



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมการ)

ปริญญา

นวัตกรรมการ

เทคโนโลยีทางอาคาร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง แผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เลื่อย

Interior Particle Board from Sawdust

นามผู้วิจัย นางสาวผ่องพรรณ วะชุม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ปารเมศ กำแหงฤทธิรงค์, D.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์โสภา วิศิษฐ์ศักดิ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(Professor Joseph Khedari, H.D.R.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ทรงกลด จารุสมบัติ, M.S.)

หัวหน้าสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์พาสินี สุนากร, M.Arch.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

แผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เลื่อย

Interior Particle Board from Sawdust

โดย

นางสาวพ้องพรรณ วะชุม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมการ)

พ.ศ. 2557

ผ่องพรรณ วะทุม 2557: แผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากชี้เลื่อย ปริญญาสาปัติกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต (นวัตกรรมการ) สาขาวิชา นวัตกรรมอาคาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาคาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ปารเมศ กำแหงฤทธิ์รงค์, D.Eng. 123 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำชี้เลื่อยเหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปไม้ที่มีปริมาณมากถึง 8
ล้านตันต่อปี ทำให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บและกำจัดจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำชี้เลื่อยเหลือใช้มาใช้
ประโยชน์ โดยการนำมาผลิตเป็นแผ่นบุผนังภายใน สักส่วนผสมของแผ่นตัวอย่างประกอบด้วยชี้
เลื่อยและวัสดุประสานที่มาจากธรรมชาติ คือ น้ำมันยางผสมกับผงชันซึ่งเป็นวัตถุดิบจากธรรมชาติ
และเป็นภูมิปัญญาของคนรุ่นหลังที่ใช้ในการอุดรอยรั่วของเรือ และศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติใน
การกันความร้อน และการดูดซับเสียงระหว่างแผ่นบุผนังภายในจากชี้เลื่อยกับแผ่นไม้อัดและ
แผ่นยิปซัมบอร์ดในห้องตลาด ในการผลิตแผ่นตัวอย่างเพื่อการทดสอบใช้อัตราส่วนผสม ชี้้เลื่อย:
น้ำมันยาง: ผงชัน เท่ากับ 1: 1: 1, 2: 1: 1 และ 2.0: 1.5: 1.5 การอัดขึ้นรูปแผ่นใช้กรรมวิธีการอัดร้อน
ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้ความดัน 80-100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 และ 5 นาที
ผลการศึกษาพบว่า โดยทั่วไปค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อน (k) ของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิต
จากชี้เลื่อยอัตราส่วนผสม 2: 1: 1 ใช้เวลาอัด 10 นาที ให้ค่าการนำความร้อนมากที่สุดที่ 0.28 วัตต์ต่อ
เมตร.เคลวิน อัตราส่วนผสม 2: 1.5: 1.5 ใช้เวลาอัด 5 นาที ให้ค่าการนำความร้อนน้อยที่สุด 0.24
วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากชี้เลื่อยซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกัน
ความร้อนใกล้เคียงกับแผ่นยิปซัมบอร์ด คือ 0.19 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน และแผ่นไม้อัด คือ 0.138 วัตต์
ต่อเมตร.เคลวิน จากการทดสอบเมื่ออัตราส่วนของชี้เลื่อยมากกว่าวัสดุประสานจะให้ค่าการนำความ
ร้อน (k) สูงกว่าปริมาณชี้เลื่อยที่เท่ากันกับวัสดุประสาน ค่าการดูดซับเสียงในทุกอัตราส่วนกราฟ
การดูดซับเสียงจะสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงความถี่ 200-2,000 Hz และกราฟจะค่อยๆลดลงในช่วงความถี่สูง
ยกเว้น อัตราส่วนผสม 2.0: 1.5: 1.5 ใช้เวลาอัด 5 นาที ที่สามารถดูดซับเสียงได้มากกว่า 40
เปอร์เซ็นต์ สามารถดูดซับเสียงได้เทียบเท่าแผ่นอะคูสติคบอร์ดในห้องตลาดที่สามารถดูดซับเสียง
ได้ 40 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งมีกายภาพในการนำไปพัฒนาเพื่อใช้สำหรับภายนอกได้เนื่องจากมีค่าการ
พองตัวค่อนข้างน้อย

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Phongphan Wachoom 2014: Interior Particle Board from Sawdust. Master of Architecture (Building Innovation), Major Field: Building Innovation, Department of Building Technology. Thesis Advisor: Mr. Parames Kamhangrittirong, D.Eng. 123 pages.

This research aims to process waste sawdust obtained from wood processing factories that was up to 8 million tons per year causing some problems on storage and disposal. The objectives of this research were to utilize waste sawdust by manufacturing as interior wall panel. The mix proportion of sample wall panel were consisted of sawdust and natural welding materials including rubber oil mixed with dammar powder that are natural materials and local wisdom of ancient people on repairing the leak of the boat as well as to study and compare properties on thermal resistance and sound absorption between interior wall panel made of sawdust and plywood against gypsum boards available in the market. For manufacturing sample wall panel for testing, the mix proportions of sawdust: rubber oil: dammar powder at 1: 1: 1, 2: 1: 1, and 2.0: 1.5: 1.5, were used. The panel was compressed and molded by using thermal compression at 100 degrees Celsius with pressure of 80-100 pounds per square inch for 10 and 5 minutes. The results showed that, generally, thermal conductivity coefficient of (k) of interior wall panel made of sawdust with the mix proportion of 2: 1: 1 and duration of compression of 10 minutes provided the highest value of thermal conductivity at 0.28 watts/m.K. The thermal conductivity coefficient of (k) of interior wall panel made of sawdust with the mix proportion of 2: 1.5: 1.5 and duration of compression of 5 minutes provided the lowest value of thermal conductivity at 0.24 watts/m.K. Interior wall panel made of sawdust had the property on thermal resistance similar to that of gypsum board, i.e., 0.19 watt per m.K., while the property on thermal resistance of plywood was 0.138 watt per m.K. After testing, when the proportion of sawdust was higher than welding materials, the value of thermal conductivity (k) would be higher than that with the proportion of sawdust equal to welding materials. For the value of sound absorption for all proportions, the graph of sound absorption would be higher from frequency of 200-2,000 Hz. Subsequently, the graph would be lower in the high frequency except for the mix proportion of 2.0: 1.5: 1.5 with duration of compression of 5 minutes, the value of sound absorption would be higher by 40%. As a result, it was able to absorb the sound as much as acoustic board available in the market with the capacity of sound absorption of 40%. Moreover, it was physically be able to be developed for exterior utilization because the value of its inflation was low.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. ปารเมศ กำแหงฤทธิรงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร. โสภา วิเศษศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือตลอดการดำเนินงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี อีกทั้งได้ให้คำปรึกษาแนะนำและการตรวจแก้ไขข้อผิดพลาด ข้อบกพร่องต่างๆ ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์โจเซฟ เคดารี และ รองศาสตราจารย์.ทรงกลด จารุสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ส่งผลให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับการเอื้อเฟื้อด้านสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการขึ้นรูปและทดสอบ ขอขอบคุณผู้ที่ได้ช่วยเหลือในขั้นตอนต่างๆของการดำเนินงานวิจัยทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุน และกำลังใจ จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ผ่องพรรณ วะชุม

มิถุนายน 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	44
อุปกรณ์	44
วิธีการ	49
ผลและวิจารณ์	69
สรุปและข้อเสนอแนะ	89
สรุป	89
ข้อเสนอแนะ	92
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	94
ภาคผนวก	97
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	123

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงอุณหภูมิของการทำงานที่เหมาะสมกับจนวนกันความร้อนประเภทต่างๆ	27
2 แสดงการแบ่งชนิดของแผ่นปาร์ติเกิลตามความหนาแน่น	30
3 ขั้นตอนการผสมอัตราส่วนเพื่อเลือกลักษณะจีเลื้อยเพื่อนำมาเป็นชั้นตัวอย่าง	50
4 แสดงอัตราส่วนการผลิตชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดสอบ	54
5 แสดงอัตราส่วนและน้ำหนักของชิ้นงาน	57
6 แสดงอัตราส่วนและขนาดเพื่อทดสอบเสียงของชิ้นงาน	59
7 การทดสอบค่าความชื้น ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ	81
8 การทดสอบค่าความความหนาแน่น ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ	82
9 การทดสอบค่าการพองตัว ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ	83
10 การทดสอบค่าการต้านทานแรงดัด ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ	84
11 การทดสอบค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ	86
12 แสดงผลการทดสอบค่าแผ่นบุผนังภายในจากจีเลื้อยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547)	88
ตารางผนวกที่	
1 ค่าของความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลองในช่วงที่ 1	98
2 ค่าของความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลองในช่วงที่ 1	99
3 ค่าของความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลองในช่วงที่ 1	100
4 ค่าของความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลองในช่วงที่ 2	101

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างทางเคมีของเฮมิเซลลูโลส	6
2 ขั้นตอนการแปรรูปไม้	8
3 Diagram อุตสาหกรรมไม้ของโรงงานอุตสาหกรรม	9
4 จี๊เลื่อยที่มีความหยาบมากเกิดจากการที่ใส่กับเนื้อไม้	9
5 จี๊เลื่อยที่มีความหยาบปานกลางเกิดจากการเลื่อยไม้ท่อน	10
6 จี๊เลื่อยที่มีความหยาบน้อยค่อนข้างละเอียดเกิดจากการการขัดเครื่องเรือน	10
7 จี๊กระบองและขาตั้งวางจี๊ได้ใช้จุดเพื่อให้แสงสว่างในอดีต	11
8 ต้นยางนาและต้นกราดเจาะลำต้นด้วยขวานเตรียมเผากระตุ้นน้ำมันยาง	12
9 เเผาไฟกระตุ้นน้ำมันยางในโพรงที่ขุด	12
10 ผงชั้น	13
11 การทำงานของหู	15
12 ระดับเสียง	16
13 ช่วงของความถี่ชนิดต่าง ๆ	16
14 การเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศ เทียบกับลักษณะของคลื่น	17
15 จำนวนโมเลกุลของอากาศกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง	18
16 แสดงรูปแบบของเสียงในหีบปิด เสียงตรง และลดลงตามระยะทางต้นกำเนิดเสียง	20
17 วัสดุดูดซับเสียงประเภทต่างๆ	21
18 การไหลของความร้อนผ่านฉนวนมวลสาร	25
19 ขนาดต่างๆของจี๊เลื่อยหลังจากได้คัดเลือกแล้ว (ก) จี๊เลื่อยชนิดหยาบมาก (ข) จี๊เลื่อยชนิด หยาบปานกลาง (ค) จี๊เลื่อยชนิดละเอียด	44
20 วัสดุประสาน (ก) ผงชั้น (ข) น้ำมันยาง	44
21 อุปกรณ์สำหรับใช้ผสมเพื่อขึ้นรูปแผ่นบุผนัง (ก) ชามผสมวัสดุ (ข) ถูมือยาง (ค) ดาซังเพื่อชั่งส่วนผสม (ง) แม่แบบไม้ ขนาด 25x25x1.5 ซม. (จ) กระดาษไข	45
22 เครื่องอัดความร้อน	45
23 เครื่องทดสอบการรับกำลังแรงอัด	46
24 เครื่องทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
25 เครื่องทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง	47
26 (ก) เครื่องชั่ง (ข) ตู้อบ (ค) แคลิเปอร์แบบเลื่อน	47
27 (ก) เครื่องดิ่ง (ข) แผ่นดิ่ง	48
28 ตะปูเกลียว	48
29 วิธีการชั่งวัสดุเพื่อใช้ในการขึ้นรูป (ก) การชั่งขี้เลื่อยลักษณะหยาบ (ข) การชั่งผงชั้น (ค) การชั่งน้ำมันยาง	52
30 แผ่นทดสอบที่ขึ้นรูปจากการผสมวัสดุด้วยมือและทิ้งให้แห้งด้วยวิธีธรรมชาติโดย ใช้อัตราส่วน ขี้เลื่อย: น้ำมันยาง: ผงชั้น โดยน้ำหนัก (ก) 2 : 1 : 1 (ข) 2.0 : 1.5 : 1.5 (ค) 1 : 1 : 1	52
31 ขั้นตอนการชั่งอัตราส่วนและการผสมวัสดุ (ก) ขี้เลื่อย (ข) ผงชั้น (ค) น้ำมันยาง (ง) ขั้นตอนการผสม	55
32 ใส่ส่วนผสมทั้งหมดลงในแม่แบบอัดในเครื่องอัดความร้อน	56
33 แผ่นตัวอย่างเมื่ออัดความร้อนเรียบร้อยแล้ว	56
34 ขนาดชิ้นงาน 10 x10 x1.5 ซม.	58
35 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k)	58
36 การตัดแผ่นทดสอบให้มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ซม.และ เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม.	59
37 เครื่องทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง (Acoustic Material Testing)	59
38 การวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นตัวอย่างของแผ่นทดสอบ	61
39 การชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องมือชั่งที่มีความละเอียด 0.10 กรัม	61
40 นำชิ้นตัวอย่างเข้าอบความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง	62
41 นำชิ้นตัวอย่างเข้ามาวางพัก จนอุณหภูมิลดลง	62
42 ชิ้นตัวอย่าง วัดขนาด และชั่งน้ำหนักเพื่อนำไปคำนวณหาค่าความหนาแน่นค่า ความชื้นและค่าความถ่วงจำเพาะของแผ่นขึ้นตัวอย่างทดสอบ	63
43 วัดขนาดชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องมือวัดเวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ ที่มีความละเอียด 0.05 มม	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
44 การชั่งน้ำหนักขึ้นตัวอย่างด้วยเครื่องมือซึ่งที่มีความละเอียด 0.01 กรัม	64
45 การนำขึ้นตัวอย่างแช่ในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง	64
46 การนำขึ้นตัวอย่างที่แช่ในน้ำสะอาดมาวัดขนาด และชั่งน้ำหนัก	65
47 เครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดึงและมอดูลัสยืดหยุ่น	65
48 ขึ้นตัวอย่างทดสอบในเครื่องกดและอ่านค่าความต้านทานแรงดึงและ ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น	66
49 ขึ้นตัวอย่างติดกาวสังเคราะห์กับแผ่นเหล็กทดสอบแรงดึง	66
50 ขึ้นตัวอย่างทดสอบในเครื่องดึงที่ความเร็วในการดึงประมาณ 2 มม./นาที จนขึ้นส่วนแยกจากกัน	67
51 ตะปูเกลียว ขนาด ความยาว 40 มม. ขึ้นตัวอย่างขันตะปูเกลียวลงในขึ้นตัวอย่าง 3 แห่ง ที่กึ่งกลางผิวหน้า 1 แห่งและที่กึ่งกลางของขอบ 2 ขอบที่ประชิดกัน	67
52 นำขึ้นตัวอย่างเข้าเครื่องดึงเพื่อถอนตะปูเกลียวออกจากขึ้นตัวอย่างในเวลา ไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที	68
53 ขึ้นตัวอย่าง A	69
54 ขึ้นตัวอย่าง A1	70
55 ขึ้นตัวอย่าง B	70
56 ขึ้นตัวอย่าง B1	71
57 ขึ้นตัวอย่าง C	71
58 ขึ้นตัวอย่าง C1	72
59 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน	72
60 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง A	74
61 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง A1	75
62 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง B	76
63 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง B1	77
64 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง C	78
65 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง C1	79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
66 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจาก จีเสื่อย	80
ภาพผนวกที่	
1 ตำแหน่งและการตัดชิ้นทดสอบ	111
2 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัด	112
3 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ	113
4 แสดงวิธีวัดความกว้าง ความยาวของชิ้นทดสอบ	114
5 การทดสอบความต้านแรงคัดและมอดูลัสยืดหยุ่น	117
6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว	119

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Sound Absorption Coefficient	= ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุ
Noise Reduction Coefficients (NRC)	= ค่าเฉลี่ยการซับเสียง
Hertz (Hz)	= หน่วยความถี่เท่ากับหนึ่งรอบต่อวินาที
Frequency	= ความถี่
I	= ความเข้มเสียง
R	= ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง
Ir	= การสะท้อนเสียง
Ia	= การดูดซึมเสียง
Itr	= การส่งผ่านเสียง
W/m ²	= watts per square meter
dB	= decibel

แผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เลื่อย

Interior Particle Board from Sawdust

คำนำ

ขี้เลื่อยจัดเป็นทรัพยากรชีวมวล ที่ได้จากการแปรรูปไม้ โดยมีปริมาณถึง 8 ล้านตันต่อปี (กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, 2546) จากปริมาณที่มีมากปัญหาในการจัดเก็บ และการกองของเศษขี้เลื่อยทำให้เกิดฝุ่นละออง การทับถมกันเป็นปริมาณมาก ๆ ทำให้เกิดความร้อน และเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ในโรงงานแปรรูปไม้ การแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการนำขี้เลื่อยไปเผาหรือการฝังกลบทำให้เกิดความร้อนในดินเป็นปัญหาดูระบบนิเวศต่อมา มีงานวิจัยที่นำขี้เลื่อยมาพัฒนาต่อยอดอุตสาหกรรมจากหน่วยงานต่างๆโดยนำมาใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น การนำขี้เลื่อยมาอัดเพื่อใช้ในการเพาะเห็ด การทำถ่านอัดแท่ง การทำไม้อัด (สมชาย พวงเพิกสี, 2548) เป็นต้น จากการหาข้อมูลกรรมวิธีการแปรรูปไม้มีลักษณะความละเอียดของเนื้อขี้เลื่อยต่างกันโดยแยกเป็น 3 ชนิด คือ ลักษณะหยาบมาก ได้จากการเลื่อยเปิดปีกขึ้นตอนแรกหรือจากการใช้ใบเลื่อยที่มีช่องของฟันเลื่อยค่อนข้างห่าง ลักษณะหยาบปานกลางได้จากการแปรรูปไม้ท่อนหรือการใช้ใบเลื่อยที่มีช่องของฟันเลื่อยในระดับปานกลาง จนถึงลักษณะละเอียดมากได้จากการแปรรูปเป็นเครื่องเรือน การขัดเฟอร์นิเจอร์ซึ่งใบเลื่อยที่ใช้จะมีความถี่มากทำให้ผิวสัมผัสของไม้ค่อนข้างเรียบและได้เนื้อขี้เลื่อยที่ละเอียดซึ่งความละเอียดของขี้เลื่อยจะขึ้นอยู่กับกรรมวิธี โดยขี้เลื่อยที่มีความละเอียดหรือใช้ขี้เลื่อยหยาบสับให้ละเอียดจะใช้ในการเพาะเห็ด หรือการอัดขี้เลื่อยในการทำถ่านอัดแท่ง การใช้ขี้เลื่อยผสมกับกาวเพื่อใช้ในการขึ้นรูปต่างๆรวมทั้งไม้อัด ซึ่งจากการตรวจค้นกาวที่ใช้เป็นวัสดุประสานในการอัดประสานการขึ้นรูปต่างๆ เป็นกาวที่มีส่วนผสมของกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งเมื่อได้รับเป็นในปริมาณมาก และจากการหาข้อมูลสารประกอบที่เป็นวัสดุประสานจากธรรมชาติที่มีคุณสมบัติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมยังมีอยู่มาก เช่น

1. พงชัน หรือ ชัน คือ ยางจากไม้เต็ง ไม้รัง ที่ถูกตัวด้วงเจาะเป็นรู แล้วยางนั้นได้ไหลออกมาและแข็งตัว ลักษณะเหมือนหินย้อยเมื่อแห้งจะแข็งและเปราะนำมาบดให้ละเอียดแล้วนำมาผสมกับน้ำมันยาง

2. น้ำมันยาง คือ น้ำมันที่เกิดจากการขับหลั่งหลังจากการเจาะและจุดไฟกระตุ้น ได้จากพรรณไม้สกุลยาง ซึ่งบ้านเรามีหลายชนิด เช่น ต้นยางนา ยางแดง ยางปาย ต้นยูง พลอง เป็นต้น จากภูมิปัญญาของคนท้องถิ่นการนำผงชัน ผสมกับน้ำมันยาง เพื่อใช้ในการอุดรอยรั่วของเรือที่ใช้ในการคมนาคมในสมัยโบราณเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการยึดเกาะหาได้ทั่วไปและมีราคาถูกสามารถกันน้ำได้ มาเป็นส่วนผสม จากคุณสมบัติที่ใช้เป็นวัสดุประสานอุดรอยรั่ว กันน้ำได้ เป็นวัตถุดิบธรรมชาติที่ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม

งานวิจัยนี้จะป็นแนวทางสำหรับการนำชี้เลื้อยเหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปไม้มาประดิษฐ์เป็นแผ่นบุผนังภายในจากชี้เลื้อย เพื่อช่วยลดปริมาณชี้เลื้อยและการใช้วัสดุที่มาจากธรรมชาติ และสอดคล้องกับกระแสแนวคิดในเรื่อง “Zero emission” คืออุตสาหกรรมที่ไม่มีการปลดปล่อยของเสียหรือของเหลือทิ้งออกมาปนเปื้อนในอากาศน้ำและดิน ยังเป็นวัสดุที่มีวัสดุประสานที่มาจากธรรมชาติเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากภูมิปัญญาของคนท้องถิ่นที่พบว่ายังไม่มีการวิจัยได้นำวัสดุประสานนี้มาผลิตขึ้นรูปวัสดุ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจกับการรักษาสุขภาพและสภาพแวดล้อม

วัตถุประสงค์

1. พัฒนาแผ่นบุผนังภายในอาคารจากจี้เลื่อยโดยมี ผงชั้น และน้ำมันยาง เป็นวัสดุประสาน
2. ทดสอบคุณสมบัติแผ่นบุผนังภายในอาคารจากจี้เลื่อย ด้านความแข็งแรง การดูดซับเสียง และ สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ค่า k)

ขอบเขตงานวิจัย

1. คัดเลือกจี้เลื่อยจากร้านผลิตเฟอร์นิเจอร์ซึ่งส่วนมากเป็นจี้เลื่อยจากไม้ยางพารา
2. ทดสอบความแข็งแรงของแผ่นบุผนังภายในอาคารจากจี้เลื่อย โดยเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิคราบ (มอก.876-2547)
3. ทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงและเปรียบเทียบกับแผ่นไม้อัดที่ใช้ในห้องตลาด
4. ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนและเปรียบเทียบกับแผ่นไม้อัดในห้องตลาด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ต้นแบบและวิธีการพัฒนาแผ่นบุผนังภายในจากจี้เลื่อย เพื่อใช้ในการดูดซับเสียง และลดความร้อนเข้าสู่อาคาร
2. สามารถนำผลการทดลองที่ได้เป็นแนวทางการปรับปรุงหรือประยุกต์ใช้ในการออกแบบพัฒนาวัสดุจากขยะเหลือใช้และนำมาใช้หมุนเวียนต่อไปอย่างยั่งยืนเหมาะสมกับการใช้งานได้

การตรวจเอกสาร

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

- 1) ข้อมูลทั่วไปของขี้เลื่อย 2) คุณสมบัติของน้ำมันยาง 3) คุณสมบัติของผงขี้เลื่อย 4) ทฤษฎีเอกสารและบทความเกี่ยวกับเสียง 5) ทฤษฎีความร้อน และการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร 6) คุณลักษณะของฉนวนกันความร้อน 7) แผ่นไม้ประกอบ 8) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลทั่วไปของขี้เลื่อย

ขี้เลื่อย (Sawdust or wood dust)

เนื่องจากขี้เลื่อยเป็นวัสดุที่จะนำมาทำการวิจัยจึงต้องศึกษาหาคุณสมบัติและองค์ประกอบของขี้เลื่อย ซึ่งขี้เลื่อยที่นำมาทำการวิจัยนี้เป็นผลพลอยได้จากการเลื่อยไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด เป็นของเสียในโรงงานที่เป็นพิษ โดยเฉพาะการทำให้เกิดอาการอักเสบที่ตา และ ผิวหนัง แต่ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกหลายประการขี้เลื่อยหรือไม้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายชนิดที่มีความยุ่งยากซับซ้อนแตกต่างกันไปแปรตามชนิดของไม้แต่องค์ประกอบที่สำคัญของขี้เลื่อยหรือไม้ประกอบด้วยสารสำคัญ 3 ชนิดได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เป็นส่วนใหญ่รองลงมาคือเฮมิเซลลูโลส (hemicelluloses) และลิกนิน (lignin)

1.1 องค์ประกอบของขี้เลื่อย

1.1.1 เซลลูโลส (cellulose)

เซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ของ β -glucose ต่อกันด้วยพันธะ $\beta(1-4)$ ที่มีสูตรทั่วไปว่า $(C_6H_{10}O_5)_n$ เป็นโครงสร้างในเนื้อเยื่อพืชโดยจะพบอยู่ร่วมกับลิกนินเพนโตแซนกัน (gum)แทนนิน (tannin) ไขมันสารที่ทำให้เกิดสีเป็นต้นเซลลูโลสจะมีโมเลกุลยาวและแข็งแกร่งเซลลูโลสจะได้ cellobiose และสุดท้ายจะได้กลูโคสโดยเอนไซม์ β -glucosidase จำนวนกลูโคสที่มาต่อกันหรือ Degree of Polymerization (DP) จะมีค่าแตกต่างกันและสามารถมีค่า DP สูงถึง 10,000 หน่วยและอาจมีน้ำหนักโมเลกุล 1,620,000 หน่วย

ถ้าใช้สมบัติการละลายในโซดาไฟ (โซเดียมไฮดรอกไซด์) ของเซลลูโลสสามารถแบ่งประเภทเซลลูโลสได้ 3 ประเภท

- α -cellulose: ไม่ละลายในสารละลาย 17.5% ของโซดาไฟที่อุณหภูมิห้อง

- β -cellulose: ละลายในสารละลาย 17.5% ของโซดาไฟและตกตะกอนได้ง่ายเมื่อทำให้สารละลายเป็นกรด

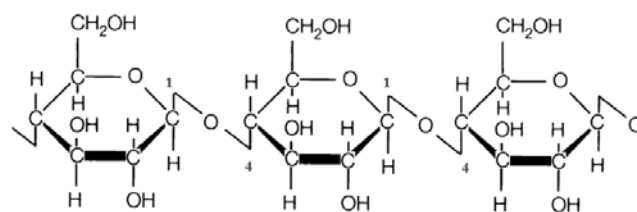
- γ -cellulose: ละลายในสารละลาย 17.5% ของโซดาไฟไม่ตกตะกอนในกรด แต่ตกตะกอนได้โดยแอลกอฮอล์

● เซลลูโลสมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.55 และมีเพียง α -cellulose เท่านั้นที่จัดว่าเป็น

● เซลลูโลสบริสุทธิ์ส่วนโฮโลเซลลูโลส (holo-cellulose) จะเป็นคำที่ใช้เรียกคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของพืชซึ่งได้ภายหลังจากแยกกลินินแล้ว

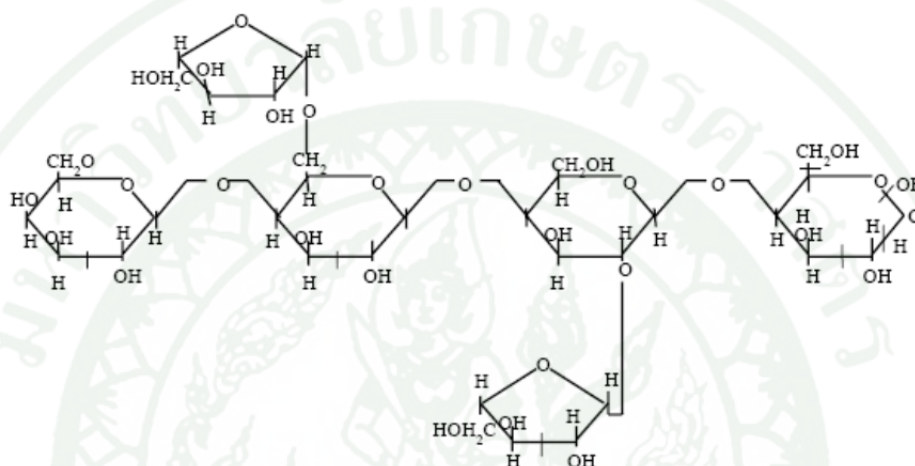
1.1.2 เฮมิเซลลูโลส(hemicellulose) และเพนโตแซน(pentosan)

เฮมิเซลลูโลสเป็นส่วนของพืชที่สามารถละลายในสารละลายโซดาไฟ 17.5% ที่อุณหภูมิต่ำได้ซึ่งต่างจากเซลลูโลสเฮมิเซลลูโลสจะประกอบด้วยหน่วยน้ำตาลเพนโตสมาต่ำกว่ากลูโคสและมีค่า DP ต่ำกว่า (ประมาณ 40 หน่วย) ไม่ละลายน้ำส่วนเพนโตแซนเป็นรูปหนึ่งของเฮมิ-เซลลูโลสและสามารถละลายน้ำได้เฮมิเซลลูโลสและเพนโตแซนส่วนมากจะเป็น heteropolysaccharidesซึ่งจะประกอบด้วยหน่วยของน้ำตาลที่แตกต่างกัน 2-4 ชนิดส่วนมากจะเป็นน้ำตาลไซโลส (xylose) อะราบิโนส (arabinose) และกรดยูโรนิก (uronic acid) ถ้านำเพนโตแซนมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเดือดจะได้เฟอร์ฟูรัล (furfural)

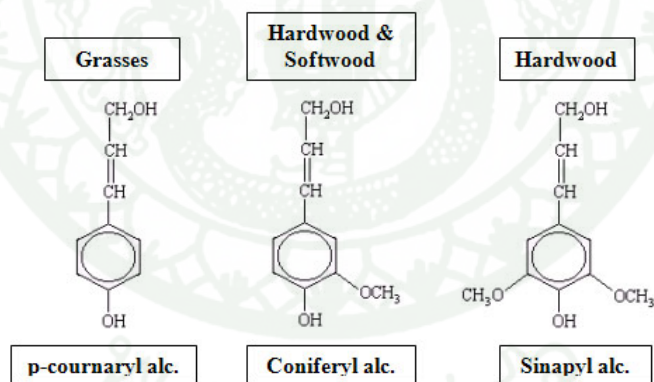


cellulose (เซลลูโลส)

(ก) เซลลูโลส



(ข) เฮมิเซลลูโลส



(ค) ลิกนิน

ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของเฮมิเซลลูโลส

1.1.3 ลิกนิน (lignin)

1. เป็นสารประกอบที่มีมากรองจากเซลล์โลสในไม้ใบแคบหรือไม้ตระกูลสน (softwood) จะมีลิกนินประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในไม้ใบกว้าง (hardwood) มีลิกนินประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์

2. เป็นสารโพลิเมอร์ที่ซับซ้อนกว่า cellulose กับ hemicellulose และเป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ชนิดหนึ่ง พบใน ไม้ใบกว้าง (hardwood) , ไม้ใบแคบ (softwood) , พืชล้มลุก (grasses) และพืชชั้นต่ำทั่วไป แต่ไม่พบ lichens , mosses , fungi , mushrooms

3. โมเลกุลใหญ่ค่า Glucose Unit (DP= Degree of Polymerization) เยอะ ลักษณะโครงสร้างเป็น 3 มิติ

4. ทำหน้าที่เป็น cell wall adhensive ยึดเส้นใยที่อยู่รวมกันให้เป็นโครงสร้างของเนื้อไม้

5. สามารถพบลิกนินใน ผล , บาสท์ (bark) , pith , เปลือก (bark) เช่นกัน

6. Monomer ของลิกนิน

1.2 ประโยชน์ของจี้เลื่อย

ส่วนใหญ่ในโรงงานที่ผลิตเฟอร์นิเจอร์หรือโรงงานที่มีการใช้ไม้เป็นวัตถุดิบจี้เลื่อยที่เหลือนี้เป็นของเสียแต่เราสามารถนำจี้เลื่อยเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้คือ

1.2.1. การนำจี้เลื่อยไปผลิตเป็นปุ๋ยเพื่อใช้ในการเกษตรกรรม

1.2.2. การนำจี้เลื่อยไปใช้เป็นแหล่งเพาะชำต้นไม้เนื่องจากจี้เลื่อยเก็บความชื้นได้ดี

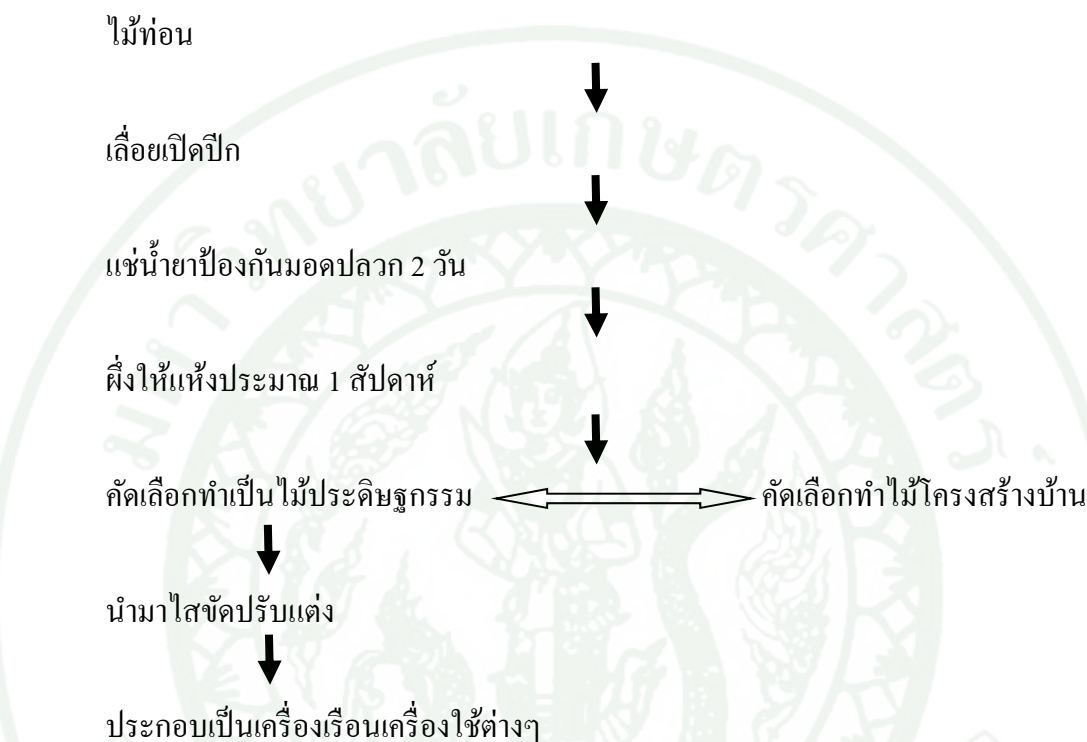
1.2.3. การจี้เลื่อยไปผสมกับพอลิเมอร์เป็นวัสดุคอมโพสิต

