

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาชนิดและปริมาณของสารตัวเติมป้องกันรังสี 3 ชนิด ดังนี้ กรดบอริก โบรอนออกไซด์ และ ผงตะกั่ว โดยปรับเปลี่ยนปริมาณที่ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ส่วนในยางร้อยละ (Parts per hundred of rubber; phr) ในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ และวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียม ตรวจสอบสมบัติด้านรังสี เวลาที่ยางเริ่มเกิดการคงรูป เวลาที่ยางคงรูป ผลต่างแรงบิด และสมบัติเชิงกล จากการศึกษานี้พบว่าการเติมโบรอนออกไซด์ส่งผลทำให้วัสดุเชิงประกอบยางมีความต้านทานต่ออนุภาคนิวตรอนได้ดีกว่ากรดบอริกในทุกสัดส่วนปริมาณของสารตัวเติม นอกจากนี้พบว่าการเติมกรดบอริกในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ และวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียม ส่งผลทำให้เวลาที่ยางเริ่มเกิดการคงรูปและเวลาคงรูปยางเพิ่มขึ้น แต่ส่งผลทำให้ผลต่างแรงบิดลดลง ส่วนในการเติมโบรอนออกไซด์ในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ และวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียม ไม่ส่งผลต่อเวลาที่ยางเริ่มเกิดการคงรูป แต่ส่งผลทำให้เวลาที่ยางคงรูปและผลต่างแรงบิดลดลง ส่วนวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ และวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียมที่เติมผงตะกั่วไม่ส่งผลต่อเวลาที่ยางเริ่มเกิดการคงรูป เวลาคงรูปยาง และผลต่างแรงบิด การศึกษาสมบัติเชิงกล พบว่าการเติมกรดบอริกในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ และวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียม ส่งผลทำให้ความแข็งแรงที่ผิว โมดูลัสแรงดึง ความต้านทานแรงดึง เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด และความต้านทานต่อแรงฉีกขาดลดลง ส่วนการเติมโบรอนออกไซด์ในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ และวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียม ส่งผลทำให้โมดูลัสแรงดึง ความต้านทานต่อแรงดึง เปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด และความต้านทานต่อแรงฉีกขาดลดลง ยกเว้นค่าความแข็งแรงที่ผิว และพบว่าการเติมกรดบอริกและโบรอนออกไซด์ในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียม มีความแข็งแรงที่ผิวและโมดูลัสแรงดึงที่สูงกว่ากรณีการเติมกรดบอริกและโบรอนออกไซด์ในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติที่ไม่มีผงซีลีเนียม ในกรณีการเติมผงตะกั่วในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ และวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียม ส่งผลทำให้ความต้านทานแรงดึง และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาดลดลง ส่วนความแข็งแรงที่ผิว และโมดูลัสแรงดึงไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ในงานวิจัยศึกษาปริมาณการเติมสารตัวเติมป้องกันรังสีชนิดโบรอนออกไซด์ โดยปรับเปลี่ยนปริมาณที่ 60, 70 และ 80 ส่วนในยางร้อยละ (Parts per hundred of rubber; phr) ในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ และวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงซีลีเนียม ตรวจสอบสมบัติด้านรังสี เวลาที่ยางเริ่มเกิดการคงรูป เวลาที่ยางคงรูป ผลต่างแรงบิด และสมบัติเชิงกล จากการศึกษานี้พบว่าการเติมโบรอนออกไซด์ ส่งผลทำให้วัสดุเชิงประกอบยางมีความต้านทานต่ออนุภาคนิวตรอน

เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเหมาะสมที่ปริมาณการเติม 80 phr นอกจากนี้พบว่า การเติมโบรอนออกไซด์ที่ปริมาณ 60 - 80 phr ในวัสดุเชิงประกอบยาง พบว่า เวลาที่ย่างเริ่มเกิดการคงรูปและเวลาคงรูปยางเพิ่มขึ้น ผลต่างแรงบิดลดลง การศึกษาสมบัติเชิงกล พบว่า การเติมโบรอนออกไซด์ที่ปริมาณ 60-80 phr ในวัสดุเชิงประกอบยาง ทำให้สมบัติเชิงกลโดยรวมลดลง ยกเว้นค่าความแข็งที่ผิว และศึกษาสมบัติด้านอนุภาคนิวตรอนและรังสีแกมมาของแผ่นกำบังรังสีที่มีความหนาต่างๆ โดยเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อปรับเปลี่ยนความหนา ดังนี้ 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 17.5 และ 20 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นงานวัสดุเชิงประกอบยางที่ผสมผงโบรอนออกไซด์ที่ปริมาณ 80 phr และที่ความหนา 5, 10, 15 และ 20 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นงานวัสดุเชิงประกอบยางที่ผสมผงตะกั่วที่ปริมาณ 50 phr จากการศึกษาสมบัติด้านรังสี พบว่า วัสดุเชิงประกอบยางที่เติมโบรอนออกไซด์ที่ปริมาณ 80 phr พบว่า มีจำนวนอนุภาคนิวตรอนผ่านแผ่นวัสดุเชิงประกอบยางลดลง ตามความหนาที่เพิ่มขึ้น ส่วนการเติมผงตะกั่วในวัสดุเชิงประกอบยางที่ปริมาณ 50 phr ส่งผลทำให้มีจำนวนรังสีแกมมาที่เกิดจากการดูดซับนิวตรอนผ่านแผ่นวัสดุเชิงประกอบยางลดลง ตามความหนาที่เพิ่มขึ้น และชิ้นงานจากงานวิจัยนี้มีราคาต่ำกว่าชิ้นงานเกรดการค้า และชิ้นงานวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติและวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติผสมผงขี้เถ้าไม้ ที่เติมโบรอนออกไซด์ที่ปริมาณ 80 phr ทดสอบใช้งานจริงเป็นระยะเวลา 5 เดือน ส่งผลทำให้มีความสามารถในการป้องกันอนุภาคนิวตรอนมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยตามระยะเวลาการทดสอบ

คำสำคัญ: กรดบอริก/ โบรอนออกไซด์/ ผงขี้เถ้าไม้/ ผงตะกั่ว/ ยางธรรมชาติ/ สมบัติเชิงกล/ สมบัติด้านรังสี

Abstract

This research aims to investigate effects of three radiation protection agents: boric acid, boron oxide, and lead powders, with the contents of 0, 10, 20, 30, 40, and 50 phr (parts per hundred of rubber) in natural rubber composites and wood sawdust/natural rubber composites. The interested properties that are investigated include radiation properties, scorch time, cure time, delta torque and mechanical properties. In the case of radiation properties, adding boron oxide to the composites improve neutron shielding properties with better efficiency than adding boric acid at the same contents. Results indicate that adding boric acid to the composites increases the scorch time and cure time, but decreases the delta torque, while boron oxide does not significantly affect the scorch time, but decreases the cure time and delta torque, and lead powder does not significantly affect the scorch time and cure time. In the case of mechanical properties, boric acid decreases hardness, tensile modulus at 100% elongation, tensile strength, elongation at break, and tear strength, while boron oxide decreases tensile modulus at 100% elongation, tensile strength, elongation at break, and tear strength but increases hardness. Results indicate that adding boric acid and boron oxide to the wood sawdust/natural rubber composite have higher hardness and tensile modulus at 100% elongation than adding boric acid and boron oxide to the natural rubber composite. Lead powders decrease tensile strength and elongation at break but do not affect hardness and tensile modulus at 100% elongation. In addition, this research investigates effects of contents of boron oxide by varying contents from 60 to 80 phr (parts per hundred of rubber) in 10-phr increments in natural rubber composite and wood sawdust/natural rubber composite. The results show that adding boron oxide to the composites increases neutron shielding properties with the content of 80 phr give the highest shielding performance. The results also indicate that adding boron oxide with the contents of 60-80 phr to the composites increases the scorch time and cure time, but decreases the delta torque. In the case of mechanical properties, adding boron oxide decreases overall mechanical properties, but increases hardness. To investigate effects of thickness of samples in radiation shielding properties, 80-phr boron oxide in composites with thicknesses of 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 17.5, and 20 mm, and 50-phr lead powders in composites with thicknesses of 5, 10, 15, and 20 mm are tested. The results show that the increase in thickness of composites with 80-phr boron oxide decreases neutrons transmission ratios, which replied the improvement in neutron shielding properties. This also the

same case as the results for composites with 50-phr lead powders. Furthermore, products from this research have lower cost of manufacture than commercial-graded products. The composites also have been used in real applications for 5 months and only show a slight decrease in neutron shielding properties.

Keywords: Boric acid/ Boron oxide/ Lead power/ Mechanical Properties/ Natural rubber/ Radiation properties/ Wood sawdust