เทอร์โมวูด (Thermo Wood)

เทอร์โมวูด หมายถึง ไม้ที่ผ่านการอบด้วยความร้อนตั้งแต่ 180°C ขึ้นไป โดยจำกัดปริมาณอากาศด้วยวิธีการพ่นไอน้ำ ซึ่งไอน้ำนี้นอกจากจะลดปริมาณอากาศแล้วยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นภายในเนื้อไม้ด้วย สีของเทอร์โมวูดจะแตกต่างไปจากสีเดิมของไม้ โดยจะมีสีที่เข้มขึ้น แต่สีที่เข้มขึ้นนั้นจะเข้มขึ้นมากหรือน้อยขึ้นกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำ เทอร์โมวูดที่ได้จะมีการยืดและหดตัวน้อยลงเมื่อได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นหรือลดลง มีการนำความร้อนลดลง (เป็นฉนวนความร้อนสูงขึ้น) มีความต้านทานต่อการผุสูงขึ้น แต่มีความแข็งแรงในการต้านแรงดัดลดลง

การทำเทอร์โมวูด

ไม้ที่ต้องการอบเพื่อเปลี่ยนเป็นเทอร์โมวูด จะเป็นไม้สดหรือไม้ที่ผ่านการอบแห้งมาก่อนแล้วก็ได้ อย่างไรก็ตามถ้าเป็นไม้สด เมื่อนำมาอบที่อุณหภูมิสูงและทำให้แห้งโดยเร็ว ไม้บางชนิดอาจจะเกิดการแตกภายในเนื้อไม้ได้ ดังนั้นถ้าไม้ได้ผ่านการอบแห้งมาก่อนจะช่วยลดการแตกภายในเนื้อไม้ให้น้อยลงได้ การอบไม้ด้วยความร้อนสูงเพื่อเปลี่ยนเป็นเทอร์โมวูดจึงใช้ได้ทั้งไม้จำพวกใบกว้างและจำพวกสน เพียงแต่ว่าขั้นตอนที่ใช้ก็จะแตกต่างกัน

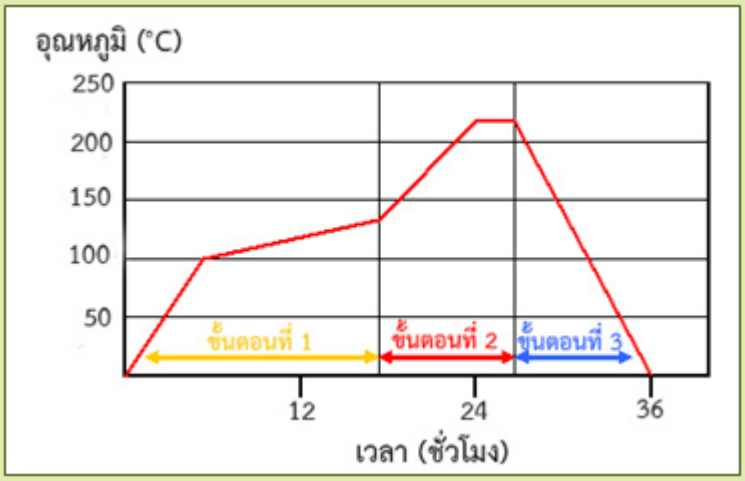
การทำเทอร์โมวูด มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 พ่นไอน้ำและความร้อนเข้าไปในเตาอบให้มีอุณหภูมิ 100°C และความชื้นสัมพัทธ์ 100% จากนั้นจึงค่อยๆ เพิ่มความร้อนเพียงอย่างเดียวจนมีอุณหภูมิเป็น 130°C ไม้จะแห้งจนไม่มีความชื้นเหลืออยู่เลย

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อไม้แห้งแล้วจึงเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเป็น 185-215°C เมื่ออุณหภูมิสูงถึงระดับที่ต้องการก็ให้รักษาอุณหภูมิไว้ที่ระดับนั้นนาน 2-3 ชั่วโมง (จะใช้อุณหภูมิเท่าใดและใช้เวลานานเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับการจะนำเอาเทอร์โมวูดไปใช้ในงานประเภทใด)

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อไม้ถูกอบจนได้สภาพตามที่ต้องการแล้ว ก็ต้องทำให้เย็นลงโดยการพ่นน้ำจนไม้มีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ 80-90°C แล้วจึงปรับความชื้นภายในเนื้อไม้ให้มีความชื้น 4-7%

