

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาการอบแห้งเม็ดยางพาราสำหรับผลิตยางแท่งโดยวิธีใช้เจ็ตอากาศร้อนฟุ้งชนชั้นเม็ดยาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการอบแห้งเม็ดยางแบบใหม่ที่สามารถอบแห้งยางได้รวดเร็วขึ้นและประหยัดพลังงานที่ใช้อบแห้งเมื่อเทียบกับระบบอบแห้งแบบเดิม เนื่องจากในกระบวนการผลิตยางแท่งนั้น การอบแห้งเม็ดยางเป็นกระบวนการที่ใช้เวลานานที่สุดและสิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด และโครงการวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตยางแท่งของประเทศไทยให้สามารถชนะประเทศคู่แข่งส่งออกยางแท่งได้ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้เจ็ตอากาศจาก Slot Nozzle ที่มีทางออกเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าในการศึกษาเบื้องต้น ซึ่งงานวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกจะทำการศึกษาระยะการกระจายของอุณหภูมิบนพื้นผิวที่เจ็ตฟุ้งชน โดยใช้แผ่น Thermal Liquid Crystal ติดบนผิวที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เนื่องจากความเร็วของเจ็ตที่ปากทางออกและระยะห่างระหว่างปากทางออกเจ็ตและพื้นผิวที่เจ็ตชนมีผลต่อลักษณะการกระจายอุณหภูมิบนพื้นผิวและอัตราการแห้งของยางที่ตำแหน่งต่างๆ ส่วนที่สองเป็นการศึกษาอัตราการแห้งของยางที่เงื่อนไขของความเร็วจี๊ด, อุณหภูมิเจ็ต, ความหนาของชั้นยางและระยะห่างระหว่างปากทางออกของเจ็ตกับพื้นผิวยางต่างๆกัน โดยได้ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักยางที่เวลาต่างๆและนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับอิทธิพลของตัวแปรต่างๆต่ออัตราการแห้งของยาง จากการศึกษาพบว่าอิทธิพลของอุณหภูมิเจ็ตมีผลต่ออัตราการแห้งของเม็ดยางมากที่สุด โดยตัวแปรความเร็วเจ็ตและระยะห่างระหว่างปากทางออกของเจ็ตกับพื้นผิวยางจะมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนระหว่างเจ็ตกับเม็ดยาง ส่วนตัวแปรความหนาของชั้นยางจะมีผลต่ออัตราการแห้งของเม็ดยางในกรณีที่ระยะห่างระหว่างปากทางออกของเจ็ตกับพื้นผิวยางน้อยกว่า 4 เท่าของความสูง Slot Nozzle เท่านั้น และพบว่าตัวแปรเหล่านี้มีผลต่ออัตราการแห้งของเม็ดยางในช่วงแรกๆเท่านั้น หลังจากที่มีความชื้นมาตรฐานแห้งในยางน้อยกว่า 20% แล้ว ตัวแปรเหล่านี้จะไม่มีผลต่ออัตราการแห้งของยาง อย่างไรก็ตามการใช้เจ็ตอากาศร้อนฟุ้งชนสามารถช่วยเพิ่มอัตราการแห้งของยางในช่วงแรกได้และช่วยลดเวลาในการอบแห้งได้ แต่ในแง่ของพลังงานที่ใช้ในการอบยังไม่สามารถเปรียบเทียบกับกระบวนการอบแห้งแบบเดิม ทำให้ยังสรุปไม่ได้ว่าวิธีนี้สามารถประหยัดพลังงานในการอบแห้งเม็ดยางได้มากนักน้อยเพียงใด