1.2.4. การนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้โดยตรง

1.3 ขั้นตอนการผลิตไม้จันทน์มาเป็นจี้เลื่อย

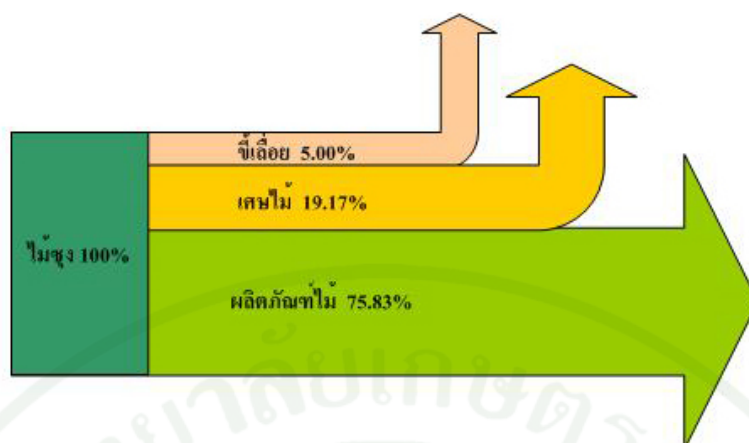
เริ่มจากเลื่อยแปรรูปไม้ท่อนโดยเปิดปึกด้วยเลื่อยโซ่จากนั้นเลื่อยซอยไม้เป็นแผ่นด้วยเลื่อยโซ่หรือเลื่อยวงเดือนแล้วนำมาแช่น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ในบ่อซีเมนต์ 2 วันซึ่งน้ำยาที่ใช้จะเปลี่ยนถ่ายทิ้งต่อเมื่อมีสีดำนากเมื่อแช่น้ำยาแล้วนำมาผึ่งให้แห้งประมาณ 1 สัปดาห์จากนั้นนำมาจัดใส่ปรับแต่งประกอบเป็นเครื่องเรือนเครื่องใช้ต่าง ๆ ส่วนที่เป็นรูไม้หรือร่องไม้จะใช้จี้เลื่อยผสมกาว

ลาเท็กซ์อัดแต่งแล้วจัดให้เรียบร้อยด้วยกระดาษทรายก่อนการทำสีด้วยการลงเซลเล็กในครั้งแรก
ทาเซลเล็กแล้วทิ้งให้แห้งก่อนขัดด้วยกระดาษทรายอีกครั้งทำเช่นนี้ 3 ครั้งแล้วทาเคลือบด้วยน้ำมัน
เคลือบเงายูรีเทน ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ แสดงได้ตามแผนภาพดังนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการแปรรูปไม้

ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้คิดเป็น 75.83% ของปริมาณไม้ซุง เศษวัสดุที่เกิดขึ้นจาก
กระบวนการผลิต คือ เศษไม้และขี้เลื่อย ปริมาณของเศษไม้ที่เกิดขึ้นคิดเป็น 19.17% และขี้เลื่อยมี
5% โดยในปัจจุบันเศษไม้ส่วนหนึ่งจะถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำใช้
ในการอบไม้ และบางส่วนมีการขายให้แก่ชาวบ้านบริเวณใกล้เคียงเพื่อนำไปใช้ในการหุงต้ม ดังนั้น
ส่วนที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เลย คือ ขี้เลื่อย มีปริมาณ 481,340 ตันต่อปี หรือ
เทียบเท่าพลังงานความร้อน 433,206 GJ / ปี หรือ 10.25 ktoe



ภาพที่ 3 Diagram อดสาหกรรมไม้ของโรงงานอุตสาหกรรม ลักษณะของขี้เลื่อย แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

- 1) ขี้เลื่อยที่มีความหยาบมากเกิดจากการที่ใส่กับเนื้อไม้
- 2) ขี้เลื่อยที่มีความหยาบปานกลางเกิดจากการเลื่อยเนื้อไม้
- 3) ขี้เลื่อยที่มีความหยาบน้อยค่อนข้างละเอียดเกิดจากการที่ได้จากการเลื่อยเนื้อ



ภาพที่ 4 ขี้เลื่อยที่มีความหยาบมากเกิดจากการใส่กับเนื้อไม้



ภาพที่ 5 จี้เลื่อยที่มีความหยาบปานกลางเกิดจากการเลื่อยไม้ท่อน



ภาพที่ 6 จี้เลื่อยที่มีความหยาบน้อยค่อนข้างละเอียดเกิดจากการขัดเครื่องเรือน

2. คุณสมบัติของน้ำมันยาง

น้ำมันยางเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่นำมาเป็นส่วนผสมกับผงชันเพื่อเป็นวัสดุประสานในการขึ้นรูปชิ้นงาน ซึ่งน้ำมันยางที่จะนำมาเป็นวัสดุประสานนี้ ได้จากต้นยางนา นอกจากจะใช้เนื้อไม้เพื่อทำเป็นสิ่งปลูกสร้างทำเป็นที่อยู่อาศัยแล้วนั้นน้ำมันยางยังเป็นของป่าที่สำคัญที่คนพื้นบ้านไทยเรารู้จักนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่สมัยโบราณและใช้มาอย่างยาวนานจวบจนปัจจุบันซึ่งประโยชน์ของน้ำมันยางมากมายไม่ว่าใช้เป็นเชื้อเพลิงใช้เป็น“จี้ได้” หรือคบไฟภาคอีสานเรียกว่า “จี้กระบอง” นอกจากนี้ยังใช้อุดชิ้นเรือชุดตลอดจนเป็นส่วนผสมในน้ำยางรักสำหรับทำเครื่องรักซึ่งการทำเครื่องรักนั้นมีมาอย่างยาวนานเช่นกันอาทิเช่นมีหลักฐานนำไปใช้โดยช่างรักตระกูลวัดเชิงหวายในสมัยกรุงศรีอยุธยาฯลฯ

น้ำมันยางมีชื่อเรียกสามัญโดยชาวตะวันตกว่า wood oil ต่อมาภายหลังอาจเรียกตามโครงสร้างสารเคมีว่าโอเลโอเรซิน (oleoresin) เป็นยางธรรมชาติเนื้อผสมกับน้ำมันที่เกิดจากการขับหลั่งหลังจากการเจาะและจุดไฟกระตุ้นได้มาจากพรรณไม้สกุลยาง (Dipterocarpus) ซึ่งในบ้านเรามีอยู่หลายชนิดที่ชาวบ้านเจาะน้ำมันยางมาใช้นอกจากต้นยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ที่พบได้ทั่วประเทศแล้วยังมียางมันหมู (*D. kerrii*) และยาง (*D. grandiflorus*) พบเฉพาะในภาคใต้พลวง (*D. tuberculatus*) และกราด (*D. intricatus*) พบในภาคเหนือและอีสานยางแดง (*D. turbinatus*) และยางปาย (*D. costatus*) พบได้ทั่วประเทศเป็นต้น

ภูมิปัญญาการเจาะน้ำมันยางนั้นมีกรรมวิธีที่เริ่มจากการเจาะลำต้นยางให้เป็นโพรงขนาดประมาณ 10 x 15 x 10 ซม. ตามปกติอุปกรณ์ที่ใช้เจาะนั้นคือขวานขณะที่ผู้เจาะน้ำมันยางในภาคใต้มีการตีขวานแบบพิเศษขึ้นมาเรียกว่า ระเเมะ หรือบางครั้งอาจเรียกว่า “ขวานโพรง” ทำให้จุดเจาะได้ง่ายเป็นขวานที่มีหัวแบนคล้ายจอบมีด้ามจับเป็นไม้ (นเรศศิริรัตน์, 2529) เมื่อเจาะโพรงแล้วก็ทำลายจุดไฟกระตุ้นให้น้ำมันยางไหลในโพรงพร้อมดับไฟทันทีด้วยใบไม้สดมิเช่นนั้นอาจเกิดไฟลุกลามเผาไหม้ไปทั้งต้นได้หลังจากนั้นปล่อยทิ้งไว้นาน 5-9 วันบางครั้งจำเป็นต้องใช้ภาชนะหรือเปลือกไม้มาปิดเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำฝนหยดเข้าไปปนกับน้ำมันยางในโพรงได้รอให้น้ำมันค่อยๆ ไหลสะสมออกมาจนเต็มอยู่ในโพรงยางจึงทำการเก็บน้ำมันเมื่อครบเวลาแล้วนำมาบรรจุในปิ๊บโลหะเพื่อสะดวกในการใช้ประโยชน์ต่อไป



ภาพที่ 7 ขีกระบองและขาค้างวางไว้ใต้จุดเพื่อให้แสงสว่างในอดีต



ภาพที่ 8 ตัดยางนาและต้นกราดเจาะลำต้นด้วยขวานเตรียมแผลกระตุ้นน้ำมันยาง
ที่มา: Luu (2007)



ภาพที่ 9 เผาไฟกระตุ้นน้ำมันยางในโพรงที่ขุด
ที่มา: Luu (2007)

3. คุณสมบัติของผงชั้น

ชั้นเป็นส่วนผสมที่สำคัญที่ใช้ผสมในน้ำมันยางเพื่อใช้เป็นวัสดุประสานที่ใช้ในการขึ้นรูปของชิ้นงานซึ่งเป็นการค้นพบของคนท้องถิ่นริมน้ำตั้งแต่สมัยโบราณซึ่งเมื่อน้ำวัสดุทั้ง 2 ชนิดมาผสมกันแล้วในอัตราส่วนผสมที่เท่าๆกันจะสามารถยึดเกาะกันวัตถุและสามารถกันน้ำได้ ชั้น คือ ยางไม้เต็ง ที่ถูกตัวด้วงเจาะลำต้นจนเป็นรู จนน้ำยางไหลออกมาและแข็งตัวเมื่อโดนอากาศ ลักษณะเหมือนหินย้อย เมื่อแห้งจะแข็งและเปราะแตกหักง่าย เรียกว่า ชั้น เมื่อนำชั้นมาบดให้ละเอียดแล้วกรองด้วยผ้าโดยนำผ้ามาปิดปากหม้อแล้วรูดให้แน่น (เหมือนการทำข้าวเกรียบปากหม้อ) ตักผงชั้นมาเทใส่ผ้ากรองแล้วใช้ช้อนคนไปมาจะได้ผงชั้นที่ละเอียดผงนี้ผสมกับน้ำมันยางแล้วนำไปยาเรือหรือทาที่ตะกร้า ตะกร้านั้นจะสามารถเก็บน้ำได้ ชั้น ดัดไฟได้(เหมือนเทียน)แต่ควันเยอะกว่าถ้าโปรยใส่เปลวไฟ จะดูวาบในการเข้าด้ามมีด นิยมใช้ครั้ง จะแน่นและทนกว่าชั้น



ภาพที่ 10 ผงชั้น

4. ทฤษฎีเอกสารและบทความที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากในการทำงานวิจัยเรื่องแผนบุผนังที่ผลิตจากขี้เถ้า มีจุดประสงค์เพื่อที่จะให้แผ่นขึ้นตัวอย่างสามารถดูดซับเสียงได้ จึงต้องทำการศึกษาข้อมูลด้านเสียง ระดับการได้ยินเพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการทดสอบ

4.1. การได้ยินเสียงของมนุษย์

ช่วงระดับความถี่และระดับเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยิน

ความถี่ = 20Hz – 20,000Hz

ความเข้ม = 10^{-12} to 10 W/m^2

ความดัน = 2E – 5 to 200 Pa

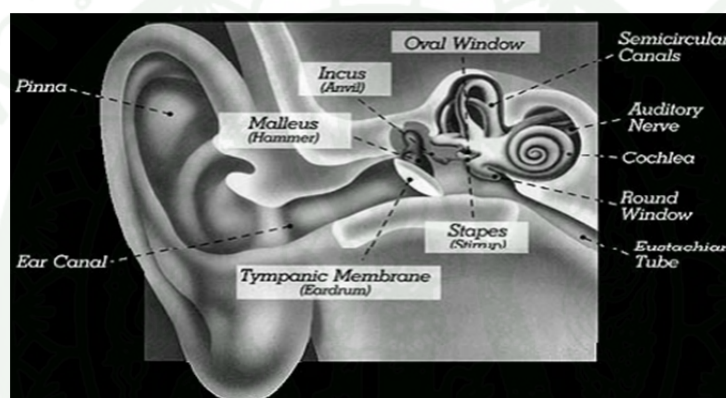
ระดับเสียง = 0 – 140dB

4.2. การทำงานของหูมนุษย์

มนุษย์มีหูเป็นอวัยวะในการรับฟังเสียง เสียงที่มนุษย์สามารถได้ยินนั้น มีความถี่ในช่วงประมาณ 20 Hz ถึง 20,000 Hz หูประกอบด้วย 3 ส่วนคือ หูชั้นนอก) external ear) หูชั้นกลาง) middle ear) และ หูชั้นใน) inner ear) (เมื่อเสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดมาถึงหู ใบหูจะทำหน้าที่เป็นเหมือนกรวยนำเสียงส่งเข้าไปยังช่องหู ซึ่งมีลักษณะลาดขึ้นเล็กน้อย

ที่ส่วนปลายของช่องหูนี้ จะติดกับเยื่อแก้วหู) tympanic membrane) หรือแก้วหู) eardrum) ที่กั้นแบ่งหูชั้นนอกและหูชั้นกลาง หูชั้นกลางมีลักษณะกลวงและมีขนาดเล็กมาก ภายในประกอบด้วยกระดูกสามชิ้นที่อยู่ติดกัน คือกระดูกรูปค้อน)malleus หรือ hammer) กระดูกรูปทั่ง) incus หรือ anvil) และกระดูกรูปโกลน) stapes หรือ stirrup) เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบบนแก้วหู จึงเกิดแรงตึงผิวขึ้นทำให้แก้วหูสั่นสะเทือน ส่งผลให้กระดูกทั้งสามชิ้นสั่นสะเทือนตามไปด้วย ซึ่งเป็นการส่งผ่านพลังงานต่อกันไปยังหูชั้นใน และขณะที่เกิดการสั่นของกระดูกทั้งสามชิ้น ความดันอากาศภายในหูจะเพิ่มมากขึ้น จึงต้องอาศัยท่อยูสเตเชียน)Eustachian tube) ปรับให้ความดันอากาศเท่ากับภายนอกหู ท่อยูสเตเชียนนี้เชื่อมต่ออยู่ระหว่างหูกับคอส่วนบน ถัดจากหูชั้นกลางเข้าไปเป็นหูชั้นใน ซึ่งมีทั้งอวัยวะรับเสียงและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว คอเคลีย) cochlea) เป็นอวัยวะรับเสียงที่มีขนาดเล็กมาก มีรูปร่างเหมือนหอยโข่ง ประกอบด้วยเซลล์รับความรู้สึก) sensory cell) จำนวนมากทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นกระแสประสาท โดยคลื่นเสียงความถี่ต่ำ จะกระตุ้นเซลล์ที่อยู่ด้านในสุดของคอเคลีย และคลื่นเสียงความถี่สูงจะกระตุ้นเซลล์ที่อยู่ทางด้านนอก เมื่อได้รับการกระตุ้น เซลล์รับความรู้สึกนี้จะเปลี่ยนพลังงานให้เป็นกระแสประสาท แล้วส่งผ่านไปตามสมอง สมองจะทำหน้าที่แปลความหมายของเสียงที่ได้ยินว่าเป็นเสียงอะไร) ริดเดอร์ส ไคเจสท์, (2541

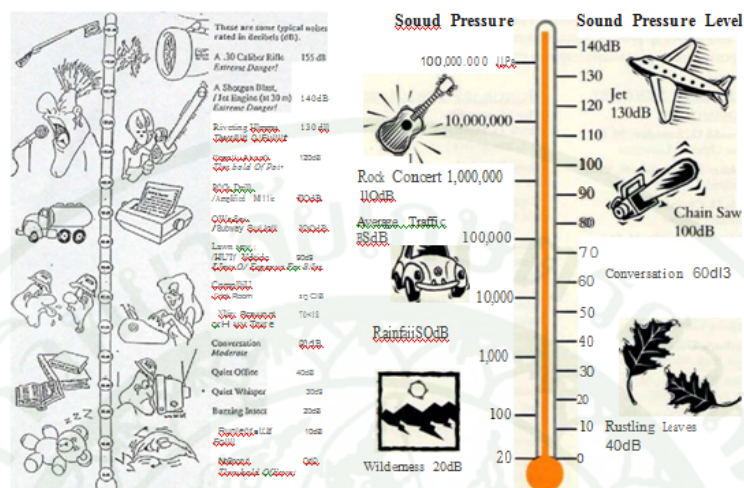
เมื่อพิจารณาส่วนประกอบและหน้าที่ของหู ตามที่ได้อธิบายไปแล้วนั้น สามารถเปรียบเทียบได้ว่า หูชั้นนอกทำหน้าที่เหมือนอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ ส่งต่อไปยังหูชั้นกลางซึ่งทำหน้าที่ขยายสัญญาณแล้วส่งต่อไปยังหูชั้นใน ซึ่งทำหน้าที่เหมือนเป็นตัววิเคราะห์สเปกตรัม (spectrum analyzer) จากนั้นส่งข้อมูลไปยังสมองเพื่อประมวลผล ดังนั้นมนุษย์จึงได้ยินและรับรู้ลักษณะของเสียงด้วยความถี่หรือความสูงของเสียงหรือพิตช์ (pitch) และความดัง (loudness) แทนที่จะเป็นความถี่และแอมพลิจูดของคลื่นเสียง ซึ่งระดับเสียงที่ต่ำหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำ และระดับเสียงแหลมสูงหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูง ส่วนความดังนั้นจะขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง



ภาพที่ 11 การทำงานของหู
ที่มา: กฤษดา (2555)

หูชั้นนอก	=	ทำหน้าที่รับเสียง
หูชั้นกลาง	=	ทำหน้าที่ส่งผ่านพลังงานกล
หูชั้นใน	=	แบ่งแยกความถี่ต่าง ๆ
ประสาทและสมอง	=	ทำหน้าที่ประมวลผลจากคลื่นเสียงที่ได้รับมา

4.3 ความดังของเสียง



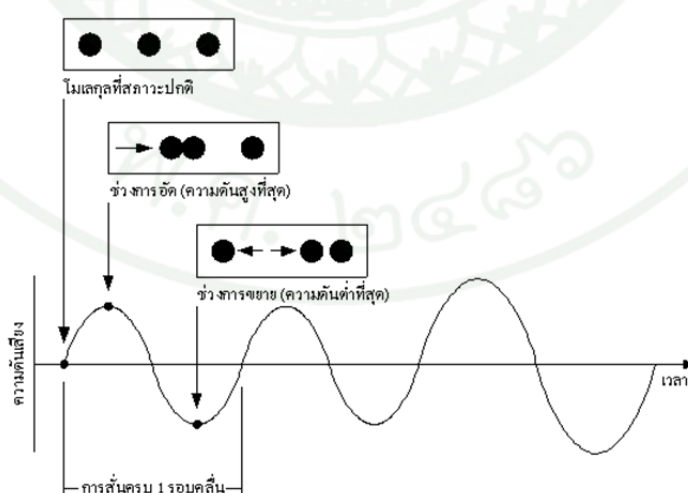
ภาพที่ 12 ระดับเสียง
ที่มา: กฤษฎา (2555)



ภาพที่ 13 ช่วงของความถี่ชนิดต่าง ๆ
ที่มา: MED-EL (2012)

4.4 เสียง

เสียง เริ่มเกิดขึ้นเมื่อวัตถุหรือแหล่งกำเนิดเสียงมีการสั่นสะเทือน ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของอากาศที่อยู่โดยรอบ กล่าวคือโมเลกุลของอากาศเหล่านี้จะเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม ไปชนกับโมเลกุลที่อยู่ถัดไป ก่อให้เกิดการถ่ายโอนโมเมนตัม จากโมเลกุลที่มีการเคลื่อนที่ให้กับโมเลกุลที่อยู่ในสภาวะปกติ จากนั้นโมเลกุลที่ชนกันนี้จะแยกออกจากกัน โดยโมเลกุลที่เคลื่อนที่มาจะถูกดึงกลับไปยังตำแหน่งเดิมด้วยแรงปฏิกิริยา และโมเลกุลที่ได้รับการถ่ายโอนพลังงานจะเคลื่อนที่ไปชนกับโมเลกุลที่อยู่ถัดไป ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นสลับกันไปมา ได้เมื่อสื่อกลาง) มีคุณสมบัติของความยืดหยุ่น (ในที่นี้คืออากาศ) Alten, (1999)การเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศนี้จึงเกิดเป็นคลื่นเสียง ภาพที่ 8 แสดงการเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศ เทียบกับลักษณะของคลื่น เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงมีการสั่นสะเทือน อาจสังเกตได้จากภาพว่า ขณะที่แหล่งกำเนิดเสียงไม่มีการสั่นสะเทือน หรือโมเลกุลของอากาศอยู่ในสภาวะปกติ ความดันเสียง (sound pressure) ในขณะนี้จะคงที่ที่ค่าหนึ่ง เมื่อโมเลกุลของอากาศมีการชนกัน ความดันอากาศจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากปกติ ส่งผลให้ความดันเสียง ณ ช่วงเวลานี้เพิ่มมากขึ้นด้วย เสมือนเป็นช่วงการอัด (compression) เกิดเป็นยอดคลื่นที่มีความดันเสียงสูงที่สุดในคลื่นเสียง และเมื่อโมเลกุลของอากาศแยกออกจากกัน ความดันอากาศจะมีค่าลดลงจากปกติ ส่งผลให้ความดันเสียง ณ ช่วงเวลานี้ลดลงด้วย เสมือนเป็นช่วงการขยาย (rarefaction) เกิดเป็นจุดที่มีความดันเสียงต่ำที่สุดในคลื่นเสียง)Alten, (1999

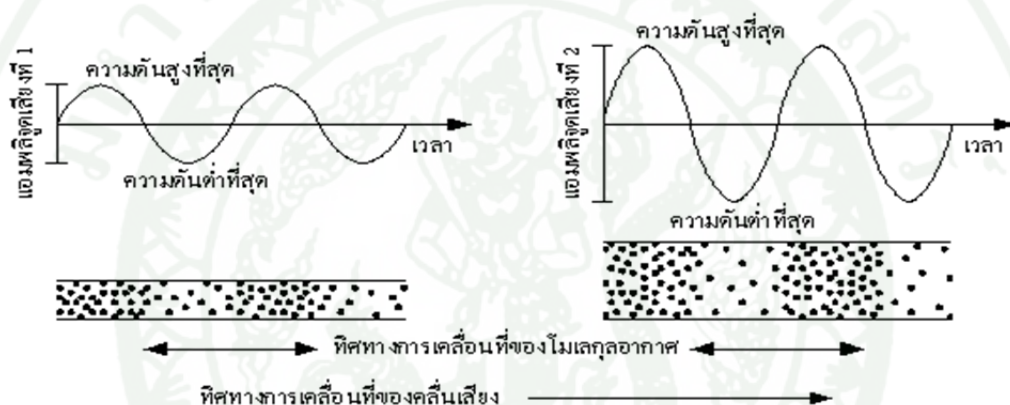


ภาพที่ 14 การเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศ เทียบกับลักษณะของคลื่น

ที่มา: Alten , 1999

ดังนั้น การสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงจากช่วงการอัดถึงช่วงการขยาย จึงเปรียบได้กับการเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ (cycle) ของคลื่น ซึ่งจำนวนรอบในเวลาหนึ่งวินาทีนี้หมายถึงความถี่ (frequency) ของคลื่นเสียง มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz) หรือรอบต่อวินาที (cps) และนอกจากนี้จำนวนโมเลกุลของอากาศที่เคลื่อนที่ทั้งในช่วงการอัดและช่วงการขยายของโมเลกุลของอากาศ ยังหมายถึงแอมพลิจูด (amplitude) ของคลื่นเสียงด้วย เช่นถ้าจำนวนโมเลกุลของคลื่นเสียงที่หนึ่ง น้อยกว่าของคลื่นเสียงที่สอง ยอดคลื่นของเสียงที่หนึ่ง ย่อมจะต่ำกว่ายอดคลื่นของเสียงที่สอง ซึ่งทำให้แอมพลิจูดของเสียงที่หนึ่ง ต่ำกว่าแอมพลิจูดของเสียงที่สอง เป็นต้น

ภาพที่ 9 แสดงจำนวนโมเลกุลของอากาศกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง



ภาพที่ 15 จำนวนโมเลกุลของอากาศกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง

ที่มา: Alten (1999)

เมื่อพิจารณาจากภาพดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเสียงเป็นคลื่นตามยาว (longitudinal wave) เนื่องจากโมเลกุลของอากาศเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง คลื่นเสียงจะเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงมีลักษณะคล้ายกับคลื่นที่เกิดขึ้นเมื่อโยนก้อนหินลงในน้ำ รูปคลื่นที่ใช้แทนคลื่นเสียงจากภาพที่ 8 และ 9 นั้นเป็นรูปคลื่นไซน์ ประกอบด้วยพลังงานที่มีเพียงความถี่เดียว จึงเรียกว่าเสียงบริสุทธิ์ (pure tones) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว เสียงที่มนุษย์ได้ยินมิใช่ในรูปของเสียงบริสุทธิ์ แต่อยู่ในรูปของคลื่นความถี่ต่าง ๆ ผสมกัน เพราะเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยิน เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีการสั่นในหลายลักษณะหรือมีหลายความถี่รวมกัน ทำให้รูปคลื่นที่เกิดขึ้นมีความซับซ้อนมากกว่าคลื่นรูปไซน์ (Rumsey and McCormick, 1994)

4.5 การควบคุมเสียง

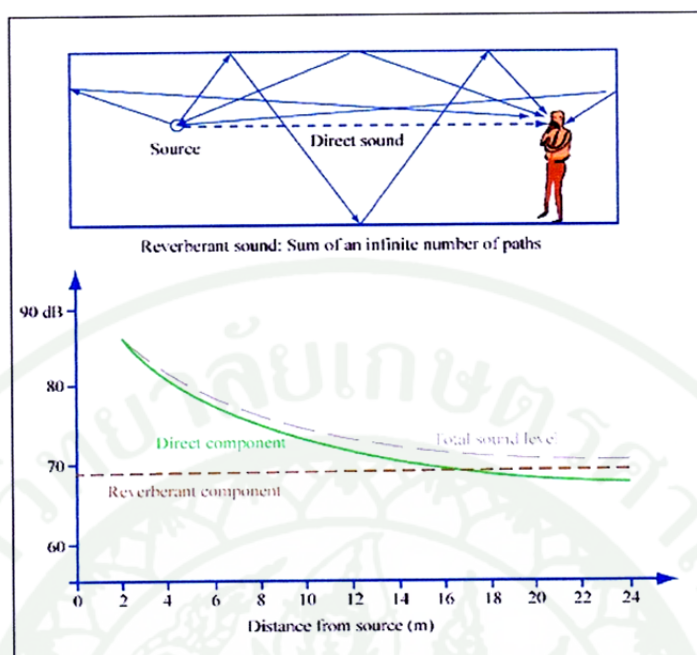
4.5.1 สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง

	A	=	(a x s) + (a x s) + (a x s)....
เมื่อ	a	=	สัมประสิทธิ์การดูดกลืนของผนัง (absorption coefficient)
	S	=	พื้นที่ผิวที่ดูดกลืนเสียง
	A	=	พื้นที่ผิวทั้งหมดที่ดูดกลืนเสียง

สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของผนังนั้นจะเท่ากับ 0 ถ้าผนังนั้นดูดกลืนเสียงไปทั้งหมด ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของผนังนั้นจะเท่ากับ 1 ถ้าผนังนั้นดูดกลืนเสียงไปใน 3 ส่วน สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของผนังนั้นจะเท่ากับ 0.75 สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของผนังจะแปรผันตามความถี่ของเสียง

4.5.2 เสียงตรงและเสียงสะท้อน

ในห้องปิดถึงแม้ว่าจะมีต้นกำเนิดเสียงเพียงอันเดียวก็ทำให้เกิดรูปแบบของเสียงที่ยู่เหนียงที่เกิดจากการสะท้อนของเสียงไปมา (interreflected sound) ในห้องปิดนั้น ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้เราเรียกว่าเสียงก้องหรือเสียงสะท้อน (reverberant sound) ดังนั้นที่จุดใด ๆ ก็ตามในห้องจะได้รับเสียง 2 เสียง คือ เสียงตรง (direct sound) และเสียงสะท้อน (reverberant sound)



ภาพที่ 16 แสดงรูปแบบของเสียง ในห้องปิด เสียงตรง และลดลงตามระยะทางต้นกำเนิดเสียง
ที่มา: L and I (1992)

4.6 การควบคุมเสียงในอาคาร

การกระทำเพื่อส่งเสริม ปรับปรุงให้เกิดสภาวะการได้ยินเสียงดีขึ้น และควบคุมลดเสียงที่ไม่จำเป็นหรือไม่ต้องการให้น้อยลง เสียงภายในอาคารประกอบด้วยเสียง 2 ชนิด คือ เสียงตรง (Direct Noise) และเสียงสะท้อน (Reverberant Noise) (ปรีชา, 2541)

4.6.1 เสียงตรงสามารถลดได้ด้วยการใช้แผงกั้นระหว่างต้นกำเนิดเสียงกับผู้ฟัง

4.6.2 เสียงสะท้อนสามารถลดได้โดยการใช้วัสดุซับเสียงที่ผนัง โดยเฉพาะผนังด้านที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนมาก

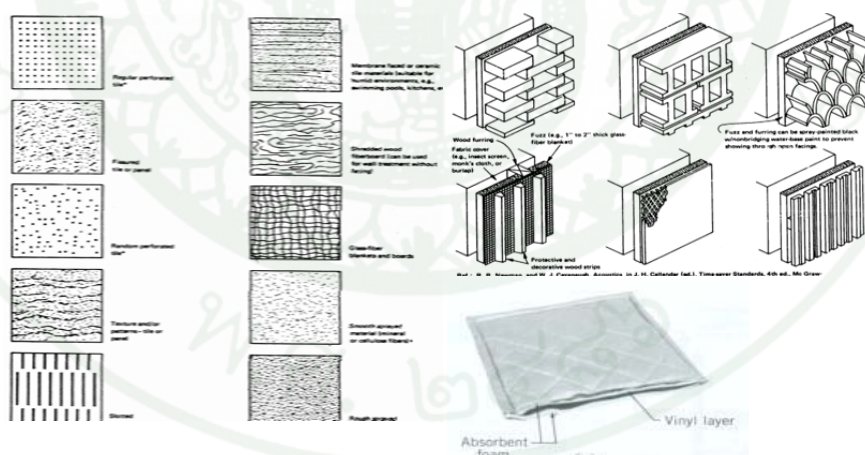
การลดเสียงที่ไม่ต้องการอาจทำได้โดยการลดเสียงสะท้อน ด้วยวัสดุควบคุมเสียง ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณลักษณะในการดูดซับเสียงดีกว่าพวกวัสดุพวกกระจก ไม้ ปูนฉาบหรือคอนกรีต คุณภาพการดูดซับเสียงของวัสดุแต่ละชนิดนั้นแปรผันตามความถี่ของเสียง ประเภทของแผ่นวัสดุ ดูดซับเสียงแบ่งได้เป็น 4 ประเภท

1) ประเภทโปรงเบาเป็นรูเหมือนฟองน้ำ (Porous) เหมาะสำหรับเสียงที่มีความถี่สูง อาทิ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยหิน ฉนวนเซลลูโลส โฟมประเภทต่าง ๆ คุณสมบัติก็แตกต่างกันออกไป ตามความแข็งแรง ความหนาแน่น

2) ประเภทที่เป็นเยื่อแผ่น (Membrane) เหมาะสำหรับเสียงที่มีความถี่ต่ำ อาทิ
หนังที่มีหลายชั้น กระดาษสองชั้น หรือการติดผ้ามันให้กับหนังหรือช่องเปิด (โชติวิทย์, 2549)

3) ประเภทคูคกลื่นเสียงกำทอน (Resonant) สามารถปรับขนาดให้เหมาะกับช่วงความถี่ของเสียงได้สามารถดูดซับเสียงคลื่นแคบ ช่วยลดเสียงสะท้อน อาทิ ผนังที่มีการออกแบบเป็นช่อง ๆ รูปแบบต่าง ๆ ซึ่งลักษณะการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความเหมาะสม อาจมีหลายลักษณะประกอบกันไปเพื่อประสิทธิภาพในการควบคุมเสียงที่เหมาะสม อาจจะหุ้มฉนวนใยแก้วด้วยแผ่นอลูมิเนียมพอยล์ เพื่อป้องกันความชื้นที่จะทำให้คุณสมบัติในการป้องกันเสียงลดลง หรืออาจใช้วัสดุทึบพื้นผิวมากประกับกับวัสดุที่มีรูพรุน (โชนิวิทย์, 2549)

4. ประเภทปรุเป็นรู มีลักษณะเหมาะสำหรับเสียงความถี่ปานกลาง สามารถปรับรูปร่างและระยะระหว่างแผ่นทั้ง 2 ให้เหมาะสมกับความถี่ของเสียงได้เช่นกัน อาทิ แผ่นดูดซับเสียงยิบซัมบอร์ดที่มีรู แผ่นซานอ้อย แผ่นไม้คอร์ก เหมาะสำหรับการเพิ่มพื้นที่ในการรับเสียง (โชติวิทย์, 2549)



ภาพที่ 17 วัสดุคูดซับเสียงประเภทต่างๆ

5. ทฤษฎีความร้อน และการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร

ในการทดสอบแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เลื่อย มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบหาค่าการนำความร้อน และแหล่งที่มาของความร้อนเพื่อนำไปพิจารณาในการทดสอบในงานวิจัยได้

ความร้อน (Heat) ความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง วัตถุต่างๆ สามารถรับ และคายความร้อนได้ ความร้อนจะถ่ายเทอยู่ตลอดเวลาจากที่ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าสู่ที่ซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่า ความร้อนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) เป็นความร้อนที่เราสามารถวัดการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของปริมาณความร้อนในสารได้ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) จะเห็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

2) ความร้อนแฝง (Latent Heat) เป็นความร้อนที่สารดูดซับไว้ (หรือปล่อยออกมา) ในขณะที่เปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซ หรือจากของแข็งกลายเป็นของเหลว โดยที่ไม่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

5.1 การถ่ายเทความร้อน (Heat Flow)

ความร้อนจะถ่ายเทอยู่ตลอดเวลาจากวัตถุที่อุณหภูมิสูงกว่าสู่วัตถุที่อุณหภูมิต่ำกว่าโดยถ่ายเทได้ 3 วิธี ดังนี้

5.1.1 การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนในเนื้อของวัตถุโดยโมเลกุลจะเคลื่อนที่แผ่กระจายโดยตลอดในเนื้อวัสดุ หรือวัตถุที่สัมผัสอัตราการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำขึ้นอยู่กับการปัจจัย 4 อย่างคือ

1) พื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนไหลผ่าน (A) โดยวัดตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนไหลมีหน่วยเป็นตารางเมตร

2) ความหนาหรือความกว้างของวัตถุ (b) หรือระยะที่ความร้อนไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งมีหน่วยวัดเป็นเมตร

3) ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างจุด 2 จุด ที่พิจารณา (dT) เช่น ผิวด้านตรงข้ามกัน $dT = T_2 - T_1$ มีหน่วยวัดเป็น K

4) ความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุ (Conductivity) ดูได้จากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนหรือค่า K - value ของแต่ละวัสดุ โดยวัดในอัตราปริมาณความร้อนไหลต่อหน่วยเวลาจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ที่อุณหภูมิแตกต่างกันต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัดที่ไหลผ่านมีหน่วยอุณหภูมิโดยวัดเป็น $W/m.^2 = W/m.k$ และสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

สูตร	C	$=$	$k/\Delta x$
เมื่อ	C	$=$	ค่าการนำความร้อน (W/m^2K)
	k	$=$	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/m^2K)
	Δx	$=$	ความหนาของวัสดุ (m.)

