การอบไม้ยางพาราเป็นกระบวนการที่ทำให้น้ำออกจากไม้เพื่อทำให้ไม้มีความชื้นสมดุลกับบรรยากาศที่จะนำไม้ไปใช้งาน การอบไม้เป็นขั้นตอนที่ใช้พลังงานและเวลามากที่สุดทั้งยังสามารถทำให้เกิดความสูญเสียได้สูงสุดในกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูป งานวิจัยนี้ต้องการพัฒนากระบวนการอบไม้ยางพาราประสิทธิภาพสูงสำหรับไม้ยางพาราความหนา 1 นิ้วและ 2 นิ้ว โดยเร่งการเคลื่อนของน้ำออกจากไม้ให้เร็วขึ้นในขณะที่ยังคงรักษาคุณภาพของไม้หลังการอบไว้

การลดความชื้นไม้ยางพาราก่อนการอบโดยให้ลมเคลื่อนที่ผ่านหน้าไม้ประมาณ 3 เมตร/วินาทีจะทำให้ไม้แห้งได้เร็วขึ้นประมาณ 50% และสามารถป้องกันการเกิดราบนผิวหน้าไม้ได้ สำหรับการอบไม้ยางพาราหนา 1 นิ้ว พบว่าสามารถอบที่อุณหภูมิสูงขึ้นที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 90°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 65°Cได้ โดยมีระยะเวลาการอบเท่ากับ 60 ชั่วโมงที่ความเร็วลมผ่านหน้าไม้เท่ากับ 4 เมตรต่อวินาที โดยระยะเวลาดังกล่าวลดลงจากการอบที่อุณหภูมิกะเปาะแห้ง 60°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 45°C ประมาณ 50% โดยที่ใช้พลังงานในการอบเพิ่มขึ้น 20% การบิดตัวของไม้ยางพาราแบบ Bow Crook และ Twist เนื่องจากการอบของทั้งสองอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน การวางน้ำหนักกดทับประมาณ 300 kg/m^2 สามารถลดการบิดตัวแบบ Twist ลงได้เล็กน้อย การสเปรย์ไอน้ำในช่วงเริ่มต้นของการอบสามารถลดการแตกที่ปลายของไม้ลงได้ สีของไม้ยางพาราที่ผ่านการอบของทั้งสองอุณหภูมิไม่แตกต่างกันทั้งที่ผิวนอกและที่ใจกลางไม้ ความเค้นตกค้างในไม้หลังการอบที่อุณหภูมิสูงมีค่าสูงกว่า แต่ประสิทธิภาพการคลายความเค้นระหว่างการทำ Conditioning ของการอบที่อุณหภูมิสูงเกิดขึ้นรวดเร็วกว่า ส่วนการอบไม้ยางพาราความหนา 2 นิ้ว ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 90°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 50°C พบว่าสามารถลดระยะเวลาและลดการใช้พลังงานในการอบลงได้ 47% และ 20% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการอบที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 70°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 50°Cที่ความเร็วลมผ่านหน้าไม้เท่ากับ 4 เมตรต่อวินาทีโดยที่คุณภาพของไม้หลังการอบไม่แตกต่างกัน

การคลายความเค้นในไม้ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการอบอย่างมีประสิทธิภาพกระทำโดยการทำให้ลดอุณหภูมิของไม้ในเตาลงมา ก่อนที่จะมีการเพิ่มอุณหภูมิและความชื้นภายในเตาอย่างรวดเร็วเพื่อให้สอดคล้องกับค่าความชื้นไม้หลังการอบที่ต้องการ ไม้ที่ผ่านการทำการคลายความเค้นด้วยวิธีดังกล่าวไม่มีความเค้นตกค้างภายในเนื้อไม้ทั้งยังมีความชื้นสม่ำเสมอทั่วทั้งท่อนอีกด้วย

การจำลองและปรับปรุงประสิทธิภาพการไหลของอากาศในเตาอบไม้ยางพาราโดยใช้แบบจำลองพลศาสตร์ของของไหลกระทำโดยใช้ Software Flovent version 6.1 ซึ่งความถูกต้องของแบบจำลองได้รับการทดสอบด้วยผลการทดลองที่วัดได้จากเตาอบไม้ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระดับโรงงานอุตสาหกรรม และนำแบบจำลองที่ได้คำนวณหาลักษณะของเตาอบที่มีประสิทธิภาพสูงโดยการเปรียบเทียบค่าและการกระจายของอัตราเร็วลมที่ระนาบด้านลมเข้ากองไม้

ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองสามารถอธิบายการไหลของอากาศในเตาอบระดับห้องปฏิบัติการและระดับโรงงานอุตสาหกรรมได้ทั้งในเชิงคุณภาพ (รูปแบบและทิศทางการไหล) และเชิงปริมาณ (ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการคำนวณสอดคล้องกับค่าที่วัดได้) โดยพบว่าขนาดช่องลมและความสูงห้องพัดลมมีผลต่อค่าและการกระจายของอัตราเร็วลมภายในเตาอบ โดยที่ขนาดช่องลมที่ 0.7 ถึง 0.8 เมตรและความสูงของห้องพัดลมที่ 1.4 เมตรซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดที่สามารถติดตั้งพัดลมได้ให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยด้านลมเข้าสูงสุดที่ 3.0±0.9 m/s

