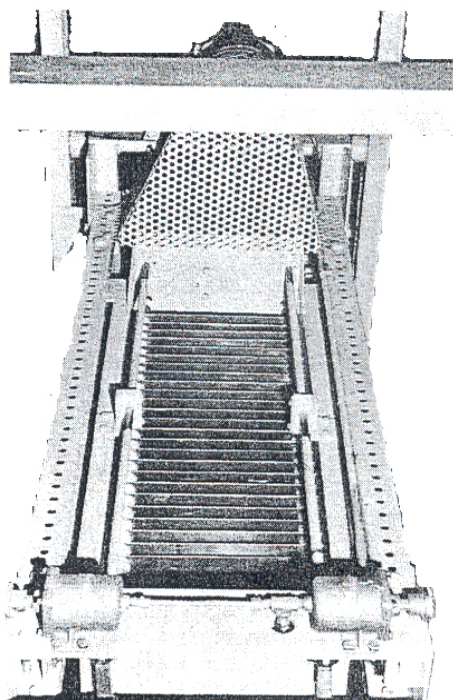
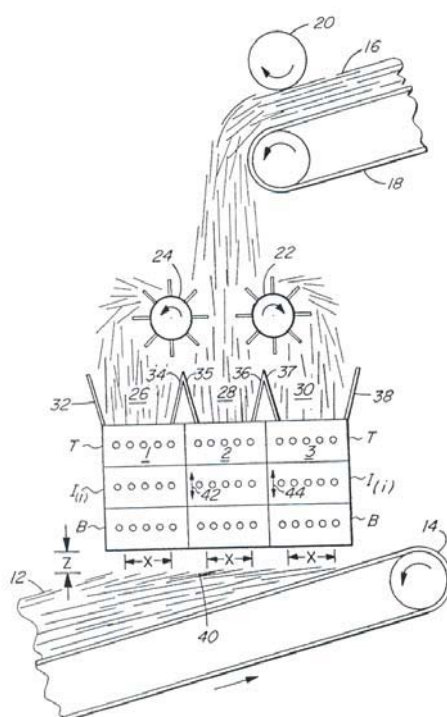
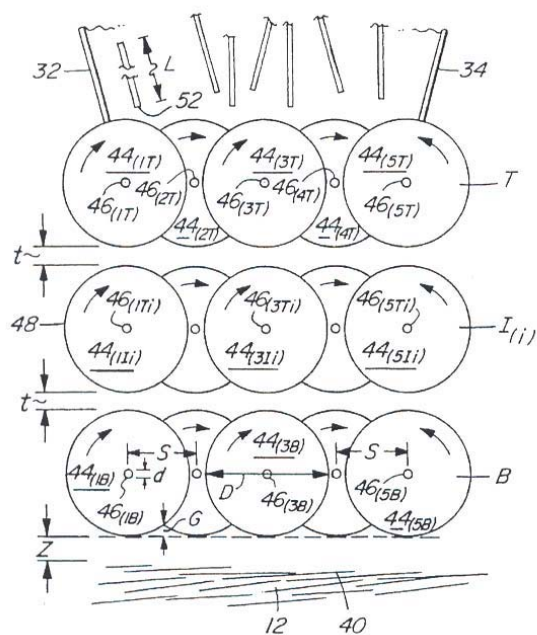




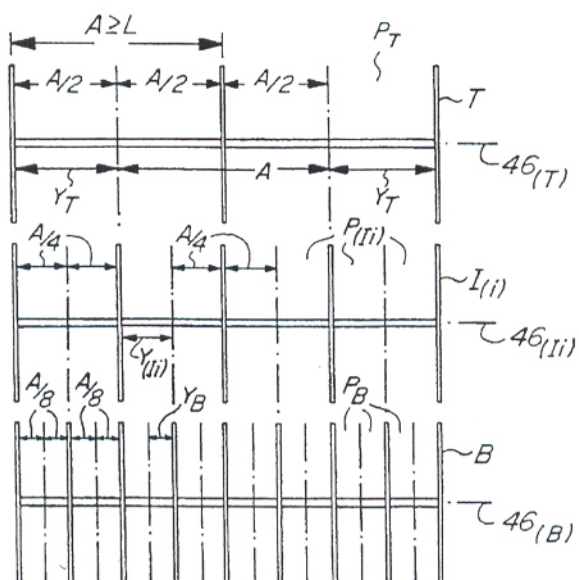
รูปที่ 27 Top of flake alignment machine, showing alignment plates.



รูปที่ 28 ระบบการเรียงแบบหลายชั้น (Multi-deck orienting system)



รูปที่ 29 ด้านข้างของจานหมุน (Rotary disks)



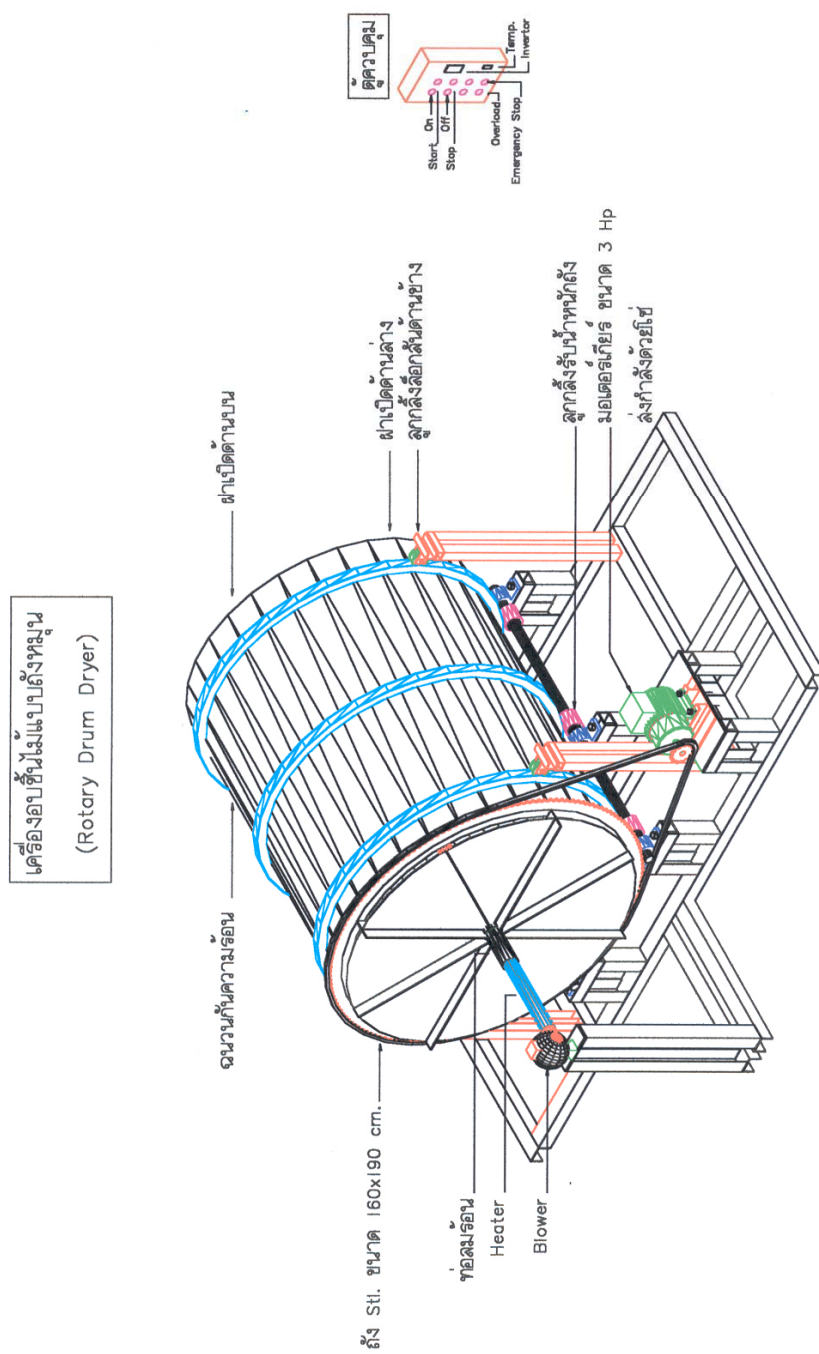
รูปที่ 30 ด้านหน้าของจานหมุนแสดงให้เห็นระยะห่างของจานหมุนในแต่ละชั้น

7. การสร้างเครื่องอบ เครื่องตากและเครื่องเรียงเลียน

การออกแบบเครื่องจักรให้เหมาะสมกับงานวิจัยในห้องปฏิบัติการมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ (น้อย) พลังงาน (ไฟฟ้า) พื้นที่ใช้สอย (จำกัด) การบำรุงรักษา (ขาดแคลนเจ้าหน้าที่) ความเร็วของสายการผลิต (ไม่สำคัญ) การตลาด (ไม่มี) ดังนั้นการออกแบบเตาอบแถบไม้ครั้งนี้จึงเลือกหลักการใช้ถังหมุน (rotary drum) และไม่มี การเคลื่อนที่ผ่านของแถบไม้ (Zero-pass) ซึ่งต้องการพื้นที่เพียงสำหรับวางถังหมุน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์และโซ่ ให้ความร้อนด้วยขดลวดต้านทานไฟฟ้า (resistance electric coil) ที่มีครีบบ่มพื้นที่ผิวจำนวน 6 ชุดใช้พัดลมเทอร์โบเป่าลมร้อนเข้าถังหมุน โดยมีช่องระบายความชื้นที่รับขนาดของช่องได้จำนวน 4 ช่องทางด้านท้ายถัง ด้านหน้าประกอบด้วยฝาครึ่งวงกลม 2 บาน แผงควบคุมมีปุ่มปรับค่าความร้อนและปุ่มตั้งความเร็วของถังหมุน บริเวณผิวด้านในของถังมีครีบบ่มสำหรับกวาดแถบไม้ขึ้นด้านบนจำนวน 4 อัน ภายในถังด้านท้ายติดตั้งอุปกรณ์วัดความร้อนด้วยลวดเทอร์โมคัปเปิล (thermocouple-wire sensor) แบบของเครื่องอบและภาพถ่ายได้แสดงไว้ในรูปที่ 31

การออกแบบเครื่องตากว่าได้คำนึงถึงข้อจำกัดเช่นเดียวกับข้างต้นและเลือกกรรมวิธีของเครื่องตากแบบใช้เวลานาน (long-retention-time blender) แบบใช้ถังหมุน (rotary drum) คล้ายกับเตาอบแต่ขับเคลื่อนด้วยสายพาน (รูปที่ 33 และ 34) ด้านหน้ามีฝาปิดใหญ่บานเดียวโดยด้านบนของฝามีช่องสำหรับใส่หัวฉีดการ (spray nozzle) จำนวน 1 หัวและมีม่านพลาสติกป้องกันการฟุ้งกระจายออกนอกถังของละอองการ ตัวควบคุมมีปุ่มตั้งความเร็วการหมุนของถังและปุ่มเปิด ปิดการฉีดการ แต่ความเร็วการฉีด ปริมาณของละอองการและเส้นผ่าศูนย์กลางของกรวยของม่านละอองการปรับค่าได้ที่หัวฉีด และออกแบบขนาดของถังคำนวณจากปริมาณแถบไม้ที่ใช้ในการผลิตโอแอสแอลหนึ่งชิ้นที่มีขนาดใหญ่สุด (800 X 800 มิลลิเมตร) ที่เครื่องอัดร้อนรับได้

การออกแบบเครื่องเรียงเลียนใช้แนวคิดของ Geimer (1976) และ Barnes (1994) ผสมผสานกันคือเลือกระบบครีบบ่ม (vibrating fins) ที่มีครีบบ่มสองชั้นโดยช่องว่างระหว่างครีบบ่มของชั้นล่าง (bottom deck) เท่ากับครึ่งหนึ่งของช่องว่างชั้นบน (top deck) ระบบนี้ตั้งชื่อว่า Double-deck vibrating system ซึ่งครีบบ่มชั้นบนช่วยตะล่อมให้แถบไม้ตกลงได้ง่ายเพราะระยะระหว่างครีบบ่มมากกว่าความกว้างของแถบไม้หนึ่งเท่าตัว เมื่อแถบไม้ตกลงมาแล้วถูกจัดทิศทางให้แม่นยำด้วยครีบบ่มชั้นล่าง แถบไม้จึงตกลงเร็วและมีทิศทางแม่นยำซึ่งช่วยให้แถบไม้ไม่แตกและใช้พลังงานในการเรียงเลียนน้อย กลไกการสั่นขึ้นลงควบคุมด้วยลูกเบี้ยว ตัวควบคุมมีปุ่มตั้งความถี่การสั่น (frequency) และระยะการสั่น (amplitude) พร้อมกับปุ่มตั้งระยะการตกของแถบไม้ (free-fall distance) ซึ่งหมายถึงระยะระหว่างด้านล่างของครีบบ่มชั้นล่างถึงผิวด้านบนของกองแถบไม้ในเบ้า (strand mat) (รูปที่ 35) ภาพถ่ายเครื่องเรียงเลียนที่สร้างขึ้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 36 ตามลำดับ



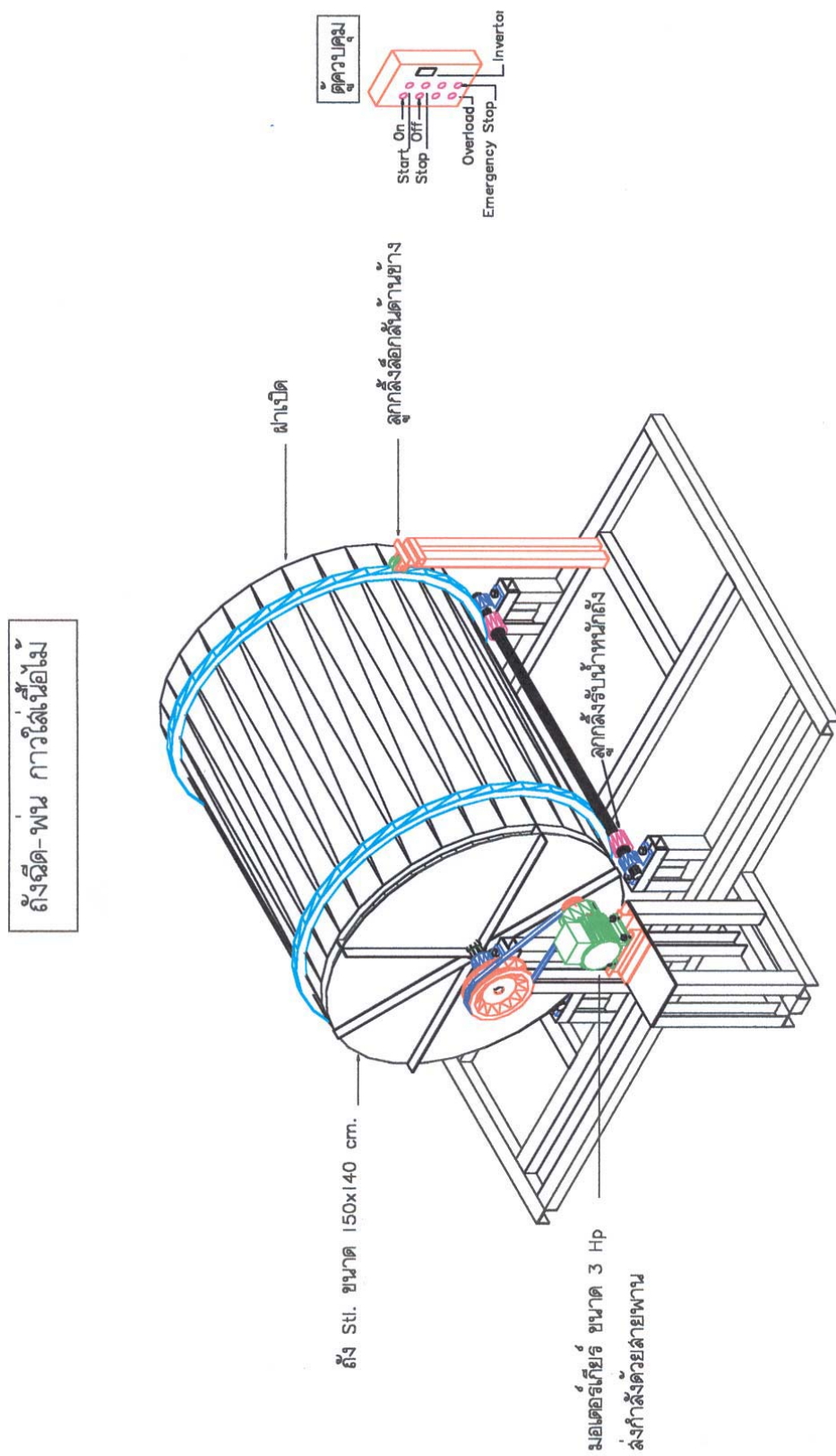
รูปที่ 31 แบบสมมติของเครื่องอบดินใหม่แบบถังหมุน