ความสามารถในการต้านทานความร้อนของวัสดุ (Resistivity) หรือ R-value เป็นส่วนกลับของความสามารถในการนำความร้อน : Resistivity = $1/\text{Conductivity}$ ที่แสดงประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนของวัสดุหน่วยเป็น m^2K/W สามารถคำนวณได้ดังสมการดังนี้

สูตร	R	$=$	$1/C$ หรือ $\Delta x/k$
เมื่อ	R	$=$	ค่าการต้านทานความร้อน (m^2K/W)
	C	$=$	ค่าการนำความร้อน (W/m^2K)
	K	$=$	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/m^2K)
	Δx	$=$	ความหนาของวัสดุ (m^2)

5.1.2 การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากผิววัตถุที่เป็นของแข็งไปยังของไหล หรือถ่ายเทในลักษณะกลับกันอัตราการไหลของความร้อนโดยการนำขึ้นอยู่ กับปัจจัย 3 ประการคือ

1) ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของแข็ง และของไหล (A) หน่วยเป็น ตารางเมตร

2) ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างผิววัตถุที่เป็นของแข็ง และของไหล (ΔT) หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

5.2.3 สัมประสิทธิ์ในการพาความร้อน (Convection Coefficient, h_c) มีหน่วยเป็น W/m^2K ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนืด (Viscosity) ความเร็วของการไหล และรูปร่างลักษณะ ซึ่งเป็นตัวกำหนดว่าการไหลจะเป็นแบบกระแสชั้น (Laminar) หรือไหลแบบสับสน (Turbulent)

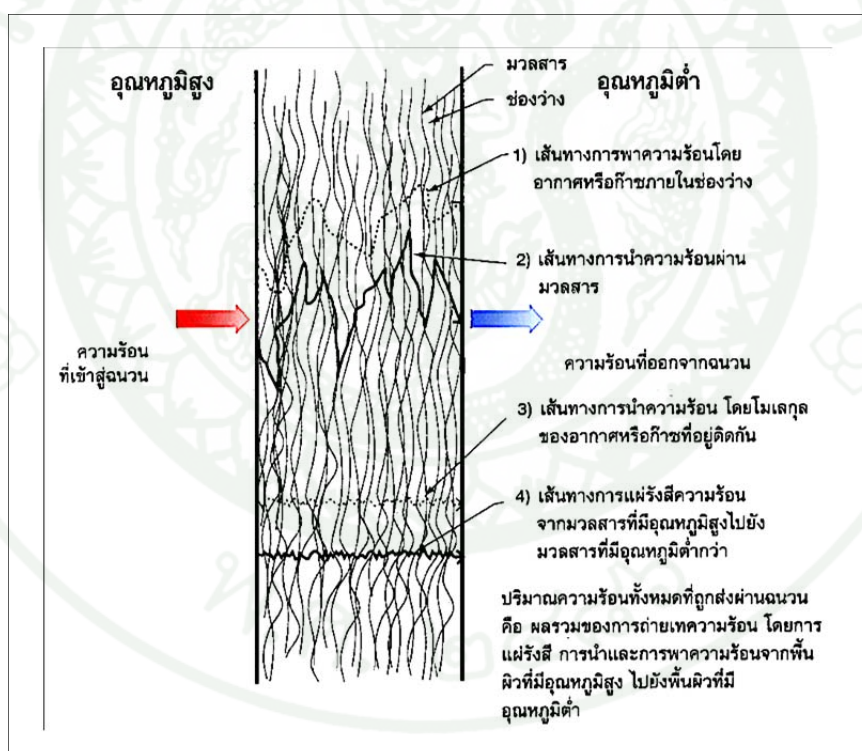
5.2.4 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) หมายถึง การถ่ายเทพลังงานความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) ในแถบช่วงความยาวของคลื่นอินฟราเรด จากพื้นผิววัตถุที่ร้อนไปสู่พื้นผิวที่เย็นกว่า โดยบางส่วนจะถูกสะท้อนกลับ บางส่วนจะถูกดูดกลืนไว้ มากน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผิววัสดุ สี การสะท้อน และความต่างของอุณหภูมิ จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางหรือสสารใดในการส่งผ่านความร้อนเหมือนการนำและการพาความร้อน

6. ฉนวนกันความร้อน (Thermal Insulation)

เนื่องจากการวิจัยแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากชีลื้อได้ทดสอบค่าความเป็นฉนวนของแผ่นขึ้นตัวอย่างจึงต้องศึกษาคุณสมบัติ ความหมาย ของฉนวนกันความร้อนในท้องตลาด ฉนวนกันความร้อน หมายถึง วัสดุที่สามารถสกัดกั้นความร้อนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของวัสดุ หรือการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ระหว่างวัสดุ

ฉนวนกันความร้อนทั่วไปเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยช่องโพรงอากาศเล็ก ๆ ที่ภายในมีลักษณะปิดทึบ (Totally Enclosed) ซึ่งเกิดจากเกล็ด (Flakes) เส้นใย (Fibers) หรือเซลล์ของวัสดุ นั่นเองที่ทำหน้าที่ต้านทานการไหลของอากาศหรือก๊าซ ทำให้ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุโดยการพาความร้อนถ่ายเทผ่านได้เพียงเล็กน้อยกระบวนการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นภายในฉนวนที่ความหนาแน่นค่าหนึ่งของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อนได้นั้น สภาพการนำความร้อนปรากฏ

(Apparent Thermal Conductivity) ที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากการพาความร้อนโดยอากาศภายในฉนวนกันความร้อนลดลง เพราะการลดขนาดของช่องอากาศระหว่างเซลล์ หรือเส้นใย ถึงแม้ว่าภายในเซลล์บางส่วนจะเกิดการแผ่รังสีความร้อนระหว่างเส้นใยแต่ละเส้นภายในฉนวนนั้นก็ตาม และเมื่อความหนาแน่นของฉนวนนั้นเพิ่มขึ้น (เส้นใยแต่ละเส้นชิดกัน) การแผ่รังสีตามทิศทางการเคลื่อนที่ของความร้อนจะลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่เส้นใยติดกันมีค่าใกล้เคียงกัน จนเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเส้นใยหรือ เซลล์เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน สภาพการนำความร้อนปรากฏจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในการใช้ฉนวนมวลสารจะมีค่าความหนาแน่นของวัสดุที่ผลิตแต่ละประเภทที่เหมาะสมค่าหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นฉนวนกันความร้อนที่ดีจึงมีสภาพการนำความร้อนปรากฏรวมต่ำสุด



ภาพที่ 18 การไหลของความร้อนผ่านฉนวนมวลสาร

ที่มา: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2543)

การแบ่งประเภทของฉนวนกันความร้อน

การแบ่งประเภทของฉนวนกันความร้อนสามารถทำได้หลายวิธี โดยเบื้องต้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แบ่งเป็นฉนวนมวลสาร และฉนวนสะท้อนความร้อน นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งแยกตามวัสดุที่ใช้ผลิต และแบ่งตามลักษณะคุณสมบัติของส่วนประกอบหลักที่ใช้ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้

1. ประเภทที่เป็นเส้นใย (Fiber) ประกอบด้วยเส้นใยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กจำนวนมาก เส้นใยเหล่านี้อาจเป็นสารอินทรีย์จากพืช หรือสารสังเคราะห์
2. ประเภทที่เป็นช่อง หรือเซลล์ (Cell) เป็นฉนวนที่ประกอบด้วยเซลล์ที่ผนังของแต่ละเซลล์ผนึกติดกันส่วนใหญ่ผลิตจากวัสดุจำพวก แก้ว พลาสติก หรือยาง
3. ประเภทที่เป็นโพร่ง หรือช่องกลวง (Granule) เป็นฉนวนที่ประกอบด้วยอนุภาคของโพร่งขนาดเล็ก โดยโพร่งเหล่านี้ติดต่อกัน โพร่งอากาศจึงทำให้ความร้อนสามารถถ่ายเทผ่านโพร่งอากาศนี้ได้
4. ประเภทที่เป็นเกล็ด หรือแผ่นเล็กๆ (Flake) เป็นฉนวนที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กที่เกาะตัวกันเข้าเป็นรูปทรงฉนวน
5. ประเภทที่เป็นแผ่นบาง (Sheet) เป็นฉนวนที่อยู่ในกลุ่มของฉนวนสะท้อนความร้อนมักทำจากวัสดุที่สะท้อนรังสีความร้อนสูง หรือมีสภาพการแผ่รังสีความร้อนต่ำมักใช้ร่วมกับฉนวนแบบที่มีช่องว่างโพร่งอากาศนี้เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำ และการพา

การพิจารณาเลือกใช้ฉนวนกันความร้อน

การลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ การเลือกใช้วัสดุที่สามารถกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารที่มีค่า R สูงทำให้อุณหภูมิภายในอาคารไม่เปลี่ยนแปลงรุนแรงเหมือนภายนอก สิ่งที่ต้องทำความเข้าใจเบื้องต้นสำหรับการเลือกฉนวนให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งวัสดุประสงค์ และลักษณะการใช้งาน สามารถกำหนดเกณฑ์การพิจารณาในการเลือกใช้งานเบื้องต้นได้ดังนี้

1. รูปแบบทางกายภาพ (Physical Forms) มีหลากหลายรูปแบบให้เลือกใช้งาน เช่น ฉนวนแบบคลุมห่ม แบบแผ่น แบบพ่น แบบฉีด ฯลฯ การเลือกใช้ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานและตำแหน่งติดตั้งให้เหมาะสม นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย ความแข็งแรง และการบำรุงรักษาด้วย

2. ความหนาแน่น (Bulk Density) และความจุความร้อน (Heat Capacity) ฉนวนที่มีคุณภาพดีจะมีค่าความหนาแน่น และความจุความร้อนที่เหมาะสมที่สุดเพียงค่าเดียว ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต ซึ่งฉนวนแต่ละชนิดจะมีค่าดังกล่าวที่แตกต่างกัน

3. อุณหภูมิในการใช้งานที่เหมาะสม (Suitability for Service Temperature) ฉนวนแต่ละชนิดมีข้อจำกัดด้านอุณหภูมิในการใช้งานแตกต่างกัน (ดูจากตารางที่ 1) การนำไปใช้งานให้เหมาะสมเป็นการพิจารณาที่สำคัญหากเลือกใช้งานไม่เหมาะสมอาจเกิดปัญหาการเสื่อมสภาพได้

ตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิของการใช้งานที่เหมาะสมกับฉนวนกันความร้อนประเภทต่างๆ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ประเภทของฉนวนที่เหมาะสม
-270 - 100	กลาสโฟม (Glass Foam), เซลลูโลสโฟม (Cellulose Foam)
100 - 500	แคลเซียมซิลิเกต, กลาสโฟม, โยแร่, ฟอยล์
>500	ฟอยล์, เซรามิกโฟม (Ceramics Foam), โยเซรามิก (Ceramics Fiber), โยคาร์บอน (Carbon Fiber)

ที่มา: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2543)

4. การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน (Thermal Expansion) อาจทำให้ประสิทธิภาพของฉนวนเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการเลือกใช้นวนจึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อให้การใช้งานฉนวนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และมีอายุการใช้งานยาวนาน

5. ความสามารถในการต้านทานความร้อน (Thermal Resistivity) ความสามารถในการต้านทานความร้อนของฉนวน (Thermal Resistance) หรือ R-Value โดยฉนวนกันความร้อนที่ดีควรมีค่าความต้านทานความร้อนสูง

6. ความต้านทานความชื้น (Resistance to Water Penetration) เป็นวัตถุประสงค์สำคัญอีกข้อหนึ่งของการใช้ฉนวนสำหรับอาคาร เนื่องจากเมื่อฉนวนกันความร้อนเกิดการเปื่อยขึ้นจะทำให้คุณสมบัติความเป็นฉนวนลดลงถึงประมาณ 23 เท่า เพราะสภาพการนำความร้อนของน้ำที่แทรกอยู่ในโพรงอากาศของฉนวนมีค่าการนำความร้อนมากกว่าอากาศ

7. ความต้านทานต่อแรงอัด (Resistance to Compaction) เป็น คุณสมบัติที่ใช้พิจารณาในการเลือกฉนวนให้เหมาะกับการใช้งานข้อหนึ่งโดยเฉพาะในบริเวณที่ต้องรับแรงอัดสูง เช่น ขอบประตูหน้าต่าง เพื่อให้ฉนวนมีอายุการใช้งานยาวนาน

8. ความแข็งแรงทางกล (Mechanical Strength) ความแข็งแรงทางกลของฉนวน หมายถึงความสามารถในการทนทานต่อแรงต่างๆ เช่น แรงอัด แรงดึง แรงเฉือน ทนต่อการกระแทก การฉีกฉีกฉีก และการบิดงอ ซึ่งความแข็งแรงทางกลจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของความหนาแน่น ขนาดของเซลล์ การเรียงตัวของเส้นใยชนิด และปริมาณของตัวประสานไปจนถึงอุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมที่นำไปใช้งานด้วย

9. อันตรายจากไฟไหม้ (Fire Hazard) การลามไฟของฉนวนกันความร้อนเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญอีกข้อหนึ่ง เนื่องจากฉนวนที่กันความร้อนได้ดีอาจมีคุณสมบัติการทนไฟไม่ดี อีกทั้งยังต้องพิจารณาว่าการเผาไหม้ของฉนวนก่อให้เกิดสารที่เป็นพิษหรือไม่ด้วย

10. ความต้านทานต่อแมลง และเชื้อรา (Resistance to Vermin & Fungus) ความต้านทานต่อแมลง และเชื้อราเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่ไม่ควรมองข้าม เนื่องจากสภาพอากาศของประเทศไทยมีความชื้นสูงทำให้ประสิทธิภาพความเป็นฉนวนต่ำลง เสื่อมสภาพ และกลายเป็นแหล่งเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และฉนวนบางชนิดโดยเฉพาะที่ผลิตจากสารอินทรีย์ เช่น เส้นใยเซลลูโลส ยังเป็นอาหาร และที่อยู่อาศัยของแมลงบางชนิดด้วย จึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้งานในแต่ละพื้นที่

11. การกันเสียง (Acoustical Resistance) ฉนวนที่มีคุณสมบัติการกันเสียงที่ดีคือฉนวนที่มีความพรุน หรือมีช่องว่างอากาศมาก เมื่อใช้ร่วมกับวัสดุที่มีน้ำหนักมากจะช่วยให้การกันเสียงได้ดีขึ้น เช่น ใยแก้ว หรือใยแร่

12. การปลอดจากกลิ่น (Freedom from Odour) การปลอดกลิ่นเป็นข้อพิจารณาสำคัญอีกข้อหนึ่ง เนื่องจากฉนวนกันความร้อนส่วนใหญ่มีสารเคมีเป็นส่วนประกอบ หากเสื่อมสภาพ หรือเกิดการเผาไหม้อาจมีการระเหยของสารเคมีทำให้เกิดอันตรายจากการสูดดม

13. ความต้านทานการกัดกร่อน และสารเคมี (Corrosion & Chemical Resistance) ในการใช้งานการเสื่อมสภาพของฉนวนจากสารเคมี หรือจากสภาพอากาศ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ฉนวนมีประสิทธิภาพลดต่ำลง ดังนั้นวิธีทำให้การเสื่อมสภาพลดลงหรือช้าลงควรพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมในการใช้งานว่าได้รับผลกระทบอย่างไรบ้าง แล้วเลือกใช้งานฉนวนที่มีความทนต่อสภาพนั้นๆ

การบำรุงรักษา (Maintenance) การบำรุงรักษาเป็นสิ่งที่แสดงถึงค่าใช้จ่ายภายหลังการติดตั้งฉนวน ซึ่งจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบการเลือกใช้นวนสำหรับอาคารส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ในการใช้งานหลายวัตถุประสงค์ควรเลือกฉนวนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสูงสุดสำหรับการใช้งานในวัตถุประสงค์นั้นๆ หรืออาจใช้นวนหลายชนิดประกอบกันเพื่อให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการเช่น การใช้นวนใยแก้วเมื่อต้องการกันความร้อน และกันเสียง หรือการใช้นวน ประเภทโฟม เมื่อต้องการกันความร้อน และกันความชื้นเป็นต้น หรือจะใช้การผสมผสานการใช้นวนสารร่วมกับฉนวน เพื่อช่วยหน่วงความร้อนไม่เข้ามาภายในอาคาร

7. แผ่นไม้ประกอบ (Wood Composites)

ในการศึกษาการขึ้นรูปและการทดสอบด้านความแข็งแรงของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เลื่อย เพื่อในการขึ้นรูปและการนำไปทดสอบมีประสิทธิภาพจึงได้ศึกษาการขึ้นรูปการเลือกลักษณะไม้หรือเศษไม้ของแผ่นไม้ประกอบเพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิจัย

แผ่นไม้ประกอบ หรือ แผ่นปาร์ติเกิล (Particle Board) หมายถึง วัสดุที่ผลิตจากชิ้นไม้ที่ถูกย่อยให้มีขนาดต่างๆ แล้วนำมารวมกันเป็นแผ่นโดยใช้ตัวประสานอินทรีย์ เช่นกาวสังเคราะห์ (Synthetic Resin) เชื่อมให้ติดกันระหว่างชิ้นวัสดุภายใต้ความร้อนและแรงอัดในการอัดร้อนแล้วยังสามารถใช้สารเติมแต่งอื่นๆ (Additives) ผสมลงในแผ่นเพื่อให้เกิดคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ ด้วย

- การแบ่งประเภทของแผ่นไม้ประกอบ

แผ่นไม้ประกอบแบ่งออกได้หลายชนิด และหลายวิธี มีเรียกชื่อแตกต่างกันไปตามลักษณะชนิดที่แบ่งนั้นๆ ซึ่งสามารถสรุปหลักเกณฑ์การแบ่งชนิดโดยทั่วไปได้ดังนี้

1. ลักษณะความหนาแน่นของแผ่น เป็นหลักเกณฑ์เพื่อใช้จำแนกชนิดของแผ่นปาร์ติเกิลในทางวิชาการ (ดูได้จากตาราง 2)

ตารางที่ 2 แสดงการแบ่งชนิดของแผ่นปาร์ติเกิลตามความหนาแน่น

ชนิดของแผ่นปาร์ติเกิล	ความหนาแน่นที่ระบุตามเกณฑ์มาตรฐาน (กก./ลบ.ม.)				
	FAO 1957	CS 236- 66	JIS A 5905- 2003	JIS A 5908- 2003	มอก. 876- 2534
Low-density(insulating type)	250- 400	< 590	< 350	-	-
Medium-density	400- 800	590-800	> 350	400-900	500-802
High- density(Hardboard type)	810- 1,200	> 800	> 800	-	-

ที่มา: กรมป่าไม้ (2550)

2. ลักษณะของชิ้นไม้ที่ใช้ผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตจากชิ้นไม้ลักษณะใดมักใช้ชื่อตามลักษณะชิ้นไม้นั้นๆ เช่น Chipboard, Flakeboard, Waferboard, Strandboard และ Shavingboard โดยชิ้นไม้ที่ผลิตปาร์ติเกิลบอร์ดจะมีลักษณะต่างกัน และ ถูกย่อยด้วยเครื่องจักรต่างกันด้วยเช่น ชิ้นไม้สับ (chips) เกล็ด (flake) เกล็ดใหญ่ (Wafer) แถบ (Strand) จี๊กบ (Planer Shaving) แท่ง (Splinter or sliver) ฝอยไม้ (Wood Wool or Excelsior) เป็นต้น

3. กรรมวิธีการอัดแผ่น การอัดขึ้นรูปขึ้นไม้ที่ผสมตัวประสาน และสารเติมแต่งอื่นๆ แล้วทำเป็นแผ่นเตรียมอัด (Form mat) เพื่อทำการอัดร้อนต่อไป ทิศทางในการให้แรงอัดในการอัดร้อนมีใช้กันอยู่ 2 ทิศทางดังนี้

3.1 Flat-Platen Pressed Particleboard เป็นการให้แรงอัดในทิศทางตั้งฉากกับระนาบของแผ่นซึ่งอาจทำเป็นแผ่น ๆ หรือ ทำต่อเนื่อง

3.2 Extruded Particleboard เป็นวิธีการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลที่นิยมกันอยู่ในปัจจุบัน โดยให้ทิศทางแรงอัดขนานกับระนาบของแผ่น ไปตามความยาวของแผ่น

4. ลักษณะ โครงสร้างของแผ่นสามารถแบ่งตามการกระจายตัวของขนาดชิ้นไม้ทางด้านความหนา มีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่

4.1 แผ่นปาร์ติเกิลชั้นเดียว (Single layer or Homogeneous particleboard) คือ แผ่นปาร์ติเกิลที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีลักษณะ และขนาดเหมือนกันมีส่วนผสมของกาว และสารแต่งเติมอย่างเดียวกันตลอดความหนาของแผ่นปาร์ติเกิล

4.2 แผ่นปาร์ติเกิล 3 ชั้น (Three layers particleboard) คือ แผ่นปาร์ติเกิลที่แบ่งตามลักษณะของชิ้นไม้ออกเป็น 3 ชั้น ตลอดความหนาแน่น ในแต่ละชั้นประกอบด้วยชิ้นไม้ที่มีลักษณะ และขนาด ไปจนถึงส่วนผสมของกาวเหมือนกัน โดยปกติใช้ชิ้นไม้ขนาดเล็ก และบางเป็นชั้นผิวหน้า และหลัง ส่วนชั้นไส้ใช้ชิ้นไม้หยาบ และใหญ่กว่าไม้ที่ใช้ทำชั้นไส้ อาจเป็นชนิดที่ต่างกันที่ใช้ทำชั้นผิวหน้า และหลังก็ได้ ปริมาณกาวที่ใช้ผสมในชั้นผิวทั้ง 2 หนามักมีปริมาณมากกว่าชั้นไส้ เพื่อให้เกิดโครงสร้างที่สมดุลกันมีผิวแข็ง และแน่นขึ้น

4.3 แผ่นปาร์ติเกิลขนาดลดหลั่น (Graddated particleboard) คือ แผ่นปาร์ติเกิลที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีขนาด และลักษณะต่างกัน โดยโครงสร้างที่อยู่ตรงแนวกลางแผ่น ตลอดความหนาจากแนวกลางแผ่นชิ้นไม้จะประกอบด้วยชิ้นไม้ขนาดใหญ่ และจะมีขนาดลดหลั่นเล็กลงหาผิวทั้งสองด้าน โดยไม่มีการแบ่งชั้นแน่นอน

5. ลักษณะการใช้ประโยชน์ แบ่งชนิดตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้แก่

5.1 แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดชนิดใช้งานภายในอาคาร (Interior Particleboard) เป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีการใช้งานในที่ๆ มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมปานกลาง เช่น ใช้เป็นฝ้าเพดาน ผนังห้อง หรือชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ ผลิตโดยใช้กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea formaldehyde) ยูเรีย-เมลามีน ฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea melamine formaldehyde) เป็นตัวประสาน

5.2 แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดเพื่อการใช้งานภายนอกอาคาร (Exterior Particleboard) ผลิตเพื่อใช้งานในที่ที่มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมทนแดดฝนได้ดี ผลิตโดยใช้กาวฟีนอล ฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol Formaldehyde) กาวเมลามีน ฟอร์มัลดีไฮด์ (Melamine formaldehyde) และกาวไอโซไซยาเนต (Isocyanate, pMDI) เป็นตัวประสานชั้นไม้

5.3 แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดสำหรับใช้ปูรองพื้น (Particleboard Floor Underlayment) หรือใช้ทำชั้นดาดฟ้าของบ้านเคลื่อนที่ เป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดทราซให้มีความหนาสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถใช้วัตถุอื่นปูพื้นได้ระดับเรียบสม่ำเสมอ

5.4 แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดสำหรับเก็บเสียง (Acoustical Particle board) เป็นแผ่นปาร์ติเกิลที่ใช้เพื่อลดการสะท้อนเสียงในห้องลง โดยการกรุผนัง และเพดาน โดยทำการประรูหรือเจาะร่องเป็นแบบต่างๆ เช่น Acousticboard เป็นต้น

6. แบ่งตามชื่อทางการค้าเป็นการแบ่งชนิดที่โรงงานผู้ผลิตตั้งขึ้นเพื่อการจดจำหน่วยที่ไม่ซ้ำกันเพื่อป้องกันผู้บริโภครู้สึกเกิดความสับสน เช่น บริษัท U.S.Plywood Corporation ในแคลิฟอร์เนีย ตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ตนเองว่า โนวอพลาซ (Novoply) บริษัท Tenex Plant ที่ โอคาโฮ ก็ตั้งชื่อว่าทีเน็กซ์ (Tenex) บริษัท Plaswood Corporation ในนิวแฮมป์ไชร์ใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ว่า พลาสวูด (Plaswood) และบริษัท เอ็มพีปาร์ติเกิลบอร์ด จำกัด ใช้ชื่อแผ่นปาร์ติเกิลทางการค้าว่า บากัสบอร์ด เป็นต้น

7. แบ่งตามลักษณะปรากฏของแผ่นปาร์ติเกิลที่ผู้ใช้งานนำไปบริโภคต่อ ซึ่งสะดวกเรียกได้แก่ แผ่นปาร์ติเกิลเปลือยผิว แผ่นปาร์ติเกิลปิดผิว แผ่นปาร์ติเกิลเคลือบผิว (วรรณม อุ่นจิตติชัย, 2541)

8. ชิ้นไม้ (Particles) ที่นำมาใช้ผลิตนั้น จะมีลักษณะต่าง ๆ กัน และถูกย่อยด้วยเครื่องจักรต่าง ๆ กันด้วย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

8.1 ชิป (Chips) หรือชิ้นไม้สับ หมายถึง ชิ้นไม้ขนาดสม่ำเสมอ ซึ่งได้จากการตัดหรือผ่าด้วยอาการคล้ายสับด้วยขวาน ในเครื่องตัดชิ้นไม้ที่เรียกว่า ชิปปเปอร์ (Chipper) คล้ายกันกับขอลูตสาหกรรมกระดาษ หรือผลิตโดยเครื่องย่อยชิ้นไม้อย่างหยาบที่เรียกว่า Hog หรือผลิตโดยเครื่อง Hammer mills เป็นต้น

8.2 เกล็ด (Flake) หมายถึง ชิ้นไม้ที่ผลิตขึ้นเป็นพิเศษ มีลักษณะบางเรียบมีทิศทางของเส้นไม้ขนาดก้นผิว ได้จากการใช้ใบมีดตัดในทิศทางขวางเส้น ซึ่งอาจเป็นด้านรัศมี ด้านสัมผัส หรือทำมุมกันระหว่างด้านทั้งสอง (radially tangentially) การตัดลักษณะนี้ทำให้ได้ชิ้นไม้ที่มีความสม่ำเสมอ

8.3 เกล็ดใหญ่ (wafer) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ดแต่ความกว้างและความหนามากกว่า

8.4 แถบ (Strand) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ด แต่มีความยาวมากเมื่อเทียบกับความกว้าง และมีความหนาสม่ำเสมอตลอดความยาวของแถบ

8.5 ชีบ (Planer Shaving) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีรูปร่างเป็นแผ่นขนาดเล็กมีความหนาไม่เท่ากัน คือ หนาที่ปลายด้านหนึ่งส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะบางและ มีลักษณะเป็นแฉกขนนก และมักจะโค้งงอด้วย ซึ่งได้จากการไสไม้ด้วยเครื่องไสไม้ชนิดหัวตัดหมุน (rotary cutterhead)

8.6 แท่ง (Splinter or Silver) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าเมื่อมองทางหน้าตัด และมีความยาวตามแนวเส้นไม้น้อยกว่า 4 เท่า ของความหนา

8.7 เม็ด (Granule) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะขี้เลื่อย ซึ่งมีความกว้าง ความยาว และความหนาเกือบเท่ากัน

8.8 ฝอยไม้ (Wood-wool or Excelsior) หมายถึง ชิ้นไม้ลักษณะแถบแต่มีความยาวกว่า และโค้งงอต้องใช้เครื่องชุดเป็นพิเศษใช้สำหรับเป็นองค์ประกอบรวมสำหรับแผ่น ปาร์ติเคิลบอร์ดบางประเภท

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตแผ่นไม้ประกอบ มีการใช้เกล็ดไม้ (Flake) ชีบ (Shavings) และใยไม้ (fibers) เป็นวัตถุดิบหลักสำคัญที่สุด แต่มีการใช้ขนาดต่างกันมาก (วรรณกรรม, 2541)

- กรรมวิธีการผลิตแผ่นไม้ประกอบ

กระบวนการผลิต และการเลือกใช้เครื่องมือในแต่ละขั้นตอนการผลิตเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงาน และผลผลิตที่ได้ รวมไปถึงต้นทุนในการผลิต เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตมีความแตกต่างกัน และมีอยู่หลายขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนต้องใช้เครื่องมือในการผลิตที่แตกต่างกันไปด้วย ขั้นตอนการผลิต และเครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน (วรรณม, 2550 : 14-18) จำแนกออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมเศษวัสดุไม้และวัสดุการเกษตร (Particle preparation) เป็นการคัดทอนลดขนาดวัตถุดิบให้มีรูปร่างและขนาดที่เหมาะสมสำหรับผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้แต่ละชนิด เครื่องมือที่นิยมใช้ได้แก่เครื่องย่อยอย่างหยาบแบบ HOGS, เครื่องทำชิป (Chippers), เครื่องตัดไม้สั้น (Cutter mills), เครื่องตอกทุบ และเครื่องตีชิ้นไม้ (Hammermill & Wing-beater mills), เครื่องกระแทกชิ้นไม้ (Impact mills), เครื่องบดเสียดสีชิ้นไม้ (Attrition mills) เป็นต้น

2. การอบชิ้นเศษวัสดุ (Particle drying) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ต้องถูกอบให้มีความชื้นต่ำ และสม่ำเสมอก่อนการผสมกาวเครื่องอบที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันปาร์ติเกิลเข้าเครื่องได้อย่างรวดเร็วในกระแสอากาศร้อนมาก และมีการหมุนเวียนอากาศอย่างรวดเร็ว เพื่อลดระยะเวลาการอบให้ความชื้นออกไปจากชิ้นไม้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังต้องป้องกันการลุกติดไฟของวัสดุที่อบเป็นเวลานานสำหรับเครื่องอบที่นิยมใช้มีหลายแบบเช่นเครื่องอบแบบหมุน (The horizontal rotating type), เครื่องอบแบบอยู่กับที่ (The horizontal fixed type) เป็นต้น

3. การคัดแยกขนาด (Particle classification) เป็นการคัดขนาดวัตถุดิบที่ได้จากการทอนลดขนาดในขั้นตอนที่ 1 ออกมาให้แต่ละขนาดมีความสม่ำเสมอเพื่อให้แผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่ได้มีโครงสร้างทางวิศวกรรมที่ดีการคัดแยกขนาดวัตถุดิบขึ้นปาร์ติเกิลมี 3 วิธีคือ

3.1 การร่อน(Screening)เป็นการคัดแยกชิ้นปาร์ติเกิลตามขนาดด้วยเครื่องร่อนชนิดต่างๆเช่นชนิดลาดเอียงโดยใช้ตะแกรงที่เหล็กร่อนแบบหมุนชนิดวงกลมโดยใช้ร่อนแบบหมุนเพื่อแยกขนาดได้ 4 ขนาด

3.2 การแยกโดยอากาศ(Air classification)เป็นการแยกตามน้ำหนักพื้นผิวของวัตถุโดยการนำวัตถุดิบที่ตัดทอนแล้วผ่านไปยังกระแสน้ำที่หมุนพัดอยู่

