การผลิตแผ่นฝ้าเพดาน T-Bar ทำจากส่วนโคนของลำต้นของสบู่ดำ โดยใช้กาวฟินอลไซยาเนต

The Product of ceiling Plate-Bar from base bark of Physic-nut by Phenol-Cyanate

ผกามาศ ชูสิทธิ์[1*] และ ภาณุเดช ขัดเงางาม[2]

[1]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10300
[2]สาขาวิชาช่างก่อสร้าง คณะวิทยาการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี กรุงเทพฯ 10500

บทคัดย่อ

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเอากาวฟีนอลไซยาเนตผสมต้นสบู่ดำไปผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดาน T-Bar ซึ่งเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นว่าน่าจะนำเอาพืชดังกล่าวไปผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดานภายในอาคารแล้วทดสอบตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)ได้แก่ การทดสอบหาค่าความชื้น ความหนาแน่น การดูดซึมและการพองตัวเมื่อแช่น้ำ หาค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน หรือแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัดและมอดูรัสยืดหยุ่น โดยทำการทดลองที่สัดส่วนระหว่างต้นสบู่ดำกับกาวฟินอลไซยาเนตที่ 90:10,และ 92:8 ผลการทดลองพบว่า ขนาดของสบู่ดำที่ใช้อัดขึ้นรูปเป็นแผ่นควรไม่เกิน 2 ซม. สัดส่วนที่เหมาะสม ได้แก่ 92:8 (สัดส่วนระหว่างต้นสบู่ดำ 92%ผสมกับกาวฟินอลไซยาเนต 8 %) อุณหภูมิที่ใช้ในการอัดอยู่ที่ 120 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอัดแผ่นเท่ากับ 0.80 กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณความชื้นก่อนอัดเฉลี่ยอยู่ที่ 8.88% แรงอัดที่เหมาะสมอยู่ที่ ปอนด์ต่อ 151 ตารางนิ้ว ค่าความชื้นอยู่ที่ 7.64% ค่าความหนาแน่น อยู่ที่ 0.818 กรัมต่อลบ.ซม. การพองตัวเมื่อแช่น้ำที่ 2ชม. อยู่ที่ 8.02% การดูดซึมน้ำเมื่อแช่น้ำที่ 2 ชม อยู่ที่ 14.22% แรงยึดเหนี่ยวภายในอยู่ที่ 0.55 เมกกะปาสคาล (MPa) ค่าความต้านทานแรงดัด อยู่ที่ 22.44 เมกกะปาสคาล (MPa) ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นอยู่ที่ 2112 เมกกะปาสคาล (MPa) ซึ่งผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด (มอก. 876-2547) กล่าวโดยสรุปคือต้นสบู่ดำสามารถนำไปผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดานภายในอาคารได้

Abstract

The objective of this research is to produce the T-Bar. The mixed Gule Phenol-cyanate to made ceiling Plate-Bar plate from the agriculture process's waste. The researcher brought physic nut plant to produce T- BAR plate for interior building. It was tested based on Thailand industrial standard (TIS 876-2547) for determination of moisture content, density, absorption and expansion when soak in water, as well a cohesion and perpendicular surface tension , flexural resistance and modulus of elasticity . at The results show that suitable size material should not thicker than 2 centimeters. The experiment of ratio between physic nut plant and phenol cyanide resin at 90:10 and 92:8. It was found that suitable proportion of physic nut pant and phenol cyanide resin was 92:8. The temperature used for compression was 120° C. The appropriate density prior to the compression plate was 0.80 g/cm.^{3} The average moisture content of materials before compression was 8.88%. The suitable compression was 151 lb/in². The moisture content of the product was 7.64%, The density was 0.818 g/cm.^{3} The expansion value after soaking in water for 2 hours was 8.02%, and water absorption was 14.22%. Inner bond was 0.55 MPa. Flexibility was 22.44 MPa., and

mordulus was 2112MPa.The result of testing complied with the Thailand Industrial Standard (TIS 876-2547).It was concluded that physic nut plant can be used as raw material to make T- Bar plate for interior building

คำสำคัญ : แผ่นฝ้าเพดาน สบู่ดำ กาวฟีนอลไซยาเนต

Keywords : Pate T-bar , Physic–nut, glue-fhenol-cyanate

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ choositpakamas765@gmail.com โทร. 08 8274 0869

1. บทนำ

ปัจจุบันวงการวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่เสมอเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งสืบเนื่องมาจาก ความเจริญทางด้านเทคโนโลยีนั่นเอง จะเห็นได้ว่า ยิ่งเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้ามากเท่าใด ย่อมส่งผลก่อให้เกิดการทำลายธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นเท่านั้น ดังนั้นจึงมีคนพยายามที่จะใช้ทรัพยากรธรรมชาติมาก่อให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะวัสดุ ที่เหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เศษไม้ วัชพืช หรือวัสดุเส้นใยจากพืชมาย่อยละเอียดแล้วอัดเป็นแผ่นเพื่อนำไปทำเฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์ประกอบโครงสร้างภายในอาคาร เช่นใช้ทำผนัง เพดาน หรืออื่น ๆ นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปทำเป็นอุตสาหกรรมทางด้านศิลปหัตถกรรมได้ในอีกทางหนึ่งด้วย กล่าวคือ สามารถที่จะนำไปผลิตเป็นตลับใส่ของ จาน ชาม กรอบรูป และอื่นๆ อีกมากมาย บางอุตสาหกรรมสามารถใช้เศษวัสดุมาทำเป็นแผ่นฝ้าเพดาน โดยใช้กระบวนการอัดขึ้นรูปร้อนด้วยไฮดรอลิก เช่นเดียวกับการผลิตแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด (วรธรรม และคณะ, 2545 : 186) หรืออัดด้วยไฮดรอลิกธรรมดา เช่น แม่แรง หรืออัดด้วยมือ ฯลฯ โดยปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการที่จะใช้ไม้แผ่นไปผลิตเป็นแผ่นเฟอร์นิเจอร์และอื่น ๆ ผลิตมีจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี พ.ศ. 2547 ที่ผ่านมาประเทศไทยต้องนำเข้าไม้จากต่างประเทศถึงปีละกว่า 5 หมื่นล้านบาท (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, 2547)

