

การศึกษาสมบัติของวอลล์เปเปอร์เส้นด้ายไหมเปรียบเทียบกับวอลล์เปเปอร์ผ้าไหม

Investigation on Properties of Silk Thread Wallpaper Compared to Silk Fabric Wallpaper

ชลิตา นิธิทองสกุล และ สาริต พุทธิชัยยงค์

สาขาอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์: 02-2879600 E-mail: chalisani@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาศักยภาพของวอลล์เปเปอร์เส้นด้ายไหมเปรียบเทียบกับวอลล์เปเปอร์ผ้าไหม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของวอลล์เปเปอร์ที่ผลิตจากเส้นไหม (Silk Thread Wallpaper) กับวอลล์เปเปอร์ที่ผลิตจากผ้าไหม (Silk Fabric Wallpaper) ที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน การทดสอบเรื่องการดูดซับเสียง พบว่าความสามารถในการดูดกลืนเสียงของวอลล์เปเปอร์ผ้าไหมและเส้นไหมที่ความถี่ต่ำไม่แตกต่างกัน แต่วอลล์เปเปอร์เส้นไหมสามารถดูดกลืนเสียงได้มากขึ้นเมื่อความถี่สูงขึ้นโดยสามารถดูดกลืนเสียงที่ความถี่สูง 4000 Hz ได้สูงสุดและดูดกลืนได้มากกว่าวอลล์เปเปอร์ผ้าไหม การทดสอบการลามไฟและการกันอุณหภูมิแสดงให้เห็นว่า วอลล์เปเปอร์ผ้าไหมและวอลล์เปเปอร์จากเส้นไหมที่มีจำนวนเส้นต่อนิ้วสูงกว่ามีผลการทดสอบที่ดีกว่า

คำสำคัญ: วอลล์เปเปอร์ ไหมสาม ดีเนียร์ ค่าความแน่น

ABSTRACT

The objective of the research is to study the properties of wallpaper made of silk threads compared to the silk fabric wallpaper that is available at present. Results of sound absorption, ability of sound absorption for Silk Fabric and Silk Thread Wallpaper at low frequencies did not differ. Silk Thread wallpaper is able to absorb more sound on higher frequencies and absorb at 4000 Hz for the maximum that absorbed over Silk Fabric wallpaper. The silk fabric wallpaper and silk thread wallpaper at 35 threads per inch have a minimum NRC (Noise Reduction Coefficient) and NRC tends to increase as the number of threads per inch silk wallpaper increasing. Flammability test and Temperature protection show that silk fabric wallpaper and 45, 50 threads per inch silk thread wallpaper had the test results better than the lowers.

Keywords: Wallpaper, Mai 3, Denier, Cover Factor

บทนำ

ธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้างและตกแต่งบ้านเติบโตโดดเด่นจากกำลังซื้อที่เพิ่มขึ้น ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ความต้องการสินค้าในหมวดวัสดุก่อสร้างและของตกแต่งบ้านเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น ผลิตภัณฑ์วอลล์เปเปอร์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการตกแต่งบ้าน

ในประเทศไทยมีการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมมานานแล้ว มีการใช้ผ้าไหมในการตกแต่งสถานที่และเฟอร์นิเจอร์ วอลล์เปเปอร์ผ้าไหมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำไหมไปใช้งานในด้านการตกแต่ง ผ้าไหมให้ความรู้สึกและผิวสัมผัสที่อ่อนนุ่ม โดยใช้ผ้าไหมเคลือบอยู่บนชั้นกระดาษแล้วนำไปติดตั้งด้วยการปิดผนัง ลูกค้าของวอลล์เปเปอร์ผ้าไหมคือกลุ่มโรงแรมและคอนโดมิเนียมระดับบน สถาปนิกที่ดูแลการตกแต่งภายในกลุ่มนี้ต้องการหาสิ่งแปลกใหม่ในการตกแต่ง แต่วอลล์เปเปอร์ผ้าไหมที่มีในปัจจุบันยังไม่มีที่แพร่หลายนักเพราะมีราคาสูง ผู้วิจัยจึงทำให้มีแนวคิดที่จะประดิษฐ์วอลล์เปเปอร์ที่ผลิตจากเส้นไหม (Silk Thread wallpaper) เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ทำจากไหม เพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ใช้และศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของวอลล์เปเปอร์ดังกล่าวกับวอลล์เปเปอร์ที่ผลิตจากผ้าไหม (Silk Fabric Wallpaper) ที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1.1 วอลล์เปเปอร์ผ้าไหมใช้เส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายไหมชนิดไหม 20/22 D ควบ 4 จากบริษัท

