

การผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย

The Production of Gypsum Boards mixing with Dust Cotton Fiber

มนเฑียร โททองคำ, สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ และปิติศานต์ กร้ามาตร

Montien Othongkam, Sujira Khojittmate and Pitisan Krammart

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

โทร. 0-2549-3450 โทรสาร 0-2549-3452

E-mail: montien_6@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเรื่องการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย โดยนำเศษฝุ่นฝ้ายจากโรงงานปั่นเส้นด้ายฝ้ายมาทดลองผสมกับปูนยิปซัมในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งใช้อัตราส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักผสมแล้วมาหล่อในแบบหล่อขนาด 300 x 400 x 9 มม. จากนั้นนำมาทดสอบน้ำหนักและความแข็งแรง ผลการทดสอบคือ แผ่นยิปซัมที่มีผสมเศษฝุ่นฝ้ายในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะมีน้ำหนักและความแข็งแรงที่ลดลง ซึ่งค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 219-2524 จึงนำมาทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) โดยเลือกอัตราส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 5 ต่อน้ำหนัก เนื่องจากมีค่าทดสอบที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานที่สุด ปริมาณสารยึดติดที่ใช้คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ของปริมาณน้ำที่ใช้ ผลการทดลองคือแผ่นยิปซัมที่ใส่สารยึดติดอยู่ที่ร้อยละ 6 และ 7 ที่มีค่าความแข็งแรงผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน คือ มีค่าแรงกดประลัยเท่ากับ 150.92 นิวตัน ส่วนค่าโมดูลัสแตกร้าวเท่ากับ 3.34 เมกะปาสกาล และค่าแรงกดประลัยเท่ากับ 159.25 นิวตัน ส่วนค่าโมดูลัสแตกร้าวเท่ากับ 3.56 เมกะปาสกาล ตามลำดับ หลังจากนั้นได้นำสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ที่ร้อยละ 6 มาทดลองผสมในเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ผลการทดสอบคือแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 10 ได้ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวผ่านตามเกณฑ์ คือ 135.52 นิวตัน และ 3.12 เมกะปาสกาลและน้ำหนักที่ได้ก็มีค่าที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 17

ของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้าย ส่วนที่ผสมเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 15 และ 20 ทั้งค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

คำหลัก: ยิปซัม, เศษฝุ่นฝ้าย, สารยึดติด, แบบหล่อ

Abstract

This research aims to study of the production of gypsum board mixing with dust cotton fiber, and then test physical properties. The dust cotton fiber mix into gypsum board for the 0, 5, 10, 15 and 20 percent/weight, the gypsum board is formed with the size of 300 x 400 x 9 mm. The compressive strength and weight gypsum board are tested. The results, dust cotton fiber increase in gypsum board will be weight and strength is reduced. The compressive strength and modulus of rupture lower than the industrial standard of gypsum board(219-2524), and then mix bounding are polyvinyl alcohol with gypsum board for 5 percent/weight at 3, 4, 5, 6 and 7 percent/volume. The results, for mix polyvinyl alcohol are passing standard at 6 and 7 percent. The 6 percent are compressive strength 150.92 N and modulus of rupture 3.34 MPa and the 7 percent are compressive strength 159.35 N and modulus of rupture 3.56 MPa, and then use bounding at 6 percent mix dust cotton fiber for the 10, 15 and 20 percent/weight. The results, for mix dust cotton fiber at 10 percent/weight compressive strength 135.52 N and modulus of rupture 3.12 MPa and weight is reduced 17 percentages. The

RECEIVED 12 March, 2009

ACCEPTED 22 August, 2009

gypsum board mix dust cotton fiber for the 15 and 20 percent/weight are lower than the standard values.

Keywords: Gypsum, Dust cotton fiber, Bounding, Mold

1. บทนำ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันเป็นปัญหาที่ทุกหน่วยงานต่างให้ความสำคัญต่อการใช้ชีวิตประจำวัน เพราะปัญหาสิ่งแวดล้อมกำลังทำให้โลกมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ภาวะโลกร้อน ปัญหามลพิษทางด้านอากาศที่มาจากท่อไอเสียรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ดังนั้นในการป้องกันปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จึงต้องแก้ไขจากสาเหตุเป็นอันดับแรกแต่ก็ไม่สามารถที่จะทำได้ทั้งหมด เพราะบางปัญหาก็เกิดมาจากการผลิตของผลิตภัณฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหานั้นจะดีที่สุดคือการกำจัดอย่างถูกวิธีที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง โรงงานอุตสาหกรรมปั่นด้ายก็เป็นโรงงานอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีมลพิษทางด้านฝุ่นละอองของเส้นใยฝ้ายที่มากจากการผลิตเส้นด้าย ซึ่งเส้นใยฝ้ายก็มีหลายประเภทด้วยกันบางอย่างก็สามารถนำไปรีไซเคิลได้ แต่ก็ยังมีเส้นใยฝ้ายที่เป็นเส้นใยที่สั้นมากที่มีลักษณะเป็นเศษฝุ่นฝ้ายที่นำไปใช้ประโยชน์ที่น้อยมาก ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ผสมกับดินเพื่องานเกษตรกรรมหรืออาจจะมีการนำไปเผาทำลาย

