของ MBAM ร่วมกับ DADMAC ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

ผลจากการศึกษาพบว่า การดูดซับสีแอซิดเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มคงที่เมื่อใช้เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 (โดยน้ำหนักของไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์) การใช้ เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ร่วมกับไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ จึงเป็นผลของสภาวะเสริมซึ่งกันและกัน (synergistic effect) กลไกของการเกิดสภาวะเสริมซึ่งกันและกัน คือ การใช้มอนอเมอร์ร่วมกัน 2 ชนิด ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราของการเกิดปฏิกิริยาในระหว่างการกราฟท์ ซึ่งเกิดจากการเกิดสารเชิงซ้อน (complex function) ในระหว่างการทำปฏิกิริยา คือ เมื่อมอนอเมอร์ชนิดหนึ่งแพร่เข้าไปในเส้นใยจะทำให้มอนอเมอร์อีกชนิดหนึ่งในสารเชิงซ้อนแพร่เข้าไปในเส้นใยด้วย มอนอเมอร์แต่ละชนิดจึงทำปฏิกิริยาได้เพิ่มมากขึ้นเกิดการเติบโตของโซ่พอลิเมอร์มากขึ้น และลดการเกิดไฮโดรพอลิเมอร์^[8] เอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ เป็นไวนิลมอนอเมอร์ที่มีหมู่ไวนิล 2 หมู่อยู่ในโมเลกุล ซึ่งแตกต่างจากมอนอเมอร์ชนิดอื่น ๆ โครงสร้างทางเคมีของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ มีลักษณะ ดังนี้



ปลายทั้งสองด้านของหมู่ไวนิลสามารถทำปฏิกิริยากับไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ได้ ทำให้เกิดการเติบโตของโซ่กราฟท์มากขึ้น ผ้าไหมจึงดูดซับสีแอซิดได้เพิ่มขึ้นโดยการดูดซับสีแอซิดของผ้าไหมเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างประจุลบในโมเลกุลของสีแอซิดกับประจุบวกของผ้าไหมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์และการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสีกับหมู่เอไมด์ (-CO-NH-) ของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ และโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยไหม

ส่วนการดูดซับสีรีเอกทีฟเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการดูดซับสีรีเอกทีฟเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และคงที่ที่ความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น'-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ ร้อยละ 2 (โดยน้ำหนักของไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์) การดูดซับสีรีเอกทีฟที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดสภาวะเสริมซึ่งกันและกันจากการใช้มอนอเมอร์ทั้งสอง

ชนิดทำปฏิกิริยาร่วมกันในการปรับปรุงผ้าไหมซึ่งอธิบายได้ทำนองเดียวกันกับสีแอซิด ดังนั้น การใช้เอ็น, เอ็น/ -เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์ที่มี ความเข้มข้นต่าง ๆ ร่วมกับ ไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ จึงมีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม

4. สรุป

1. การปรับปรุงสมบัติการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟ ปรับปรุงโดยใช้ไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นแคตไอออนิกมอนอเมอร์ และเอ็น, เอ็น/ -เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์

2. ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาระหว่างผ้าไหมกับไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม โดยผ้าไหมมีการดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟสูงสุด เมื่อใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 120 นาที

3. เอ็น, เอ็น/ -เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์ มีผลต่อการดูดซับสีของผ้าไหม โดยการใช้น เอ็น, เอ็น/ -เมทิลีนบีสอะคริลาไมด์ ร่วมกับ ไดแอลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ มีผลต่อสภาวะเสริมซึ่งกันและกัน ซึ่งทำให้ผ้าไหมดูดซับสีแอซิดและสีรีแอกทีฟเพิ่มขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] “สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย” 2550 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.moc.go.th> (วันที่สืบค้น 5 มกราคม 2550).
- [2] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. วิทยาศาสตร์เส้นใย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [3] นฤมล สิริทรรณ. 2548. “การย้อมสีเส้นไหม” *Colourway*. ปีที่ 10, ฉบับที่ 57 มีนาคม-เมษายน. หน้า 32.
- [4] Tsukada M. Arai T. Freddi G. Imai T. and Kasai N. 2001. “Grafting vinyl monomers onto silk (*Bombyxmori*) using different initiators: Properties of grafted silk.” *Journal of Applied Polymer Science*. vol.81, June.2001. pp. 1401-1409.

[5] นวพร จันทวงศ์. 2550. อิทธิพลของแคตไอออนิกพอลิเมอร์ต่อการดูดซับสีของผ้าไหม. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

[6] Sacak M. and Oflaz F. 1993. “Benzoyl Peroxide Initiated Graft Copolymerization of Poly (ethylene terephthalate) Fibers with Acrylic Acid” *Journal of Applied Polymer Science*. vol.50, October.1993. pp. 1909-1916.

[7] Vickerstaff T. 1950. *The Physical Chemistry of Dyeing*. London: Oliver and Boyd.

[8] Lokhande. H.T. and Teli. M.D. 1984. “Grafting onto Polyester Fibers IV Synergism During Graft Copolymerization of Binary Mixture of Vinyl Monomers onto Polyester Fibers” *Journal of Applied Polymer Science*. vol.29, November.1984. pp. 1847-1848.

แนวทางการลดต้นทุนการลงแป้งเส้นด้ายฝ้าย เบอร์ 32

ในกระบวนการเตรียมทอ

The Sizing Agent Cost Reduction's Guidelines for Carded

Cotton Yarn Ne 32 in Weaving Preparation

ยูปลักษ์ณ์ ตั้งเฉลิมกุล และ ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์

สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0 2287 9633 E-mail : yupaluk_tang@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการใช้สารสังเคราะห์ พีวีเอ หรือพอลิไวนิล แอลกอฮอล์(Polyvinyl alcohol) กันอย่างแพร่หลายในการลงแป้งเส้นด้ายขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เครื่องทอผ้าความเร็วรอบสูง เช่น Air-jet loom แต่เนื่องจากมีราคาแพงและก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการลงแป้ง การนำสารพีวีเอกลับมาใช้ใหม่เป็นไปได้ในทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติไม่คุ้มค่ากับการลงทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโรงงานทอผ้าขนาดเล็ก งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ลดต้นทุนการลงแป้งและรักษาสิ่งแวดล้อม โดยหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ แต่ใช้แป้งธรรมชาติแปรรูปเพียงอย่างเดียว และต้องไม่กระทบต่อประสิทธิภาพการทอ โดยทดลองกับเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 32 ด้วยสูตรแป้งที่แตกต่างกัน 2 สูตร ในการทอผ้าโครงสร้าง C32 x C20 / 130 x 58 2/1 63" ด้วยเครื่องทอผ้าด้วยลม (Air-jet loom) โดยสูตรที่ 1 ใช้แป้งแปรรูป A 60 กิโลกรัมผสมกับแป้งแปรรูป B 20 กิโลกรัม และสูตรที่ 2 ใช้แป้งแปรรูป A 80 กิโลกรัม ก่อนการลงแป้งได้มีการปรับปรุงและปรับตั้งเครื่องสืบด้าย ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกให้ดีที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงตัวแปรที่จะมีผลกระทบต่อการลงแป้ง

จากการวิจัยพบว่าสูตรลงแป้งที่ 2 ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทอสูงถึง 86.33% ซึ่งสูงกว่าสูตรลงแป้งเดิมที่มีส่วนผสมของพีวีเอถึง 6.49% และยังสามารถลดต้นทุนสารลงแป้งได้ถึง 2,193 บาท ต่อการผสมน้ำแป้ง 500 ลิตร และเป็นที่น่าพอใจว่าไม่มีสารก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการใช้พีวีเอ

คำสำคัญ : การลงแป้งเส้นด้าย, กระบวนการเตรียมทอ, แป้งแปรรูป, ประสิทธิภาพการทอ, เครื่องทอผ้าด้วยลม

Abstract

Polyvinyl alcohol is very important sizing agent; and is still the basis for warp yarn sizing especially when using with the high speed machine such as air-jet loom. However; its cost and procedure which affect the environment is not worth the reuse; even though it is possible in theory. The objective of this research is to reduce the sizing cost without harming environment by using only modified starch which must not affect the weaving efficiency. The materials used in this experiment are carded cotton

yarn Ne 32, and two sizing agent formulas. The first formula consists of 60 kilos of modified starch A and 20 kilos of modified starch B. The second formula consists of 80 kilos of modified starch A. The fabric construction used in the research is 63" C32 x C20 / 130 x 58 twill 2/1. It is woven with air-jet loom. Warping machine is adjusted for the best warping process to avoid any variations that may have consequence with sizing process. The result indicates that the second formula result in 86.33% weaving efficiency which is higher than the original sizing agent formula in which PVA is used 6.49%. In addition, it can reduce sizing agent cost for 2,193 baht per 500 liters of modified starch's mixing solution. Moreover, it is safe for environment.

Key words : Sizing , Weaving preparation , Modified starch , Weaving efficiency , Air-jet loom

1. บทนำ

ในอดีตเมื่อกล่าวคำว่า “การลงแป้งเส้นด้าย” ในวงการอุตสาหกรรมสิ่งทอมักจะเป็นสูตรเฉพาะของแต่ละโรงงาน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สูตรการลงแป้งไม่ได้รับการเผยแพร่ เคยใช้สูตรไหนที่คิดว่าดีแล้วก็จะใช้สูตรนั้นโดยหลีกเลี่ยงการปรับปรุง เนื่องจากมักเกิดความเสียหายตามมา แต่ในสภาวะปัจจุบันการทำธุรกิจอุตสาหกรรมสิ่งทอมักมีการแข่งขันกันสูง ในด้านคุณภาพดี ราคาถูก ส่งมอบตรงเวลา ทำให้ต้องปรับตัวในทุก ๆ ด้าน เพื่อให้อยู่รอดในภาวะที่วัตถุดิบ ค่าแรงงาน ปรับตัวสูงอย่างต่อเนื่อง การลดต้นทุนโดยไม่กระทบต่อคุณภาพสินค้าจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของอุตสาหกรรมสิ่งทอที่จะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ การทอผ้าเส้นด้ายใยสั้น เส้นด้ายยืนจะต้องทำการลงแป้งเพื่อให้เส้นด้ายมีความแข็งแรง และลดจำนวนขนที่โผล่พื้นผ้าตัวเส้นด้ายให้พร้อมที่จะถูกแรงอันเนื่องจากการเสียดสีของฟันหวีตุ้ดะกอ และแผ่นเบรคบนเครื่องทอ สารที่ใช้ในการลงแป้งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. แป้ง ได้แก่ สารประเภทกาว แป้งเป็น
 - แป้งที่ได้จากธรรมชาติ เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด เป็นต้น
 - แป้งสังเคราะห์ที่ได้จากสารเคมี เช่น Polyvinylalcohol หรือ PVA และ Acrylic เป็นต้น

2. สารช่วยอื่น ๆ ได้แก่ สารหล่อลื่นประเภทน้ำมัน และไข สารป้องกันไฟฟ้าสถิต สารกำจัดฟอง เป็นต้น

การผสมสูตรแป้งแต่ละครั้งจะใช้สารลงแป้ง และสารช่วยตัวไหนก็ขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใย ตลอดจนอุปกรณ์และกรรมวิธีในการผสมน้ำแป้ง โดยทั่วไปการผสมน้ำแป้งจะใช้น้ำแป้งที่ได้จากธรรมชาติและแป้งสังเคราะห์ รวมทั้งสารหล่อลื่นประเภทน้ำมันและไขสำหรับแป้งสังเคราะห์ที่ใช้กันทั่วไป คือ PVA ซึ่งนำเข้ามาจากต่างประเทศมีราคาสูงกว่าแป้งธรรมชาติ คือ แป้งมันสำปะหลังที่ผลิตได้ในประเทศไทยถึง 8-10 เท่า และจากการศึกษาโครงสร้างเส้นใยฝ้าย และคุณสมบัติของสารต่าง ๆ โดยเฉพาะแป้งมันสำปะหลังที่มีการแปรรูปเพื่อให้เหมาะกับการใช้ในอุตสาหกรรมลงแป้งเส้นด้ายที่ดัดแปลง โดยวิธี Oxidation (แป้งแปรรูป A) และที่ดัดแปลงโดยวิธี Oxidation และปฏิกิริยา Acetylation (แป้งแปรรูป B) รวมถึงการนำระบบควบคุมความชื้นในห้องทอแบบ Evaporative Cooling System มาใช้ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำมาปรับปรุงพัฒนาสูตรแป้งให้เหมาะสม โดยเฉพาะกับเส้นด้ายฝ้าย 100% ในวงการอุตสาหกรรมสิ่งทอย่อมทราบดีว่า สูตรแป้งที่เหมาะสมย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพการทอและคุณภาพผ้าที่ดีได้ ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองสูตรแป้งที่เหมาะสมโดยไม่กระทบต่อประสิทธิภาพการทอและสามารถลดต้นทุนของสารลงแป้ง

2. วิธีการวิจัย

การศึกษาแนวทางการลดต้นทุนการลงแป้งเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 32 ในกระบวนการเตรียมทอเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทอของเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตร 3 สูตร คือ

- สูตรเดิมใช้แป้งแปรรูป A 53 กก. + PVA 25 กก
- สูตรวิจัยที่ 1 ใช้แป้งแปรรูป A 60 กก. + แป้งแปรรูป B 20 กก.
- สูตรวิจัยที่ 2 ใช้แป้งแปรรูป A 80 กก.

การทดลองทั้ง 3 สูตร จะใช้เส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 32 จากบริษัทเดียวกันและ LOT เดียวกัน การสืบเส้นด้ายและการลงแป้งเส้นด้ายด้วยเครื่องจักรเดียวกัน และเป็นชุดเดียวกันทั้ง 3 สูตร แล้วนำไปขึ้นเครื่องทอเครื่องเดียวกันใช้โครงสร้างผ้า คือ

C32 CARD x C20 OE / 130 x 58 Twill 2/1 63"

โดยมีลำดับขั้นการวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 2.1 ตรวจสอบคุณภาพเส้นด้ายฝ้ายที่จะทำการวิจัยดังนี้

- 2.1.1 การทดสอบเบอร์ด้าย
- 2.1.2 ตรวจสอบจำนวนเกลียวของเส้นด้าย
- 2.1.3 ตรวจสอบความแข็งแรง และการยึดตัวของเส้นด้าย

2.1.4 ทดสอบความสม่ำเสมอของเส้นด้ายด้วยเครื่องทดสอบ Uster

2.1.5 ทดสอบค่าความทนต่อแรงเสียดสีของเส้นด้าย

ขั้นตอนที่ 2.2 การสืบเส้นด้ายขึ้น

ใช้เครื่องสืบแบบโดยตรง (Direct Warping) ยี่ห้อ IH-CHING รุ่น ICHW401 ทำการปักหลอดครั้งละ 546 ลูก จำนวน 3 เที้ยวสืบที่ขวละ 5 บีมรวม 15 บีม การสืบเส้นด้ายขึ้นเป็นขั้นตอนแรกของการเตรียมด้ายขึ้นที่จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทอ และคุณภาพผ้า จึงต้องมีการเตรียมเครื่องสืบในเรื่องต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อม ดังนี้

2.2.1 ความหนาแน่นลูกด้ายควรตรวจสอบให้เท่ากันทุกหลอด

2.2.2 ตรวจสอบแกนปักหลอดจะต้องตรงและได้ระดับกับ Yam Guide หลอดที่ปักจะต้องตรงศูนย์แกนปัก และฐานหลอดชิดแกนปักทุกหลอด

2.2.3 ระยะห่างของแผงปักและ Yam Guide ทั้ง 2 ด้านจะต้องเท่ากัน

2.2.4 แหวนทับเส้นด้ายจะต้องทำความสะอาดเพื่อไม่ให้มีคราบน้ำมันที่จะทำให้ขนของเส้นด้ายจับตัวเป็นก้อนได้แหวนทับขณะสืบ ซึ่งเป็นสาเหตุให้แหวนไม่หมุนขณะสืบ

2.2.5 แหวนถ่วงน้ำหนักจะต้องมีน้ำหนักที่เท่ากันทุกอัน

2.2.6 ระบบเบรกต้องหยุดพร้อมกันทั้งบีมสืบ ลูกกลิ้งกด และ Roller

2.2.7 ขณะสืบหากมีเส้นด้ายขาดจะต้องหาหัวต่อและต่อให้ปมเล็ก หางด้ายสั้นที่สุด และจดบันทึกการขาดของเส้นด้ายทุกครั้ง

2.2.8 ตรวจสอบบีมสืบ ปักบีมต้องเรียบไม่ขรุขระ หรือบิดเบี้ยว

2.2.9 เมื่อนำบีมสืบขึ้นเครื่องสืบ จะต้องตรวจเช็คแรงกดของลูกกลิ้งกดกับบีมสืบว่ากดเท่ากัน ทั้งซ้าย กลาง ขวา

2.2.10 ความเร็วในการสืบ และแรงอัดลูกกลิ้งกดจะต้องเท่ากันทุกบีม ในการวิจัยกำหนดความเร็วที่ 800 รอบ/นาที และแรงอัดลูกกลิ้งกดอยู่ที่ 90 ปอนด์/ตารางนิ้ว

2.2.11 นำจำนวนครั้งที่เส้นด้ายขาดขณะสืบในแต่ละบีมมารวมกัน แล้วคำนวณหาค่าจำนวนครั้งที่เส้นด้ายขาดต่อความยาวในการสืบ 5 ล้านหลา โดยใช้สูตร

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งที่ขาดทั้งหมด} \times 5 \text{ ล้านหลา}}{\text{จำนวนเส้นด้ายขึ้น} \times \text{จำนวนหลาที่สืบ}}$$

ขั้นตอนที่ 2.3 การลงแป้ง

นำเส้นด้ายขึ้นที่สืบไว้ทั้งหมด 15 บีมมาทำการลงแป้งเส้นด้ายด้วยเครื่องลงแป้งยี่ห้อ ZELL รุ่น Z2XKXKZ 4/4 F เป็นเครื่องลงแป้ง 2 อ่าง ส่วน การอบแห้งเส้นด้ายเป็นแบบลูกกลิ้งไอน้ำ (Steamed cylinder) โดยเริ่มจากสูตรวิจัยที่ 2 คือแป้งแปรรูป A 80 กก. ตามด้วยสูตรวิจัยที่ 1 คือ

แป้งแปรรูป A 60 กก. + แป้งแปรรูป B 20 กก. สุดท้ายจึงใช้สูตรเดิม คือ แป้งแปรรูป A 53 กก. + PVA 25 กก. ทั้ง 3 สูตรใช้วิธีการผสมแป้งและควบคุมเครื่องลงแป้ง ทั้งอุณหภูมิ ความเร็ว แรงกดลูกรีดน้ำแป้งที่เท่ากันหมด โดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

2.3.1 ตรวจสอบสภาพเครื่องลงแป้งก่อนเดินเครื่อง

2.3.1.1 ตรวจสอบลับลูกปืนรองรับบีมสืบทั้ง 15 บีม ว่าหมุนได้อิสระไม่ฝืนหรือสะดุดเป็นช่วงๆ

2.3.1.2 ตรวจสอบระบบเบรก สายเบรก อยู่ในร่องแกนบีมในระนาบตรงไม่บิด ระยะเวลารัดสายเบรก และระบบลมที่ควบคุมจะต้องเท่ากันทั้ง 15 บีม

2.3.1.3 ตรวจสอบความแข็งของลูกกลิ้งยางรีดน้ำแป้งในอ่างแป้ง โดยในแต่ละอันจะต้องวัด ทั้งซ้ายกลาง ขวาหลาย ๆ จุดจะต้องมีความแข็งที่เท่ากันหมดทุกจุด

2.3.1.4 เฟลากริ่ง (Roller) ที่เส้นด้ายผ่านทุกอันจะต้องตรวจเช็คความหมุนได้โดยอิสระไม่ฝืดไม่สะดุด

2.3.2 น้ำที่จะใช้ผสมกับแป้งจะต้องมีปริมาณที่ถูกต้องตามที่ต้องการ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้น้ำที่ 390 ลิตร ต่อการผสมน้ำแป้ง 1 ครั้ง

2.3.3 ปล่อยน้ำเข้าถังผสม เปิดเครื่องกวนใส่แป้งและตั้งอุณหภูมิที่ 80°C เมื่ออุณหภูมิได้ตามที่กำหนด จะมีกริ่งเตือน นำแป้งที่ผสมแล้วส่งไปตั้งอัดแรงดันจนได้ อุณหภูมิที่ 120°C ส่งน้ำแป้งไปที่ถังเตรียม ซึ่งจะตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 75°C และกวนอยู่ตลอดเวลา พร้อมทั้งจะส่งต่อไปยังอ่างแป้งในเครื่องลงแป้ง

2.3.4 อ่างแป้งตั้งอุณหภูมิที่ 85°C และแรงดันในการกดลูกกลิ้งรีดน้ำแป้งบนและข้างที่ 2 กิโล ทั้ง 2 อ่าง ใช้ความเร็ว 45 หลา/นาที

2.3.5 นำบีมสืบทั้ง 15 บีมมาขึ้นเครื่องลงแป้ง โดยบีมที่อยู่ด้านบนจะผ่านอ่างแป้งที่ 2 ส่วนบีมด้านล่างจะผ่านอ่างแป้งที่ 1 แยกการอบแห้งเส้นด้ายผ่านลูกกลิ้งไอน้ำเคลือบ Teflon ที่อุณหภูมิ 120°C ชุดละ 4 ลูก แล้วมารวมกันที่ลูกกลิ้งไอน้ำที่อุณหภูมิ 110°C อีก 3 ลูกสุดท้าย

2.3.6 เส้นด้ายที่ผ่านการอบแห้งแล้วจะมาผ่านรางเทียบที่ความเร็ว 45 หลา/รอบ อุณหภูมิที่ 95°C

2.3.7 เส้นด้ายที่ผ่านรางเทียบแล้วจะถูกแยกด้วยเหล็กแยกเส้นด้าย 14 อัน ผ่านฟันหวีที่ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางเส้นด้ายม้วนเข้าสู่บีม บีมที่นำมาม้วนเส้นด้ายจะต้องตรวจสอบ ปีกบีมจะต้องไม่ขรุขระ หรือบิดเบี้ยว ชั่งน้ำหนักบีมก่อนทุกครั้ง เมื่อม้วนเส้นด้ายเต็มบีมแล้วตัดตัวอย่างเส้นด้ายยาวประมาณ 1 หลาตลอดหน้าบีมเพื่อนำไปทดสอบ

