

บทคัดย่อ

กระบวนการอบยางเป็นกระบวนการสุดท้ายเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ ในกระบวนการอบยางนั้น จำเป็นต้องทราบถึงสภาวะที่เหมาะสม เช่นเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ การใช้สภาวะที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดปัญหายางไม่สุกเนื่องจากเวลาในการอบไม่เพียงพอหรือในบางกรณีเกิดการไหม้ของยางในบางส่วน ปัญหาดังกล่าวส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อมีการผลิตยางล้อโมเดลใหม่ๆ ที่ไม่เคยผลิตมาก่อนหรือในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงสูตรยางคอมปาวด์ โดยทั่วไปการแก้ปัญหาทำได้โดยการทดลองภายใต้สภาวะที่กำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละโรงงานโดยอาศัยประสบการณ์เป็นหลัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษากระบวนการอบยางล้อเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักการและวิธีการในการกำหนดสภาวะในกระบวนการอบ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของการคงรูปทั้งภายใต้สภาวะอุณหภูมิคงที่และอุณหภูมิไม่คงที่ ด้วยเทคนิค Oscillating Disc Rheometer (ODR) และ Differential Scanning Calorimetry (DSC) จากเทคนิคดังกล่าวทำให้สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา (Rate of reaction) และเปอร์เซ็นต์การอบคงตัว (Degree of vulcanization) รวมทั้งความร้อนที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยาในสภาวะต่างๆ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้ นอกจากนี้ยังศึกษาถึงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ต่างๆ ของยางคอมปาวด์เช่น ความหนาแน่น ρ , ค่าความจุความร้อน C_p , และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน k เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้คำนวณการกระจายตัวและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในเนื้อยางล้อระหว่างกระบวนการอบ การคำนวณทำโดยใช้เทคนิควิธีไฟไนต์อีลิเมนต์ด้วยพารามิเตอร์ที่ได้จาก ODR และ DSC การเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาระหว่างการทดลองวัดจริงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์พบว่า ผลจากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริงในกระบวนการผลิต จากการคำนวณพบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งที่มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิช้าที่สุดมีค่าเท่ากับ $1.58^{\circ}\text{C}/\text{min}$ จากข้อมูลดังกล่าวทำให้เราสามารถนำไปประเมินหาเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการอบเพื่อให้มั่นใจว่ายางเกิดวัลคาไนซ์ขึ้นอย่างสมบูรณ์ทุกจุด ทำให้สามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวลดเวลาในการทดสอบยางรูปแบบใหม่ๆ และวัตถุประสงค์ในการทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมได้

ABSTRACT

Curing process is the final step of tire production. In this process, the curing temperature and curing time are the most important parameter. Using wrong conditions such as short curing time cause uncured problems or too long curing time may cause the rubber overcured problem. These problems mainly occur during the production of new tire models or in the cases have changed the rubber compound formulas. In General, problem-solving by experiment under conditions set by the experts of factory based on experience is a key. Therefore, this research aims to study curing process to obtain the principles and methods for setting the curing process parameters.

This research studied the behavior of rubber curing process under isothermal and non-isothermal conditions using Oscillating Disc Rheometer (ODR) and Differential Scanning Calorimetry (DSC), respectively. Using the existing mathematical models, the rate of reaction and degree of vulcanization of rubber compounds as well as the heat of reaction in various conditions could be calculated. In addition, the various rubber compound properties such as density ρ , specific heat capacity C_p , and thermal conductivity coefficient k , are determined. The temperature distribution and the variation of temperature with time during curing process are calculated using finite element techniques, with physical parameter determined by ODR and DSC. The results shown that, the finite element technique is useful for determining the evolution of temperature during curing process. It should be used to determine the position which the increasing of temperature is lowest. By calculated result, the lowest heating rate is $1.58^{\circ}\text{C}/\text{min}$. This point will be used to determine the suitable time for curing process to ensure that the vulcanization is occurred. The result can be used for reducing the time necessary for testing the curing process of new tire model or in the case of changed rubber compound formula.