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้การพ่นอากาศร้อนในการอบแห้งเม็ด ยางพาราสำหรับผลิตยางแท่ง โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของความเร็วเจ็ต, อุณหภูมิเจ็ต, ความหนาของชั้นยาง, และระยะห่างระหว่างปากทางออกของเจ็ตกับพื้นผิวยางว่ามีผลต่ออัตราการแห้งของเม็ดยางอย่างไรเมื่อถูกเจ็ตอากาศร้อนจาก Slot Nozzle พ่นจน โดยผลการทดลองที่ได้ จะนำมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบอบแห้งยางที่มีประสิทธิภาพ โดยได้ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การวัดการกระจายอุณหภูมิบนพื้นผิวที่เจ็ตพ่น และ การวัด อัตราการแห้งของยางที่เงื่อนไขต่างๆ

จากผลการทดลองพบว่า ความเร็วเจ็ตและระยะห่างจากปากทางออกเจ็ตถึงพื้นผิวที่ถูก พ่นมีผลต่อการกระจายอุณหภูมิบนพื้นผิวที่ถูกพ่น และการแห้งของยางสามารถแบ่งออกช่วง เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกที่มีความชื้นยางลดลงอย่างรวดเร็ว และช่วงหลังที่ความชื้นยางลดลงอย่าง ช้าๆ และพบว่าอิทธิพลของอุณหภูมิเจ็ตมีผลต่อการเพิ่มอัตราการแห้งของยางมากที่สุด ส่วน ความเร็วเจ็ตจะมีอิทธิพลต่อการแห้งของยางในช่วงแรกเท่านั้น หลังจากความชื้นในยางลดลง เหลือ 25% แล้วการเพิ่มความเร็วเจ็ตไม่มีผลต่ออัตราการแห้งยาง และพบว่าระยะห่างระหว่าง ปากทางออกของเจ็ตกับพื้นผิวยางมีผลต่อการเพิ่มอัตราการแห้งยางในกรณีที่ระยะห่าง L มีค่า น้อย ($L/B=2$) เท่านั้น และความหนาของยางจะมีผลต่ออัตราการแห้งของยางในกรณีที่ระยะห่าง L น้อยเท่านั้น กรณีที่ระยะห่าง L เพิ่มขึ้น อุณหภูมิเจ็ตและความเร็วเจ็ตจะมีอิทธิพลต่อการแห้งของ ยางมากกว่า

ABSTRACT

In this study, the impingement drying jet was used for drying of natural rubber. The objective of this study was to investigate the effect of jet velocity, jet temperature, thickness of rubber layer and the distance between nozzle exit and impinged surface on drying rate when slot nozzle was used for impingement drying. The effect of different drying conditions on the drying rate was analyzed and then used to design the effective impingement drying system. Two experiments were conducted in this study; temperature measurement on impinged surface and drying rate measurement at different conditions.

The results showed that jet velocity and distance between jet exit and impinged surface have effect on temperature distribution on impinged surface. The process of natural rubber drying can be divided in 2 periods; the first drying period, the moisture content decreases rapidly, and the second drying period, the moisture content decreases gradually. The results indicated that the jet temperature had the greatest effect on drying rate than other parameters. The higher jet temperature resulted in higher drying rate. And the jet velocity had effect on drying rate on only first drying period. The higher jet velocity resulted in higher drying rate. However, when the moisture content was reduced to below than 25% dry basis, the effect of jet velocity to drying rate was small. It was found that the distance between jet exit and impinged surface have effect to drying rate for only small distance between jet exit and impinged surface. And the thickness of rubber layer had effect on increasing drying rate while the distance between jet exit and impinged surface was small. When the distance L was increased, the thickness of rubber layer effect was not significant. The jet temperature and jet velocity have more effect on drying rate than thickness of rubber layer.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ให้การสนับสนุนเงินทุนที่ใช้ในงานวิจัยของโครงการนี้ ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อจัดสถานที่สำหรับทำการทดลองและให้ยืมเครื่องมือวัดสำหรับการทดลอง และขอขอบคุณ นางสาววันวิสาข์ กาญจนภรณ์ และนายอธิการ อัมพรพงศ์ นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ช่วยสร้างชุดทดลองและทำการทดลอง และสุดท้ายขอขอบพระคุณ ผศ. ไพโรจน์ คีรีรัตน์ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ช่วยให้คำแนะนำและช่วยเหลือ ทำให้โครงการนี้สำเร็จลงได้