ดังนั้นการนำเศษฝุ่นฝ้ายมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นหรือใช้เป็นส่วนหนึ่งของวัสดุก่อสร้างจึงเป็นการใช้วัสดุที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมปั่นด้าย[1]ให้เกิดประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าที่มากขึ้นนอกจากจะไปเผาทำลาย จากลักษณะของเศษฝุ่นฝ้ายที่มีความละเอียดที่สม่ำเสมอและยังมีความยาวของเส้นใยอยู่ระดับหนึ่งมีความอ่อนนุ่มและเบา จึงได้นำมาทำการศึกษาวิจัยทดลองผสมกับปูนยิปซัม [2]เพื่อผลิตเป็นแผ่นยิปซัมบอร์ด[3]ใช้สำหรับเป็นฝ้าเพดานบุผนัง กันห้องต่าง ๆ การศึกษาวิจัยทดลองผลิตแผ่นยิปซัม [4]ที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ในงานก่อสร้างภายในที่มีความปลอดภัย แข็งแรง เบาและเป็นการผลิตแผ่นยิปซัมที่นำเศษฝุ่นฝ้ายมาใช้ให้เป็นประโยชน์ รวมทั้งยังเป็นการประยุกต์ใช้วัสดุทางสิ่งทอกับ

โยธามารวมกัน นอกจากนั้นแล้วยังเป็นการอนุรักษ์และป้องกันสิ่งแวดล้อมหรือเป็นทางเลือกใหม่ที่จะทำให้อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นยิปซัมมีคุณค่าและเป็นประโยชน์ในการใช้สอยในการก่อสร้าง รวมทั้งเป็นการลดต้นทุนในการผลิตแผ่นยิปซัมอีกทางหนึ่งด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้าย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่างเศษฝุ่นฝ้าย

นำเศษฝุ่นฝ้ายมาทำการคัดแยกสิ่งปลอมปนและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออก เช่น ขยะ ก้อนฝ้าย

3.2 การทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมตาม มอก. 219-2524

3.3 การศึกษาทดลองผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย

3.3.1 การศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้ายในการผลิตแผ่นยิปซัม

ในการศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้ายจะใช้น้ำหนักของส่วนผสมของปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้ายรวม 1,300 กรัม โดยนำปูนยิปซัมมาผสมกับเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกัน คือ 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 และ 80:20 ตามลำดับ โดยทุกอัตราส่วนผสมเติมน้ำปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพราะเป็นปริมาตรที่ทำให้ของผสมระหว่างปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้ายและน้ำมีความชื้นเหลวที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัม จากนั้นนำของผสมมาขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมในแบบหล่อที่มีขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

3.3.2 ศึกษาทดลองผสมสารยึดติด (Bounding) ชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol, PVA)[5] ในการผลิตแผ่นยิปซัม

นำปูนยิปซัมปริมาณ 1,235 กรัมผสมกับเศษฝุ่นฝ้าย ปริมาณ 65 กรัม (95:5) ในเครื่องผสมวัตถุดิบและเติมน้ำ ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ในน้ำที่ปริมาตรที่ต่าง ๆ กัน คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับของปริมาตรน้ำ แล้วนำไปขึ้นรูปแผ่นยิปซัมในแบบหล่อที่มีขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

3.3.3 การศึกษาทดลองหาปริมาณที่เหมาะสมของเศษฝุ่นฝ้ายในการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย

นำของผสมของปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วน 90:10, 85:15, และ 80:20 ตามลำดับมาเติมน้ำ ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่มีสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ร้อยละ 6 ของน้ำหนักผสม (1,300 กรัม) นำไปขึ้นรูปแผ่นยิปซัมในแบบหล่อที่มีขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วจึงนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

4. ผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย และใส่สารยึดติดมีผลการทดลองดังนี้

4.1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปูนยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายในการผลิตแผ่นยิปซัม

จากการศึกษาทดลองผสมเศษฝุ่นฝ้ายในการผลิตแผ่นยิปซัมปรากฏว่าค่าแรงกดประลัย ค่าโมดูลัสแตกร้าวและน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่ผลิตได้มีค่าที่ลดลง เมื่อมีการผสมเศษฝุ่นฝ้ายในปริมาณที่เพิ่มขึ้น คือ แผ่นยิปซัมที่มีปูนยิปซัมล้วนที่ยังไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้าย (100:0) มีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 219-2524 (แรงกดประลัยไม่น้อยกว่า 135 นิวตัน และโมดูลัสแตกร้าวไม่น้อยกว่า 3.0 เมกาสกาล) ส่วนแผ่นยิปซัมที่มีเศษฝุ่นฝ้ายผสมอยู่มีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแผ่นยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้าย