เมื่อเพิ่มหรือลดอุณหภูมิจะต้องปรับสภาวะในเตาอบเพื่อลดการแตกและปริที่ผิว และลดการแตกภายในเนื้อไม้ ซึ่งสภาวะที่ใช้จะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดและความหนาของไม้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำเทอร์โมวูด

กลไกการเกิดปฏิกิริยา

โดยทั่วไป ไม้ประกอบด้วยเซลลูโลส 40-50% เฮมิเซลลูโลส 25-35% และ ลิกนิน 20-25% เมื่อไม้ได้รับความร้อนสูง (อุณหภูมิ 185-215°C) เซลลูโลสและลิกนินในไม้จะค่อยๆ ย่อยสลายตัว สารแทรกในเนื้อไม้ที่มีอยู่ไม่เกิน 5% ย่อยสลายได้ง่ายและระเหยออกจากเนื้อไม้ ในขณะที่เฮมิเซลลูโลสจะย่อยสลายตัวได้เร็วกว่าเซลลูโลสและลิกนินและมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยในระยะแรกของการย่อยสลายเฮมิเซลลูโลสจะได้กรดน้ำส้มออกมา กรดน้ำส้มนั้นจะทำให้เฮมิเซลลูโลสย่อยสลายกลายเป็นน้ำตาลที่ละลายในน้ำ นอกจากนั้น กรดน้ำส้มดังกล่าวยังมีส่วนที่ทำให้โมเลกุลของเซลลูโลสที่เรียงต่อกันเป็นสายยาวให้สั้นลง ส่งผลทำให้ความแข็งแรงของไม้ลดลง ยิ่งใช้อุณหภูมิสูงความแข็งแรงยิ่งลดลงมาก

หลังการอบด้วยความร้อน ไม้จะมีปริมาณเฮมิเซลลูโลสลดลง ทำให้ช่วยลดการเข้าทำลายของเชื้อราและแมลงต่อไม้ได้มากขึ้นด้วย เนื่องจากเฮมิเซลลูโลสที่ประกอบไปด้วยโมโนแซคคาไรด์ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของเชื้อราได้ถูกย่อยสลายไปมากแล้ว นอกจากนี้ เฮมิเซลลูโลสที่ย่อยสลายไปยังทำให้ตำแหน่งที่น้ำที่จะไปเกาะอยู่ที่เฮมิเซลลูโลสมีจำนวนลดลง ส่งผลทำให้ไม้เมื่อได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นหรือลดลงมีการยืดและหดตัวน้อยลงเมื่อเทียบกับไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูง

อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบและปริมาณของเฮมิเซลลูโลสในไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ไม้จำพวกใบกว้างมีเฮมิเซลลูโลสมากกว่าไม้จำพวกสน การย่อยสลายของเฮมิเซลลูโลสเมื่อได้รับความร้อนสูงจึงเกิดในไม้จำพวกใบกว้างมากกว่า การย่อยสลายของเฮมิเซลลูโลสจะไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงของไม้เหมือนกับการย่อยสลายของเซลลูโลส แต่ในทางตรงกันข้าม การย่อยสลายของเฮมิเซลลูโลสกลับทำให้ไม้เมื่ออัดเข้าหากัน ไม้จะแนบสนิทกันและยืดหยุ่นตัวได้ดีขึ้น

ส่วนลิกนินนั้นทำหน้าที่ยึดเซลล์ของเนื้อไม้ให้ติดกัน ซึ่งลิกนินนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น แต่จะเริ่มย่อยสลายที่อุณหภูมิ 200°C ขึ้นไป

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเทอร์โมวูดเมื่อเทียบกับไม้ชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ผ่านการทำเป็นเทอร์โมวูด (Physical change)

ความหนาแน่น (Density) ความหนาแน่นของเทอร์โมวูดจะลดลงเนื่องจากมวลของไม้ลดลงมากกว่าปริมาตรของเนื้อไม้

ความแข็งแรง (Strength) ของเทอร์โมวูดจะลดลง แต่น้ำหนักต่อความแข็งแรงยังคงเหมือนเดิม

ความแข็งแรงต้านแรงดัด (Bending strength) ตามมาตรฐาน EN 408 เทอร์โมวูด (ไม้สปูรส์; Spruce) อบที่ 230°C นาน 5 ชั่วโมงจะมีความแข็งแรงต้านแรงดัดลดลง แต่โมดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ยังคงเหมือนเดิม อย่างไรก็ตามไม่แนะนำให้นำเทอร์โมวูดไปใช้ทำไม้โครงสร้างที่ต้องรับน้ำหนักมากๆ (Load-bearing structural)