พรพิมล และคณะ (2545:73) ได้ทำการคาดคะเน อัตราความต้องการแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด ในปี พ.ศ. 2560 จะมีความต้องการแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด 1.93 ล้านลูกบาศก์เมตร จึงเห็นได้ว่า อัตราความต้องการยังมีสูง สวนทางกับวัตถุดิบที่สามารถใช้ได้ในปัจจุบัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแสวงหาแหล่งวัตถุดิบใหม่มาสนับสนุน และเสริมต่อให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคต และเพื่อเป็นการแก้ปัญหาลดการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ นอกจากนี้ ประเทศไทยเองยังมีความต้องการใช้ไม้แผ่นเพื่อนำไปผลิตแผ่นเฟอร์นิเจอร์ หรือผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคาร อาทิเช่น ผนัง ฝา และฝ้าเพดาน ฯลฯ ดังจะเห็นได้จากสถิติ การนำเข้าไม้ของไทยถึงปีละ 5 หมื่นล้านบาทเศษ (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พ.ศ. 2547)

Kollmann และ คณะ (1975) ได้กล่าวว่า การพัฒนาอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดโดยการลดระยะเวลาในการแข็งตัวเป็นสิ่งจำเป็นเพราะจะเป็นการเพิ่มการผลิตออกมามากขึ้น การทำให้ระยะเวลาแข็งตัวของกาวสั้นขึ้น มี 3 แนวทาง คือ หนึ่ง เพิ่มอุณหภูมิในการอัด สอง เพิ่มความเร็วในการอัด สาม ทำให้ผิวหน้าของแผ่นเปียกหมาด ๆ ก่อนเข้าทำการอัดร้อน ความชื้นแผ่นชิ้นไม้ที่สัมผัสกับแท่นอัดร้อน ส่งผลถึง 2 ลักษณะ ต่อขั้นตอนการแข็งตัวของกาว คือ ประการแรก ทำให้กาวเรซินเจือจางลงโดยน้ำจะไปขวางกั้นการเกิดเป็นวุ้น ทำให้สามารถหน่วงการเกิดการแข็งตัวของกาวก่อน ประการที่สอง ไอน้ำที่เกิดขึ้นในบริเวณด้านนอกของแผ่นจะช่วยปรับปรุงให้เกิดการเคลื่อนย้ายความร้อนไปยังชั้นไส้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้การใช้กาวที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อกาวสูง จะส่งผลให้ระยะเวลาการแข็งตัวเร็วขึ้น ส่วนใหญ่ที่เหมาะสมคือ 40% และ 50%

ปัจจุบันมีเศษไม้ที่เหลือใช้จากงานอุตสาหกรรม และเศษวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรและอื่นๆอีกมากมาย เช่น ป่าน ปอ วัชพืช หญ้า ชานอ้อย หญ้าแฝก เป็นต้น ส่วนใหญ่มักจะนำไปทิ้งหรือเผาทำลาย ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายจึงน่าที่จะนำไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์ ซึ่งมีพืชชนิดหนึ่งที่น่าจะนำมาพัฒนาและเข้าสู่กระบวนการผลิตจนออกมาเป็นชิ้นงานได้ โดยนำไปทำเป็นฝ้าเพดาน ได้แก่ ต้นสู่ดำ โดยการใช้เทคโนโลยีอันได้แก่ เครื่องจักร เครื่องกล เข้ามาช่วยเพื่อ

ทำให้ฝ้าเพดานมีความแข็งแรงทนทาน โดยใช้กระบวนการอัดขึ้นรูปร้อนด้วยไฮดรอลิค เช่นเดียวกับการผลิต ปาร์ติเคิลบอร์ด (วรธรรม และคณะ,2545)

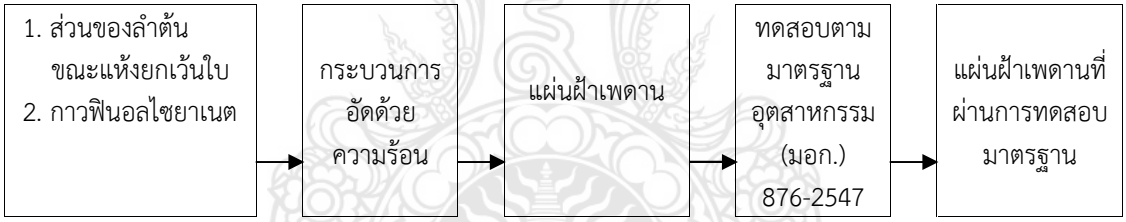
ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ประเทศไทยขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับใช้กับรถยนต์ เรือยนต์ และจุดตะเกียงให้แสงสว่างในเวลากลางคืน ชาวบ้านในชนบทต่างๆจึงแก้ปัญหาด้วยการนำเอาเมล็ดสบู่ดำมาตำให้ละเอียดใส่กระบอกไม้ไผ่ มีเส้นด้ายดิบเป็นไส้ใช้จุดแทนได้เป็นอย่างดี หรือบางคนก็นำกากจากเมล็ดสบู่ดำที่บีบอัดน้ำมันออกแล้วมาใส่กระบอกไม้ไผ่ จุดไฟให้แสงสว่างได้เป็นอย่างดีเช่นกัน หรือทำเทียนพรรษาถวายวัดต่างๆ บางคนนำเนื้อในขาวมาเสียบด้วยไม้ไผ่ เหลาให้เรียวยาว 1 คืบ ใช้จุดแทนเทียนไข

นอกจากนี้ ยังมีการนำเอาสบู่ดำมาเป็นสมุนไพรกลางบ้านอีกด้วย โดยใช้ยางจากก้านใบ ป้ายรักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือดและแก้ปวดฟันได้ด้วย รวมทั้งผสมน้ำนมมารดากวาดป้ายลิ้นเด็กที่เป็นฝ้าขาวหรือคอเป็นตุ่ม และใช้ส่วนของลำต้นมาตัดเป็นท่อนๆต้ม ให้เด็กกินแก้โรคซางหรือตานขโมย หรือแช่น้ำอาบแก้โรคพุพอง ตลอดจนใช้น้ำมันสบู่ดำใส่ผมเพื่อบำรุงรากผม(สมบัติ, 2549 : 1-3)