ชยุตม์ นันทคุสิต

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความรู้พื้นฐานในการอบแห้ง	4
2.2 การถ่ายเทความร้อนและมวลสารในกระบวนการอบแห้ง	5
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทมวลสารในกระบวนการอบแห้ง	7
2.3.1 การเคลื่อนย้ายของน้ำภายในวัสดุ	7
2.3.2 การเคลื่อนย้ายของไอน้ำจากผิวของวัสดุ	7
2.4 ช่วงการอบแห้ง	8
2.4.1 ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ (Heating up period)	10
2.4.2 ช่วงการอบแห้งที่อัตราการอบแห้งคงที่ (Constant rate drying period)	10
2.4.3 ช่วงการอบแห้งที่อัตราการอบแห้งลดลง (Falling rate drying period)	11
2.5 การถ่ายเทความร้อนและมวลสารบนพื้นผิวที่ถูกเจ็ตฟุ้งชน	12
บทที่ 3 การทดลอง	17
3.1 ลักษณะของโมเดลและตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง	17
3.2 อุปกรณ์การทดลอง	18
3.3 การทดลองวัดการกระจายอุณหภูมิของบนพื้นผิวที่ถูกชน	24
3.3.1 ขั้นตอนการสอบเทียบอุณหภูมิของแผ่น TLC	25
3.3.2 ขั้นตอนวัดการกระจายอุณหภูมิตามพื้นผิวที่ถูกเจ็ตอากาศร้อนฟุ้งชน	25

3.4 การทดลองการหาอัตราการลดความชื้นของยางเปียก	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 ผลการวัดการกระจายอุณหภูมิ	29
4.2 ผลการทดลองวัดอัตราการแห้ง	35
4.3 อิทธิพลของความเร็วเจ็ตและอุณหภูมิเจ็ตต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้น	39
4.3.1 กรณีความหนา ยาง H=10mm	39
4.3.2 กรณีความหนา ยาง H=30mm	40
4.3.3 กรณีความหนา ยาง H=50mm	41
4.4 อิทธิพลของอุณหภูมิเจ็ตและความเร็วเจ็ตที่มีผลต่ออัตราการลดความชื้นของยาง	46
4.4.1 กรณีความหนา ยาง H=10mm	46
4.4.2 กรณีความหนา ยาง H=30mm	47
4.4.3 กรณีความหนา ยาง H=50mm	48
4.5 อิทธิพลของระยะ L ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้น	52
4.5.1 กรณีความหนา ยาง H=10mm	52
4.5.2 กรณีความหนา ยาง H=30mm	52
4.5.3 กรณีความหนา ยาง H=50mm	53
4.6 อิทธิพลของความหนา ยางที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้น	57
4.6.1 กรณีระยะห่าง L=20mm	57
4.6.2 กรณีระยะห่าง L=40mm	58
4.6.3 กรณีระยะห่าง L=60mm	59
4.6.4 กรณีระยะห่าง L=80mm	60
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	65
5.1 การกระจายอุณหภูมิตามพื้นที่ผิวที่ถูกเจ็ตชน	65
5.2 อิทธิพลของความเร็วเจ็ตและอุณหภูมิเจ็ตต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้น	65
5.3 อิทธิพลของอุณหภูมิเจ็ตและความเร็วเจ็ตที่มีผลต่ออัตราการลดความชื้นของยาง	65
5.4 อิทธิพลของระยะ L ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้น	66
5.5 อิทธิพลของความหนา ยาง H ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้น	66

5.6 สรุปเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งชั้นเม็ดยาง	67
ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ	69
เอกสารอ้างอิง	70
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงความชื้นของยางที่เวลาต่างๆ	72
ภาคผนวก ข. ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงอัตราการลดความชื้นของยาง	76
ภาคผนวก ค. บทความสำหรับเผยแพร่	80
ภาคผนวก ง. แบบสรุปโครงการวิจัย	88