อัตราส่วน ปูนยิปซัม : เศษฝุ่นฝ้าย	แรงกดประลัย (Newton)	โมดูลัสแตกร้าว (Mega Pascal)	น้ำหนัก (Gram)
100 : 0	169.38	3.62	1,406.15
95 : 5	95.27	2.19	1,243.85
90 : 10	73.59	1.66	1,111.48
85 : 15	50.76	1.12	953.76
80 : 20	37.92	0.89	799.11

แต่การศึกษาวิจัยนี้ต้องการที่จะใช้เศษฝุ่นฝ้ายเป็นส่วนผสมในแผ่นยิปซัมที่มากกว่านี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำสารยึดติดมาใช้ในการกระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม

4.2 ผลการทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ในการผลิตแผ่นยิปซัม

ผลการทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในการผลิตแผ่นยิปซัมลงไปผสมแทนการเติมน้ำ ทำให้แผ่นยิปซัมมีความแข็งแรงที่เพิ่มมากขึ้น โดยเห็นได้จากค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว รวมถึงน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีความเหมาะสม คือ ปริมาณร้อยละ 6 ของน้ำหนักของผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้าย เนื่องจากค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวเป็นไปตาม มอก. 219-2524 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบผสมสาร PVA ในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณ PVA (Percent)	แรงกดประลัย (Newton)	โมดูลัสแตกร้าว (Mega Pascal)	น้ำหนัก (Gram)
3	111.91	2.45	1,345.52
4	123.32	2.68	1,353.51
5	132.73	3.10	1,363.30
6	150.92	3.34	1,372.28
7	159.25	3.56	1,389.76

4.3 ศึกษาทดลองหาปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัม

จากการศึกษาทดลองค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าแผ่นยิปซัมที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 95:5 และ 90:10

มีค่าแรงกดประลัยและ โมดูลัสแตกร้าเป็นไปตามเกณฑ์ มอก. 219-2524 รวมทั้งน้ำหนักที่ได้ก็มีค่าที่ลดลงด้วยเมื่อมี ปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการศึกษาทดลองนี้จะ พบว่าอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายที่ เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัม คือ 90:10 เพราะมีการใช้ เศษฝุ่นฝ้ายในปริมาณที่มากกว่าและแผ่นยิปซามีน้ำหนักที่ เบากว่าด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลทดสอบหาปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสม

อัตราส่วน ยิปซัม : ฝุ่นฝ้าย	แรงกดประลัย (Newton)	โมดูลัสแตกร้า (Mega Pascal)	น้ำหนัก (Gram)
95 : 5	150.92	3.34	1,372.28
90 : 10	135.52	3.12	1,170.64
85 : 15	110.27	2.66	1,073.80
80 : 20	77.72	1.82	966.75

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่น ฝ้ายขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มม. สามารถผลิตแผ่นยิปซัมที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูน ยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายเท่ากับ 90:10 และใช้สารยึดติดชนิด พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ในการผลิตแผ่นยิปซัม ที่มี ปริมาณของสารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ร้อย ละ 6 ของน้ำหนักของปริมาตรน้ำที่ใช้และของผสมระหว่าง ปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้าย ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสการ แตกร้าของแผ่นยิปซัมที่ได้เป็นดังนี้ ค่าแรงกดประลัย 135.52 นิวตัน และค่าโมดูลัสแตกร้า 3.12 เมกาสกาล ซึ่งค่าที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานมอก. 219-2524 และ น้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่ได้ก็มีน้ำหนักที่เบากว่าแผ่นยิปซัม ที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้ายอยู่ 235.55 กรัม คิดเป็นร้อยละ 17



รูปที่ 1 แผ่นยิปซัมผสมเศษฝุ่นฝ้ายขนาด 300 x 400 x 9 มม.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จดั่งตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่าง สมบูรณ์นั้น เป็นเพราะได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำ ต่างๆ จากอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ และ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อีกทั้งจากเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอและ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่อำนวยความสะดวกในด้าน สถานที่ เครื่องมือ และคำแนะนำในการใช้เครื่องมือการ ทดสอบต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจาก เจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่างๆ ดังนี้

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวง อุตสาหกรรม ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านการสืบค้นข้อมูลของมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยิปซัมและแผ่นยิปซัม และ วิธีการทดสอบแผ่นยิปซัม
- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคำแนะนำในเรื่องระเบียบข้มและการใช้ ระเบียบข้มในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ
- มหาวิทยาลัยรามคำแหง ให้ความช่วยเหลือในการ สืบค้นข้อมูลและเอกสารต่าง ๆ ในการนำมา ประกอบการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, การปั่นด้าย. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2550. หน้า 19-293
- [2] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนยิปซัมสำหรับการก่อสร้าง (มอก.188-2519). กรุงเทพฯ: โพสต์พับลิชชิง, 2519
- [3] มยุรี ปาลวงศ์, ยิปซัมกับการผลิตแผ่นยิปซัมบอร์ด (Online), 2007. Available: <http://www.dpim.go.th/dt/pper/000001190864806.pdf> (27 กันยายน 2551)
- [4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม (มอก.219-2524) กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2524
- [5] Bhuvnesh C. Goswami, Textile Sizing. New York: Marcel Dekker, 2004. pp.172-186.