3.3 การร่อนผสมกับการคัดแยกด้วยอากาศ

4. การผสม (Blending) เป็นการผสมกาบ จี๊ฟี่และสารผสมอื่นๆกับวัตถุดิบชิ้นปาร์ติเกิล โดยทั่วไปทำโดยการสเปรย์กาวน้ำและจี๊ฟี่อิมัลชันบนวัตถุดิบชิ้นปาร์ติเกิลที่เคลื่อนผ่านขณะอยู่ในเครื่องผสมซึ่งการกระจายของส่วนผสมที่สม่ำเสมอขณะผสมกาบ และสารผสมอื่นๆจะทำให้ได้แผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับเครื่องผสมมี 2 แบบคือ

4.1 เครื่องผสมแบบใช้เวลาดำเนินการ (Long-retention time) แบ่งย่อยเป็นชนิดแบบกวนด้วยใบพาย (Paddle-type blenders) แบบหมุนเครื่องผสม (Rotary blenders) แบบคัดแยกชิ้นปาร์ติเกิลด้วยลมก่อนผสม (Wind-sifting or air classification blenders)

4.2 เครื่องผสมแบบใช้เวลาดำเนินการสั้น (Short-retention time) โดยทั่วไปเครื่องผสมแบบนี้จะมีขนาดเล็กกว่าเครื่องผสมแบบแรกใช้ความเร็วสูงในการผสม การบำรุงรักษาก็น้อยกว่าซึ่งมีอยู่หลายประเภทเช่น Blow-line blending, Attrition-mill blenders, Vertical blending

5. การเตรียมแผ่นก่อนอัด (Mat formation) เป็นกรรมวิธีการโรยวัตถุดิบชิ้นปาร์ติเกิลที่ผสมกาบและสารผสมอื่นๆแล้ว โดยใช้เครื่องโรยชิ้นปาร์ติเกิล (Forming machines) ซึ่งมีอยู่หลายชนิดได้แก่เครื่องโรยชิ้นปาร์ติเกิลแบบคัดแยกชิ้นปาร์ติเกิลด้วยกระแสน้ำ (Wind-sifting or air classification), เครื่องโรยแบบฟาร์นิ (Fahrni spreaders), เครื่องโรยวัตถุดิบแบบเซ็งค์ (Schenckformers), เครื่องโรยแบบ Durand micro filter, เครื่องโรยแบบ Wurtex, เครื่องโรยแผ่นแบบเรียงตัวตามเส้น (Orienting formers) เป็นต้น การโรยวัตถุดิบชิ้นปาร์ติเกิลให้มีความสม่ำเสมอทั่วแผ่นด้วยเครื่องโรยแบบต่างๆ เหล่านี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของกระบวนการผลิตเนื่องจากถ้าวัตถุดิบชิ้นปาร์ติเกิลมีการกระจายไม่สม่ำเสมอจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายสมบัติให้

เกิดความผันผวนได้ ความหนาแน่นภายในแผ่นจะไม่เท่ากัน และเกิดการคืบตัวทางความหนาที่มากเกินไปในบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงกว่านอกจากนี้การโรยแผ่นที่ไม่สม่ำเสมอก่อให้เกิดการบิดตัวหรือการโค้งงอของแผ่นได้

6. กรรมวิธีการอัด (Pressing operation) เป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้แผ่นเตรียมอัดแข็งตัว และเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันของกาวในการผลิตเป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด ขั้นตอนการอัดร้อนด้วยเครื่องอัดร้อนซึ่งมีอยู่ 2 แบบใหญ่ๆ คือแบบแท่น และแบบต่อเนื่องสำหรับเครื่องอัดร้อนแบบแท่นมีอยู่ 2 แบบคือ เครื่องอัดแบบช่องอัดหลายชั้น และเครื่องอัดแบบช่องอัดเดี่ยว หลังจากเสร็จสิ้นกรรมวิธีการอัดแล้ว จะได้แผ่นปาร์ติเกิลซึ่งจะต้องนำไปทำการตกแต่ง

- ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของแผ่นไม้ประกอบ

คุณภาพของแผ่นปาร์ติเกิลที่ผลิตสามารถวัดได้จากค่ากลสมบัติด้านความแข็งแรง (Strength) และค่าสกายสมบัติด้านความคงขนาด (Dimensional stability) ซึ่งการวัดค่ากลสมบัติด้านความแข็งแรง จะแบ่งเป็นการวัดค่าความต้านแรงด้นมอดูลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตึงฉากผิวหน้า และความยืดหยุ่นตะปูเกลียวส่วนการวัดค่าสกายสมบัติด้านความคงขนาด (Dimensional stability) นั้นสามารถหาได้จากค่าคุณสมบัติด้านการพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่น ปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งค่าที่ได้จากการวัดจะเป็นตัวชี้ถึงประสิทธิภาพในการผลิตว่าดีหรือไม่เพียงใดโดยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงและความคงขนาดของแผ่นปาร์ติเกิล (วรรณธรรม 2550 : 18-25) ได้จำแนกออกเป็น 9 ปัจจัยหลักดังนี้

1. ชนิดไม้ (Wood Species) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลเนื่องจากการเลือกไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบจะเกี่ยวเนื่องไปถึงตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเช่นชนิดของปาร์ติเกิลที่จะผลิต การเลือกใช้ชนิด และปริมาณของตัวประสาน การใช้สารเติมแต่งพิเศษปริมาณ และการกระจายความชื้นของแผ่นเตรียมอัด การเรียงเส้นของชิ้นปาร์ติเกิล ความถ่วงจำเพาะของแผ่นปาร์ติเกิลที่ผลิตได้เป็นต้นนอกจากนี้คุณสมบัติของไม้ที่ต่างชนิดกันยังเป็นตัวแปรที่ทำให้แผ่นปาร์ติเกิลมีคุณภาพต่างกัน ได้แก่ความหนาแน่นของไม้ ความสามารถในการบีบอัดของไม้ความเป็นกรดของไม้ความสามารถในการเปียกของไม้ และสาร

แทรกในไม้โดยทั่วไปชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำเมื่อนำมาผลิตเป็นปาร์ติเกิลที่มีความถ่วงจำเพาะของแผ่นระดับเดียวกันจะมีความแข็งแรงของแผ่นสูงกว่าแผ่นที่ผลิตจากชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสูงซึ่งเกี่ยวข้องกับพื้นที่สัมผัสระหว่างชิ้นไม้และระยะห่างของการสัมผัสกันระหว่างชิ้นไม้ด้วยกัน ปกติไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าจะถูกบีบอัดได้มากกว่าชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสูงกว่าภายใต้แรงอัดระดับเดียวกันระหว่างกาวกับไม้ผิวหน้าไม้ชนิดใดมีความสามารถในการเปียกสูงแสดงว่ากาวสามารถซึมซาบเข้าไปในผิวไม้ได้ดี โดยการแทรกตัวกาวไปในรูเล็กๆ (Pores) และส่วนอสัณฐาน (Amorphous regions) ของเซลลูโลสในเนื้อไม้ อีกปัจจัยที่กระทบโดยตรงต่ออัตราความเร็วในปฏิกิริยาแข็งตัวของกาวระหว่างขั้นตอนการอัดร้อนคือความเป็นกรดต่าง และความสามารถในการผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างของไม้ซึ่งหมายถึงความต้านทานของไม้ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรดเป็นด่าง

2. ลักษณะรูปร่างของชิ้นไม้ (Morphology of Particles) ขนาดรูปร่างของชิ้นไม้ทั้งขนาดความยาวความกว้างและความหนาของชิ้นไม้ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลทั้งในคุณสมบัติการต้านแรงฉีก (Modulus of Rupture) และมอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ซึ่งจะลดลงเมื่อเพิ่มความหนาของชิ้นไม้แต่ค่าทั้งสองกลับเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความยาวของชิ้นไม้ในคุณสมบัติการพองตัวด้านความหนาและการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นตามความหนาของชิ้นไม้ที่เพิ่มขึ้นและยังพบอีกว่ารูปร่างของชิ้นไม้ที่มีสัดส่วนความเพรียวน้อยและมีความอ้วนจะทำให้ชิ้นไม้มีคุณสมบัติในการอ่อนหยุ่นน้อยความเสมอกันของลักษณะเนื้อโครงสร้างของแผ่น (Uniformity of Board texture) ไม่เท่ากันทำให้เกิดปัญหามากต่อขั้นตอนการโรยแผ่นเตรียมอัดที่จะต้องแผ่นให้มีความสม่ำเสมอมากที่สุดและยังทำให้สิ้นเปลืองกาวต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าเนื่องจากชิ้นเกล็ดไม้ที่ยาว และบางกว่าย่อมมีพื้นที่ผิวสัมผัสในแนวระนาบกับชิ้นไม้ข้างเคียงที่มากกว่าจึงเพียงอาศัยละอองกาวเป็นจุดๆ (Spot-Welding) ก็เพียงพอต่อการยึดเหนี่ยวกันระหว่างชิ้นไม้

3. กาว และสารเติมแต่ง (Resin and Additive application) กาวเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้ยึดเหนี่ยวให้ชิ้นไม้ติดกันเป็นแผ่นการใช้กาว และสารเติมแต่งที่มีประสิทธิภาพผสมกับชิ้นไม้จะทำให้

แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้มีคุณภาพดีด้วย ตัวแปรที่ทำให้การผสมกาวและสารเติมแต่งกับชิ้นไม้เกิดประสิทธิภาพดีมีหลายตัวแปรได้แก่

3.1 ชนิดของกาว และสารเติมแต่งกาวในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีลักษณะดีควรมีการแข็งตัวเร็วในระหว่างการอัดที่อุณหภูมิต่ำมีความคงทนแข็งแรงและสามารถละลายได้ดีในน้ำแม้จะใช้ปริมาณน้ำน้อยกาวที่นิยมใช้เป็นตัวประสานในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดทั่วไปมี 3 ชนิด ได้แก่ กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol Formaldehyde) ใช้ผลิตแผ่นที่ต้องการความแข็งแรงมาก คงสภาพได้ดีกว่าในสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง กาวยูเรีย - ฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea formaldehyde) ใช้ผลิตแผ่นที่นิยมใช้ประโยชน์ภายในอาคารสำหรับสภาวะแวดล้อมไม่รุนแรงนักและหากต้องการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีคุณสมบัติระหว่างกาวทั้งสองชนิด ต้องใช้กาวยูเรียเสริมคุณภาพส่วนสารเติมแต่งส่วนใหญ่นิยมใช้ขี้ผึ้งเหลว และขี้ผึ้งอมัลชันเพื่อเป็นสารกันน้ำลดการขยายตัวและการดูดซึมน้ำของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด

3.2 ปริมาณกาว และสารเติมแต่งปริมาณกาวและสารเติมแต่งที่ใช้ผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของแผ่นที่ผลิตโดยทั่วไปมักจะใช้ปริมาณ 4-12 เปอร์เซ็นต์ โดยเทียบจากน้ำหนักกาวแห้งต่อชิ้นไม้และหากใช้กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea formaldehyde) นิยมใช้ปริมาณ 6-10 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมีปริมาณกาวเพิ่มขึ้นเป็น 10-20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับชิ้นไม้ที่ใช้ทำผิวหน้าสำหรับแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดโครงสร้างมากกว่า 3 ชั้น ส่วนกาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol Formaldehyde) นิยมใช้ปริมาณกาวช่วงระหว่าง 5-7 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเป็นกาว ฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ในรูปผง และกาวโพลีเมอริกไอโซไซยานเนต (pMDI, Isocyanate) มีการใช้ระหว่าง 1.5-5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกาวทั้งสองชนิดหลังใช้กันน้อยในอุตสาหกรรม เนื่องจากมักพบการกระจายของกาวบนชิ้นไม้ไม่สม่ำเสมอและพบการเกาะติดแน่นกับแผ่นโลหะรองอัดส่วนปริมาณขี้ผึ้งที่นิยมใช้ในรูปอมัลชันที่มีเนื้อขี้ผึ้งในส่วนผสมประมาณ 35-50 เปอร์เซ็นต์ และใช้ในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ ปัญหาในการใช้ขี้ผึ้งคือ หากใช้ในปริมาณมากจะทำให้ความแข็งแรงของแผ่นลดลง

3.3 ขั้นตอนการผสมกาวกับชิ้นไม้ การผสมกาวกับชิ้นไม้ในเครื่องผสมกาวต้องมีการกระจายของกาวอย่างสม่ำเสมอทั่วชิ้นไม้ ซึ่งมีหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้องปัจจัย ตั้งแต่ชนิดของเครื่องผสมกาวขนาดของตะอองกาวควรมีขนาดตะอองกาวระหว่าง 8-35 ไมครอน (10 เมตร) ซึ่งหากใช้

ละอองกาเป็นฝอยที่ละเอียดขึ้นจะช่วยให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวภายในสูงขึ้นและยังพบว่าค่าเฉลี่ยสมบัติทางด้านความต้านแรงดัด (MOR, Modulus of Rupture) และแรงยึดเหนี่ยวภายใน (IB, Internal bond) ของแผ่นจะลดลงตามขนาดของละอองกาที่ใหญ่ขึ้นนอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการพ่นกา แรงดันลมในการพ่นกา ความหนืดของกาขนาดของชิ้นไม้ที่สม่ำเสมอ อุณหภูมิของชิ้นไม้ รวมทั้งความเร็วในการกวน หรือการหมุนของเครื่องผสมเป็นต้น

4. การควบคุมความชื้น (Moisture control) ความชื้นในไม้ก่อนทำเป็นชิ้นไม้ความชื้นของชิ้นไม้ และระดับการกระจายความชื้นภายในแผ่นเตรียมอัด เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่น ตั้งแต่คุณสมบัติด้านความแข็งแรงคุณภาพผิวหน้า การใช้แรงอัดในขณะอัดร้อนของแผ่นปาร์ติเกิล การปลดปล่อยสารฟอร์มัลดีไฮด์ รวมทั้งจะมีผลต่ออัตราการฟอร์มแผ่นและความสม่ำเสมอของแผ่นเตรียมอัดแล้วยังมีผลต่อการพิจารณาวางแผนการผลิตด้วย เนื่องจากต้องคำนวณหา กำลังการอบแห้งของไม้ เพื่อให้ได้ความชื้นตามต้องการในการผลิตโดยปกติชนิดไม้ที่มีความชื้นสูง เมื่อไปแปรรูปจะได้ชิ้นไม้ที่ได้ขนาดตามต้องการมาก มีชิ้นไม้ขนาดเล็กละเอียดน้อย มีผิวเรียบดีสัดส่วนของปลายเลี่ยน (Ended grain) และการแตกน้อย ทำให้การกระจายของกาไปบนชิ้นไม้ได้ในพื้นที่ที่กว้างกว่า จึงทำให้แผ่นที่ผลิตได้มีความแข็งแรงมากขึ้นส่วนชนิดไม้ที่มีความชื้นต่ำจะได้ผลในทางตรงข้ามแต่ชนิดไม้ที่มีความชื้นสูงมากเกินไปการแปรรูปจะยาวมากกว่า ผิวชิ้นไม้มีแนวโน้มเป็นขุยซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการยึดติดของกาและยังสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งมากกว่าปกติด้วย ความชื้นของไม้ก่อนแปรรูปควรมีความชื้นที่สูงกว่าจุดหมาดของเนื้อไม้หรือมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ควรมีความชื้นสูงเกินกว่า 50-60 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่ชิ้นไม้ในแผ่นเตรียมอัดมีความชื้นสูง เมื่ออัดร้อนจะเกิดไอน้ำเป็นปริมาณมากเกินไป มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันลดลงและต้องใช้เวลาในการแข็งตัวของกานานขึ้นจึงใช้เวลาในการอัดร้อนนานขึ้นปริมาณความชื้น และการกระจายความชื้นทางด้านความหนาของแผ่นเตรียมอัดมีผลกระทบต่อแผ่นที่ผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่นแผ่นเตรียมอัดที่มีระดับความชื้นที่ผิวสูง และชื้นไล่ต่ำกว่าพบว่าปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้จะมีความแน่นที่ชั้นผิวมากกว่าชั้นไล่จึงทำให้ความแข็งแรงของชั้นผิวดีกว่าชั้นไล่แต่เมื่อเทียบกับแผ่นที่มีความชื้นที่สม่ำเสมอตลอดความหนาความแข็งแรงที่ชั้นไล่ของแผ่นข้างต้นก็จะต่ำกว่าแผ่นที่มีความชื้นสม่ำเสมอเนื่องจากความถ่วงจำเพาะต่ำกว่ำดังนั้นแผ่นที่มีความชื้นที่ผิวสูงกว่า

จึงมีความแข็งแรงด้านแรงคดและความแข็งดิ่งที่สูงกว่าแต่ในชั้นไส้ของแผ่นจะมีผลทำให้ความแข็งแรงด้านแรงยึดเหนี่ยวภายในต่ำกว่า

5. การเรียงชั้นตามขนาดชั้นไม้ (layering by particle size) การผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดชนิด 3 ชั้น หรือหลายชั้น ในกรรมวิธีการฟอร์มแผ่นมักใช้ชั้นไม้ขนาดละเอียดโรยเป็นชั้นผิว หน้า เพื่อให้แผ่นที่ได้มีผิวหน้าที่ราบเรียบสามารถนำไปใช้ปิดทับหน้าด้วยแผ่นไวนิล เมลามีน และโพลีเอสเตอร์ หรือเคลือบสีได้สวยงาม และยังใช้กาวในการปิดทับที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการปิดทับบนไม้จริง นอกจากนี้แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด 3 ชั้นยังมีความแข็งแรงของชั้นผิวกับชั้นไส้ที่ต่างกันในขณะที่น้ำหนัก และความหนาของแต่ละชั้นเท่ากัน ชั้นผิวจะมีความแข็งแรงด้านแรงคด และความแข็งแรงดิ่งสูง เนื่องจากความหนาแน่นของชั้นผิวสูงกว่าชั้นไส้ นอกจากนี้การใช้ปริมาณกาวในชั้นผิวที่สูงกว่าชั้นไส้ และเทคนิคการผลิตที่ทำให้ความชื้นของชั้นผิวสูงกว่าด้วย นับเป็นการส่งเสริมให้ความแข็งแรงของชั้นผิวให้ดียิ่งขึ้น แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดหลายชั้นที่ใช้เทคนิคการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพจึงมักให้คุณสมบัติที่ดีกว่าแผ่นชั้นเดียว

6. การเรียงตัวของชั้นไม้ (Particle alignment) โดยทั่วไปแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดมีชั้นไม้ที่เรียงตัวกันในลักษณะสุม ขวางบ้าง ตั้งบ้าง ขนาดในแนวราบตามแนวยาวของแผ่นบ้าง ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการฟอร์มแผ่น และลักษณะขนาดของชั้นไม้ แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตจากชั้นไม้ที่เรียงตัวขนานในแนวราบในทางเดียวกันมากที่สุด จะทำให้มีคุณสมบัติความแข็งแรงของด้านที่ชั้นไม้เรียงตัวขนานกันสูงกว่าแผ่นที่ชั้นไม้เรียงตัวกันแบบไม่แน่นอน ชั้นไม้ที่มีความเพรียวมาก และเรียงตัวกันดี วางขนานสลับกันระหว่างชั้นเนื้อทำเป็นแผ่น จะให้ความแข็งแรงเทียบเท่ากับไม้อัดหากผลิตเป็นแผ่นใหญ่ และหนา โดยการใช้ชั้นเกล็ดไม้ที่ยาวและเพรียวมาก เช่น แผ่น OSB สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นไม้โครงสร้างได้

7. การควบคุมการอัดร้อน และการลดหลั่นของความหนาแน่น (Hot pressing control and density profile) แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตได้โดยทั่วไป จะมีการกระจายความหนาแน่นไม่เป็นลักษณะเดียวกันตลอดทั้งแผ่น เนื่องจากจะทำให้แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดทั้งแผ่นมีความแข็งแรงลดลง

จากแรงยึดเหนี่ยวภายในของชั้นไม้ที่ดำเนินไปในขณะทำการอัดร้อนระยะเวลาในการอัดประมาณ 10-30% ของระยะเวลาทั้งหมดเป็นเวลาแทนที่แทนอัดกดทับแผ่นจนถึงความหนาที่กำหนดไว้ส่วนที่เหลือเป็นเวลาที่อัดแผ่น. ระดับความหนาที่กำหนดด้วยแรงดันสูงเพื่อให้แผ่นแข็งตัวเป็นรูปทรงที่คงที่ได้ผิวหน้าจึงได้รับความร้อนสูงจากการที่สัมผัสกับแทนอัดก่อนความชื้นที่ผิวหน้าจะกลายเป็นไอน้ำที่ส่งผลให้ผิวหน้าเกิดการขึ้นรูปแข็งตัว และกระชับแน่นจนมีความแน่นสูง การควบคุมการอัดร้อนโดยเฉพาะระยะเวลาแทนอัดที่บีบแผ่นจนถึงความหนาที่กำหนดเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงความลดหลั่นของความหนาแน่นของแผ่นได้ทำให้แรงยึดเหนี่ยวภายในความต้านแรงดัดและความแข็งดิ่งของแผ่นดีขึ้นการใช้ระยะเวลาในการปิดแทนอัดที่ช้า (ระยะเวลาที่แทนอัดบีบแผ่นจนถึงความหนาที่กำหนด) สามารถปรับปรุงคุณสมบัติแรงยึดเหนี่ยวภายในสูงขึ้นได้และส่งผลให้ความหนาแน่นมีการกระจายตัวจากชั้นไม้ถึงชั้นผิวได้สม่ำเสมอว่า การใช้ระยะเวลาในการปิดแทนอัดที่เร็วทำให้แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้มีคุณสมบัติด้านแรงดัดและความแข็งดิ่งสูงขึ้นแต่แรงยึดเหนี่ยวภายในต่ำและบริเวณขอบตรงกลางอาจเกิดเป็นรูพรุนขึ้นได้ หากใช้ระยะเวลาในการปิดแทนอัดที่เร็วควรใช้แรงดันที่สูงกว่าปกติสำหรับการใช้อุณหภูมิในการอัดที่สูงขึ้นจะช่วยเพิ่มความหนาแน่นในชั้นไม้และลดความหนาแน่นในชั้นผิวได้ เนื่องจากความร้อนจะเคลื่อนที่ไปยังไม้ได้เร็วขึ้น แต่ควรระมัดระวังการเกิดการแข็งตัวในชั้นนอกของผิวก่อนแรงดันที่ใช้ในการอัดร้อนเพื่อผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดความหนาแน่นปานกลาง ($0.40-0.80 \text{ g/cm}^3$) มีการใช้กันอยู่ในช่วง $1.5-3.5 \text{ N/mm}^2$ อุณหภูมิในการอัดร้อนประมาณ 160-220 องศาเซลเซียส สำหรับกาวฟีนอลและประมาณ 140-220 องศาเซลเซียส สำหรับกาวยูเรียส่วนระยะเวลาในการอัดโดยทั่วไปสำหรับแผ่นที่ต้องการความหนา 20 มม. ใช้เวลาในการอัดร้อน 10-12 นาทีหรือเท่ากับ 0.5-0.6 นาทีต่อความหนา 1 มม. อย่างไรก็ตามทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วยเช่นปริมาณและชนิดของตัวคะตะลิสต์อุณหภูมิในการอัด เป็นต้น

8. ความหนาแน่นของแผ่น (Board density) ความหนาแน่นของแผ่นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของแผ่นการเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นจะส่งผลให้ชั้นไม้ที่ผสมกาวแล้วจับ หรือสัมผัสระหว่างกันใกล้ชิดแน่นขึ้น อีกทั้งยังทำให้มีความต้านทานจากการกระทำทางกล (Mechanical loads) ได้ดีด้วยซึ่งหากเป็นแผ่นที่มีความหนาแน่นต่ำจะทำให้มีช่องว่าง (Voids)

ระหว่างขึ้นไม้มากทำให้การยึดติดของกาวไม่มีประสิทธิภาพแต่การเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นจะมีผลกับคุณสมบัติความคงขนาด (Dimensional stability) ที่ถูกนำไปใช้แช่น้ำหรือในที่ที่มีความชื้นที่สูงเนื่องจากไม้ส่วนใหญ่เมื่อเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นมากขึ้นแล้วหลังจากดูดซึมความชื้นแล้วการพองตัวทางความหนาและการขยายตัวตามความยาวจะมากขึ้นด้วย

9. การปรับสภาวะของแผ่นก่อนใช้งาน (Conditioning) หลังจากทำการอัดร้อนแล้วแผ่นที่ผ่านการอัดร้อนจะถูกนำไปพักให้เย็นลงบนตะแกรงวงล้อหรือกองสุ่มร้อน (Hot stacking) โดยการกองสุ่มร้อนที่อุณหภูมิของกองสุ่มระหว่าง 50-60 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 1-4 วันจะช่วยปรับปรุงให้เกิดการดูดซึมน้ำน้อยลงได้เนื่องจากการกองสุ่มร้อนมีผลทำให้ซี่ฟingers ที่เกาะอยู่พื้นผิวของขึ้นไม้เป็นหย่อมๆเกิดการไหลเยิ้มกระจายออกส่งผลให้การกันซึมน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้นนอกจากนี้ยังช่วยให้ความชื้นที่แตกต่างกันในแผ่นมีความสม่ำเสมอได้มากขึ้นช่วยลดความเครียดภายในแผ่นที่อาจทำให้แผ่นบิดงอได้แต่ก็มีข้อเสียคืออาจทำให้แรงยึดของกาวแตกแยกลงได้หากมีความชื้นและใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปทำให้คุณสมบัติความแข็งแรงของแผ่นลดน้อยลง

8. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรพงษ์ (2551) ได้ทำการศึกษาการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเส้นใยชานอ้อยผสมกับขึ้นไม้ต้นมันสำปะหลังใช้เป็นผนังภายในอาคารอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปริมาณเส้นใยชานอ้อยกับขึ้นไม้ต้นมันสำปะหลังและกาวไอโซไซยานูเรทรวมถึงความหนาแน่นและแรงอัดที่ใช้ในการอัดแผ่นพบว่าแผ่นขึ้นไม้อัดจากเส้นใยชานอ้อยผสมกับขึ้นไม้ต้นมันมีความแข็งแรงเชิงกลและความคงขนาดของแผ่นเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก2547-876.) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากชีเลื่อย ที่ต้องทดสอบหาสัดส่วนอัตราส่วนผสมของวัสดุประสานกับชีเลื่อยแล้วนำไปทดสอบความแข็งแรงเชิงกลและความคงขนาดของแผ่นเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ)มอก(2547-876.ต่อไป

พรชัย (2553) ได้ทำการศึกษาปริมาณของกาวแป้งผสมและขนาดผงจากเปลือกมะขามต่อคุณสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัด : โดยการศึกษาปริมาณของกาวแป้งผสม (20, 25 และ 30 กรัม/100 มิลลิลิตร) กับขนาดของเปลือกมะขาม (7, 12 และ 20 เมช) ที่มีต่อคุณสมบัติเชิงกล (สัมประสิทธิ์การแตกหัก) และคุณสมบัติทางกายภาพ (ความหนาแน่น, ค่าการดูดซับน้ำและค่าการพองตัวตามความหนา) ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกมะขามการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดใช้เปลือกมะขามผสมกับกาวแป้งและอัดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสที่ความดัน 1,500 psi เป็นเวลา 8 นาที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากจีเลื่อย ที่มีขั้นตอนการอัดขึ้นรูปจากเครื่องอัดความร้อน ได้ศึกษาอุณหภูมิ ความดัน และระยะเวลาในการอัด เพื่อนำไปวิเคราะห์ใช้ในงานวิจัยในการขึ้นแผ่นเพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

สุทินัย (2554) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้หญ้าสลาบลวงเป็นฉนวนกันความร้อนเข้าสู่อาคาร: พบว่าการใช้หญ้าสลาบลวงเป็นฉนวนกันความร้อนสามารถกันความร้อนได้ใกล้เคียงกับวัสดุในท้องตลาด ซึ่งจากงานวิจัยนี้สามารถเป็นเอกสารอ้างอิงเพื่อนำไปเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบหาค่าความเป็นฉนวนของของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากจีเลื่อยกับฉนวนกันความร้อนในท้องตลาดต่อไป

ธนัญชัย (2548) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร: เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวน พบว่าการใช้ฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสามารถกันความร้อนได้ใกล้เคียงกับวัสดุในท้องตลาด เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่นำวัสดุเหลือใช้จากการการเกษตรมาใช้ในการทดสอบเป็นข้อมูลอ้างอิงที่สามารถทำให้ทราบข้อมูลของปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและทรัพยากรชีวมวล เพื่อนำมาผลิตเป็นวัสดุกันความร้อนได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

แผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อย จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอนประกอบด้วย รายละเอียด ดังนี้

1. วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการผลิตแผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อย

1.1 ขี้เลื่อยไม้ยางพารา



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 19 ขนาดต่างๆของขี้เลื่อยหลังจากได้คัดเลือกแล้ว (ก) ขี้เลื่อยชนิดหยาบมาก (ข) ขี้เลื่อยชนิดหยาบปานกลาง (ค) ขี้เลื่อยชนิดละเอียด

1.2 วัสดุประสาน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 20 วัสดุประสาน (ก) ผงซีเมนต์ (ข) น้ำมันยาง

1.3 อุปกรณ์สำหรับใช้ผสมเพื่อขึ้นรูปแผ่นบุผนัง



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 21 อุปกรณ์สำหรับใช้ผสมเพื่อขึ้นรูปแผ่นบุผนัง (ก) ขามผสมวัสดุ (ข) ถุงมือยาง (ค) ตาชั่ง เพื่อชั่งส่วนผสม (ง) แม่แบบไม้ ขนาด 25x25x1.5 ซม. (จ) กระดาษไข

1.4 เครื่องอัดด้วยความร้อน



ภาพที่ 22 เครื่องอัดความร้อน

2. วัสดุและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดลอง

2.1 เครื่องทดสอบการรับกำลังแรงอัด Universal Testing Machine (UTM) ขนาด 20 ตัน รุ่น CY-6040A4 ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 1\%$



ภาพที่ 23 เครื่องทดสอบการรับกำลังแรงอัด

2.2 เครื่องทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน Heat Flow Meter Instrument รุ่น HC-074 ของ Eco Instrument Co., Ltd. ตามมาตรฐาน ASTM-C518 ค่าความคลาดเคลื่อน ± 1 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 24 เครื่องทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

2.3 เครื่องทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง (Acoustic Material Testing)



ภาพที่ 25 เครื่องทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง

2.4 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

2.5 ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ (103 ± 2) องศาเซลเซียส

2.6 แคลิเปอร์แบบเลื่อน (Sliding Caliper)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 26 (ก) เครื่องชั่ง (ข) ตู้อบ (ค) แคลิเปอร์แบบเลื่อน

2.7 เครื่องกด ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 N หรือ 5 เปอร์เซ็นต์

2.8 เครื่องดิง ซึ่งสามารถใช้แรงดิงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที

2.9 แผ่นดิงซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 mm x 50 mm



(ก)



(ข)

ภาพที่ 27 (ก) เครื่องดิ่ง (ข) แผ่นดิ่ง

2.10 ตะปูเกลียว ชนิดหัวจมแบบผ่าที่เป็นไปตาม มอก.499 ขนาดระบุ 4.1 ความยาว 40 mm. หรือที่มีขนาดใกล้เคียง



ภาพที่ 28 ตะปูเกลียว

วิธีการ

งานวิจัยนี้ มีกระบวนการเพื่อการขึ้นรูปแผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อยที่มีวัสดุประสานที่ได้จากธรรมชาติ คือ ผงซันและน้ำมันยาง ไม่ใช่กาวยูเรียฟอรั่มลดีไฮด์เป็นวัสดุประสาน ดังนั้นขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมขี้เลื่อยที่มีขนาดหยาบ (จ๊กบ) ผงซันและน้ำมันยาง เพื่อขึ้นรูปสำหรับใช้เป็นแผ่นทดลอง

ในการรวบรวมขี้เลื่อยโดยจัดหาขี้เลื่อยที่ได้จากโรงงานแปรรูปไม้ การทำอุตสาหกรรมเครื่องเรือนโดยขี้เลื่อยที่ได้นำมาทดลองคือขี้เลื่อยที่ได้มาจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา เนื่องจากเป็นไม้ที่นิยมนำมาทำเครื่องเรือนและปริมาณมากในโรงงานอุตสาหกรรมโดยการคัดแยก ความละเอียดของขี้เลื่อย ซึ่งจากการไซกบสามารถคัดแยกลักษณะของขี้เลื่อยออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆดังนี้

1. ขี้เลื่อยที่มีความหยาบมาก
2. ขี้เลื่อยที่มีความหยาบปานกลาง
3. ขี้เลื่อยที่มีความหยาบน้อยค่อนข้างละเอียด

เมื่อได้นำขี้เลื่อยทั้ง 3 ชนิดมาผสมกับวัสดุประสาน คือ ผงซัน และน้ำมันยาง โดยในขั้นตอนแรกนี้ได้ผสมวัสดุประสานและขี้เลื่อยทั้ง 3 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่เท่ากัน คือ 1 : 1 : 1 เพื่อคัดเลือกขี้เลื่อยเพื่อนำมาให้ทดสอบต่อไป ดังนี้

ตารางที่ 3 ขั้นตอนการผสมอัตราส่วนเพื่อเลือกลักษณะจีเลื้อยเพื่อนำมาเป็นชิ้นตัวอย่าง

ขั้นตอนการผสมอัตราส่วนเพื่อเลือกจีเลื้อยเป็นชิ้นตัวอย่าง			
ลำดับชิ้น	ลักษณะจีเลื้อย	รูปภาพ	ผลที่ได้
1	จีเลื้อยหยาบมาก		เห็นพื้นผิวจากเศษจีเลื้อยที่ชัดเจนสวยงาม แข็งตัวได้เร็วกว่าจีเลื้อยชนิดละเอียดมาก และหยาบปานกลาง เกาะตัวกันแน่นเป็นรูปทรงตามแม่พิมพ์ได้เร็วกว่าลักษณะจีเลื้อยชนิดอื่นสามารถแกะแม่พิมพ์ได้เมื่อทิ้งไว้แห้งใช้เวลาในการเสีงตัวให้แห้งแต่ขั้นตอนในการผสมมีส่วนผสมจะเข้ากันได้ยากกว่าจีเลื้อยชนิดอื่น
2	จีเลื้อยชนิดหยาบปานกลาง		เห็นพื้นผิวจากเศษจีเลื้อยน้อยกว่าชิ้นตัวอย่างแรก แข็งตัวได้ช้า จีเลื้อยกับวัสดุประสานเมื่อผสมด้วยมือเข้ากันได้เร็วกว่าจีเลื้อยชนิดหยาบ แต่เมื่อใส่ในแม่พิมพ์แล้วจีเลื้อยไม่สามารถคงรูปได้ในทันที ต้องทิ้งระยะเวลาไว้ให้ส่วนผสมแห้งจึงสามารถถอดแม่พิมพ์ออกได้โดยวัสดุที่ไม่ติดกับแม่พิมพ์

ตารางที่ 3 ขั้นตอนการผสมอัตราส่วนเพื่อเลือกลักษณะจีเลื่อยเพื่อนำมาเป็นชิ้นตัวอย่าง (ต่อ)

ขั้นตอนการผสมอัตราส่วนเพื่อเลือกจีเลื่อยเป็นชิ้นตัวอย่าง			
ลำดับชิ้น	ลักษณะจีเลื่อย	รูปภาพ	ผลที่ได้
3	จีเลื่อยชนิดหยาบมาก		เมื่อผสมจีเลื่อยที่ละเอียดมากกับวัสดุประสานเป็นเนื้อเดียวกันจึงทำให้ชิ้นงานมีผิวหน้าที่ค่อนข้างละเอียดเนียนเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อเทลงในแม่พิมพ์ความเหลวของของส่วนผสมที่เป็นน้ำมันยางทำให้คายความชื้นได้น้อยทำให้ชิ้นงานไม่แข็งตัวแม้ทิ้งไว้เวลานานก็ไม่สามารถถอดแม่พิมพ์ออกได้เนื่องจากส่วนผสมมีความข้นเหนียวติดกับแม่พิมพ์ไม่สามารถนำมาทดสอบได้ผิวหน้าที่เหนียวเมื่อทิ้งไว้ให้แห้งเองตามธรรมชาติจึงมีฝุ่นละอองมาเกาะพื้นผิวจึงไม่เหมาะในการนำไปทดสอบ

โดยเลือก จีเลื่อยที่มีลักษณะหยาบที่สุด (จีกบ) เนื่องจากมีลักษณะพื้นผิวที่สวองงามและมีความแข็งตัวเร็วที่สุด คายความชื้นได้ดี มีความพรุนของเศษไม้ซึ่งเป็นจุดสังเกตที่สามารถนำไปทดสอบได้ว่าจะสามารถดูดซับเสียงได้ดี กันความร้อนได้จากเกาะตัวเป็นแผ่นของจีเลื่อยและวัสดุประสาน เมื่อเทียบกับลักษณะจีเลื่อยชนิดอื่น จึงเลือกจีเลื่อยที่มีลักษณะหยาบที่สุดมาทำเป็นชิ้นตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบ ต่อไป



(ก.)

