REINFORCEMENT EFFECT OF MULTI-WALLED CARBON NANOTUBE WITH AND WITHOUT SURFACE MODIFICATION IN NITRILE RUBBER

ATIP BOONBUMRUNG 5237578 SCPO/D

Ph.D. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: CHAKRIT SIRISINHA, Ph.D., PONGDHORN SAE-OUI, Ph.D., KALYANEE SIRISINHA, Ph.D., TOEMSAK SRIKHIRIN, Ph.D.

ABSTRACT

In this research, nitrile rubber (NBR) reinforced by multi-walled carbon nanotube (MWCNT) was prepared, and its properties were compared with the NBR filled with other fillers, namely, conductive carbon black (CCB), carbon black (CB), and precipitated silica (PSi). The filler content varied by 0-15 phr. In addition, the reinforcement mechanism of MWCNT was studied by a variation in mixing conditions (i.e., mixing time, nip width, and anisotropy control). Furthermore, attempts to enhance the degree of MWCNT dispersion and MWCNT-NBR interaction were conducted via shear field enhancement and MWCNT modification approaches.

The results show that the MWCNT filled system demonstrates the greatest magnitude of reinforcement in mechanical properties followed by CCB, CB, and PSi filled systems. Also, extremely high levels of filler network and trapped rubber, even at relatively low loading, was found. Such a high magnitude of MWCNT network formation plays a strong role in electrical and mechanical properties. Neither nip width nor milling pass number plays a strong role in MWCNT dispersion. On the contrary, the degree of MWCNT dispersion is found to increase with increased mixing time, shear field, and modification techniques. The greatest degree of MWCNT dispersion is achieved by the ball-milling technique, followed by a surfactant-assisted ultrasonication technique. In the chemical modification, despite the successful surface modification, the compaction of MWCNT agglomerates occurs especially in the case of nitric-sulfuric mixture and potassium permanganate treatment techniques, resulting in poor mechanical and electrical properties.

KEY WORDS: MULTI-WALLED CARBON NANOTUBE/ NITRILE RUBBER/ FILLER REINFORCEMENT/ FILLER NETWORK

238 pages

ประสิทธิภาพการเสริมแรงของคาร์บอนนาโนทิวบ์ชนิดผนังหลายชั้นที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับปรุงพื้นผิวในยางไนไทรล์

REINFORCEMENT EFFECT OF MULTI-WALLED CARBON NANOTUBE WITH AND WITHOUT SURFACE MODIFICATION IN NITRILE RUBBER

อธิป บุญบำรุง 5237578 SCPO/D

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ชาคริต สิริสิงห, Ph.D., พงษ์ธร แซ่อุย, Ph.D., กัลยาณี สิริสิงห, Ph.D., เติมศักดิ์ ศรีคิรินทร์, Ph.D.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมบัติของยางไนไตรล์ที่เสริมแรงด้วยมัลติวอลคาร์บอนนาโนทิวบ์ (MWCNT) โดยเปรียบเทียบกับยางที่เสริมแรงด้วยผงเขม่าดำชนิดนำไฟฟ้า (CCB) ผงเขม่าดำปกติ (CB) และซิลิกา (PSi) โดยทำการแปรปริมาณสารตัวเติมตั้งแต่ 0-15 ส่วนต่อยาง 100 ส่วน (phr) และได้ศึกษากลไกการเสริมแรงของ MWCNT โดยการแปรเปลี่ยนสภาวะการผสมกล่าวคือ การแปรเปลี่ยนเวลาการผสม10-30 นาที แปรเปลี่ยนระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งบดผสม 0.5-1 มม. และจำนวนรอบการรีดผ่านลูกกลิ้งบดผสม 0-15 รอบ นอกจากนี้ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายตัวของ MWCNT โดยใช้วิธีเพิ่มความหนืดของระบบยาง และ วิธีดัดแปรสภาพผิวของ MWCNT

จากผลการทดลองพบว่าระบบที่ใช้ MWCNT ให้การเสริมแรงด้านสมบัติเชิงกลสูงสุด รองลงมาคือระบบที่เติม CCB CB และ PSi ตามลำดับ โดยในระบบที่ใช้ MWCNT พบการเกิดโครงร่างตาข่ายของ MWCNT และมียางถูกกักไว้ในโครงตาข่าย (trapped rubber) ดังกล่าวในปริมาณมากแม้ในระบบที่ใช้ MWCNT ในปริมาณน้อย ซึ่งการเกิดโครงร่างตาข่ายของ MWCNT ดังกล่าวส่งผลต่อสมบัติการนำไฟฟ้าและสมบัติเชิงกลที่ดี นอกจากนี้ พบว่าระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งบดผสมและจำนวนรอบการรีดผ่านลูกกลิ้งไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการแตกตัวของ MWCNT ในทางตรงกันข้ามพบว่าปริมาณการแตกตัวของ MWCNT ดีขึ้นตามการเพิ่มเวลาการผสมและการเพิ่มความหนืดของระบบในการผสม ในกรณีการดัดแปร MWCNT ด้วยเทคนิคต่างๆ พบว่าการบด MWCNT ด้วยลูกบอล (ball milling technique) ให้การแตกตัวของ MWCNT ดีที่สุด รองลงมาคือการใช้คลื่นอัลตราโซนิก (ultrasonic) ร่วมกับการใช้สารช่วยกระจายตัว ในกรณีของยางที่ดัดแปรโดยสารเคมี พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางเคมีของพื้นผิว MWCNT แต่ในขณะเดียวกัน พบการเกาะกลุ่มกันแน่น (compaction) ของแอกโกลเมอเรท โดยเฉพาะในระบบที่ใช้กรดผสมระหว่างไนตริกกับกรดซัลฟุริก และระบบของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ส่งผลให้ยางมีสมบัติเชิงกลและสมบัติการนำไฟฟ้าที่ไม่ดี

238 หน้า