2.3.8 นำเส้นด้ายที่ม้วนแล้วมาชั่งน้ำหนัก และคำนวณเปอร์เซ็นต์การติดแป้งของเส้นด้าย โดยใช้สูตรดังนี้คือ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ติดแป้ง} = \frac{\text{ผลต่างน้ำหนักด้าย (กก.)} \times 100}{\text{น้ำหนักสุทธิลงแป้งแล้ว (กก.)}}$$

ผลต่างน้ำหนักด้าย (กก.)

$$= \text{น้ำหนักด้ายสุทธิลงแป้งแล้ว (กก.)} -$$

$$\text{น้ำหนักด้ายสุทธิก่อนลงแป้ง (กก.)}$$

น้ำหนักด้ายสุทธิก่อนลงแป้ง (กก.)

$$= \frac{\text{จำนวนหลา} \times \text{จำนวนเส้น}}{\text{เบอร์ด้าย (Ne)} \times 840 \times 2.2046}$$

เบอร์ด้าย (Ne) x 840 x 2.2046

น้ำหนักด้ายสุทธิลงแป้งแล้ว (กก.)

$$= \text{น้ำหนักบีมและเส้นด้าย (กก.)} - \text{น้ำหนักบีมเปล่า (กก.)}$$

ขั้นตอนที่ 2.4 นำเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตร 3 สูตรไปหาค่าความแข็งแรง, การยืดตัว และความทนต่อแรงเสียดสีของเส้นด้าย เปรียบเทียบกับเส้นด้ายที่ไม่ลงแป้งและลงแป้งด้วยสูตร 3 สูตร

ขั้นตอนที่ 2.5 การร้อยตะกอ

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ลายผ้า 2/1 ในการร้อยตะกอใช้เบรก 6 ราว ตะกอ 4 เฟรม ฟันหวีเบอร์ 84 มีวิธีดังนี้คือ

2.5.1 วิธีร้อยเบรก ร้อยเบรกละ 1 เส้น ร้อยเรียงจากราวเบรกที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 ไปเรื่อย ๆ จนหมด

2.5.2 วิธีร้อยตะกอและฟันหวี แบ่งเป็นริมผ้าซ้าย, เนื้อผ้า และริมผ้าขวา

ริมผ้าซ้าย ร้อยตะกอ 34 34 จำนวน 32 เส้น ร้อยฟันหวีช่องละ 4 เส้นทั้งหมด 8 ช่องฟันหวี

เนื้อผ้า ร้อยตะกอ 123 ร้อยฟันหวีช่องละ 3 เส้น

ริมผ้าขาว ร้อยตะกอ 43 จำนวน 32 เส้น ร้อยพันหัวช่องละ 4 เส้นทั้งหมด 8 ช่องพันหัว

ขั้นตอนที่ 2.6 เตรียมเครื่องทอ

ใช้เครื่องทอ Air-jet ยี่ห้อ TSUDAKOMA รุ่น 209 I จำนวน 1 เครื่อง มีความเร็วรอบ 518 รอบ/นาที เส้นด้ายพุ่งเบอร์ 20 OE ความถี่ 58 เส้น/นิ้ว และความคุมความชื้นที่ระดับ 80% ±5 ก่อนนำด้ายขึ้นขึ้นเครื่องจะปรับเครื่องตามมาตรฐานทั่วไปทั้ง 3 ปีม

ขั้นตอนที่ 2.7 การทอและเก็บรวบรวมข้อมูล

พนักงานคุมเครื่องผลัดละ 1 คน คุมทั้งหมด 12 เครื่อง ก่อนออกผลัดในแต่ละวันจดบันทึกเลขมิเตอร์ และบันทึกการหยุดสาเหตุเส้นด้ายขึ้นและสาเหตุเส้นด้ายพุ่งทุกครั้ง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในเครื่องทอในแต่ละวัน แล้วนำจำนวนผลที่ได้ในแต่ละวันมาหาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการทอ

นำจำนวนครั้งที่เครื่องหยุดสาเหตุเส้นด้ายขึ้นและเส้นด้ายพุ่งมาคำนวณต่อหนึ่งหมืนเส้นด้ายขึ้นและหนึ่งแสนเส้นด้ายพุ่ง (Stop per 10^4 ends x 10^5 picks) โดยใช้สูตร

$$\frac{\text{จำนวนครั้งที่หยุด} \times 10,000 \times 100,000}{(\text{ความกว้างหน้าผ้า (นิ้ว)} \times \text{ความถี่เส้นด้ายขึ้น/นิ้ว} \times \text{ความยาวผ้า (หลา)} \times 36 \times \text{ความถี่เส้นด้ายพุ่ง/นิ้ว})}$$

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 32 ที่จะทำการวิจัย ได้ค่าเฉลี่ยสมบัติของเส้นด้ายฝ้ายในด้านต่าง ๆ ดังนี้

เบอร์เส้นด้าย (Ne)	31.229
จำนวนเกลียว/นิ้ว	24.39
U%	13.28
Cvm%	16.86
Thin -50% / 1 km	55.18
Thick +50% / 1 km	326.53
Neps +200% / 1 km	515.60
Hairiness	5.92
ค่าความแข็งแรง (cN / Tex)	11.47

%Elongation 4.99

ความทนต่อแรงเสียดสี (รอบ) 6.87

3.2 ผลการสืบเส้นด้ายขึ้นในการทำวิจัยครั้งนี้ มีการขาดทั้งหมด 122 ครั้ง คิดเป็น 3.66 ครั้งต่อ 5 ล้านหลา

3.3 การลงแป้งเส้นด้ายทั้ง 3 สูตรได้เปอร์เซ็นต์การติดแป้งดังนี้

- เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรเดิมมีการติดแป้งที่ 15.19%

- เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรวิจัยที่ 1 มีการติดแป้งที่ 14.18%

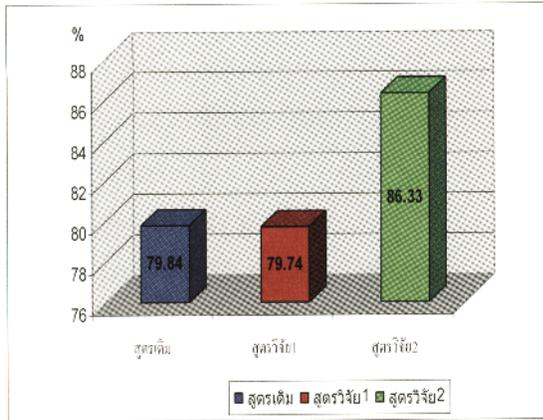
- เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรวิจัยที่ 2 มีการ ติดแป้งที่ 15.19%

3.4 ผลการนำเส้นด้ายไปหาค่าความแข็งแรง การยืดตัว และความทนต่อแรงเสียดสี

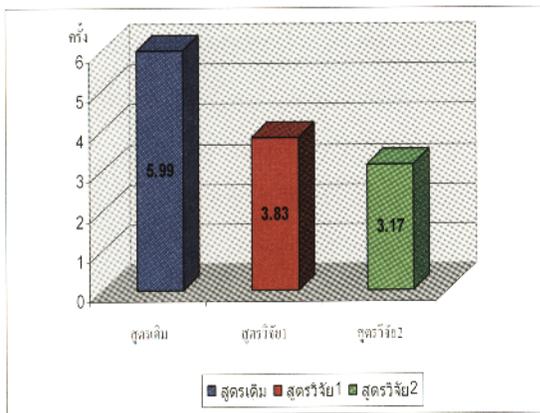
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรง, การยืดตัว และความทนต่อแรงเสียดสีของเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 32 ที่ยังไม่ผ่านการลงแป้ง และลงแป้งด้วยสูตร 3 สูตร

	เส้นด้ายที่ยังไม่ผ่านการลงแป้ง	เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรเดิม	เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรวิจัยที่ 1	เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรวิจัยที่ 2
Tenacity (cN/Tex)	11.48	14.45	15.04	15.07
%Elongation	4.99	3.46	3.98	3.87
Abrasion Test (ครั้ง)	6.87	20	19	19

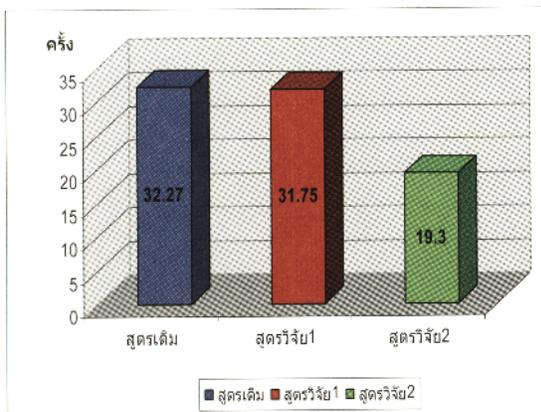
3.5 จากการบันทึกข้อมูลแล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพการทอ และเครื่องหยุดจากสาเหตุเส้นด้ายขึ้นและเส้นด้ายพุ่ง ต่อ 10^4 เส้นด้ายขึ้น x 10^5 เส้นด้ายพุ่ง ได้ข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 1, 2 และ 3



ภาพที่ 1 ประสิทธิภาพการทอ



ภาพที่ 2 เครื่องหยุดจากสาเหตุเส้นด้ายยืน ต่อ 10^5 เส้นด้ายยืน $\times 10^5$ เส้นด้ายพุ่ง



ภาพที่ 3 เครื่องหยุดจากสาเหตุเส้นด้ายพุ่ง ต่อ 10^4 เส้นด้ายยืน $\times 10^5$ เส้นด้ายพุ่ง

4. อภิปรายผลและวิจารณ์

จากผลการวิจัยพบว่าสูตรการลงแป้งเส้นด้ายมีผลต่อประสิทธิภาพการทออย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่ทั้งนี้คุณภาพของเส้นด้ายที่จะนำมาใช้ ความพร้อมของเครื่องสืบ และเครื่องลงแป้งเป็นปัจจัยสำคัญไม่แพ้สูตรการลงแป้งที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทอ รวมถึงการควบคุมความชื้นในห้องทอที่จะต้องคำนึงถึงด้วยเสมอ การนำเส้นด้ายที่ลงแป้งแล้วไปหาค่าความแข็งแรงและการยืดตัว ทำให้สามารถวิเคราะห์เบื้องต้นได้ว่า การลงแป้งด้วยสูตรต่าง ๆ นั้น จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทอในทางบวกหรือลบอย่างไร

5. สรุป

จากการวิจัยพบว่า สูตรวิจัยที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันมากนักในส่วนของอัตราการหยุดสาเหตุเส้นด้ายยืนแต่อย่างไรก็ตาม สูตรการลงแป้งเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 32 ที่เหมาะสม คือ สูตรวิจัยที่ 2 แป้งแปรรูป A 80 กก. ซึ่งสามารถประหยัดต้นทุนในการลงแป้งเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 32 ได้ถึง 63.4% หรือ 2,193 บาทต่อการผสม น้ำแป้ง 500 ลิตร และยังทำให้ประสิทธิภาพการทอมากขึ้นกว่าสูตรแป้งเดิม 6.49%

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สาธิต พุทธชัยยงค์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจสอบ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด และกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จนสามารถนำองค์ความรู้ทั้งหมดมาทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำงานทั้งในปัจจุบันและอนาคต

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแปรง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [2] ประพนอม จิตปราณีต. การเตรียมเส้นด้ายสำหรับการผลิตผ้าทอ. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ
- [3] สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2550. เทคโนโลยีการผลิตผ้า. 30 มีนาคม. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
- [4] สนั่น บุญลา. ความรู้เบื้องต้นการผลิตผ้าทอ. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ
- [5] สมภพ นภภิรมย์อนันต์. 2546. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาการเตรียมทอ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- [6] สาธิต พุทธชัยยงค์. 2551. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมทอผ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- [7] สาธิต พุทธชัยยงค์. 2551. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพเส้นด้าย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- [8] สาธิต พุทธชัยยงค์. 2551. เอกสารประกอบการบรรยายระบบเบอร์ด้าย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- [9] Lin Chin An. 2549. วิธีการยกระดับเทคนิคในกระบวนการไซร์ซิงของอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 7 กันยายน. หอประชุมอาคารตึกอำนวยการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- [10] Sathit Puttachaiyong. 1997. Improving the Efficiency and Productivity of Air-jet Weaving. Doctor's Thesis. Department of Textile Industries. The University of Leeds.

The Effect of Twist Factor and Cover Factor on Plain Woven Fabric Properties Classified By S on Z Twist and Z on Z Twist

Wanvisa Srisuponvanit , Dr. Sathit Puttachaiyong

Textile and Garment, Faculty of Textile Industries Rajamangala University of Technology Krungthep

2 Nanglinchee Rd. Tungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120 Tel: 0 2287 9633 E-mail: wanvisa@srptextile.com

Abstract

In order to develop the fabric in Thailand, research and development for better product is necessary. The objective of this research is to study the effect of twist factor, cover factor and twist direction on plain woven fabric properties which include wrinkle recovery, tensile strength, abrasion resistance, pilling resistance, tearing strength, and bending length or stiffness. This is classified by S on Z plied yarn and Z on Z plied yarn. Twist factor and cover factor are only varied in weft yarn. The fabrics are developed from the one commonly produced in the market. The twist factor is varied for 5 levels; the cover factor is varied for 3 levels. Each level of twist factor was woven for 3 cover factors. So, 15 fabrics are made with S on Z plied yarn; another 15 fabrics are made with Z on Z plied yarn. However, the S on Z fabric and Z on Z fabric are made with the different twist factor because of the high degree of twist in single yarn which makes the snarling occurred in Z on Z plied yarn. Both S on Z and Z on Z fabrics are dyed and finished finally tested at Textile Testing Center/ Thailand Textile Institute (TTI). The result indicates that Z on Z fabrics are better than S on Z fabrics in many properties. The only property that S on Z fabric is better is tearing strength.

1. Introduction

Textile and garment industrial development has significantly affected economic development and Thai social in general. It succeeded in the past due to its comparative advantage on labor factor and low-priced property, an increase of export in and out of quota, including the currency crisis during the economic crisis in 1997 that made our products favorable in the world market. However, those advantages didn't last very long. Today, Bangladesh, Cambodia and Viet Nam are those victorious countries in the post quota period of the world's textile apparel, along with China which is ready

among a price-based group, a market majority; at the same time, among a quality based one. In order for Thailand to be able to compete, doing the research and development for better fabric is necessary.

2. Methodology

2.1 Preparation for material

The experiment started by finding the sample fabric, the one commonly already in the market, and develop from it. Twist factor, cover factor and direction of twist were dependent variations. The cover factor and twist factor were varied only on weft yarn density. The

twist factor of warp yarn was constant. The twist factor on weft yarn was varied for 5 levels by adding 5% from based value and subtracts 5% from based value, and cover factor for 3 levels.

The sample fabric was made of combed 40 two plied yarn (S on Z). The following was the sample fabric's construction used in this experiment.

$$63'' \quad \text{CM}40/2 \times \text{CM}40/2/100 \times 55$$

Finding twist factor was calculated using the following formula. [1]

$$TF = TPI / \sqrt{Nc} \quad (1)$$

The cover factor was calculated from the following formula. [2]

$$C \text{ total} = C1 + C2 - C1.C2 \times 100 \quad (2)$$

The twist factor and cover factor calculated from the sample fabric were 3.58, and 88.71% respectively, and 16 TPI. These numbers were used as based values.

2.2 Determination of TF and CF (weft)

Table 1 Twist factor of S on Z and Z on Z two plied yarn

TF No.	S on Z (Weft)	TF (S /Z)	Z on Z (Weft)	TF (Z /Z)
1	TPI=14	3.13	TPI=6	1.34
2	TPI=15	3.35	TPI=7	1.57
3	TPI=16	3.58	TPI=8	1.79
4	TPI=17	3.80	TPI=9	2.01
5	TPI=18	4.02	TPI=10	2.24

Z on Z twist factor was not the same as the S on Z because of the occurred reverse twist which made it impossible for warping process. So, it was reduced to 6 twists per inch which warping could be processed, and was used as a based value for Z on Z plied yarn.

Table 2 Cover factor of experimental fabric

Cover factor No.	Warp Density	Weft Density	Cover factor
1	100	50	87.90%
2	100	53	88.38%
3	100	55	88.71%

The cover factor of the sample fabric was 88.71% which was considered very high. As a result, the cover factor was determined by reducing 2-3 threads from the based value for two levels.

Once the S on Z and Z on Z plied yarn were prepared accordingly. Each twist factor was woven for three cover factor. The combed cotton 40/2 was used as material same as the sample. After all 30 different fabrics were made; they were sent to SSDC, the dyeing factory, for finishing and tested at Thailand Textile Institute (THTI).

3. Result

3.1 The result of abrasion resistance

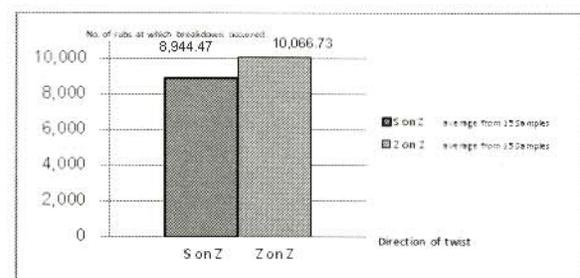


Fig. 1 Abrasion resistance

Z on Z fabric shows better abrasion resistance than the S on Z fabric for 12.55%.

The possible explanation is that the plied yarn of S on Z fabric has a higher final twist than the Z on Z fabric. Usually, the higher the number of twist makes the yarn rounder. The rounder yarn has higher point of

contact compare to the Z on Z plied yarn which has much less number of final twists result in less roundness or flat shape and lower point of contact. Since the point of contact in Z on Z plied yarn is lower, the longer it takes to make it breakdown. So, the number of rubs of Z on Z fabric is higher.

3.2 The result of wrinkle recovery

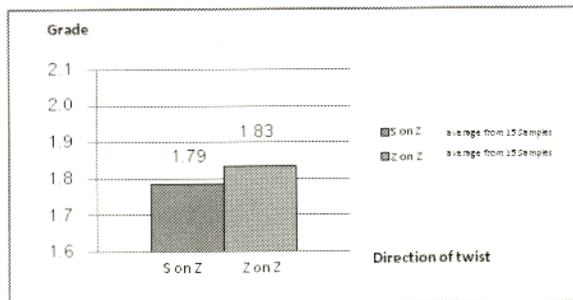


Fig. 2 Wrinkle recovery

Z on Z fabric shows just a little bit better in wrinkle recovery than the S on Z fabric for only 2.63%.

Usually, the higher the degree of twist, the greater the strain is on yarn fibers. It will have less ability to recover from wrinkling because the higher strain may result in inelastic. In this case, the degree of twist in Z on Z is less than S on Z fabric which may result in more elastic or better wrinkle recovery.

3.3 The result of the stiffness

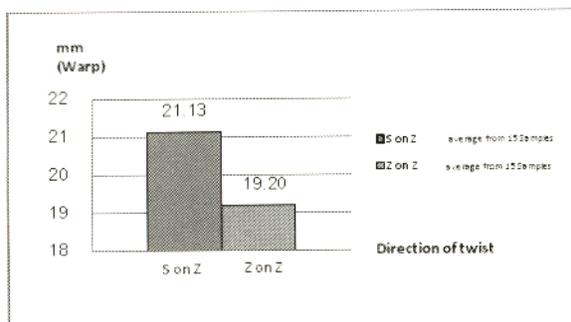


Fig. 3 Stiffness in warp direction

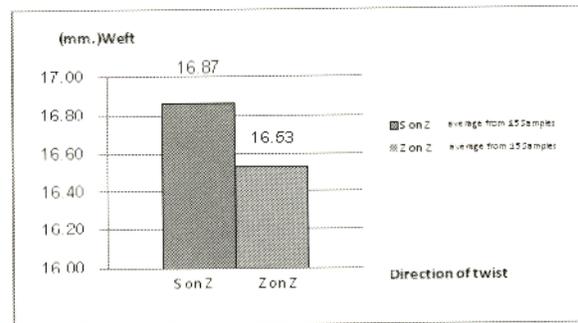


Fig. 4 Stiffness in weft direction

Z on Z fabric shows a better result than S on Z fabric for 9.13% in warp direction and 2% in weft direction.

The possible explanation is that the degree of twist in Z on Z fabric is less than the S on Z fabric. The lower the degree of twist gives the softer yarn. The softer yarn makes the softer fabric. Therefore, Z on Z fabric has better stiffness than S on Z fabric.

3.4 The result of tensile strength

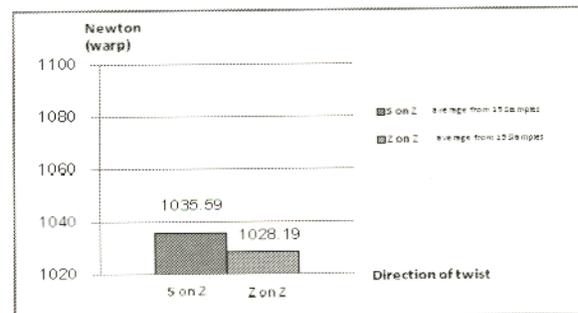


Fig. 5 Tensile strength in warp direction

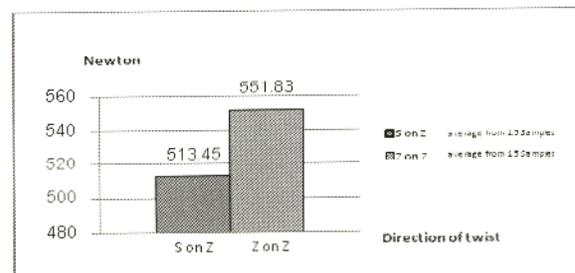


Fig. 6 Tensile strength in weft direction

On average, the Z on Z fabric showed higher tensile strength than S on Z fabric for 7.47%, but poorer in warp direction for only 1.0% which was almost indifference.

Possible reason may be the direction of twist. Since, the single twist is Z twist, the final twist of plied yarn which is the same as single twist make the yarn stronger than the one with different direction.