(ข.)

(ค.)

ภาพที่ 29 วิธีการชั่งวัสดุเพื่อใช้ในการขึ้นรูป (ก) การชั่งขี้เลื่อยลักษณะหยาบ (ข) การชั่งผงขี้เลื่อย (ค) การชั่งน้ำมันยาง

ขั้นตอนที่ 2 การผลิตต้นแบบแผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อยที่มีอัตราส่วนผสมที่ต่างกัน

ในการผสมวัสดุประสาน คือ ผงขี้เลื่อย กับน้ำมันยางใช้อัตราส่วนผสมที่เท่ากันเพื่อให้มีความเหนียวและความชื้นในการยึดเกาะกันสามารถยึดเกาะกับขี้เลื่อย โดยกำหนดอัตราส่วนผสมขี้เลื่อย: น้ำมันยาง: ผงขี้เลื่อย โดยน้ำหนัก ดังนี้ 2: 1: 1, 2.0: 1.5: 1.5 และ 1: 1: 1 ในการขึ้นรูปในเบื่องค์ใช้วิธีการผสมด้วยมือและเทส่วนผสมในแม่แบบทิ้งให้แห้งด้วยวิธีธรรมชาติ พบว่า วิธีการดังกล่าว ทำให้ ได้แผ่นทดลองที่มีความแข็งแรงน้อย แห้งตัวช้า และมีกลิ่น จึงยังไม่เหมาะกับการนำไปใช้งาน



(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 30 แผ่นทดสอบที่ขึ้นรูปจากการผสมวัสดุด้วยมือและทิ้งให้แห้งด้วยวิธีธรรมชาติโดย ใช้ อัตราส่วน ขี้เลื่อย: น้ำมันยาง: ผงขี้เลื่อย โดยน้ำหนัก (ก) 2 : 1 : 1 (ข) 2.0 : 1.5 : 1.5 (ค) 1 : 1 : 1

โดยวิธีที่เหมาะสมต่อการผลิตเพื่อใช้ทดสอบ คือ การขึ้นรูปแผ่นด้วยการอัดความร้อน ด้วยเครื่องอัดความร้อน โดยทดสอบขึ้นรูปเพียงอัตราส่วนเดียว คือ 1 : 1 : 1 เพื่อหาอุณหภูมิ และ เวลา ที่เหมาะสม ในการอัดความร้อนที่มีผลต่อการยึดเกาะของวัสดุประสาน โดยเริ่มต้นอัดที่ อุณหภูมิ ดังต่อไปนี้

1) 60 องศาเซลเซียส พบว่าความร้อนไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นน้ำมันยางและผงชันให้ยึดเกาะกับจีลีส้อยภายในที่อยู่ใต้ชั้นผิวหน้าได้ เมื่ออัดในเวลา 5 นาที ทำให้ขึ้นตัวอย่างหลุดร่นจากแม่แบบได้ง่าย เมื่ออัดในเวลา 10 นาที จีลีส้อยที่อยู่บนผิวหน้าเกิดการไหม้และมีสีคล้ำ ทำให้พิสุจน์ได้ว่าอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เวลา 5-10 นาที ไม่สามารถขึ้นรูปเพื่อนำไปเป็นชิ้นตัวอย่างได้

2) 80 องศาเซลเซียส พบว่าความสามารถในการกระตุ้นน้ำมันยางและผงชันให้ยึดเกาะกับจีลีส้อยได้ดีมากยิ่งขึ้น เมื่ออัดในเวลา 5 นาที ขึ้นตัวอย่างยึดเกาะกันมากขึ้นแต่ไม่สามารถถอดแม่แบบออกได้ทันทีเมื่อขึ้นตัวอย่างแห้งลง เมื่ออัดในเวลา 10 นาที ขึ้นตัวอย่างเกาะตัวกันได้ดีมากขึ้น สามารถขึ้นรูปในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 ได้ทำให้พิสุจน์ได้ว่าอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที สามารถขึ้นรูปเพื่อนำไปเป็นชิ้นตัวอย่างได้

3) 100 องศาเซลเซียส พบว่าความสามารถในการกระตุ้นน้ำมันยางและผงชันให้ยึดเกาะกับจีลีส้อยได้ดีมากยิ่งขึ้น เมื่ออัดในเวลา 5 นาที ขึ้นตัวอย่างยึดเกาะกันได้ดีสามารถถอดแม่แบบออกได้ทันทีเมื่อขึ้นตัวอย่างแห้งลง เมื่ออัดในเวลา 10 นาที ขึ้นตัวอย่างเกาะตัวกันได้ดีมากขึ้นพื้นผิวเรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้พิสุจน์ได้ว่าอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส สามารถขึ้นรูปขึ้นตัวอย่างได้ทั้ง เวลา 5 และ 10 นาที

4) 120 องศาเซลเซียส พบว่าความสามารถในการกระตุ้นน้ำมันยางและผงชันให้ยึดเกาะกับจีลีส้อยได้ดียิ่งขึ้น เมื่ออัดในเวลา 5 นาที ขึ้นตัวอย่างยึดเกาะกันได้ดีแต่ไม่สามารถถอดแม่แบบออกได้ทันทีเนื่องจากมีน้ำมันยางไหลออกมายึดเกาะกับแม่แบบจากการอัดความร้อนในอุณหภูมิสูง เมื่ออัดในเวลา 10 นาที ความร้อนและระยะเวลาทำให้น้ำมันยางไหลออกมาในขณะที่อยู่ในเครื่องอัดความร้อน ทำให้พิสุจน์ได้ว่าอุณหภูมิที่ 120 องศาเซลเซียส สามารถขึ้นรูปขึ้นตัวอย่างได้ทั้ง เวลา 5 และ 10 นาที

5) 140 องศาเซลเซียส พบว่าความสามารถในการกระตุ้นน้ำมันยางและผงชันให้ยึดเกาะกับจีลีส้อยได้ดียิ่งขึ้น เมื่ออัดในเวลา 5 นาที ความร้อนและระยะเวลาทำให้น้ำมันยางไหลออกมาในขณะที่อยู่ในเครื่องอัดความร้อนน้ำมันยางไหลออกมายึดเกาะกับแม่แบบเนื่องจากการอัดความร้อนใน

อุณหภูมิสูง เมื่ออัดในเวลา 10 นาที ความร้อนทำปฏิกิริยากับน้ำมันยางทำให้เกิดการเผาไหม้ของน้ำมันยางและขี้เถ้าทำให้ผิวหน้าที่ไหม้แยกตัวออกมาจากเนื้อภายในแผ่นจึงทำให้แผ่นไม่สามารถยึดเกาะกันได้ ทำให้พิสูจน์ได้ว่าอุณหภูมิที่ 140 องศาเซลเซียส ไม่สามารถขึ้นรูปขึ้นตัวอย่างได้ทั้งเวลา 5 และ 10 นาที

จึงสรุปได้ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เถ้าคืออุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส อัตราส่วนผสมที่กำหนด คือ ขี้เถ้า: น้ำมันยาง: พงชัน โดยน้ำหนัก 2: 1: 1, 2.0: 1.5: 1.5 และ 1: 1: 1 การอัดขึ้นรูปแผ่นใช้กรรมวิธีการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้ความดัน 100-80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 5 และ 10 นาที ซึ่งผลิตแผ่นบุผนังภายในที่มีส่วนผสมที่แตกต่างกันเพื่อทำการทดสอบหาคุณสมบัติให้ได้ตามมาตรฐาน มอก-876. (2547การดูดซับเสียง และการลดความร้อนเข้าสู่อาคารโดยมีอัตราส่วนผสมระหว่าง ขี้เถ้า พงชัน และน้ำมันยาง) ตารางที่(3)

ตารางที่ 4 แสดงอัตราส่วนการผลิตชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดสอบ

ปริมาณ	อัตราส่วนตามปริมาณแม่แบบ				เวลาอัด/ นาที	จำนวน (แผ่น)
	สัดส่วน ผสม	ขี้เถ้า (กรัม)	พงชัน (กรัม)	น้ำมันยาง (กรัม)		
		2	1	1		
937.50	A	468.75	2364.38	234.38	10	2
	A1	468.75	234.38	234.38	5	2
		2.0	1.5	1.5		
	B	375.00	281.25	281.25	10	2
	B1	375.00	281.25	281.25	5	2
		1	1	1		
	C	312.50	312.50	312.50	10	2
	C1	312.50	312.50	312.50	5	2

ขั้นตอนที่ 3 การผลิตแผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อย ด้วยเครื่องอัดความร้อน ทำการผลิตแผ่นตัวอย่างทั้งหมด 12 แผ่น ด้วยขนาดกว้าง 25 ซม. ยาว 25 ซม. สูง 1.5 ซม.

นำขี้เลื่อยและวัสดุประสาน คือ ผงชัน และ น้ำมันยาง ซึ่งให้ได้ตามอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้ผสมในภาชนะที่เตรียมไว้จากนั้นนำมาบรรจุใส่ในแม่แบบการอัดขึ้นรูปแผ่นใช้กรรมวิธีการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสโดยใช้ความดัน 80-100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 5 และ 10 นาที แล้วนำแผ่นที่ได้พักไว้ในบริเวณที่มีลมและแสงแดดส่องผ่านอย่างน้อย 3 วันก่อนนำไปตัดและทำการทดลอง



(ก) ขี้เลื่อย



(ข) ผงชัน



(ค) น้ำมันยาง



(ง) ขั้นตอนการผสม

ภาพที่ 31 ขั้นตอนการชั่งอัตราส่วนและการผสมวัสดุ (ก) ขี้เลื่อย (ข) ผงชัน (ค) น้ำมันยาง (ง) ขั้นตอนการผสม



ภาพที่ 32 ใส่ส่วนผสมทั้งหมดลงในแม่แบบอัดในเครื่องอัดความร้อน



ภาพที่ 33 แผ่นตัวอย่างเมื่ออัดความร้อนเรียบร้อยแล้ว

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) การทดสอบหาค่าการดูดซับเสียงและการทดสอบคุณสมบัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก2547-876.) ภายในห้องปฏิบัติการ

1. การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k)

ในการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ได้ทำการผลิตชิ้นงาน จำนวน 6 แผ่น ในแต่ละแผ่นมีอัตราส่วนผสมและเวลาในการอัดความร้อนที่แตกต่างกัน คือ จี๊เลื่อย: พงชัน: น้ำมันยาง 2: 1: 1, 2.0: 1.5: 1.5 และ 1: 1: 1 การอัดขึ้นรูปแผ่นใช้กรรมวิธีการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้ความดัน 80-100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 5 และ 10 นาที นำแผ่นที่ได้พักไว้ในบริเวณที่มีลมและแสงแดดส่องผ่าน อย่างน้อย 3 วัน ก่อนนำไปตัดและทำการทดสอบขนาดที่ใช้ทดสอบ คือ 10 x 10 x 1.5 ซม. (ตัดแต่งจากแผ่นแม่แบบ 25 x 25 x 1.5 ซม.) ซึ่งเป็นขนาดที่ใช้ในเครื่องทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k)ได้ จากนั้นนำไปทดสอบด้วยเครื่อง Heat Flow Meter Instrument รุ่น HC-074 ของ Eco Instrument Co., Ltd. ตามมาตรฐาน ASTM-C518 ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 1\%$ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ทำการบันทึกผล หาค่าเฉลี่ย และสรุปค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนเพื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนกับแผ่นไม้อัด และแผ่นยิปซัมบอร์ดทั่วไป

ตารางที่ 5 แสดงอัตราส่วนและน้ำหนักของชิ้นงาน

ปริมาณ	อัตราส่วนตามปริมาณแม่แบบ				เวลาอัด/ นาที	น้ำหนัก ชิ้นงาน (แผ่น)
	อัตราส่วน ผสม	จี๊เลื่อย (กรัม)	พงชัน (กรัม)	น้ำมันยาง (กรัม)		
		2	1	1		
150.00	A	75.00	37.50	37.50	10	142.99
	A1	75.00	37.50	37.50	5	132.99
		2.0	1.5	1.5		
	B	60.00	45.00	45.00	10	136.22
	B1	60.00	45.00	45.00	5	136.69
		1	1	1		
	C	50.00	50.00	50.00	10	135.10
	C1	50.00	50.00	50.00	5	135.38



ภาพที่ 34 ขนาดชิ้นงาน 10 x10 x1.5 ซม.



ภาพที่ 35 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k)

2. การทดสอบการดูดซับเสียง

ในการทดสอบการดูดซับเสียงได้ทำการผลิตชิ้นงาน จำนวน 6 แผ่น ในแต่ละแผ่นมีอัตราส่วนและเวลาในการดูดซับเสียงที่แตกต่างกัน คือ 2: 1: 1, 2.0: 1.5: 1.5 และ 1: 1: 1 (จีเลื่อย: น้ำมันยาง: พงชัน) การอัดขึ้นรูปแผ่นใช้กรรมวิธีการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้ความดัน 80-100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 5 และ 10 นาที นำแผ่นที่ได้พักไว้ในบริเวณที่มีลมและแสงแดดส่องผ่าน อย่างน้อย 3 วัน ขนาดที่ใช้ทดลอง คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ซม. ใช้ทดสอบเสียงแหลมและ เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. ใช้ทดสอบเสียงทุ้ม (ตัดแต่งจากแผ่นแม่แบบ 25 x25 x1.5 ซม.) รวมทั้งสิ้น 12 ชิ้น ซึ่งเป็นขนาดที่ใช้ในการทดสอบการดูดซับเสียงจากนั้นนำไป

ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบเสียงทำการบันทึกผล หาค่าเฉลี่ย และสรุปค่าการดูดซับเสียงเพื่อเปรียบเทียบกับค่าการดูดซับเสียงกับแผ่นไม้อัด และแผ่นยิปซัมบอร์ดทั่วไป

ตารางที่ 6 แสดงอัตราส่วนและขนาดเพื่อทดสอบเสียงของชิ้นงาน

ชิ้นตัวอย่าง	ขนาด 3 ซม. ทดสอบเสียงแหลม	ขนาด 10 ซม. ทดสอบเสียงทุ้ม
	จำนวน	จำนวน
A	1	1
A1	1	1
B	1	1
B1	1	1
C	1	1
C1	1	1



ภาพที่ 36 การตัดแผ่นทดสอบให้มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ซม. และ เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม.



ภาพที่ 37 เครื่องทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง (Acoustic Material Testing)

3. การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547)

ในการเตรียมชิ้นทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) ตัดตัวอย่างชิ้นทดสอบตามปริมาณ ดังนี้

-ชิ้นทดสอบ A1 ถึง A12 ขนาด 250 มม.X 250 มม.จำนวน 6 ชิ้น สำหรับทดสอบความหนาแน่นและความชื้น

-ชิ้นทดสอบ B1 ถึง B12 ขนาด 100 มม.X 100 มม.จำนวน 6 ชิ้น สำหรับทดสอบการพองตัวตามความหนา

-ชิ้นทดสอบ C1 ถึง C12 ขนาด 250 มม.X 250 มม.จำนวน 6 ชิ้น สำหรับทดสอบความต้านทานแรงดัด

-ชิ้นทดสอบ D1 ถึง D12 ขนาด 50 มม.X 50 มม.จำนวน 6 ชิ้น สำหรับทดสอบความต้านทานแรงดัดงอจากกับผิวหน้า

-ชิ้นทดสอบ E1 ถึง E12 ขนาด 50 มม.X 50 มม.จำนวน 6 ชิ้น สำหรับทดสอบความยึดแน่นของผิวหน้า

-ชิ้นทดสอบ F1 ถึง F12 ขนาด 50 มม.X 50 มม.จำนวน 6 ชิ้น สำหรับทดสอบความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

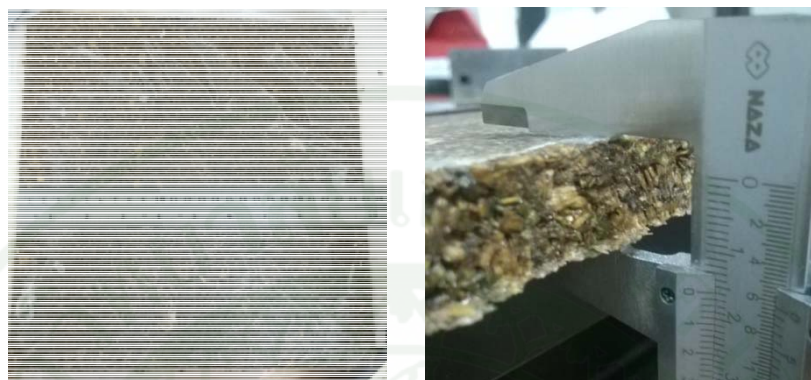
3.1 การปรับชิ้นทดสอบ

ให้นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้สำหรับทดสอบการพองตัวตามความหนา ความต้านแรงดัด ความต้านแรงดัดงอจากกับผิวหน้า ความยึดแน่นของผิวหน้า และความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว ไปปรับภาวะที่อุณหภูมิ (20 ± 2) องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ (65 ± 5) เปอร์เซ็นต์ จนมีมวลคงที่ คือ มวลของชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้ง ห่างกัน 24 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ แล้วทดสอบทันทีที่พ้นจากการปรับภาวะ ส่วนชิ้นทดสอบที่ใช้ทดสอบความหนาแน่น และปริมาณความชื้นไม่ต้องภาวะ

3.2 การทดสอบหาคุณสมบัติ

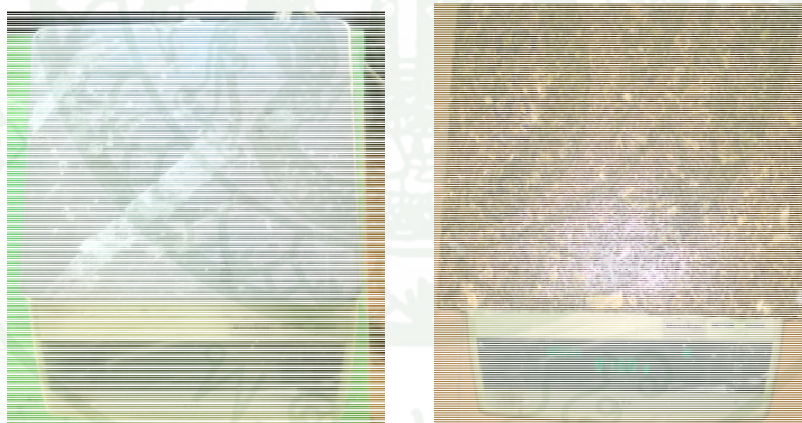
1. การทดสอบความชื้นและความหนาแน่น
2. การทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำตามความหนาและการดูดซึมน้ำ โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1) นำชิ้นตัวอย่างทดสอบขนาด 250 x 250 มม. ของแต่ละชั้นแผ่นทดสอบในแต่ละอัตราส่วนผสมมาวัดขนาดด้วยไม้บรรทัดและเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ความละเอียด 0.5 มม.



ภาพที่ 38 การวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นตัวอย่างของแผ่นทดสอบ

2) นำชิ้นตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักเพื่อทดสอบค่าความชื้นและความหนาแน่น



ภาพที่ 39 การชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างทดสอบด้วยเครื่องมือชั่งที่มีความละเอียด 0.01 กรัม

3) นำชิ้นตัวอย่างเข้าอบความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อทดสอบความชื้น และค่าความหนาแน่น

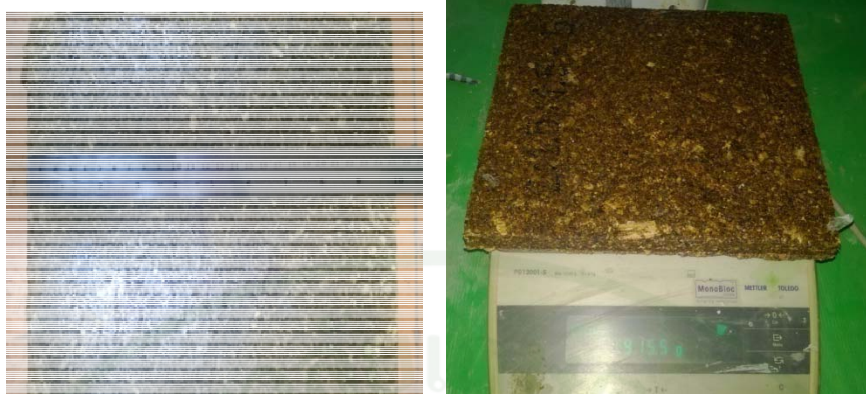


ภาพที่ 40 นำชิ้นตัวอย่างเข้าอบความร้อนในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

4) นำชิ้นตัวอย่างทดสอบจากตู้อบแล้วนำไปพักปล่อยให้เย็น และวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนา พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.01 กรัม



ภาพที่ 41 นำชิ้นตัวอย่างเข้ามาวางพัก จนอุณหภูมิลดลง



ภาพที่ 42 นำดินตัวอย่าง วัดขนาด และชั่งน้ำหนักเพื่อนำไปคำนวณหาค่าความหนาแน่นค่าความชื้นและค่าความถ่วงจำเพาะของแผ่นดินตัวอย่างทดสอบ

5) การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและการพองตัวตามความหนาโดยการสุ่มตัวอย่างจากชั้นทดสอบขนาด 50 X 50 มม. ของแต่ละแผ่นของอัตราส่วนต่างๆ มาทำตำแหน่งเครื่องหมายโดยวัดจากขอบนอกของชั้นทดสอบเข้ามาในชั้น 100 มม. ทั้ง 4 ด้านของชั้นทดสอบ กำหนดเครื่องหมายและวัดขนาดที่เครื่องหมายและชั่งน้ำหนัก



ภาพที่ 43 วัดขนาดดินตัวอย่างด้วยเครื่องมือวัดเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ที่มีความละเอียด 0.05 มม.



ภาพที่ 44 การชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องมือชั่งที่มีความละเอียด 0.01 กรัม

6) นำชิ้นตัวอย่างทดสอบแช่ในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้องโดยให้ขอบบนอยู่ได้ระดับผิวน้ำประมาณ 25 มม. และห่างจากผนังและก้นภาชนะ 10 มม.



ภาพที่ 45 การนำชิ้นตัวอย่างแช่ในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง

7) นำชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการแช่น้ำแล้วมาวัดขนาดตรงจุดที่ทำเครื่องหมายไว้ พร้อมทั้งทำการชั่งน้ำหนัก



ภาพที่ 46 การนำชิ้นตัวอย่างที่แช่น้ำสะอาดมาวัดขนาด และชั่งน้ำหนัก

3. การทดสอบค่าความต้านทานแรงดัด
 4. การทดสอบค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า
 5. การทดสอบค่าความแข็งแรงของผิวหน้า
 6. การทดสอบความยืดหยุ่นของตะปูเกลียว
- โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1) การทดสอบค่าความต้านทานแรงดัด นำชิ้นตัวอย่างขนาด 250 X 250 มม. มาวัดขนาดความกว้าง ความหนา ทดสอบในเครื่องกดซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 นิวตัน หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้



ภาพที่ 47 เครื่องกดทดสอบค่าความต้านทานแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่น



ภาพที่ 48 ขั้นตอนตัวอย่างทดสอบในเครื่องกดและอ่านค่าความต้านทานแรงดัดและค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

2) การทดสอบค่าความต้านทานแรงดัดตั้งฉากกับผิวหน้า ขนาด 50 X 50 มม. ติดกาวกับแป้นเหล็กทดสอบแรงดัดด้วยกาวสังเคราะห์ทั้ง 2 ด้านและทิ้งไว้ในกาวกับแป้นเหล็กติดกันสนิท 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 49 ขั้นตอนตัวอย่างติดกาวสังเคราะห์กับแป้นเหล็กทดสอบแรงดัด

3) นำชิ้นตัวอย่างทดสอบที่ติดสนิทกับแป้นเหล็กทดสอบแรงดัด ทดสอบแรงดัดในเครื่องไฮดรอลิกให้ชิ้นทดสอบแยกขาดจากกันโดยใช้ความเร็วในการดัดประมาณ 2 มม./นาที่



ภาพที่ 50 ชิ้นตัวอย่างทดสอบในเครื่องดิ่งที่ความเร็วในการดิ่งประมาณ 2 มม./นาที จนชิ้นส่วน
แยกจากกัน

4) การทดสอบการยึดแน่นของตะปูเกลียว ขันตะปูเกลียวลงในชิ้นตัวอย่าง 3 แห่ง
คือ ที่กึ่งกลางผิวหน้า 1 แห่ง และที่กึ่งกลางของขอบ 2 ขอบที่ประชิดกัน เจาะรูนำขันตะปูเกลียว
จนกระทั่งส่วนเกลียวที่สมบูรณ์จมลึกลงไปถึง 13 mm. และทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

5) นำชิ้นตัวอย่างที่เตรียมไว้ไปเข้าเครื่องดิ่ง ดิ่งให้ตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้น
ทดสอบ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดิ่งจนกระทั่งตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 30 s
แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการดิ่ง ประมาณ 2 mm./min)



ภาพที่ 51 ตะปูเกลียว ขนาด ความยาว 40 มม. ชิ้นตัวอย่างขันตะปูเกลียวลงในชิ้นตัวอย่าง 3
แห่ง ที่กึ่งกลางผิวหน้า 1 แห่งและที่กึ่งกลางของขอบ 2 ขอบที่ประชิดกัน



ภาพที่ 52 นำชิ้นตัวอย่างเข้าเครื่องดึงเพื่อถอนตะปูเกลียวออกจากชิ้นตัวอย่างในเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที

ผลและวิจารณ์

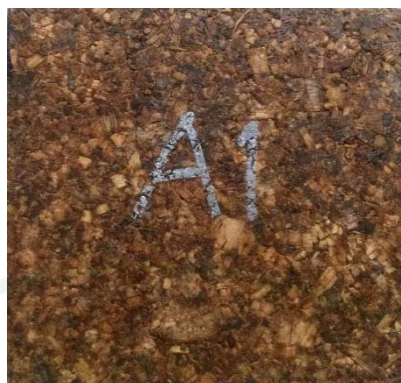
ทดสอบขึ้นรูปขึ้นตัวอย่างทั้ง 6 ขึ้นตัวอย่าง มีลักษณะทางกายภาพของแผ่นที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. ขึ้นตัวอย่าง A อัตราส่วนผสม 2:1:1 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 นาที จะได้แผ่นวัสดุที่มีความสวยงามเห็นลวดลายและสีของจี๋เลื้อยที่ปรากฏบนผิวหน้าของแผ่นวัสดุชัดเจน วัสดุสามารถยึดเกาะกันได้แน่นแม้จะออกจากเครื่องอัดร้อน เพราะระยะเวลาในการอัดและความร้อนที่ทำให้ปฏิกิริยากับวัสดุประสานมีการเรียงตัวของเนื้อวัสดุไม่หลุดร่อนไม่ต้องรอให้แผ่นวัสดุเย็นลงแม้ไม่ได้เคลือบผิวหน้า เมื่อพักไว้ในระยะเวลาที่นานมากกว่า 3 วันแผ่นจะยิ่งแข็งแรงมากขึ้น



ภาพที่ 53 ขึ้นตัวอย่าง A

2. ขึ้นตัวอย่าง A1 อัตราส่วนผสม 2:1:1 ใช้เวลาอัดความร้อน 5 นาที จะได้แผ่นวัสดุที่มีความสวยงามเห็นลวดลายและสีของจี๋เลื้อยที่ปรากฏบนผิวหน้าของแผ่นวัสดุชัดเจน แผ่นวัสดุสามารถยึดเกาะกันได้ในระดับหนึ่งในขณะแผ่นร้อนเมื่อพักให้วัสดุเย็นลงสามารถเกาะตัวได้ดีมากขึ้นและแข็งแรงในระยะ ที่ตากแห้งภายใน 1 วัน เมื่อพักไว้ในระยะเวลาที่นานมากกว่า 3 วันแผ่นจะยิ่งแข็งแรงมากขึ้น



ภาพที่ 54 ชิ้นตัวอย่าง A1

3. ชิ้นตัวอย่าง B อัตราส่วนผสม 2.0 : 1.5 : 1.5 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 นาที จะได้แผ่นวัสดุที่มีความสวยงามเห็นลวดลายของขี้เลื่อยและเนื้อวัสดุประสานที่ปรากฏบนผิวหน้าของแผ่นวัสดุมีสีที่เข้มมากขึ้นจาก 2 อัตราส่วนแรกเพราะมีสีของวัสดุประสานที่มากขึ้นแผ่นวัสดุสามารถยึดเกาะกันได้ดีมีความหนาแน่นของแผ่นมากขึ้นไม่มีรูพรุนหรือช่องว่างระหว่างแผ่น แผ่นวัสดุจะมีความเรียบเนียนมากกว่า 2 อัตราส่วนแรก มีความแข็งแรงยึดเกาะกันได้ดีแม้จะออกจากเครื่องอัดร้อน เมื่อพักไว้ในระยะเวลาที่นานมากกว่า 3 วันแผ่นจะยิ่งแข็งแรงมากขึ้น



ภาพที่ 55 ชิ้นตัวอย่าง B

4. ชิ้นตัวอย่าง B1 อัตราส่วนผสม 2.0 : 1.5 : 1.5 ใช้เวลาอัดความร้อน 5 นาทีจะได้แผ่นวัสดุที่มีความสวยงามเห็นลวดลายของขี้เลื่อยและเนื้อวัสดุประสานที่ปรากฏบนผิวหน้าของแผ่นวัสดุมีสีที่เข้มมากขึ้นจาก 2 อัตราส่วนแรกเพราะมีสีของวัสดุประสานที่มากขึ้น มีความแข็งแรงน้อยกว่าระยะเวลาการอัด 10 เล็กน้อย ขณะออกจากเครื่องอัดความร้อน เมื่อแผ่นวัสดุเย็นตัวลงจะมีความ

แข็งตัวมากขึ้นไม่มีรูพรุนหรือช่องว่างระหว่างแผ่น แผ่นวัสดุมีความเรียบเนียนมากกว่า 2 อัตราส่วนแรก เมื่อพักไว้ในระยะเวลาที่นานมากกว่า 3 วันแผ่นจะยิ่งแข็งแรงมากขึ้น



ภาพที่ 56 ชิ้นตัวอย่าง B1

5. ชิ้นตัวอย่าง C อัตราส่วนผสม 1:1:1 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 นาทีจะได้แผ่นวัสดุที่มีความสวยงามเห็นความเข้มของเนื้อวัสดุประสานที่ปรากฏบนผิวหน้ามากขึ้นจาก 4 อัตราส่วนแรกเพราะมีสีของวัสดุประสานที่มากขึ้นวัสดุยึดเกาะกันได้ดี แผ่นวัสดุจะแข็งตัวได้ช้ากว่า 4 อัตราส่วนแรก ขณะออกจากเครื่องอัดร้อนเมื่อกดผิวหน้าของเนื้อวัสดุจะมีความนิ่มของวัสดุประสาน ผิวเรียบเงา ทำให้แผ่นวัสดุสามารถตัดโค้งได้มีความยืดหยุ่นของน้ำมันยางสูง ทำให้เนื้อวัสดุสามารถเซตตัวได้ในลักษณะโค้งเมื่อวัสดุแห้ง และด้วยเนื้อแผ่นวัสดุที่มีความหนาแน่นและยืดหยุ่นจึงสามารถนำไปเป็นวัสดุตัดโค้งได้