ดังนั้นคำถามการวิจัยคือ ต้นสบู่ดำสามารถนำไปทำแผ่นฝ้าเพดานภายในอาคารได้หรือไม่ ทำให้ทีมงานวิจัยมีความสนใจที่จะผลิตแผ่นฝ้าเพดานที่ทำจากต้นสบู่ดำ เพื่อสามารถนำเศษวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำประโยชน์และสามารถมาทดแทนวัสดุนำเข้า

2. วิธีการทดลอง

ขั้นตอนและวิธีในการวิจัยในการทดลองผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนของการทดลองตามลำดับดังนี้



แผนภูมิการทดลอง Diagram (รูปไดอะแกรม) แสดงกรอบของการวิจัยและแสดงขั้นตอนของการวิจัย ทำการอัด 3 แผ่น เมื่อได้แผ่นฝ้าทั้ง 3 แผ่นแล้ว จากนั้นก็นำไปทำการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 876-2547) และใช้กระบวนการทางสถิติช่วยในการทดสอบ

การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัด ชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

1. ค่าความหนาแน่น (Density)	0.40 – 0.90	กรัม/ลบ.ซม.
2. ปริมาณความชื้นของแผ่น (Water Content)	5 – 13	เปอร์เซ็นต์
3. การดูดซึมน้ำ (Water Assumption)	-	เปอร์เซ็นต์
4. การพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness Swelling) ตามความหนาไม่เกิน	12	เปอร์เซ็นต์
5. ความต้านแรงดัด (Bending Strength)	18	นิวตัน/ตร.มม.
6. มอดุรัสยืดหยุ่นต้องไม่ต่ำกว่า	1800	นิวตัน/ตร.มม.
7. ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าต้องไม่ต่ำกว่า	0.40	นิวตัน/ตร.มม.
8. ความยึดแน่นของผิวหน้าต้องไม่ต่ำกว่า	0.6	นิวตัน/ตร.มม.

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. อัตราส่วนผสมระหว่างต้นสบู่ดำ กับกาวฟินอลไซยาเนต มี สัดส่วน 90:10, 92:8 (กาวไอโซไซยาเนต 80 % ผสมกับกาวฟินอลไซยาเนต 20%)โดยใช้อัตราส่วนของน้ำหนักวัสดุเมื่อแห้ง ใช้สูตร $D = \frac{M}{V}$ D คือความหนาแน่นในที่นี้ใช้ 0.80 กรัม/ลบ.ซม.(เนื่องจากเป็นค่าที่ผ่านการทดสอบพืชที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันกับต้นสบู่ดำ คือ หญ้าแฝก ฟางข้าว แกลบและอื่นๆจะใช่ค่าความหนาแน่นที่ 0.80-0.85) M คือ มวลเป็นกรัม, V คือปริมาตรเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ค่า M แล้วนำไปเทียบสัดส่วนของวัสดุ ของกาว โดยคำนวณออกมาในรูปของค่าร้อยละ

2. ผลการทดลอง การขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดาน และผลการทดสอบแผ่นฝ้าโดยผู้วิจัยคาดว่าน่าจะผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ มอก. 876 – 2547 ประกอบด้วย

2.1 ผลการทดลอง การขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดาน ได้แก่

- 2.1.1 การหาขนาดของวัสดุที่เหมาะสมในการอัดแผ่นฝ้าเพดาน
- 2.1.2 อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดร้อน
- 2.1.3 ความหนาแน่นที่เหมาะสมที่ใช้ในอัตราส่วนผสมของวัสดุ
- 2.1.4 ขนาดของแผ่นทดสอบ
- 2.1.5 ปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนอัดแผ่น
- 2.1.6 ปริมาณกาวฟินอลไซยาเนต ที่ใช้ในการผสมกับต้นสบู่ดำ
- 2.1.7 แรงดันที่ใช้ในการอัดแผ่นผนัง
- 2.1.8 การตัดแผ่นทดสอบ

2.2 ผลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัด ชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

- 2.2.1 การทดสอบหาค่าความชื้น (Water Content) และความหนาแน่น (Density)
- 2.2.2 การทดสอบหาค่าการดูดซึมและพองตัว เมื่อแช่น้ำ (Thickness Swelling)
- 2.2.3 การทดสอบหาค่าแรงยึดเหนี่ยวภายในหรือแรงดึง(Internal Bond)
- 2.2.4 การทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัด (Bending Strength) และมอดุลัสยืดหยุ่น

2.1 ผลการทดลอง การขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดาน

อัตราส่วนผสมระหว่างต้นสบู่ดำ กับกาวฟินอลไซยาเนต โดยมีสัดส่วน 90:10 และ สัดส่วน 92:8

2.1.1 การหาขนาดของวัสดุที่เหมาะสมในการอัดแผ่นฝ้าเพดาน

จากการทดลองพบว่า ขนาดที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดแผ่นฝ้าเพดานได้ดีที่สุด คือ ขนาดไม่เกิน 2 เซนติเมตร จากการทดลองใช้ ขนาด 3-4 เซนติเมตร และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่า วัสดุเกิดการกระจายตัวไม่ดีเท่าที่ควรมีการกระจุกตัวอยู่บริเวณจุดใดจุดหนึ่งของแผ่นทดสอบ ทำให้บริเวณที่มีการกระจุกตัวมากเกิดอาการบวม นูน หรือมีลักษณะโปร่งพอง

2.1.2 อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดร้อน

ในการทดลอง อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดร้อน อยู่ที่ 120 องศาเซลเซียสจากการทดลองที่อุณหภูมิ 100-118 องศาเซลเซียส พบว่า แผ่นทดสอบที่อัดได้มีลักษณะไม่เรียบ มีการหลุดลุ่ยของวัสดุ คือ ส่วนโคนของต้นสบู่ดำ ผิวหยาบไม่เรียบจากการทดลองที่ 125-140 องศาเซลเซียส พบว่าแผ่นมีลักษณะบิดงอ สีคล้ำ ไหม้ เนื่องจากให้ความร้อนสูงเกินไป

2.1.3 ความหนาแน่นที่เหมาะสมที่ใช้ในอัตราส่วนผสมของวัสดุ

ความหนาแน่น (Density) (กรัม/ลบ.ซม.) ที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัดส่วนผสมของวัสดุ จะอยู่ที่ 0.80 กรัม/ลบ.ซม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัด ชนิดอัดราบ มอก. 876-2547) กำหนดไว้ที่ 0.40-0.90 กรัม/ลบ.ซม. ซึ่งทำให้ผิวเรียบสม่ำเสมอ สังเกตที่ผิวของแผ่นจะเห็นได้ว่าการเรียงตัว