จุลไหมไทย จำกัดและเส้นด้ายยี่เป็นไหมไทยพื้นบ้านของจังหวัดสุรินทร์ชนิดไหมสามปั่นมือ 300-350 D [1] ซึ่งผ่านกระบวนการฟอกขาวแล้ว ตัดด้านหลังผ้าไหมด้วยกระดาษที่ใช้สำหรับวอลล์เปเปอร์

1.2 วอลล์เปเปอร์เส้นไหมใช้เส้นด้ายยืนเป็นไหมไทยพื้นบ้านของจังหวัดสุรินทร์ชนิดไหมสามปั่นมือ 300-350 D [1] ซึ่งผ่านกระบวนการฟอกขาว ตัดด้านหลังด้วยกระดาษที่ใช้สำหรับวอลล์เปเปอร์

2. วิธีการ

2.1 การทดสอบขนาดของเส้นด้ายไหม

ทดสอบขนาดของเส้นด้าย โดยการทดสอบน้ำหนักและนำมาคำนวณเพื่อหาเบอร์ด้ายด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ตามมาตรฐาน ASTM D1059-04 Standard Test Method for yarn Numbers by the Skein Method

2.2 การทดสอบวอลล์เปเปอร์จากเส้นไหมที่มีจำนวนเส้นต่อนิ้วต่างกัน 5 ระดับกับวอลล์เปเปอร์ที่ผลิตจากผ้าไหม

2.2.1 ทดสอบความหนาด้วยเครื่อง Thickness Tester ตามมาตรฐาน ASTM D 1777-96 (Re 02)

2.2.2 ทดสอบการดูดซับเสียง (Acoustic Property Measurements) ด้วยเครื่อง B&K Type 4206 Impedance Tube (ASTM E 1050 90) โดยพิจารณาจาก

- ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (Sound Absorption Coefficient :SAC) หมายถึงสัดส่วนของพลังงานเสียงที่ถูกดูดซับไปเมื่อชนกระทบ เทียบ

กับพลังเสียงจากแหล่งกำเนิด ค่าการดูดซับเสียง (SAC) จะถูกวัดที่หลายความถี่คือ 125, 250, 500, 1000, 2000 และ 4000Hz

- ค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียง (Noise Reduction Coefficient: NRC) เป็นตัวเลขที่จะระบุได้ถึงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุ โดยที่ NRC คือค่าเฉลี่ยของ SAC ที่ถูกวัดที่ 250, 500, 1000, 2000 Hz)

2.2.3 ทดสอบการลามไฟ ด้วยเครื่อง Flammability speed tester

2.2.4 ทดสอบความสามารถในการกัน อุณหภูมิ ด้วย Fluke Ti20 infrared thermal Imager

2.2.5 ค่าความแน่นของวอลล์เปเปอร์ผ้าไหม และวอลล์เปเปอร์เส้นไหม โดย

- ภาพถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง
- คำนวณ Cover Factor [2]