ภาพที่ 57 ชิ้นตัวอย่าง C

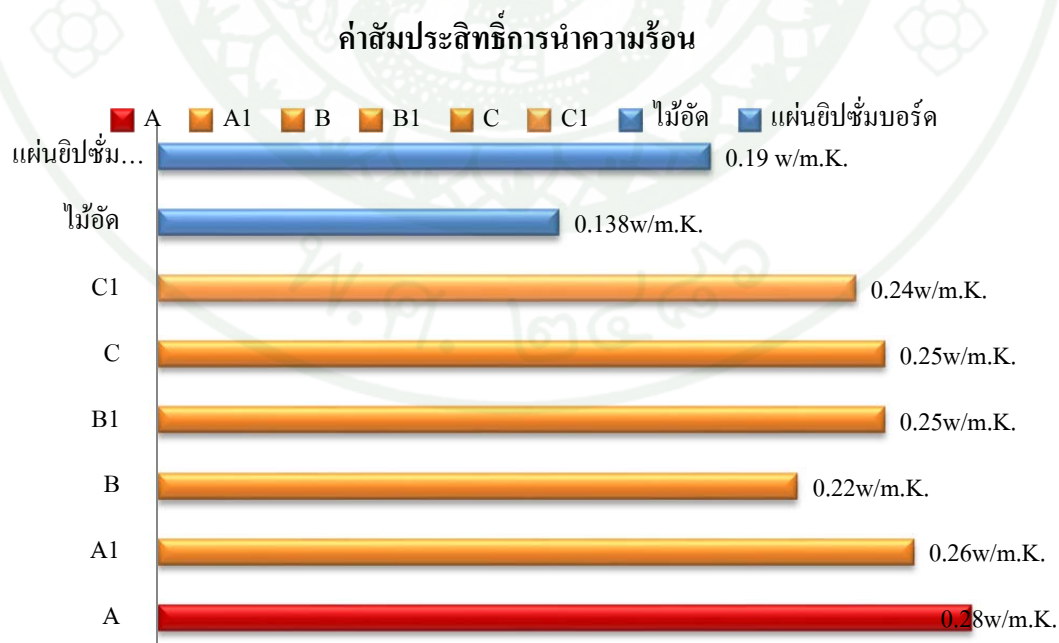
6. ชิ้นตัวอย่าง C1 อัตราส่วนผสม 1:1:1 ใช้เวลาอัดความร้อน 5 นาทีจะได้แผ่นวัสดุที่มีความสวยงามเห็นความเข้มของเนื้อวัสดุประสานที่ปรากฏบนผิวหน้ามากขึ้นจาก 4 อัตราส่วนแรกเพราะมี

สีของวัสดุประสานที่มากขึ้นวัสดุยึดเกาะกันได้ดี แต่ความหนาแน่นน้อยกว่าอัตราส่วนที่ 5 แผ่นวัสดุจะแข็งตัวได้ช้ากว่า 4 อัตราส่วนแรก ขณะออกจากเครื่องอัดรีดเมื่อกดผิวหน้าของเนื้อวัสดุจะมีความนุ่มของวัสดุประสาน ผิวเรียบเงา ทำให้แผ่นวัสดุสามารถตัดโค้งได้มีความยืดหยุ่นของน้ำมันยางสูง ทำให้เนื้อวัสดุสามารถเซตตัวได้ในลักษณะโค้งเมื่อวัสดุแห้ง และด้วยเนื้อแผ่นวัสดุที่มีความหนาแน่นและยืดหยุ่นจึงสามารถนำไปเป็นวัสดุตัดโค้งได้



ภาพที่ 58 ชิ้นตัวอย่าง C1

1.ผลการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ค่า K)

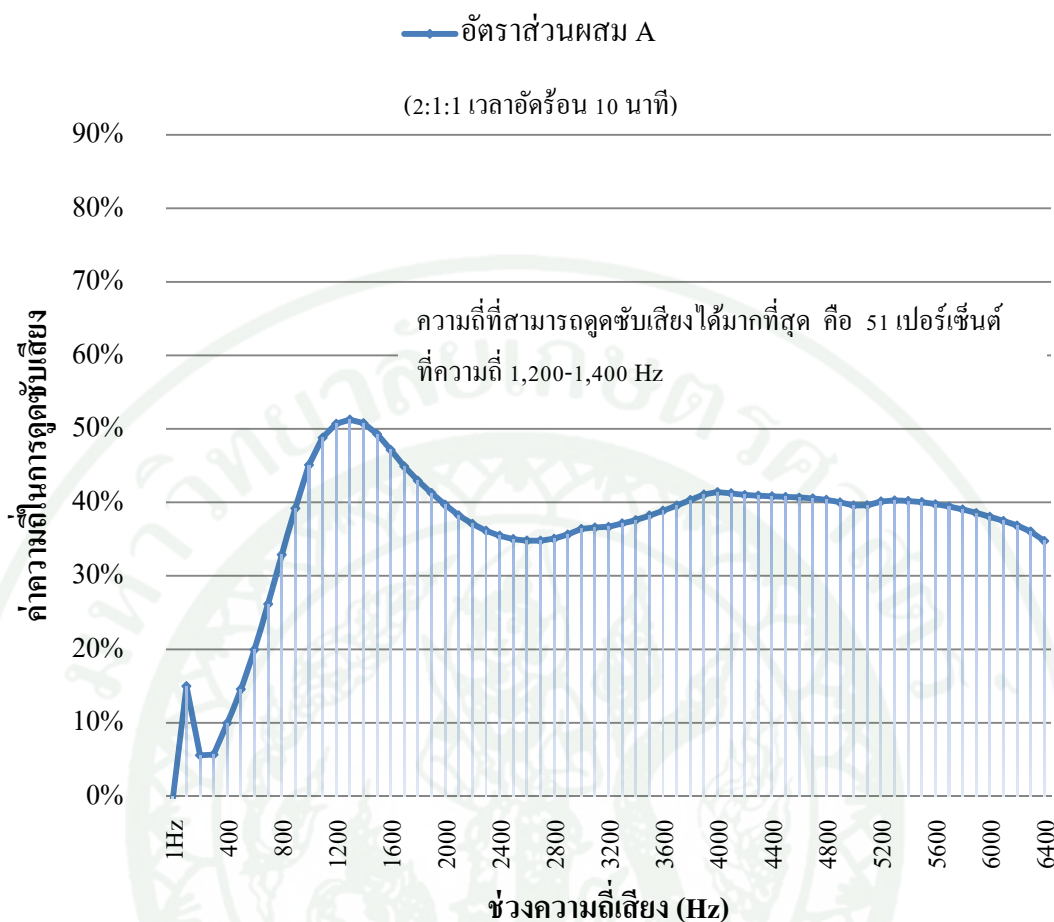


ภาพที่ 59 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากจีแอลซีทั้ง 6 ชั้นตัวอย่าง ตัวอย่าง ละ 2 แผ่น มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.28, 0.26, 0.22, 0.25, 0.25 และ 0.24 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ตามลำดับ แผ่นบุผนังภายในจากจีแอลซีอัตราส่วนผสม A (2 : 1 : 1 ใช้เวลาอัด 10 นาที) ให้ค่าการนำความร้อนสูงที่สุดคือ 0.28 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน และอัตราส่วนผสม B (2.0 : 1.5 : 1.5 ใช้เวลาอัด 10 นาที) ให้ค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด คือ 0.22 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ซึ่งนับได้ว่าแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากจีแอลซีในอัตราส่วนผสม B มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนใกล้เคียงแผ่นยิปซัมบอร์ด คือ 0.19 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน และแผ่นไม้อัด 0.138 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ที่ความหนาเท่ากัน

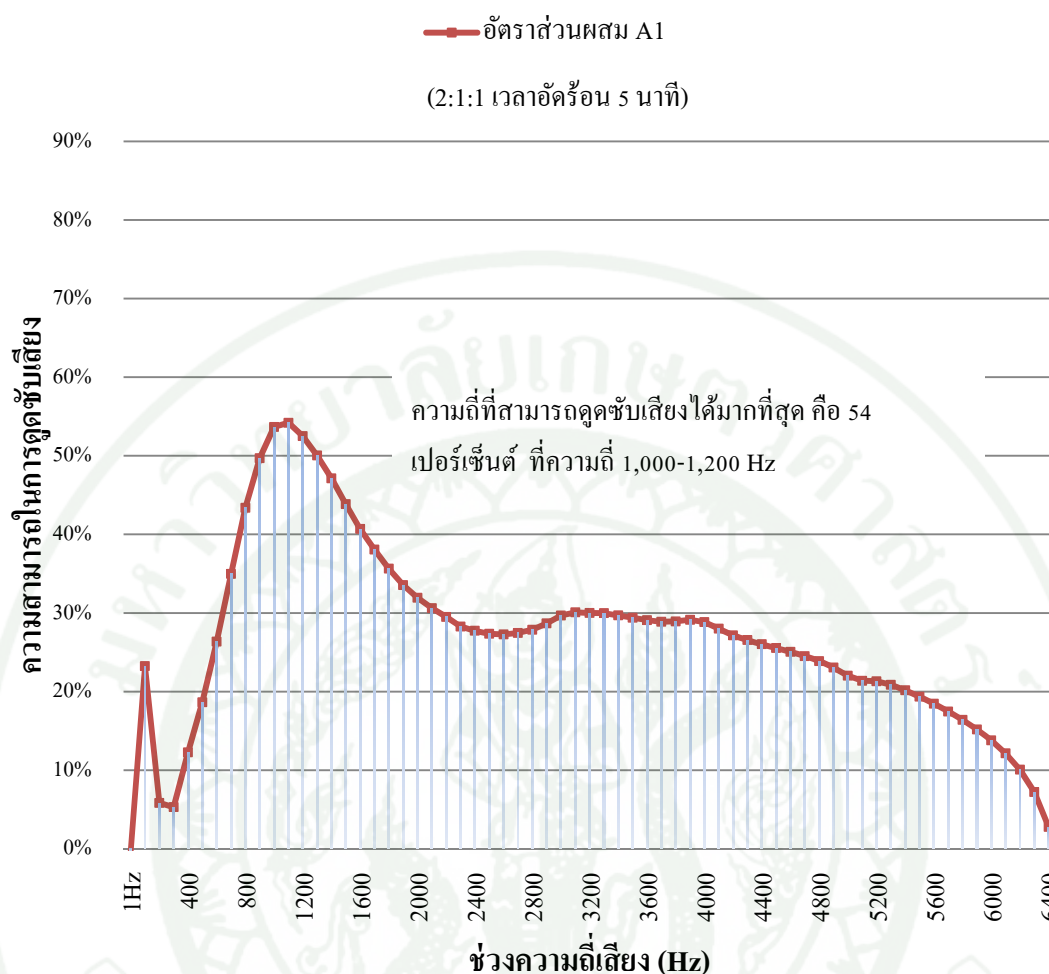
2.ผลการทดสอบหาค่าการดูดซับเสียง

การทดลองหาค่าการดูดซับเสียงตามมาตรฐานสำคัญของวัสดุดูดซับเสียงที่ได้รับการยอมรับอยู่ภายใต้มาตรฐาน ISO 10534-2 แต่โดยทั่วไปจะนิยมทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงจากค่า จากค่า NRC (Noise Reduction Coefficient) คือ ความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุ โดยที่ NRC คือ ค่าเฉลี่ยของ SAC (Sound Absorption Coefficient) คือ สัดส่วนของพลังงานเสียงที่ถูกดูดซับไปเมื่อชนกระแทกค่าของ SAC จะถูกวัดที่ความถี่ คือ 125, 250, 500, 1,000, 2,000, และ 4,000 Hz เป็นความถี่ต่ำถึงช่วงความถี่สูง โดยทั่วไปค่า NRC จะต้องมีความมากกว่า 0.40 หรือ 40 เปอร์เซ็นต์ ถึงจะถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง (Acoustic) จำนวนที่ทดสอบ 1 ชั้นตัวอย่าง ต่อ 1 อัตราส่วน โดยมีผลการทดสอบดังนี้



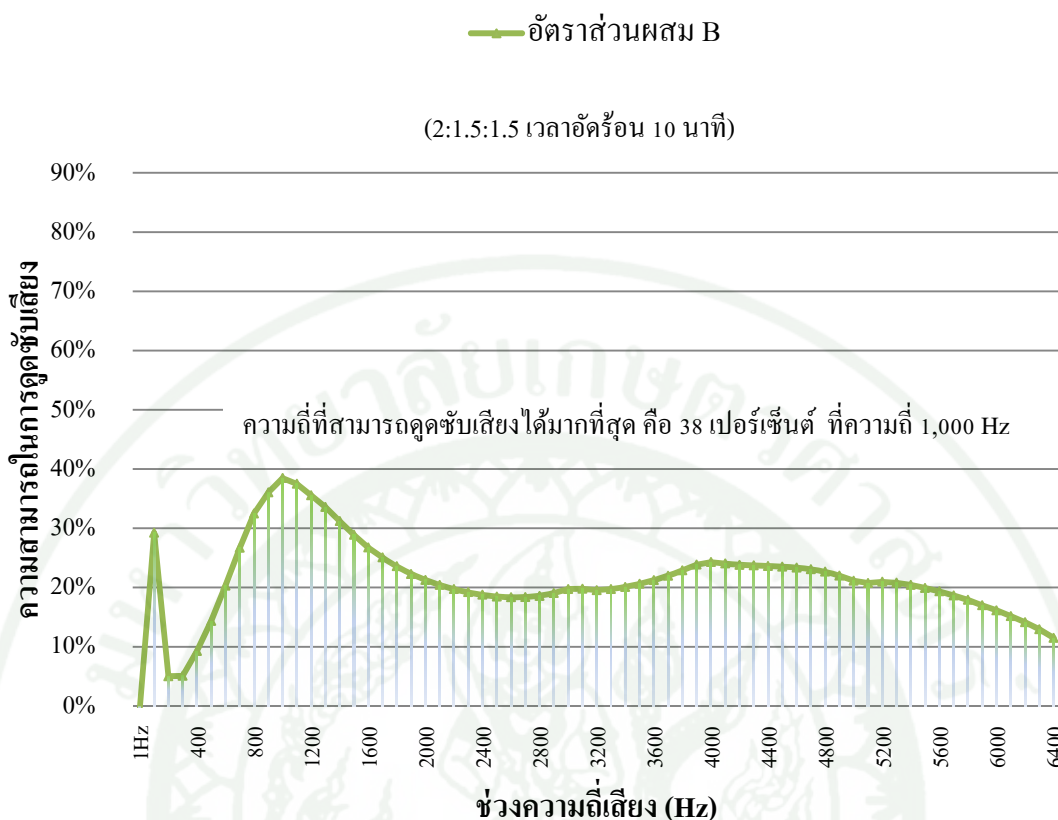
ภาพที่ 60 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง A

ผลการทดสอบการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง A ที่มีอัตราส่วนผสม จีเลื่อย : พงษ์ : น้ำมันยาง คือ 2 : 1 : 1 ใช้เวลาอัดร้อน 10 นาที วัดที่ทุกช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-6,400 Hz แต่แสดงกราฟที่ห่างกัน 300 Hz เพื่อให้ได้เห็นกราฟที่ชัดเจน โดยกราฟที่แสดงช่วงความถี่ตั้งแต่ 950-2,000 Hz และ 3,800-5,600 Hz สามารถดูดซับเสียงได้ตั้งแต่ 40-50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับเสียงการพูดคุย และเสียงของเครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เสียงโทรศัพท์ได้ แต่ความถี่เสียงก็จะแปรผันไปตามความดังของเสียงนั้น ๆ สามารถดูดซับเสียงได้ใกล้เคียงแผ่นอะลูมิเนียมบอร์ดในท้องตลาดที่สามารถดูดซับเสียงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ตั้งแต่ช่วงความถี่ 200 Hz เป็นต้นไป และสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นไม้อัดในท้องตลาดที่ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ที่ 38 เปอร์เซ็นต์ที่ช่วงความถี่ 100 Hz



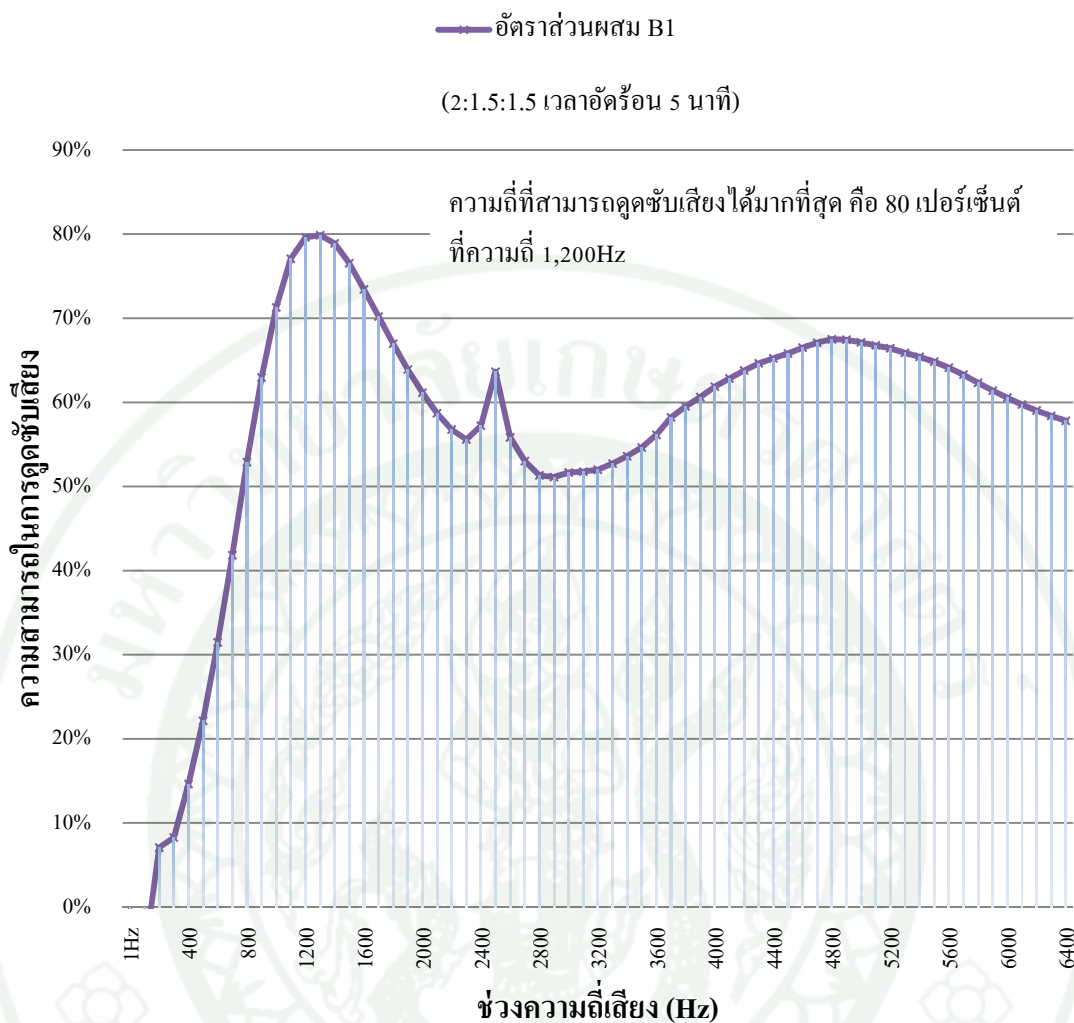
ภาพที่ 61 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง A1

ผลการทดสอบการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง A1 ที่มีอัตราส่วนผสม ขี้เลื่อย : พงษ์ : น้ำมันยาง คือ 2 : 1 : 1 ใช้เวลาอัดรีด 5 นาที วัดที่ทุกช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-6,400 Hz แต่แสดงกราฟที่ห่างกัน 300 Hz เพื่อให้ได้เห็นกราฟที่ชัดเจน โดยกราฟที่แสดงช่วงความถี่ตั้งแต่ 750-1,600 Hz สามารถดูดซับเสียงได้ตั้งแต่ 40-54 เปอร์เซ็นต์ สามารถดูดซับเสียงการพูดคุย และเสียงของเครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เสียงโทรศัพท์ได้ แต่ความถี่เสียงก็จะแปรผันไปตามความดังของเสียงนั้น ๆ สามารถดูดซับเสียงได้ใกล้เคียงแผ่นอะคูสติคบอร์ดในท้องตลาดที่สามารถดูดซับเสียงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ตั้งแต่ช่วงความถี่ 200 Hz ตามลำดับ และสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นไม้อัดในท้องตลาดที่ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ที่ 38 เปอร์เซ็นต์ที่ช่วงความถี่ 100 Hz



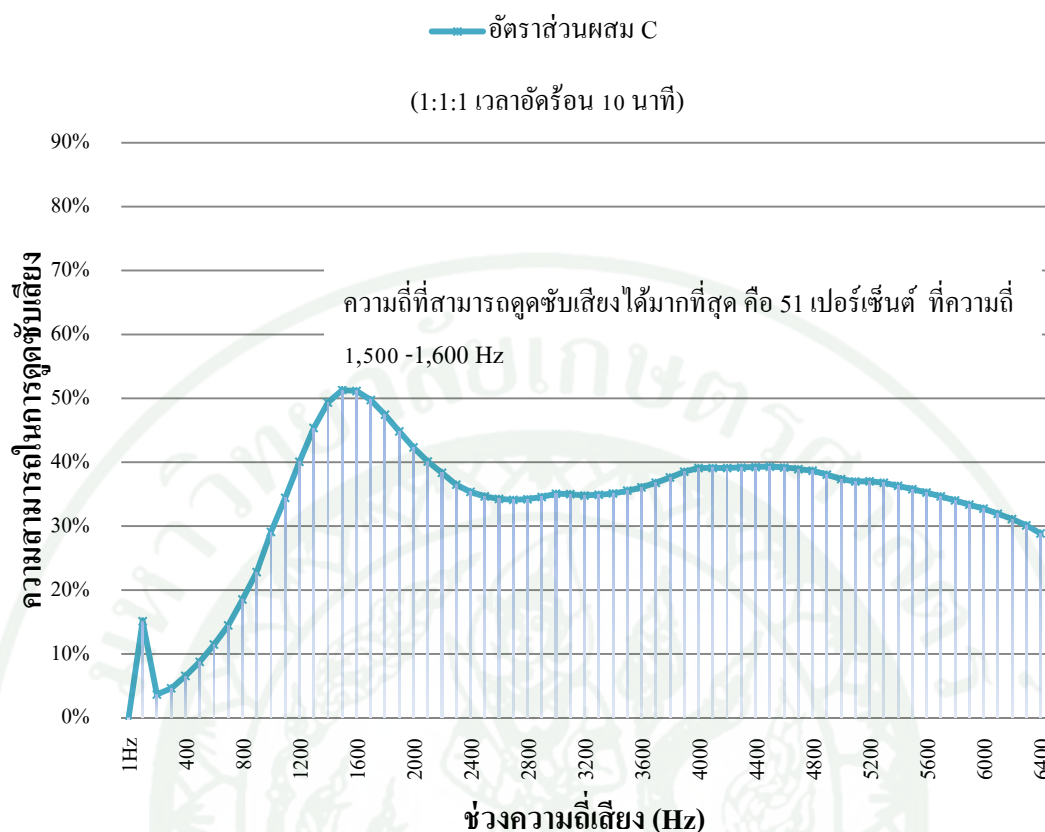
ภาพที่ 62 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง B

ผลการทดสอบการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง B ที่มีอัตราส่วนผสม ขี้เลื่อย : พงชัน : น้ำมันยาง คือ 2.0 : 1.5 : 1.5 ใช้เวลาอัดรีด 10 นาที วัดที่ทุกช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-6,400 Hz แต่แสดงกราฟที่ห่างกัน 300 Hz เพื่อให้ได้เห็นกราฟที่ชัดเจน โดยกราฟที่แสดงทุกช่วงความถี่ดูดซับเสียงได้มากที่สุดเพียง 38 เปอร์เซ็นต์ที่ความถี่ 1,000 Hz ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ SAC. ซึ่งต้องมีค่าการดูดซับเสียงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ถึงจะถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง (Acoustic) แต่สามารถดูดซับเสียงการพูดคุย และเสียงของเครื่องใช้ในสำนักงาน เช่น เสียงถ่ายเอกสาร ได้ สามารถดูดซับเสียงได้ใกล้เคียงแผ่นไม้อัดในท้องตลาดที่ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ที่ 38 เปอร์เซ็นต์ที่ช่วงความถี่ 100 Hz เท่ากัน



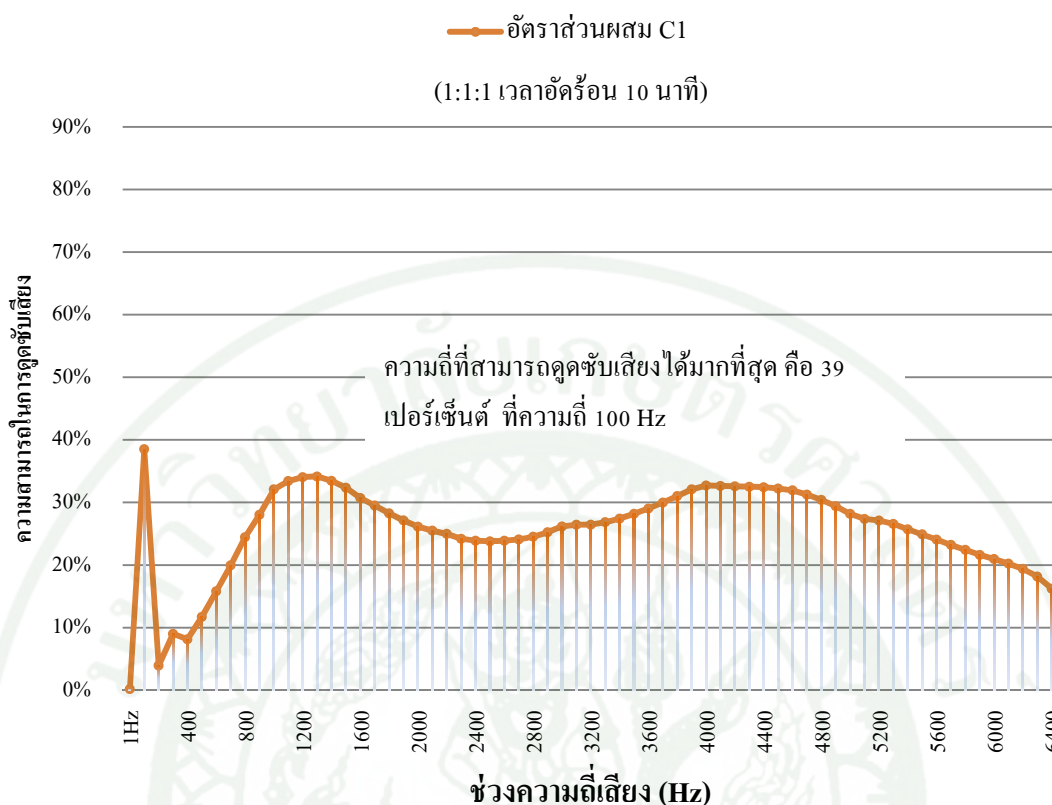
ภาพที่ 63 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง B1

ผลการทดสอบการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง B1 ที่มีอัตราส่วนผสม ขี้เลื่อย : พงชัน : น้ำมันยาง คือ 2.0 : 1.5 : 1.5 ใช้เวลาอัดรีด 5 นาที วัดที่ทุกช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-6,400 Hz แต่แสดงกราฟที่ห่างกัน 300 Hz เพื่อให้ได้เห็นกราฟที่ชัดเจน โดยกราฟที่แสดงช่วงความถี่ตั้งแต่ 700 Hz เป็นต้นไป สามารถดูดซับเสียงได้ตั้งแต่ 40-80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับเสียงการพูดคุยและเสียงของเครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เสียงโทรศัพท์ได้ สามารถดูดซับเสียงได้ใกล้เคียงแผ่นอะคริลิกบอร์ดในห้องทดลองที่สามารถดูดซับเสียงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ตั้งแต่ช่วงความถี่ 200 Hz เป็นต้นไป และสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นไม้อัดในห้องทดลองที่ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ที่ 38 เปอร์เซ็นต์ที่ช่วงความถี่ 100 Hz



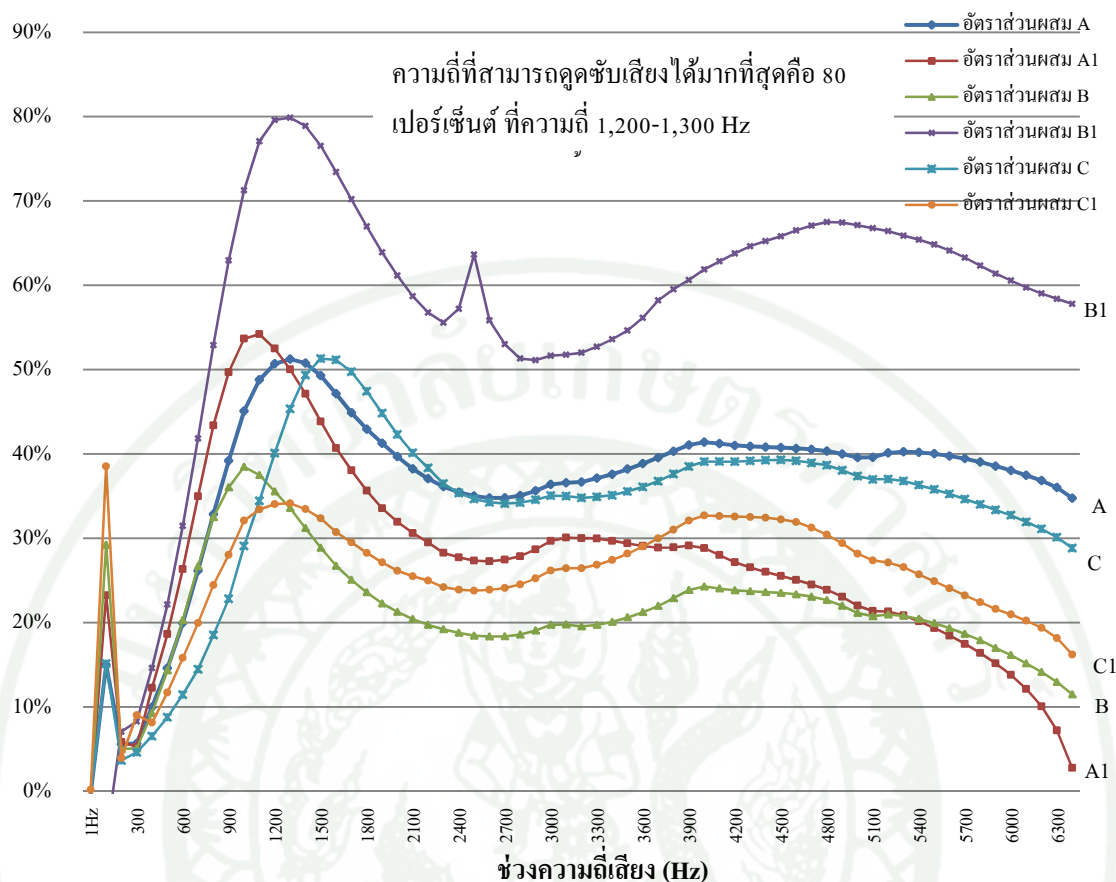
ภาพที่ 64 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง C

ผลการทดสอบการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง C ที่มีอัตราส่วนผสม จีเลื่อย : พงชน : น้ำมันยาง คือ 1 : 1 : 1 ใช้เวลาอัดรีด 10 นาที วัดที่ทุกช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-6,400 Hz แต่แสดงกราฟที่ห่างกัน 300 Hz เพื่อให้ได้เห็นกราฟที่ชัดเจน โดยกราฟที่แสดงช่วงความถี่ตั้งแต่ 1,200-2100 Hz สามารถดูดซับเสียงได้ตั้งแต่ 40-50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถดูดซับเสียงการพูดคุย และเสียงของเครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เสียงโทรศัพท์ได้ แต่ความถี่เสียงก็จะแปรผันไปตามความดังของเสียงนั้น ๆ สามารถดูดซับเสียงได้ใกล้เคียงแผ่นอะคูสติคบอร์ดในท้องตลาดที่สามารถดูดซับเสียงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ตั้งแต่ช่วงความถี่ 200 Hz เป็นต้นไป และสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นไม้อัดในท้องตลาดที่ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ที่ 38 เปอร์เซ็นต์ในช่วงความถี่ 100 Hz



ภาพที่ 65 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง C1

ผลการทดสอบการดูดซับเสียงขึ้นตัวอย่าง C1 ที่มีอัตราส่วนผสม ขี้เลื่อย : พงษ์ : น้ำมันยาง คือ 1 : 1 : 1. ใช้เวลาอัดรีด 5 นาที วัดที่ทุกช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-6,400 Hz แต่แสดงกราฟที่ห่างกัน 300 Hz เพื่อให้ได้เห็นกราฟที่ชัดเจน โดยกราฟที่แสดงทุกช่วงความถี่ดูดซับเสียงได้มากที่สุดเพียง 39 เปอร์เซ็นต์ที่ความถี่ 100 Hz ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ SAC. ซึ่งต้องมีค่าการดูดซับเสียงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ถึงจะถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง (Acoustic) แต่สามารถดูดซับเสียงการพูดคุย และเสียงของเครื่องใช้ในสำนักงาน เช่น เสียงถ่ายเอกสาร ได้ สามารถดูดซับเสียงได้ใกล้เคียงแผ่นไม้อัดในท้องตลาดที่ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ที่ 38 เปอร์เซ็นต์ที่ช่วงความถี่ 100 Hz เท่ากัน



ภาพที่ 66 กราฟแสดงผลทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เถ้า

จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าแผ่นบุผนังภายในจากขี้เถ้าทดสอบที่ความถี่ของ SAC คือ 125, 250, 500, 1,000, 2,000, และ 4,000 Hz แต่ในการทดสอบวัดที่ทุกช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-6,400 Hz แต่แสดงกราฟที่ห่างกัน 300 Hz เพื่อให้ให้เห็นกราฟที่ชัดเจน มีค่าการดูดซับเสียงดังนี้

