บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงสมบัติการนำไฟฟ้าของยางธรรมชาติโดยการเติมคาร์บอนแบล็ก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มการนำไฟฟ้าของวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติกับคาร์บอนแบล็กให้อยู่ในระดับที่สามารถใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเช่น ใช้เป็นเซ็นเซอร์ที่บอกถึงการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการนำไฟฟ้าของยางธรรมชาติที่ผสมคาร์บอนแบล็ก ได้แก่ ขนาดอนุภาค โครงสร้าง และปริมาณคาร์บอนแบล็ก ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานทดสอบเริ่มจากการผสมน้ำยางธรรมชาติ กับคาร์บอนแบล็ก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้น ตัดชิ้นงานให้มี ขนาด 10 × 10 ตารางเซนติเมตร เพื่อนำไปวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณคาร์บอนแบล็กที่ผสมในยางธรรมชาติอยู่ระหว่าง 5-25 phr โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสภาพการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณคาร์บอนแบล็ก โดยมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วง 10^{-2} Ω^{-1} ที่ปริมาณคาร์บอนแบล็ก 25 phr และไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนแบล็กเกินกว่า 25 phr คาร์บอนแบล็กโครงสร้างสูง จะมีประสิทธิภาพในการเพิ่มการนำไฟฟ้าสูงกว่าคาร์บอนแบล็กที่มีโครงสร้างต่ำและคาร์บอนแบล็กที่มีขนาดอนุภาคเล็ก จะเพิ่มการนำไฟฟ้าได้ดีกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ ภายใต้สภาวะที่ชิ้นงานถูกดึงยืด สมบัติในการนำไฟฟ้าจะลดลงตามระยะการดึงยืด ขนาดของแรงต่อพื้นที่หน้าตัดที่ใช้ในการดึงชิ้นงานให้ยืด 100 เปอร์เซ็นต์ จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณคาร์บอนแบล็กที่ผสม ที่ปริมาณคาร์บอนแบล็กในยางตั้งแต่ 10 phr ขึ้นไป ระยะการยืดตัวสูงสุดและความต้านทานการดึงที่จุดขาดของวัสดุเชิงประกอบจะสูงกว่ายางธรรมชาติที่ไม่ผสมคาร์บอนแบล็กโดยปริมาณคาร์บอนแบล็กที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 15–30 phr เมื่อวัดค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุเชิงประกอบในช่วงอุณหภูมิ 30-80 องศาเซลเซียส พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของชิ้นงานขณะถูกดึงยืดออกที่ระยะ 10-100 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มลดลงหลังจากนั้น ผลของอุณหภูมิที่มีต่อการนำไฟฟ้าของวัสดุเชิงประกอบจะเห็นได้ชัดเจนในกรณีที่ชิ้นงานอยู่ในสภาพที่ปราศจากความเค้น แต่เมื่อชิ้นงานอยู่ภายใต้ความเค้น อุณหภูมิจะมีผลต่อการนำไฟฟ้าน้อยลง

ABSTRACT

188148

This research involves the improvement of the electrical conductivity of natural rubber by addition of carbon black to make natural rubber-carbon black composite. The primary objective is to enhance the electrical conductivity of such composite to the level that is useful for industrial applications such as strain-sensitive and temperature-sensitive sensors. In the material preparation steps, concentrated latex was mixed with carbon black followed by heat curing in an oven at 150°C for 1-2 hrs. After the specimen was cooled overnight, the cured rubber composite was cut into a small piece of 10 cm × 10 cm followed by surface resistivity measurement. Our experimental results have shown that the diameter of carbon black particle, structure and content of carbon black added into the composite play significant roles on the electrical conductivity of the resulting rubber-carbon black composite. By varying the content of carbon black from 5-25 phr, the conductivity was improved from 10^{-14} Ω^{-1} in a virgin state to about 10^{-2} Ω^{-1}. Further addition of carbon black beyond 25 phr yielded no significant improvement of the electrical conductivity and segregation of the composite became more visible. High structure carbon black was found to be more effective in promoting the electrical conductivity of the composite compared to low structure carbon black. In addition, composite made with smaller particle size carbon black had higher electrical conductivity than that made with larger particle size. When the composite was strained at various % elongation, the electrical conductivity inversely varied with increasing % elongation. The stress required to obtain 100% elongation was found to increase with increasing content of carbon black. Percent elongation at break and tensile strength of the composite were observed to increase when at least 10 phr of carbon black content was used. However, the optimum mechanical properties of the composite were obtained when the content of carbon black was in the range from 15-30 phr. When varying the test temperatures from 30-80°C, the electrical conductivity of the composite as measured at 10-100% elongation increased with temperature, reaching the highest value at 60°C and decreasing afterward. However, when the composite was strained, the effect of temperature became less significant.