ความแข็งแรงต้านแรงอัดขนานเสี้ยน (Compressive strength parallel to grain) ของเทอร์โมวูดที่อบที่ 195°C นาน 3 ชั่วโมง เพิ่มขึ้น 30%

ความแข็งแรงต้านแรงกระแทก (Impact strength) ของเทอร์โมวูด (ไม้สปูรส์) ที่อบที่ 220°C นาน 3 ชั่วโมง ลดลง 25%

ความแข็งแรงต้านการฉีก (Splitting strength) ของเทอร์โมวูด (ไม้สปูรส์ ไม้สน ไม้เบิร์ช) ลดลง 30-40% ความแข็งแรงต้านแรงฉีกลดลงมากขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบสูงขึ้น

ความแข็ง (Hardness) ตามมาตรฐาน EN 1534 ของเทอร์โมวูด (ไม้สน) อบที่ 190-240°C นาน 3 ชั่วโมง ความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบสูงขึ้น

ความชื้นสมดุล (Equilibrium moisture content) ของเทอร์โมวูด (ไม้สปูรส์) อบที่ 220°C นาน 3 ชั่วโมง ความชื้นสมดุลลดลงครึ่งหนึ่ง ทำให้ไม้ดูดและคายน้ำภายใต้สภาวะคงที่ลดลงครึ่งหนึ่ง

การยืดและหดตัว (Swelling and shrinkage due to moisture) ของเทอร์โมวูด (ไม้สปูรส์) อบที่ 220 °C นาน 3 ชั่วโมง การยืดและหดตัวลดลง ความเค้นที่เกิดจากการอบ (Drying stress) ไม่เหลืออยู่เนื่องจากการอบที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้ไม้หลังซอยหรือผ่าไม่บิดงอหรือห่อ และขนาดค่อนข้างคงที่เนื่องจากเทอร์โมวูดมีการยืดและหดตัวน้อยลง

การยอมให้ของเหลวไหลผ่าน (Permeability) ตามมาตรฐาน EN 927-5 ของเทอร์โมวูด (ไม้สปูรส์) อบที่ 195°C และ 210°C นาน 3 ชั่วโมง หลังแช่น้ำครบ 72 ชั่วโมง ไม้อบที่ 195°C มีความชื้นเพิ่มขึ้น 12% และที่ 210°C เพิ่มขึ้น 10 % แต่ไม้ที่ไม่ผ่านการอบ ความชื้นเพิ่มขึ้น 22%

การนำความร้อน (Thermal conductivity) ของเทอร์โมวูด (ไม้สปูรส์) อบที่ 230°C นาน 3 ชั่วโมง ทดสอบโดย สถาบัน VTT ของประเทศฟินแลนด์ มีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.099 W/(m K) สำหรับไม้ชนิดเดียวกันแต่ไม่ใช่เทอร์โมวูดมีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.12 W/(m K)

ความต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงของเทอร์โมวูด (Resistance to insects)

จากการทดลองของสถาบัน CFTA ในประเทศฝรั่งเศสพบว่าเทอร์โมวูดมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของด้วงหนวดยาว (Longhorn beetles) และมอดเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ *Anobium punctatum* และ *Lyctus Bruneus* จากการทดลองพบว่ามอดอาศัยกลิ่นของน้ำมันที่อยู่ในไม้สนเป็นตัวชี้นำในการวางไข่ แต่สำหรับเทอร์โมวูดกลิ่นดังกล่าวลดลงไปอย่างมากจากการอบที่อุณหภูมิสูง จนมอดไม่สามารถหาเจอเมื่อเทียบกับไม้ชนิดเดียวกันที่ไม่ใช่เทอร์โมวูด สำหรับปลวกจะมีแนวทางคล้ายกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและสภาวะที่ปลวกชอบ ซึ่งจะแตกต่างกันไป จึงควรทำการศึกษาและวิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องตามที่ต้องการ

ความต้านทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศของเทอร์โมวูด (Weather resistance)

เทอร์โมวูดที่ผ่านการอบที่ 225°C นาน 6 ชั่วโมง เมื่อนำไปใช้งานภายนอกอาคารพบว่าหลังผ่านไป 5 ปี ไม่ว่าอากาศจะชื้นหรือแห้ง เทอร์โมวูดจะดูดน้ำหรือคายน้ำจนสมดุลแต่ยังคงมีความชื้นสมดุลน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของไม้ชนิดเดียวกันที่ไม่ใช่เทอร์โมวูดและนำไปใช้ในพื้นที่เดียวกัน ดังนั้นเทอร์โมวูดจึงขยายและหดตัวน้อยกว่าครึ่งหนึ่งเมื่อสภาพลมฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลงไป

