

บทคัดย่อ

ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน การอบแห้งยางแผ่นเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาและสิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบอบแห้งแบบใหม่โดยใช้กลุ่มของเจ็ทลมร้อนพุ่งชนพื้นผิวยางแผ่น โค้งตรง เพื่อลดระยะเวลาในการอบแห้งในห้องรมควันและเพิ่มปริมาณการผลิตยางแผ่นรมควัน ในการศึกษาได้ใช้กลุ่มของเจ็ทลมร้อนที่ออกจากแผ่นเจ็ทที่เจาะรูเรียงเป็นแถวสลับพื้นปลาพุ่งชนแผ่นยางจากทั้งสองด้าน ในงานวิจัยได้ศึกษาอิทธิพลของความเร็วเจ็ท ($V_j=10,16,23$ m/s) อุณหภูมิเจ็ท ($T_j=50,60,70^\circ\text{C}$) และระยะห่างจากปากทางออกเจ็ทถึงพื้นผิวยาง ($L=4D,6D,8D$ โดย D คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเจ็ท) ที่มีต่ออัตราการแห้งตัวของยางแผ่น โดยทำการวัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักยางที่เวลาต่างๆ นอกจากนี้ได้ศึกษาการถ่ายเทความร้อนของกลุ่มเจ็ทลมร้อนที่พุ่งพื้นผิว โดยใช้เซนเซอร์ฟลักซ์ความร้อนติดตั้งบนผนังที่เจ็ทพุ่งชน

ผลการศึกษาพบว่า สัมประสิทธิ์การพาความร้อนบนพื้นผิวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วเจ็ทที่เพิ่มขึ้น และระยะห่างจากปากทางออกเจ็ทถึงพื้นผิวยางที่ลดลง โดยเฉพาะบริเวณที่เจ็ทพุ่งชน โดยตรง และพบว่า การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนของกลุ่มเจ็ทไม่สามารถช่วยเพิ่มอัตราการลดความชื้นของยางแผ่นได้ทุกกรณี เนื่องจากการแห้งของยางแผ่นจะขึ้นอยู่กับสมบัติของยางด้วย โดยการแห้งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ ในช่วงแรกอัตราการลดความชื้นจะลดลงตามปริมาณเปอร์เซ็นต์ความชื้นในยางที่ลดลง และการลดลงจะขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นและเงื่อนไขปัจจัยภายนอก ได้แก่ ความเร็วเจ็ท อุณหภูมิเจ็ท และระยะห่างจากปากทางออกเจ็ทถึงพื้นผิวยางแผ่น ในช่วงที่สองเป็นช่วงที่เปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้งน้อยกว่า 20 % ในช่วงนี้อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นจะน้อยมากและคงที่เกือบเท่ากับศูนย์ นอกจากนี้พบว่ากรณีระยะ $L=6D$ จะมีอัตราการลดความชื้นสูงกว่ากรณีของระยะ $L=8D$ และ $L=4D$ และเงื่อนไขที่เหมาะสมในการนำไปใช้งานโดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของยางหลังอบ คือ $L=6D$, $T_j=70^\circ\text{C}$

ในการนำไปใช้งานสามารถใช้กลุ่มเจ็ทพุ่งชนยางแผ่นในช่วงแรกจนยางแผ่นมีความชื้นประมาณ 15-20 % แล้วจึงนำไปรมควันในห้องรมยางต่อไป ในขั้นตอนการใช้เจ็ทลมร้อนพุ่งชนยางแผ่นใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมงเท่านั้นสามารถลดเวลาของการอบยางในห้องรมได้ เพื่อประหยัดพลังงานในการอบแห้งอาจนำแก๊สร้อนที่ปล่อยจากห้องรม คึงกลับมาใช้เป็นเจ็ทในการอบด้วยระบบเจ็ทพุ่งชน

ABSTRACT

In the process for producing ribbed smoked rubber sheet, the rubber sheet drying is the most time and energy consumption process. This research study the possibility in develop new drying system using array of hot air jets impinging directly on rubber sheet in order to reduce time for drying rubber in smoked room and increase productivity of rubber sheets. In the study, the array of jets from jet plate with drilled jet holes in staggered arrangement impinged on the both side of rubber sheet. The effects of jet velocity ($V_j=10,16,23$ m/s), jet temperature ($T_j=50,60,70^\circ\text{C}$) and the distance from jet outlet to rubber surface ($L=4D,6D,8D$ which D is diameter of jet hole) on drying rate were investigated by measuring weight of rubber sheet change with time. The heat transfer rate on impinged surface was also measured by attaching a heat flux sensor on impinged wall.

The results showed that the convective heat transfer coefficient increased when the jet velocity was increased and when the distance from jet was decreased particularly in jet directly impinged region. It was found that the enhancement in heat transfer rate from jets can not increase the rubber drying rate for all cases because the drying rate depend on rubber property. The process of rubber sheet drying can be divided in 2 periods; in the first drying period, the drying rate decreases with decreased moisture content. The drying rate depended on the initial moisture content and the condition of external effect such as jet velocity, jet temperature and distance from jet outlet to rubber surface. In second drying period, the moisture content is below 20% dry basis. In this period, the drying rate is almost constant near zero. It was also found that the drying for case of $L=6D$ was higher than case of $L=4D$ and $8D$. The optimum condition for rubber sheet drying without defects on rubber property after drying was $L=6D$ and $T_j=70^\circ\text{C}$.

For applications, the hot air jet impingement drying can be used for rubber sheet drying in first period until the moisture content is about 15-20% and then the rubber sheets should be drying in rubber smoking-room in the second period. In the step using jet impingement drying, it takes time only 1-2 hours. This can reduce drying time in smoking-room. For energy saving, the exhaust hot flue from smoking room can be recovered as hot air in jet drying process.