3.5 The result of tearing Strength

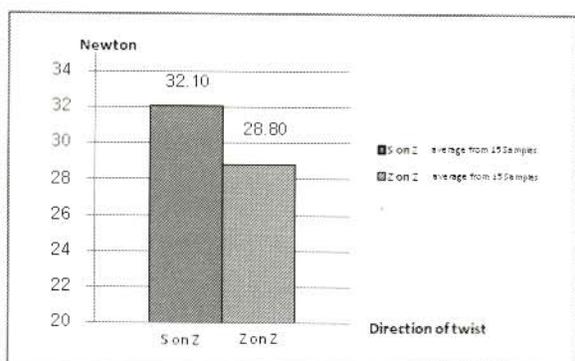


Fig. 7 Tearing strength in warp direction

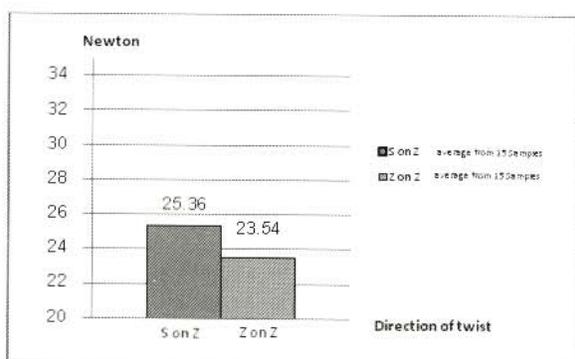


Fig. 8 Tearing strength in weft direction

Z on Z fabric shows poorer tearing strength than S on Z fabric in warp direction for 10.28%, and 7.18% in weft direction.

Usually, the higher the degree of twist gives the rounder yarn. The degree of twist in Z on Z fabric is

lower than the S on Z fabric. This means the roundness of the Z on Z plied yarn is lower; in other word, the yarn is flatter. Consider tearing something round and something flat; the hardness of tearing is of course different. The flatter object should be easier to tear. Therefore, it is possible that the Z on Z fabric which made of flatter yarn will have lower tearing strength.

3.6 The result of pilling

All 30 fabrics are graded 4 for pilling (a slight surface fuzzing and/or partially formed pills).

4. Conclusion

Table 3 The comparison of test result between S on Z fabrics and Z on Z fabrics

Properties	S/Z better than Z/Z	Z/Z better than S/Z
Abrasion Resistance		12.55%
Wrinkle Recovery		2.63%
Stiffness (warp)		9.13%
Stiffness (weft)		2.0%
Tensile Strength (warp)	1.0%	
Tensile Strength (weft)		7.48%
Tearing Strength (warp)	10.28%	
Tearing Strength (weft)	7.18%	
Pilling		

In Overall view, Z on Z fabrics was better than S on Z fabrics in terms of the tensile strength, the stiffness, the abrasion resistance, and the wrinkle recovery. The pilling resistance, both Z on Z and S on Z fabrics were not different. The tearing strength was the only property that S on Z fabrics gave better result. However, the fabric with high tensile strength will have low tearing strength. On the other hand, the fabric with high tearing strength will result in low tensile strength.

Z on Z fabrics were made with less number of twist than the S on Z fabrics in this experiment, yet showed better result in many aspects such as the abrasion

resistance, the stiffness which is most people want for the fabric to be soft and strong. Moreover, the lower the degree of twist means the cheaper the cost. According to the literature review, only 2.8 TF is needed for the single yarn to produce a strong Z on Z plied yarn. [3] In contrary, the single yarn for producing S on Z plied yarn is still using twist factor of 3.5 to 4 nowadays. The higher the twist factor means the more number of turns the spinning machine needed which result in higher electricity consumption. Also the more fiber needs to be used to produce the yarn with higher twist factor to get the same length of yarn. This is another material cost to be realized. However, the real cost for producing S on Z fabrics and Z on Z fabric was not calculated exactly in this experiment, but there was a potential that producing Z on Z fabric would yield better benefit.

5. Acknowledgement

The author wished to acknowledge everyone who has contributed to the supporting of this dissertation.

6. Literature Cited

- [1] Goswami, B. C., Martindale, J. G. and Scardino, F. L. 1976. Textile Yarns Technology, Structure, and Applications. New Jersey: Princeton.
- [2] Booth, J.E. 1977. Textile Mathematics Volume Three. Great Britain: Morrison and Gibb Ltd. London and Edinburgh.
- [3] Coulson A. F. W. and Daikin, G. 1957. "19-Doubled Yarns Part III The effects on their physical properties of differences of singles twist, doubling twist, direction of doubling, traveler weight, and spindle speed" Journal of the Textile Institute. 48 (July-August): 258-292.

7. Appendices

7.1 Formulas

TF	=	TPI/\sqrt{Ne}
TF	=	Twist factor
TPI	=	Twist per inch
Ne	=	English cotton yarn count
C total	=	$(C1+C2 - (C1 \times C2)) \times 100$
C1	=	$d1 \times n1$
C2	=	$d2 \times n2$
d1	=	warp yarn diameter
d2	=	weft yarn diameter
n1	=	warp density
n2	=	weft density
d	=	$1/(28\sqrt{Ne})$
Ne	=	English cotton yarn count

7.2 Test standard

Abrasion resistance	ISO 12947-2:1999(E)
Wrinkle Recovery	AATTC Test Method 128:2004
Stiffness	JIS 1096 :1999 Method A
Tensile Strength	ISO 13934-1:1999(E)
Tearing strength	ISO 13937-1:2000(E)
Pilling	ISO 12945-1:2000(E)

การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีน

The Development of Industrial Filter Fabrics by Using Polypropylene Yarn

วารี พงศาโรจนวิทย์ และ ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์

สาขาวิชา สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์: 0 2287 9633 E-mail: waree.rttextile@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมโดยใช้เส้นด้ายพอลิโพรพิลีนในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตผ้ากรองสำหรับอุตสาหกรรมโดยทอผ้าจากเส้นด้ายพอลิโพรพิลีน ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สามารถผลิตได้ในประเทศ อันเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อทดแทนการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ โดยเริ่มจากการศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของผ้ากรองประเภทน้ำหนัก 450+/-130 กรัม/ตารางเมตร จากนั้นจึงกำหนดเบอร์เส้นด้าย โครงสร้าง ลายทอ วิธีการทอ ซึ่งได้ทำการผลิตผ้ากรองขึ้นจำนวน 3 โครงสร้าง แล้วตกแต่งด้วยการอบไอน้ำเพื่อให้ผ้าอยู่ตัว จากนั้นจึงทดสอบสมบัติทางกายภาพของผ้ากรองได้แก่ ความหนา น้ำหนัก ความแข็งแรงเมื่อผ่านการสัมผัสกรดและด่าง และค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ ผลการวิจัยพบว่า โครงสร้างผ้ากรองที่ได้ผลิตขึ้น มีโครงสร้างหลังการอบไอน้ำด้วยไอน้ำดังนี้ $1000^D \times 1000^D / 57 \times 20.5$, $1000^D \times 1200^D / 57 \times 21$, และ $1000^D \times 1500^D / 54 \times 19$ โดยความถี่เส้นด้ายขึ้นในโครงสร้างเพิ่มขึ้นหลังการอบไอน้ำมากกว่าเส้นด้ายพุ่ง เนื่องจากเส้นด้ายขึ้นมีความเค้นสะสมจากการทอมาก เมื่อเส้นด้ายผ่านการอบไอน้ำจึงคลายตัวและหดตัวได้มากเมื่อแห้ง ทำให้ผ้ามีความหนา 901.05, 953.55, และ 984.3 ไมครอน และมีน้ำหนัก 400.23, 424.67, และ 425.55 กรัม/ตารางเมตรตามลำดับ เส้นด้ายพอลิโพรพิลีนมีความต้านทานต่อกรดและด่างดี ดังจะเห็นได้จากเส้นด้ายขึ้นมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อสัมผัสกรดไฮโดรคลอริก pH1 และลดลงเล็กน้อยเมื่อสัมผัสด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ pH13 ส่วนเส้นด้ายพุ่งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ผลการทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ พบว่าเมื่อเส้นด้ายพุ่งมีเบอร์ใหญ่ขึ้นถึง 1500^D ทำให้ความถี่เส้นด้ายขึ้นและเส้นด้ายพุ่งในโครงสร้างน้อยกว่า โครงสร้างที่ใช้เส้นด้ายพุ่งเบอร์ 1200^D และ 1000^D ทำให้มีช่องว่างมากกว่า โดยมีผลต่อค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ที่มากขึ้นตามลำดับ จากมากไปน้อยดังนี้ 21.82 , 21.54 , 21.14 ลิตร/ตารางเมตร/วินาที และเมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นของผ้า พบว่าค่าความหนาแน่นของโครงสร้าง $1000^D \times 1500^D / 54 \times 19$ มีค่าเท่ากับ 89.55% ซึ่งมีค่าน้อยกว่าโครงสร้าง $1000^D \times 1000^D / 57 \times 20.5$ มีค่าเท่ากับ 92.02% เป็นผลมาจากความถี่ของเส้นด้ายขึ้นและเส้นด้ายพุ่งที่น้อยกว่า จะเห็นว่าการพัฒนาผ้ากรองอุตสาหกรรมด้วยเส้นด้าย พอลิโพรพิลีนในประเทศครั้งนี้ สามารถผลิตผ้ากรองที่มีสมบัติทางกายภาพอยู่ในช่วงการใช้งานเช่นเดียวกับผ้ากรองที่นำเข้าได้เป็นอย่างดี

1. บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว สิ่งก็ตามมาจากการขยายตัวของธุรกิจภาคอุตสาหกรรม คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมหลายๆ ด้าน ทั้งอากาศเสีย น้ำเน่าเสีย ขยะล้นเมือง เป็นต้น ดังนั้นจึงมีกฎหมายควบคุมการปล่อยของเสียต่างๆ ให้อยู่ในระดับมาตรฐานเสียก่อน น้ำเสียเป็นปัญหาที่สำคัญของโรงงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษโดยที่เครื่องดังกล่าว จะต้องมีการใช้ผ้าช่วยในการกรองของเสีย ซึ่งผ้ากรองที่ใช้จะถูกกำหนดคุณลักษณะ เฉพาะสำหรับเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษนั้น โดยมีการกำหนดปริมาณการใช้และมีการกำหนดอายุการใช้งานของผ้ากรองผ้ากรองอุตสาหกรรม เป็นผ้ากรองที่ผ่านการนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด ไม่มีการผลิตในประเทศไทย โดยดูจากมูลค่าการนำเข้ารวมของประเทศ ตั้งแต่ปี 2004 ถึงปี 2008 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 มูลค่าการนำเข้าผ้ากรองรวมของประเทศไทย

ปี ค.ศ.	มูลค่าการนำเข้า (บาท)
2004	71,945,247
2005	125,786,894
2006	124,694,006
2007	87,864,171
2008	90,437,467

ที่มา: <http://www.customs.go.th/Statistic/StatisticIndex.jsp>

เส้นใยที่สามารถนำมาผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมมีหลายชนิด เช่น โพลีโพรพิลีน โพลีเอสเตอร์ ไนลอน แต่เส้นใยที่เหมาะสมจะนำมาผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรมคือ เส้นใยโพลีโพรพิลีน เนื่องจากมีสมบัติที่ดีหลายประการ ได้แก่ มีน้ำหนักเบา, มีความแข็งแรงสูง, มีความเป็นเทอร์โมพลาสติก เมื่อเซทด้วยความร้อน (Heat set), ความคงทนต่อการด-เบส และสารเคมี, ความคงทนต่อแมลงและเชื้อรา ซึ่งทำให้เป็นเส้นใยที่เหมาะสมที่สุด

ในการนำมาผลิตผ้ากรองอุตสาหกรรม อีกทั้ง เส้นใยชนิดนี้ยังสามารถหาแหล่งผลิตได้จากภายในประเทศ แต่ปัญหาของผู้ใช้ผ้ากรองอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นนั้นคือไม่สามารถหาแหล่งผลิตผ้ากรองภายในประเทศได้ อีกทั้งผ้ากรองอุตสาหกรรมเป็นสินค้าที่มีความหลากหลาย ทั้งในเรื่องของโครงสร้างผ้า และหน้าผ้า ดังนั้นจึงทำให้โรงงานทอผ้าส่วนมาก ยังไม่ให้ความสนใจกับอุตสาหกรรมประเภทนี้ แต่เมื่อเทียบราคาค่าต้นทุนของสินค้าที่นำเข้ามาแล้ว เรายังมีความได้เปรียบในเรื่องของต้นทุนการผลิต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า น่าจะนำผ้ากรองอุตสาหกรรมดังกล่าวมาทำการศึกษาและพัฒนา เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมในการนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

2. วิธีการวิจัย

2.1 การกำหนดโครงสร้างผ้ากรองอุตสาหกรรม

ผ้ากรองอุตสาหกรรมที่จำหน่ายโดยทั่วไปจะมีโครงสร้างผ้าที่แตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องผลิตให้ตรงตามลักษณะการใช้งานที่เฉพาะเจาะจง โดยผู้ใช้จะกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของผ้าที่ต้องการ จากนั้นผู้ผลิตจึงนำมากำหนดโครงสร้างผ้า โดยควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์ตามที่กำหนด ข้อมูลตั้งต้นที่ได้รับมา คือ

PP Fabric Specifications

Model	05-22-450 K
Material	Polypropylene
pH Resistance	1-13
Thermal Resistance	90°C max
Thickness (micron)	950+/-190
Weight (g/m ²)	450+/-130
Warp	Multi
Weft	Multi
Weave	Plain
Air Permeability (L / m ² /s)	25 +/-7

จากนั้น จึงทำการวิเคราะห์ และกำหนดโครงสร้าง
ผ้ากรองอุตสาหกรรม โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 การกำหนดเบอร์ของเส้นด้ายยืนและ
เส้นด้ายพุ่ง เพื่อให้ได้ความหนาตามคุณลักษณะเฉพาะ
ที่กำหนด

2.1.2 การกำหนดความถี่ของเส้นด้ายยืนและ
ความถี่ของเส้นด้ายพุ่ง เพื่อให้ได้น้ำหนักตามคุณลักษณะ
เฉพาะที่กำหนด

2.2 กระบวนการทอผ้ากรองอุตสาหกรรม

จากการคำนวณในเบื้องต้น เมื่อได้ค่าความหนา
ของผ้าและน้ำหนักของผ้าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดใน
คุณลักษณะเฉพาะของผ้าแล้ว หลังจากนั้น จึงเข้าสู่
กระบวนการทอผ้า โดยทำการผลิตผ้าได้ 3 โครงสร้าง คือ

โครงสร้างที่ 1 $1000^D \times 1000^D / 52 \times 20$

โครงสร้างที่ 2 $1000^D \times 1200^D / 52 \times 21$

โครงสร้างที่ 3 $1000^D \times 1500^D / 52 \times 19$

แล้วนำผ้าทั้ง 3 โครงสร้างไปทำให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน
(Heat set)

2.3 การทดสอบผ้ากรองอุตสาหกรรม

เมื่อผ่านกระบวนการทอผ้ากรองอุตสาหกรรมแล้ว
ขั้นตอนถัดไป คือ การทดสอบผ้ากรอง โดยการทดสอบ
ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะเฉพาะของผ้าที่กำหนด

2.3.1 การทดสอบค่าความแข็งแรงของผ้าก่อนและ
หลังการแช่สารละลายกรด-เบส นำผลที่ได้มาทำการ
เปรียบเทียบค่าการทดสอบแรงดึงขาดของผ้า (อ้างอิง
มาตรฐาน ASTM D 5035)

2.3.2 การวิเคราะห์อุณหภูมิหดรอดตัวผลึก (T_m)

2.3.3 การทดสอบค่า Thickness (Micron) $950 \pm$
 190 นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (อ้างอิงมาตรฐาน ASTM D
1777)

2.3.4 การทดสอบหาน้ำหนักผ้า Weight (g/m^2)
นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (อ้างอิงมาตรฐาน ASTM D
3776)

2.3.5 การทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ ($L/m^2/s$)
นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (อ้างอิงมาตรฐาน ASTM D 737)

3. ผลการวิจัย

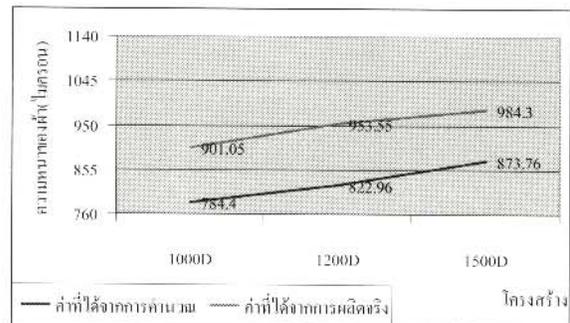
3.1 ผลการเปรียบเทียบโครงสร้างผ้าก่อนและหลังการทำ ให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบโครงสร้างผ้าก่อนและหลังการทำ
ให้ผ้าอยู่ตัวด้วยความร้อน

โครงสร้างเดิม	โครงสร้างใหม่
$1000^D \times 1000^D$	$1000^D \times 1000^D$
52 x 20	57 x 20.5
$1000^D \times 1200^D$	$1000^D \times 1200^D$
52 x 21	57 x 21
$1000^D \times 1500^D$	$1000^D \times 1500^D$
52 x 19	54 x 19

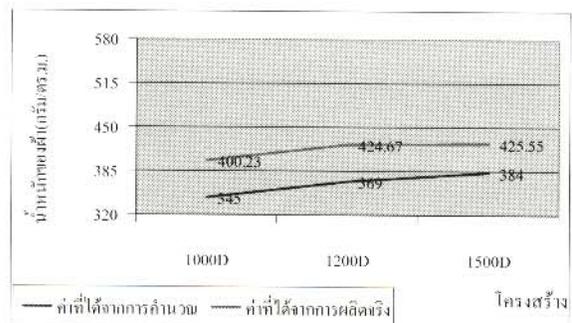
3.2 ผลการทดสอบผ้ากรองอุตสาหกรรม

3.2.1 ผลการเปรียบเทียบความหนาของผ้า



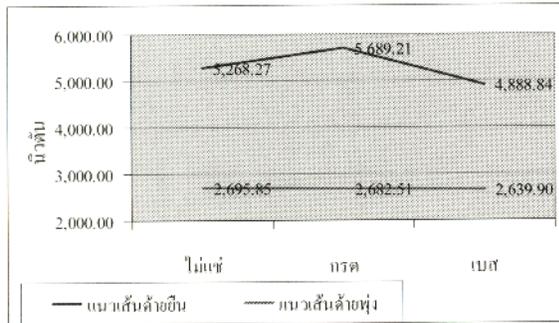
ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบความหนาของผ้า

3.2.2 ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้า



ภาพที่ 2 การเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้า

3.2.3 ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าก่อนและ
หลังการแช่สารละลายกรด-เบส



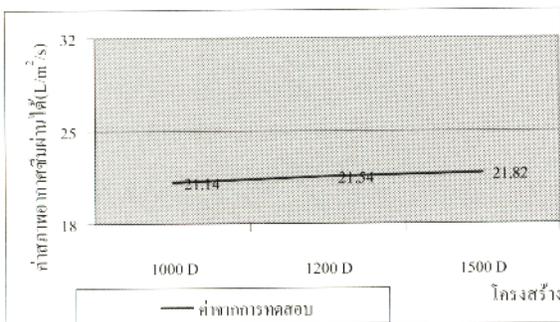
ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของผ้าก่อนและ
หลังการแช่สารละลายกรด-เบส

3.2.4 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมตัวผลึก (T_m)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิหลอมตัวผลึก (T_m)

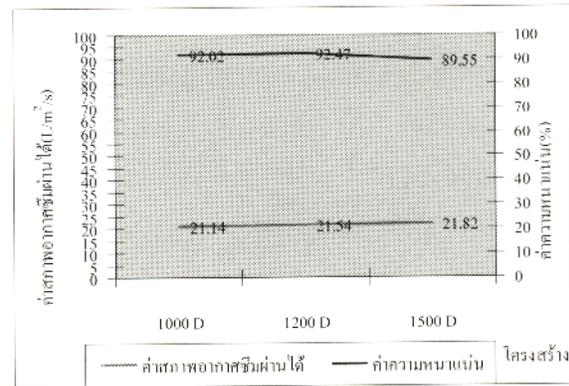
โครงสร้างผ้า	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)
$1000^D \times 1000^D$ 57 x 20.5	171.92
$1000^D \times 1200^D$ 57 x 21	171.59
$1000^D \times 1500^D$ 54 x 19	174.20

3.2.5 ผลการทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้



ภาพที่ 4 ผลการทดสอบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้

3.2.6 ผลการคำนวณค่าความหนาแน่นของผ้า



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้กับค่า
ความหนาแน่นของผ้า

4. สรุป

จากที่ผ่านมารองงานอุตสาหกรรมต่างๆที่ใช้
ผ้ากรอง ได้ซื้อผ่านตัวแทนจำหน่าย โดยที่ตัวแทนจำหน่าย
นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งดูได้จากข้อมูลการนำเข้า
ผ้ากรองในแต่ละปีมีค่าที่สูงมาก ดังนั้น ถ้าทำการผลิต
ได้เองภายในประเทศ จะสามารถทดแทนการนำเข้าได้
และยังสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปเป็นแนวทางในการ
ผลิตผ้ากรองโดยใช้เส้นใยอื่นๆ ได้อีก เพื่อให้เหมาะสมกับ
การใช้งาน จากการวิจัย พบว่าผ้าทั้ง 3 โครงสร้างมีผล
การทดสอบทุกค่าผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดในคุณลักษณะ
เฉพาะของผ้า เมื่อพิจารณาโครงสร้าง $1000^D \times 1000^D / 57$
 $\times 20.5$ พบว่ามีค่าสภาพอากาศซึมผ่านได้ของผ้าน้อยที่สุด
และค่าการทดสอบอื่นๆ พบว่า น้ำหนักของผ้าและ
ความหนาของผ้าก็มีค่าน้อยที่สุด แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่
กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะของผ้า ดังนั้น โครงสร้างนี้จึง
เป็นโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สาธิต
พุทธชัยยงค์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบและ
แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยเป็นอย่างดี
โดยตลอดจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ทุกๆ ท่านที่ให้ความรู้จนสามารถนำความรู้ทั้งหมดมาทำงานวิจัยจนสำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] มณฑา จันทร์เกตุเลิศ. 2541. วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: หอรัตนชัย การพิมพ์
- [2] ลีลี่ โกศัยยานนท์. 2541. คู่มือวิชาการสิ่งทอ โครงการพัฒนาตำราความรู้พื้นฐานในวิทยาศาสตร์สิ่งทอ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [3] วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน. 2551. เทคโนโลยีสิ่งทอเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คราฟแมนเพรส
- [4] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. วิทยาศาสตร์เส้นใย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [5] สาจิต พุทธิชัยยงค์. 2532. การผลิตและการพัฒนาผ้าทอ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- [6] อัจฉราพร ไสละสูต. 2539. ความรู้เรื่องผ้า. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: ดันไทรการพิมพ์
- [7] อัจฉราพร ไสละสูต และ ชิงรุ วาดานาณ. 2520. วิศวกรรมสิ่งทอ. กรุงเทพฯ: KINMEI PRINTING CO.,LTD.