ของวัสดุ จะเรียงอย่างเป็นระเบียบใกล้ชิดติดกันซึ่งจากการทดลองโดย ใช้ความหนาแน่นที่ 0.70-0.78 พบว่า แผ่นผนังจะไม่เรียบและลีบเป็นบางส่วน ผิวจะอ่อนนุ่ม ไม่แข็งตัว จากการทดลองโดยใช้ความหนาแน่นที่ 0.85-0.90 พบว่าแผ่นมีลักษณะแบน แข็ง กรอบ แต่จะขยายออกด้านข้าง และโก่งงอ หลังจากที่อัดร้อนแล้ว และทำการปรับสภาพประมาณ 7 วัน

2.1.4 ขนาดของแผ่นทดสอบ

แผ่นที่ทดสอบที่อัดขึ้นรูปจะมีขนาด 400x400x10 มิลลิเมตร และทำการตัดขอบข้างจะเหลือขนาด 350x350x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 3 แผ่น แล้วทิ้งไว้ เพื่อปรับสภาพ 7 วัน จากนั้นก็จะทำการตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อทำการทดสอบ โดยแผ่นที่ 1 ตัดขนาด 50x50x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 15 ชิ้น ขนาด 50x150x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 3 ชิ้น รวม 18 ชิ้น แผ่นที่ 2 ตัดขนาด 50x50x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 15 ชิ้น ขนาด 50x150x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 3 ชิ้น รวม 18 ชิ้นแผ่นที่ 3 ตัดขนาด 50x50x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 15 ชิ้น ขนาด 50x150x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 3 ชิ้น รวม 18 ชิ้น รวมทั้งสิ้น 54 ชิ้น ทดลอง 6 แบบ แบบละ 9 ชิ้น โดยสุ่มจากแผ่นที่ 1-3 อย่างละ 3 ชิ้น รวม 9 ชิ้น ต่อ 1 การทดลอง

2.1.5 ปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนอัดแผ่นฝ้าเพดาน

วัสดุก่อนอัด ได้แก่ การสุ่มตรวจวัสดุ 3 ครั้ง ซึ่งปริมาณที่ใช้ในแต่ละครั้งประมาณ 1-5 กรัม โดยเข้าเครื่องทดสอบความชื้นแล้วหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนทำการอัดที่สัดส่วน 90 :10, 92:8
(ต้นสบู่ดำ 90%ต่อกาวฟินอลไซยาเนต 10 %) (ต้นสบู่ดำ 92%ต่อกาวฟินอลไซยาเนต 8 %)

ผลการทดสอบปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนทำการอัดที่สัดส่วน 90:10					**ผลการทดสอบปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนทำการอัดที่สัดส่วน 92:8**				
การทดสอบครั้งที่	**ขนาดของวัสดุ (ส่วนโคนของต้นสบู่ดำ)**	**ค่าความชื้น (%)**	**ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (%)**	**มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) (%)**	**การทดสอบครั้งที่**	**ขนาดของวัสดุ (ส่วนโคนของต้นสบู่ดำ)**	**ค่าความชื้น (%)**	**ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (%)**	**มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) (%)**
1 2 3	1-5 กรัม 1-5 กรัม 1-5 กรัม	9.80 9.84 9.86	9.83	4-13%	1 2 3	1-5 กรัม 1-5 กรัม 1-5 กรัม	8.85 8.90 8.90	8.88	4-13%

จากตารางที่1สัดส่วน 90 :10 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น เท่ากับ 9.83% ถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (มอก. 876-2547) ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ กำหนดค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 4-13% ในกรณีที่ปริมาณความชื้นไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเมื่ออัดออกมาแล้ว แผ่นผนังอาคารจะมีลักษณะ บวม นูน เป็นคลื่น เพราะวัสดุมีปริมาณความชื้นที่สูง และ สัดส่วน 92 :8 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น เท่ากับ 8.88 % ถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (มอก. 876-2547) ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ กำหนดค่าปริมาณความชื้น อยู่ในช่วง 4-13% ในกรณีที่ปริมาณความชื้นไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่ออัดออกมาแล้ว แผ่นผนังอาคารจะมีลักษณะ บวม นูน เป็นคลื่น เพราะวัสดุมีปริมาณความชื้นที่สูง

2.1.6 ปริมาณกาวฟินอลไซยาเนต ที่ใช้ในการผสมกับส่วนโคนของต้นสบู่ดำ

ปริมาณกาวฟินอลไซยาเนต 10% ส่วนโคนของต้นสบู่ดำ 90% แผ่นที่อัดมีผิวที่เหนียวหนืด และอ่อนไม่แข็งแรง แสดงว่าใช้กาวมากเกินไป และ ปริมาณกาวฟินอลไซยาเนต 8 % ผสมกับต้นสบู่ดำ92% พบว่า ผิวเรียบสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น การเรียงตัวของวัสดุเป็นระเบียบเรียบร้อย มีระยะที่ใกล้เคียงกัน เมื่อสัมผัสผิวของแผ่นโดยทำการกดดู ผิวจะมีเนื้อแน่นไม่เปื่อยยุ่ย

2.17 แรงดันที่ใช้ในการอัดแผ่นผนัง

แรงดันที่ใช้ในการอัดแผ่นผนัง ที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ที่ 151 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะได้แผ่นทดสอบที่มีผิวเรียบ มีขนาดความหนาเท่าๆ กันตลอดทั้งแผ่นไม่เปื่อยยุ่ยจากการทดลองใช้แรงดัดที่ 120-145 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระหว่างที่ทำการปรับสภาพของแผ่นทดสอบ 7 วัน พบว่า ความหนาของแผ่นจะขยายตัวหรือพองตัวจากการทดลองใช้แรงดันที่ 155-160 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระหว่างที่ทำการปรับสภาพของแผ่นทดสอบ 7 วัน พบว่า ผิวจะแข็ง วัสดุจะเบียดออกทางด้านข้าง และเกิดการบิดงอ

2.1.8 การตัดแผ่นทดสอบ ตัดแผ่นทดสอบ เพื่อทำการทดลอง ดังนี้

ชิ้นทดสอบหลังการแช่น้ำ

การทดสอบทางกายสมบัติ

แผ่นที่ 1 ทดสอบความหนาแน่น (Density) ตัดขนาด 50x50x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 9 ชิ้น (โดยตัดจาก 3 แผ่นใหญ่ แผ่นละ 3 ชิ้น)