3. การวิเคราะห์ต้นทุน

คำนวณราคาต้นทุนวอลล์เปเปอร์ผ้าไหมและราคาต้นทุนวอลล์เปเปอร์เส้นไหม

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ผลการทดสอบเส้นด้ายไหม

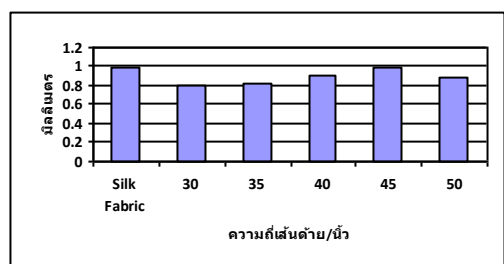
จากผลการทดสอบเบอร์เส้นด้าย จะพบว่าได้ เบอร์เส้นด้ายยืนไหม 20-22/4 เป็น 80.09 D และ เบอร์ไหมสาม 300-350 D เป็น 477 D

เส้นด้ายไหม 20-22/4 เป็นด้ายไหมที่ปั่น และตีเกลียวในระบบอุตสาหกรรม เป็นเส้นไหมที่ละเอียดไม่มีปมปม มีความยืดหยุ่นและความเหนียวได้

มาตรฐานจึงมีเบอร์เส้นด้ายใกล้เคียงตามที่ระบุไว้ แต่ไหมสามเป็นไหมไทยพื้นบ้านที่สาวและปั่นด้วยมือ ได้จากการสาวเส้นใยชั้นนอก ลักษณะเส้นไหมจะเป็นเส้นหยาบและเส้นใหญ่ ไม่มีการตีเกลียว เส้นด้ายจึงไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น เบอร์ที่ทดสอบได้จึงมีความคลาดเคลื่อนจากเบอร์ที่ระบุไว้ค่อนข้างมาก

2. ผลการทดสอบวอลล์เปเปอร์

1) ทดสอบความหนาของวอลล์เปเปอร์ด้วย เครื่อง Thickness tester



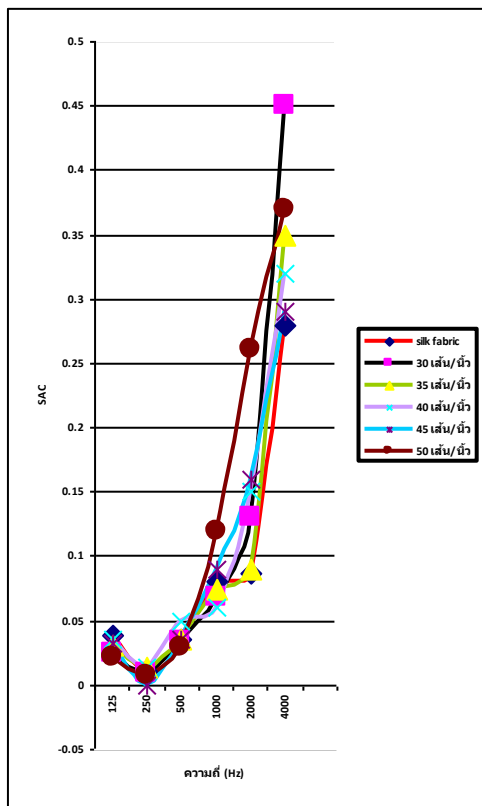
ภาพที่ 1 ความหนาของวอลล์เปเปอร์

จากผลการทดสอบความหนาของวอลล์เปเปอร์ทั้ง 2 ชนิดตามกราฟที่ 1 พบว่าวอลล์เปเปอร์ผ้าไหมมีความหนาเฉลี่ย 0.99 mm. และวอลล์เปเปอร์เส้นไหมมีความหนาไม่แตกต่างกันมากนัก อาจเป็นไปได้จากการที่ขนาดของเส้นไหมสามมีขนาดไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น

2) ทดสอบการดูดซับเสียง (Acoustic property measurements) ของวอลล์เปเปอร์ด้วย เครื่อง B&K Type 4206 Impedance Tube

จากการทดสอบจะพบว่าความสามารถในการดูดกลืนเสียง (SAC) ซึ่งหมายถึงสัดส่วนของพลังงานเสียงที่ถูกดูดซับไปเมื่อชนกระทบ เทียบกับพลังเสียงจากแหล่งกำเนิดที่ความถี่ต่างๆ ของวอลล์เปเปอร์แต่