การศึกษาผ้าถักที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดแบคทีเรีย

The Study of Knitted Fabric with Anti-Bacterial Property

สิทธิโชค วงศ์คุณานันต์ และ ดร.สาธิต พุทธิชัยยงค์

สาขาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0 2287 9633 E-mail: sithichote@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาและวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาดังความสามารถของผ้าถักในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียโดยใช้เส้นใย แคลปยอน มาผสมกับเส้นใยฝ้าย ในอัตราส่วนของเส้นใย แคลปยอน 27% และฝ้าย 73% เพื่อหาความเหมาะสมของฤทธิ์ ในการยับยั้ง แบคทีเรีย, ต้นทุนที่แข่งขันได้ และเพื่อศึกษาถึงเทคนิคในการผลิต ของขั้นตอนการปั่นเส้นใย เพื่อคุณภาพของ เส้นใยที่ดี ในการปั่นเส้นใยแคลปยอน โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการผลิต ที่บริษัท คูซูนเฮงหลี เท็กไทล์ จำกัด จังหวัด ราชบุรี และใช้การ ทดสอบชิ้นงานวิจัยโดย บริษัท SGS (Thailand) Limited โดยผลของการวิจัยพบว่า ผ้าถักที่มีส่วนผสม ของเส้นใยแคลปยอน 27% และฝ้าย 73% ที่ทดลองผลิตนั้นมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ตามมาตรฐาน ทดสอบเอเอทีซีซี 100 (Test for Antimicrobial Fabrics) ถึง 98.21% หลังผ่านการซักทั้งหมด 50 ครั้ง

คำสำคัญ: ผ้าถัก, คุณสมบัติยับยั้งการเกิดแบคทีเรีย

Abstract

The major purpose of this thesis is to measure the anti-bacterial property of knitted fabric by using crabyon and cotton fiber mixed in certain ratio. The mixing ratio of fiber is 27% for crabyon and 73% for cotton. In addition, another two purposes are to find a proper specifications and reasonable cost for spinning. The experimental was manufactured at Koosoonhenglee textile co.,Ltd on Ratchaburi province and the anti-bacterial testing was tested by SGS (Thailand) Limited. By AATCC 100 1999 (Test for Antimicrobial Fabrics) method, The study result was found that the knitted fabric ,after 50 washed, has an ability to kill and restrain the growth of Staphylococcus Aurous by 98.21%

Keywords: Knitted Fabric, Anti-Bacterial Property

1. บทนำ

อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย จัดเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและจำเป็นต้องรักษาไว้ พร้อมทั้งต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพราะ สินค้าผลิตที่ได้ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่สำคัญของมนุษย์ มีความต้องการในประเทศรองรับอยู่มากมาย ซึ่งโดยหลักแล้ว อุตสาหกรรมนี้จะต้องสามารถสนองความต้องการ พื้นฐานภายในประเทศได้เป็นอย่างดี เพื่อเลี่ยงการพึ่งพาจากต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ตลาดผ้าในประเทศจะเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีการนำเข้าผ้าผืนจากต่างประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 เทียบระหว่างปี 2547 กับปี 2550 และมีแนวโน้มเป็นอย่างสูงมากที่ประเทศไทยกำลังสูญเสียตลาดผ้าผืนในประเทศให้กับต่างประเทศ โดยเฉพาะกับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อีกทั้งการจัดทำความตกลงเขตการค้าเสรี (Free Trade Area : FTA) กับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ส่งผลกระทบยิ่งขึ้นกับอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศ เป็นอย่างมาก เนื่องจาก มีการนำเข้าผ้าผืนที่มีราคาถูกลง จากประเด็นปัญหาดังกล่าว จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องมีการศึกษาถึงการ พัฒนา วิจัย เทคนิคการปั่น เส้นใยฝ้ายให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น ทั้งนี้เพราะอุตสาหกรรมสิ่งทอในไทยมิสามารถแข่งขันสินค้าที่เป็นตลาดระดับล่าง ซึ่งต้องแข่งขันกันในด้านต้นทุนกับประเทศยักษ์ใหญ่อ่างจีน หรือ อินเดียได้ ทำให้ต้องทำตลาดคู่แข่งที่อยู่สูงกว่า เช่น ญี่ปุ่น, ไต้หวัน, หรือ เกาหลี จึงจะมีต้นทุนและผลกำไรที่แข่งขันได้ ผู้วิจัยจึงได้นำหัวข้อวิจัย การศึกษาผ้าอ้อมที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดแบคทีเรียมาทำการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการเปิดตลาดการค้าใหม่ที่เป็นตลาดระดับกลางถึงสูง และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านคุณภาพของผ้าผืนให้ดียิ่งขึ้นในประเทศ

2. วิธีการ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง โดยการใช้เส้นใยแคลปยอนที่มีส่วนผสมของเรยอนและส่วนผสมของเปลือกปู ซึ่งมีสาร

โคติด-โคโตซาน มาผสมกับฝ้าย ในอัตราส่วนของเส้นใยฝ้าย 73% และเส้นใยแคลปยอน 27% โดยผ่านกระบวนการต่างๆ ในโรงงานปั่นด้าย เพื่อผลิตด้ายฝ้ายผสมแคลปยอน และทดลองศึกษา ความเหมาะสมของฤทธิ์ ในการยับยั้งแบคทีเรีย, ต้นทุนที่แข่งขันได้ และทดลองถึงเทคนิคในการผลิตของขั้นตอนการปั่นเส้นใย เพื่อให้ได้คุณภาพที่สามารถแข่งขันได้ จากนั้นนำเส้นด้ายไปถักเป็นผืนผ้าทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของเส้นใยฝ้ายผสม แคลปยอน โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน เอเอทีซีซี 100 (AATCC 100)

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์และทดสอบคุณภาพเส้นใยแคลปยอนและฝ้าย

3.1.1 เส้นใยแคลปยอนมีค่า Micronaire อยู่ในระดับค่าเฉลี่ยที่ 5.42 ส่วนผลการทดสอบ Micronaire ของเส้นใยฝ้าย พบว่า เส้นใยฝ้ายมีค่า Micronaire อยู่ในระดับค่าเฉลี่ยที่ 3.60

3.1.2 ผลทดสอบหาความชื้นในเส้นใยแคลปยอน พบว่า เส้นใยมีผลเฉลี่ยของความชื้นเท่ากับ 4.8 % โดยมีค่าที่ได้น้อยที่สุดในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 ชิ้น ผลทดสอบเท่ากับ 4.0 % และค่ามากที่สุดในกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 5.6 %

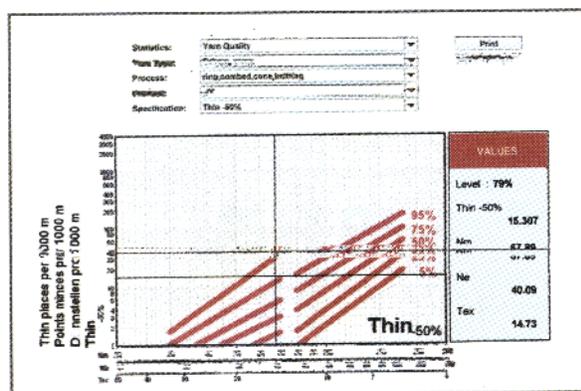
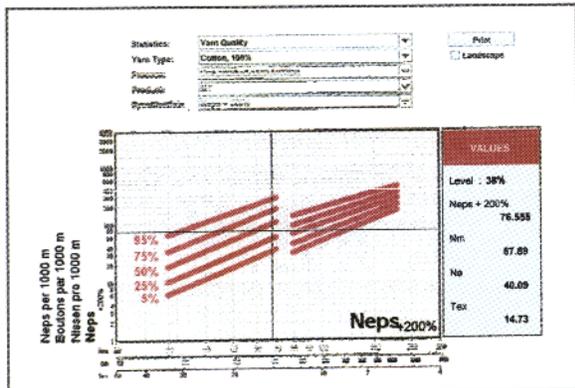
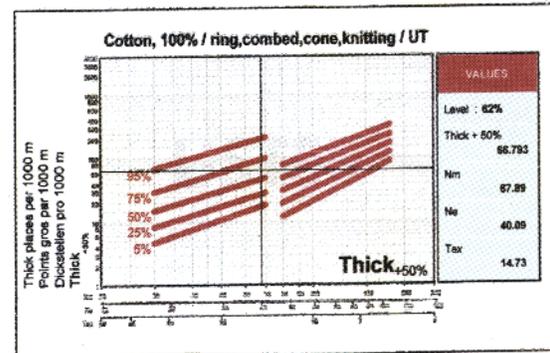
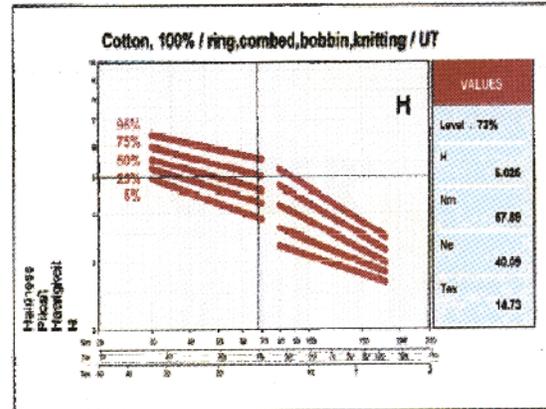
จากการทดสอบหาความชื้นในเส้นใยฝ้ายพบว่า เส้นใยมีผลเฉลี่ยของความชื้นเท่ากับ 3.2 % โดยมีค่าที่ได้น้อยที่สุดจากตัวอย่างทั้งหมด 12 ชิ้นทดสอบเท่ากับ 2.5 % และมีค่ามากที่สุดในกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 5 %

จากการทดสอบดังกล่าวพบว่า เส้นใยแคลปยอนมีเปอร์เซ็นต์ของความชื้นที่สะสมในตัวมากกว่าฝ้ายอยู่ถึง 10 % ทำให้เชื่อได้ว่าผ้าที่มีส่วนผสมของเส้นใยแคลปยอนสามารถทำให้ผู้สวมใส่สบายขึ้น เนื่องจากมีความชื้นสะสมในตัวเส้นใยสูงกว่าเส้นใยฝ้าย และสามารถป้องกันไฟฟ้าสถิตได้ดีขึ้นเนื่องจากมีความชื้นสะสมในเส้นใยมากกว่า

3.2 ผลการ วิเคราะห์และทดสอบ เส้นด้าย ฝ้ายผสมแคลปยอน

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบค่าอิมเปอร์เฟกชัน (Imperfections) ของเส้นด้ายฝ้ายผสมเกลยอน

ค่าอิมเปอร์เฟกชัน	ในระดับ	ผลที่ได้
ค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้าย	(Um %)	11.27
ค่าส่วนของเส้นด้ายที่บาง	(-50%)	15
ค่าส่วนของเส้นด้ายที่หนา	(+50%)	67
ค่าส่วนของปมบนเส้นด้าย	(+140%)	448
ค่าส่วนของปมบนเส้นด้าย	(+200%)	77
ค่าส่วนของปมบนเส้นด้าย	(-280%)	18
บนของเส้นด้าย	Length 1 cm	5.02



ภาพที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพเส้นด้ายเกลยอน ตามมาตรฐานทดสอบยูสตอร์สตาทิสติกส์ 2007 ในเรื่อง Neps (+200%), Thin (-50%), Thick (+50%), Hairiness

3.3 ผลการทดสอบผืนผ้าฝ้ายเพื่อหาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

กระบวนการทดสอบผืนผ้าฝ้ายเพื่อหาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียใช้วิธีการทดสอบโดยใช้มาตรฐาน เอเอทีซีซี 100 ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อที่จะวัดระดับในเชิงปริมาณของตัวอย่างผ้าที่มีสารยับยั้งเชื้อว่ามีความสามารถในการฆ่าหรือระงับการเติบโตของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองได้ด้วยตาเปล่า ได้ผลดังนี้

จำนวนครั้งในการทดลองซัก	ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ Staphylococcus ตามมาตรฐาน เอเอทีซีซี 100
ทดลองซัก 0 ครั้ง	88.60%
ทดลองซัก 50 ครั้ง	98.21%

3.4 กระบวนการวิเคราะห์หาต้นทุนของการปั่น
ด้ายฝ้ายผสมแคลปยอน

ตารางที่ 3 รายการต้นทุน ต้นทุนฝ้าย, เศษเส้นใยสั้นจาก
เครื่องหวี, แคลปยอน ,ค่าไฟฟ้า, ค่าวัสดุและอะไหล่,
ค่าบรรจุ, ค่าแรง, ค่าเสื่อม

รายการต้นทุน	บาท /ปอนด์
ต้นทุนวัตถุดิบฝ้าย	23
ต้นทุนวัตถุดิบเศษเส้นใยสั้นจากเครื่องหวี	16
ต้นทุนวัตถุดิบแคลปยอน	450
ค่าไฟฟ้า	5
ค่าวัสดุและอะไหล่อุปกรณ์โรงงาน	1
ค่าบรรจุหีบห่อ	0,3
ค่าแรง	5
ค่าเสื่อมราคา	3
ค่าราคาเศษสูญเสียดูดตอน	2.25
ค่าราคาเศษสูญเสียแคลปยอน	3.64

รวมเป็นต้นทุนเส้นด้ายฝ้ายผสมแคลปยอนทั้งสิ้น
158.27 บาท/ปอนด์

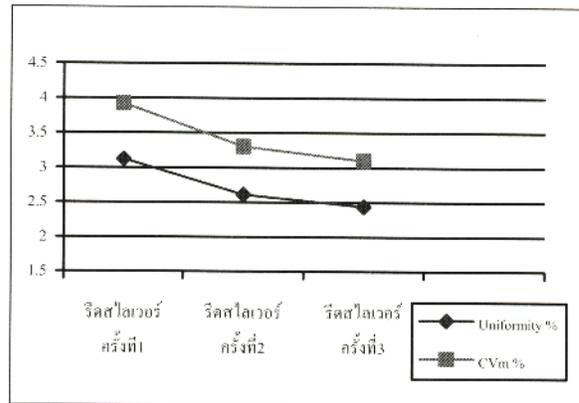
4. อภิปรายและวิจารณ์

4.1 อภิปรายผลการของ กระบวนการวิเคราะห์
และทดสอบคุณภาพเส้นใยแคลปยอนและฝ้าย ในเรื่อง
Micronaire พบว่าเส้นใยทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันใน
เรื่อง Micronaire ถึงร้อยละ 34 ซึ่งอาจมีผลต่อคุณภาพที่
ลดลงในกระบวนการปั่นเส้นด้ายเพื่อลดขนาดของฝ้าย
ผสมแคลปยอนเนื่องจากมีความละเอียดของเส้นใยต่างกัน

4.2 อภิปรายผลการวิจัยของ กระบวนการวิเคราะห์
และทดสอบคุณภาพเส้นใยแคลปยอนและฝ้ายในเรื่อง
ความชื้นสะสมในเส้นใยแคลปยอน พบว่าเส้นใยแคลป
ยอน มีเปอร์เซ็นต์ของความชื้นที่สะสมในตัวเส้นด้าย
มากกว่าคอดตอนอยู่ถึง 10 % ทำให้เชื่อได้ว่าผ้าที่มี
ส่วนผสมของเส้นใยแคลปยอนสามารถทำให้ผู้สวมใส่
สบายขึ้น เนื่องจากมีความชื้นสะสมในตัวเส้นใยสูงกว่า
เส้นใยฝ้าย และสามารถป้องกันไฟฟ้าสถิตได้ดีขึ้น
เนื่องจากมีความชื้นสะสมในเส้นใยมากกว่า

4.3 จากการทดลองรีดเส้นสไลเวอร์ด้วยเครื่องจักร
ในกระบวนการผลิต พบว่าการทดลองรีดเส้นสไลเวอร์

ทั้งหมด 3 ครั้งให้ผลที่ดีขึ้นตามลำดับ โดยพบว่าการทอ
ลองรีดสไลเวอร์ครั้งที่ สอง เมื่อเทียบความแตกต่างกับผล
การทดลองรีดเส้นสไลเวอร์ครั้งแรก ให้ผลของ ค่าความ
สม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์ (Um %) ดีขึ้น 16% และเมื่อ
ทดลองรีดเป็นครั้งที่สาม ผลการทดสอบ ให้ผลของ ค่า
ความสม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์ (Um %) ดีขึ้นเพียง 7%
และ เมื่อเทียบกับผลของการรีด ครั้งที่ สอง จึงหยุดการ
ทดสอบไว้ที่การรีดทั้งหมดสามรอบ



ภาพที่ 2 ผลการทดสอบ ค่าความสม่ำเสมอของเส้นสไล
เวอร์ (Um %) และ สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน
(CVm %)

4.4 จากการทดลองปั่นเส้นโรฟวิ้ง พบว่าการ
ทดลองให้ผลของค่าความสม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์ (Um
) ที่ 3.65 และให้ผลของสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน
(CVm %) เท่ากับ 4.57 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้เมื่อ
เปรียบเทียบกับผลยูสเตอร์สตาทิสติกส์ 2007

4.5 จากการทดลองปั่นเส้นด้าย พบว่าจากการ
ทดลองปรับแก้ทั้งหมด 2 รูปแบบ และทดลองปรับตั้ง
T.M. จาก 3.8 เป็น 4.0 นั้นพบว่า การปรับแก้ในแบบที่ 2
ให้ผลดีที่สุด เนื่องจากสามารถผลิตคุณภาพของความ
สม่ำเสมอในเกณฑ์ที่ดีกว่าการปรับแก้ในรูปแบบที่ 1 และ
สามารถลดปมปมในเส้นด้ายที่ระดับ + 200 % ลงได้ 39 %
และลดปมปมของเส้นด้ายที่ระดับ + 280 % ได้ถึง 50 %
ส่วน การปรับตั้ง T.M จาก 3.8 เป็น 4.0 นั้นพบว่าสามารถ
เพิ่มความแข็งแรงของเส้นด้ายได้เพียง 2.1 % เท่านั้น
ส่วนเรื่องผลของคุณภาพในด้านอื่น ๆ นั้น ให้ผลที่

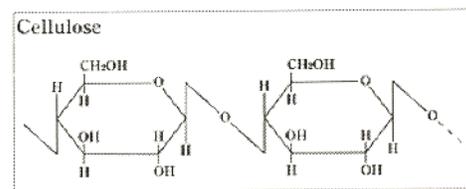
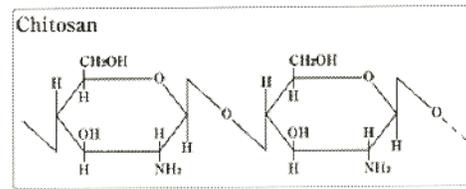
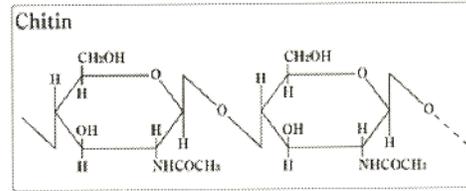
ใกล้เคียงกันจนไม่มีข้อที่แตกต่างอย่างเด่นชัด จึงสรุปผลการทดลองปรับตั้งเกจ์ในแบบที่ 2 และใช้ T.M. ในระดับ 3.8 ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตที่เครื่องรีงสีป็นิ่ง และช่วยลดค่าต้นทุนไฟฟ้า

4.6 ผลทดสอบเส้นด้ายลูกโคเนเมื่อเทียบกับเส้นด้ายจากเครื่องปั่นด้ายนั้น พบว่า คุณภาพเส้นด้ายลูกโคเนตกลงเนื่องมาจากระบบการกรอของเส้นด้าย โดยเส้นด้ายลูกเสียดสีในบริเวณต่าง ๆ ในระบบของเครื่องกรอด้วย ซึ่งทำให้คุณภาพของปมปมในเส้นด้ายที่ระดับ + 200 % เพิ่มสูงขึ้นถึง 43 % ผู้วิจัยแนะนำว่าควรปรับตั้งระบบการกรอของเส้นด้ายใหม่เพื่อลดการเสียดสี ซึ่งอาจเกิดขึ้นในระบบของเครื่องกรอด้วย

4.7 ผลทดสอบขนของเส้นด้ายฝ้ายผสมแคลปยอนพบว่าเส้นด้ายฝ้ายผสมแคลปยอนเบอร์ 40 ซึ่งมีความยาวของเส้นด้ายในระยะ 1 เซนติเมตรนั้น มีความยาวของขนที่ยื่นออกมาจากตัวเส้นใย รวมกันทั้งหมด 5.02 เซนติเมตร และเมื่อเปรียบเทียบกับผลยูสเตอร์สตาทิสติกส์ 2007 พบว่า อยู่ในระดับ 73% ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง

4.8 ผ้าทดสอบที่มีส่วนผสมของแคลปยอน ก่อนซัก นั้นสามารถ ลดเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus* ได้ถึง 88.6% และเมื่อนำผ้าทดสอบที่มีส่วนผสมของแคลปยอนไปซักทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง ผลทดสอบนั้นสามารถ ลดเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus* ได้ถึง 98.21% งานทดลองนี้จึงเชื่อมั่นว่าสามารถขจัดเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus* ได้ดีและคงทนตลอดอายุการใช้งานของสินค้า ซึ่ง เชื้อแบคทีเรีย สแปดพี โลกอลคัส นั้นพบที่สามารถเจริญเติบโตได้บนเสื้อผ้าได้เป็นเวลาหลายเดือน (อิงลิ์,1958) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนผิวหนังของผู้ป่วย (แมคเนล,1960) อย่างไรก็ตาม สาเหตุที่เส้นใยฝ้ายผสมแคลปยอนนั้นสามารถลดเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus* ได้ดีเนื่องมาจาก สารไคโตซาน {สารไคโตซานเกิดจากปฏิกิริยาการกำจัดหมู่อะซิติล (deacetylation) ของไคตินด้วยด่างเข้มข้น ทำให้โครงสร้างไคตินบางส่วนเปลี่ยนแปลงไปโดยเฉพาะหมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจน (หมู่อะซิติลไมโด -NHCOCH₃ เปลี่ยนไปเป็นรูปของหมู่อะมิโน -NH₂) }ที่อยู่ในเส้นใยแคลปยอนนั้นมีหมู่เคมี