ชั้นตัวอย่าง A ดูดซับเสียงได้มากที่สุด คือ 51 เปอร์เซนต์ ที่ความถี่ 1,200 Hz ชั้นตัวอย่าง A1 ดูดซับเสียงได้มากที่สุด คือ 54 เปอร์เซนต์ ที่ความถี่ 1,200 Hz ชั้นตัวอย่าง B ดูดซับเสียงได้มากที่สุด คือ 38 เปอร์เซนต์ ที่ความถี่ 1,000 Hz ชั้นตัวอย่าง B1 ดูดซับเสียงได้มากที่สุด คือ 80 เปอร์เซนต์ ที่ความถี่ 1,300 Hz ชั้นตัวอย่าง C ดูดซับเสียงได้มากที่สุด คือ 51 เปอร์เซนต์ ที่ความถี่ 1,600 Hz ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ชั้นตัวอย่าง C1 ดูดซับเสียงได้มากที่สุด คือ 39 เปอร์เซนต์ ที่ความถี่ 100 Hz โดยชั้นตัวอย่างที่สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด คือ ชั้นตัวอย่าง B1 (อัตราส่วน 2.0 : 1.5 : 1.5 อัตราความร้อนที่ 5 นาที) สามารถดูดซับเสียงได้ถึง 0.80 หรือ 81 เปอร์เซนต์ จะสังเกตเห็นว่า แผ่นบุ

ผนังภายในจากที่ผลิตจากจีลื้อย ทุกอัตราส่วนจะสามารถดูดซับเสียงได้ดีในช่วงความถี่ต่ำ โดยกราฟดูดซับเสียงจะสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงความถี่ 200-2,000 Hz และกราฟจะค่อยๆ ลดลงในช่วงความถี่สูง ยกเว้นขึ้นตัวอย่าง B1 ที่กราฟแสดงการดูดซับเสียงได้มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 700 Hz เป็นต้นไป จึงสรุปได้ว่าแผ่นบุผนังภายในจากจีลื้อยในอัตราส่วน B1 สามารถดูดซับเสียงได้ดีเทียบเท่ากับแผ่นอะคูสติคบอร์ดในท้องตลาดที่สามารถดูดซับเสียงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ตั้งแต่ช่วงความถี่ 200 Hz เป็นต้นไป และสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นไม้อัดในท้องตลาดที่ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ที่ 38 เปอร์เซ็นต์ในช่วงความถี่ 100 Hz

3.ผลการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547)

โดยในการทดสอบมีผลของคุณลักษณะที่เกิดขึ้นดังนี้

1) ผลการทดสอบความชื้นและความหนาแน่น ในทุกอัตราส่วน ผลตามตารางที่ 7 และ ตารางที่ 8

ตารางที่ 7 การทดสอบค่าความชื้น ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ

				ความชื้น				
สัดส่วน				เวลาอัดร้อน	น้ำหนักยังไม่อบ	น้ำหนักอบแห้ง	น้ำหนักก่อนและหลังต่างกัน	ความชื้น
ชิ้นงาน	จีลื้อย	ผงขี้	น้ำมันยาง	(นาทึ)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(%)
A	2	1	1	10	934.7	889.8	44.90	5.04
A1	2	1	1	5	937	908	26.00	3.19
B	2.0	1.5	1.5	10	870.7	839	31.70	3.77
B1	2.0	1.5	1.5	5	916	878.2	37.80	4.30
C	1	1	1	10	885.5	852.3	33.20	3.89
C1	1	1	1	5	900.1	846.4	53.70	6.34
มอก.876-2547							อยู่ระหว่าง	4.0-13.0

หาค่าปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้นในวัสดุได้จากสูตร} = \frac{\text{น้ำหนักขึ้นทดสอบก่อนอบ} - \text{น้ำหนักขึ้นทดสอบหลังอบ}}{\text{น้ำหนักขึ้นทดสอบหลังอบ}} \times 100$$

1.1 การทดสอบความชื้นโดยการนำชิ้นตัวอย่างทดสอบเข้าตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่าแผ่นขึ้นทดสอบ A มีความชื้น 5.04 เปอร์เซ็นต์, ขึ้นทดสอบ A1 มีความชื้น 3.19 เปอร์เซ็นต์, ขึ้นทดสอบ B มีความชื้น 3.77 เปอร์เซ็นต์, ขึ้นทดสอบ B1 มีความชื้น 4.30 เปอร์เซ็นต์, ขึ้นทดสอบ C มีความชื้น 3.89 เปอร์เซ็นต์ และขึ้นทดสอบ C1 มีความชื้น 6.34 เปอร์เซ็นต์ แผ่นขึ้นทดสอบ A, B และ C1 ทั้ง 3 ชิ้นตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ มีเกณฑ์ความชื้นระหว่าง 4.0-13.0 เปอร์เซ็นต์ ดังสังเกตได้จากอัตราอัตราส่วน C1 โดยน้ำหนัก ขี้เลื่อย(1) : ผงชั้น(1) : น้ำมันยาง(1) มีเวลาในการอัดความร้อน 5 นาที และมีปริมาณขี้เลื่อยน้อยกว่าอัตราส่วน A1 และ B1 ที่เวลาอัดร้อนเท่ากัน มีปริมาณความชื้นมากกว่าชิ้นตัวอย่างอื่นที่ 6.34 เปอร์เซ็นต์ แต่อัตราส่วน A1 โดยน้ำหนัก ขี้เลื่อย(2) : ผงชั้น(1) : น้ำมันยาง(1) มีเวลาในการอัดความร้อน 10 นาที และมีปริมาณขี้เลื่อยมากกว่าอัตราส่วน B1 และ C1 เวลาอัดร้อนเท่ากัน มีปริมาณความชื้นน้อยกว่าชิ้นตัวอย่างอื่น ที่ 3.19 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 การทดสอบค่าความความหนาแน่น ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ

ความหนาแน่น									
สัดส่วน				ขนาดอบ 105°C 24 ชั่วโมง	น้ำ			ความหนาแน่น	
				เวลาอัด	ชม. (มม.)	หนา	หนัก		
ชิ้นงาน	ขี้เลื่อย	ผงชั้น	น้ำมันยาง	ร้อน	กว้าง	ยาว	หนา (กรัม)	กก./ลบ.ม.	
A	2	1	1	10	250	250	15	934.7	997.01
A1	2	1	1	5	250	250	15	937	999.47
B	2	1.5	1.5	10	250	250	15	870.7	928.75
B1	2	1.5	1.5	5	250	250	15	916	977.06
C	1	1	1	10	250	250	15	885.5	944.53
C1	1	1	1	5	250	250	15	900.1	960.11
มอก.876-2547									400-900

หาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร} = \frac{\text{มวลของชิ้นตัวอย่าง}}{\text{ปริมาตรของชิ้นทดสอบ}} \times 10^6$$

1.2 ผลการทดสอบความหนาแน่น พบว่าในทุกอัตราส่วนผสม คือ อัตราส่วนที่ A,A1 (2 : 1 : 1 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 , 5 นาที) อัตราส่วนที่ B,B1 (2.0 : 1.5 : 1.5 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 , 5 นาที) และอัตราส่วนที่ C,C1 (1 : 1 : 1 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 , 5 นาที) มีค่าความหนาแน่นมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ที่ 400-900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คือ 997.01 , 999.47 , 928.75 , 977.06 , 944.53 และ 960.11 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

2) ผลการทดสอบการพองตัวของวัสดุตามความหนา ในการทดสอบค่าการพองตัวของความหนาเมื่อแช่น้ำนาน 1 ชั่วโมง ผลตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การทดสอบค่าการพองตัวของแผ่นตัวอย่างทดสอบ

ชิ้นงาน	จีเสื่อย	สัดส่วน		เวลา อัด ร้อน	ความหนา		การพอง ตัว (%)
		ผงชั้น	น้ำมันยาง		ก่อน แช่น้ำ (กรัม)	หลัง แช่น้ำ (กรัม)	
A	2	1	1	10	1.70	1.90	11.76
A1	2	1	1	5	1.80	2.18	20.83
B	2	1.5	1.5	10	1.80	1.98	9.72
B1	2	1.5	1.5	5	1.50	1.60	6.67
C	1	1	1	10	1.50	1.55	3.33
C1	1	1	1	5	1.50	1.55	3.33
มอก.876-2547				น้อยกว่าหรือเท่ากับ		12	

หาค่าการพองตัวของวัสดุตามความหนา จากสูตร

$$\text{การพองตัวของวัสดุตามความหนา} = \frac{\text{ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ} - \text{ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ}}{\text{ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ}} \times 100$$

ผลการทดสอบการพองตัวของความหนา เมื่อแช่น้ำนาน 1 ชั่วโมง พบว่า แผ่นขึ้นทดสอบ A มีค่าการพองตัว 11.76 เปอร์เซ็นต์, ขึ้นทดสอบ A1 มีค่าการพองตัว 20.83 เปอร์เซ็นต์, ขึ้นทดสอบ B มีค่าการพองตัว 9.72 เปอร์เซ็นต์, ขึ้นทดสอบ B1 มีค่าการพองตัว 6.67 เปอร์เซ็นต์, ขึ้นทดสอบ C มีค่าการพองตัว 3.33 เปอร์เซ็นต์ และขึ้นทดสอบ C1 มีค่าการพองตัว 3.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดสอบขึ้นตัวอย่าง C,C1 (1 : 1 : 1 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 , 5 นาที) มีค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำต่ำกว่าทุกอัตราส่วน คือ 3.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ อัตราส่วนที่ B,B1 (2.0 : 1.5 : 1.5 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 , 5 นาที) มีค่าการพองตัวที่ 9.72 เปอร์เซ็นต์ และ 6.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ แต่ในอัตราส่วนที่ A,A1 (2 : 1 : 1 ใช้เวลาอัดความร้อน 10 , 5 นาที) มีค่าการพองตัวที่เทียบเท่ามาตรฐานและเกินมาตรฐาน คือ 11.76 เปอร์เซ็นต์ และ 20.83 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าในอัตราส่วนที่ A1 ไม่ได้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จากการสังเกตเนื่อง ขึ้นทดสอบ A1 มีปริมาณของจีเลี่ยมากกว่าทุกอัตราส่วนและใช้เวลาอัดความร้อนเพียง 5 นาที ทำให้มีปริมาณน้ำมันยางที่ไปเคลือบกับจีเลี่ยไม่เพียงพอจึงเกิดการพองตัวขึ้น

3) ผลการทดสอบค่าความต้านทานแรงคัตโดยการอ่านค่าจากเครื่องกดไฮโดรลิกที่แรงกด 1.00cm/min ผลตามตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การทดสอบค่าการต้านทานแรงคัต ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ

ค่าการต้านทานแรงคัต								
ขนาดอบ 105°C 24								
ชิ้นงาน	สัดส่วน			เวลาอัดร้อน	ชม. (มม.)			ความต้านทานแรงคัต(เมกะพาสคัล)
	จีเลี่ย	ผง	น้ำมันยาง		กว้าง	ยาว	หนา	
A	2	1	1	10	250	250	15	0.67
A1	2	1	1	5	250	250	15	0.67
B	2	1.5	1.5	10	250	250	15	0.45
B1	2	1.5	1.5	5	250	250	15	0.11
C	1	1	1	10	250	250	15	1.88
C1	1	1	1	5	250	250	15	1.96
มอก.876-2547				มากกว่าหรือเท่ากับ				13

หาค่าความต้านแรงคัด จากสูตร

$$f_m = \frac{3 F_{\max} l_1}{2 b t^2}$$

เมื่อ	f_m	คือ ความต้านแรงคัด เป็น เมกะพาสคัล
	$F_{\max}$	คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ เป็น นิวตัน
	l_1	คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ เป็น มิลลิเมตร
	b	คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร
	t	คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

พบว่าผลการทดสอบค่าความต้านทานแรงคัด แผ่นชิ้นทดสอบ A มีค่าความต้านทานแรงคัด 0.67 เมกะพาสคัล, ชิ้นทดสอบ A1 มีค่าความต้านทานแรงคัด 0.67 เมกะพาสคัล, ชิ้นทดสอบ B มีค่าความต้านทานแรงคัด 0.45 เมกะพาสคัล, ชิ้นทดสอบ B1 มีค่าความต้านทานแรงคัด 0.11 เมกะพาสคัล, ชิ้นทดสอบ C มีค่าความต้านทานแรงคัด 1.88 เมกะพาสคัลและชิ้นทดสอบ C1 มีค่าความต้านทานแรงคัด 1.96 เมกะพาสคัล ตามลำดับ ทุกอัตราส่วนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ 13 เมกะพาสคัล

4) ผลการทดสอบค่าความต้านทานแรงคัดตั้งฉากกับผิวหน้า ผลตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การทดสอบค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ของแผ่นตัวอย่างทดสอบ

ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า								
ชิ้นงาน	สัดส่วน				ขนาดอบ 105°C 24ชม.			ความ
	ซี่	ผงชั้น	น้ำมันยาง	เวลาอัด	(มม.)			ยึดแน่น
					กว้าง	ยาว	หนา	ผิวหน้า
A	2	1	1	10	250	250	15	0.011
A1	2	1	1	5	250	250	15	0.007
B	2	1.5	1.5	10	250	250	15	0.007
B1	2	1.5	1.5	5	250	250	15	0.015
C	1	1	1	10	250	250	15	0.031
C1	1	1	1	5	250	250	15	0.035
มอก.876-2547				มากกว่าหรือเท่ากับ				0.35

หาค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จากสูตร

$$\text{ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคัล} = \frac{F}{W \times L}$$

เมื่อ

F คือ แรงดึงสูงสุด เป็น นิวตัน

W คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

ผลการทดสอบค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า แผ่นชิ้นทดสอบ A มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.011 เมกะพาสคัล, ชิ้นทดสอบ A1 มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.007 เมกะพาสคัล, ชิ้นทดสอบ B มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.007 เมกะพาสคัล, ชิ้นทดสอบ B1 มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.015 เมกะพาสคัล, ชิ้นทดสอบ C มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.031 เมกะพาสคัล และชิ้นทดสอบ C1 มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.035 เมกะพาสคัล พบว่าทุกอัตราส่วนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ 0.35 เมกะพาสคัล

5) ผลการทดสอบค่าความยืดหยุ่นตะปูเกลียว พบว่าทุกอัตราส่วนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ 360 นิวตัน เนื่องจากใช้เครื่องมือในการวัดการทดสอบแล้วไม่สามารถวัดค่าได้ ดังในตารางแสดงผล

จากผลการทดสอบชิ้นตัวอย่างที่มีอัตราส่วนผสม 2 : 1 : 1, 2.0 : 1.5 : 1.5 และ 1 : 1 : 1 (ใช้ เลื่อย : พงษ์ : น้ำมันยาง) ในกรรมวิธีการอัดความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้ความดัน 80-100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 และ 5 นาที ในอัตราส่วนผสม 1 : 1 : 1 ทั้ง 2 เวลาการอัดความร้อนมีคุณสมบัติที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) มากที่สุด คือ ค่าความชื้นและความหนาแน่น ค่าการพองตัวที่มีค่าแค่ 3.333 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ทั้งนี้ในทุกอัตราส่วนที่กำหนดขึ้นมานี้ยังไม่เข้าข่ายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) เนื่องจากยังไม่ผ่านเกณฑ์ค่าความต้านทานแรงดัด ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และค่าความยืดหยุ่นตะปูเกลียวได้

ตารางที่ 12 แสดงผลการทดสอบค่าแผ่นบุผนังภายในจากจีลื้อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นฉนวนใยหิน (มอก.876-2547)

				น้ำ		การ			ความ		ความ
ขนาดอบ 105°C 24ชม. (มม.)				หนัก	น้ำหนัก	ความ	พอง	ความ	การ	ด้าน	ขีด
				ยัง	อบ	หนา	ตัว	ขึ้น	ยัดแน่น	ทาน	แน่น
ชั้นงาน	ก	ย	ห	ไม่อบ	แห้ง	กก./	ตะปู	เกลียว		แรงตัด	ผิว
				(กรัม)	(กรัม)	ลบ.ม.					
A	250	250	15	934.7	889.8	997.01	11.76	5.04	-	6.22	0.011
937.5											
A1	250	250	15	937	908	999.46	20.83	3.19	-	6.22	0.007
937.5											
B	250	250	15	870.7	839	928.74	9.72	3.77	-	4.15	0.007
937.5											
B1	250	250	15	916	878.2	977.06	6.66	4.30	-	0.69	0.015
937.5											
C	250	250	15	885.5	852.3	944.53	3.33	3.89	-	17.29	0.031
937.5											
C1	250	250	15	900.1	846.4	960.10	3.33	6.34	-	17.98	0.035
937.5											
มอก.876-2547						400-900	12	4.0-13.0	360	13	0.35

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาและพัฒนาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อย โดยใช้วัสดุประสานที่ได้จากวัสดุธรรมชาติ คือ ผงซัน และน้ำมันยาง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นผนังภายในอาคาร ช่วยในการลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร ป้องกันเสียงภายนอกเพื่อลดเสียงรบกวนเข้าสู่ตัวอาคาร และให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ขี้เลื่อยชนิดหยาบ (จี้กบ) เมื่อประยุกต์ใช้กับวัสดุธรรมชาติในการทำแผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อย เพราะขี้เลื่อยชนิดหยาบเมื่อผสมกับวัสดุประสานอัดในเครื่องอัดความร้อนแล้วขี้เลื่อยยังสามารถรูปเรียงตัวจับตัวกันกับวัสดุประสานได้ดีและสร้างพื้นผิวที่สวยงามให้แก่แผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อย

2. วัสดุประสาน คือ ผงซัน และน้ำมันยาง จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลของภูมิปัญญาของคนท้องถิ่นการผสมผงซันและน้ำมันยาง ต้องมีอัตราส่วนที่เท่ากันเพื่อให้มีความชื้นและเหลวที่เหมาะสมสามารถเกาะกับวัสดุที่นำมาใช้ทดสอบอัดขึ้นตัวอย่างจากขี้เลื่อยได้

3. ผลการทดลองการอัดแน่น

3.1 อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนผสมระหว่างขี้เลื่อย (จี้กบ) มีลักษณะหยาบเมื่อผสมกับวัสดุประสานที่อัตราส่วนที่เท่ากัน

3.2 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอัดประมาณ 100 องศาเซลเซียส ในเวลาอัด 5-10 นาที

3.3 ความดันที่เหมาะสม คือ 80-100 Psi

4. ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ค่า k)

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เลื่อยทั้ง 6 ชิ้นตัวอย่าง ตัวอย่าง ละ 2 แผ่น มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.28, 0.26, 0.22, 0.25, 0.25 และ 0.24 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน แผ่นบุผนังภายในจากขี้เลื่อย

อัตราส่วนผสม A (2 : 1 : 1 ใช้เวลาอัด 10 นาที) ให้ค่าการนำความร้อนสูงที่สุดคือ 0.28 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน และอัตราส่วนผสม B (2.0 : 1.5 : 1.5 ใช้เวลาอัด 10 นาที) ให้ค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด คือ 0.22 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ซึ่งนับได้ว่าแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากจีลื้อยในอัตราส่วนผสม B มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนใกล้เคียงแผ่นยิปซัมบอร์ด คือ 0.19 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน และแผ่นไม้อัด 0.138 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ที่ความหนาเท่ากัน พบว่าเมื่อปริมาณจีลื้อยมากกว่าวัสดุประสานจะให้ค่าการนำความร้อน ค่า (k) สูงกว่า ปริมาณจีลื้อยที่เท่ากับวัสดุประสานจะมีค่าการนำความร้อนค่า (k) ต่ำ จากขั้นตอนเมื่อปริมาณจีลื้อยน้อยค่าการนำความร้อนจะต่ำ และเวลาที่มีผลต่อค่าการนำความร้อน ค่า(k) เวลาในการอัดมากขึ้นจะให้ค่าการนำความร้อน สูงกว่า แผ่นขึ้นทดสอบที่ใช้เวลาการอัดน้อย

5.ผลการทดสอบการดูดซับเสียง

ในการทดสอบนี้ได้วัดที่ทุกช่วงความถี่ตั้งแต่ 1-6,400 Hz แต่แสดงกราฟที่ห่างกัน 300 Hz เพื่อให้ได้เห็นกราฟที่ชัดเจน แผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากจีลื้อย ขึ้นตัวอย่าง B1 อัตราส่วน จีลื้อย : พงชน : น้ำมันยาง คือ 2.0 : 1.5 : 1.5 อัดความร้อนที่ 5 นาที มีค่าการดูดซับเสียงได้ดีที่สุดจากทุกอัตราส่วน ตั้งแต่ 42- 80 เปอร์เซนต์ ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 700Hz ขึ้นไป ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน NRC (Noise Reduction Coefficient) ที่จะต้องมีค่ามากกว่า 0.40 หรือ 40 เปอร์เซนต์ ถือว่าแผ่นขึ้นตัวอย่าง B1 (อัตราส่วนผสม 2.0 : 1.5 : 1.5 อัดความร้อนที่ 5 นาที) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน NRC เป็นวัสดุดูดซับเสียงและสามารถดูดซับเสียงได้ดีจึงสรุปได้ว่าแผ่นบุผนังภายในจากจีลื้อยในอัตราส่วน B1 สามารถดูดซับเสียงได้ดีเทียบเท่ากับแผ่นอะลูมิเนียมบอร์ดในท้องตลาดที่สามารถดูดซับเสียงได้ 40 เปอร์เซนต์ขึ้นไป ตั้งแต่ช่วงความถี่ 200 Hz เป็นต้นไป และสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นไม้อัดในท้องตลาดที่ดูดซับเสียงได้มากที่สุด ที่ 38 เปอร์เซนต์ที่ช่วงความถี่ 100 Hz

6. การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547)

จากการทดลองตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พบว่าอัตราส่วนที่มีประสิทธิภาพในภาพรวมดีที่สุด คือ อัตราส่วน C , C1 ซึ่งมีผลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ดังนี้

6.1 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น (Density)

- ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 960.10 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรมีค่าใกล้เคียง โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนด ได้มีค่า ระหว่าง 400-900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร

6.2 การทดสอบค่าการพองตัวตามความหนา (Thickness Swelling)

- ค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำเฉลี่ย นาน 1 ชั่วโมง เท่ากับ 3.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ใน เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ซึ่งต้องมีค่าการพองตัวไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์

6.3 การทดสอบหาค่าความชื้น (Moisture Content)

- ค่าความชื้นเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 6.34 เปอร์เซ็นต์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ระหว่าง 4.00-13.00 เปอร์เซ็นต์

6.4 การทดสอบค่าความต้านทานแรงดัด (Modulus of Rupture หรือ MOR)

- ค่าความต้านทานแรงดัดเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 17.98 เมกะพาสคัล ซึ่งผ่านเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดใช้ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 14 เมกะพาสคัล

6.5 การทดสอบค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

- ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ทุกอัตราส่วนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ซึ่งต้องมากกว่า 0.40 เมกะพาสคัล ซึ่งทุกอัตราส่วนมีค่าน้อยกว่า 0.40 เมกะพาสคัลทั้งสิ้น

6.6 การทดสอบค่าความเหนียวตะปูเกลียว ทุกอัตราส่วนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 360 นิวตัน

ในการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ค่า k) การทดสอบการดูดซับเสียง และการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) พบว่าแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากซีเมนต์ใน อัตราส่วน B1 , C และ C1 ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ การทดสอบทั้ง 3 ประเภท ถึงแม้ว่าในการทดสอบการต้านทานแรงดัด ความต้านทานแรงดึงตั้งฉาก กับผิวหน้า และการยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว จะไม่ผ่านในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ (มอก.876-2547) แต่การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาเพื่อทำแผ่นบุผนัง ภายใน ซึ่งจากการทดสอบที่ได้กล่าวมาข้างต้นแผ่นบุผนังภายในให้ค่าสามารถนำไปใช้เป็นแผ่นบุ ผนังภายในเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อน ดูดซับเสียง รวมทั้งมีกายภาพในการนำไปพัฒนาเพื่อใช้ สำหรับภายนอกได้เนื่องจากมีค่าการพองตัวค่อนข้างน้อย นอกจากนั้นแล้วกลิ่นของผงซีเมนต์ และ น้ำมันยางสามารถช่วยในการป้องกันแมลงที่เป็นมิตรกับธรรมชาติและเป็นแผ่นบุผนังภายในที่ได้ จากธรรมชาติทั้งแผ่น

ข้อเสนอแนะ

ในจากในงานวิจัยนี้ การพัฒนาการขึ้นรูปแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากขี้เถ้าได้แผ่นที่แข็งแรงไม่เพียงพอ เป็นผลมาจากวัสดุประสานที่มีปริมาณมาก ความชื้นเหนียว แห้งตัวช้า จึงควรมีการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มวัตถุดิบในผงชั้นและน้ำมันยางเพื่อให้ลดปริมาณในการใช้น้ำมันยางและสร้างความชื้นให้แก่ผงชั้นทำให้สามารถผสมกับขี้เถ้าหรือวัตถุดิบอื่นได้ง่ายขึ้น

1.เติมตัวทำละลาย (Solvent) ทดลองหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในอัตราส่วนเหมาะสม เพื่อเป็นการลดน้ำมันยางและยังสามารถช่วยลดกลิ่นของน้ำมันยางได้

2.เติมปูนแดง เพื่อช่วยให้การอัดขึ้นรูปแผ่นมีความแข็งตัวเร็วมากขึ้นอ้างอิงได้จากกรรมวิธีการผสมชั้นยาเรือจากภูมิปัญญาของคนรุ่นหลังที่เติมปูนแดงในอัตราส่วนที่เหมาะสมสามารถทำให้ชั้นยาเรือแข็งตัวเร็วยิ่งขึ้น

3.พัฒนาโดยการเพิ่มวัสดุเคลือบผิวหน้าเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและลดกลิ่นของแผ่นบุผนังภายในที่ผลิตจากแผ่นขี้เถ้าได้

4.พัฒนารูปแบบของแผ่นในลักษณะต่างๆ เนื่องจากพบว่าการอัดขึ้นรูปแผ่นจากวัสดุประสานนี้ แผ่นสามารถตัดโค้งได้ตามความยืดหยุ่นของน้ำมันยาง

5.พัฒนาในด้านความแข็งแรง ความอดทน จากการขึ้นรูปโดยการผสมขี้เถ้าและวัสดุประสานด้วยเครื่องจักร ทำให้เนื้อวัสดุประสานยึดเกาะกันได้ดีกว่าการผสมขี้เถ้าและวัสดุประสานด้วยมือ

6.ใช้วัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภทอื่นๆ

7. คุณสมบัติของ ผงชั้น และน้ำมันยาง กลิ่นของวัสดุประสาน 2 ชนิดนี้สามารถป้องกันแมลงได้ เป็นวัสดุประสานที่ได้จากธรรมชาติ

8. คุณสมบัติของ พงจันทร์ และน้ำมันที่สามารถกันน้ำได้ จึงสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อ
ทำเป็นแผ่นบุผนังภายนอกได้



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษฎา วิวัฒน์เวคิน. 2551. **Practical Guide to Noise and Vibration Control for HVAC System.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546. **พลังงานชีวมวล.** กลุ่มพลังงานชีวมวล.
สำนักวิจัย คั่นคว่ำพลังงาน. แหล่งที่มา:
<http://www2.dede.go.th/kmmf/download.>,
15 กรกฎาคม 2556.

กิตติชาติ โหมาศวิน. 2551. **แผ่นฉนวนดูดซับเสียงจากใยมะพร้าวร่วมกับยางพารา.** การศึกษา
คั่นคว่ำอิสระปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาติ ลัทธิ, วรพงษ์ ลิพรหมมา, ชวิน เป้าอารีย์ และ สุรเดช สุทธาวาทิน. 2527. **ช่างทั่วไป.** กรม
อาชีวศึกษา, กรุงเทพฯ.

โชติวิทย์ พงษ์เสริมพล. 2549. **เสียงและการควบคุมเสียงในอาคาร.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ไทย โปรวู้ด. 2555. **ขนาดไม้ปาเก้.** แหล่งที่มา : <http://www.prowoodthai.com/>, 30 พฤศจิกายน
2555.

ไทย สุมิ. 2555. **การลงทุนผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อย.** แหล่งที่มา
: <http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/business1.php>, 6 ธันวาคม 2555.

ปรัชญา รังสิริภักดิ์, 2541, **การควบคุมเสียงภายในอาคาร,** (เอกสารประกอบการสอน),
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,
กรุงเทพฯ.

วรรณกรรม อุ๋นจิตติชัย. 2549. **อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นปาร์ติเกิล (แผ่นชิ้นไม้อัดและกรรมวิธี)**. กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมป่าไม้. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้. สำนักวิชาการป่าไม้. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

วรวิทย์ พรหมโชติกุล. 2542. **อุตสาหกรรมไม้ในประเทศไทย**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

วารุณี อริยวิริยะนันท์ และนางสาวรัชฎ์นันท์วรเศรษฐพงษ์. **แผ่นยางปูพื้นสนามหญ้าจากยาง-ขี้เลื่อยยางพารา**. วิธีสืบค้นฝีมือนักวิจัยมทร.ธัญบุรี (RMUTT creates flooring rubber from sawdust of rubber tree) แหล่งที่มา :<http://www.news.rmutt.ac.th/archives/2143>, 7 กรกฎาคม 2553.

วิชาญ เอียดทอง. 2529. **น้ำมันยาง เชื้อเพลิงที่ถูกกลืน**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชิต สนธิวิช และ สมชัย เบญจชัย. 2542. **การใช้ประโยชน์ไม้เสม็ดเพื่องานประดิษฐ์กรรมในชุมชน**. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

นเรศ ศรีรัตน์. 2529. **ระเมาะ**. สารานุกรมวัฒนธรรมภาคใต้. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ..

ผลิตภัณฑ์แทนหนังสัตว์จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา. แหล่งที่มา:

<http://www.manager.co.th/iBizchannel/ViewNews.aspx?NewsID=9480000154429>,

22 พฤศจิกายน 2548.

พรชัย ราชตะนทะพันธุ์, กนกศักดิ์ ลอยเลิศ และ ดำรง ใจเขื่อนแก้ว. 2553. **ผลของปริมาณของกาบแปรงผสมและขนาดผงจากเปลือกมะขามต่อคุณสมบัติของชิ้นไม้อัด**. ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิเชฐ แสงอุไร. 2549. **แผ่นฉนวนกันความร้อนภายในอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกรณีศึกษาฟางข้าว**. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรพงษ์ กสานติกุล. 2551. แผ่นผนังภายในอาคารจากเส้นใยชานอ้อยผสมจีนไม้ต้นมันสำปะหลัง. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้. 2542. การใช้ประโยชน์ไม้ชั้นพื้นฐาน. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ

สมชัย เบญจชัย. 2544. สถานภาพการใช้ประโยชน์ไม้ในประเทศไทย.

American Society for Testing and Materials. 2010. **ASTM C518-10 Standard test method for steady-state thermal transmission properties by means of the heat flow apparatus.** Philadelphia, Pennsylvania.

Baird, T G. 2005. Dipterocarpuswood resin tree tenure, tapping and trade in Teun commune, Kon Mum district, Ratanakiri province, northeast Cambodia. NTFP Project, Ban Lung, Ratanakiri, Cambodia.

Beranek, L.L. 1998. Noise and Vibration Control. Institute of Noise Control Engineering. McGraw Hill, New York.

W.S. Wan Ngah and M.A.K.M Hanafiah, 2007. **Removal of heavy metal from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: A review.** Bioresource Technology, Malasia.



ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าของความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลองในช่วงที่ 1

Name:	A	A1	B	B1	C	C1
f (HZ)	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part
1	0%	-1%	-1%	0%	0%	0%
100	15%	23%	29%	-6%	15%	39%
200	6%	6%	5%	7%	4%	4%
300	6%	5%	5%	8%	5%	9%
400	10%	12%	9%	15%	7%	8%
500	15%	19%	14%	22%	9%	12%
600	20%	26%	20%	31%	11%	16%
700	26%	35%	27%	42%	14%	20%
800	33%	43%	32%	53%	19%	24%
900	39%	50%	36%	63%	23%	28%
1000	45%	54%	38%	71%	29%	32%
1100	49%	54%	37%	77%	34%	33%
1200	51%	52%	36%	80%	40%	34%
1300	51%	50%	34%	80%	45%	34%
1400	51%	47%	31%	79%	49%	33%
1500	49%	44%	29%	77%	51%	32%
1600	47%	41%	27%	73%	51%	31%
1700	45%	38%	25%	70%	50%	30%
1800	43%	36%	24%	67%	47%	28%
1900	41%	34%	22%	64%	45%	27%
2000	40%	32%	21%	61%	42%	26%
2100	38%	31%	20%	59%	40%	25%
2200	37%	29%	20%	57%	38%	25%
2300	36%	28%	19%	56%	36%	24%

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าของความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลองในช่วงที่ 1

Name:	A	A1	B	B1	C	C1
f (HZ)	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part
2400	35%	28%	19%	57%	35%	24%
2500	35%	27%	18%	64%	35%	24%
2600	35%	27%	18%	56%	34%	24%
2700	35%	27%	18%	53%	34%	24%
2800	35%	28%	19%	51%	34%	25%
2900	36%	29%	19%	51%	35%	25%
3000	36%	30%	20%	52%	35%	26%
3100	37%	30%	20%	52%	35%	26%
3200	37%	30%	20%	52%	35%	26%
3300	37%	30%	20%	53%	35%	27%
3400	38%	30%	20%	54%	35%	27%
3500	38%	29%	21%	55%	36%	28%
3600	39%	29%	21%	56%	36%	29%
3700	40%	29%	22%	58%	37%	30%
3800	40%	29%	23%	60%	38%	31%
3900	41%	29%	24%	61%	39%	32%
4000	41%	29%	24%	62%	39%	33%
4100	41%	28%	24%	63%	39%	33%
4200	41%	27%	24%	64%	39%	33%
4300	41%	27%	24%	65%	39%	33%
4400	41%	26%	24%	65%	39%	32%
4500	41%	26%	24%	66%	39%	32%
4600	41%	25%	23%	67%	39%	32%

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตารางแสดงค่าของความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลองในช่วงที่ 1

Name:	A	A1	B	B1	C	C1
f (HZ)	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part
4700	41%	25%	23%	67%	39%	31%
4800	40%	24%	23%	68%	39%	30%
4900	40%	23%	22%	67%	38%	29%
5000	40%	22%	21%	67%	37%	28%
5100	40%	21%	21%	67%	37%	27%
5200	40%	21%	21%	66%	37%	27%
5300	40%	21%	21%	66%	37%	27%
5400	40%	20%	20%	65%	36%	26%
5500	40%	19%	20%	65%	36%	25%
5600	40%	18%	19%	64%	35%	24%
5700	39%	17%	19%	63%	35%	23%
5800	39%	16%	18%	62%	34%	22%
5900	39%	15%	17%	61%	33%	22%
6000	38%	14%	16%	61%	33%	21%
6100	37%	12%	15%	60%	32%	20%
6200	37%	10%	14%	59%	31%	19%
6300	36%	7%	13%	58%	30%	18%
6400	35%	3%	11%	58%	29%	16%

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางแสดงค่าของความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลองในช่วงที่ 2

Name:	A	A1	B	B1	C	C1
f (HZ)	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part	Real Part
1	-2%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%
100	12%	0%	15%	10%	11%	14%
200	8%	7%	6%	6%	5%	11%
300	8%	14%	11%	8%	7%	20%
400	12%	27%	19%	14%	12%	30%
500	15%	41%	28%	22%	18%	37%
600	16%	43%	37%	28%	25%	40%
700	16%	38%	43%	33%	32%	40%
800	15%	31%	46%	34%	39%	38%
900	14%	28%	46%	34%	46%	37%
1000	14%	39%	44%	32%	50%	35%
1100	14%	36%	49%	31%	53%	34%
1200	15%	30%	60%	30%	53%	37%
1300	17%	28%	55%	30%	53%	41%
1400	19%	28%	53%	32%	56%	39%
1500	17%	24%	49%	30%	58%	34%
1600	16%	22%	48%	32%	61%	32%



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 876-2547

แผ่นชั้นไม้อัดชนิดราบ

FLATPRESSED PARTICLEBOARDS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 79.060.20

ISBN 974-687-210-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ



สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนที่ 63ง

วันที่ 5 สิงหาคม พุทธศักราช 2547

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบนี้ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง มาตรฐานเลขที่ มอก.876-2532 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 106 ตอนที่ 146 วันที่ 5 กันยายน พุทธศักราช 2532 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงในสาระสำคัญของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดังกล่าว เพื่อให้ทันสมัยและเหมาะสมกับขีดความสามารถของผู้ทำและความต้องการของผู้ใช้ จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

EN 120 : 1991	Wood based panels – Determination of formaldehyde content – Extraction method called the perforator method
EN 311-1992	Particleboards – Surface soundness of particleboards – test method
EN 312-1 : 1996	Particleboards – Specifications – Part 1 : General requirements for all board types
EN 312-2 : 1996	Particleboards – Specifications – Part 2 : Requirements for general purpose boards for use in dry conditions
EN 312-3 : 1996	Particleboards – Specifications – Part 3 : Requirements for boards for interior fitments (including furniture) for use in dry conditions
JIS A 5908-1994	Particleboards
มอก.499-2526	ตะปูเกลียวหัวผ่า

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควร
เสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.
2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3261 (พ.ศ. 2547)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ
: ความหนาแน่นปานกลาง มาตรฐานเลขที่ มอก.876-2532

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวง
อุตสาหกรรม ฉบับที่ 1523 (พ.ศ.2532) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัด
ชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง ลงวันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ.2532 และออกประกาศกำหนด
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ มาตรฐานเลขที่ มอก.876-2547 ขึ้น
ใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 90 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2547

พินิจ จารุสมบัติ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับ แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบที่มีความหนาแน่นตั้งแต่ 400 kg/m^3 ถึง 900 kg/m^3 สำหรับใช้งานทั่วไปในสภาวะแห้ง (dry condition)
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึง แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบซึ่งมีไม้บางหรือวัสดุอื่นปิดทับหน้า

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (flat pressed (FP) particleboards) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “แผ่นขึ้นไม้อัด” หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้ หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (lignocellulosic material) อัดในเครื่องอัดร้อนให้ยึดกันด้วยกาว ให้ทิศทางของแรงอัดตั้งฉากกับระนาบของแผ่น การทำอาจทำเป็นแผ่นๆ หรือทำต่อเนื่อง ชิ้นไม้ส่วนใหญ่จะขนานกับระนาบของแผ่น แผ่นขึ้นไม้อัดอาจทำให้มีลักษณะโครงสร้างเป็นชั้นเดียว สามชั้น หลายชั้น หรือโครงสร้างที่มีชิ้นไม้ขนาดลดหลั่นกันก็ได้ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 400 kg/m^3 ถึง 900 kg/m^3
- 2.2 แผ่นขึ้นไม้อัดชั้นเดียว หมายถึง แผ่นขึ้นไม้อัดที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีลักษณะและขนาดเหมือนกัน มีส่วนผสมของกาวและสารเติมแต่ง (additive) อย่างเดียวกัน ตลอดความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัด
- 2.3 แผ่นขึ้นไม้อัดสามชั้น หมายถึง แผ่นขึ้นไม้อัดที่แบ่งตามลักษณะของชิ้นไม้ออกเป็นสามชั้น ตลอดความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัด ในแต่ละชั้นประกอบด้วยชิ้นไม้ที่มีลักษณะและขนาด ตลอดจนส่วนผสมของกาวเหมือนกัน ปกติใช้ชิ้นไม้ขนาดเล็กและบางเป็นชั้นผิวหน้าและหลัง ส่วนชั้นไส้ใช้ชิ้นไม้หยาบและใหญ่กว่า ไม้ที่ใช้ทำชั้นไส้อาจเป็นชนิดที่ต่างกับกับที่ใช้ทำชั้นผิวหน้าและหลังก็ได้ ปริมาณกาวที่ใช้ผสมในชั้นผิวทั้ง 2 หน้า มักมีมากกว่าในชั้นไส้ เพื่อให้เกิดโครงสร้างที่สมดุลกัน มีผิวแข็งและแน่นขึ้น
- 2.4 แผ่นขึ้นไม้อัดหลายชั้น หมายถึง แผ่นขึ้นไม้อัดที่มีลักษณะตามข้อ 2.3 แต่มีจำนวนชั้นมากกว่า 3 ชั้น
- 2.5 แผ่นขึ้นไม้อัดขนาดลดหลั่น (graduated particleboard) หมายถึง แผ่นขึ้นไม้อัดที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีขนาดและลักษณะต่างกัน โดยโครงสร้างของแผ่นประกอบด้วยชิ้นไม้ขนาดใหญ่และหยาบ

กว่าอยู่ตรงแนวกลางแผ่นตลอดความหนา จากแนวกลางแผ่นขึ้นไม้จะมีขนาดลดหลั่นเล็กลงไปหาผิวทั้งสองด้าน โดยไม่มีการแบ่งชั้นแน่นอน

2.6 ขึ้นไม้ หมายถึง ขึ้นหรือส่วนของเนื้อไม้ หรือวัสดุกลไกโนเซลลูโลส ที่ถูกย่อยด้วยเครื่องจักร ขึ้นไม้อาจมีลักษณะต่างๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

2.6.1 เกล็ด (flake) หมายถึง ขึ้นไม้บาง ๆ มีทิศทางของเส้นไม้ขนานกับผิว ได้จากการใช้ใบมีดตัดขนานกับแนวของเส้นไม้ แต่ทำมุมกับแนวแกนของเส้นใย

2.6.2 เกล็ดใหญ่ (wafer) หมายถึง ขึ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ด แต่มีความกว้างและความหนามากกว่า

2.6.3 แแถบ (strand) หมายถึง ขึ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ด แต่มีความยาวมากเมื่อเทียบกับความกว้างและมีความหนาสม่ำเสมอตลอดความยาวของแถบ

2.6.4 จี๊กบ (planer shaving) หมายถึง ขึ้นไม้ที่มีรูปร่างเป็นแผ่นขนาดเล็ก มีความหนาไม่เท่ากัน คือหนาที่ปลายด้านหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะบางและมีลักษณะเป็นแฉกขนนก และมักจะโค้งงอด้วย ซึ่งได้จากการไสไม้ด้วยเครื่องไสไม้ชนิดหัวตัดหมุน (rotary cutterhead)

2.6.5 แท่ง (splinter or sliver) หมายถึง ขึ้นไม้ที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมเมื่อมองทางหน้าตัด และมีความยาวตามแนวเส้น ไม้ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของความหนา

2.6.6 เม็ด (granule) หมายถึง ขึ้นไม้ที่มีลักษณะคล้ายจี๊เลื้อย ซึ่งมีความกว้าง ความยาว และความหนาเกือบเท่ากัน

2.6.7 ลักษณะอื่น ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ทำแผ่นขึ้นไม้อัด

2.7 ไม้บาง (veneer) หมายถึง แผ่นเนื้อไม้บาง ๆ ที่ได้จากการลอกหรือฝาน

2.8 วัสดุกลไกโนเซลลูโลส หมายถึง วัสดุที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ไม้ และพืชต่างๆ ได้แก่ ขานอ้อย ป่าน ปอ เป็นต้น

2.9 กาว หมายถึง สารอินทรีย์ที่ใช้ติดขึ้นไม้ในแผ่นขึ้นไม้อัด โดยปกติเป็นกาวเรซินสังเคราะห์

2.10 สารเติมแต่ง หมายถึง สารที่ใช้เติมในการทำแผ่นขึ้นไม้อัด เพื่อให้มีสมบัติพิเศษขึ้น ซึ่งรวมทั้งสารรักษาเนื้อไม้ด้วย

3. แบบและชั้นคุณภาพ

3.1 แผ่นขึ้นไม้อัด แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง ออกเป็น 4 แบบ คือ

3.1.1 แผ่นขึ้นไม้อัดชั้นเดียว

3.1.2 แผ่นขึ้นไม้อัดสามชั้น

3.1.3 แผ่นขึ้นไม้อัดหลายชั้น

3.1.4 แผ่นขึ้นไม้อัดขนาดลดหลั่น

3.2 แผ่นขึ้นไม้อัด แต่ละแบบ แบ่งตามปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ

3.2.1 ชั้นคุณภาพ 1 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 8 mg/100 g

3.2.2 ชั้นคุณภาพ 2 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 8 mg/100 g ถึง 30 mg/100 g

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ความกว้างและความยาวให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 5 mm. การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.1

4.2 ความหนา ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 3 mm. และไม่เกิน 50 mm. โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 0.3 mm.

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.2

4.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้น จะมีได้ไม่เกิน 0.25% ของเส้นสั้น
การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.3

4.4 ความตรงของขอบแต่ละด้านจะคลาดเคลื่อนไปจากแนวตรงได้ไม่เกิน 3.0 mm.
การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.4

5. ส่วนประกอบและการทำ

5.1 ส่วนประกอบ

5.1.1 ชี้้นไม้ หรือวัสดุกลไกโนเซลลูโลสสำหรับทำแผ่นขึ้นไม้อัด

5.1.2 กาว

5.2 การทำ

5.2.1 ย่อยวัสดุที่จะทำเป็นชี้้นไม้ตามลักษณะที่ต้องการ แล้วอบจนได้ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมด้วยเครื่องอบ แยกชี้้นไม้ออกเป็นขนาดต่าง ๆ ตามที่ต้องการ แล้วนำไปคลุกกับกาวตามอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยเครื่องจักร โดยผสมสารเติมแต่งลงไปด้วยก็ได้ และต้องควบคุมให้ปริมาณความชื้นของชี้้นไม้ หลังจากผสมกาวและสารเติมแต่งแล้ว อยู่ในระดับที่เหมาะสม นำชี้้นไม้ไปทำเป็นแผ่นขึ้นไม้ (particle mat) ด้วยเครื่องทำแผ่น แล้วนำแผ่นขึ้นไม้ไปอัดด้วยเครื่องอัดร้อนในแนวราบ ทั้งนี้ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิแรงอัดและระยะเวลาอัดร้อน

5.2.2 ในกรณีที่แผ่นขึ้นไม้อัดสามชั้น ต้องทำให้เกิดโครงสร้างที่สมดุล หากเป็นแผ่นขึ้นไม้อัดชั้นเดียวต้องโรยชี้้นไม้ที่มีขนาดแตกต่างให้คลุกกันอย่างสม่ำเสมอ

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

แผ่นขึ้นไม้อัดต้องมีความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่น ขอบต้องตั้งได้ฉากกับระนาบผิว การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความหนาแน่น

ความหนาแน่นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 400 mg/m^3 ถึง 900 mg/m^3 และความหนาแน่นของแผ่นขึ้นไม้อัดแต่ละแผ่นจะคลาดเคลื่อนจากค่าความหนาแน่นเฉลี่ยได้ไม่เกิน 10%

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.4

6.3 ปริมาณความชื้น (moisture content)

ปริมาณความชื้นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 4% ถึง 13%

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.5

6.4 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

6.4.1 แผ่นขึ้นไม้อัดชั้นคุณภาพ 1

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 8 mg/100g

6.4.2 แผ่นขึ้นไม้อัดชั้นคุณภาพ 2

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 8 mg/100g ถึง 30 mg/100g

6.5 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่แผ่นขึ้นไม้อัดทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามชื่อมาตรฐาน
- (2) แบบ และชั้นคุณภาพ
- (3) ขนาด (ความกว้าง x ความยาว x ความหนา) เป็น มิลลิเมตร x มิลลิเมตร x มิลลิเมตร

(4) ชื่อความหรือรหัสแสดงเดือน ปีที่ทำ หรือรุ่นที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ตามภาคผนวก ก. ให้ไว้เป็นเพียงข้อแนะนำ

9. การทดสอบ

9.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างแต่ละแผ่น เป็นชิ้นทดสอบตามรูปที่ 1 ดังนี้

- ชั้นทดสอบ D_1 ถึง D_6 ขนาด 50 mm. x 50 mm. จำนวน 6 ชั้น สำหรับทดสอบความหนาแน่นและความชื้น

- ชั้นทดสอบ Q_1 ถึง Q_8 ขนาด 50 mm. x 50 mm. จำนวน 8 ชั้น สำหรับทดสอบการพองตัวตามความหนา

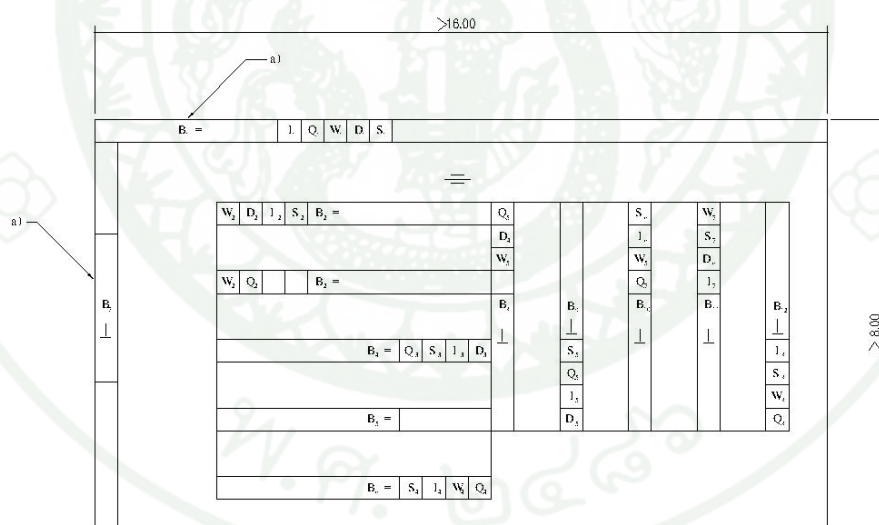
- ชั้นทดสอบ B_1 ถึง B_{12} ขนาด 50 mm. x L mm. จำนวน 12 ชั้น สำหรับทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

$L = 15$ เท่าของความหนาแน่นของชั้นทดสอบ (ไม่น้อยกว่า 150 mm. บวก 50 mm.)

- ชั้นทดสอบ I_1 ถึง I_8 ขนาด 50 mm. x 50 mm. จำนวน 8 ชั้น สำหรับทดสอบความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

- ชั้นทดสอบ S_1 ถึง S_8 ขนาด 50 mm. x 50 mm. จำนวน 8 ชั้น สำหรับทดสอบความยืดหยุ่นของผิวหน้า

- ชั้นทดสอบ W_1 ถึง W_8 ขนาด 50 mm. x 50 mm. จำนวน 8 ชั้น สำหรับทดสอบความยืดหยุ่นของตะปูเกลียว



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

หมายถึง ทิศทางของแนวแกนด้านยาวของชั้นทดสอบขนานกับทิศทางของเครื่อง

หมายถึง ทิศทางแนวแกนด้านยาวของชั้นทดสอบตั้งฉากกับทิศทางของเครื่อง

a) หมายถึง ขอบด้านนอก

รูปที่ 1 ตำแหน่งและการตัดชิ้นทดสอบ

(ข้อ 9.1)

9.2 การปรับภาวะชิ้นทดสอบ

ให้นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้สำหรับทดสอบการพองตัวตามความหนา ความต้านแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ความยึดแน่นของผิวหน้า และความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว ไปปรับภาวะที่อุณหภูมิ $(20 \pm 2)^{\circ} \text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $(65 \pm 5) \%$ จนมีมวลคงที่ คือ มวลของชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้ง ห่างกัน 24 h ต่างกันไม่เกิน 0.1% แล้วทดสอบทันทีที่พ้นจากการปรับภาวะ ส่วนชิ้นทดสอบที่ใช้ทดสอบความหนาแน่น และปริมาณความชื้นไม่ต้องปรับภาวะ

9.3 ขนาด

9.3.1 ความกว้าง และความยาว

ใช้สายวัดโลหะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm. วัดที่จุดลึกเข้าไปจากขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดประมาณ 100 mm. ดังรูปที่ 2

9.3.2 ความหนา

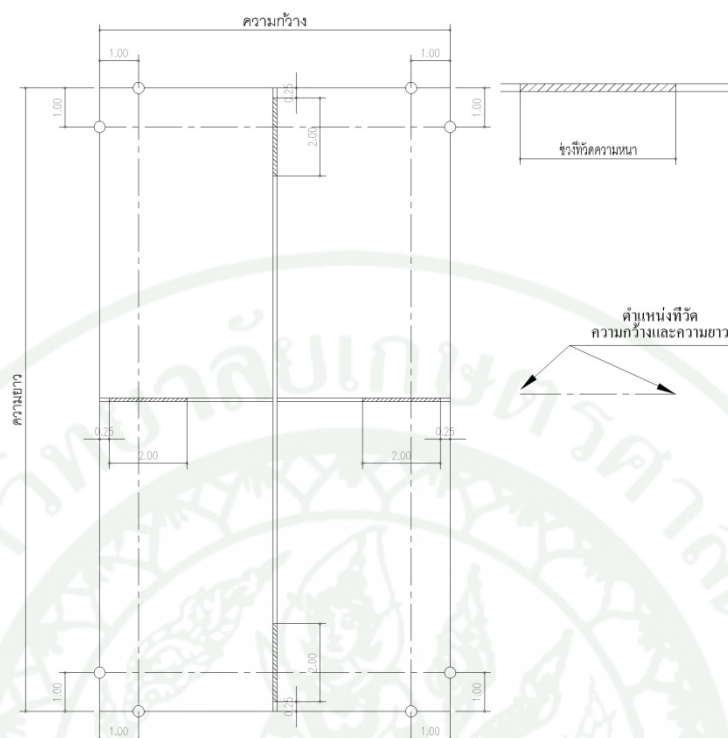
ใช้ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm. ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm. ถึง 20 mm. ให้วัดที่บริเวณกึ่งกลางของขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดทั้ง 4 ด้าน และให้ลึกเข้าไปจากขอบประมาณ 25 mm. ถึง 200 mm. ดังรูปที่ 2

9.3.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

ใช้สายวัดตามข้อ 9.3.1 วัดหาความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

9.3.4 ความตรงของขอบ

จึงเส้นด้ายให้ตึงระหว่างมุมที่ขอบเดียวกันของแผ่นชิ้นไม้อัด แล้ววัดระยะที่คลาดเคลื่อนจากแนวเส้นด้ายมากที่สุดของขอบทั้ง 4 ด้าน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัด
(ข้อ 9.3.1 และข้อ 9.3.2)

9.4 ความหนาแน่น

9.4.1 เครื่องมือ

9.4.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 g.

9.4.1.2 ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm. ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm. ถึง 20 mm.

9.4.1.3 แคลิเปอร์แบบเลื่อน (sliding caliper) หรือเครื่องมือวัดอื่นที่เทียบเท่า อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 mm.

9.4.2 วิธีทดสอบ

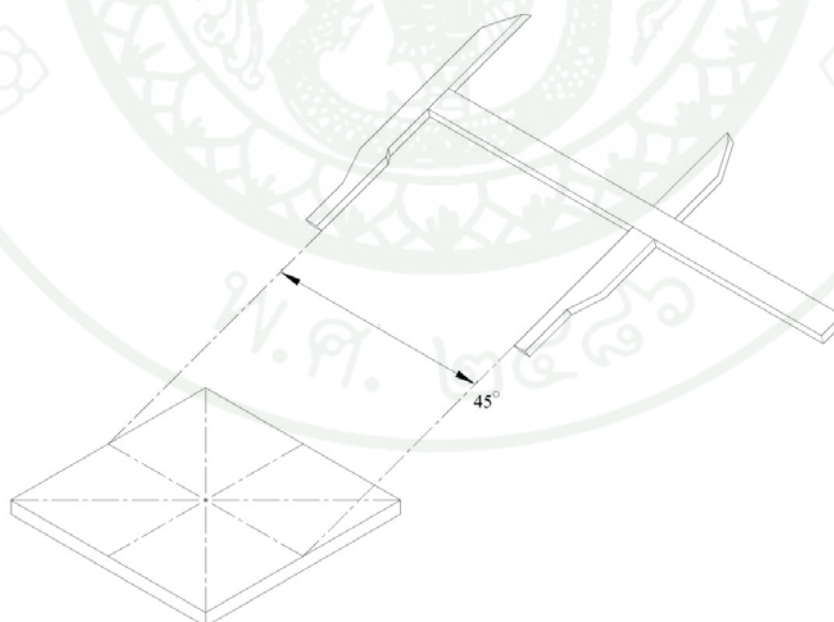
9.4.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบให้ได้มวลที่แน่นอนถึง 0.01 g.

9.4.2.2 ใช้เครื่องมือตามข้อ 9.4.1.2 วัดความหนาตรงจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบตามรูปที่ 3

9.4.2.3 ใช้เครื่องมือตามข้อ 9.4.1.3 วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบตามรูปที่ 3 โดยวางเครื่องมือให้ทำมุมกับแนวระนาบของชิ้นทดสอบ ประมาณ 45° ตามรูปที่ 4



รูปที่ 3 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.4.2.2 ข้อ 9.4.2.3 และข้อ 9.7.2.1)



รูปที่ 4 แสดงวิธีวัดความกว้าง ความยาวของชิ้นทดสอบ

(ข้อ 9.4.2.3)

9.4.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร} = \frac{m}{V} \times 10^6$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ เป็น กรัม V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ เป็น ลูกบาศก์มิลลิเมตร

9.4.4 การรายงานผล

รายงานค่าความหนาแน่นและความหนาแน่นเฉลี่ย

9.5 ปริมาณความชื้น

9.5.1 เครื่องมือ

(1) เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 g.

(2) ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$

(3) เดซิเคเตอร์

9.5.2 วิธีทดสอบ

9.5.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบตามข้อ 9.4 แล้ว ให้ได้มวลที่แน่นอน ถึง 0.01 g. เป็นมวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ

9.5.2.2 อบชิ้นทดสอบในตู้อบที่อุณหภูมิ $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$ จนได้มวลคงที่ คือมวลของชิ้นทดสอบ เมื่อชั่ง 2 ครั้งเป็นเวลาห่างกัน 6 h ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1% ของมวลของชิ้นทดสอบ

9.5.2.3 นำมาใส่ในเดซิเคเตอร์ปล่อยให้เย็น

9.5.2.4 ชั่งชิ้นทดสอบ เป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง

9.5.3 วิธีคำนวณ

หาค่าปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละ} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

เมื่อ m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ เป็น กรัม

M_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง เป็น กรัม

9.5.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น

9.6 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

9.6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบกว้าง 25 mm. ยาว 25 mm. ให้ได้มวลประมาณ 500 g.

9.6.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตาม BS EN 120

หมายเหตุ การทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าได้ โดยใช้เกณฑ์กำหนดและวิธีทดสอบ (รวมทั้งการเตรียมชิ้นทดสอบ) ต้องสอดคล้องกันดังในภาคผนวก ข. ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีตาม BS EN 120 เป็นวิธีตัดสิน

9.7 การpongตัวตามความหนา

9.7.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm. ซึ่งมีส่วนของเป็นวัดเรียบและขนาดกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm. ถึง 20 mm.

9.7.2 วิธีทดสอบ

9.7.2.1 ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนาตามรูปที่ 3 วัดความหนาของชิ้นทดสอบ เป็นความหนาก่อนแช่น้ำ

9.7.2.2 แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ได้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 mm. แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ ไม่น้อยกว่า 10 mm.

9.7.2.3 เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 h แล้ว ให้นำชิ้นทดสอบขึ้นมาซักน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซับน้ำ เช่น พลาสติก กระดาษ

9.7.2.4 ปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 h แล้วนำชิ้นทดสอบขึ้นมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม เป็นความหนาหลังแช่น้ำ

9.7.3 วิธีคำนวณ

หาค่าการpongตัวตามความหนา จากสูตร

$$\text{การpongตัวตามความหนา ร้อยละ} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

เมื่อ t_1 คือ ความหนาของชั้นทดสอบก่อนแช่น้ำ เป็น มิลลิเมตร
 t_2 คือ ความหนาของชั้นทดสอบหลังแช่น้ำ เป็น มิลลิเมตร

9.7.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของการpongตัวตามความหนา เป็นร้อยละ

9.8 ความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.8.1 เครื่องมือ

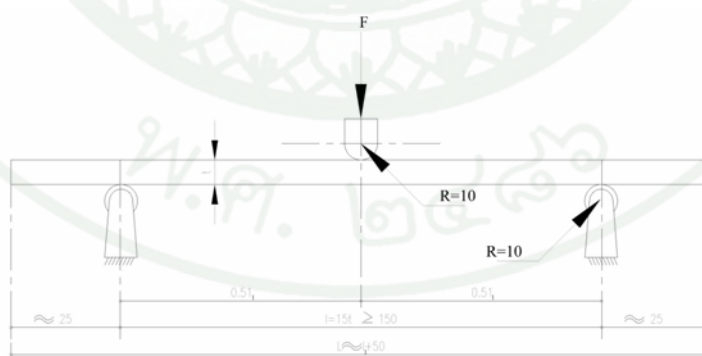
9.8.1.1 เครื่องกด ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 N หรือ 5% ของแรงกดสูงสุดที่ชั้นทดสอบรับได้ แท่งกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 mm. และมีความยาวของแท่งกดไม่น้อยกว่าความกว้างของชั้นทดสอบ

9.8.1.2 แท่งรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 mm. และมีความยาวของแท่งรองรับไม่น้อยกว่าความกว้างของชั้นทดสอบ

9.8.1.3 เครื่องวัดการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 mm.

9.8.2 วิธีทดสอบ

9.8.2.1 วางชั้นทดสอบบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุของชั้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มของ 10 mm.) แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 mm. ตามรูปที่ 5 ให้ปลายชั้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 mm.



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น
 (ข้อ 9.8.2.1)

9.8.2.2 ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการกดประมาณ 10 mm./min)

9.8.2.3 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว ดังรูปที่ 6

9.8.3 วิธีคำนวณ

9.8.3.1 ความต้านแรงดัด

หาค่าความต้านแรงดัด จากสูตร

$$f_m = \frac{3 F_{\max} l_1}{2 b t^2}$$

เมื่อ	f_m	คือ ความต้านแรงดัด เป็น เมกะพาสคัล
	$F_{\max}$	คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ เป็น นิวตัน
	l_1	คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ เป็น มิลลิเมตร
	b	คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร
	t	คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

9.8.3.2 มอดุลัสยืดหยุ่น

หาค่ามอดุลัสยืดหยุ่น จากสูตร

$$E_m = \frac{l_1^3 (F_2 - F_1)}{4 b t^3 (a_2 - a_1)}$$

เมื่อ	E_m	คือ มอดุลัสยืดหยุ่น เป็น เมกะพาสคัล
	l_1	คือระยะห่างของแท่งรองรับ เป็น มิลลิเมตร
	$F_2 - F_1$	คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้น ในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 6 เป็น นิวตัน
	b	คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร
	t	คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

$a_2 - a_1$ คือ ระยะแอนตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรงตามรูปที่ 6 เป็น มิลลิเมตร



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอนตัว
(ข้อ 9.8.2.3 และข้อ 9.8.3.2)

9.8.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงคัตและมอดูลัสยืดหยุ่น

9.9 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.9.1 เครื่องมือ

9.9.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถใช้แรงดึงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s

9.9.1.2 แผ่นดึงซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 mm. x 50 mm. ความหนาตามความเหมาะสม

9.9.2 วิธีทดสอบ

9.9.2.1 ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นทดสอบ

9.9.2.2 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน ซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้ อัตรการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึง จนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการดึงประมาณ 2 mm./min)

9.9.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จากสูตร

$$\text{ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคัล} = \frac{F}{W \times L}$$

เมื่อ F คือ แรงดึงสูงสุด เป็น นิวตัน
W คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร
L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

9.9.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.10 ความยืดหยุ่นของตะปูเกลียว

9.10.1 เครื่องมือ

9.10.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถใช้แรงดึงเพื่อถอนตะปูเกลียวออกจากชิ้นทดสอบในเวลาไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s

9.10.1.2 ตะปูเกลียว ชนิดหัวจมแบบผ่าที่เป็นไปตาม มอก. 499 ขนาดระบุ 4.1 ความยาว 40 mm. หรือที่มีขนาดใกล้เคียง

9.10.2 วิธีทดสอบ

9.10.2.1 ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ทดสอบ 3 แห่ง คือ ที่กึ่งกลางผิวหน้า 1 แห่ง และที่กึ่งกลางของขอบ 2 ขอบที่ประชิดกัน

9.10.2.2 ชิ้นตะปูเกลียวลงในชิ้นทดสอบ ซึ่งได้เจาะรูนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 mm. ลึก 6 mm. ไว้แล้วชิ้นตะปูเกลียวจนกระทั่งส่วนเกลียวที่สมบูรณ์จมลึกลงไปถึง 13 mm. ไม่นับความยาวส่วนปลายเรียวของตะปูเกลียว

9.10.2.3 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบ แรงที่ใช้ดึงจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับตะปูเกลียว และตั้งฉากกับผิวหน้าหรือผิวขอบของชิ้นทดสอบ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการดึง ประมาณ 2 mm./min)

9.10.3 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความยืดหยุ่นของตะปูเกลียว

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง แผ่นขึ้นไม้อัด ที่มีแบบ ชั้นคุณภาพและความหนาเดียวกัน ทำจากกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด และลักษณะทั่วไป
- ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่

- ก.1
- ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 6.1 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าแผ่นขึ้นไม้อัด รุ่นนี้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบขนาด และลักษณะทั่วไป

(ข้อ ก.2.1)

ขนาดรุ่น	ขนาดตัวอย่าง	เลขจำนวนที่ยอมรับ
แผ่น	แผ่น	
ไม่เกิน 150	3	0
151 ถึง 500	13	1
501 ขึ้นไป	20	2

- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบปริมาณฟอร์มาดีไฮด์
- ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากแผ่นขึ้นไม้อัด ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาดและลักษณะทั่วไปแล้ว ให้มีมวลประมาณ 500 g.
- ก.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.4 จึงจะถือว่าแผ่นขึ้นไม้อัดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น และคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ก.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากแผ่นจีนไม้อัด ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ในเรื่องขนาดและลักษณะทั่วไปแล้ว จำนวน 3 แผ่น

ก.2.3.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 ข้อ 6.3 และข้อ 6.5 จึงจะถือว่า แผ่นจีนไม้อัดรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างแผ่นจีนไม้อัด ต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1 ข้อ ก.2.2 และข้อ ก.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่า แผ่นจีนไม้อัดรูนนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

(ข้อ 9.6)

ข.1 ข้อนำเกณฑ์กำหนดและวิธีทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ โดยวิธีใดวิธีหนึ่งตามตาราง วิธีทดสอบเทียบเท่า ดังนี้

ชั้นคุณภาพ	เกณฑ์กำหนด	วิธีทดสอบ
1	ไม่เกิน 8 mg./100g.	วิธี Perforator ตาม BS EN 120
	ไม่เกิน 0.5 mg./l	E0 วิธี Desiccator ตาม JIS A 5908
	มากกว่า 0.5 mg./l ถึง 1.5 mg./l	E1
2	มากกว่า 8 mg./100g. ถึง 30 mg./100g	วิธี Perforator ตาม BS EN 120
	มากกว่า 1.5 mg./l ถึง 5.0 mg./l	E2 วิธี Desiccator ตาม JIS A 5908
หมายเหตุ	E ₀ E ₁ E ₂ หมายถึง ปริมาณการปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์	

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวผ่องพรรณ วะชุม
วัน เดือน ปีเกิด	16 พฤศจิกายน 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดนครพนม
ประวัติการศึกษา	สถาปัตยกรรมบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตจังหวัดนครราชสีมา
ที่อยู่ปัจจุบัน	538/89 ซารารมณีนพาร์ทเมนต์ ซอยเจริญสุขนิทวงศ์ 41 ถนนเจริญสุขนิทวงศ์ แขวงอรุณอมรินทร์ เขต บางกอกน้อย กทม. 10700
ตำแหน่ง	สถาปนิก
หน้าที่การทำงานปัจจุบัน	บริษัท ริช เฟลซ 2002 จำกัด(มหาชน)