ละขนิตมีค่าแตกต่างกัน โดยวอลล์เปเปอร์ผ้าไหมและเส้นไหมดुकกลืนเสียงที่ความถี่ต่ำไม่แตกต่างกัน แต่วอลล์เปเปอร์เส้นไหมสามารถดुकกลืนเสียงได้มากขึ้นเมื่อความถี่สูงขึ้นและสามารถดुकกลืนเสียงที่ความถี่สูง 4000 Hz ได้สูงสุดและมากกว่าวอลล์เปเปอร์ผ้าไหม นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มที่จะดुकกลืนเสียงได้ดีขึ้นที่ความถี่สูงขึ้น อาจมาจากการที่เป็นวัสดุประเภทที่มีผิวหน้าไม่เรียบมากกว่า จะดुकซับเสียงที่ความถี่สูงได้มากกว่าความถี่ต่ำ

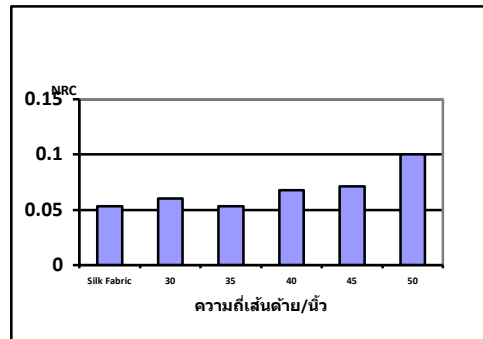


ภาพที่ 2 สัมประสิทธิ์การดุกกลืนเสียง (SAC)

ของวอลล์เปเปอร์ที่ความถี่ต่างๆ

จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียง (Noise Reduction Coefficient: NRC) เป็นตัวเลขที่ จะระบุความสามารถในการดุกซับเสียงของวัสดุ โดยที่

NRC คือค่าเฉลี่ยของ SAC ที่ถูกวัดที่ 250, 500, 1000, 2000 Hz พบว่าวอลล์เปเปอร์ผ้าไหมและวอลล์



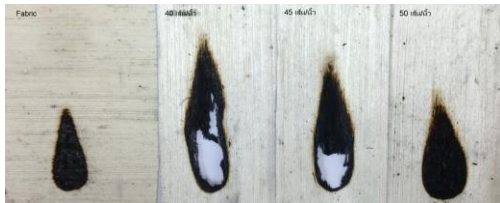
ภาพที่ 3 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์

การลดเสียง (NRC)

เปเปอร์เส้นไหมที่มีจำนวนเส้น 35 เส้นต่อนิ้วมีค่า NRC ต่ำที่สุดคือ 0.053 และ NRC ของวอลล์เปเปอร์เส้นไหมที่มีจำนวนเส้น 30, 35, 40, 45 และ 50 เส้นต่อนิ้ว คือ 0.060, 0.053, 0.068, 0.071 และ 0.10 ตามลำดับ นั่นคือแนวโน้มที่ NRC เพิ่มขึ้นเมื่อวอลเปเปอร์เส้นไหมมีจำนวนเส้นต่อนิ้วเพิ่มขึ้น อาจเป็นไปได้ว่าเพราะการดุกซับเสียง คือ ความสามารถของวัสดุในการดุกกลืนพลังงานเสียงและเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนโดยวัสดุที่ สามารถดุกซับเสียงได้ดีจะเป็นวัสดุจำพวกเส้นใย (Fibrous) และวัสดุพรุน (Porous) [4] เมื่อเสียงกระทบวัสดุใด ๆ เสียงส่วนหนึ่งจะถูกดุกกลืนและส่งผ่านเข้าไปในวัสดุ วัสดุที่มีรูพรุนมากจะยอมให้คลื่นเสียงทะลุผ่านไปได้ลึกมาก ซึ่งจะเป็นที่ที่พลังงานเสียงจะเปลี่ยนเป็นความร้อนเนื่องจากมีความเสียดทานระหว่างช่องอากาศกับเส้นใย [6] เมื่อมีช่องว่างที่แคบและถี่ขึ้นจึงมีพื้นที่ผิวให้ดุกกลืนเสียงมากขึ้น ดังนั้นวอลล์เปเปอร์เส้นไหมที่มี