ของอะมิโนกรุป “-NH₂” ซึ่งหมู่เคมีของอะมิโนกรุปนั้นมีประจุบวก มีฤทธิ์ทำให้ เมมเบรน (Membrane) ของแบคทีเรียรั่วและทำให้แบคทีเรียไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้



ภาพที่3 โครงสร้างทางเคมีของสารไคติน, ไคโตซาน และเซลลูโลส

4.9 ผลการทดสอบของผ้าทดสอบที่มีส่วนผสมของแคลปยอน ก่อนซัก และ หลังซักทั้งหมด 50 ครั้ง นั้นให้ผลที่ดีขึ้นถึง 10.6 % นั้น สันนิษฐานว่าอาจเกิดได้จากสาเหตุ 2 ประการ คือ

4.9.1 สารเวกซ์ที่เคลือบตัวเส้นด้ายอยู่นั้น ยังไม่ถูกกำจัดโดยสารซักฟอก ซึ่งเป็นผลให้สารไคติด ไคโตซาน ออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อไม่ได้เต็มประสิทธิภาพ

4.9.2 อาจเกิดจากกระบวนการที่ยังไม่ได้นำชิ้นตัวอย่างผ้าทดสอบก่อนซักไปต้ม เพื่อลอกสารเคลือบต่างๆ สิ่งสกปรกต่างๆ ที่คงค้างอยู่บนผ้าทดสอบซึ่งอาจมีคราบน้ำมันของเข็มถักติดค้างอยู่

4.10 จากการทดลองพบว่าเส้นใยฝ้ายผสมแคลปยอน ในอัตราส่วน แคลปยอน 27% และฝ้าย 73% นั้นมีต้นทุนเส้นด้ายประมาณ 158.27 บาทต่อปอนด์

5. สรุปผล

จากการทดลองผลผู้วิจัยมั่นใจว่าเส้นด้ายฝ้ายผสม แคลปยอนในอัตราส่วน ฝ้าย 73% และแคลปยอน 27 % นั้น มีคุณสมบัติ ในด้านการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ได้ดีตามมาตรฐานการทดสอบ เอเอทีซีซี 100 แม้ผ่านการซักไปแล้ว 50 ครั้งก็ตาม ในด้านคุณภาพและต้นทุนของเส้นด้าย เมื่อพิจารณาแล้ว ผู้วิจัยเชื่อว่าอยู่ในระดับที่สามารถแข่งขันได้ในตลาด และมั่นใจว่าผ้าถักทดสอบสามารถตอบสนองรูปแบบการใช้งานในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับการแข่งขันในตลาดปัจจุบันซึ่งมีความตื่นตัวในสินค้าอุปโภคที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และเพื่อสร้างมูลค่าในตัวสินค้า ให้มีความแตกต่างจากสินค้าเดิม

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์ ที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Engley, F.B..1958. Persistence and resistance of Staphylococcus. Paper presented at 86th Annual Meeting, American Public Health Association, St. Louis, Missouri, October 27-31.
- [2] McNeil, E., Greenstein, M., Stuart, L. S., Goldsmith, M. T. 1960. Some problems involved in the use of quaternary ammonium compounds as fabric disinfectants. Journal of Applied Microbiology, 8(3): 156-159.

การศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินิน แบบ S on Z และ Z on Z ที่มีต่อสมบัติผ้าทอลายขัด The Effect of Twist Direction and Twist Factor on Plain Linen Fabric Properties Classified by S on Z and Z on Z Twist

อรวิภา ไชยรัตน์ชัย และ ดร.สาธิต พุทธิชัยยงค์

สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ : 0 2287 9633 E-mail: onvipa_e@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาและวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีผลต่อสมบัติของผ้าในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า (Wrinkle Recovery of Fabric) ความกระด้างของผ้า (Stiffness) และความแข็งแรงของผืนผ้า (Tensile Strength) โดยใช้เส้นด้ายลินินเบอร์ 21/2 Ne มาทำการทอได้เกลียวทั้งหมด 5 ระดับ คือที่ 4, 6, 8, 10 และ 12 เกลียว ทั้งในการตีเกลียวเส้นด้ายแบบ S on Z และ Z on Z

จากการทดสอบ พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีสมบัติที่ดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z ในเรื่องความสามารถในการคืนตัว และความกระด้างของผ้า อยู่ที่ 12.79% และ 6.25% ตามลำดับ ส่วนในเรื่องความแข็งแรงของผืนผ้า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีสมบัติที่ดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ที่ 18.70%

คำสำคัญ: การตีเกลียว, เกลียว S, เกลียว Z

Abstract

This is a study on results of twist direction and twist factor on linen yarn classified by S on Z and Z on Z to its fabric properties of wrinkle recovery, fabric stiffness and tensile strength. The linen yarn 21/2 Ne was twisted on 5 levels of 4, 6, 8, 10 and 12 twists on both S on Z and Z on Z.

From the results, it was found that fabric with Z on Z has better qualities than S on Z on factors of wrinkle recovery and stiffness at 12.79% and 6.25% respectively. While on tensile strength fabric with Z on Z twist has lower qualities than S on Z at 18.70%.

Keywords: twist factor, S twist, Z twist

1. บทนำ

อุตสาหกรรมสิ่งทอไทยมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวม เพราะเป็นหนึ่งในธุรกิจที่สร้างรายได้ติดอันดับต้น รวมถึงยังเป็นธุรกิจที่มีการจ้างงานสูง ก่อให้เกิดการกระจายรายได้สู่ประชากร ทั้งที่เป็นแรงงานมีฝีมือและแรงงานไร้ฝีมือ อีกทั้งยังมีความเกี่ยวเนื่องในธุรกิจหลายประเภท ตั้งแต่วัตถุดิบ ไปจนถึงการทอผ้าผืน และการตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป เรียกว่าตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ

การผลิตสิ่งทอในปัจจุบันมีสถานะแวดล้อมและสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เช่น การยกเลิกระบบโควตาของประเทศคู่ค้าสำคัญๆ ตามกรอบของ WTO การค้าจะเสรีมากขึ้นภายใต้ข้อตกลงระหว่างประเทศ จากเดิมที่เคยรับจ้างผลิต ก็ต้องปรับตัวเป็นผู้ออกแบบและสร้างตราสินค้าเอง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ การผลิตสินค้ารูปแบบเดิมที่เรียบง่าย ก็ต้องปรับปรุงให้เป็นสินค้าที่มีรูปแบบหรือมีคุณสมบัติพิเศษ การผลิตแบบเดิมที่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการผลิต ก็ต้องปรับตัวให้เปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของตลาด ซึ่งสถานะต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปเหล่านี้ส่งผลให้อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มต้องปรับตัวอย่างขนานใหญ่ ให้สามารถอยู่รอดได้ และขณะเดียวกันก็สามารถแข่งขันกับตลาดโลกได้ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดต้องอาศัยความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศิลปะในการผลิตทุกขั้นตอน ตั้งแต่การผลิตเส้นใย เส้นด้าย การทอ การถัก หรือการทำผ้าผืนด้วยวิธีอื่น ๆ การตกแต่งสำเร็จ การย้อมสีพิมพ์ผ้า การผลิตเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม การผลิตเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่มีสิ่งทอเป็นส่วนประกอบ กระบวนการผลิตสิ่งทอจะต่อเนื่องสัมพันธ์กันจนกระทั่งได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จสู่ผู้บริโภคหรือผู้ใช้

และเนื่องจากในปัจจุบันนี้กระแสของการอนุรักษ์ธรรมชาติ การเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญมากขึ้นทุกวัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำลินินมาใช้ในการวิจัย ซึ่งคุณสมบัติของผ้าลินินส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกับผ้าฝ้าย แต่ผ้าลินินเหนียวทนทานกว่าผ้าฝ้าย ดูดซึมน้ำได้ดีกว่า สวมใส่สบายและให้ความรู้สึกรื่นเริงกว่า เมื่อมันกว่าผ้าฝ้าย

แต่ เนื่องจากผ้าลินินมีการดูแลรักษาที่ยากและยับง่ายเมื่อสวมใส่ ผ้าลินินจึงไม่เป็นที่นิยมมากนัก

ซึ่งโดยส่วนใหญ่ผู้ผลิตจะแก้ปัญหาเรื่องการยับโดยการนำเส้นใยลินินไปผสมกับเส้นใยประดิษฐ์ชนิดอื่นๆ หรืออาจใช้สารตกแต่งเพื่อกันยับ (Crease resistant finishes) ซึ่งสารตกแต่งที่มีสารผสมของยูเรียและฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (urea – formaldehyde resin) ซึ่งสารนี้จะช่วยในเรื่องการคืนตัวกลับจากการยับ และเพิ่มเสถียรภาพของขนาดผ้า แต่สารนี้ก็ทำให้ผ้ามีความแข็งแรงลดลง และที่สำคัญมีการปลดปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์ออกสู่อากาศ ซึ่งเป็นสารที่เป็นอันตรายและก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้

2. วิธีการวิจัย

วิธีการศึกษาผลกระทบของทิศทางและจำนวนเกลียวเส้นด้ายลินินแบบ S on Z และ Z on Z ที่มีต่อสมบัติผ้าทอหลายชนิด มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

2.1 ตรวจสอบหาจำนวนเกลียวของเส้นด้ายลินินที่นำมาวิจัย

2.2 กำหนดโครงสร้างผ้า

2.3 จำนวนเกลียว และหาค่า twist factor โดยใช้สูตร

$$\text{twist factor} = \frac{\text{turns per inch}}{\sqrt{\text{cotton count}}}$$

2.4 กระบวนการทอผ้า

2.5 ทดสอบความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า

(Wrinkle Recovery of fabric)

2.6 ทดสอบความกระด้างของผืนผ้า (Stiffness)

2.7 ทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของผืนผ้า

(Tensile Strength)

3. ผลการวิจัย

3.1 ในการวิจัยนี้ได้ใช้เส้นด้ายลินินเบอร์ 21 Ne มีจำนวนเกลียวอยู่ที่ 13 เกลียว/นิ้ว

3.2 โครงสร้างที่ใช้เป็นผ้าทอหลายชนิด

$$\text{โครงสร้างผ้า } 49'' \quad \frac{\text{linen } 21/2 \text{ Ne X linen } 21/2 \text{ Ne}}{40 \times 35}$$

40 X 35

3.3 กำหนดจำนวนเกลียว

3.3.1 เส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายลินินเบอร์ 21/2 Ne โดยใช้จำนวนเกลียวที่ 6 เกลียว/นิ้ว เนื่องจากเส้นด้ายมีความสมดุลของเกลียวเหมาะสมที่สุด โดยเมื่อหย่อนเส้นด้ายลงแล้วเส้นด้ายเกิดการทิ้งตัวเป็นปกติไม่ขดตัว (snarl free)

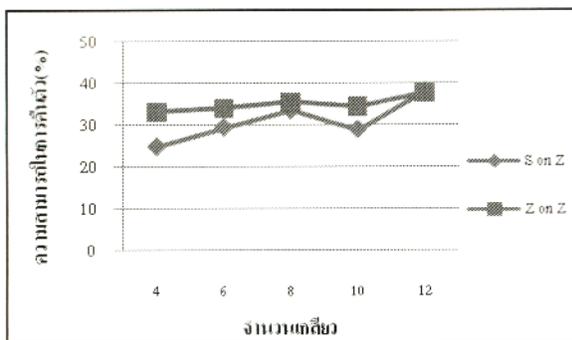
3.3.2 จำนวนเกลียวของเส้นด้ายพุ่ง แบ่งเป็นทั้งหมด 5 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนเกลียวและค่า twist factor ของเส้นด้าย

	S on Z	Twist factor	Z on Z	Twist factor
1	4	1.23	4	1.23
2	6	1.85	6	1.85
3	8	2.47	8	2.47
4	10	3.09	10	3.09
5	12	3.70	12	3.70

3.4 ทำการทอโดยใช้เครื่องทอผ้าเรเปียร์ (Rapier) ของ Ishikawa

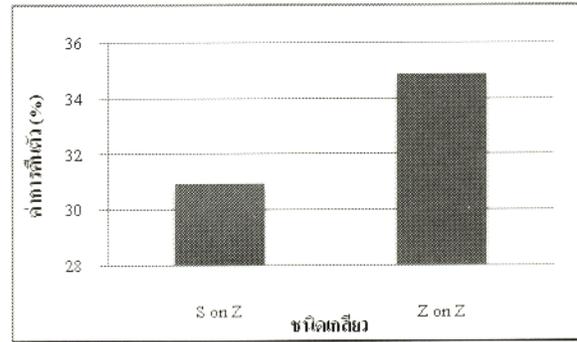
3.5 ผลการทดสอบความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า ได้ผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบค่าความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้า (%) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

จำนวนเกลียวที่เพิ่มขึ้น ความสามารถในการคืนตัวของผืนผ้าจะมากขึ้นด้วย โดยจำนวนเกลียวที่เท่ากันผ้าที่

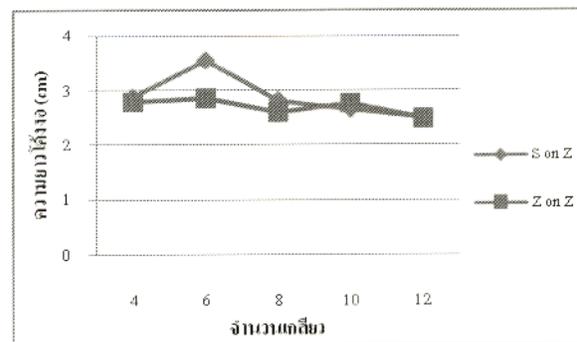
ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีความสามารถในการคืนตัวได้ดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z โดยผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะมีค่าความสามารถในการคืนตัวดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 12.79% ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความสามารถในการคืนตัวของผ้าทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

3.6 ผลการทดสอบความกระด้างของผ้า

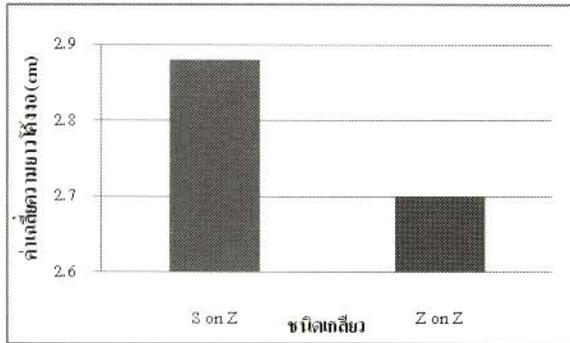
ค่าที่ได้จะเป็นค่าความยาวโค้งงอของผืนผ้า โดยที่เมื่อค่ายิ่งสูง จะแสดงว่าผ้านั้นยังมีความกระด้างมากได้ผลดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบค่าความยาวโค้งงอของผืนผ้า (cm) กับ ชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

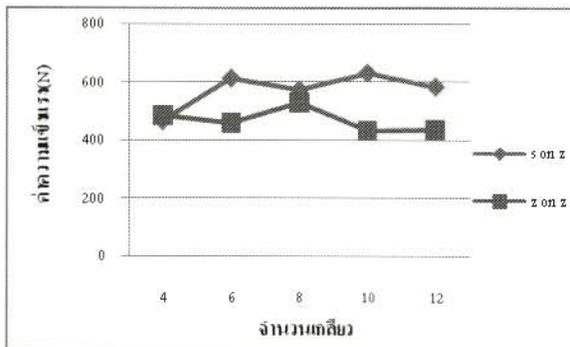
ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z ที่จำนวนเกลียวต่างกัน ค่าความกระด้างของผ้านั้นไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ในผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z

ยิ่งจำนวนเกลียวเพิ่มขึ้น ค่าความกระด้างของฝ้ายนั้นจะยิ่งลดลง โดยผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z มีค่าเฉลี่ยความโค้งน้อยกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 6.25% ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวโค้งของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

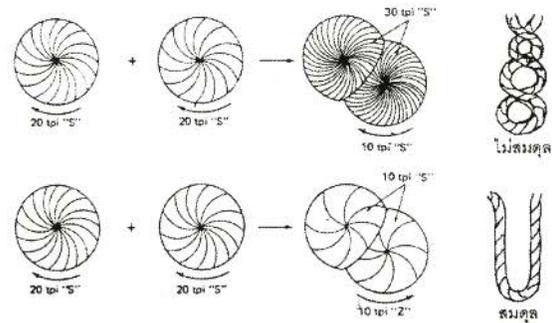
3.7 ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงขาดของฝ้ายได้ผลดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของฝ้าย (N) กับชนิดและจำนวนเกลียวเส้นด้าย

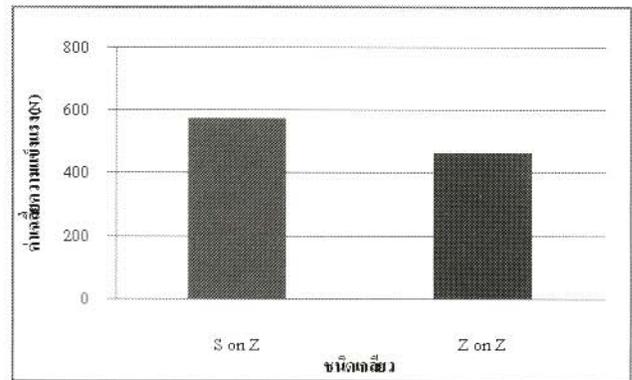
ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z จำนวนเกลียวที่เพิ่มขึ้น จะยังเพิ่มความแข็งแรงให้กับฝ้ายส่วนในผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z ในจำนวนเกลียวที่เพิ่มมากขึ้น ความแข็งแรงกลับยิ่งลดลง อาจเนื่องมาจากค่าของแรงบิดเกลียวของเส้นด้ายไม่สมดุลหรือ

อาจเกิดแรงบิดมากเกินไป ทำให้เส้นใยภายในเกิดความเสียหาย ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การบิดเกลียวของเส้นด้ายสมดุลและไม่สมดุล ที่มา : มณฑา โกเฮง, 2541: 161

โดยผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จึงมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของฝ้ายต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z อยู่ 18.70% ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z และ Z on Z

4. อภิปรายผลและวิจารณ์

จากการวิจัย พบว่า ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z จะทำให้ฝ้ายมีคุณสมบัติด้านการคืนตัว และความกระด้างของฝ้ายดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ S on Z แต่ในบางจำนวนเกลียวผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายตีเกลียวแบบ Z on Z อาจจะมีสมบัติด้านการคืนตัว และ

ความกระด้างของผืนผ้าที่ต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายดีเกลียวแบบ S on Z ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนเกลียวที่ไม่เหมาะสม ทำให้ผลที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

นอกจากนี้ ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายดีเกลียวแบบ Z on Z มีสมบัติด้านความแข็งแรงของผืนผ้าต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายดีเกลียวแบบ S on Z อาจเนื่องมาจากค่าของแรงบิดเกลียวของเส้นด้ายไม่สมดุลหรืออาจเกิดแรงบิดมากเกินไป ทำให้เส้นใยภายในเกิดความเสียหาย

5. สรุป

ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายดีเกลียวแบบ Z on Z จะมีสมบัติของผ้าที่ดีกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายดีเกลียวแบบ S on Z ในด้านการคืนตัวของผืนผ้าที่มากกว่า ความกระด้างของผืนผ้าที่น้อยกว่า โดยเมื่อเปรียบเทียบเป็นร้อยละจะมีค่าอยู่ที่ 12.79% และ 6.25% ตามลำดับ

ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายดีเกลียวแบบ Z on Z จะมีสมบัติด้านความแข็งแรงของผืนผ้าต่ำกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายดีเกลียวแบบ S on Z โดยเมื่อเปรียบเทียบเป็นร้อยละจะมีค่าอยู่ที่ 18.70%

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร. สาทิต พุทธชัยขงก์ และคณาจารย์ภาควิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพทุกท่าน ที่กรุณาให้การช่วยเหลือแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ไชยรงค์ พึ่งเกียรติไพโรจน์. “การทดสอบคุณภาพเส้นด้าย” ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ.
- [2] มณฑา โกเฮง. “เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาทดสอบสิ่งทอ”.
- [3] มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยง. 2541. วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:สมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชินูปถัมภ์.

- [4] วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน. 2551. เทคโนโลยีสิ่งทอเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. บริษัท คราฟแมนเพรส จำกัด.
- [5] สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. “การพัฒนาเทคโนโลยี: จุดเป็นจุดตายของอุตสาหกรรมไทย” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: www.thaitextile.org/data/techno.doc.
- [6] ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ. “การดีเกลียว” กลุ่มเทคโนโลยีเส้นใยและเส้นด้าย กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [7] Jung – Whan Park . 2006. Bending Rigidity of Yarns. Department of Clothing and Textile, College of Home Economics, DongEui University, Busan, South Korea.
- [8] Virginia Hencken Elsasser. Textiles Concepts and Principles. 2nd.ed. New York : Fairchild Publications, Inc.
- [9] Sh. Muhammad Nawaz, Babar Shahbaz, M.Qamar Tusief and Engr. Manzoor Hussain. 2006. How Twist and Twist Directions Influences the Sewing Thread Spinability. Department of Fiber Technology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มการผลิต

Improvement of Plant Layout to Improve Productivity

Supaporn Srinangyam Anyarat Prasunjai Anucha Watanapa and Wisitsree Wiyaratn

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาแนวทางการปรับปรุงแผนผังโรงงาน โดยทำการปรับปรุงแผนผังโรงงานของโรงงานตัวอย่าง โดยใช้ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ Systematic Layout Planning (SLP) เพื่อทำการออกแบบแผนผังโรงงานขึ้นมาใหม่ โดยจะทำการเก็บข้อมูลขนาดและจำนวนของเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ในการผลิต จากนั้นทำการออกแบบแผนผังโรงงานเพื่อเปรียบเทียบกับแผนผังโรงงานแบบเดิม ผลการศึกษาพบว่า การออกแบบใหม่ทำให้การไหลของการผลิตมีความต่อเนื่อง และสามารถลดระยะทางการเคลื่อนของวัสดุได้ 37.53 เมตร รวมทั้งใช้เวลาในการผลิตหลักชิ้นข้อ้อย โดยเริ่มตั้งแต่ตัดเหล็กจากม้วน จนกระทั่ง จัดเก็บหลักเส้นลดลง 1.30 นาที/ชิ้น ซึ่งผลที่ได้จากการปรับปรุงผังโรงงาน คือ สามารถลดระยะทาง ลดเวลา ลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต

Abstract

The objective of this research is to study layout for improve manufacturing, by using the systematic layout planning pattern theory (SLP). The amount of equipments and tools in production were studied. The new plant layout was designed and compared to the present plant layout. SLP method showed that new plant layout can decrease the distance of material handling about 37.53 meters. In additional, the reducing time for production/pieces was 1.30 min/piece. Therefore, the new plant layout shows the possibility of reducing distance, time and increasing productivity.