แผ่นที่ 2 ทดสอบปริมาณความชื้น (Water Content) ตัดขนาด 50x50x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 9 ชิ้น (โดยตัดจาก 3 แผ่นใหญ่ แผ่นละ 3 ชิ้น)

แผ่นที่ 3 ทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ตัดขนาด 50x50x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 9 ชิ้น (โดยตัดจาก 3 แผ่นใหญ่ แผ่นละ 3 ชิ้น)

แผ่นที่ 4 ทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness Swelling) ตัดขนาด 50x50x10 มิลลิเมตร^3 จำนวน 9 ชิ้น (โดยตัดจาก 3 แผ่นใหญ่ แผ่นละ 3 ชิ้น)การทดสอบทางกลสมบัติ

แผ่นที่ 5 ทดสอบความต้านทานแรงดัด (Bending Strength) และมอดุลัสยืดหยุ่น ตัดขนาด 50x150x10 มม.^{3} จำนวน 9 ชิ้น (โดยตัดจาก 3 แผ่นใหญ่ แผ่นละ 3 ชิ้น)

แผ่นที่ 6 ทดสอบแรงยึดเหนี่ยวภายใน (Internal Bond) หรือแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าตัด ขนาด 50x50x10 มม.^{3} จำนวน 9 ชิ้น (โดยตัดจาก 3 แผ่นใหญ่ แผ่นละ 3 ชิ้น)

หมายเหตุ ในการทดลองจะทำการทดสอบ 6 แบบ โดยในแต่ละแบบจะทำการสุ่มตัวอย่างจากแผ่นผนังที่อัดได้ จำนวน 3 แผ่น ในแต่ละแผ่น จะสุ่มมาอย่างละ 3 ชิ้น รวม 9 ชิ้น ต่อ 1 การทดลองการทดลองทั้งหมด มี 6 การทดลอง ทดลองครั้งละ 9 ชิ้น ต้องใช้แผ่นทดสอบทั้งสิ้น 54 ชิ้น

2.2 ผลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

2.2.1 การทดสอบหาค่าความชื้น (Water Content)และความหนาแน่น (Density) หลังการอัด ทดสอบการดูดซึมน้ำและการพองตัวเมื่อแช่น้ำ(มอก.กำหนดต้องไม่เกิน 12%) แช่น้ำความสูงระดับน้ำ 30 มิลลิเมตร

กรณีที่ความชื้นเกินมาตรฐานต้องนำสบู่ดำเข้าตู้อบร้อนเพื่อไล่เอาความชื้นออก

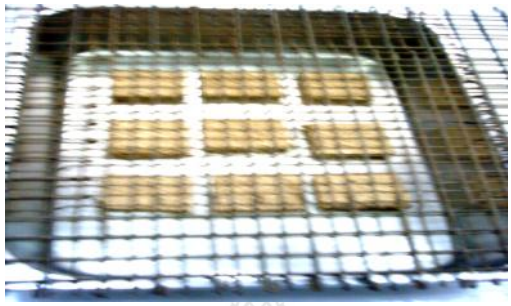
ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบหาค่าความชื้น และความหนาแน่น

แสดงการทดสอบหาค่าความชื้น และความหนาแน่น สัดส่วนที่ 90:10				**แสดงการทดสอบหาค่าความชื้น และความหนาแน่น สัดส่วนที่ 92:8**			
สบู่ดำแผ่นที่	**การทดสอบซ้ำครั้งที่**	**ค่าความชื้น (MC) (%)**	**ความหนาแน่น (D) กรัม/ลบ.ซม.**	**สบู่ดำแผ่นที่**	**การทดสอบซ้ำครั้งที่**	**ค่าความชื้น (MC) (%)**	**ความหนาแน่น (D) กรัม/ลบ.ซม.**
1	1	9.40	0.850	1	1	8.45	0.820
	2	8.90	0.828		2	8.02	0.822
	3	9.45	0.716		3	8.35	0.710
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	9.25	0.798		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	8.27	0.784
2	1	8.08	0.856	2	1	7.15	0.843
	2	7.79	0.909		2	6.80	0.896
	3	8.93	0.780		3	8.01	0.772
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	8.26	0.848		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	7.32	0.837
3	1	8.45	0.846	3	1	7.52	0.833
	2	7.95	0.908		2	7.02	0.895
	3	8.49	0.788		3	7.53	0.774
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	8.29	0.847		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	7.35	0.834
ค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$)		**8.60**	**0.831**	**ค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$)**		**7.64**	**0.818**

จากตารางที่ 2 สัดส่วนที่ 90:10 พบว่า การทดสอบค่าความชื้น (MC) ได้ 8.60% (มอก. กำหนดที่ 4-13%) ทดสอบความหนาแน่นได้ 0.831 กรัม/ลบ.ซม. (มอก.กำหนดที่ 0.40-0.90 กรัม/ลบ.ซม.) ซึ่งถือว่าผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัด ชนิดอัดราบ (876-2547) และจากตารางที่ 2 สัดส่วนที่ 92:8 พบว่าการทดสอบค่าความชื้น (MC) ได้ 7.64% (มอก. กำหนดที่ 4-13%) ทดสอบความหนาแน่นได้ 0.818 กรัม/ลบ.ซม. (มอก. กำหนดที่ 0.40-0.90 กรัม/ลบ.ซม.) ซึ่งถือว่าผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัด ชนิดอัดราบ (876-2547)

2.2.2 การทดสอบหาค่าการพองตัว

เมื่อแช่น้ำ (Thickness Swelling)และการดูดซึมน้ำ ในการทดสอบหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำและการดูดซึมน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3 การทดสอบหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำและการดูดซึมน้ำ สรุปการทดลองการพองตัวเมื่อแช่น้ำและการดูดซึมน้ำ ของแผ่นสบู่ดำ



ทดสอบการดูดซึมน้ำและการพองตัวเมื่อแช่น้ำ(มอก.กำหนด ต้องไม่เกิน 12%) แช่น้ำ ความสูงระดับน้ำ 30 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3 การทดสอบหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำและการดูดซึมน้ำ

การทดสอบหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำและการดูดซึมน้ำ สัดส่วน 90:10				**การทดสอบหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำและการดูดซึมน้ำ สัดส่วน 92:8**			
สบู่ดำ แผ่นที่	**การทดสอบ ซ้ำครั้งที่**	**การพองตัวเมื่อแช่น้ำ (%)**	**การดูดซึมน้ำ กรัม/ลบ.ซม.**	**สบู่ดำ แผ่นที่**	**การทดสอบ ซ้ำครั้งที่**	**การพองตัวเมื่อแช่น้ำ (%)**	**การดูดซึมน้ำ กรัม/ลบ.ซม.**
		แช่น้ำที่ 2 ชม.	**แช่น้ำที่ 2 ชม.**			**แช่น้ำที่ 2 ชม.**	**แช่น้ำที่ 2 ชม.**
1	1	7.65	11.60	1	1	6.72	11.48
	2	9.50	14.10		2	8.62	14.02
	3	10.50	17.60		3	9.64	17.45
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	9.21	14.43		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	8.33	14.32
2	1	7.48	12.98	2	1	6.55	12.86
	2	9.64	14.99		2	8.70	14.83
	3	9.10	13.88		3	8.16	13.85
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	8.74	13.98		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	7.80	13.85
3	1	8.60	13.76	3	1	7.74	13.62
	2	8.79	15.28		2	7.83	15.13
	3	9.14	14.88		3	8.20	14.76
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	8.84	14.63		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	7.92	14.50
ค่าเฉลี่ยรวม($\overline{X}$)		**9.13**	**14.34**	**ค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$)**		**8.02**	**14.22**

จากตารางที่ 3 สัดส่วน 90:10 พบว่า

การพองตัวเมื่อแช่น้ำที่ 2 ชม. ค่าที่ได้ 9.13% (มอก. กำหนดไว้ไม่เกิน 12%)

การดูดซึมน้ำเมื่อแช่น้ำที่ 2 ชม. ค่าที่ได้ 14.34 กรัม/ลบ.ซม. (มอก. ไม่ได้กำหนดไว้)

จากตารางที่ 3 สัดส่วน 92:8 พบว่า

การพองตัวเมื่อแช่น้ำที่ 2 ชม. ค่าที่ได้ 8.02% (มอก. กำหนดไว้ไม่เกิน 12%)

การดูดซึมน้ำเมื่อแช่น้ำที่ 2 ชม. ค่าที่ได้ 14.22 กรัม/ลบ.ซม. (มอก. ไม่ได้กำหนดไว้)

สรุปการทดลองการพองตัวเมื่อแช่น้ำ และการดูดซึมน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัด ชนิดอัดราบ (876-2547)

2.2.3 การทดสอบหาค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน (Internal Bond)

จากการทดสอบแผ่นทดสอบ 3 แผ่น แผ่นละ 3 ครั้ง รวม 9 ครั้ง โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ได้ค่าดังแสดงในตาราง

ทดสอบ ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า(ทดสอบแรงยึดเหนี่ยวภายใน)
มอก. กำหนด ต้องไม่ต่ำกว่า 0.4 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ 4 ตารางการทดสอบแรงยึดเหนี่ยวภายในหรือแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

การทดสอบแรงยึดเหนี่ยวภายในหรือแรงดึงตั้งฉากกับผิวสัดส่วน 90:10			**การทดสอบแรงยึดเหนี่ยวภายในหรือแรงดึงตั้งฉากกับผิวสัดส่วน 92:8**		
สบู่ดำ แผ่นที่	**การทดสอบ ซ้ำครั้งที่**	**แรงยึดเหนี่ยวภายใน (IB) เมกกะปาสคาล (MPa)**	**สบู่ดำ แผ่นที่**	**การทดสอบ ซ้ำครั้งที่**	**แรงยึดเหนี่ยวภายใน (IB) เมกกะปาสคาล (MPa)**
1	1	1.39	1	1	0.55
	2	1.21		2	0.40
	3	1.34		3	0.52
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	1.31		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	0.49
2	1	1.53	2	1	0.70
	2	1.48		2	0.65
	3	1.14		3	0.32
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	1.38		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	0.56
3	1	1.45	3	1	0.62
	2	1.48		2	0.62
	3	1.48		3	0.63
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	1.47		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	0.62
ค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$)		**1.38** (มอก. กำหนด 0.4 MPa ขึ้นไป)	**ค่าเฉลี่ย รวม($\overline{X}$)**		**0.55** (มอก. กำหนด 0.4 MPa ขึ้นไป)

จากตารางที่ 4 สัดส่วน 90:10 พบว่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน หรือค่าความต้านทานแรงแรงยึดเหนี่ยวภายในหรือแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าได้ค่า = 1.38 MPa เมกกะปาสคาล (มอก. กำหนดไว้ 0.4 เมกกะปาสคาลขึ้นไป) จึงสรุปได้ว่า ผลการทดสอบผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 876-2547) จากตารางที่ 4 สัดส่วน 92:8 จากตารางพบว่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน หรือค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ได้ค่า = 0.55 MPa เมกกะปาสคาล (มอก. กำหนดไว้ 0.4 เมกกะปาสคาลขึ้นไป) จึงสรุปได้ว่า ผลการทดสอบผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 876-2547)

2.2.4 การทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัด (Bending Strength) และมอดุลัสยืดหยุ่น

ในการทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ จนได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 5

การทดสอบแรงดัดของแผ่นผนัง นำไปทดสอบแรงดัด (Bending Strength) (มอก.กำหนดต้องสามารถต้านทานแรงดัดได้ไม่ต่ำกว่า 14 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)

ตารางที่ 5 แสดงการทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่น

การทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่น สัดส่วน 90:10				**การทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่น สัดส่วน 92:8**			
สบู่ดำแผ่นที่	**การทดสอบซ้ำครั้งที่**	**ค่าความต้านทานแรงดัด (MPa)**	**มอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)**	**สบู่ดำแผ่นที่**	**การทดสอบซ้ำครั้งที่**	**ค่าความต้านทานแรงดัด (MPa)**	**มอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)**
1	1	15.90	1845	1	1	21.35	1880
	2	15.00	1855		2	24.80	2225
	3	16.22	1853		3	23.20	2270
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	15.71	1851		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	23.12	2125
2	1	15.20	1860	2	1	22.00	2215
	2	16.20	1905		2	20.10	1942
	3	15.25	1854		3	20.12	2020
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	15.55	1873		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	20.74	2059
3	1	15.20	1940	3	1	26.80	2130
	2	15.70	1857		2	22.80	2210
	3	16.12	1865		3	20.10	2121
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	15.67	1887		ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	23.48	2153
ค่าเฉลี่ยรวม($\overline{X}$)		**15.64**	**1870**	**ค่าเฉลี่ยรวม($\overline{X}$)**		**22.44**	**2112**