จำนวนเส้นต่อนิ้วสูงจึงมีแนวโน้มที่จะดูดซับเสียงและลดเสียงได้ดีกว่าวอลล์เปเปอร์ที่มีจำนวนเส้นต่อนิ้วที่น้อยกว่า

3) ทดสอบการลามไฟ ด้วยเครื่อง Flammability Speed Tester



ภาพที่ 4 ผลการทดสอบการลามไฟของวอลล์เปเปอร์ ผลการทดสอบของขั้นตอนที่วางตัวในแนวหนึ่งเป็นไปตามตาราง ในการบันทึกผล “X” หมายถึง เกิดการติดไฟ (Ignition) และ “O” หมายถึง ไม่เกิดการติดไฟ (Non-ignition)

ตารางที่ 1 ผลทดสอบการลามไฟ

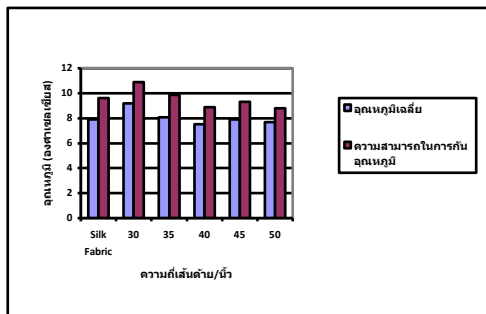
Test	จำนวนเส้นต่อนิ้ว	Flame application time (s)	Result	Ignition Time (s)	ระยะรอยไหม้ดำ (cm.)	ระยะไหม้ทะลุ (cm.)
1.Silk Fabric	-	20	O	6	4.65	-
2.Silk Thread	30	20	X	0	All	All
3.Silk Thread	35	20	X	3.5	All	All
4.Silk Thread	40	20	X	6	8.4	5.25
5.Silk Thread	45	20	O	4.95	6.35	3.6
6.Silk Thread	50	20	O	6	6.3	2.5

จากผลการทดสอบการลามไฟ พบว่าที่ Flame application time (ระยะเวลาในการจ่อเปลวไฟที่ขั้นตอนทดสอบ) 20 วินาที ขั้นตอนที่ไม่เกิดการติดไฟ คือ วอลล์เปเปอร์จากผ้าไหมและวอลล์เปเปอร์จากเส้นไหม 45, 50 เส้นต่อนิ้ว โดยวอลล์เปเปอร์ผ้าไหมหลัง Ignition Time (การที่ขั้นตอนติดไฟภายในเวลา 1 วินาทีหรือมากกว่าหลังจากนำแหล่งจุดไฟออกหมายถึงการเริ่มต้นของการเผาไหม้)

ที่ 6 วินาที พบระยะรอยไหม้ดำเฉลี่ย 4.65 cm.แต่ไม่มีระยะไหม้ทะลุ ส่วนวอลล์เปเปอร์จากเส้นไหม 45 เส้นต่อนิ้ว หลัง Ignition Time ที่ 6 วินาที พบระยะรอยไหม้ดำเฉลี่ย 6.35 cm, ระยะไหม้ทะลุเฉลี่ย 3.6 cm. และวอลล์เปเปอร์จากเส้นไหม 50 เส้นต่อนิ้ว หลัง Ignition Time ที่ 6 วินาที พบระยะรอยไหม้ดำเฉลี่ย 6.35 cm., ระยะไหม้ทะลุเฉลี่ย 2.5 cm. ตามลำดับ