1. บทนำ

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีการแข่งขันที่สูงขึ้น โรงงานอุตสาหกรรม จำเป็นต้องเร่งเพิ่มขีดความสามารถและประสิทธิภาพการผลิตให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางการค้าได้ แต่ในขณะเดียวกันธุรกิจที่จะแข่งขันกับคู่แข่งได้นั้น จะต้องเปรียบพร้อมไปด้วยความสามารถที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า แต่มีประสิทธิภาพที่สูงกว่า ดังนั้นการแก้ไขปัญหานั้นเพื่อนำมาสู่การเพิ่มผลผลิตให้กับธุรกิจที่มีความสำคัญอย่างมาก ตัวอย่างการแก้ไขปัญหาคือการเพิ่มผลผลิตมีด้วยกันหลายวิธี เช่น อุตสาหกรรมการผลิต

คอมพิวเตอร์ ปัญหาที่พบคือ การทำงานของพนักงานไม่เป็นขั้นตอนที่แน่นอน มีความสับสนและไม่มีเวลามาตรฐาน และขาดอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน ทำให้การทำงานของพนักงานต้องใช้เวลาเกินความจำเป็น แนวทางแก้ปัญหาคือการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานและบริเวณทำงานโดยวิธีการศึกษาการทำงานและเสนอรูปแบบของอุปกรณ์ช่วยทำงานหลังจากนั้นนำขั้นตอนที่ได้มาจัดสมดุล และหาเวลามาตรฐาน [1] ชูนิศ สุจริตกุล .พัฒนานันท์ ถ้ำทองฉวิล [2] ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการวางผังโครงการวางผังและจัดตั้งโรงหล่ออลูมิเนียม โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษา

ความเป็นไปได้ทางการเงินเพื่อหาความคุ้มค่าของโครงการ จากนั้นออกแบบและวางผังโรงงาน เริ่มจากหารายรับและรายจ่ายตลอดอายุโครงการเพื่อทำการหากำไรสุทธิในแต่ละปี เพื่อนำมาใช้ในการหาความคุ้มค่าของโครงการ ในส่วนของออกแบบและวางผังโรงงานจะเป็นการตามขั้นตอนของการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ กัลยา สุขเกลอ, ณัฐธีร์ แสงสุริยะฤทธิ์, ดารินทร์ เคารพพันธุ์ [3] ศึกษาปัญหาในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ โดยเริ่มจากศึกษากระบวนการผลิต และสภาพปัญหาปัจจุบันของโรงงานพบว่า ส่งงานล่าช้ากว่ากำหนด สร้างความไม่พอใจให้กับลูกค้า จึงนำปัญหาดังกล่าวมาทำการแก้ไข คือ ทำตารางผลิตโดยนำไปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ WIN QSB-Job Scheduling มาใช้ในการจัดการตารางผลิต จากการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตของทางบริษัท พบว่าการจัดงานที่มีเวลากำหนดส่งงานเร็วสุดก่อน(EDD) ทำให้สามารถลดเวลารอในแผนกผลิตคิดเป็น 82.59% และทำให้เวลาในกระบวนการผลิตทั้งหมดลดลง 40% ส่งผลให้การส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าได้ทันเวลา ชัยสิทธิ์ แต่ตรงจิตต์, ทศพร นูนาค, สรวิภาส คำพุด [4] ปรับปรุงการผลิตโดยอาศัยหลักการจัดสมดุลสายการผลิต และหลักการปรับปรุงโดยใช้ผลผลิตที่ได้ในเวลาที่งานปกติ และเวลานเฉลี่ยของการทำงานที่เพิ่มมูลค่าเป็นเกณฑ์วัด โดยการจำลองแบบปัญหา จากนั้นสร้างแบบจำลองของระบบการผลิตในปัจจุบันเปรียบเทียบกับแบบจำลองของแนวทางการปรับปรุง นราจัตโร โหมคนอก, ศรีณัฐ นาคศรีสุข, เอกมัย โขมพิตราภรณ์ [5] ศึกษาการวางแผนการผลิตของบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า และใช้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดรูปแบบของปัญหาจะถูกเขียนในรูปของการโปรแกรมเชิงเส้น และการวางแผนได้จากการใช้โปรแกรม Excel Solver Premium Platform 8.0 แก้ปัญหา สมพร ยุคเกษมวงศ์, สิริลักษณ์ พิษณุอนันต์กุล, อารีรัตน์ นุชรัตมวดี [6] ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิต Cable box ซึ่งขึ้นรูปโลหะ พบว่าปัญหาคือไม่สามารถผลิตได้ตามเวลาที่กำหนดภายใน 8 ชั่วโมง จึงทำการแก้ปัญหาโดยศึกษาการทำงาน เริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลการทำงานในปัจจุบัน การวางผังโรงงานที่ไม่เหมาะสม

เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต โดยนำหลักการ ECRS มาปรับใช้เพื่อลดการสูญเสีย และมีการจัดลำดับขั้นตอนที่ซ้ำซ้อน ให้มีการทำงานแบบราบรื่นโดยการปรับผังโรงงานและจัดการะงานของพนักงาน นอกจากนี้ เมธีสสา ชันธุ์สุวรรณ, โชติรส ภูวรัตน์ [7] ได้ศึกษาผลกระทบของการวางผังโรงงานที่ไม่เหมาะสมที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและผลผลิต ของ บริษัท กุดชัชจักรกล จำกัด ซึ่งเป็นผู้ประกอบการขนาดเล็กผลิตแก้ว ปรับความดันแก๊สสูงดัม และชิ้นส่วนโลหะ และหาแก้ไขผังโรงงานให้เหมาะสมสอดคล้องกับมาตรฐานสากล โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามแนวทางของ SLP

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่าการออกแบบโรงงาน (Plant design) ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง และสามารถเพิ่มผลผลิตให้เพิ่มขึ้นได้ จากการที่ได้ไปศึกษาดูงานโรงงานที่ผลิตเหล็กแผ่น ทำให้เจอสภาพปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเสีย หรือล่าช้าในการดำเนินการผลิต นั่นคือการเคลื่อนที่ของวัสดุมีระยะทางที่ยาว การไหลของงานไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง การใช้พื้นที่ของโรงงานไม่เกิดประโยชน์สูงสุด และสภาพการณ์ไม่ปลอดภัยในการทำงาน ทั้งหมดที่กล่าวมาคือความสูญเสียที่เกิดขึ้น จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นทางคณะผู้ทำการศึกษา จึงได้วิเคราะห์แนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ในหลายๆด้าน จากนั้นทำการคำนวณวิเคราะห์หาแนวทางที่ดีที่สุดในการปรับปรุงโรงงานให้ดีขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อจัดการกับพื้นที่ของโรงงานที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 1.2.2 เพื่อลดเวลาในการผลิต
- 1.2.3 เพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัสดุลง
- 1.2.4 เพื่อจัดการกับเครื่องจักร และคนงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 1.2.5 เพื่อลดต้นทุนในการผลิตโดยรวมให้ต่ำลง

1.2 ขอบเขตของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการวางผังโรงงาน โดยจะนำผังโรงงานเก่ามาทำการเปรียบเทียบกับผังโรงงานใหม่ที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วเพื่อประเมินผล

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ช่วยเสนอแนวทางในการปรับปรุงแผนผังโรงงานเพื่อช่วยในด้านการวางแผนการผลิต

1.3.2 เกิดประสบการณ์การออกแบบผังโรงงานอุตสาหกรรม ตามวิธีการของ Systematic Layout Planning (SLP)

2. วิธีการดำเนินการ

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลขนาดและจำนวนของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ลักษณะเส้นทางการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

2.2 การนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปัญหา

นำข้อมูลที่ได้มารวบรวมมาทำการกำหนดปัญหาของโรงงาน จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหานั้น

2.3 การนำข้อมูลที่ผ่านมาการวิเคราะห์มาปรับปรุง

จากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แล้วนั้น เป็นส่วนที่ต้องนำมาพิจารณาหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งในเรื่องของการผลิตนี้ สามารถแก้ปัญหาได้โดยการใช้เทคนิคด้านการวางผังโรงงาน มาใช้แก้ปัญหา เทคนิคที่นำมาแก้ปัญหา นี้คือ SLP ซึ่งจะช่วยในการวางแผนเรื่องความสัมพันธ์ของเครื่องจักรและพื้นที่ ๆ ใช้ในการทำงานให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกัน

2.4 การประเมินและสรุปผล

ทำการประเมินผลโดยการเปรียบเทียบข้อมูลกระบวนการผลิตที่มีอยู่เดิมของบริษัทกับวิธีการที่ทำการเสนอแนะ

3. ผลการดำเนินการ

3.1 ผลการรวบรวมข้อมูล

ผลิตภัณฑ์คือเหล็กเส้นข้ออ้อยการผลิตของบริษัทส่วนมากจะเป็นแบบตามที่ถูกคำสั่ง ในกระบวนการผลิต

ดังแสดงในภาพที่ 1 มีขั้นตอนการไหลของการผลิตซึ่งกำหนดอักษรเป็นสัญลักษณ์แทนแต่ละกิจกรรม ดังนี้

- A. Store Billet
- B. เครื่องกรรไกรตัดแบ่ง Billet
- C. เครื่อง Re-heating Furnace
- D. เครื่อง Raffish
- E. เครื่อง Intermediate
- F. เครื่อง Finishing process 1
- G. เครื่อง Finishing process 2
- H. เครื่องตัดเหล็กขนาด 10 เมตร
- I. เครื่องมัดดอเหล็กเส้น
- J. ชั่งน้ำหนัก
- K. การตรวจสอบคุณภาพ

ขนาดเครื่องจักรมีความสัมพันธ์กับเนื้อที่ดังตารางที่ 1 โรงงานจะผลิตเหล็กเส้น ขนาด A, B และ C มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 2

จากการศึกษาผังโรงงาน การไหลของวัสดุ การเคลื่อนที่ และการใช้ประโยชน์จากเนื้อที่ของโรงงาน พบประเด็นของปัญหา ดังนี้

3.1.1 การเคลื่อนที่ของวัสดุมีระยะทางที่ยาว

วัตถุดิบมีการเคลื่อนที่ที่ซับซ้อนและระยะขนย้ายยาว ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาและพลังงานเพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3 เช่น การเคลื่อนย้ายแผ่นเหล็กจากคลังสินค้าไปเครื่องกรรไกรตัดแบ่งมีระยะทางที่ยาวคือ 30 เมตรทำให้เสียเวลาและพลังงานเพิ่มขึ้นมีผลให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น

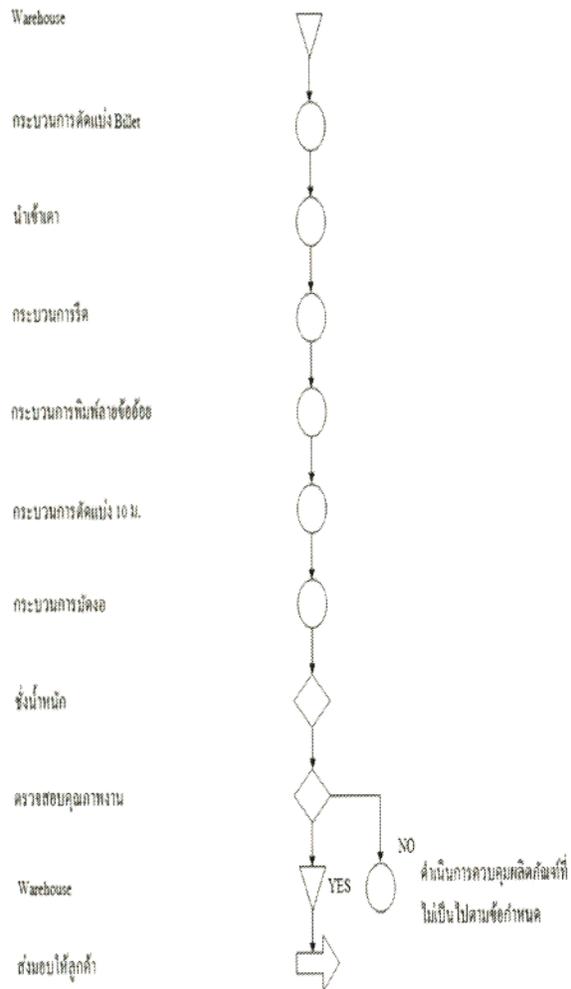
3.1.2 การใช้เนื้อที่โรงงานไม่เกิดประโยชน์สูงสุด

การใช้พื้นที่โรงงานยังไม่เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากไม่มีการเก็บเครื่องจักรเก่า ๆ และวัสดุเหลือใช้แยกออกจากพื้นที่ใช้งานจึงทำให้สูญเสียที่โรงงานโดยเปล่าประโยชน์

3.1.3 ปัญหาสภาพทางการเคลื่อนย้าย

เนื่องจากการจัดวางระบบขนย้ายวัตถุดิบไม่ดีเท่าที่ควร คือใช้ Fork lift ในการขนย้ายเพียงทางเดียวและเส้นทางการขนย้ายของวัตถุดิบไม่คล่องตัวเพราะ

การจัดวางสิ่งของไม่เป็นระเบียบ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่วัตถุดิบเป็นระยะทางที่ยาว



ภาพที่ 1 การไหลของกระบวนการผลิตเหล็กเส้นข้ออ้อย

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของขนาดเครื่องจักรและพื้นที่

แผนก	ชนิดเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักรที่ใช้	พื้นที่เครื่องจักร/พื้นที่ทำงาน (m ²)	พื้นที่ใช้งานทั้งหมด (m ²)
กรรไกรตัดแบ่ง	กรรไกรตัดแบ่ง	1	21	21
Re-heating Furnace	Re-heating Furnace	1	134	134
Raffish	Raffish	6	620	646
Intermediate	Intermediate	4	13	14
Finishing process 1	Finishing process 1	6	15	17
Finishing process 2	Finishing process 2	2	16.5	18
ตัดเหล็กขนาด 10 มม.	ตัดเหล็กขนาด 10 เมตร	1	3.3	4
มัดถ่อเหล็กเส้น	มัดถ่อเหล็กเส้น	2	109	426

ตารางที่ 2 ปริมาณและลำดับการผลิตเหล็กเส้นข้ออ้อยขนาด A, B และ C มิลลิเมตร

Product	(Per month)	Routing
เหล็กเส้นข้ออ้อยขนาด A มิลลิเมตร	3,000	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K
เหล็กเส้นข้ออ้อยขนาด B มิลลิเมตร	1,500	A-B-C-D-E-F-H-I-J-K
เหล็กเส้นข้ออ้อยขนาด C มิลลิเมตร	1,000	A-B-C-D-E-F-H-I-J-K

รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
1. Ware house	-	-
2. นำ Billet มาขึ้นกรรไกรตัดแบ่ง	30	2.00
3. ตัด Billet	-	0.05
4. นำ Billet เข้าเตา	19.26	1.00
5. ออม Billet	-	60.00
6. เข้าสู่กระบวนการ raffish R1-R6	9.78	0.15
7. ทำการรีดที่ raffish R1-R6	20.26	1.30
8. เข้าสู่กระบวนการ Intermediate	10.43	0.15
9. ทำการรีดที่แท่น Intermediate M1-M8	8.46	0.60
10. เข้าสู่กระบวนการ finish 1	22.21	0.10
11. ทำการรีดพิมพ์ลายที่แท่น finish 1F1-F6	13.89	0.60
12. เข้าสู่กระบวนการ finish 2	8.3	0.20
13. ทำการรีดพิมพ์ลายที่แท่น finish 2 F7-F8	8.08	0.30
14. เข้าสู่แผง Cooling Bed	9.38	0.10
15. เข้าสู่กระบวนการตัดแบ่ง 10 ม.	7.84	0.20
16. ทำการตัดแบ่งเหล็ก 10 ม.	-	0.10
17. เข้าสู่กระบวนการมัดจอบ	4.94	0.20
18. ทำการมัดจอบเหล็ก 10 ม.	-	0.20
19. นำไปซังน้ำหนัก	4.25	0.20
20. ซังน้ำหนัก	-	0.10
21. นำเหล็กไปสู่มตรวจสอบคุณภาพ	37.13	0.30
22. ตรวจสอบคุณภาพ	-	0.20
23. นำไปจัดเก็บที่ Ware house	13.40	0.20
24. จัดเก็บที่ Ware house	-	0.20
รวม	227.61	69.8

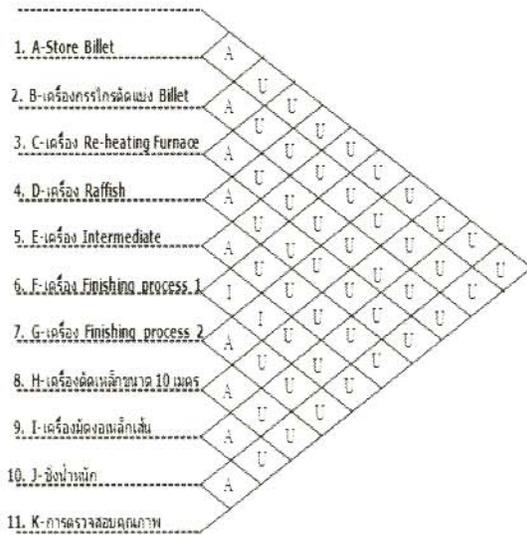
ตารางที่ 3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตในโรงงาน แบบ Double Stage (แบบเดิม)

ตารางที่ 4 ลำดับความสำคัญของกิจกรรม

ลำดับความสำคัญ	ช่วงความสัมพันธ์
A	4,404 - 5,000
E	3,300 - 4,403
I	2,202 - 3302
O	1,101 - 2,201
U	0 - 1,100

จากการศึกษาแผนผังกระบวนการผลิต พบว่าสามารถแก้ไขปัญหาการเคลื่อนที่ของวัสดุมีระยะทางที่ยาวการใช้เนื้อที่โรงงานไม่เกิดประโยชน์สูงสุด และปัญหาสภาพทางการเคลื่อนย้าย ซึ่งจะเสนอแนวทางการปรับปรุงผังโรงงาน เพื่อที่จะช่วยเพิ่มพื้นที่การใช้งานและมีการไหลของงานอย่างต่อเนื่องโดยลำดับความสำคัญของการผลิตดังแสดงในตารางที่ 4 จากนั้นพิจารณาความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมเพื่อนำมาสร้างความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมในกราฟ From – To – Chart ดังแสดงในภาพที่ 2 และเรียงลำดับความสำคัญของแต่ละกิจกรรมใหม่ โดยเริ่มจากความสำคัญมากที่สุดไปจนถึงความสำคัญน้อยที่สุดดังแสดงในภาพที่ 3

จากการวิเคราะห์แผนภูมิการไหลการผลิตใหม่อีกครั้งตามผังโรงงานใหม่ (ตารางที่ 4) พบว่าระยะทางในการเคลื่อนที่วัสดุเป็น 119.08 เมตร ซึ่งก่อนการปรับปรุงใช้ระยะทาง 227.61 เมตร ซึ่งลดลง 37.53 เมตร และเมื่อปรับแผนผังโรงงานใหม่พบว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตเหล็กข้ออ้อยโดยเริ่มตั้งแต่ตัดเหล็กจากม้วน จนกระทั่งจัดเก็บในคลังสินค้าจะใช้เวลา 68.05 นาที/ชิ้น ซึ่งแต่เดิมจะใช้เวลา 69.35 นาที/ชิ้น ดังนั้นการปรับปรุงผังโรงงาน จะช่วยลดเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า มีการไหลอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานลดลง แต่ปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ของกิจกรรม

K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A

ภาพที่ 3 แผนผังของกิจกรรมในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตในโรงงานแบบ Double Stage (แบบใหม่)

รายละเอียด	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
1. Ware house	-	-
2. นำ Billet มาเข้ากรัดแต่ง	30	2.00
3. ตัด Billet	-	0.05
4. นำ Billet เข้าเตา	19.26	1.00
5. อับ Billet	-	60.00
6. เข้าสู่กระบวนการ raffish R1-R6	9.78	0.10
7. ทำการรีดที่ raffish R1-R6	20.26	0.40
8. เข้าสู่กระบวนการ Intermediate	10.43	0.10
9. ทำการรีดที่แท่น Intermediate M1-M8	8.46	0.30
10. เข้าสู่กระบวนการ finish 1	22.21	0.05
11. ทำการรีดหิมพ์หลายที่แท่น finish 1 F1-F6	13.89	0.35
12. เข้าสู่แผง Cooling Bed	9.38	0.05
13. เข้าสู่กระบวนการตัดแบ่ง 10 ม.	7.84	0.10
14. ทำการตัดแบ่งเหล็ก 10 ม.	-	0.05
15. เข้าสู่กระบวนการมัดจ่อ	4.94	0.10
16. ทำการมัดจ่อเหล็ก 10 ม.	-	0.15
17. นำไปซังน้ำพัก	4.25	0.10
18. ซังน้ำพัก	-	0.05
19. นำเหล็กไปสู่มตรวจสอบคุณภาพ	17	0.05
20. ตรวจสอบคุณภาพ	-	0.15
21. นำไปจัดเก็บที่ Ware house	10	0.10
22. จัดเก็บที่ Ware house	-	0.10
รวม	119.08	68.05