จากตารางที่ 5 สัดส่วน 90:10 พบว่า ค่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นทดสอบได้ 15.64 เมกกะปาสคาล (MPa) (มอก. กำหนด 18 MPa ขึ้นไป) ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ได้ 1870 MPa (เมกกะปาสคาล) จากตารางที่ 5 สัดส่วน 92:8 พบว่า ค่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นทดสอบได้ 22.44 เมกกะปาสคาล (MPa) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก.876-2547) กำหนดไว้ ไม่น้อยกว่า 1800 MPa) ถือว่า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

หมายเหตุ 1 เมกกะปาสคาล (MPa) = 1 นิวตัน/ตารางมิลลิเมต

3. สรุป

ผลการทดลองการอัดแผ่นฝ้าเพดาน

1. ขนาดวัสดุที่เหมาะสมที่สุด ขนาดไม่เกิน 2 ซม.
2. อัตราส่วนผสมที่เหมาะสม ได้แก่ 92:8 (อัตราส่วนผสมระหว่างต้นสบู่ดำ 92% กับกาวฟินอลไซยาเนต 8%)
3. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอัดอยู่ที่ 120 องศาเซลเซียส
4. ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอัดแผ่นผนัง 0.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
5. ปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนอัดเฉลี่ยอยู่ที่ 8.89% (มอก. กำหนดไว้อยู่ในช่วง 5-13%)
6. แรงที่ใช้ในการอัดแผ่นผนังที่เหมาะสมอยู่ที่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

แผ่นฝ้าเพดาน ที่ทำจากต้นสบู่ดำที่ผ่านการทดสอบ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 876-2547)

ผลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก. 876-2547)

1. การทดสอบหาความชื้น (Water Content) และความหนาแน่น (Density)
   - ค่าความชื้นได้ 7.65% (มอก. กำหนดให้อยู่ในช่วง 4-13%)
   - ค่าความหนาแน่น 0.818 กรัมต่อลบ.ซม. (มอก. กำหนดอยู่ในช่วง 0.40-0.90 กรัมต่อลบ.ซม.
2. การทดสอบหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำ และการดูดซึมน้ำ
   - การพองตัวเมื่อแช่น้ำที่ 2 ชม. ได้ 8.02% (มอก. กำหนดไว้ไม่เกิน 12%)
   - การดูดซึมน้ำเมื่อแช่น้ำที่ 2 ชม. ได้ 14.23% (มอก. ไม่ได้กำหนดไว้)
3. การทดสอบหาแรงยึดเหนี่ยวภายใน (ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า) ได้ค่า 0.56 เมกกะปาสคาล (MPa) หรือนิวตัน/ตร.มม. (มอก. กำหนดไว้ที่ 4 เมกกะปาสคาล ขึ้นไป)
4. การทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่น
   - ค่าความต้านทานแรงดัด ได้ 21.45 เมกกะปาสคาล (MPa) หรือนิวตัน/ตร.มม. (มอก.กำหนดต้องไม่ต่ำกว่า 14 เมกกะปาสคาลขึ้นไป)
   - ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น 2116 เมกกะปาสคาล (MPa) หรือนิวตัน/ตร.มม. (มอก. กำหนดไว้ที่ 1800 เมกกะปาสคาลขึ้นไป)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า สัดส่วนที่ 92:8 (อัตราส่วนผสมระหว่างต้นสบู่ดำ 92% กับกาวฟินอลไซยาเนต 8%) เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด เพราะพบว่า ค่าที่ได้จากการทดสอบ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก. 876-2547) ทุกรายการ จึงถือได้ว่า แผ่นฝ้าเพดานที่ทำจากต้นสบู่ดำ สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ สัดส่วน 90:10 (ต้นสบู่ดำ 90% ต่อกาวฟินอลไซยาเนต 10 %) จากผลการวิจัยพบว่า ค่าความต้านทาน แรงดัดของแผ่นทดสอบได้ 15.64 เมกกะปาสคาล (MPa) (มอก. กำหนด 18 MPa ขึ้นไป)ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

3.1 อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยพอที่จะวิเคราะห์ถึงปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างทำการทดลองได้ ดังนี้ คือ

1. ขนาดของวัสดุ คือ ต้นสบู่ดำ พบว่า ควรย่อยให้ละเอียด ขนาดไม่ควรเกิน 2 ซม. จะทำให้แผ่นมีความหนาแน่นในการอัดได้ดี

2. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอัดร้อน อยู่ที่ 120 องศาเซลเซียส ทั้งผิวล่างและผิวบน กล่าวคือ หากใช้อุณหภูมิน้อยกว่า 120 องศาเซลเซียส จะทำให้วัสดุไม่เกินการยึดเกาะ หากใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 120 องศาเซลเซียส อาจทำให้ แผ่นไหม้ และบิดงอได้ ซึ่งทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่ถึงชนิด และขนาดของวัสดุที่จะใช้ทำการทดสอบ

3. ความหนาแน่นที่เหมาะสมที่ใช้ในการอัด ได้แก่ 0.80 กรัม/ตร.ซม. จากตัวเลขดังกล่าวได้มากจากการทดลองซ้ำแล้วซ้ำเล่า จนได้ตัวเลขที่ชัดเจน และเหมาะสมที่ใช้เป็นอัตราส่วนในการอัดแผ่นผนังดังกล่าว

4. ขนาดของแผ่นทดสอบ แผ่นที่ใช้ทดสอบจะใช้ขนาด 350x350x10 มม.^{3} ในการปฏิบัติจริงบางครั้ง อาจใช้ขนาด 400x400x10 มม.^{3} จากนั้นถึงจะนำไปตัดให้ได้ขนาด 350x350x10 มม.^{3} เพื่อมุมของชิ้นงานจะได้ไม่บิ่นหรือแตกร้าว และสะดวกในการวัดเพื่อตัดแผ่นเล็ก ๆ จำนวน 54 ชิ้น เพื่อทดสอบ