เทอร์โมวูดเมื่อโดนแสงแดด สีจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเทาตามระยะเวลาที่โดนแสงแดดและจะค่อยๆ คงที่เมื่อเวลาผ่านไป กรณีที่โดนแสง UV เป็นระยะเวลานาน เทอร์โมวูดจะเกิดผิวปริน้อยกว่าไม้ชนิดเดียวกันที่ไม่ใช่เทอร์โมวูด อย่างไรก็ดี เทอร์โมวูดที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูงๆ จะมีผิวปริลดลงตามอุณหภูมิที่อบที่สูงขึ้น และถ้าต้องการไม่ให้เกิดผิวปริเลยต้องเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่ทนต่อแสง UV ซึ่งพบว่าหลังจากการทาสีเคลือบประเภทอะคริลิกที่ละลายน้ำบนเทอร์โมวูด สีไม่แตกร่อนเมื่อเทียบกับไม้ชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ผ่านการทำเป็นเทอร์โมวูด

การแปรรูปไสตกแต่งของเทอร์โมวูด (Working with Thermo Wood in industrial plants)

การแปรรูปไสตกแต่งของเทอร์โมวูดต้องระมัดระวังมากขึ้น คมของเครื่องมือจะทื่อเร็วกว่าปรกติเนื่องจากเทอร์โมวูดมีความแข็งมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการอบที่อุณหภูมิสูงทำให้ความเค้นในไม้ลดลง ดังนั้นหลังจากการผ่าหรือซอย ไม้จะไม่บิดงอ นอกจากนี้ ขี้เลื่อยที่ได้จากการผ่าหรือซอยเทอร์โมวูดจะละเอียดกว่าเมื่อเทียบกับไม้ชนิดเดียวกันที่ไม่ใช่เทอร์โมวูด ดังนั้นระบบดูดฝุ่นจะต้องคำนึงถึงความละเอียดและเบาของขี้เลื่อยของเทอร์โมวูดด้วย จำนวนฟันควรใช้ให้มากขึ้นและองศาหน้าฟันต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม

การไสเทอร์โมวูดควรใช้ใบมีดติดคาร์ไบด์ที่คม เนื่องจากไม้มีความแข็งที่ผิวเพิ่มมากขึ้นและเนื่องจากเทอร์โมวูดมีความแข็งแรงลดต่ำลง ดังนั้นในการไสควรลดแรงกดลูกกลิ้งป้อนให้น้อยลงเพื่อป้องกันการแตกของไม้และควรลดความเร็วในการป้อนพร้อมทั้งลดความเร็วรอบของใบมีดให้น้อยลงเพื่อลดการไหม้ที่ผิวหน้าไม้หลังไส เมื่อไสเทอร์โมวูดจะพบว่าใบมีดจะสะอาดอยู่เสมอเนื่องจากยางที่มีอยู่ในไม้ได้ย่อยสลายไปหมดแล้ว ไม้ที่มีวงรอบปีและเลื่อยตั้งฉากรัศมีจะเกิดการแยกที่วงรอบปี

แต่ถ้าเลื่อยขนานรัศมีจะไม่เกิดการแยกที่วงรอบปี เช่นเดียวกับการขึ้นรูปควรใช้ใบมีดขึ้นรูปที่ติดคาร์ไบด์ที่คม มิเช่นนั้นจะเกิดการฉีกที่เนื้อไม้ตรงจุดเริ่มและจุดจาก การขึ้นรูปเทอร์โมวูดก็เหมือนการขึ้นรูปไม้ที่แข็งและเปราะจึงควรให้ความสำคัญในลักษณะเดียวกัน