5. สรุป

การไหลของการผลิตมีความต่อเนื่องและสามารถลดระยะทางการเคลื่อนของวัสดุได้ 37.53 เมตร รวมทั้งใช้เวลาในการผลิตเหล็กเส้นข้ออ้อย โดยเริ่มตั้งแต่ตัดเหล็กจากม้วน จนกระทั่งจัดเก็บที่คลังสินค้าลดลง 1.30 นาที/ชิ้น

ดังนั้นการปรับปรุงแผนผังโรงงานจะส่งผลที่ดีในด้านการผลิต เช่นการไหลอย่างต่อเนื่องของวัสดุ ระยะทางในการเคลื่อน ที่การใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่จากพื้นที่ใช้สอยที่มีอยู่และนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] นายสุชาติ เกรว่อง และคณะ. การเพิ่มผลผลิตในโรงงานผลิตคอมไฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิตคณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2534
- [2] นายฐานิศ สุจริตกุล และคณะ. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการวางผังโครงการวางผังและจัดตั้งโรงหล่ออลูมิเนียม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2542
- [3] นางสาวกัลยา สุขเกลอ และคณะ. การลดเวลาการรอคอยในกระบวนการผลิตกล่อง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2547
- [4] นายชัยสิทธิ์ แต่ตรงจิตต์ และคณะ. การจำลองแบบปัญหากรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548
- [5] นายนราวัตร โหมคนอก และคณะ. การหาค่าตอบแทนที่ดีที่สุดการวางแผนการผลิตระดับกลยุทธ์, วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550
- [6] นางสาวสมพร ยุคเกษมวงศ์ และคณะ. การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต Cable Box, วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ

วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548

- [7] นางสาวเมธัสสา ชันธุ์สุวรรณ และคณะ. การศึกษาการปรับปรุงขยายผังโรงงาน กรณีศึกษาบริษัทกฤษชัยจักรกล จำกัด, วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2542

การประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

An Evaluation of the Project to Develop Researchers' Competency of Rajamangala University of Technology Krungthep

วรรณภา พงษ์แสวง

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โดยสอบถามความคิดเห็นจากคณะกรรมการดำเนินโครงการ วิทยากร และนักวิจัย โดยใช้รูปแบบการประเมินแบบชิปปี้ (CIPP Model) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามซึ่งแบ่งเป็น 3 ชุด คือ แบบสอบถามสำหรับคณะกรรมการดำเนินโครงการ แบบสอบถามสำหรับวิทยากร และแบบสอบถามสำหรับนักวิจัยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องกับโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ประกอบด้วยคณะกรรมการดำเนินโครงการ จำนวน 17 คน วิทยากรจำนวน 7 คน และนักวิจัย จำนวน 33 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยการหาค่าสหสัมพันธ์ของครอนบัก ค่าความเชื่อมั่นแบบสอบถามสำหรับคณะกรรมการดำเนินโครงการมีค่าเท่ากับ 0.964 ค่า ความเชื่อมั่นแบบสอบถามสำหรับวิทยากรมีค่าเท่ากับ 0.798 และค่าความเชื่อมั่นแบบสอบถามสำหรับนักวิจัยมีค่าเท่ากับ 0.968

ผลการวิจัยพบว่า การประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ของคณะกรรมการดำเนินโครงการ วิทยากร และนักวิจัย ในภาพรวมประเมินว่า มีความคิดเห็นในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า การประเมินด้านปัจจัยเบื้องต้นและด้านกระบวนการของคณะกรรมการดำเนินโครงการ วิทยากรและนักวิจัย ประเมินว่า มีความคิดเห็นในระดับมาก การประเมินด้านบริบทของ คณะกรรมการดำเนินโครงการและนักวิจัยประเมินว่า มีความคิดเห็นในระดับมาก ส่วนวิทยากรประเมินว่า มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง การประเมินด้านผลผลิตของนักวิจัย ประเมินว่า มีความคิดเห็นในระดับมาก

คำสำคัญ การประเมินผล สมรรถนะ นักวิจัย

Abstract

The research was aimed to evaluate the project for developing researchers' competency in Rajamangala University of Technology Krungthep by asking the opinion from the project committee, experts and researchers by using CIPP Model. The research tool consisted of 3 sets of questionnaires including questionnaire for the project committee, questionnaire for the experts, and questionnaire for the researchers. The sampling group in this study mentioned above consisted of 17 project committee, 7 experts and 33 researchers. The data analysis was conducted by finding percentage, mean and standard deviation with SPSS program for windows. The reliability was validated by Cronbach's co-efficiency with the reliability value at 0.964, 0.798 and 0.968 respectively.

The results of the study revealed that the general evaluation of the project for developing researchers' competency in Rajamangala University of Technology Krungthep by the project committee, the experts and the researchers reported high agreement. For each aspect, the project committee, the experts and the researchers reported high agreement on the process and input. The project committee and the experts reported high agreement on context, but the experts reported medium agreement on context. The researchers reported high agreement on the product.

Keywords : Evaluation, Competency, Researchers

1. บทนำ

การวิจัยเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ความเข้าใจ ความถูกต้อง ในสิ่งที่ต้องการศึกษา มีการรวบรวมข้อมูล การจัดระเบียบข้อมูล การวิเคราะห์ และตีความ หมายของผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งเป้าหมายที่สำคัญของการวิจัย คือ การได้มาซึ่งความรู้ ความเข้าใจ ในสิ่งที่ต้องการศึกษา อย่างถูกต้องตามหลักวิชา เป็นการกระทำอย่างมีระบบที่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ [1] นอกจากนี้การวิจัยยังเป็นกระบวนการที่วางอยู่บนรากฐานของการอธิบายด้วยเหตุและผล อันเป็นสิ่งสำคัญของการคิดที่เป็นระบบ โดยใช้ฐานความรู้เป็นสิ่งสำคัญผู้มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ ได้แก่ นักวิจัย นักประดิษฐ์ นักพัฒนา นักการศึกษา หรือนักวิชาการจะได้นำความรู้ต่าง ๆ ที่ผ่านกระบวนการทางด้านการศึกษา วิจัยส่งต่อไปยังผู้ผลักดันระดับนโยบาย และการปฏิบัติ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคมและการสร้างนวัตกรรมในสถาบันอุดมศึกษาเป็นองค์กรที่มีความสำคัญ ในการสร้างนักวิจัยและงานวิจัย [2] นายอานนท์ บุญยะรัตเวช เลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กล่าวว่า สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้จัดสัมมนาเผยแพร่การ

สำรวจค่าใช้จ่ายและบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย ประจำปี 2550 ซึ่งเป็นผลการสำรวจค่าใช้จ่ายและบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยปี พ.ศ. 2548 (ปีล่าสุด) พบว่า ประเทศไทยมีค่าใช้จ่ายทางการวิจัยและพัฒนาจำนวนทั้งสิ้น 16,667 ล้านบาท คิดเป็น ร้อยละ 0.24 ของผลผลิตรวมภายในประเทศ (GDP) โดยเป็นงบประมาณแผ่นดินเพื่อการวิจัยจำนวน 7,735 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 0.62 ของงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2548 ทั้งหมด บุคลากรทางการวิจัยและพัฒนา มีจำนวน 67,876 คน และนักวิจัยมีจำนวน 34,084 คน ทั้งนี้ เมื่อเทียบเป็นการทำวิจัยเต็มเวลา ต่อประชากร 10,000 คน พบว่า มีบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนา จำนวน 5.92 คนและนักวิจัยจำนวน 3.92 คนตามลำดับ โดยมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยคนละ 812,775 บาท นั่นหมายถึงความสำคัญของสถาบันอุดมศึกษาในการสร้างองค์ความรู้เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ มหาวิทยาลัยควรมีนโยบายในการส่งเสริมการวิจัยอย่างต่อเนื่องและเป็นรูปธรรม ทั้งการส่งเสริมและการเพิ่มสมรรถนะการวิจัยของนักวิจัยที่มีประสบการณ์แล้วและนักวิจัย รุ่นใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มสมรรถนะการวิจัยของนักวิจัย

รุ่นใหม่ ซึ่งยังมีเป็นจำนวนมากในมหาวิทยาลัยที่เพิ่งก่อตั้งใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพเป็นหนึ่งในกลุ่มของมหาวิทยาลัยที่เพิ่งก่อตั้งใหม่ โดยพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2548 การส่งเสริมการวิจัยอย่างจริงจังจึงเริ่มขึ้นพร้อมการจัดตั้งมหาวิทยาลัย สภาพการวิจัยของมหาวิทยาลัยปรากฏว่าในปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 ผลงานวิจัยยังมีน้อยคือมีงานวิจัยเพียง 0.15 เรื่องต่อคนต่อปี เงินสนับสนุนงานวิจัยเป็นเงิน 25,500 บาทต่อคน คุณภาพของงานวิจัยยังไม่ดีเท่าที่ควร งานวิจัยส่วนใหญ่เสร็จไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ยังมีผลงานวิจัยที่น่าไปเผยแพร่ ดีพิมพ์ นำเสนอผลงานระดับชาติ และนานาชาติน้อยมาก มหาวิทยาลัยจึงกำหนดยุทธศาสตร์การวิจัยและโครงการส่งเสริมการวิจัยโดยจัดทำโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการส่งเสริม การวิจัยในมหาวิทยาลัยเพิ่มศักยภาพนักวิจัย ในด้านความรู้ ทักษะและเจตคติในการทำวิจัย และเป็นโครงการที่ติดตามความก้าวหน้าในการทำวิจัยที่ได้รับบุดหนุนการวิจัยทั้งภายใน และภายนอกมหาวิทยาลัย

จากการจัดโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ยังไม่มีการประเมินผลโครงการมาก่อน ผู้วิจัยจึงสนใจทำวิจัยเรื่อง การประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โดยใช้รูปแบบการประเมินโครงการแบบซิปปี (CIPP Model) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินโครงการสามารถนำมาใช้ปรับปรุงแก้ไขโครงการเพื่อให้เกิดการพัฒนางานวิจัยให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ผลจากการประเมินโครงการจะทำให้ผู้บริหารโครงการสามารถนำผลการประเมินไปปรับปรุงรูปแบบการจัดกิจกรรม ในการจัดโครงการเพื่อส่งเสริมการทำวิจัยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ตามความ

คิดเห็นของคณะกรรมการดำเนินโครงการ วิทยากร และนักวิจัย โดยใช้รูปแบบการประเมิน แบบซิปปี (CIPP Model)

3. ขอบเขตของการวิจัย

การประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ใช้รูปแบบการประเมินแบบซิปปี (CIPP Model) ซึ่งประกอบด้วย

1. การประเมินด้านบริบท (Context) ได้แก่ นโยบายส่งเสริมการทำวิจัย สภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการทำวิจัย ความพร้อมของบุคลากรในการทำวิจัย และปริมาณงานวิจัยที่มีในมหาวิทยาลัย

2. การประเมินด้านปัจจัยเบื้องต้น (Input) ได้แก่ การวางแผนการดำเนินงานโครงการ วิทยากร งบประมาณ หัวข้อกิจกรรม โครงการและสถานที่และเจ้าหน้าที่ให้บริการ

3. การประเมินด้านกระบวนการ (Process) ได้แก่ การดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ ของการจัดโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

4. การประเมินด้านผลผลิต (Product) ได้แก่ ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ในการประเมินใช้แบบสอบถามความคิดเห็นจากคณะกรรมการดำเนินโครงการและวิทยากร 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบริบท ด้านปัจจัยเบื้องต้น และด้านกระบวนการ ส่วนความคิดเห็นจากนักวิจัย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านบริบท ด้านกระบวนการ ด้านปัจจัยเบื้องต้น และด้านผลผลิต

ระยะเวลาในการประเมิน คือ ภาคการศึกษา ที่ 2/2551

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือคณะกรรมการดำเนินโครงการจำนวน 17 คน วิทยากร จำนวน 7 คน และนักวิจัย จำนวน 33 คน

2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินโดยใช้การประเมินแบบซีพี (CIPP Model) ของสตัฟเฟิลบีม (Danial . L. Stufflebeam)

3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือแบบ สอบถามแบบ Rating Scale จำนวน 3 ชุด ได้แก่ แบบสอบถามสำหรับ คณะกรรมการดำเนินโครงการ แบบสอบถามสำหรับวิทยากร และ แบบสอบถามสำหรับนักวิจัย

4. เก็บข้อมูลโดยการแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่าง และเก็บคืนด้วยตนเอง

5. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการประเมิน โครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ตามความคิดเห็น ของคณะกรรมการดำเนินโครงการ วิทยากร และนักวิจัย ในภาพรวมของโครงการอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{X}=3.94$)

คณะกรรมการดำเนินโครงการ

ความคิดเห็นของคณะกรรมการดำเนินโครงการในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในด้านกระบวนการ ($\bar{X}=4.28$) รองลงมาคือ ด้านปัจจัยเบื้องต้น ($\bar{X}=4.2$) และด้านบริบท ($\bar{X}=3.75$) ตามลำดับ หากพิจารณาข้อย่อยของคำถามในแต่ละด้านปรากฏว่า ด้านบริบท : สภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการทำวิจัย คณะกรรมการดำเนินโครงการเห็นว่า มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ประสานงานกับนักวิจัยระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.52$) ด้านปัจจัยเบื้องต้น : สถานที่และเจ้าหน้าที่ให้บริการ คณะกรรมการดำเนินโครงการเห็นว่า มนุษย์สัมพันธ์ที่ดีเต็มใจให้บริการของเจ้าหน้าที่ และความกระตือรือร้นในการให้บริการของเจ้าหน้าที่ระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.82$) ด้านกระบวนการคณะกรรมการดำเนินโครงการเห็นว่า มีการอำนวยความสะดวกแก่นักวิจัยและความ

เหมาะสมของการจัดกิจกรรมระดับมาก ($\bar{X}=4.44$) และถ้าพิจารณาคะแนนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละด้านปรากฏว่า ด้านบริบท : ปริมาณงานวิจัยที่มีในมหาวิทยาลัยคณะกรรมการดำเนินโครงการเห็นว่า จำนวนงานวิจัยของมหาวิทยาลัย ที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่ระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.65$) ด้านปัจจัยเบื้องต้น : งบประมาณคณะกรรมการดำเนินโครงการเห็นว่า ความเหมาะสมของงบเบิกจ่ายงบประมาณกับระยะเวลาดำเนินการระดับมาก ($\bar{X}=3.77$) และด้านกระบวนการ คณะกรรมการดำเนินโครงการเห็นว่า การตรงต่อเวลาในการดำเนินกิจกรรมของโครงการระดับมาก ($\bar{X}=4.00$)

วิทยากร

ความคิดเห็นของวิทยากรในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในด้านกระบวนการ ($\bar{X}=4.29$) รองลงมาคือด้านปัจจัยเบื้องต้น ($\bar{X}=4.23$) และด้านบริบท ($\bar{X}=3.36$) ตามลำดับ หากพิจารณา ในข้อย่อยของคำถามในแต่ละด้านปรากฏว่า ด้านบริบท : สภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการทำวิจัยวิทยากรเห็นว่า มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ประสานงานกับนักวิจัยระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.57$) ด้านปัจจัยเบื้องต้น : สถานที่และเจ้าหน้าที่ให้บริการวิทยากรเห็นว่าความเหมาะสมของสถานที่ในการจัดโครงการระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.71$) ด้านกระบวนการ วิทยากรเห็นว่า การอำนวยความสะดวกแก่นักวิจัยระดับมาก ($\bar{X}=4.29$) และถ้าพิจารณาคะแนนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละด้านปรากฏว่าในด้านบริบท : ปริมาณงานวิจัยที่มีในมหาวิทยาลัย วิทยากรเห็นว่า จำนวนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่ระดับน้อย ($\bar{X}=1.71$) ด้านปัจจัยเบื้องต้น : หัวข้อกิจกรรมโครงการ วิทยากรเห็นว่า จำนวนหัวข้อที่เหมาะสมกับจำนวนกิจกรรมที่จัดในโครงการระดับมาก ($\bar{X}=3.71$) และด้านกระบวนการ วิทยากรเห็นว่า การตรงต่อเวลาในการดำเนินกิจกรรมของโครงการระดับมาก ($\bar{X}=3.57$)

นักวิจัย

ความคิดเห็นของนักวิจัยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในด้านผลผลิต ($\bar{X}=4.01$) รองลงมาคือด้านกระบวนการ ($\bar{X}=3.99$) ด้านปัจจัยเบื้องต้น ($\bar{X}=3.76$) และด้านบริบท

(\bar{X} = 3.45) ตามลำดับ หากพิจารณาในข้อย่อยของคำถามในแต่ละด้านปรากฏว่า ด้านบริบท : นโยบายส่งเสริมการทำวิจัย นักวิจัยเห็นว่า มีนโยบายเกี่ยวกับการส่งเสริมการทำวิจัยระดับมาก (\bar{X} = 3.94) ด้านปัจจัยเบื้องต้น : สถานที่และเจ้าหน้าที่ให้บริการ นักวิจัยเห็นว่า มนุษย์สัมพันธ์ที่ดีเต็มใจให้บริการของเจ้าหน้าที่ ระดับมาก (\bar{X} = 4.21) ด้านกระบวนการ นักวิจัย เห็นว่า การอำนวยความสะดวกแก่นักวิจัยระดับมาก (\bar{X} = 4.20) ด้านผลผลิตนักวิจัยเห็นว่ามีความพร้อมที่จะทำงานวิจัยและมีทัศนคติที่ดีต่อการทำงานวิจัยระดับมาก (\bar{X} = 4.18) และถ้าพิจารณาคะแนนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละด้านปรากฏว่าในด้านบริบท : ปริมาณงานวิจัยที่มีในมหาวิทยาลัย นักวิจัยเห็นว่าจำนวนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่ระดับปานกลาง (\bar{X} = 2.70) ด้านปัจจัยเบื้องต้น : หัวข้อกิจกรรมโครงการ นักวิจัยเห็นว่า จำนวนหัวข้อที่เหมาะสมกับจำนวนกิจกรรมที่จัดในโครงการระดับมาก (\bar{X} = 3.94) ด้านกระบวนการ นักวิจัยเห็นว่า มีการติดต่อประสานงานระดับมาก (\bar{X} = 3.90) และส่วนด้านผลผลิต นักวิจัยเห็นว่าสามารถทำงานวิจัยได้ตามกำหนดเวลาในระดับมาก (\bar{X} = 3.70)

6. อภิปรายผล

จากผลการวิจัย การประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ความคิดเห็นของคณะกรรมการดำเนินโครงการวิทยากรและนักวิจัย ผู้วิจัยสรุปประเด็นที่น่าสนใจนำมาอภิปราย ดังต่อไปนี้คือ

ประเด็นที่ 1 การประเมินผลด้านบริบทของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีความคิดเห็นว่าจำนวนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่ อยู่ในระบายน้อยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.35 และยังมีอีกข้อที่ควรพิจารณาคือจำนวนนักวิจัยของมหาวิทยาลัย อยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.73

จากประเด็นดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าจำนวนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่ยังมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนนักวิจัย ที่มีอยู่ในมหาวิทยาลัยซึ่ง

สอดคล้องกับรายงานผลการปฏิบัติราชการตามคำรับรองการปฏิบัติราชการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 จำนวนโครงการวิจัยที่มีการเผยแพร่ในวารสารหรือนำไปอ้างอิงในระดับชาติหรือนานาชาติหรือนำไปใช้ ค่าคะแนนที่ได้ 2 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน (รายงานผลการปฏิบัติราชการตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2551" ปี 2552: ออนไลน์) [3] ซึ่งอาจจะเป็นเพราะ 1. นักวิจัยส่วนใหญ่ยังขาดประสบการณ์ในการนำผลงานวิจัยไปตีพิมพ์ 2. ไม่สามารถหาแหล่งตีพิมพ์ และเผยแพร่ได้ 3. ไม่มีงบประมาณในการนำผลงานวิจัยไปเผยแพร่ในประเทศและต่างประเทศ

และจากประเด็นจำนวนนักวิจัยของมหาวิทยาลัยมีจำนวนน้อย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการปฏิบัติราชการตามคำรับรองการปฏิบัติราชการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 ร้อยละของอาจารย์ประจำและนักวิจัยประจำที่ได้รับทุนทำวิจัยหรืองานสร้างสรรค์จากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ ต่ออาจารย์ประจำและนักวิจัยประจำ ค่าคะแนนที่ได้ 3.29 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ("รายงานผลการปฏิบัติราชการตามคำรับรอง การปฏิบัติราชการ รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2551" ปี 2552: ออนไลน์) [3] ซึ่งอาจจะเป็นเพราะนักวิจัยของมหาวิทยาลัยมีภาระงานสอนมาก จึงทำให้ไม่มีเวลามาทำงานวิจัยได้อย่างเต็มที่

ประเด็นที่ 2 การประเมินผลด้านปัจจัยเบื้องต้นของคณะกรรมการดำเนินโครงการมีความคิดเห็นว่าความเหมาะสมของการเบิกจ่ายงบประมาณกับระยะเวลาดำเนินการเป็นข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่จากผลการประเมินอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.77 วิทยากรและนักวิจัยมีความคิดเห็นว่าจำนวนหัวข้อที่เหมาะสมกับจำนวนกิจกรรมที่จัดในโครงการเป็นข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่จากผลการประเมินอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 และ 3.58 ตามลำดับ

ประเด็นที่ 3 การประเมินผลด้านกระบวนการของคณะกรรมการดำเนินโครงการและวิทยากรมีความคิดเห็น

ว่าการตรงต่อเวลาในการดำเนินกิจกรรมของโครงการเป็นข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่จาก ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 และ 3.57 ตามลำดับ ส่วนนักวิจัยมีความคิดเห็นว่ามี การติดต่อประสานงานเป็นข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่จากผลการประเมินอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90

ประเด็นที่ 4 การประเมินผลด้านผลผลิตของนักวิจัยมีความคิดเห็น ว่าความสามารถทำงานวิจัยได้ตามกำหนดเวลาเป็นข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่จากผลการประเมินอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานผลการปฏิบัติราชการตาม คำรับรองการปฏิบัติราชการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 โครงการวิจัยที่แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด ค่าคะแนนที่ได้ 1 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน (“รายงานผลการปฏิบัติราชการตาม คำรับรองการปฏิบัติราชการ รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2551” ปี 2552: ออนไลน์) [3] ซึ่งอาจจะเป็น เพราะนักวิจัยส่วนใหญ่มีภาระงานสอนมากและมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำวิจัยไม่มากนัก

7. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่ได้จากการประเมินผลโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ดังนี้

7.1 มหาวิทยาลัยควรจัดงบประมาณสนับสนุนในการทำงานวิจัยและงบในการเผยแพร่งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มขึ้น

7.2 ควรจัดหาแหล่งตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัยให้หลากหลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ

7.3 นักวิจัยมีภาระในการสอนจึงทำให้มีเวลาในการทำวิจัยตามกรอบเวลาไม่ทัน ควรมีการจัดชั่วโมงในการทำวิจัยรวมอยู่ในภาระการสอนด้วย

7.4 ควรจัดให้มีการแนะนำนักวิจัยรู้ถึงขั้นตอนการเบิกจ่ายงบประมาณให้ทันกำหนดเวลาของการทำวิจัย หลังจากได้รับอนุมัติงบประมาณ

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ทรงธรรม ชีระกุล. “การวิจัยสถาบัน : เครื่องมือสำคัญในการพัฒนาองค์กร” 2552. [ออนไลน์] สืบค้นจาก: <http://www.tsu.ac.th> (วันที่สืบค้น 21 ตุลาคม 2552).
- [2] อานนท์ บุญยรัตเวช. “การสำรวจค่าใช้จ่ายและบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนาของประเทศ” 2550. [ออนไลน์] สืบค้นจาก <http://www.ucn-ctasia.com> (วันที่สืบค้น 21 ตุลาคม 2552).
- [3] “รายงานผลการปฏิบัติราชการตามคำรับรอง การปฏิบัติราชการ รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2551” 2552. [ออนไลน์] สืบค้นจาก: <http://www.planning.rmutk.ac.th> (วันที่สืบค้น 30 ตุลาคม 2552).