5. ปริมาณความชื้นของวัสดุจะต้องไม่เกิน 13% ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ในกรณีที่ความชื้นสูงเกิน 13% เมื่ออัดแผ่นผนังออกมาแล้ว แผ่นผนังอาจจะมีลักษณะที่บวม พอง สืบเนื่องมาจากปริมาณความชื้นของวัสดุมีสูงเกินมาตรฐานกำหนดนั่นเอง

6. ปริมาณกาวฟินอลไซยาเนต เมื่อทำการทดลองซ้ำแล้ว ซ้ำอีก พบว่า ปริมาณกาวที่ใช้ที่เหมาะสมจะอยู่ในปริมาณไม่เกิน 5% เพราะถ้าหากใช้น้อยเกินไป ตัวกาวก็จะยึดเกาะกับวัสดุน้อย ทำให้แผ่นผนังที่อัดออกมา มีลักษณะที่เปื่อยยุ่ย ถ้าหากใช้ปริมาณกาวมากเกินไป แผ่นผนังก็อาจจะมีอาการเหนียว และอ่อนไม่แข็งแรง

7. แรงอัดที่ใช้ในการอัดแผ่นผนังที่เหมาะสมที่สุด จะอยู่ที่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หากใช้แรงอัดที่น้อยกว่านี้ อาจทำให้แผ่นมีความหนาแน่นน้อย แต่ถ้าใช้แรงอัดที่สูงกว่านี้ แผ่นผนังอาจเกิดการแตกร้าวได้

8. การทดสอบหาความชื้น (Water Content) และความหนาแน่น (Density) ในการทดสอบพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด อาจเป็นเพราะในกระบวนการอัดผู้วิจัยได้คำนวณอัตราส่วนผสม โดยกำหนดค่าความหนาแน่นที่ 0.80 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และแรงดันที่ใช้ในการอัดอยู่ที่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสม เพราะได้ผ่านการทดลอง ซ้ำแล้วซ้ำอีก จนได้ค่าดังกล่าวออกมา จึงทำให้ได้แผ่นทดสอบที่มีคุณสมบัติแข็งแรง ทนทาน ขยายตัวน้อย เมื่อทดสอบกับความชื้น

9. การทดสอบหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness Swelling) และการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) จากการทดสอบพบว่า แผ่นผนังผ่านการทดสอบ และอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด อาจเป็นเพราะส่วนผสมที่พอเหมาะกับปริมาณกาว การกำหนดค่าความหนาแน่นที่เหมาะสม การใช้แรงอัดที่พอดีตลอดจนการตั้งค่าอุณหภูมิความร้อนที่เหมาะสม จึงทำให้แผ่นทดสอบสามารถผ่านการทดสอบไปได้

10. การทดสอบแรงยึดเหนี่ยวภายใน (Internal Bond) หรือการทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จากการทดสอบพบว่า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด อาจเป็นเพราะกระบวนการอัด ตลอดจนอัตราส่วนผสม และปัจจัยอื่น ๆ เกื้อหนุนให้การทดสอบผ่านไปได้ด้วยดี ปลอดภัย การทดลองซ้ำแล้วซ้ำเล่า จนได้ชิ้นงานที่ดีที่สุด

11. การทดสอบหาความต้านทานแรงดัด (Bending Strength) ในขั้นตอนนี้ก็สามารถทดสอบผ่านไปได้เช่นกัน ซึ่งพบว่า สาเหตุที่แผ่นทดสอบทนต่อแรงดัดได้ดี ก็อาจเป็นเพราะคุณภาพของกาว คือ กาวฟินอลไซยาเนต นั่นเป็นตัวหลักที่ทำให้แผ่นทดสอบทนต่อแรงดัด

ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นตัวสนับสนุนก็อาจจะได้แก่ อัตราส่วนผสม แรงอัด ความหนาแน่น ของวัสดุ อุณหภูมิที่ใช้ และอื่น ๆ เป็นต้น

3.2 ข้อเสนอแนะ

1. อัตราส่วนผสม ตลอดจนกระบวนการในการอัดแผ่นฝ้าเพดานที่ทำจากต้นสบู่ดำ อาทิเช่น อุณหภูมิที่ใช้ แรงอัดที่ใช้ ค่าความหนาแน่นที่กำหนดหรือที่ได้ศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการอบแห้ง ขนาดของชิ้นวัสดุ และอื่น ๆ จะเป็นตัวช่วยในการเสนอแนวทางหรือนำทางให้ผู้วิจัยอื่น ๆ ได้ทดลองฝึกหัดทำหรืออาจทดลองใช้กับวัสดุอื่น ๆ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป ในการทำวิจัยในครั้งต่อไป น่าจะทดสอบในเรื่องคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในอาคารของ แผ่นฝ้าเพดานจากต้นสบู่ดำ เช่น คุณสมบัติการนำความร้อน คุณสมบัติการดูดซับเสียง และเทคนิควิธีการในการนำไปติดตั้งจริงในอาคาร ฯลฯ

4. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ให้ความสนับสนุนในการทำวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง

วรธรรม อุ่นจิตติชัย, จักรพงศ์ บุญสิน และ มุกดา นวลแก้ว, **การปรับปรุงคุณภาพแผ่นใยไม้อัดแข็งจากไม้ยูคาลิปตัสด้วยฟีโนลิคเรซิน,** การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2545 (ด้านวัสดุทดแทนไม้), กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, 2545, หน้า 133-142.

พรพิมล อมรโชติ, วรธรรม อุ่นจิตติชัย, จรัส ช่วยนะ, ลัทธพล เลิศลักษณ์ปรีชา และ คมสันต์ คล้ายภู่, **การศึกษาศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเศษไม้ยางพาราเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม,** การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2545 (ด้านวัสดุทดแทนไม้), กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, 2545, หน้า 121-132.

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิด อัดราบ.** 876-2547.

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, 2547. **สรุปผลการดำเนินงาน ประจำปี 2547**. กรุงเทพฯ

สมบัติ ชิณะวงศ์. **การปลูกสบู่ดำและการใช้ประโยชน์จากสบู่ดำ เอกสารเผยแพร่ อันดับที่ 74 ประจำปี 2549**. คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม, 2549 หน้า1-3

Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. Principles of Wood Science and Technology. Vol.II. Springer-Verlag, New York.pp. 312-550.)