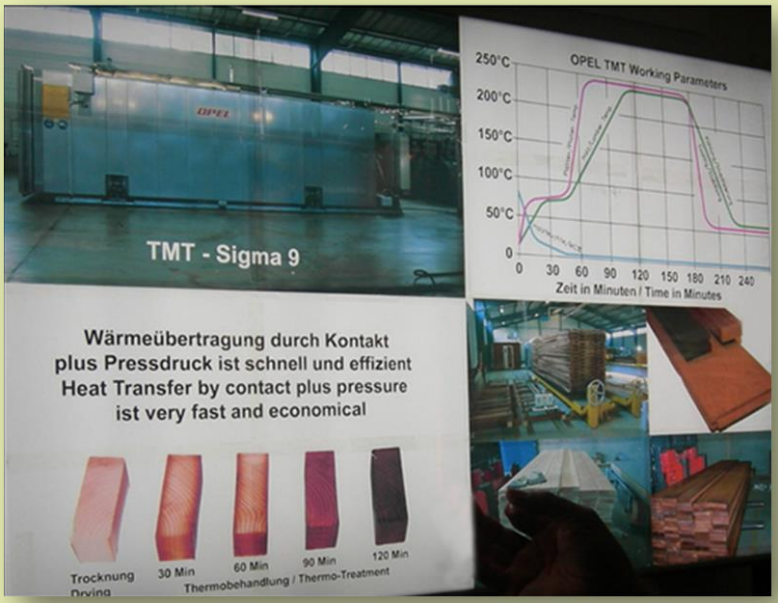
การขัดเทอร์โมวูดเหมือนการขัดไม้ที่ไม่ใช่เทอร์โมวูด บางครั้งหลังไสเทอร์โมวูดแล้วอาจไม่ต้องขัดเพิ่มเติมเนื่องจากเทอร์โมวูดมีผิวหน้าที่เรียบพอโดยไม่ต้องขัด ฝุ่นที่เกิดจากการขัดเทอร์โมวูดจะละเอียดจึงควรคำนึงถึงในการที่จะดูดฝุ่นออกจากเครื่องจักรขณะทำการขัด แต่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษแต่อย่างใด ฝุ่นขัดยังคงอันตรายเหมือนฝุ่นขัดโดยทั่วไปในการติดไฟและระเบิดจึงต้องระวังเป็นอย่างมาก

การติดกาวของเทอร์โมวูดจะดีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ถ้าอุณหภูมิที่ใช้อบสูง ความแข็งแรงต้านแรงเฉือนจะลดลง โดยจากการทดสอบแรงเฉือนขนานแนวกาวพบว่าจะเกิดการแยกตัวที่เนื้อไม้มากกว่าที่แนวกาว ทั้งนี้เนื่องมาจากความแข็งแรงของเนื้อไม้ลดลงตามที่กล่าวมาในตอนต้น กาวที่ใช้ควรต้องลดปริมาณน้ำในกาวลงเนื่องจากการดูดซับน้ำในกาวของไม้เกิดขึ้นได้น้อยลง ถ้าไม่ลดปริมาณน้ำในกาวลง จะต้องใช้ระยะเวลาในการแข็งตัวของกาวนานขึ้น ในทางตรงกันข้าม กาวบางชนิดต้องใช้ความชื้นจากเนื้อไม้และบรรยากาศในการแข็งตัว ดังนั้นถ้ามีปริมาณน้ำในเนื้อไม้ไม่พอการแข็งตัวของกาวก็จะไม่สมบูรณ์และอาจเกิดการหลุดแยกที่แนวกาวได้

การออกแบบข้อต่อและรายละเอียดอื่นๆ จำเป็นต้องให้ความระมัดระวัง เนื่องจากเทอร์โมวูดมีความแข็งแรงในการต้านแรงฉีกและแรงดัดลดลง ดังนั้น จึงควรขึ้นต้นแบบและทดสอบตามมาตรฐานก่อนการผลิตจริง แต่อย่างไรก็ดี เทอร์โมวูดยืดและหดตัวน้อยลง จึงไม่ต้องเผื่อมาก ทำให้การออกแบบทำได้ง่ายขึ้น

การเคลือบผิวเทอร์โมวูดเหมือนกับไม้ที่ไม่ใช่เทอร์โมวูด แต่เทอร์โมวูดจะได้เปรียบตรงที่ยางน้ำมันในเนื้อไม้จะหายไปจึงไม่ต้องใช้ตัวกันยาง กรณีที่ใช้สารเคลือบที่ละลายน้ำเคลือบเทอร์โมวูด สารเคลือบจะแข็งตัวช้าลงเนื่องจากการดูดซับน้ำของเทอร์โมวูดนั้นดูดซับได้น้อยลง

รูปที่ 2 การเปลี่ยนสีไม้เมื่อทำเทอร์โมวูด



รูปที่ 3 การเปลี่ยนสีไม้เมื่อทำเทอร์โมวูด

รูปที่ 4 เตาอบสำหรับทำเทอร์โมวูด

รศ.ทรงกลด จารุสมบัติ
เครือข่ายพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางและไม้ยางพารา
กระทรวงอุตสาหกรรม
วันที่ 28 สิงหาคม 2557