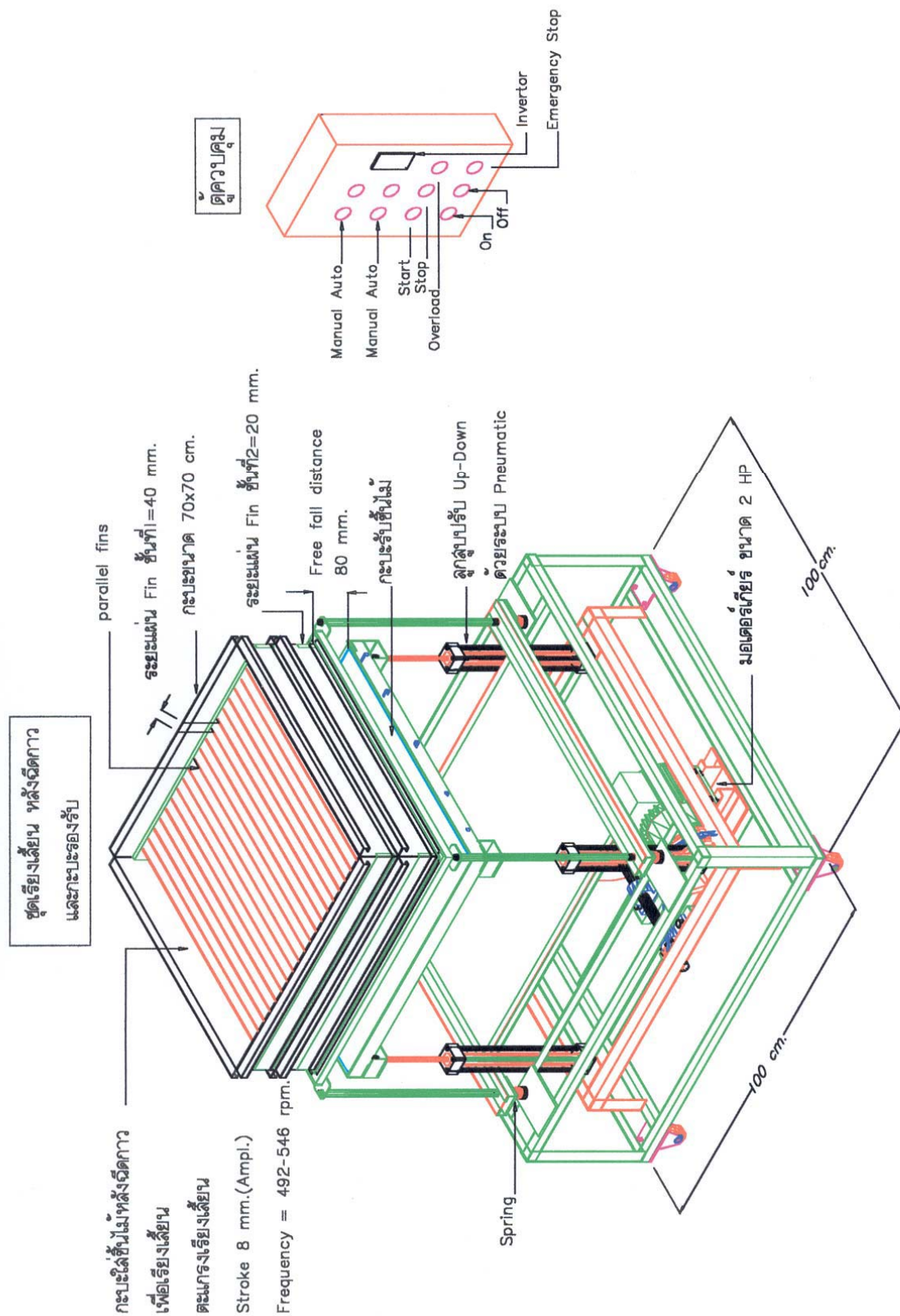
รูปที่ 32 เครื่องอบแบบถึงหมุน



รูปที่ 33 เครื่องทากาวแบบถึงหมุน



รูปที่ 34 แบบสมมติของเครื่องทากาวแบบถ้งหมุน



รูปที่ 34 แบบสมมติของเครื่องเรียงเส้นแบบครึ่งต้นสองชั้น



รูปที่ 36 เครื่องเรียงเส้นแบบกริบสันสองชั้น

8. เครื่องอัดไฮดรอลิกและอุปกรณ์ให้ความร้อน

เครื่องอัดไฮดรอลิกจำเป็นต้องมีสองเครื่อง คือ เครื่องอัดเย็น (cold press) หรือเรียกอีกชื่อว่า เครื่องอัดก่อน (prepress) และเครื่องอัดร้อน (hot press) เครื่องอัดเย็นใช้สำหรับอัดกองแถบไม้ในกระบะ (strand mat) ให้ยุบลงประมาณร้อยละ 50 ของความสูงทั้งหมดก่อนการอัดเย็น เพื่อให้ได้แผ่นที่มีเสถียรภาพขึ้น เมื่อนำเข้าเครื่องอัดร้อนจะทำให้สะดวกและไม่เสียรูป ดังนั้นเครื่องอัดเย็นจึงควรเคลื่อนที่ช้าๆ และมีกำลังอัดไม่มาก (ไม่เกิน 100 ตัน) ส่วนเครื่องอัดร้อนต้องการกำลังอัดสูงมาก (ไม่น้อยกว่า 200 ตัน) เพื่อให้อัดโอเอสแอลที่มีความหนาแน่นตามที่ต้องการได้ และควรมีอุปกรณ์ที่ปรับความเร็วการเคลื่อนที่ของแท่นอัด รวมทั้งอุปกรณ์ลดกำลังอัดลงช้าๆ มาถึงกำลังอัดที่ต้องการ เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตโอเอสแอลนั้นจำเป็นต้องลดกำลังอัดให้อิหร่านระเหยออกเพื่อป้องกันการระเบิดของโอเอสแอล นอกจากนี้เครื่องอัดร้อนควรมีอุปกรณ์สำหรับตั้งอุณหภูมิของแท่นอัดทั้งบนและล่างได้ (ระหว่างอุณหภูมิห้อง ถึง 300 องศาเซลเซียส)

การสำรวจหาผู้ผลิตเครื่องอัดไฮดรอลิกในประเทศไทยพบว่ามีหลายบริษัทที่รับผลิตตามที่ผู้ซื้อต้องการ และทุกบริษัทมีความชำนาญในการสร้างอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ (steam) และน้ำมันร้อน (hot oil) ไม่มีบริษัทใดที่มีประสบการณ์ การสร้างอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าเพราะการให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าในเชิงอุตสาหกรรมไม่คุ้มทุน นอกจากนี้การสืบราคาทราบว่าเครื่องอัดเย็นแบบไฮดรอลิกที่มีแท่งอัดขนาด 800 X 800 มิลลิเมตร แบบช่องเดียว กำลังอัด 100 ตัน ราคาไม่น้อยกว่า 300,000 บาท ส่วนเครื่องอัดร้อนไฮดรอลิกที่ให้ความร้อนด้วยไอน้ำราคาประมาณ 500,000 บาท

การสืบค้นข้อมูลจากราคาผู้ผลิตในต่างประเทศพบว่าผู้ผลิตเครื่องอัดไฮดรอลิกในประเทศเดนมาร์กมีสร้างเครื่องอัดตามสั่งและมีความชำนาญในการสร้างอุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า (resistance electric coils) และแบบคลื่นไฟฟ้าความถี่สูง (high-frequency dielectric heating) ด้วยราคาที่ถูกลงกว่าในประเทศไทย โครงการวิจัยจึงตัดสินใจสั่งทำในประเทศเดนมาร์กจากบริษัท Techwood Denmark Ltd. ,Bunds ej 16, Ganlose, DK-3660 Stenlose , Denmark (รูปที่ 37 และ 38)



รูปที่ 37 เครื่องอัดก้อน (Prepress)



รูปที่ 38 เครื่องอัดร้อนด้วยไฟฟ้า (Electric hot press)

ระยะที่ 2 การทดลองผลิตโอเอสแอลและทดสอบสมบัติต่างๆ

การศึกษาและวิจัยในระยะที่ 1 เป็นการพัฒนากรรณวิธีการผลิตและสร้างเครื่องจักร คณะผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการผลิตและเครื่องจักรที่ใช้อยู่ในภาคอุตสาหกรรมมาดัดแปลงสร้างขึ้นเองและจัดซื้อบางเครื่องจากบริษัทที่มีความชำนาญในการสร้างเครื่อง ในแต่ละเครื่องได้ทดลองใช้และปรับปรุงจนกระทั่งสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ก่อนนำมาใช้ทำการวิจัยในระยะที่ 2

การดำเนินงานในระยะที่ 2 นี้ นอกจากการทดลองตามหัวข้อ 10 และ 11 ของวิธีการดำเนินการวิจัยแล้วยังได้ทดลองเพิ่มเติมอีก 3 เรื่อง รวมเป็น 4 เรื่อง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยนักศึกษานิพนธ์โท 4 คนดังนี้

1. ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโอเอสแอล

(Optimum Parameters for Manufacturing OSL)

โดย พรรณนิภา มลานิตย์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160

2. ผลกระทบของการเรียงแถบไม้ต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล

(Effect of Strand Orientation on OSL Strength)

โดย สมยศ จิรสถิตสิน

นักศึกษานิพนธ์โท สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3. ผลของกาวผสมต่อสมบัติของแผ่นโอเอสแอล

(Effect of Hybride Adhesives on OSL Properties)

โดย วิศนีย์ ยิ่งประเสริฐ

นักศึกษานิพนธ์โท สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

3. การปรับปรุงความคงทนของโอเอสแอลด้วยความร้อน

(Improvement of OSL Durability by Heat Treatment)

โดย รัตนา ชูหว่าง

นักศึกษานิพนธ์โท สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เนื่องจากการทดลองแต่ละเรื่องมีเนื้อหาแตกต่างกันและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง การรายงานในที่นี้ จึงจำเป็นต้องแยกออกเป็น 4 เรื่อง โดยนำเสนอการสรุป ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิงรวมกันในท้ายเล่ม

เรื่องที่ 1

ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโอเอสแอล (Optimum Parameters for Manufacturing OSL)

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากในประเทศไทย โดยมีพื้นที่เพาะปลูกยางพารารวมกว่า 12 ล้านไร่ (สถาบันวิจัยยาง, 2544) การนำไม้ยางพารามาใช้ประโยชน์เริ่มขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ เมื่อต้นยางพารามีอายุมากขึ้น (ประมาณ 25 ปี) ปริมาณการให้น้ำยางจะลดน้อยลง จำเป็นต้องโค่นเพื่อปลูกทดแทน ท่อนซุงจากส่วนลำต้นซึ่งมีขนาดใหญ่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้หลายประเภท ส่วนเศษเหลือจากการตัดทอน ได้แก่ กิ่งและก้านซึ่งมีขนาดเล็ก พบว่ามีปริมาณสูงถึง 54% ของปริมาณเนื้อไม้ทั้งหมด (Prasertson and Vanapruk, 1998) ถึงแม้จะนำไปผลิตเป็นถ่านหรือทำฟืนบ้างแต่ส่วนใหญ่ยังถูกเผาทิ้งในสวนพร้อมกับปลายไม้และตอไม้ที่น่าเสียดาย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำเศษเหลือไม้ยางพาราเหล่านี้มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโอเอสแอล ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาจากแผ่นแถบไม้อัดเรียงเส้น (Oriented Strand Board; OSB) และเริ่มผลิตขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ.1991 โดยบริษัท Trus Joint McMillan ประเทศสหรัฐอเมริกา (Maloney, 1996) การนำเศษเหลือไม้ยางพารามาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้ สามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแผ่นไม้แปรรูป ช่วยแก้ปัญหาเศษเหลือจากอุตสาหกรรมไม้ สามารถทดแทนไม้จากป่าธรรมชาติได้เป็นอย่างดี และมีประโยชน์ในการช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศในอนาคต นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการสร้างมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้สูงขึ้นอีกด้วย งานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อศึกษาความเหมาะสมของเศษเหลือไม้ยางพาราจากการตัดฟืนที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตโอเอสแอล
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับกรรมวิธีการผลิตโอเอสแอล
3. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของโอเอสแอล

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

การวิจัยได้วางแผนแบบ 2x3x3 Factorial Experiment in Completely Randomized Design ที่มี 3 ซ้ำ (อนันต์ชัย, 2542) โดยใช้ปัจจัยชนิดกาว 2 ชนิด (กาวไอโซไซยานาต และกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์) ปัจจัยปริมาณกาว 3 ระดับ

(3,6 และ 9% ค่อน้ำหนักแถบไม้อบแห้ง) และปัจจัยความยาวของแถบไม้ 3 ระดับ (60, 100 และ 140 มม.) รวมทั้งหมดต้องใช้ชิ้นทดลองของโอเอสแอลจำนวน 54 แผ่น

การเตรียมแถบไม้

การวิจัยครั้งนี้ใช้เศษเหลือไม้ยางพาราที่ทำการตัดฟันเพื่อรอปูลูกทดแทน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 150 มม. จากพื้นที่ อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช นำมาตัดให้มีความยาวท่อนละ 140 มม. นำไปปอกเปลือกและใส่ลงในเครื่องผลิตแถบไม้ (CAE 6/36 Laboratory Disc Flaker) ตั้งมุมของใบมีดด้าน (Counter knife) เท่ากับ 60 องศา ปลายื่นของใบมีดตัด (Knife) มีค่าประมาณ 0.736 มม. ใบมีดกรีด (Scoring knife) ที่ระยะ 60, 100 และ 140 มม. ความเร็วในการหมุนของจาน (Disc) เท่ากับ 990 รอบต่อนาที คัดเลือกแถบไม้ตามขนาดความยาวที่กำหนดไว้ นำแถบไม้ที่ได้ไปอบแห้ง ให้มีปริมาณความชื้นก่อนผสมกาวเท่ากับ 3%

การผลิตโอเอสแอล

นำแถบไม้ที่เตรียมไว้ไปผสมกาวไอโซไซยานต (รุ่น Atac 900 10 พร้อมด้วย Atac Hardener 500 10M) หรือ กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (รุ่น WG 303P พร้อมด้วยสารเร่งแข็ง H632) ที่ปริมาณกำหนด โดยใช้เครื่องผสมกาวกับชิ้นไม้แบบถังหมุน และสารป้องกันความชื้น (รุ่น Mobilcer 739) ในปริมาณ 1% ของน้ำหนักแถบไม้อบแห้ง

นำแถบไม้ที่ผสมกาวเรียบร้อยแล้วมาฟอร์มเป็นแผ่นโดยใช้เครื่องโรยชิ้นไม้แบบเรียงเส้น นำมาอัดเย็นแล้วนำเข้าตู้เครื่องอัดร้อนโดยใช้เวลาในการอัดร้อน 17 นาที อุณหภูมิ 160°C สำหรับแผ่นที่ใช้กาวไอโซไซยานตเป็นตัวประสาน และใช้เวลาในการอัดร้อน 25 นาที อุณหภูมิ 200°C สำหรับแผ่นที่ใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสาน กำหนดแรงอัดสูงสุดเท่ากับ 25 กก./ซม.² (Barnes, 1979; Forest Products Laboratory, 1999; Smith, 1980) ได้ดำเนินการผลิตโอเอสแอลขนาด 20x300x700 มิลลิเมตร ทั้งหมด 54 แผ่น

การทดสอบสมบัติทางกายภาพและเชิงกล

นำแผ่นที่ได้มาตัดเป็นชิ้นทดสอบขนาดต่าง ๆ นำไปปรับสถานะความชื้นโดยใส่ไว้ในตู้ควบคุมบรรยากาศ ที่อุณหภูมิ 20±6 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5% จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ นำชิ้นทดสอบที่ได้มาทดสอบสมบัติทางกายภาพและเชิงกลตามมาตรฐาน ASTM D 5456-99a และ CSA 0437-93

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเตรียมแถบไม้

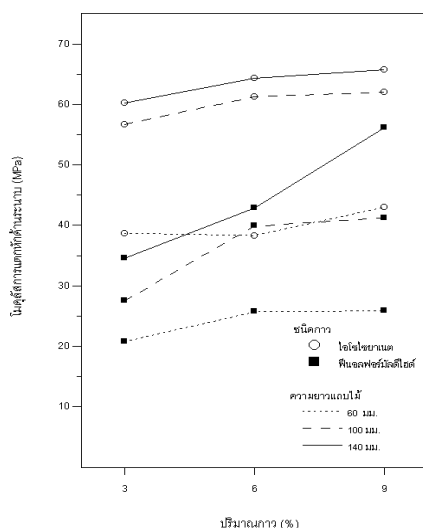
เศษเหลือไม้ยางพาราที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแถบไม้นั้นมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.55-0.60 และมีปริมาณความชื้นระหว่าง 60-70% ในกรณีที่แป้นไม้สด หากเป็นไม้ที่โค่นทิ้งไว้นานปริมาณความชื้นในไม้ก็จะลดลงตามลำดับ ควรนำท่อนไม้ที่ได้ไปแช่น้ำทิ้งไว้เพื่อปรับปริมาณความชื้นของท่อนไม้ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม หากท่อนไม้ที่ป้อนเข้าไปมีความชื้นต่ำจะทำให้ได้แถบไม้ที่มีขนาดเล็กเกินไป (Fine) ไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน นอกจากนี้ความชื้นของไม้ที่มีค่าสูงเกินไปจะทำให้พลังงานที่ใช้ในการตัดแถบไม้ลดลงด้วยลักษณะของท่อนไม้ควรมีลักษณะเปลาตรง และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50-150 มม.

การทดลองโดยใช้เครื่องผลิตแถบไม้ดังกล่าว ปรากฏว่าได้แถบไม้ที่มีความกว้างประมาณ 15-17 มม. และหนา 0.65-0.75 มม. สำหรับใบมีดกรีดใช้เป็นตัวกำหนดความยาวของแถบไม้ โดยทำหน้าที่ยกรีดไม้ออกเป็นช่องเล็ก ๆ ก่อนที่ใบมีดใหญ่จะตัดไม้ออกมาเป็นแถบไม้ การทดลองตั้งเครื่องผลิตแถบไม้ครั้งนี้ได้ผลผลิตของแถบไม้ที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ต้องการ

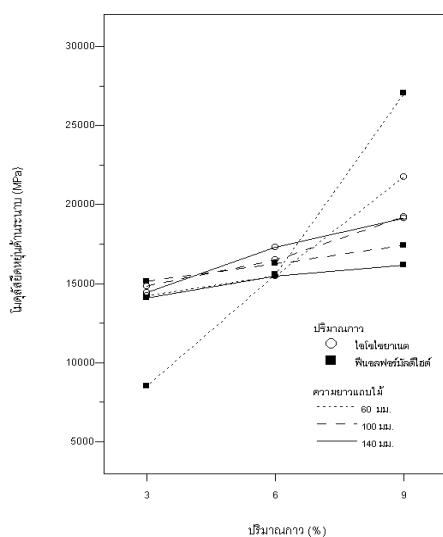
สมบัติทางกายภาพและเชิงกล

ผลการทดสอบพบว่า โอเอสแอลมีสมบัติเชิงกลค่อนข้างสูง เนื่องจากการเรียงตัวของแถบไม้ในขั้นตอนการเตรียมแผ่นก่อนอัดรีดมีลักษณะเช่นเดียวกับการเรียงตัวของเส้นใยไม้ในไม้จริง โดยการเรียงตัวไปในแนวเดียวกันนี้เป็นผลให้สามารถรับแรงดัดสถิตย์ แรงดึงขนานเส้นใย และแรงอัดขนานเส้นใยได้สูง

กราฟในรูปที่ 39 และ 40 ชี้ให้เห็นว่า เมื่อใช้กาวยูรีเทนไฮดรอกซีไซยาเนตเป็นตัวประสานจะทำให้โอเอสแอลมีค่าโมดูลัสการแตกหัก (Modulus of rupture; MOR) สูงกว่าการใช้กาวยีนอล นอกจากนี้ค่าดังกล่าวจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณกาวยูรีเทนไฮดรอกซีไซยาเนตที่มีค่ามากขึ้นด้วย แต่สำหรับค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity; MOE) จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณกาวยูรีเทนไฮดรอกซีไซยาเนตที่เปลี่ยนไปเท่านั้น

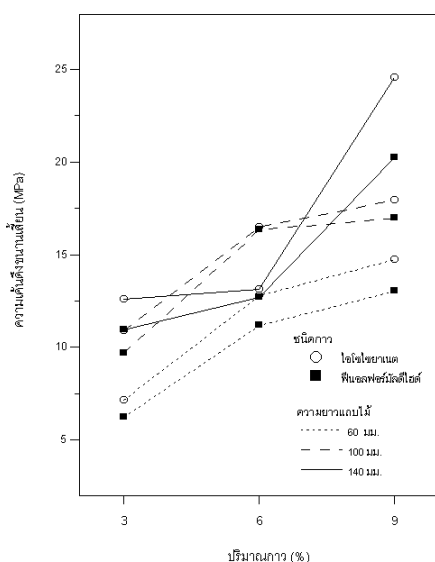


ภาพที่ 39 กราฟแสดงผลกระทบของชนิดกาวยูรีเทนไฮดรอกซีไซยาเนต, ปริมาณกาวยูรีเทนไฮดรอกซีไซยาเนต และความยาวของแถบไม้ ต่อค่าโมดูลัสแตกหักของโอเอสแอล

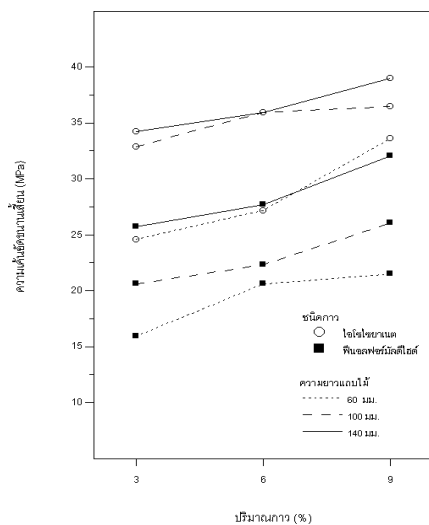


ภาพที่ 40 กราฟแสดงผลกระทบของชนิดข้าว, ปริมาณข้าว และความยาวของแถบไม้
ต่อค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของโอเอสแอล

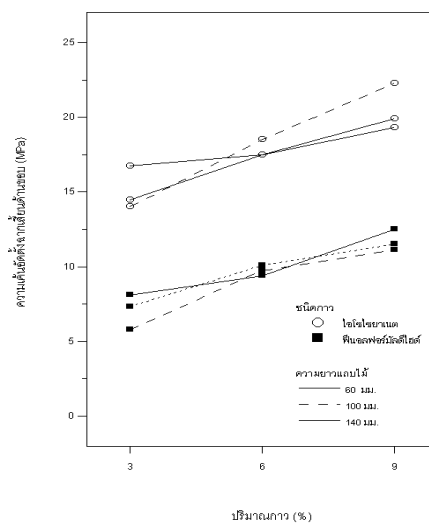
ส่วนความต้านทานแรงดึงขนานเส้น (Tension parallel to grain) และแรงอัดขนานเส้น (Compression parallel to grain) พบว่า ปัจจัยทั้งสามก็ยังคงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 41 และ 42 ผลการทดลองการอัดตั้งฉากเส้น (Compression parallel to grain) ซึ่งให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อค่าดังกล่าวคือ ชนิดข้าวและปริมาณข้าวที่ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 43



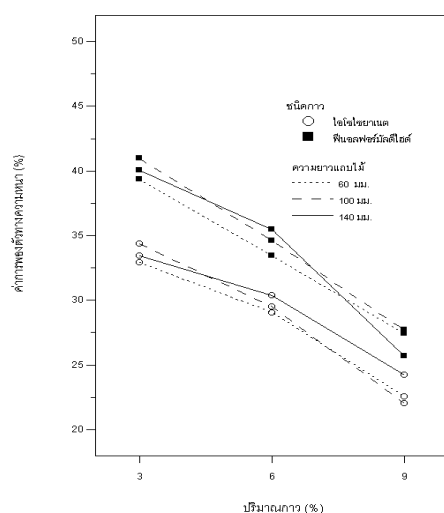
ภาพที่ 41 กราฟแสดงผลกระทบของชนิดข้าว, ปริมาณข้าว และความยาวของแถบไม้
ต่อค่าการดึงขนานเส้นของโอเอสแอล



ภาพที่ 42 กราฟแสดงผลกระทบของชนิดเถ้า, ปริมาณเถ้า และความยาวของแถบไม้ ต่อค่าการอัดขนานเสี้ยนของโอเอสแอล



ภาพที่ 43 กราฟแสดงผลกระทบของชนิดเถ้า, ปริมาณเถ้า และความยาวของแถบไม้ ต่อค่าการอัดตั้งฉากเสี้ยนของโอเอสแอล



ภาพที่ 44 กราฟแสดงผลกระทบของชนิดกาก, ปริมาณกาก และความยาวของแถบไม้
ต่อการปองตัวทางความหนาของโอเอสแอล

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพพบว่า โอเอสแอลที่ผลิตได้มีค่าความชื้นสมดุล (Equilibrium moisture content; EMC) ต่ำกว่าไม้จริง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 7.848-8.153% และมีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.690-0.754 ส่วนการทดสอบการปองตัวทางความหนาหลังการแช่น้ำ (Thickness swelling; TS) ของโอเอสแอลพบว่า ค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของชนิดกากและปริมาณกากที่ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 44

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดชี้ให้เห็นว่า โอเอสแอลที่ใช้กากไอโซไซยานเนตเป็นตัวประสานมีค่าความแข็งแรงสูงกว่ากากฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ เนื่องจากความแข็งแรงของพันธะการระหว่างแถบ ไม้ นั้นมีความแตกต่างกัน ส่วนปริมาณกากที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความแข็งแรงของโอเอสแอลเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากเมื่อปริมาณกากเพิ่มมากขึ้น จะทำให้พื้นที่ยึดติดภายในแผ่นมีมากขึ้น ส่งผลให้สมบัติต่าง ๆ ของแผ่นดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณกากที่เพิ่มมากขึ้นยังมีแนวโน้มที่จะทำให้สมบัติต่าง ๆ ของแผ่นคงที่ นั่นคือ การเพิ่มปริมาณกากจะเพิ่มได้ถึงจุดที่สูงที่สุดเพียงจุดหนึ่งเท่านั้น หากเพิ่มขึ้นจากจุดนี้ก็จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงแต่อย่างใด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Barnes (2000) ซึ่งพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกากไอโซไซยานเนตกับค่าโมดูลัสการแตกหักโอเอสแอลเป็นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential)

ปัจจัยสุดท้ายคือความยาวของแถบไม้พบว่า ความยาวของแถบไม้ที่เพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งแรง (โมดูลัสการแตกหัก การดึงขานเปลี่ยน และการอัดขานเปลี่ยน) ของแผ่นเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน โดยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของขนาดแถบไม้และความแข็งแรงในรูปของอัตราความชลูด (Slenderness ratio) หรืออัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความหนาของแถบไม้ เมื่ออัตราความชลูดเพิ่มมากขึ้นค่าความแข็งแรงก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Barn (2001) และ Suzuki (2000) นอกจากนี้ความยาวของแถบไม้ยังช่วยควบคุมทิศทางการเรียงตัวของแถบ ไม้ นั้น ๆ ด้วย เนื่องจากแถบ ไม้ ที่ยาวเมื่อผ่านอุปกรณ์เรียงเส้นลงไปจะมีการเรียงตัวในทิศทางขนาน

กันได้ดีกว่าแถบไม้ที่สั้น แต่ความยาวของแถบไม้นั้นจะก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องความสม่ำเสมอในการเตรียมแผ่นก่อนอัด (Forming) เนื่องจากแถบไม้มีความยาวมากในขั้นตอนการเตรียมแผ่นจะทำให้แถบไม้เรียงตัวซ้อนกันเป็นแถวในแนวตั้ง (Column) พื้นที่ระหว่างแถวจะเกิดช่องว่างขนาดใหญ่ จึงทำให้พื้นที่ส่วนนั้นมีความหนาแน่นต่ำกว่าปกติ เป็นผลทำให้เกิดความผันแปรของความหนาแน่นภายในแผ่นเดียวกันมาก

เรื่องที่ 2

ผลกระทบของการเรียงแถบไม้ต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล

(Effect of Strand Orientation on OSL Strength)

เป็นวัสดุอย่างหนึ่งที่ใช้เป็นโครงสร้างมาช้านานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ตัวอย่างการใช้งานก็ได้แก่ การนำไปใช้เป็นฝ้าบ้าน คาน ตง พื้นบ้าน เสา โครงหลังคา เป็นต้น ในอดีตที่ผ่านมา การนำไม้มาใช้นั้นจะแปรรูปจากต้นไม้เป็นไม้ท่อน แผ่นไม้แปรรูป แล้วจึงนำไปใช้งานต่อไป แต่ในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง ทรัพยากรไม้ถูกใช้ไปมากจนไม่สามารถปลูกทดแทนได้ทันใช้งาน จึงมีการพัฒนาแผ่นไม้อัด (plywood) ซึ่งมีลักษณะเป็นไม้แผ่นประกอบ เพื่อใช้ในการทำพื้น ผนังและหลังคาแทนแผ่นไม้แปรรูป และได้มีการพัฒนาเรื่อยมาเป็น แผ่นไม้ประกอบ (COM-PLY[®] panel) แผ่นชิ้นไม้อัด (particleboard) และแผ่นแถบไม้อัดเรียงเส้น (oriented strand board : OSB) ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

ไม้ประกอบโครงสร้างเช่น คานหรือเสา ได้มีการพัฒนาดังแต่ต้นทศวรรษที่ 1970 โดยมีความพยายามที่จะใช้เศษเหลือจากการทำอุตสาหกรรมไม้เช่น เศษไม้บาง ไม้ท่อนที่มีขนาดเล็ก เป็นต้น ยกตัวอย่างไม้ประกอบที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้แก่ แผ่นแปรรูปไม้บางประกบ (laminated veneer lumber : LVL) ,แผ่นแปรรูปไม้อัดประกอบ (COM-PLY[®] lumber) ,แผ่นแปรรูปแถบไม้อัดขนาน (parallel strand lumber : PSL) , แผ่นแปรรูปแถบไม้อัดเรียงเส้นหรือโอเอสแอล (oriented strand lumber : OSL) (Malony 1996)

ขั้นตอนการผลิตโอเอสแอลโดยทั่วไปคือการนำแถบไม้ (strand) อาบกาแล้วเรียงซ้อนทับกัน จากนั้นจึงอัดให้ได้ความหนาตามต้องการ มีโอเอสแอลที่ออกจำหน่ายสู่ตลาดบ้างแล้วโดยใช้ชื่อทางการค้าว่า TimberStrand[™] LSL ผลิตโดย MacMillan Bloedel, Ltd. ประเทศแคนาดา ซึ่งปัจจุบันเปลี่ยนเป็น Trus Joist MacMillan เป็นโอเอสแอลทำจากแถบไม้ที่เป็นเศษเหลือจากไม้บาง (veneer) ยาวประมาณ 12 นิ้ว โดยนำเศษไม้บางมาเรียงเป็นแนวตามยาว นอกจากนั้นแล้วยังมีโอเอสแอลที่ใช้ชื่อทางการค้าอื่นๆ อีกเช่น Scrimber[™] ของประเทศออสเตรเลีย และ Zephyrwood[™] ของประเทศญี่ปุ่น แต่สองชนิดหลังนี้ยังไม่ประสบความสำเร็จด้านการตลาดเท่าที่ควร โอเอสแอลสามารถผลิตได้จากขบวนการผลิตแผ่นแถบไม้อัดเรียงเส้น (oriented strand board : OSB) แต่ต้องปรับปรุงกระบวนการเรียงแถบไม้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ความแข็งแรงเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของไม้ ทฤษฎีที่ใช้ทำนายความแข็งแรงหรือความเสียหายสำหรับวัสดุออร์โททรอปิกมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี (Hashin, 1983) และมีหลายทฤษฎีที่ได้นำไปใช้ทำนายความเสียหายของไม้ประกอบ (Laufenberg, 1984 ; Leichti, *et al.*, 1989 ; Liu, 1984 ; Triche and Hunt, 1993)

ความแข็งแรงของไม้ประกอบจะมีค่าสูงสุดเมื่อแนวเส้นไม้วางตัวตามแนวน้ำหนักบรรทุกและจะให้ค่าความแข็งแรงต่ำสุดเมื่อขึ้นไม้วางตัวตั้งฉากกับแนวน้ำหนักบรรทุก (Geimer, 1979 ; Barnes, 2000 ; Liu and Floeter, 1984; Shupe *et al.*, 2001) สำหรับไม้ประกอบที่รับแรงดัด การเรียงตัวของชิ้นไม้ที่ผิวหน้ามีผลต่อความ

แข็งแรงมากกว่าที่ชั้นแกนกลาง (McNatt *et al.*, 1992 ; Shupe *et al.*, 2001) และเมื่อมีการเรียงตัวแถบไม้ในแต่ละชั้นด้วยมุมที่เหมาะสมแล้ว ไม้ประกอบก็จะให้ค่าความแข็งแรงที่สูงสุดได้ (Sharma and Sharon, 1993)

แนวคิดเบื้องต้นของโครงการวิจัยนี้จึงต้องการนำเศษไม้ยางพาราทำเป็นไม้ประกอบขนาดใหญ่ เพื่อทดแทนไม้เนื้อแข็งในการใช้งานเป็นไม้โครงสร้าง เทคนิคของไม้ประกอบที่จะศึกษาคือโอเอสแอล (Oriented Strand Lumber : OSL) และต้องการศึกษาในประเด็นของ การเรียงตัวแถบไม้ ที่มีต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตระดับอุตสาหกรรมต่อไป

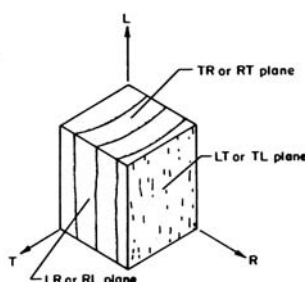
ทฤษฎีความเสียหาย

ไม้ถือเป็นวัสดุออร์โททรอปิกคือวัสดุที่มีสมบัติขึ้นอยู่กับการทิศทางที่ตั้งฉากกัน 3 ทิศทาง ซึ่งจะเป็นแกนหลักในการคำนวณหาความเค้นและใช้ในการพิจารณาความเสียหายด้วย แกนหลักทั้ง 3 ดังรูปที่ 45 คือ

- (1) แกนตามเส้น ใช้สัญลักษณ์ L หรือ 1
- (2) แกนตามแนวเส้นสัมผัส ใช้สัญลักษณ์ T หรือ 2
- (3) แกนตามแนวรัศมี ใช้สัญลักษณ์ R หรือ 3

แกนหลักทั้งสามจะก่อให้เกิดระนาบที่ตั้งฉากกัน 3 ระนาบคือ

- (1) ระนาบตามเส้น-ตามเส้นสัมผัส ใช้สัญลักษณ์ LT หรือ 12
- (2) ระนาบตามเส้น-ตามรัศมี ใช้สัญลักษณ์ LR หรือ 13
- (3) ระนาบตามเส้นสัมผัส-ตามรัศมี ใช้สัญลักษณ์ TR หรือ 23



รูปที่ 45 ทิศทางและระนาบต่าง ๆ ของไม้

เกณฑ์ความเค้นสูงสุด

(Maximum Stress Criterion : MSC)

สำหรับความเค้นในระนาบ การเสียหายจะเกิดขึ้นเมื่อความเค้นในแกนหลักในแนวใดแนวหนึ่งของวัสดุเกินความต้านทานแรง (strength) ในแกนนั้นๆ

$$X > \sigma_1 \dots\dots\dots(1ก)$$

$$Y > \sigma_2 \dots\dots\dots(1ข)$$

$$S > \tau_{12} \dots\dots\dots(1ค)$$

เมื่อ $\sigma_1, \sigma_2, \tau_{12}$ เป็นความเค้นในระนาบในแกนหลักของวัสดุ

X, Y, S เป็นความต้านทานแรงในแกนหลักของวัสดุ

เกณฑ์ความเสียหายของไซ-ฮิลล์

(Tsai-Hill Criterion : THC)

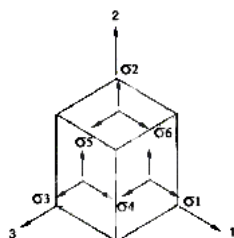
สำหรับความเค้นในระนาบแล้วเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจะเป็นไปตามสมการ

$$\frac{\sigma_1^2}{X^2} - \frac{\sigma_1\sigma_2}{X^2} + \frac{\sigma_2^2}{Y^2} + \frac{\tau_{12}^2}{S^2} = 1 \dots\dots\dots(2)$$

ความเสียหายจะเกิดขึ้นเมื่อผลลัพธ์ทางด้านซ้ายของสมการมีค่ามากกว่า 1

การคำนวณหาความเค้นที่เกิดขึ้นในโอเอสแอล

โอเอสแอลที่ออกแบบเป็นคานที่มีการรองรับอย่างง่าย (simply supported beam) มีน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำตามขวาง (transverse load) ทำให้เกิดโมเมนต์ดัดสูงสุดที่ตำแหน่งกึ่งกลางคาน โอเอสแอลมีลักษณะเป็นชั้นที่มีการเรียงมุมต่าง ๆ กัน เพื่อให้มีความแข็งแรงสูงสุด การคำนวณความเค้นจึงอาศัยทฤษฎีวัสดุที่เรียงซ้อนเป็นชั้น (Laminate Theory) โดยความเค้นที่เกิดขึ้นในองค์ประกอบเล็ก ๆ มีสัญลักษณ์เป็นไปตามรูปที่ 46



รูปที่ 46 ความเค้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในองค์ประกอบเล็กๆ

$\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3$ คือ ความเค้นดัดจากที่เกิดขึ้นในทิศทาง 1 2 และ 3 ตามลำดับ $\sigma_4 \sigma_5 \sigma_6$ คือ ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในระนาบ 12 23 และ 13 ตามลำดับ อาจเขียนเป็น $\tau_{12} \tau_{23} \tau_{13}$

โอเอสแอลที่มีลักษณะเป็นวัสดุออร์โทโทรปิก

ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดในระนาบของไม้ซึ่งเป็นวัสดุออร์โทโทรปิกนั้นสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเมทริกซ์ได้

$$\begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \tau_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & 0 \\ Q_{12} & Q_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 2Q_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \frac{1}{2}\gamma_{12} \end{Bmatrix} \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ

$$Q_{11} = \frac{E_1}{1 - \nu_{12}\nu_{21}}$$

$$Q_{12} = \frac{\nu_{12}E_2}{1 - \nu_{12}\nu_{21}} = \frac{\nu_{21}E_1}{1 - \nu_{12}\nu_{21}}$$

$$Q_{22} = \frac{E_2}{1 - \nu_{12}\nu_{21}}$$

$$Q_{66} = G_{12}$$

โดยที่

E_1 คือ โมดูลัสยืดหยุ่นในทิศทางตามเส้น

E_2 คือ โมดูลัสยืดหยุ่นในทิศทางตั้งฉากเส้น

G_{12} คือ โมดูลัสเฉือน

ν_{12} และ ν_{21} คือ อัตราส่วนพัวส์ของ

โดยที่ $\frac{\nu_{12}}{E_1} = \frac{\nu_{21}}{E_2}$ หรืออาจเขียนได้เป็น $\{\sigma\}_{12} = [Q]\{\varepsilon\}_{12} \dots\dots\dots(4)$

สำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นในทิศทางขนานและตั้งฉากเส้นสามารถหาได้จากความเค้นที่เกิดขึ้นในทิศทางใดๆ จาก

สมการ

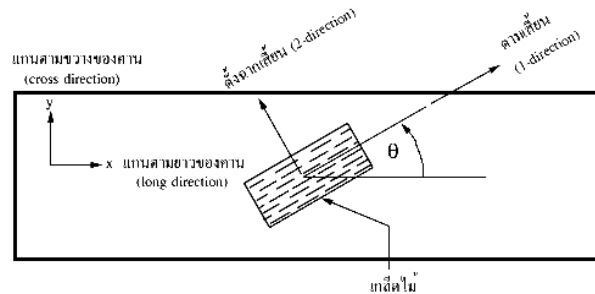
$$\begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \tau_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos^2 \theta & \sin^2 \theta & 2\sin\theta\cos\theta \\ \sin^2 \theta & \cos^2 \theta & -2\sin\theta\cos\theta \\ -\sin\theta\cos\theta & \sin\theta\cos\theta & -(\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix}$$

หรือเขียนได้เป็น

$$\{\sigma\}_{12} = [T]\{\sigma\}_{xy}$$

เมื่อ $[T]$ คือ เมทริกซ์ตัวแปลงโดยที่

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos^2 \theta & \sin^2 \theta & 2\sin\theta\cos\theta \\ \sin^2 \theta & \cos^2 \theta & -2\sin\theta\cos\theta \\ -\sin\theta\cos\theta & \sin\theta\cos\theta & -(\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) \end{bmatrix}$$