จากผลการทดสอบการลามไฟทั้ง Flame application และ Ignition แสดงให้เห็นว่าวอลล์เปเปอร์ผ้าไหมและวอลล์เปเปอร์จากเส้นไหมที่มีจำนวนเส้นต่อนิ้วสูงกว่ามีผลการทดสอบการลามไฟดีกว่าวอลล์เปเปอร์จากเส้นไหมที่มีจำนวนเส้นต่อนิ้วต่ำกว่า อาจเป็นไปได้ว่าเส้นไหมมีคุณสมบัติต้านไฟตามธรรมชาติเพราะการที่มี Nitrogen เป็นองค์ประกอบถึง 17.35 – 18.89 % และ LOI (Limiting Oxygen Index) ที่สูงกว่า 25 [7] จึงอยู่ในกลุ่มติดไฟได้ช้า (Slow burning) ดังนั้นเมื่อมีจำนวนเส้นต่อนิ้วเพิ่มขึ้นจึงมีการลามไฟที่ต่ำกว่า

4) ทดสอบความสามารถในการกันอุณหภูมิ ด้วยเครื่อง Fluke Ti20 โดยนำขั้นตอนที่วางลงบนน้ำแข็ง จากนั้นวัดอุณหภูมิที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 นาทีตามลำดับ



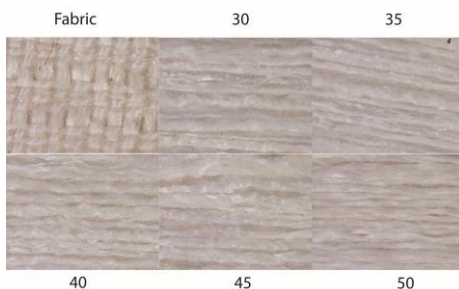
ภาพที่ 5 แสดงการกันอุณหภูมิของวอลเปเปอร์

การทดสอบการกันอุณหภูมิดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่าเมื่อวอลเปเปอร์เส้นไหมมีจำนวนเส้นต่อนิ้วเพิ่มขึ้น (Cover Factor มากขึ้น) จะมีความสามารถในการกันอุณหภูมิที่ดีขึ้น

2.5 ค่าความแน่นของวอลเปเปอร์ (Cover Factor)

ผลค่าความแน่นพิจารณาจาก

1. ภาพถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง



ภาพที่ 6 ภาพถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง

2. คำนวณ Cover Factor

ผลการคำนวณ Cover Factor ของวอลเปเปอร์ผ้าไหมคือ 19.54 และ Cover Factor ของวอลเปเปอร์เส้นไหม 30, 35, 40, 45 และ 50 เส้นต่อนิ้ว คือ 8.98, 10.48, 11.98, 13.47

ตารางที่ 2 Cover factor ของวอลเปเปอร์

Silk	Silk Thread (จำนวนเส้นต่อนิ้ว)
------	--------------------------------

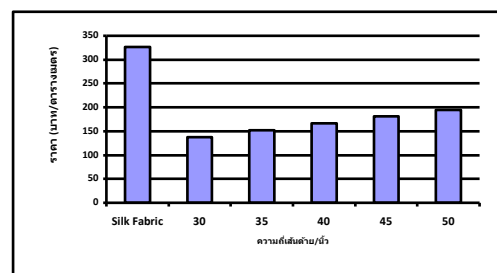
	Fabric	30	35	40	45	50
Cover	19.54	8.98	10.48	11.98	13.47	14.97
Factor						

2.6 การวิเคราะห์ต้นทุนของวอลเปเปอร์

การวิเคราะห์ราคาต้นทุนวอลเปเปอร์

คำนวณจากสมการ

ต้นทุนการผลิตวอลเปเปอร์ผ้าไหม = ราคาไหมยืน + ราคาไหมพุ่ง + ค่าแรงทอผ้า + ราคากระดาษ + ค่าแรงในการผลิตวอลเปเปอร์