การปรับปรุงประสิทธิภาพการไหลของอากาศของเตาอบในระดับอุตสาหกรรมกระทำโดยการปรับปรุงรูปแบบการเรียงไม้ในกองไม้ การกองไม้ในเตาอบ และการติดแผ่นกั้นลมในเตาอบพร้อมทั้งปรับปรุงระบบควบคุมการอบให้ได้มาตรฐานและเพิ่มอุณหภูมิของการอบเป็น 80-90 องศาเซลเซียสตั้งแต่ช่วงแรกของการอบ ผลจากการปรับปรุงดังกล่าวทำให้สามารถเพิ่มกองไม้ในเตาอบได้อีก 4 กอง (เพิ่มขึ้น 10%) อัตราเร็วลมเฉลี่ยผ่านกองไม้ทั้งด้านลมเข้าและลมออกเพิ่มขึ้นจาก 1.5±0.6 m/s เป็น 1.9±0.4 m/s อัตราเร็วลมที่สูญเสียในกองไม้ลดลงจาก 64% ก่อนปรับปรุงเป็น 36% หลังการปรับปรุง ระยะเวลาของการอบลดลงก่อนการปรับปรุง 9 วันเหลือ 7 วันสำหรับไม้ความหนา 1.5 นิ้ว ไม้ในเตาอบมีค่าการกระจายความชื้นสุดท้ายหลังการอบลดลงจาก 27% เหลือ 12%หลังการปรับปรุง ดังนั้นการอบไม้ที่อุณหภูมิสูง 90°C จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการอบไม้ยางพาราในโรงงานอุตสาหกรรมด้วยเตาอบที่มีใช้อยู่แล้วโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีการดัดแปลงเตาอบและอุปกรณ์ประกอบมากนัก

Abstract 198153

Wood drying is a process for removal of water out of wood until wood moisture content reaches the value which is in equilibrium with the service environment. Drying is the most energy and time consuming process within rubberwood lumber industries. The aim of this study was to develop a high efficiency drying schedule for rubberwood lumber of thicknesses 1 inch and 2 inch by accelerating the moisture movement out of lumber without degrading the lumber during drying.

Effective pre-drying of rubberwood lumber could be achieved using an airflow of about 3m/s across the stack. The drying rate was approximately double in comparison with pre-drying in motionless air. The present of airflow also prevent growth of fungi on the rubberwood surface even in the high humidity environment.

It was found that kiln residence time for drying the lumbers of thickness 1 inch using drying schedule at high temperature of 90°C dry bulb and 65°C wet bulb with air velocity of 4m/s was 60 hours. The drying time was quicker than one of drying at lower temperatures of 60°C dry bulb and 45°C wet bulb by 50%. Energy consumption during the high temperature drying was however increased by 20%. There were no differences in bow, crook and twist of lumbers after drying between the two treatments. Top load of about 300 kg/m^2 slightly decreased twist and steaming at the beginning of drying process reduced end checking. Colors of lumbers both at the surface and the core between the two treatments were similar. Drying at higher temperature produced more casehardening within lumbers. It was found however that conditioning at higher temperature was more effective in releasing this residual stress caused by drying. For the lumber of thickness 2 inch, drying at temperature of 90°C dry bulb and 50°C wet bulb reduced kiln residence time and energy consumption by 47% and 20%, respectively, in comparison with drying at lower temperature of 70°C dry bulb and 50°C wet bulb with air velocity of 4m/s. There was no difference in the quality of lumbers (warp, color, checking) after drying using the two treatments of temperature.

Effective conditioning of lumber after drying to relieve drying stress generated during drying period was developed. Effect of cooling the lumber before raising the humidity inside the kiln on stress relaxation was examined. Strain and moisture distributions within lumber during conditioning period using various conditioning schedules were measured. Effective conditioning of rubberwood lumber to relieve stress generated during drying was achieved by cooling the lumber before abruptly raising the temperature and humidity inside the kiln to the EMC required. Rubberwood lumber after conditioning appeared to be stress free with a uniform moisture distribution throughout the section.

Simulation and improvement of an airflow efficiency of rubberwood drying kilns were carried out by means of the Computational Fluid Dynamics (CFD) technique (Flovent version 6.1). The model was verified both in the laboratory scale and in the industrial scale with the measured air velocity values obtained within the drying kilns. The model was then employed to obtain the kiln configuration which posses the highest efficiency of airflow in terms of the average quantity and the distribution of air velocity on the inlet plan before entering the lumber stack.

It was demonstrated that the CFD model was capable of describing the pattern and the amount of airflow within the drying kilns both in the laboratory and in the industrial scales. The optimum size of air inlet plenum and the optimum height of fan chamber, giving the highest average value of air velocity on the inlet plan of 3.0±0.9 m/s, were at 0.7-0.8m and 1.4m (minimum height allowed for the fan to be installed), respectively.

Air flow efficiency improvement of the kiln in the industry was carried out by proper stacking the lumbers, proper filling the lumber stacks inside the kiln and proper installation of the baffle system. The drying control system was also reinstalled according to standard with the drying temperature (dry bulb) was raised to 80-90°C. As a result of the above development, four more stacks of lumber were able to add into the drying kiln. The average air velocity increased from 1.5±0.6 m/s to 1.9±0.4 m/s. The airflow loss within the stacks was reduced from 64% to 36%. Kiln residence time was reduced from 9 days to 7 days for the lumber of thickness 1.5 inch. The coefficient of variation of final moisture content of lumber after drying was also reduced from 27% to 12%. Drying schedule at higher temperature of 90°C is therefore an interesting alternative to implement with the existing drying kilns used within rubberwood lumber industries without a need to modify the kiln and the drying system.