รูปที่ 47 ทิศทางตามยาวและตั้งฉากของคาน (x-direction, y-direction)
และทิศทางขนาน (1-direction) และตั้งฉากเส้น (2-direction)

การคำนวณความเค้น

การคำนวณความเค้นในงานวิจัยนี้อาศัยทฤษฎีวัสดุที่เรียงซ้อนเป็นชั้น (Laminate Theory) ซึ่งอ้างอิงสมมติฐานของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Hypothesis) และสมบัติของวัสดุออร์โทโทรปิกเป็นหลัก ความสัมพันธ์ระหว่างภาระที่ได้รับและความเครียดที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ (Jones 1975)

$$\{N\} = [A]\{\varepsilon^0\} + [B]\{\kappa^0\} \dots\dots\dots(5)$$

$$\{M\} = [B]\{\varepsilon^0\} + [D]\{\kappa^0\} \dots\dots\dots(6)$$

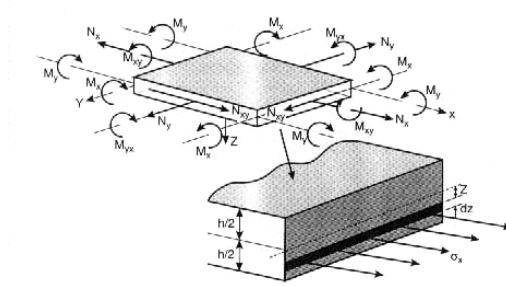
เมื่อ

$\{N\}$ คือเวกเตอร์ของน้ำหนักบรรทุกทุกที่กระทำตามแนวแกนประกอบด้วย N_x , N_y และ N_{xy}

$\{M\}$ คือเวกเตอร์ของโมเมนต์คดที่กระทำตามแนวแกนประกอบด้วย M_x , M_y และ M_{xy}

$\{\varepsilon^0\}$ คือเวกเตอร์ของความเครียดที่แนวกึ่งกลางหรือแนวอ้างอิงประกอบด้วย ε_x^0 , ε_y^0 และ γ_{xy}^0

$\{\kappa^0\}$ คือเวกเตอร์ของความโค้งที่แนวกึ่งกลางหรือแนวอ้างอิงประกอบด้วย κ_x^0 , κ_y^0 และ κ_{xy}^0



รูปที่48 ลักษณะภาระต่างๆ ที่กระทำต่อวัสดุที่เรียงตัวเป็นชั้น

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n \bar{Q}_{ijk} (z_k - z_{k-1})$$

$$B_{ij} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \bar{Q}_{ijk} (z_k^2 - z_{k-1}^2)$$

$$D_{ij} = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^n \bar{Q}_{ijk} (z_k^3 - z_{k-1}^3)$$

[A] คือเมทริกซ์ความแข็งแรงยืดหด (Extensional Stiffness Matrix)

[B] คือเมทริกซ์ความแข็งแรงควบคู่ (Coupling Stiffness Matrix)

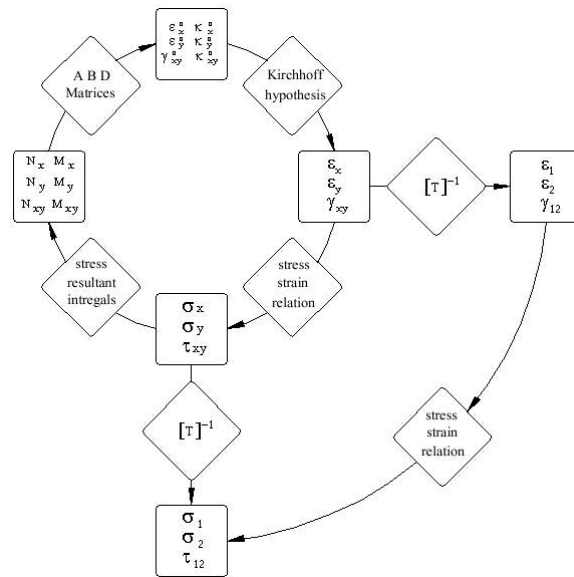
[D] คือเมทริกซ์ความแข็งแรงดัดโค้ง (Bending Stiffness Matrix)

z_k คือระยะจากแนวกึ่งกลางหรือแนวอ้างอิงถึงชั้นที่ k

$\bar{Q}_{ijk}$ คือสมาชิกแถวที่ i หลักที่ j ของเมทริกซ์ความแข็งแรง $[\bar{Q}]$ ในชั้นที่ k

$[\bar{Q}]$ คือเมทริกซ์ความแข็งแรงเป็นฟังก์ชันของมุมระหว่างแกนใดๆ และแกนหลักของวัสดุ

ตัวห้อย x, y, 1, 2 แสดงถึงทิศทางของความเค้นตามแกนต่างๆ ตัวห้อย xy แสดงระนาบตามแกน xy ใดๆ
ตัวห้อย ij แทนสมาชิกแถวที่ i หลักที่ j ของเมทริกซ์ และ [A] [B] [D] เป็นเมทริกซ์ขนาด 3×3



รูปที่ 49 แผนภาพแสดงการคำนวณหาความเค้นในแนวนอนและตั้งฉากเสี้ยน (Hyer 1998)

วิธีการหาความเค้นตามแกนหลักของวัสดุเป็นไปตามรูปที่ 5 เมื่อทราบสมบัติของวัสดุ $[A]$ $[B]$ $[D]$ และทราบน้ำหนักบรรทุก (load) N_x N_y N_{xy} M_x M_y M_{xy} ก็จะหาความเครียดที่แนวอ้างอิงได้ และใช้สมมติฐานของเคอร์ชอฟฟ์เพื่อหาความเครียดของชั้นต่าง ๆ จากนั้นใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดและเมทริกซ์ตัวแปลง เพื่อคำนวณความเค้นตามแกนหลักของวัสดุ ความเค้นที่ได้จะนำไปคำนวณหาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดต่อไป

ในกรณีที่คานรองรับอย่างง่าย และรับโมเมนต์คัต $M_x = m_x$ เพียงอย่างเดียว $N_x = N_y = N_{xy} = M_y = M_{xy} = 0$ ความเค้นที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นตรงกับโมเมนต์คัต m_x (Hyer 1998)

$$\sigma_1 = A \cdot m_x$$

$$\sigma_2 = B \cdot m_x$$

$$\tau_{12} = C \cdot m_x$$

เมื่อ A B C เป็นค่าคงที่ได้จากการคำนวณตามสมการที่ (5) และ (6) เป็นความเค้นในแต่ละชั้น แทนค่าในทฤษฎีความเค้นสูงสุดตามสมการที่ (1) เพื่อหาโมเมนต์คัตสูงสุด

$$X = Am_x \quad \dots\dots\dots(7ก)$$

$$Y = Bm_x \quad \dots\dots\dots(7ข)$$

$$S = Cm_x \quad \dots\dots\dots(7ค)$$

และแทนค่าลงสมการที่ (2) ตามทฤษฎีความเสียหายของไซ-ฮิลล์

$$\frac{(A \cdot m_x)^2}{X^2} - \frac{(A \cdot m_x)(B \cdot m_x)}{X^2} + \frac{(B \cdot m_x)^2}{Y^2} + \frac{(C \cdot m_x)^2}{S^2} = 1$$

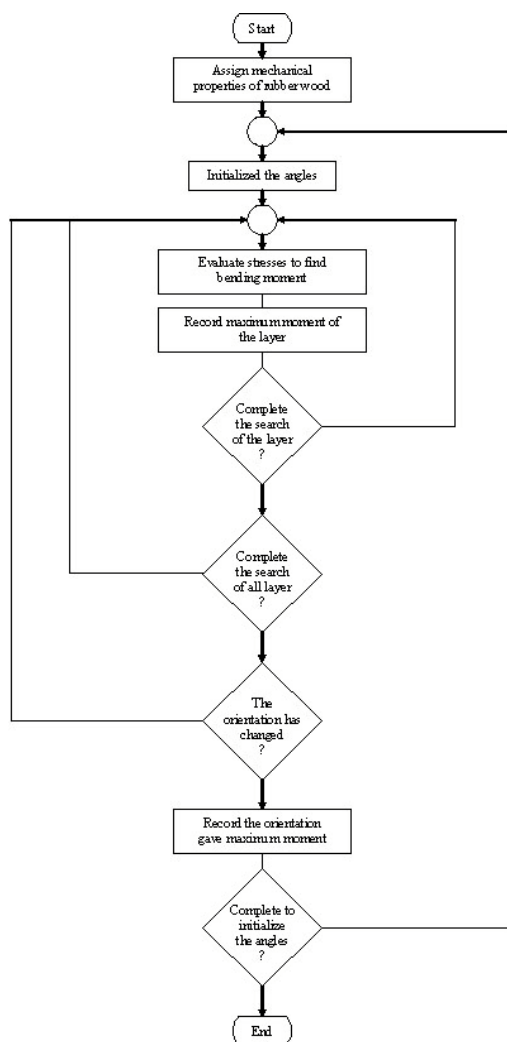
จะได้

$$m_x = \frac{1}{\sqrt{\frac{A^2}{X^2} - \frac{A \cdot B}{X^2} + \frac{B^2}{Y^2} + \frac{C^2}{S^2}}} \dots\dots\dots(8)$$

แนวคิดเบื้องต้นของโครงการวิจัยนี้จึงต้องการนำเศษไม้ยางพาราทำเป็นไม้ประกอบขนาดใหญ่ เพื่อทดแทนไม้เนื้อแข็งในการใช้งานเป็นไม้โครงสร้าง เทคนิคของไม้ประกอบที่จะศึกษาคือโอเอสแอล (Oriented Strand Lumber : OSL) และต้องการศึกษาในประเด็นของ การเรียงตัวแถบไม้ ที่มีต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตระดับอุตสาหกรรมต่อไป

การเรียงตัวที่เหมาะสมของแถบไม้ในโอเอสแอล

แผนภาพที่ใช้สำหรับหาการเรียงตัวที่เหมาะสมที่สุดหรือในงานวิจัยนี้ก็คือหาการเรียงตัวที่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มากที่สุดเป็นไปดังรูปที่ 50 แผนภาพเริ่มด้วยสุ่มมุมที่จะทำการเริ่มทำการค้นหาตามวิธีค้นหาแบบสุ่มครั้งละหนึ่งตัวแปร (univariate search method) หาความเค้นและน้ำหนักบรรทุกที่สามารถรับได้สูงสุด ชั้นที่รับภาระได้ต่ำที่สุดจะเป็นชั้นที่กำหนดความแข็งแรงของโอเอสแอลที่การเรียงตัวนั้นๆ เมื่อได้ภาระสูงสุดที่รับได้ในแต่ละแบบของการเรียงตัวแล้วก็จะนำมาเปรียบเทียบกับในแต่ละแบบของการเรียงตัวแล้วหาแบบการเรียงตัวที่ให้ภาระสูงสุดเป็นแบบที่ดีที่สุด จากนั้นก็สุ่มมุมเริ่มต้นใหม่ และทำซ้ำกระบวนการข้างต้นอีกจนครบมุมเริ่มต้นการค้นหา นอกจากนั้นยังได้พิจารณาความไวต่อมุมที่เปลี่ยนไปจากจุดออกแบบและพบว่าชั้นที่อยู่บริเวณกึ่งกลางมีผลต่อความแข็งแรงน้อยมากตามทฤษฎีดังนั้นแบบการเรียงที่ดีที่สุดที่คำนวณได้คือ [29°, 25°, 21°, 16°, 9°, 0°, -6°, -8°, -6°, -11°]_A สำหรับการเรียง 20 ชั้น และ [26°, 22°, 18°, 12°, 5°, 0°, 0°, 0°, 0°, 0°]_A สำหรับการเรียง 10 ชั้น ผลิตโอเอสแอลทั้งหมด 12 แผ่น



รูปที่ 50 แผนภาพแสดงขั้นตอนการหาแบบการเรียงที่ดีที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองแสดงค่าเฉลี่ยและร้อยละความผันแปรจากจำนวนชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น ทดสอบการคัดสัณธิ์ โดยมีแบบการเรียง (Orientation) 3 แบบคือ

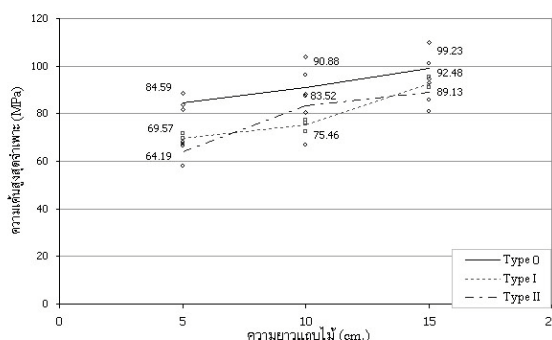
แบบ 0 (Type 0) เรียงมุม 0° ทุกชั้น

แบบ I (Type I) การเรียงแถบไม้ตลอดความหนา 20 ชั้น เรียงมุมตามที่ได้คำนวณทางทฤษฎี แบบการเรียงเป็นดังนี้ $[29^{\circ}, 25^{\circ}, 21^{\circ}, 16^{\circ}, 9^{\circ}, 0^{\circ}, -6^{\circ}, -8^{\circ}, -6^{\circ}, -11^{\circ}]_A$

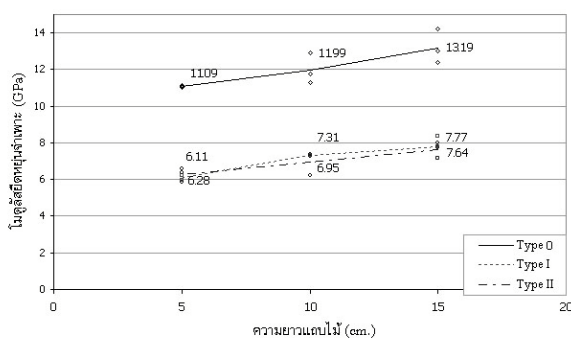
แบบ II (Type II) การเรียงแถบไม้เฉพาะที่ผิวด้านนอก 10 ชั้น ส่วนแกนกลาง 10 ชั้นเรียงแถบไม้ตามแนวยาวของคาน (0°) เรียงมุมตามที่ได้คำนวณทางทฤษฎี แบบการเรียงเป็นดังนี้ $[26^{\circ}, 22^{\circ}, 18^{\circ}, 12^{\circ}, 5^{\circ}, 0^{\circ}, 0^{\circ}, 0^{\circ}, 0^{\circ}, 0^{\circ}]_A$

การเปรียบเทียบแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 แบบ 0 ใช้เป็นคอนโทรลเปรียบเทียบกับ แบบ I และแบบ II เพื่อดูความแตกต่างระหว่างแบบไม่เรียงและเรียงตามทฤษฎี กลุ่มที่ 2 เปรียบเทียบแบบ I และแบบ II เพื่อดูผลการเรียงชั้นที่อยู่บริเวณกึ่งกลาง

ผลการทดลองพบว่าความเค้นสูงสุดจำเพาะและโมดูลัสความยืดหยุ่นจำเพาะมีค่าสูงขึ้นเมื่อความยาวแถบไม้เพิ่มขึ้น โอเอสแอล Type 0 ให้ค่าความเค้นสูงสุดและโมดูลัสความยืดหยุ่นสูงกว่าโอเอสแอล Type I และ Type II แสดงดังรูปที่ 51 และ 52



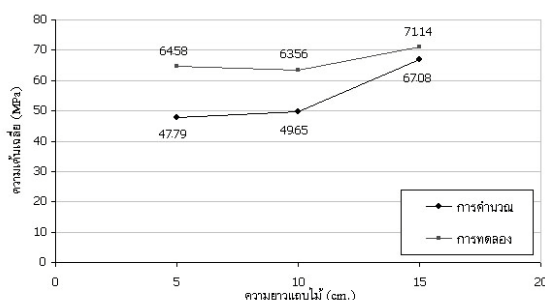
รูปที่ 51 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงจำเพาะและความยาวแถบไม้ที่การเรียงมุมต่างๆ



รูปที่ 52 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมดูลัสความยืดหยุ่นจำเพาะและความยาวแถบไม้ที่การเรียงมุมแบบต่างๆ

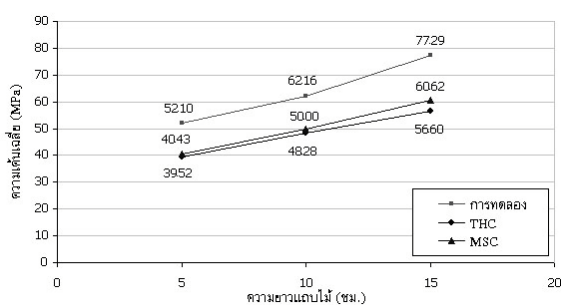
ความเค้นสูงสุดจำเพาะเฉลี่ยของ Type I และ Type II มีค่าน้อยกว่า Type 0 ประมาณ 10%-25% โมดูลัสยืดหยุ่นจำเพาะเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าประมาณ 50% แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง Type I และ Type II ทั้งความเค้นสูงสุดและโมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงให้เห็นว่าชั้นที่อยู่บริเวณกึ่งกลางมีผลต่อความแข็งแรงของโอเอสแอลน้อย

โมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ประกอบโอเอสแอลก็ขึ้นอยู่กับทิศทางเช่นเดียวกับไม้ที่เป็นวัสดุออร์โททรอปิก เมื่อมุมแถบไม้เบี่ยงจากแนวตามยาวของคานโมดูลัสยืดหยุ่นจึงมีค่าลดลง ทำให้โมดูลัสยืดหยุ่นของ Type I และ Type II มีค่าน้อยกว่า Type 0 นอกจากนั้นความเค้นสูงสุดของ Type 0 สูงกว่าของ Type I และ Type II ซึ่งให้ผลที่ตรงข้ามกับทางทฤษฎีที่ได้ทำนายไว้



รูปที่ 53 กราฟเปรียบเทียบค่าจากการทดลองและค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีของชิ้นทดสอบที่เรียงแถบไม้ตามยาว (0° ทุกชั้น)

ความคลาดเคลื่อนต่ำสุดคือ $+0.57\%$ เทียบกับค่าจากการทดลอง และความคลาดเคลื่อนสูงสุดคือ -31.73% เทียบกับค่าจากการทดลอง ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อยคือที่ความยาวแถบไม้ 5 10 และ 15 เซนติเมตร ความเค้นเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองและคำนวณแสดงดังรูปที่ 54



รูปที่ 54 กราฟเปรียบเทียบค่าจากการทดลองและค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีของชิ้นทดสอบ $[29^\circ, 25^\circ, 21^\circ, 16^\circ, 9^\circ, 0^\circ, -6^\circ, -8^\circ, -6^\circ, -11^\circ]_A$

สำหรับโอเอสแอลที่เรียงมุมตามที่ได้คำนวณไว้มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุดของ THC คือ -20.09% สูงสุดคือ -28.28% เทียบกับค่าจากการทดลอง ความคลาดเคลื่อนต่ำสุดของ MSC คือ -18.10% สูงสุดคือ -25.67% เทียบกับค่าจากการทดลอง