หลักเกณฑ์การส่งบทความ

1. บทความที่ส่ง เปิดรับทั้งจากบุคคลภายในและบุคคลภายนอกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
กรุงเทพ
2. บทความมีรูปแบบการเขียนตามที่กำหนดไว้
3. บทความต้องมีความยาวประมาณ 6 หน้า 2 คอลัมน์
4. ส่งบทความต้นฉบับ 1 ชุด และ บทความสำเนา 3 ชุด (ลบชื่อผู้เขียน คณะ ภาควิชา หรือสถานที่
อื่นใดที่อยู่ในบทความออก)
5. กรอกแบบฟอร์มการส่งบทความให้สมบูรณ์ทุกครั้งที่มีการส่งกรณีเจ้าของบทความอยู่ต่างจังหวัด
หรือต้องการให้ติดต่อกลับ กรุณาแนบซองติดแสตมป์ หรือให้ที่อยู่ E-mail ไว้ เพื่อความสะดวกในการติดต่อ
กลับหรือมีการแจ้งผลการพิจารณาบทความ
6. ติดต่อส่งบทความที่สถาบันวิจัยและพัฒนา ฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลกรุงเทพ

หมายเหตุ ส่งบทความครั้งแรกยังไม่ต้องส่งแผ่นซีดี

บทความจะได้รับการกลั่นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขานั้นๆ และเมื่อบทความได้รับการแก้ไข
(หากมี) อย่างเหมาะสม ผู้เขียนจะต้องส่ง

1. รายละเอียดการแก้ไขตามที่ได้แจ้งให้ทราบ
2. บทความต้นฉบับ (ที่แก้ไขอย่างสมบูรณ์แล้ว) 1 ชุด พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์สีเท่านั้น
3. แผ่นซีดี 1 แผ่น

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับบทความ

รูปแบบของบทความที่เสนอจะเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ โดยจัดพิมพ์ตามรูปแบบที่กำหนดให้ ซึ่งพร้อมที่จะนำไปถ่ายเพลทเพื่อพิมพ์ได้ทันที และเพื่อให้รูปแบบการพิมพ์ของทุกบทความมีมาตรฐานเดียวกัน จึงขอให้ผู้เขียนจัดเตรียมเอกสารโดยใช้ Microsoft Word for Windows สำหรับรูปภาพประกอบหากไม่ใช้ภาพถ่ายก็ควรเขียนหรือสเก็ตโดยใช้ซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการทำงานในระบบ Windows

บทความภาษาไทย

การตั้งหน้ากระดาษ (Page Setup) ดังนี้

- ระยะบน (Top Margin) 1 นิ้ว หรือ 2.54 ซม.
- ระยะล่าง (Bottom Margin) 1 นิ้ว หรือ 2.54 ซม.
- กั้นซ้าย (Left Margin) 1 นิ้ว หรือ 2.54 ซม.
- กั้นขวา (Right Margin) 1 นิ้ว หรือ 2.54 ซม.

ขนาดตัวอักษร รูปแบบของตัวอักษรให้ใช้ Angsana New เท่านั้น

- ชื่อเรื่องทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาด 26 ตัวหนา (พิมพ์กลางหน้ากระดาษ)
(ควรเป็นชื่อที่สั้น กระชับ ได้ใจความตรงกับวัตถุประสงค์และเนื้อเรื่อง)
- ชื่อผู้เขียนและผู้ร่วมงาน ขนาด 14 ตัวปกติ (พิมพ์กลางหน้ากระดาษ)
- สถานที่ทำงาน ขนาด 12 ตัวปกติ (พิมพ์กลางหน้ากระดาษ)
- คำว่า "บทคัดย่อ" ขนาด 16 ตัวหนา
- ส่วนของเนื้อความในบทคัดย่อ ขนาด 14 ตัวปกติ (พิมพ์แบบเต็มขอบ)
- ส่วนของเนื้อความทั้งหมด ขนาด 14 ตัวปกติ (แบ่งเป็น 2 คอลัมน์ ระยะห่างระหว่างคอลัมน์ 0.7 ซม หรือ 0.3 นิ้ว)
- คำว่า "Abstract" ขนาด 16 ตัวหนา
- หัวข้อใหญ่และหมายเลขประจำหัวข้อใหญ่ ขนาด 16 ตัวหนา (พิมพ์แบบชิดซ้าย)
- หัวข้อย่อยและหมายเลขประจำหัวข้อย่อย ขนาด 14 ตัวหนา
- คำว่า "กิตติกรรมประกาศ" หรือ "Acknowledgement" ขนาด 16 ตัวหนา (ใส่หมายเลขลำดับหัวข้อด้วย)
- คำว่า "เอกสารอ้างอิง" หรือ "Reference" ขนาด 16 ตัวหนา (ใส่หมายเลขลำดับหัวข้อด้วย)
- สมการ หรือพจน์ทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนควรเขียนโดยใช้ Equation Editor โดยจัดแยกบรรทัด และมีเลขกำกับอยู่ในวงเล็บเล็กจัดพิมพ์ด้วย Microsoft Word

บทความภาษาอังกฤษ

การตั้งหน้ากระดาษ (Page Setup) ดังนี้

- ระยะบน (Top Margin) 1 นิ้ว หรือ 2.54 ซม.
- ระยะล่าง (Bottom Margin) 1 นิ้ว หรือ 2.54 ซม.
- กั้นซ้าย (Left Margin) 1 นิ้ว หรือ 2.54 ซม.
- กั้นขวา (Right Margin) 1 นิ้ว หรือ 2.54 ซม.

ขนาดตัวอักษร รูปแบบของตัวอักษรให้ใช้ Times New Roman เท่านั้น

- ชื่อเรื่อง ขนาด 18 ตัวหนา (พิมพ์กลางหน้ากระดาษ)
- ชื่อผู้เขียนและผู้ร่วมงาน ขนาด 12 ตัวหนา (พิมพ์กลางหน้ากระดาษ)
- สถานที่ทำงาน ขนาด 10 ตัวปกติ (พิมพ์กลางหน้ากระดาษ)
- คำว่า "Abstract" ขนาด 12 ตัวหนา
- ส่วนของเนื้อความใน "Abstract" ขนาด 11 ตัวปกติ (พิมพ์แบบเต็มขอบ)
- ส่วนของเนื้อความทั้งหมด ขนาด 11 ตัวปกติ (แบ่งเป็น 2 คอลัมน์ ระยะห่างระหว่างคอลัมน์ 0.7 ซม หรือ 0.3 นิ้ว)
- หัวข้อใหญ่และหมายเลขประจำหัวข้อใหญ่ ขนาด 12 ตัวหนา (พิมพ์แบบชิดซ้าย)
- หัวข้อย่อยและหมายเลขประจำหัวข้อย่อย ขนาด 11 ตัวหนา
- คำว่า "กิตติกรรมประกาศ" หรือ "Acknowledgement" ขนาด 12 ตัวหนา (ใส่หมายเลขลำดับหัวข้อด้วย)
- คำว่า "เอกสารอ้างอิง" หรือ "Reference" ขนาด 12 ตัวหนา (ใส่หมายเลขลำดับหัวข้อด้วย)
- สมการ หรือพจน์ทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนควรเขียนโดยใช้ Equation Editor โดยจัดแยกบรรทัด และมีเลขกำกับอยู่ในวงเล็บเล็ก

เนื้อหา (Text)

บทความวิจัยภาษาไทยที่มีคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ควรแปลเป็นภาษาไทยให้มากที่สุด (ในกรณีที่คำศัพท์ภาษาอังกฤษเป็นคำเฉพาะที่แปลไม่ได้หรือแปลแล้วไม่ได้ความหมายชัดเจนให้ทับศัพท์ได้) และควรใช้ภาษาที่ผู้อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน หากใช้คำย่อต้องเขียนคำเต็มไว้ก่อน ทั้งนี้ เนื้อหาต้องประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) **บทคัดย่อ** ควรจัดทำเป็นร้อยแก้วย่อหน้าเดียว สรุปสาระสำคัญของงานวิจัยไว้อย่างครบถ้วน ไม่แบ่งเป็นข้อ มีความยาวไม่เกิน 1,000 คำ
- 2) **Abstract** แปลจากบทคัดย่อภาษาไทย โดยให้มีเนื้อหาตรงกัน

3) **คำนำ (Introduction)** กล่าวถึงความสำคัญและเหตุผลที่ทำให้ทำการวิจัย และควรอ้างอิงงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องประกอบ

4) **อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)**

- บทความวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ ควรอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการที่ใช้ในการวิจัย

- บทความวิจัยด้านสังคมศาสตร์ ควรอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย โดยกล่าวถึงวิธีการสุ่มตัวอย่าง ที่มาของกลุ่มตัวอย่าง แหล่งที่มาของข้อมูล การเก็บและรวบรวมข้อมูล การใช้เครื่องมือ สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

5) **ผล (Results)** เป็นการเสนอสิ่งที่ได้จากการวิจัยเป็นลำดับ แสดงด้วยตาราง กราฟ ภาพหรือแผนภูมิประกอบการอธิบาย

6) **อภิปรายและวิจารณ์ (Discussion)** เป็นการอภิปรายผลการวิจัยว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด และควรอ้างอิงทฤษฎีหรือเปรียบเทียบการทดลองของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องประกอบ เพื่อให้ผู้อ่านเห็นด้วยตามหลักการหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีอยู่เดิม รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงการนำไปใช้ประโยชน์ และการให้ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

7) **สรุป (Conclusion)** เป็นการสรุปผลที่ได้จากการวิจัย

8) **คำขอบคุณ (Acknowledgement)** เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือให้งานวิจัยสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดีเพียงสั้นๆ (อาจมีหรือไม่ก็ได้)

9) **ตารางและรูปประกอบ (Table and Figure)** ควรมีเฉพาะที่จำเป็น สำหรับรูปภาพประกอบจะเป็นภาพขาว-ดำ หรือภาพสีก็ได้ แต่ต้องชัดเจนและมีคำบรรยายได้รูป คำบรรยายได้ภาพ ห้ามใช้คำว่า “แสดง” เช่น ห้ามเขียนว่า “รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์...” ที่ถูกต้องควรเป็น “รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง...”

10) **เอกสารอ้างอิง (Reference)** การอ้างอิงเอกสารในเรื่อง ให้ใช้ระบบแวนคูเวอร์ (Vancouver style) โดยพิมพ์ตัวเลขระดับเหนือข้อความ เรียงตามลำดับที่อ้างอิง และให้เริ่มต้นเรียงลำดับเอกสารด้วยภาษาไทยก่อน แล้วตามด้วยเอกสารภาษาต่างประเทศ หากผู้เขียนมีมากกว่า 3 คน ให้ใส่ชื่อ 3 คนแรก แล้วตามด้วย และคณะ หรือ et al.

ตัวอย่างการเขียนเอกสารอ้างอิง

หนังสือหรือตำรา

ชื่อผู้แต่ง. ชื่อหนังสือ. พิมพ์ครั้งที่, สำนักพิมพ์, สถานที่พิมพ์, ปีที่พิมพ์. เช่น

[1] อมรา พงสาพิชญ์. วัฒนธรรม ศาสนาและชาติพันธุ์: วิเคราะห์สังคมไทยแนวมานุษยวิทยา. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2533.

[2] Good, W.J. After Divorce. The Free Press, New York, 1956.

วารสาร

ภาษาไทย

ชื่อผู้แต่ง (ให้เขียนชื่อเต็ม ตามด้วยชื่อสกุล). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร (ชื่อเต็มหรือชื่อย่อ), ปีที่พิมพ์, เล่มที่ (Volume), หน้าแรก-หน้าสุดท้าย เช่น

อุทัย พิศาลบุตร. บริโกคินัส. *โภชนาการ*, 2520, 11(4), 13 – 14.

ภาษาอังกฤษ (ชื่อผู้แต่งให้ใช้ชื่อสกุลขึ้นก่อนตามด้วยอักษรย่อของชื่อต้น ชื่อวารสารใช้ตัวย่อได้) เช่น

Knapp, W., Stockinger, H. and Madij, O. Antibody-defined Cell Surface Molecules of Immune System. *Cur. Opin. Immunol.*, 1990, 2, 884.

.....

แบบฟอร์มส่งบทความเพื่อพิจารณา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว)..... นามสกุล.....

ขอส่ง บทความวิจัย บทความทางวิชาการ

เรื่อง (ภาษาไทย).....

เรื่อง (ภาษาอังกฤษ).....

ผู้เขียน (ภาษาไทย) 1.....

2.....

3.....

ผู้เขียน (ภาษาอังกฤษ) 1.....

2.....

3.....

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก..... หมู่ที่..... ซอย..... ถนน.....

ตำบล/แขวง..... อำเภอ/เขต..... จังหวัด.....

รหัสไปรษณีย์..... E-mail.....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

โทรศัพท์ (มือถือ).....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความนี้ เป็นผลงานของข้าพเจ้าแต่เพียงผู้เดียว

เป็นผลงานของข้าพเจ้าและผู้ร่วมงานตามชื่อที่ระบุในบทความจริง

โดยบทความนี้ไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และจะไม่นำส่งไปเพื่อพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารอื่นภายใน 90 วัน นับจากวันที่ข้าพเจ้าได้ส่งบทความฉบับนี้

ลงนาม.....

(.....)

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

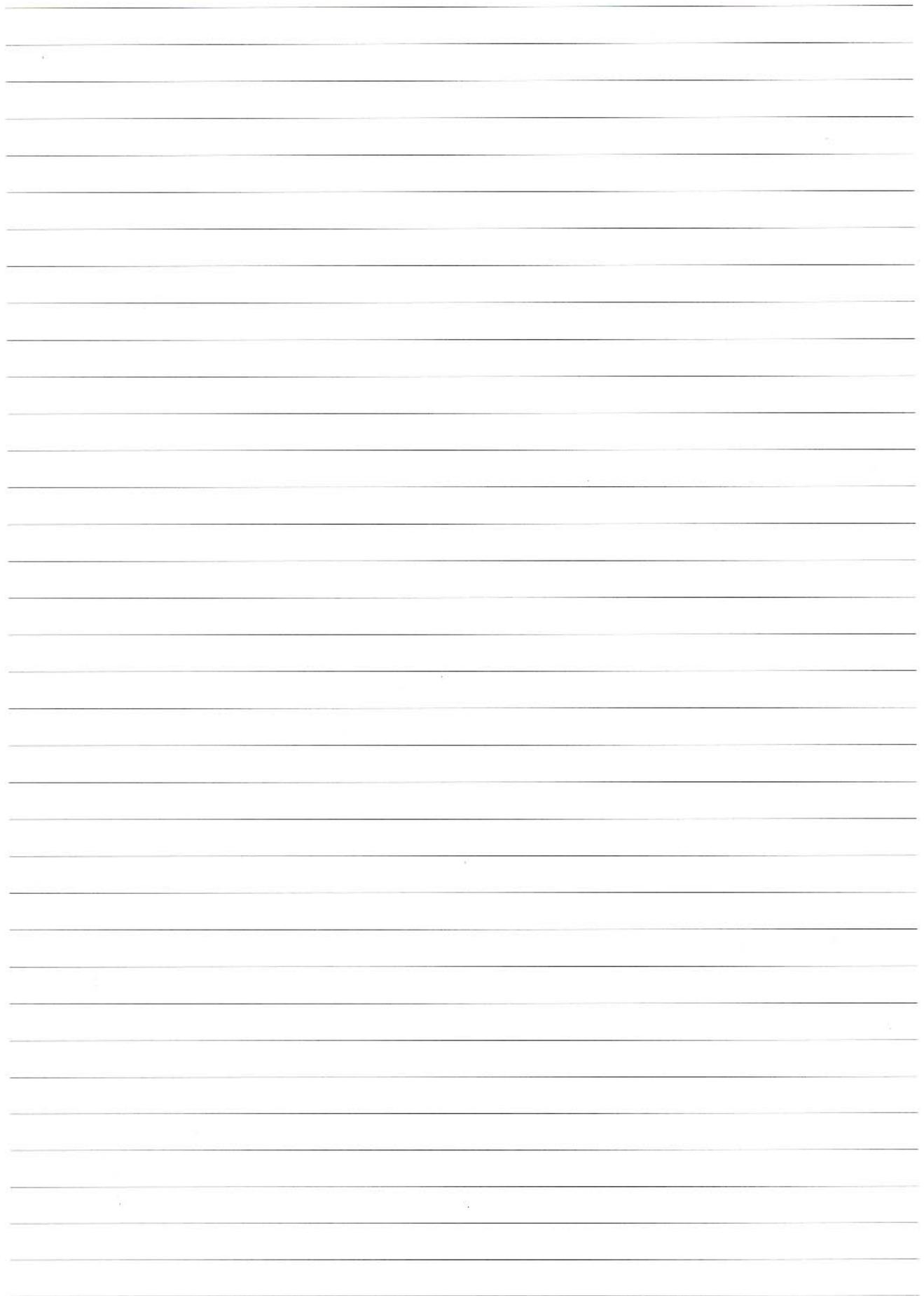
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- | | |
|-------------------------------------|----------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ | เจริญชัย |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล | เมธีกุล |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.อภิญา | หิรัญวงษ์ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ | พรมจันทร์ |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิฐ | เมธากัทธ |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ | นิตยส์วัฒน์ |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชฐ | ม่วงนวล |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ | คลับแก้ว |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานเพชร | ชินินทร |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ | ธนะกุลรังสรรค์ |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร | กรอบทอง |
| 12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปทุมทิพย์ | คันทับทิมทอง |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย | ทองโสภา |
| 14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาภัสรา | แสงนาค |
| 15. ดร.ประคิษฐ์ | เหมือนลิด |
| 16. ดร.วินัย | อวงพิพัฒน์ |

สาขาวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

- | | |
|-----------------------------------|----------------|
| 1. ศาสตราจารย์ มณีรัตน์ | จันทนะพะดิน |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.วรพจน์ | ศรีวงษ์กุล |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นนทลี | พรชาดาวิทย์ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนวิภา | อนันตะเศรษฐกุล |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.งามทิพย์ | วิมลเกษม |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ | อนันต์วราพงษ์ |

.....



“...วิชาความรู้อันพึงประสงค์นั้นได้แก่วิชาและความรู้ที่ถูกต้อง จัดเจนแม่นยำ ชำนาญ นำไปใช้การเป็นประโยชน์ ได้พอเหมาะพอควร ทันท่วงทีเหตุการณ์ อย่างมีประสิทธิภาพ เราจะสร้างเสริมวิชาความรู้อย่างนี้ขึ้นได้อย่างไร เบื้องต้น จะต้องเลิกคิดว่า เรียนวิชาไว้เพื่อสอบไล่ เพราะในชีวิตของเรา เราไม่ได้อยู่กับการ กาคิดกาถูกในข้อสอบ หากแต่อยู่กับการทำงานและการวินิจฉัยปัญหาสารพัด ทางที่ถูกต้อง เราจะต้องชวนขยายเปิดตาเปิดใจให้เรียนรู้อยู่เสมอทั้งโดยทางกว้าง และทางลึก คือเมื่อจะศึกษาเรื่องใดก็ให้พยายามจับเค้าโครงของเรื่องนั้นให้ได้ก่อน แล้วจึงพยายามมองลงไปในส่วนละเอียดทีละส่วน ให้เห็นชัดโดยถ่วงถ่วงเมื่อรู้แล้ว ก็นำมาคิดพิจารณาให้เห็นประเด็น ให้เห็นส่วนที่เป็นเหตุ ส่วนที่เป็นผล ให้เห็นลำดับความเกาะเกี่ยวต่อเนื่องแห่งเหตุและผลนั้นๆ ไปจนตลอดให้เข้าใจโดยชัดเจนแน่นอน เพื่อให้สามารถสำเนียงกำหนดและจดจำไว้ได้ทั่วส่วนที่เป็นหลักเป็นทฤษฎี ทั้งส่วนเรื่องราวหรือรายละเอียด จักได้สามารถนำไปสั่งสอนผู้อื่น และนำไปเทียบเคียงใช้ให้เป็นประโยชน์ในการทำงาน หรือการคิดอ่านแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตต่อไป...”

พระบรมราชาโชวาท
เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2523



สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

โทร. 0 2287 9600 ต่อ 1177, 1178 หรือสายตรง 0 2287 9622

โทรสาร. 0 2287 9684

e-mail : rdi@rmutk.ac.th

www.rdi.rmutk.ac.th