ภาพที่ 7 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิตวอลเปเปอร์เส้น = ราคาไหมยืน (ไหมสาม) + ราคากระดาษ + ค่าแรงในการผลิตวอลเปเปอร์

ต้นทุนของวอลเปเปอร์ผ้าไหมอยู่ที่ 326.54 บาท/ตารางเมตร ส่วนต้นทุนของวอลเปเปอร์เส้นไหมดังแสดงตามกราฟที่ 5 ต้นทุนของวอลเปเปอร์เส้นไหม 50 เส้น/นิ้ว เป็น 194.62 บาท เป็นร้อยละ 59.6 ของวอลเปเปอร์ผ้าไหม)

สรุปผลการทดลอง

วอลเปเปอร์เส้นไหมที่มีความถี่เส้นด้าย 45, 50 เส้นต่อนิ้วหรือวอลเปเปอร์ที่มี cover factor ที่มากกว่าจะมีสมบัติด้านต่างๆดีกว่าวอลเปเปอร์ผ้า

ใหม่ ได้แก่ การดูดซับเสียง การกันอุณหภูมิ รวมถึงต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าประมาณ 40 – 45 % อีกด้วย แต่มีคุณสมบัติด้านการลามไฟใกล้เคียงกับวอลล์เปเปอร์ผ้าไหม

จากค่าความแน่น (Cover Factor) ของวอลล์เปเปอร์เส้นไหมที่ยังมีค่าความหนาแน่นต่ำกว่าวอลล์เปเปอร์ผ้าไหม จึงมีแนวโน้มว่าถ้าต้องการปรับปรุงสมบัติในด้านการดูดซับเสียงและการกันอุณหภูมิให้ดีขึ้นอีกก็สามารถเพิ่มค่าความหนาแน่นของวอลล์เปเปอร์เส้นไหมมากขึ้นไปอีกได้ โดยที่วอลล์เปเปอร์เส้นด้ายที่ผลิตก็ยังมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าวอลล์เปเปอร์เส้นไหม

ด้านการลามไฟ พบว่าวอลล์เปเปอร์เส้นไหมที่ความถี่ 45 และ 50 เส้นต่อนิ้วไม่เกิดการติดไฟเช่นเดียวกับวอลล์เปเปอร์ผ้าไหม ซึ่งเป็นการผ่านมาตรฐานการทดสอบการลามไฟของเคหะสิ่งทอ แต่มีต้นทุนต่ำกว่า 40 % โดยไม่ต้องมีการตกแต่งสำเร็จแต่อย่างใด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์ อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ คณะอาจารย์คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพทุกท่านที่ได้ให้การช่วยเหลือ ในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณดร.รัตนพล มงคลรัตนสิริทธิ์ และอาจารย์คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบ แฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร รวมทั้งศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ และบริษัท ธนูลักษณ์ จำกัด (มหาชน) สำหรับความช่วยเหลือในการทดสอบสมบัติต่างๆของวอลล์เปเปอร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์. เอกสารประกอบการสอน วิชาการออกแบบและวิเคราะห์ผ้าทอ, 2529.
- [2] ชุมญาณัช คำวงษ์. ม.ป.ป. หลักสูตรการลอกกาวย้อมสีเส้นไหมแบบปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง. โครงการส่งเสริมการผลิตหม่อนไหม; 2555.
- [3] ทวีสุข พันธุ์เพ็ง. การพัฒนากับปัญหาภาวะมลพิษทางเสียง การป้องกัน และแก้ไข. รายงานการฝึกอบรมเรื่อง การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม. กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม; 2529.
- [4] นวภัทรา หนูนาค และ ทวีพล ชื้อสัตย์. การวัดและเครื่องมือวัด ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2555.
- [5] Beranek, L.L., and Ver, I.L., Noise and Vibration control engineer. Principles and application; 1992.
- [6] R Kozlowski. Handbook of Natural Fiber: Processing and Applications; 2012.
- [7] Walker, M.B. Larousse dictionary of science and technology. Great Britain. Clays; 1995.