ความแข็งแรงด้านการตัดของโอเอสแอลที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่าค่าจากการทดลอง อาจเป็นผลมาจากการกระจายความหนาแน่นในแนวตั้ง (Vertical Density Profile) ที่ไม่เท่ากันตลอดทั้งหน้าตัดแต่มีรูปแบบเป็นรูป Σ ความแข็งแรงของโอเอสแอลขึ้นอยู่กับความหนาแน่น ความหนาแน่นยิ่งสูงความแข็งแรงก็ยิ่งสูง การกระจายความหนาแน่นรูป Σ ทำให้ความแข็งแรงบริเวณผิวด้านนอกสูงกว่าแกนกลาง เมื่อรับโมเมนต์ดัดจึงมีพฤติกรรมคล้ายคานารูป I ความเค้นที่เกิดขึ้นบริเวณผิวด้านนอกสูงกว่าปกติเมื่ออินทิเกรตหาโมเมนต์ลัพธ์จึงสูงกว่าปกติด้วย

เรื่องที่ 3

ผลของกาผสมต่อสมบัติของแผ่นโอเอสแอล (Effect of Hybride Adhesives on OS� Properties)

การเป็นวัตถุดิบสำคัญทำหน้าที่ยึดเกาะไม้ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของแผ่นโอเอสแอลให้ติดกัน ปริมาณการใช้ รวมทั้งชนิดของการมีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นโอเอสแอลมาก พบว่าผลิตภัณฑ์แผ่นไม้ประกอบที่มีแถบไม้เป็นองค์ประกอบสำหรับใช้งานภายนอกนิยมใช้กาฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์สูงถึง 82 เปอร์เซ็นต์ และกาไอโซไซยานาต 12 เปอร์เซ็นต์ อีก 6 เปอร์เซ็นต์เป็นการประเภทอื่น ๆ (Sellers, 2001)

ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เป็นกาที่ไม่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ให้ค่าความแข็งแรงสูง ด้านทานต่อความชื้น ความร้อน และสารเคมีได้ดี ราคาต่ำ แต่มีข้อเสียคือมีส่วนผสมของฟอร์มาลดีไฮด์และระยะเวลาที่ใช้ในการแข็งตัวนานเมื่อเทียบกับกาอะมีโนพลาสติกชนิดอื่น ๆ

กาไอโซไซยานาตทนทานต่อความชื้น แข็งตัวได้เร็วทำให้ใช้เวลาในการอัดร้อนน้อย วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตกาไม่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ไม่มีส่วนผสมของฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มีน้ำในระบบสามารถผสมกับแทนนิน กายูเรีย กาเมลามีน และกาฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ได้ นอกจากนี้ยังใช้งานได้ดีกับวัสดุที่ติดกาอื่น ๆ ได้ยาก เนื่องจากองค์ประกอบของกาไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์แผ่นไม้ประกอบใช้แวกซ์น้อยลง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กาไอโซไซยานาตจะมีความคงขนาดสูง (Dimensional Stability) ให้พันธะการยึดติดที่แข็งแรง ขณะที่ใช้ในปริมาณน้อยเท่านั้น แต่ก็มีข้อเสีย คือราคาสูง มีความเป็นพิษ ยึดติดกับอลูมิเนียมและเหล็กบางอย่างได้ ทำให้เกิดปัญหาติดกับแผ่นรองอัด (Caul Plates) ในระหว่างกระบวนการผลิต แต่ทั้งนี้สามารถแก้ไขโดยใช้กลีเซอริน กาอะมีโน หรือกาฟีนอลทาที่ผิวแผ่นรองอัด (นิคม แหลมสัค ,2543)

ขณะที่ปริมาณการใช้กาไอโซไซยานาตในอุตสาหกรรมแผ่นไม้ประกอบเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ มีการนำกาชนิดนี้ไปทำปฏิกิริยาโคพอลิเมอร์ไรเซชัน (Copolymerization) กับกาชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกาฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ การนำกาทั้งสองชนิดมาผสมกัน น่าจะได้กาที่มีคุณสมบัติดีขึ้น กาผสมจะลดข้อเสียของกาแต่ละชนิดไป เช่น การแข็งตัวของกาฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ และราคาที่แพงของกาไอโซไซยานาต ดังเช่นงานวิจัยที่ผ่านมา

Pizzi (1994) พบว่าเวลาที่ใช้ในการแข็งตัวของกาผสมฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 70 - ไอโซไซยานาต 30 เร็วกว่าเวลาที่ใช้ในการแข็งตัวของกาฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์

Zheng (2001) ได้ทดลองนำกาฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์กับกาไอโซไซยานาตมาผสมกันในสัดส่วนต่าง ๆ เขาพบว่าความหนืดของกาผสมที่ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีแนวโน้มคงที่เมื่อเวลาผสมนานขึ้น เวลาที่ใช้ในการแข็งตัวของกาผสมทุกสูตรเร็วกว่าเวลาที่ใช้ในการแข็งตัวของกาฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ อัตราการแข็งตัวเร็วขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณกาไอโซไซยานาตในกาผสม กาผสมฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 75 - ไอโซไซยานาต 25 น่าจะนำไปใช้

ในกระบวนการผลิต OSB ได้ เพราะให้ค่า Fracture Toughness สูงที่สุด ความเหนียวของกาวอยู่ในช่วงที่นำไปใช้งานได้จริงในกระบวนการผลิต

งานวิจัยในครั้งนี้ได้นำกาวทั้งสองชนิดมาผสมกันในสัดส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ผลิตแผ่นโอเอสแอลจากเศษไม้ยางพารา ศึกษาผลของกาวผสมต่อคุณสมบัติของแผ่นโอเอสแอลที่ผลิตจากเศษไม้ยางพารา ทดสอบและเปรียบเทียบความแข็งแรงรวมทั้งความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมของแผ่นโอเอสแอลที่ได้ พร้อมทั้งหาสัดส่วนหรือชนิดกาวที่เหมาะสมอันจะนำไปสู่การพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง ๆ ของแผ่นโอเอสแอลต่อไป

วิธีการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้สนใจศึกษาถึงลักษณะและผลของกาวผสมแต่ละสูตรต่อความแข็งแรงของโอเอสแอลที่ผลิตจากเศษไม้ยางพาราเพียงปัจจัยเดียวจึงเลือกวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design: CRD) แบ่งกาวออกเป็น 5 สูตร (ระดับ) แต่ละสูตรมีจำนวนซ้ำเท่ากับ 3 ซ้ำ

การเตรียมกาวผสม

ทำการผสมกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์กับกาวไอโซไซยานาตในบีกเกอร์ ใช้แท่งแก้วคนให้กาวผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ในสัดส่วนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 อัตราส่วนการผสมกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์กับกาวไอโซไซยานาต

กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์	กาวไอโซไซยานาต	อักษรย่อที่ใช้แทนสูตรกาว
0	100	A
25	75	B
50	50	C
75	25	D
100	0	E

การเตรียมแถบไม้ (Strand)

การวิจัยครั้งนี้ใช้ไม้ยางพาราที่เป็นเศษเหลือจากการตัดฟันต้นซึ่งหมดอายุการสงเคราะห์หรือไม่สามารถให้น้ำยางได้อีกเพื่อปลูกทดแทนใหม่ พันธุ์ FRIM 600 ในพื้นที่อำเภอลานสกาและอำเภอนาทม จังหวัด

นครศรีธรรมราช วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง หาความชื้นและความถ่วงจำเพาะของไม้ยางพารา จากนั้นตัดไม้ยางพาราเป็นท่อนแต่ละท่อนยาว 140 มิลลิเมตร ปอกเปลือกออก นำไปเข้าเครื่องผลิตแถบไม้ (CAE 6/36 Laboratory Disc Flaker) ใช้มุมใบมีดด้าน (Counter knife) เท่ากับ 60 องศา ปลายยื่นของใบมีดตัด (Knife) มีค่าประมาณ 0.736 มิลลิเมตร ตั้งใบมีดกรีด (Scoring knife) ที่ระยะ 140 มิลลิเมตร ความเร็วในการหมุนของจาน (Disc) เท่ากับ 990 รอบต่อนาที นำแถบไม้ที่ได้ไปอบแห้งเพื่อลดความชื้นลงด้วยถังอบแห้งแบบหมุน ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที สุ่มวัดขนาดความกว้าง และความหนาของแถบไม้

การผลิตแผ่นโอเอสแอล

ผสมกาวกับแถบไม้ด้วยเครื่องผสมกาวแบบถังหมุน ใช้กาว 6 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของแถบไม้ โดยพ่นกาวไปบนแถบไม้ขณะที่กำลังหมุนทำแผ่นโดยใช้เครื่องโรยชิ้นไม้แบบเรียงเส้น จากนั้นอัดเย็นเพื่อลดขนาดของแผ่นลง ตามด้วยการอัดร้อนด้วยความดัน 25 เมกะพาสคัล อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 นาที ทำการผลิตโอเอสแอลทั้งหมด 15 แผ่น

การทดสอบคุณสมบัติของโอเอสแอล

ตัดชิ้นทดสอบโอเอสแอลตามมาตรฐาน เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล โดยอ้างอิงและดัดแปลงจากมาตรฐานดังนี้

Canadian Standards Association "O437 Series-93" ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐาน O437.0, OSB and Waferboard และ มาตรฐาน O437.1, Test Method for OSB and Waferboard.

American Society for Testing and Materials Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Based Materials. (ASTM D 2395-93)

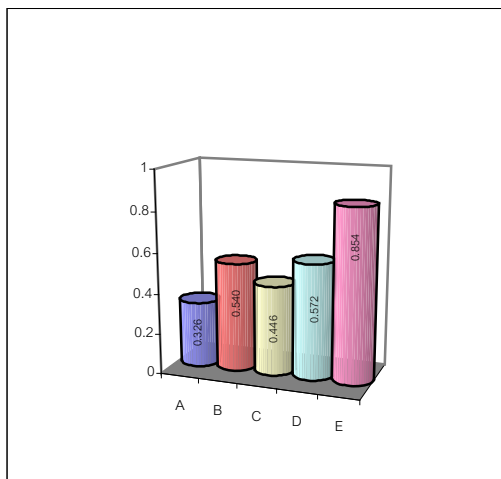
American Society for Testing and Materials Standard Specification for Evaluation of Structural Composite Lumber Products (ASTM D 5456-99a)

การวิเคราะห์ผล

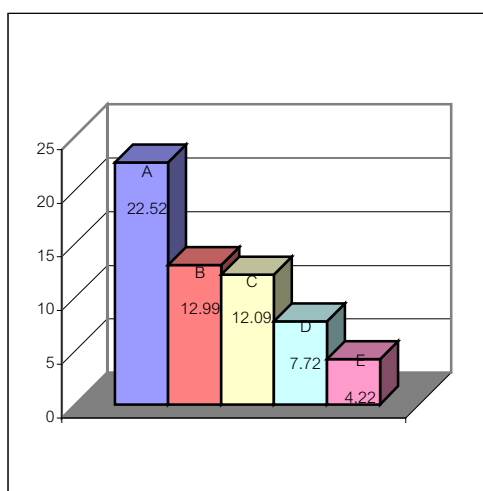
นำข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของโอเอสแอลไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey ' Studentized Range (HSD) Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Analysis System

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

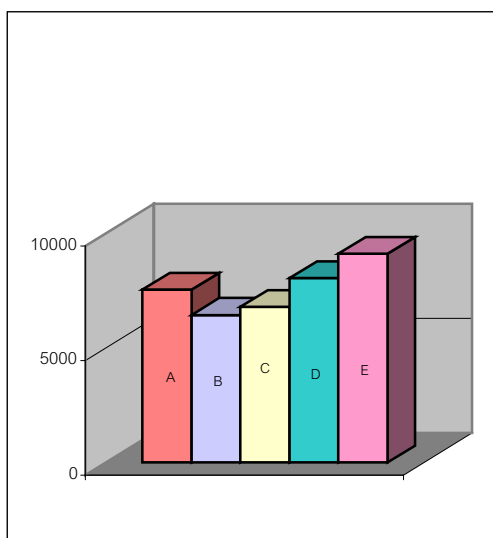
จากการทดสอบคุณสมบัติของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวผสมระหว่างกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์กับกาวไอโซไซยานเตในอัตราส่วนดังแผนการทดลอง ได้ผลการทดลองดังนี้



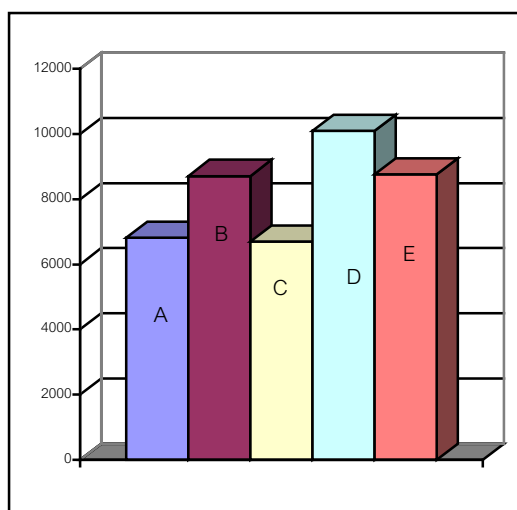
รูปที่ 55 กราฟแสดงความแข็งแรงในการยึดติดภายใน
ของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวสูตรต่างๆ



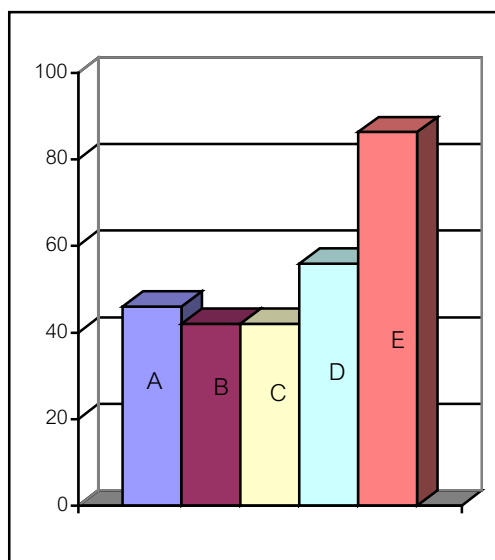
รูปที่ 56 กราฟแสดงการพองตัวทางด้านความหนา
ของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวสูตรต่างๆ



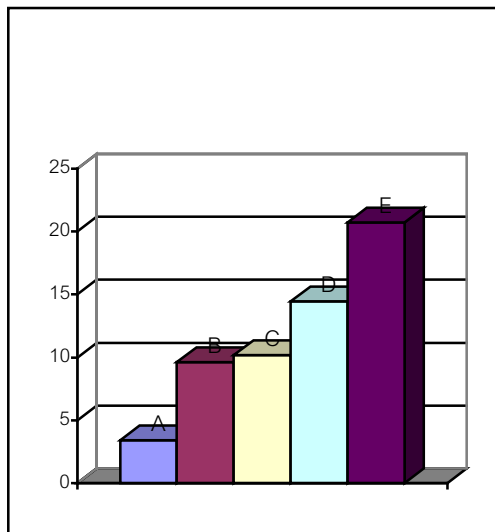
รูปที่ 57 กราฟแสดงค่าโมลล์สียึดหยุ่นด้านระนาบ
ของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวสูตรต่างๆ



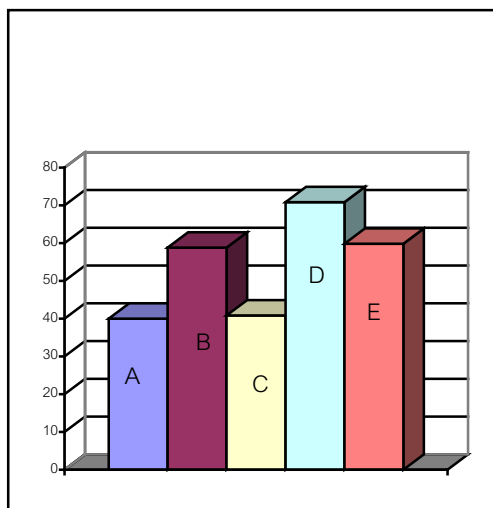
รูปที่ 58 กราฟแสดงค่าโมลล์สียึดหยุ่นด้านขอบ
ของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวสูตรต่างๆ



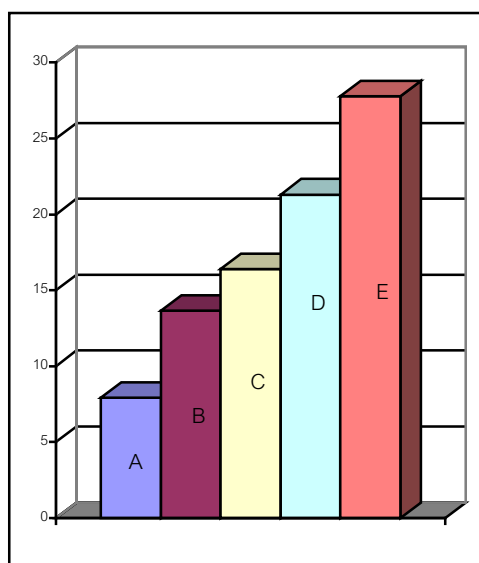
รูปที่ 59 กราฟแสดงค่าโมดูลัสแตกหักด้านระนาบ
ของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวสูตรต่างๆ



รูปที่ 60 กราฟแสดงค่าความทนทานของพันธะการยึดติดด้านระนาบ
ของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวสูตรต่างๆ



รูปที่ 61 กราฟแสดงค่าโมดูลัสแตกหักด้านขอบ
ของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวยูรีเทนต่างๆ



รูปที่ 62 กราฟแสดงค่าความทนทานของพันธะการยึดติดด้านขอบ
ของโอเอสแอลผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวยูรีเทนต่างๆ

จากการทดลองพบว่ากาวผสมฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ - ไอโซไซยานาต มีผลต่อค่าโมดูลัสยืดหยุ่นด้านขอบ ค่าโมดูลัสการแตกหักด้านระนาบ ความแข็งแรงของการยึดติดภายใน การพองตัวด้านความหนา และ ความทนทานต่อพันธะการยึดติด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แผ่นโอเอสแอลที่ผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวผสมสูตรต่าง ๆ ให้คุณสมบัติเชิงกลและคุณสมบัติทางกายภาพสูงและดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดเรียงเสี้ยน (OSB) ตามมาตรฐานของประเทศแคนาดา (CSA O437.1) มีเพียงแผ่นโอเอสแอลที่ผลิตโดยกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์และแผ่นโอเอสแอลที่ผลิตโดยใช้กาวผสมฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 75 - ไอโซไซยานาต 25 เท่านั้นที่ให้คุณสมบัติใกล้เคียงกับไม้ยางพารา

กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์มีแนวโน้มว่าให้คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลดีกว่ากาวไอโซไซยานาต สำหรับกาวผสมที่มีปริมาณกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ผสมในปริมาณที่มากขึ้นให้คุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดีขึ้นด้วย ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์สามารถแพร่เข้าไปในบริเวณผนังเซลล์ เป็นการเพิ่มความทนทานของพันธะการยึดติดของกาวกับไม้ ในขณะที่ไม่พบปรากฏการณ์ดังกล่าวในกรณีของกาวไอโซไซยานาต (Gindl *et al.*, 2004)
2. ความลึกของการซึมของกาวเข้าไปในชิ้นไม้ (Effective Penetration Depth - EP) หรือพื้นที่ทั้งหมดที่มิกาวอยู่หารด้วยความหนาของแนวกาว (ความหนาของแนวกาวโดยเฉลี่ย) ของกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์สูงกว่ากาวไอโซไซยานาต ทำให้บริเวณการเกิดปฏิกิริยาของกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์กับไม้กว้างและให้ความแข็งแรงกว่ากาวไอโซไซยานาต ทั้งนี้ค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับชนิดไม้ด้วย (Zheng, 2001)
3. Strain Energy Release Rate - SERR หรือพลังที่ใช้ในการทำให้รอยแตกภายในชิ้นงานขยายออกหนึ่งหน่วยพื้นที่ ของกาวไอโซไซยานาตน้อยกว่ากาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (Zheng, 2001)
4. กาวไอโซไซยานาตทำปฏิกิริยากับไม้ในระดับโมเลกุลได้ในสเกล 10-20 แองสตรอม หลังจากที่ถูกซึมเข้าไปด้วยเวลาที่นานพอ ประกอบกับโมโนเมอร์ของกาวไอโซไซยานาตมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าโมโนเมอร์ของกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์จึงแพร่เข้าไปในไม้ได้ช้ากว่า ส่วนกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เกิดปฏิกิริยากับไม้ในระดับโมเลกุลได้ในสเกลที่กว้างกว่า คือ 10-100 แองสตรอม (Schmidt, 1998)
5. กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เกิดการยึดติดกับไม้ด้วยพันธะไฮโดรเจนได้ดีกว่ากาวไอโซไซยานาต (Schmidt, 1998)

เนื่องจากกาวไอโซไซยานาตใช้เวลาในการแข็งตัวน้อยกว่ากาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ ดังนั้นกาวผสมที่มีปริมาณกาวไอโซไซยานาตเพิ่มสูงขึ้นใช้เวลาในการแข็งตัวน้อยลงด้วย (Zheng, 2001) ส่งผลให้ผลผลิตต่อเวลาเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 สมบัติเชิงกลและทางกายภาพของแผ่นโอเอสแอลที่ผลิตจากเศษไม้ยางพาราโดยใช้กาวยูรีเทนต่าง ๆ
เปรียบเทียบกับสมบัติของแผ่นแกลบไม้อัดเรียงเส้น (OSB) และ ไม้ยางพารา

สมบัติ	หน่วย	สูตรการที่ใช้					ไม้ ยางพารา ¹	OSB ²
		A	B	C	D	E		
โมดูลัสยืดหยุ่น	MPa						9,240	5500
ด้านระนาบ		7,544.626	6,437.271	6,787.241	8,046.972	9,100.744		
ด้านขอบ		6,809.338	8,710.488	6,696.377	10,098.252	8,765.433		
โมดูลัสการแตกหัก	MPa						66.00	29.0
ด้านระนาบ		46.044	42.041	42.055	55.865	86.289		
ด้านขอบ		39.963	58.787	40.818	70.897	59.813		
ความแข็งแรงของการยึดติดภายใน	MPa	0.327	0.541	0.446	0.572	0.854	-	0.345
การพองตัวทางด้านความหนา		22.525	12.99	12.09	7.72	4.22	-	<15
โมดูลัสการแตกหัก (หลังผ่านการดัดมน้ำเดือด 2 ชั่วโมง)	MPa						-	14.5
ด้านระนาบ		3.425	9.623	10.160	14.449	20.734		
ด้านขอบ		7.920	13.658	16.397	21.306	27.768		
ความชื้นสมดุล	%	7.32	7.18	7.41	7.50	8.05	12	
ความถ่วงจำเพาะ		0.73	0.71	0.72	0.81	0.72	0.65	

ที่มา : 1 / Hong (1985)

2 / Canadian Standard Association O437.0-93 OSB and Waferboard (1993)

เรื่องที่ 4

การปรับปรุงความคงทนของโอเอสแอลด้วยความร้อน (Improvement of OSL Durability by Heat Treatment)

ความร้อนปรับปรุงสมบัติของไม้เริ่มใช้มาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1950 แต่เพิ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างมากเมื่อ 2 ถึง 3 ปีที่ผ่านมาในยุโรป โดยเฉพาะประเทศฟินแลนด์มีการวิจัยเรื่องการใช้ความร้อน(Heat treatment) เพื่อปรับปรุงสมบัติของไม้มาตั้งแต่ ปี ค.ศ.1990 ปัจจุบันมีถึง 12 บริษัทที่ใช้ความร้อนปรับปรุงสมบัติของไม้รวมกำลังการผลิตประมาณ 150,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี นอกจากนี้ยังพบในประเทศเยอรมัน ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์และแคนาดา ซึ่งแต่ละประเทศมีกระบวนการผลิตและวิธีการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน อาจจะใช้อากาศร้อน ไอน้ำ หรือน้ำมันเป็นตัวให้ความร้อน ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนหรือปราศจากออกซิเจน เช่นในประเทศเยอรมัน ใช้น้ำมันเป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้แก่ไม้ ในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ เรียกกรรมวิธีนี้ว่า oil-heat treatment (OHT) ซึ่งความร้อนมีผลทำให้โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์ไม้เกิดการเปลี่ยนแปลง ช่วยส่งเสริมสมบัติความคงทน (durability) โดยเฉพาะความคงขนาด (dimensional stability) และการต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา (resistance decay) แต่มีผลต่อสีและสมบัติทางด้านความแข็งแรงของไม้ ซึ่งสมบัติของไม้ภายหลังการให้ความร้อนขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตโดยเฉพาะอุณหภูมิและระยะเวลาให้ความร้อนแก่ไม้เป็นหลัก(Even, 2003; Militz, 2002)

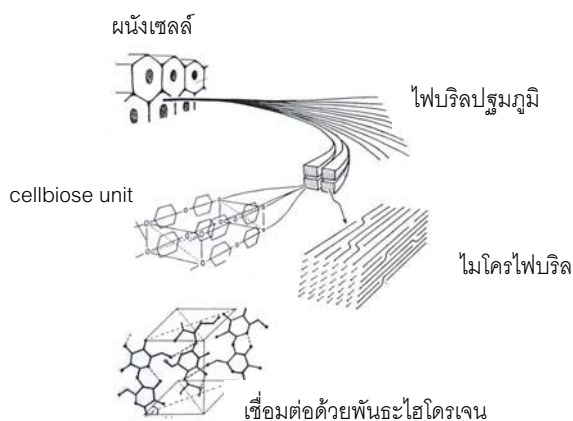
องค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์

องค์ประกอบของผนังเซลล์ประกอบไปด้วย เซลลูโลส (cellulose), เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) เป็นองค์ประกอบหลักโดยมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงแก่ผนังเซลล์ เฮมิเซลลูโลสเป็นตัวเสริมแรงและลิกนินทำหน้าที่เชื่อมเซลล์เข้าด้วยกัน

เซลลูโลส

ลักษณะโครงสร้างเป็นโพลิเมอร์สายโซ่ตรง เกิดจากโมโนเมอร์ของแอนไฮโดรกลูโคส (anhydro glucose) ต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิก (glucosidic bond) ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่หนึ่งกับตำแหน่งที่สี่ จำนวนโมโนเมอร์ที่มาต่อกันเป็นโพลิเมอร์หรือระดับโพลิเมอร์เซชัน (degree of polymerization; D.P) อยู่ระหว่าง 8,000 ถึง 10,000 สายโซ่เซลลูโลสแต่ละเส้นเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) เรียกว่า ไฟบริลปฐม (elementary fibril) มีการจัดเรียงตัวขนานกันตลอดความยาวทำให้มีโครงสร้างเป็นแบบผลึก (crystalline structure) และมีบางส่วนที่เรียงตัวไม่เป็นระเบียบจึงโครงสร้างเป็นอสัณฐาน (amorphous) เมื่อไฟบริลปฐมรวมตัวกันเป็นแถบใหญ่เป็น

ไมโครไฟบริล (microfibrils) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด ทิศทางการเรียงตัวแตกต่างกันตามที่มาของ เซลลูโลสและตำแหน่งของไมโครไฟบริลในผนังเซลล์ เรียงตัวขนานกันอย่างเป็นระเบียบเกิดเป็นโครงสร้างแบบ ผลึกและสลับกับโครงสร้างแบบอสัณฐานในส่วนขอรอยต่อระหว่างไมโครไฟบริล ซึ่งส่วนนี้อาจแทรกด้วยเฮมิ เซลลูโลสและลิกนิน (ภาพที่ 63)



ที่มา ; Eaton and Hale (1993)

รูปที่ 63 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลลูโลส

เฮมิเซลลูโลส

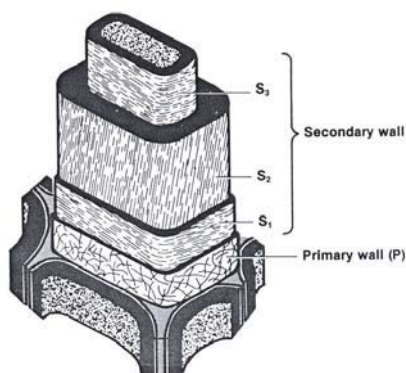
มีลักษณะโครงสร้างเป็นกิ่งเกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลคาร์บอนหกและห้าอะตอม มีค่าระดับโพลิเมอร์ เซชันเท่ากับ 200 มีโครงสร้างเป็นอสัณฐาน

ลิกนิน

ลิกนินในผนังเซลล์เป็นโพลิเมอร์ลักษณะโครงสร้างเป็นสามมิติ (three dimension polymer) มีหน่วยเป็น นีล โพรเพน (phenyl propane) เป็นหน่วยพื้นฐาน จัดเป็นพวกอสัณฐานอย่างสมบูรณ์ ปกคลุมรอบไมโครไฟบริลทำให้ผนังเซลล์ไม่ยืดหยุ่นและมีสมบัติไม่ชอบน้ำส่งผลต่อสมบัติการพองตัว (swelling) และความทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราและแมลงของไม้

ลักษณะโครงสร้างของผนังเซลล์

สมบัติความแข็งแรงของไม้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและองค์ประกอบของผนังเซลล์ ซึ่งโครงสร้างผนังเซลล์ของไม้แบ่งออกเป็นชั้นๆ ประกอบด้วย ผนังเซลล์ชั้นปฐมภูมิ (primary cell wall) และผนังเซลล์ชั้นทุติยภูมิ (secondary cell wall) ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นชั้น S_1 , S_2 , และ S_3 โดยแต่ละชั้นจะมีการจัดเรียงของไมโครไฟบริล (microfibril) และองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ชั้น S_1 ไมโครไฟบริลจัดเรียงตัวสลับกันเป็นร่างแห ส่วนชั้น S_2 ไมโครไฟบริลเรียงตัวเกือบขนานกับแกนของเซลล์ ทำมุม 5 ถึง 30 องศากับแกนของเซลล์ หนาและมีปริมาณเซลลูโลสมากกว่าชั้นอื่นๆ จึงมีอิทธิพลต่อสมบัติทางด้านเชิงกลของไม้มากที่สุด ชั้น S_3 ไมโครไฟบริลเรียงตัวในแนวราบทำมุม 60 ถึง 90 องศากับแกนกลางของเซลล์ (Bowyer *et al*, 2003; Eaton and Hale, 1993; SjÖstrÖm, 1993)



ที่มา: Bowyer *et al*.(2003)

รูปที่ 64 แสดงลักษณะโครงสร้างของผนังเซลล์

วิธีการทดลอง

แผนการทดลอง

การทดลองผลิตแผ่นโอเอสแอลผลิตจากแถบไม้ที่ผ่านการอบความร้อนโดยศึกษาปัจจัยของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนแผนการทดลองแบบ 4x4 แฟกทอเรียลในแผนการทดลองสุ่มตลอด (4x4 factorial arrangement of treatment in Completely Randomized Design) เปรียบเทียบกับแผ่นโอเอสแอลผลิตจากแถบไม้ยางพารา ไม่อบความร้อนอีกจำนวน 1 ทริทเมนต์ รวมทั้งหมด 26 ทริทเมนต์ แต่ละทริทเมนต์กระทำ 3 ซ้ำ

การเตรียมแถบไม้อย่างพารา

กิ่งไม้อย่างพาราพันธุ์ RRIM 600 จากบริเวณ อ. ท่าศาลา จ. นครศรีธรรมราชขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดไม่เกิน 15 เซนติเมตรและมากกว่า 6 เซนติเมตรมีปริมาณตาน้อยที่สุดแบ่งเป็นท่อนขนาดเล็กยาว 14 เซนติเมตร ทำการลอกเปลือกก่อนเข้าเครื่องผลิตแถบไม้แบบจาน ที่ตั้งค่ามุมใบมีดด้าน (counter knife) เท่ากับ 60 องศาใบมีด (knife) ยื่นออกมา 0.736 มิลลิเมตรโดยไม่ตั้งค่าของใบมีดกรีด (scoring knife) เพื่อให้ได้แถบไม้ยาว 14 เซนติเมตร จานของใบมีดหมุนด้วยความเร็ว 990 รอบต่อนาที ได้แถบไม้ที่มีความกว้างหลายขนาดนำไปคัดขนาด ด้วยเครื่องคัดขนาดแบบกิลสัน (Gilson Screen) โดยใช้ถาดที่มีช่องเปิดขนาด 25 มิลลิเมตร, 19 มิลลิเมตร, 12.5 มิลลิเมตรและ 6.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ ใช้ขนาดไม้ที่ค้างอยู่บนช่องเปิดขนาด 12.5 มิลลิเมตรส่วนแถบไม้ที่มีขนาดใหญ่ให้นำมาฉีกให้ได้ขนาดประมาณ 12.5 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำแถบไม้อย่างพาราที่ได้ไปอบด้วยเครื่องอบชื้นไม้แบบถังหมุนเป็นเวลา 30 นาที ให้เหลือความชื้นร้อยละ 4-5 ก่อนนำไปเก็บปิดปากถุงให้แน่นป้องกันไม่ให้ความชื้นของแถบไม้เกิดการเปลี่ยนแปลง นำบางส่วนมาสุ่มวัดขนาดความกว้างและความหนาของแถบไม้อย่างพาราที่ได้

การอบความร้อนแถบไม้อย่างพารา

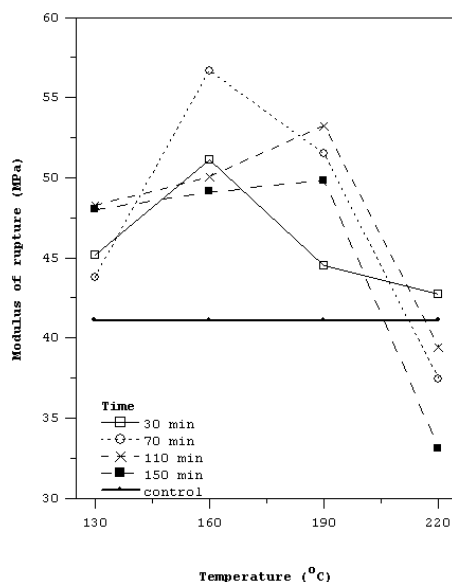
นำแถบไม้อย่างพาราที่เตรียมไว้มาหาปริมาณความชื้นก่อนทำการอบความร้อนเพื่อคำนวณปริมาณแถบไม้อย่างพาราอบแห้งต่อแผ่นเปิดตู้อบ(Drying Oven)ให้อุณหภูมิสูงตามที่กำหนดก่อนนำแถบไม้อย่างพาราเข้าอบความร้อน อุณหภูมิภายในตู้อบลดลงเมื่อใส่แถบไม้เริ่มจับเวลาให้ความร้อนแก่แถบไม้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตามที่กำหนดเมื่อครบเวลาที่กำหนดทำการปิดตู้อบทิ้งแถบไม้ให้เย็นตัวภายในตู้อบก่อนเอาแถบไม้ออกจากตู้เพื่อป้องกันไม่ให้แถบไม้เกิดการเผาไหม้

การผลิตแผ่นโอเอสแอล

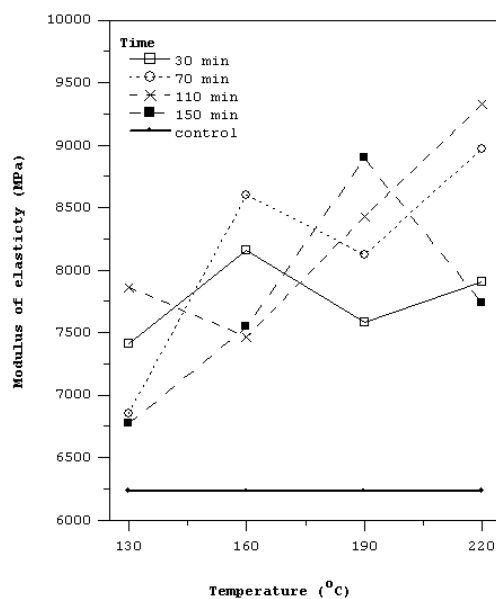
นำแถบไม้อย่างพาราที่ผ่านการอบความร้อนผสมกาวไอโซไซยานต (Atac 900 10 ; Atac Hardener 500 10M) ร้อยละ 6 ของน้ำหนักแถบไม้อย่างพาราอบแห้ง (ความหนาแน่น 0.75 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ด้วยเครื่องผสมกาวกับชิ้นไม้ (Particle-resin blender) ก่อนทำการเตรียมแผ่นด้วยเครื่องโรยชิ้นไม้แบบเรียงเส้น (Orienting former) เข้าเครื่องอัดขึ้นโดยใช้แรงอัด 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เวลา 2 นาที ก่อนทำการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 นาที ใช้แรงอัดสูงสุดเท่ากับ 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยได้ดำเนินการผลิตโอเอสแอลขนาด 20x300x700 มิลลิเมตร ทั้งหมด 51 แผ่น

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

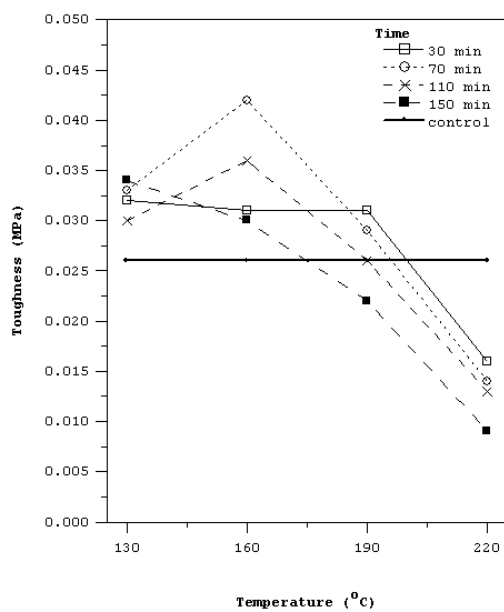
จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนไม้ยางพาราต่อสมบัติความคงทนของโอเอสแอลทั้งในด้านเชิงกลและกายภาพนั้นพบว่าค่าโมดูลัสแตกหัก, โมดูลัสยืดหยุ่น, และค่าการยึดติดภายในเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิ 130, 160 และ 190 องศาเซลเซียส เวลาอบความร้อน 30, 70 และ 110 นาทีแต่เมื่อใช้เวลาอบความร้อน 150 นาทีสมบัติดังกล่าวลดลงในทุกระดับอุณหภูมิโดยเฉพาะอุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียสลดลงอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 65, 66 และ 67) ส่วนค่าความแกร่ง, การดูดซึมน้ำ ลดลงตามระดับการเพิ่มของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อน (ภาพที่ 68 และ 69) ค่าการพองตัวทางด้านความหนาเช่นเดียวกับค่าการดูดซึมน้ำ (ภาพที่ 70) แต่เริ่มมีค่าสูงขึ้นที่ระยะเวลาอบความร้อน 150 นาที อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส



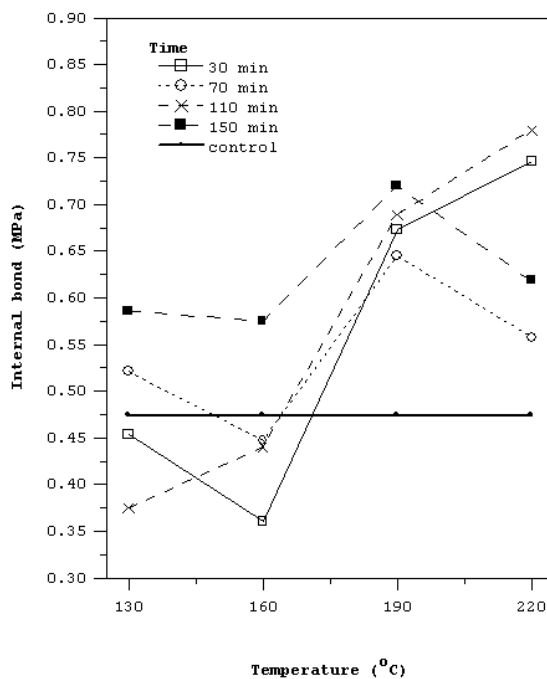
รูปที่ 65 กราฟแสดงอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนแถบไม้ยางพารา
ต่อค่าโมดูลัสแตกหักทางด้านระนาบของโอเอสแอล



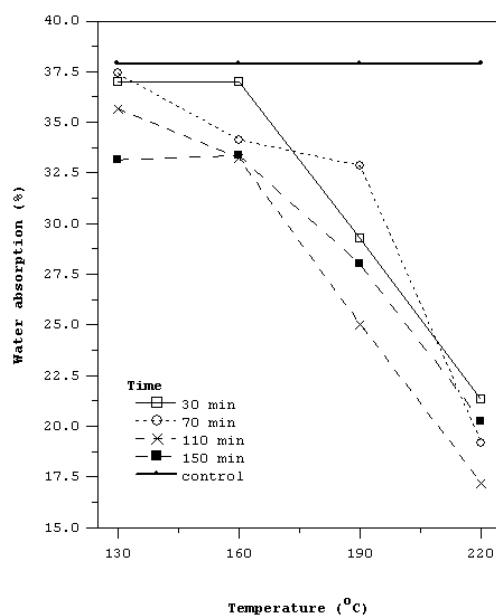
รูปที่ 66 กราฟแสดงอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนแถบไม้ยางพารา
ต่อค่าโมดูลัสยืดหยุ่นด้านระนาบของโอแอสแอล



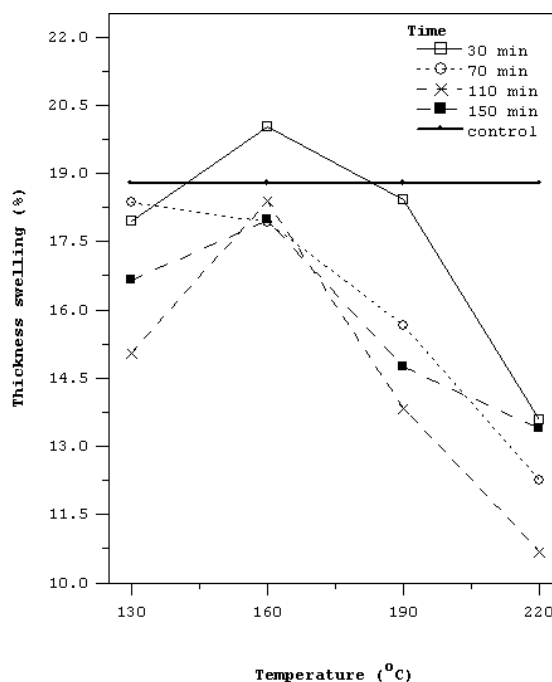
รูปที่ 67 กราฟแสดงอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนแถบไม้ยางพารา
ต่อค่าแกร่งด้านระนาบของโอแอสแอล



รูปที่ 68 กราฟแสดงอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนแถบไม้ยางพารา
ต่อค่าการยึดติดภายในของโอเอสแอล



รูปที่ 69 กราฟแสดงอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนแถบไม้ยางพารา
ต่อค่าการดูดซึมน้ำของโอเอสแอล



รูปที่ 70 กราฟแสดงอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนแถบไม้ยางพารา
ต่อ ค่าการพองตัวทางด้านความหนา

จะเห็นว่าในช่วงแรกของอุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนมีส่วนช่วยปรับปรุงสมบัติเชิงกลและกายภาพ นั้นเนื่องจาก

1. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผนังเซลล์ไม้คืออุณหภูมิและระยะเวลาเป็นหลัก แต่ระดับอุณหภูมิที่ 130, 160 และ 190 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบความร้อน 30, 70 และ 110 นาที ยังไม่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์เปลี่ยนแปลง โดยทั่วไป เฮมิเซลลูโลส, เซลลูโลส และลิกนิน แตกตัวที่อุณหภูมิ 200 ถึง 260 องศาเซลเซียส, 240 ถึง 260 องศาเซลเซียส และ 280-500 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Sjöström, 1993)

2. ความร้อนมีผลทำให้โครงสร้างของเซลลูโลสมีการจัดเรียงตัวใหม่ ปริมาณโครงสร้างแบบผลึกเพิ่มสูงขึ้นตามระดับอุณหภูมิ (Maunu, 2002) เป็นผลให้โอแอสแอลมีค่าโมดูลัสแตกหักสูงขึ้น แต่ค่าความเหนียวน้อยลง และจากการศึกษาของ Gosselink (2004) พบว่า ภายหลังจากการอบความร้อนเกิดช่องว่างภายในผนังเซลล์ การสัมผัสกันของเส้นใยน้อยลง และปริมาณลิกนินภายในผนังเซลล์เพิ่มสูง เนื่องจากความร้อนมีผลทำให้โครงสร้างของลิกนินเกิดพันธะอิสระ (free radicals) (Viitaniemi *et al.*, 2001) สามารถจับกับน้ำตาลคาร์บอน 5 อะตอม (pentoses) และน้ำตาลคาร์บอน 6 อะตอม (hexoses) ที่แตกตัวจากเฮมิเซลลูโลส (Weiland and Guyonnet, 2003) ทำให้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นสูงขึ้น เนื่องจากลิกนินในผนังเซลล์ช่วยถ่ายแรงให้เซลลูโลส และจากที่ลิกนินมีสมบัติที่ไม่ชอบน้ำตัวเสมือนกาวบวกกับช่องว่างที่เพิ่มขึ้นทำให้กาวไอโซไชยานเตแทรกซึมได้ดีขึ้นจึงช่วยส่งเสริมการยึดติดภายใน, การดูดซึมน้ำ และการพองตัวทางด้านความหนาของโอแอสแอลที่ได้

3. จะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียสและเวลาอบความร้อน 150 นาทีสมบัติต่างๆของโอแอสแอลลดลง เนื่องจากเป็นช่วงที่องค์ประกอบทางเคมีของไม้เริ่มแตกตัวโดยเฉพาะเฮมิเซลลูโลส ทำให้ไม้สูญเสียพฤติกรรมการชอบน้ำส่งเสริมค่าการดูดซึมน้ำ แต่เกิดการจับตัวกับโครงสร้างของกาวไอโซไซยานาตได้น้อยลงเนื่องจากส่วนใหญ่กาวไอโซไซยานาตจะจับตัวกับน้ำหรือหมู่ไฮดรอกซิลภายในผนังเซลล์ ทำให้ค่าการยึดติดภายในต่ำและการพองตัวทางด้านความหนาสูงขึ้น

4. การอบความร้อนทำให้เกิดการปลดปล่อยความเครียดภายในโครงสร้างของผนังเซลล์เป็นผลให้การพองตัวทางด้านความหนาลดลง

สรุปผลการทดลอง

ระยะที่ 1 การพัฒนากรรมวิธีการผลิตและสร้างเครื่องจักร

- 1.1 กรรมวิธีการผลิตแถบไม้ได้ดำเนินการทดลองโดยใช้เครื่องผลิตแถบไม้แบบงานสำหรับห้องปฏิบัติการ (Laboratory disc flaker)
- 1.2 ในการตัดฟันไม้ยางพาราหนึ่งต้นได้ไม้ท่อนยาว 1.30 เมตร โดยเฉลี่ยจำนวน 3 ท่อน กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 เซนติเมตรใช้ทำฟืนและเผาถ่านเสียเป็นส่วนใหญ่ ปลายไม้ ปางไม้ และต่อไม้ถูกเผาทิ้งในสวนยาง ไม้ยางพาราตั้งแต่ตัดฟันจนถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จมีเศษเหลือทิ้งทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 75
- 1.3 คุณภาพของแถบไม้ที่ได้จากการใช้เครื่องผลิตแถบไม้แบบงานสำหรับห้องปฏิบัติการขึ้นอยู่กับคุณภาพและเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ที่นำมาเป็นวัตถุดิบเป็นสำคัญ โดยไม้ที่มีลักษณะเปลือกตรงปราศจากตำหนิ เช่น ตาไม้ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 8 ถึง 12 เซนติเมตร
- 1.4 คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบชิ้นไม้แบบถังหมุน, เครื่องตากวแบบถังหมุน และเครื่องเรียงเส้นแบบครีบลั่นสองชั้น พบว่าเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหลังจากการทดลองใช้
- 1.5 ได้จัดซื้อเครื่องผลิตแถบไม้แบบงานสำหรับห้องปฏิบัติการ (Laboratory disc flaker), เครื่องอัดก้อน (Prepress) และเครื่องอัดร้อนด้วยไฟฟ้า (Electric hot press)

ระยะที่ 2 ทดลองผลิตโอเอสแอลและทดสอบสมบัติต่างๆ

- 2.1 ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโอเอสแอล (Optimum Parameters for Manufacturing OSL)
 - 2.1.1 ลักษณะของเศษไม้ยางพาราที่เหมาะสมสำหรับผลิตแถบไม้ คือ มีลักษณะเปลือกตรง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 50 ถึง 150 มิลลิเมตร ปริมาณความชื้นร้อยละ 60 ถึง 70
 - 2.1.2 กรรมวิธีการผลิตเพื่อให้ได้โอเอสแอลที่มีสมบัติเชิงกลและกายภาพสูงที่สุด คือแผ่นที่ใช้กาวไอโซไซยานตเป็นตัวยึดประสานที่ปริมาณร้อยละ 9 ของน้ำหนักแถบไม้อบแห้ง ในขณะที่มีความยาวแถบไม้เท่ากับ 140 มิลลิเมตร
- 2.2 ผลกระทบของการเรียงแถบไม้ต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล (Effect of Strand Orientation on OSL Strength)
 - 2.2.1 ความเค้นสูงสุดที่สามารถรับได้และโมดูลัสยืดหยุ่นการคัดของโอเอสแอลที่มุม 0° มีค่ามากกว่าโอเอสแอลที่เรียงมุมตามทฤษฎี
 - 2.2.2 การเรียงแถบไม้ในชั้นที่อยู่บริเวณกึ่งกลาง มีผลต่อความแข็งแรงน้อย

- 2.2.3 แบบจำลองสามารถทำนายความเสียหายของโอเอสแอลที่เรียงมุม 0° ได้เป็นอย่างดี
- 2.3. ผลของกาวผสมต่อสมบัติของแผ่นโอเอสแอล (Effect of Hybride Adhesives on OSL Properties)
- 2.3.1 กาวผสมฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์-ไอโซไซยานาตแต่ละสูตรมีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นโอเอสแอลที่ผลิตจากเศษไม้ยางพาราแตกต่างกัน แผ่นโอเอสแอลที่ได้มีคุณสมบัติด้านต่างๆดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดเรียงเส้น (Oriented Strand Board, OSB) ตามมาตรฐานของประเทศแคนาดา (CSA 0437.1)
- 2.3.2 แผ่นโอเอสแอลที่ผลิตโดยกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์และกาวผสมฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์-ไอโซไซยานาต ในอัตราส่วน 75:25 เท่านั้นที่ให้คุณสมบัติใกล้เคียงกับไม้ยางพารา
- 2.3.3 ในการพิจารณาเลือกใช้กาวแต่ละสูตรมาใช้ในการผลิตแผ่นโอเอสแอลที่ผลิตจากเศษไม้ยางพารา ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแผ่นโอเอสแอลที่ต้องการเป็นสำคัญ
- 2.4 การปรับปรุงความคงทนของโอเอสแอลด้วยความร้อน (Improvement of OSL Durability by Heat Treatment)
- 2.4.1 ระดับความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาอบความร้อนต่ำกว่าการแตกตัวขององค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์ มีผลช่วยส่งเสริมความคงทนทั้งเชิงกลและกายภาพของโอเอสแอล (อุณหภูมิ 130, 160 และ 190 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบความร้อน 30, 70 และ 110 นาที)
- 2.4.2 อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียสและเวลา 150 นาที ช่วยส่งเสริมความคงทนของโอเอสแอลได้ดีที่สุด แต่มีผลทำให้ความแข็งแรงลดลง

ข้อเสนอแนะ

ระยะที่ 1 การพัฒนากรรมวิธีการผลิตและสร้างเครื่องจักร

จากการศึกษาพบว่าโอเอสแอลเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถสร้างมูลค่าให้กับเศษไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรมีการสนับสนุนเพื่อพัฒนา เครื่องจักร และกรรมวิธีการผลิต เพื่อผลิตในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

ระยะที่ 2 ทดลองผลิตโอเอสแอลและทดสอบสมบัติต่างๆ

- 2.1 ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโอเอสแอล (Optimum Parameters for Manufacturing OSL)
 - 2.1.1 จากการศึกษาพบว่าค่าการพองตัวทางความหนาของแผ่นยังมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานกำหนด จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการลดค่าดังกล่าวลง
 - 2.1.2 ควรมีการพัฒนากรรมวิธีการอัดร้อนโอเอสแอลให้มีระยะเวลาน้อยลง เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตและสามารถนำไปใช้งานได้จริงในระดับอุตสาหกรรม เช่น การใช้เครื่องอัดแบบคลื่นความถี่สูง (High-frequency heated press) หรือการใช้กระบวนการอัดร้อนแบบฉีดไอน้ำ (Steam injection)
 - 2.1.3 ควรมีการศึกษาถึงระยะการตกของแถบไม้จากครีบ (Fins) ของเครื่องเรียงแถบไม้ลงสู่ผิวหน้าแผ่น (Free fall distance) ที่เหมาะสมกับความยาวของแถบไม้แต่ละความยาว และได้โอเอสแอลที่มีสมบัติต่าง ๆ ที่ดีที่สุด
- 2.2 ผลกระทบของการเรียงแถบไม้ต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล (Effect of Strand Orientation on OSL Strength)
 - 2.2.1 การพัฒนาแบบจำลองควรคำนึงถึงความหนาแน่น และสมบัติเชิงกลอย่างอื่นของโอเอสแอลเช่น โมดูลัสเฉือน อัตราส่วนพัลส์ชอง เป็นต้น
 - 2.2.2 การเรียงแถบไม้ในชั้นที่อยู่ห่างจากแนวกึ่งกลางควรพิถีพิถันเป็นพิเศษเพราะมีผลต่อความแข็งแรงเป็นอย่างมาก
 - 2.2.3 โอเอสแอลเรียงมุม 0° ควรทดสอบการอัดตั้งฉากเสียก่อนเพื่อดูการปรีอวกทางด้านข้างและควรทดสอบกับโอเอสแอลที่มีขนาดเท่าการใช้งานจริงด้วย
- 2.3 ผลของกาวผสมต่อสมบัติของแผ่นโอเอสแอล (Effect of Hybrid Adhesives on OSL Properties)
 - 2.3.1 ควรศึกษากลไกการยึดติดกับไม้ของกาวผสมและความลึกที่กาวผสมซึมเข้าเนื้อไม้เปรียบเทียบกับกาวธรรมดา
 - 2.3.2 ควรศึกษาอัตราส่วนผสมของกาวชนิดอื่นที่ใช้อยู่ในเชิงอุตสาหกรรม

- 2.4 การปรับปรุงความคงทนของโอเอสแอลด้วยความร้อน (Improvement of OSL Durability by Heat Treatment)
- 2.4.1 จากการทดสอบพบว่ากระบวนการในการให้ความร้อนเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของไม้ภายหลังการอบความร้อน จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของกระบวนการให้ความร้อนเพื่อลดการแตกตัวขององค์ประกอบทางเคมี ป้องกันไม่ให้สมบัติความแข็งแรงของไม้ลดลงมากเกินไป
- 2.4.2 การใช้ความร้อนเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจในการปรับปรุงความคงทนของไม้ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของไม้ทั้งในส่วนของไม้แปรรูปและผลิตภัณฑ์ไม้ประกอบ ทั้งยังมีแนวโน้มในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากการเข้าทำลายเนื้อไม้ของเชื้อราและแมลง โดยปราศจากการใช้สารเคมีและสามารถปรับใช้กับไม้บาง ชันไม้ จี้เลื่อย เส้นใยหรือวัสดุเซลลูโลสชนิดอื่นๆ ได้ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังการอบความร้อน

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2543. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทยปี 2543. สำนักสารนิเทศ, กรมป่าไม้, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นิคม แหลมสัก. 2543. กาวในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แผ่นไม้ประกอบ. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องกาวในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แผ่นไม้ประกอบ,1-51. กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2544. สถานการณ์การผลิต-ส่งออกยางพารา. หนังสือผู้ส่งออก. 38: 8-13.
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. 2532. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ:ความหนาแน่นปานกลาง มอก.876-2532. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. หลักการวางแผนการตลาด. ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- American Society for Testing and Materials. 1999. Standard Specification for Evaluation of Structural Composite Lumber Products. ASTM D 5456-99a.
- American Society for Testing and Materials. 2001. Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Based Materials. Bultimore. ASTM D 2395-93.
- Barnes, D. 1979. Products of Converted Lignocellulosic Materials. U.S. Patent No. 4,061,819.
- Barnes, D. 1996. Short Strand Orienter. U.S. Patent No.5, 487, 460.
- Barnes, D. 2000. An Integrated model of the effect of processing parameters on strength properties of oriented stand wood products. Forest Product Journal. 50(11/12):33-42.
- Barnes, D. 2001. A Model of the effect of strand length and strand thickness on the strength properties of oriented wood composites. Forest Product Journal. 51 (2): 36-46.

Canadian Standard Association. 1993. Standard on OSB and Waferboard. CSA 0437-93.

Ciarniello, J.E., R.P. McDonald, and R.Fodor. 2001. Flake Quality and Yield in the OSB Industry. CAE Machinery Ltd., Vancouver, B.C. Canada.

Eaton, R.A. and M.D.C. Hale. 1993. Wood Decay pests and protection. Chapman & Hall, London.

Evans, P. 2003. Emerging technologies in wood protection. Forest Product Journal. 53(1):14-22.

Forest Products Laboratory. 1999. Wood Handbook-Wood as an Engineering Material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

Geimer, R.L. 1976. Flake Alignment in Particleboard as affected by Machine Variables and Particle Geometry. Research paper FPL 275. U.S. Dept. of Agriculture, Madison, Wisconsin, U.S.A.

Geimer, R.L., 1979. Data Basic to the Engineering Design of Reconstituted Flakeboard. Proceedings, Thirteenth Washington State University International Symposium on Particleboard, Washington State Univ., Pullman, WA, pp. 105-125.

Glasser, W., S. Thomas and J. George. The interphase in phenol - formaldehyde and polymeric methylene di - phenyl - di - isocyanate glue lines in wood. International Journal of Adhesion & Adhesives. 2: 279-286.

Gosslink, R.J.A., A.M.A. Krosse, J.C. vander Putten, J.C. van der Kolk, B. de Klerk-Engels and J.E.G. van Dam. 2004. Wood preservation by low-temperature. Industrial Crops and Products 19: 3-12.

International Conference of Building Officials. 2002. Acceptance Criteria for Structural Composite Lumber. ICBO Evaluation Service, Inc., U.S.A.

Hashin, Z. 1983. Analysis of composite materials – a survey. Journal of Applied Mechanics. 50:481-505.

- Hayashi, T. 1998. Recent Development on the Processing Technology for Wood-based Materials in Japan. Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), Sukuba, Japan.
- Haygreen, J. G. and J. L. Bowyer. 1996. Forest Products and Wood Science and Introduction, 3rd Ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A.
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 2003. Forest Products and Wood Science and Introduction, 4rd Ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A.
- Hyer, M.W. 1998. Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Materials. International edition. Singapore : McGraw-Hill Book Co.
- Hong, L.T. 1985. Rubberwood Processing and Utilization. Forest Research Institute of Malaysia, Gepong, Malaysia.
- Jones, R.M. 1975. Mechanics of Composite Materials. International Student Edition, Tokyo. Japan : Kosaido Printing Co., Ltd.
- Laufenberg, T.L. 1984. Flakeboard fracture surface observations and correlation with orthotropic failure Criteria. Journal of the Institute of Wood Science. 10(2):57-65.
- Leichti, R.J. and R.C. Tang. 1989. Predicting the load capacity of wood composite i-beams using the tensor polynomial strength theory. Wood Science and Technology. 23(2):109-121.
- Liu, J.Y. 1984. Evaluation of the tensor polynomial strength theory for wood. Journal of Composite Material. 18:216-226.
- Liu, J.Y. and L.H. Floeter. 1984. Shear strength in principle plane of wood. Journal of Engineering Mechanics. 110(16):930-936.

- Lowood, J. 1997. Oriented Strand Board and Waferboard. pp. 123-145. *In* Smulski, S. Engineered Wood Products; A guide for Specifiers, Designers and Users. Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Maloney, T.M. 1993. Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman Inc., San Francisco, California. 681 pp.
- Maloney, T.M. 1996. The family of wood composite materials. *Forest Product Journal*. 46(2):19-26.
- Maunu. 2002. NMR studies of wood and wood products. *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*. 40:151-174.
- McMatt, J.D., L.Bach and R.W. Wellwood. 1992. Contribution of flake alignment to performance of strandboard. *Forest Product Journal* 42(3):45-50.
- Militz, H. 2002. Thermal treatment of wood: European processes and their background. IRG/WP 02-40241.
- Nelson, S. 1997. Structural Composite Lumber. pp. 147-172. *In* Smulski, S. Engineered Wood Products; A guide for Specifiers, Designers and Users. Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Prasertson, S. and P. Vanapruk. 1998. Rubber Plantation: an Overlooked Dendropower In Scientific Conference on Non-Conventional Energy Research, The 5th ASEAN Science and Technology Week, Oct 12-14, 1998, Hanoi, Vietnam.
- Schmidt, R.G. 1998. Aspects of Wood Adhesion : Application of ¹³C CP / MAS NMR and Fracture testing. Ph.D. Dissertation. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Va. U.S.A.
- Seller, Jr. T. 2001. Wood Adhesives Innovations and Applications in North America. *Forest Products Journal*. 50 (6):12-22.
- Sjöström, E. 1993. Wood chemistry Fundamentals and Application. 2nd, Academic Press, London.

- Smith, D. 1980. Consideration in Press Design for Structural Boards. pp. 95-140. In T. M. Maloney. 14th International Particleboard/Composite Materials Symposium Proceedings. Pullman, Washington, U.S.A.
- Suzuki, S. and K. Takeda. 2000. Production and properties of japanese oriented strand board I: Effect of strand length and orientation on strength properties of sugi oriented strand board. *Journal Wood Science*. 46: 289-295.
- Structural Board Association. 1997. Oriented Strand Board in Wood Frame Construction. Canadian Ed. 1997/98. Structural Board Association, Canada.
- Sharma, V. and A. Sharon. 1993. Optimal orientation of flakes in Oriented Strand Board (OSB). *Experimental Mechanics*. 33(2): 91-98.
- Shupe, T.F., C.Y. Hse and E.W. Price. 2001. Flake orientation effects on physical and mechanical properties of sweet gum flakeboard. *Forest Product Journal* 51(9):38-43.
- Triche, M.H. and M.O. Hunt. 1993. Modeling of parallel-aligned wood strand composites. *Forest Product Journal*. 43(11/12):33-44.
- Viitaniemi, P., J. Saila and S. Franciska. 2001. Method of determining the degree of modification of a heat modified wood product. World Patent No WO01/53812 A1.
- Viitaniemi, P., S. Jamsa and H. Viitanen. 1997. Method for Improving Biodegradation Resistance and Dimensional Stability of Cellulosic Product. U.S. Patent No. 5678324.
- Weiland, J.J. and R. Guyonnet. 2003. Study of chemical modifications and fungi degradation of thermally modification wood using DRIFT spectroscopy. *Holz als Roh-und Werkstoff*. 61;216-220.

Zheng, J. 2001. Fundamental Studies of Phenol-Formaldehyde (PF) / Polymeric Diphenylmethane Diisocyanate (*pMDI*) Hybrid Adhesives. Ph.D. Dissertation. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Va., U.S.A.

ภาคผนวก

กำหนดการการสัมมนาทางวิชาการ
เรื่อง “การผลิตโอเอสแอลจากเศษไม้ยางพารา”

(Production of Oriented Strand Lumber from Rubberwood Wastes)

โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ณ ห้องประชุม 1 อาคารวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
วันที่ 16 กรกฎาคม 2547

.....

- | | |
|------------------|--|
| 08.30 – 09.00 น. | ลงทะเบียน |
| 09.00 – 09.15 น. | พิธีเปิดการประชุมและกล่าวนำเรื่อง วิสัยทัศน์ทางไม้ยางพาราของมหาวิทยาลัย
โดย ศ.ดร. ชีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ |
| 09.15 – 09.30 น. | ทิศทางการสนับสนุนการวิจัยทางด้านอุตสาหกรรมไม้ของ สกว.
โดย ดร.นิคม แหลมสัก
ผู้ประสานงานชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และเยื่อ”
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย |
| 09.30 – 09.45 น. | ปัจจุบันและอนาคตของวงการอุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัด
โดย คุณเพชร ศรีห่มสัก
กรรมการผู้จัดการ บริษัท สยามริโซ ผลิตภัณฑ์ไม้ จำกัด |
| 09.45 – 10.00 น. | การรายงานผลการวิจัย โครงการวิจัยเรื่อง
“การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นไม้อัดเรียงเส้นจากเศษไม้ยางพารา”
(Development of Oriented Strand Lumber from Rubberwood Wastes)
โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญนำ เกี้ยวข้อง
หัวหน้าโครงการ |
| 10.00 – 10.20 น. | ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโอเอสแอล
(Optimum Parameters for Manufacturing OSL)
โดย อาจารย์พรรณนิภา มาลานิตย์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ |

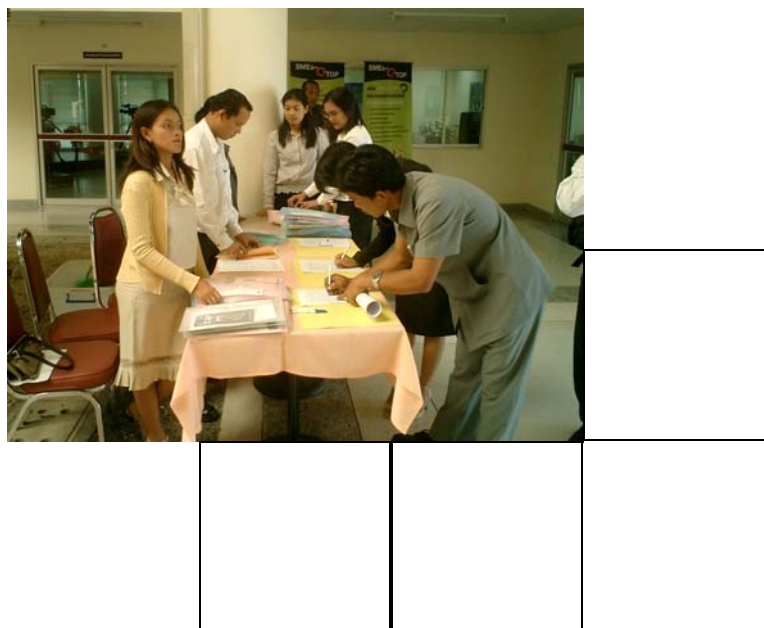
- 10.20 – 10.40 น. ผลกระทบของการเรียงแถบไม้ต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล
(Effect of Strand Orientation on OSL Strength)
โดย นายสมยศ จิรสถิตสิน
นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 10.40 – 11.00 น. ผลกระทบของกาวผสมต่อสมบัติของโอเอสแอล
(Effect of Hybrid Adhesives on OSL Properties)
โดย นางวิศนีย์ ยิ่งประเสริฐ
นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมวัสดุ
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- 11.00 – 11.20 น. การปรับปรุงความคงทนของโอเอสแอลด้วยความร้อน
(Improvement of OSL Durability by Heat Treatment)
โดย นางสาวรัตนา ชูหว่าง
นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมวัสดุ
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- 11.20 – 12.00 น. การอภิปรายของผู้เข้าร่วมสัมมนา
- 12.00 – 13.00 น. รับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 – 15.00 น. นิทรรศการ “กรรมวิธีการผลิตโอเอสแอลและการทดสอบคุณภาพ”
ณ หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
- 15.00 – 15.30 น. รับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
- 15.30 – 16.30 น. ปรีกษาหารือตามอัยยาศัย

สรุปผลการสัมมนาทางวิชาการ
เรื่อง “การผลิตโอเอสแอลจากเศษไม้ยางพารา”

(Production of Oriented Strand Lumber from Rubberwood Wastes)

ในวันที่ 16 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2547 หน่วยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้จัดให้มีการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง “การผลิตโอเอสแอลจากเศษไม้ยางพารา”(Production of Oriented Strand Lumber from Rubberwood Wastes) เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยแก่บุคคลทั่วไป

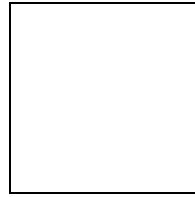
การสัมมนาได้เริ่มต้นขึ้นเมื่อ เวลา 08.30 น. เป็นการลงทะเบียนของผู้เข้าร่วมสัมมนาก่อนเข้าชม นิทรรศการภายในงานเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาทำความรู้จักกับหน่วยวิจัยและผลงาน



รูปที่ 1 บรรยากาศบริเวณ จุดลงทะเบียนและนิทรรศการภายในงาน

ในวันนั้นได้รับเกียรติจาก

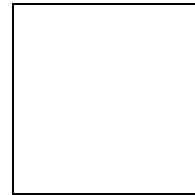
- ศ.ดร. ชีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์
 รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เป็นผู้กล่าว
 เปิดการประชุมและแสดงวิสัยทัศน์ทางไม้ยางพาราของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



รูปที่ 2 การกล่าวเปิดงานของ ศ.ดร. ชีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์

- ดร.นิคม แหลมสั๊ก

ผู้ประสานงานชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และเยื่อ” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ได้มาบอกให้ทราบถึง ทิศทางการสนับสนุนการวิจัยทางด้านอุตสาหกรรมไม้ของ สกว

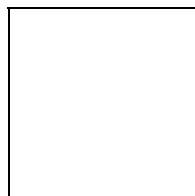


รูปที่ 3 ดร.นิคม แหลมสั๊ก กับการบรรยายถึงการพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และเยื่อ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

- คุณเพชร ศรีหล่มสั๊ก

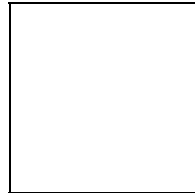
กรรมการผู้จัดการ บริษัท สยามริโซ ผลิตภัณฑ์ไม้ จำกัด

กล่าวถึงสถานการณ์ในปัจจุบันและอนาคตของวงการอุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัด



รูปที่ 4 คุณเพชร ศรีหล่มสั๊ก กล่าวถึงสถานการณ์ในปัจจุบันและอนาคตของวงการ
อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัด

เมื่อทั้ง 3 ท่านได้บรรยายจบลง ดร. บุญนำ เกี่ยวข้อง หัวหน้าโครงการได้กล่าวแนะนำหน่วยวิจัยและรายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชิ้นไม้อัดเรียงเส้นจากเศษไม้ยางพารา (Development of Oriented Strand Lumber from Rubberwood Wastes)



รูปที่ 5 ดร. บุญนำ เกี่ยวข้อง การได้กล่าวแนะนำหน่วยวิจัยและรายงานผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชิ้นไม้อัดเรียงเส้นจากเศษไม้ยางพารา

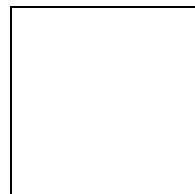
ต่อด้วยการนำเสนอผลงานการวิจัยในโครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชิ้นไม้อัดเรียงเส้นจากเศษไม้ยางพารา ทั้ง 4 เรื่อง คือ

1. ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโอเอสแอล (Optimum Parameters for Manufacturing OSL)

โดย พรรณนิภา มาลานิตย์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160



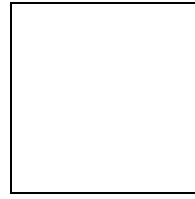
รูปที่ 6 พรรณนิภา มาลานิตย์ กับการบรรยายถึงปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโอเอสแอล

2. ผลกระทบของการเรียงแถบไม้ต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล (Effect of Strand Orientation on OSL Strength)

โดย สมยศ จิรสถิตสิน

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

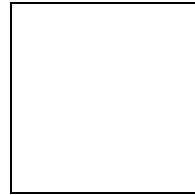


รูปที่ 7 สมยศ จิรสถิตสิน บอกถึงผลกระทบของการเรียงแถบไม้ต่อความแข็งแรงของโอเอสแอล

3.ผลของการผสมต่อสมบัติของแผ่นโอเอสแอล (Effect of Hybride Adhesives on OSL Properties)

โดย วิชาญ ยี่ประเสริฐ

นักศึกษาปริญญาโท สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



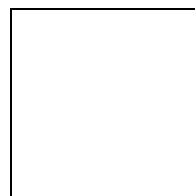
รูปที่ 8 การบรรยายถึงผลของการผสมต่อสมบัติของแผ่นโอเอสแอล

จาก วิชาญ ยี่ประเสริฐ

4.การปรับปรุงความคงทนของโอเอสแอลด้วยความร้อน(Improvement of OSL Durability by Heat Treatment)

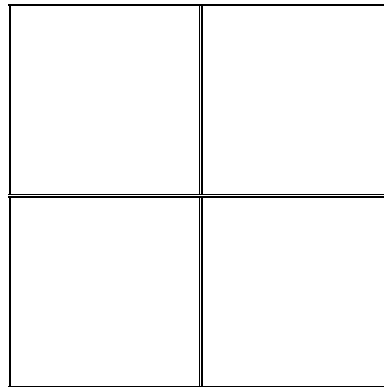
โดย รัตนา ชูหว่าง

นักศึกษาปริญญาโท สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



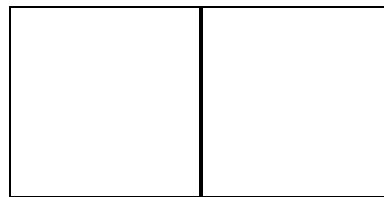
รูปที่ 9 รัตนา ชูหว่าง กับการนำเสนอถึงการปรับปรุงความคงทนของโอเอสแอลด้วยความร้อน

การสัมมนาในช่วงเช้าสิ้นสุดลงด้วยการได้รับเกียรติจาก นายแพทย์ ยุทธนา ศิลปรัศมี รองอธิการบดีฝ่าย
พันธกิจสาธารณะ มอบของที่ระลึกแก่ ดร.นิคม แหลมสั๊ก และ คุณเพชร ศรีหล่มสั๊ก ที่กรุณาให้เกียรติมาแลกเปลี่ยนความรู้แก่ผู้เข้าร่วมสัมมนา



รูปที่ 10 บรรยากาภายในห้องสัมมนา

ภายหลังรับประทานอาหารเช้า ในช่วงบ่ายเป็นการสาธิตกรรมวิธีการผลิตชิ้นไม้อัดเรียงเส้นจากเศษไม้ยางพาราภายในห้องปฏิบัติการและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เข้าร่วมสัมมนา



รูปที่ 11 บรรยากาการสาธิตกรรมวิธีการผลิตชิ้นไม้อัดเรียงเส้นจากเศษไม้ยางพาราภายในห้องปฏิบัติการ

โดยการสัมมนาได้เสร็จสิ้นลงภายในเวลา 16.30 น.

ผู้เข้าร่วมประชุม

1. ผู้ประกอบการแปรรูปไม้ยางพารา	14	คน
2. สกย. และเกษตรกร	17	คน
3. มอ. วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี	2	คน
4. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	8	คน
5. โรงเรียนคงคาประชารักษ์	6	คน
6. สปว. ยางพารา	2	คน
7. คณะผู้วิจัย	5	คน
รวม	<u>54</u>	คน

สรุปความคิดเห็น

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมการสัมมนา (จากผู้ส่งใบประเมิน 26 ราย) ดังนี้

1. ร้อยละ 76.7 ของผู้เข้าฟังการประชุมรู้จักสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
2. ร้อยละ 96.7 มีความคิดเห็นว่าการวิจัยทางด้านยางพารามีความจำเป็นต่อสังคมไทย
3. ร้อยละ 70 มีความเห็นว่างานวิจัยเรื่อง การพัฒนาชิ้นไม้อัดเรียงเปลี่ยนเป็นงานวิจัยที่ได้ประโยชน์

สรุปข้อเสนอแนะ

จากการประเมินการนำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง การผลิตโอเอสแอลจากเศษไม้ยางพารา ผู้เข้าร่วมสัมมนามีความคิดเห็นว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องต่อไปนี้

1. ควรศึกษาต่อในเรื่องเครื่องจักร ต้นทุนที่เหมาะสมในการผลิต และการตลาด เพื่อให้ภาคเอกชนสามารถนำไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ต่อไป
2. เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตโอเอสแอล ยังไม่มีในประเทศไทย จึงไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ จึงควรศึกษาเพิ่มเติม ในเรื่องการนำโอเอสแอลไปใช้งานให้เหมาะสมกับประเภทและสมบัติของงานนั้น
3. ควรปรับปรุงคุณภาพของโอเอสแอลในเรื่องของอายุการใช้งาน ความคงทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อราและแมลง ความคงขนาดหรือทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศ โดยมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม
4. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลิตโอเอสแอลจากไม้ชนิดอื่นกับไม้ยางพาราทั้งคุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การใช้ไม้ปาชายเลนและไม้ปาพรุ เนื่องจากมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ตั้งอยู่ในเขตภาคใต้ตอนบน ครอบคลุมพื้นที่ปาชายเลนและปาพรุนับล้านไร่