รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ยางธรรมชาติด้านการเสื่อมจากยางธรรมชาติเบลนด์กับยางอีพีดีเอ็ม เมื่อใช้สารตัวเติมชนิดสีขาว

(Weathering Resistant NR based on NR/EPDM Blends containing White Fillers)

โดย ผศ.ดร.กรรณิการ์ สหกะโร และคณะ

30 มิถุนายน พ.ศ. 2551

บทคัดย่อ

ยางธรรมชาติมีสมบัติด้อยด้านความทนทานต่อการเสื่อมเนื่องจากออกซิเจน ความร้อน และโอโซนทำให้มีขีดจำกัดในการใช้งาน การยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปทำโดยการใส่สารแอนตีออกซิแดนซ์ร่วมกับแอนตีโอโซแนนซ์ ซึ่งสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงคือสารกลุ่มอะมีนและอนุพันธ์แต่มีสมบัติตกสีทำให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ยางที่มีสีคล้ำเท่านั้น ทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาคือการเบลนด์ยางธรรมชาติกับยางอีพีดีเอ็ม แต่มักจะได้ยางเบลนด์ที่มีสมบัติเชิงกลด้อย เนื่องจากความแตกต่างของอัตราการวัลคาไนซ์และการกระจายตัวของสารตัวเติมในเฟสยางทั้งสอง งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของการใช้สารตัวเติมซิลิกาในยางธรรมชาติเบลนด์กับยางอีพีดีเอ็มเพื่อให้สามารถพัฒนายางเบลนด์ที่มีสมบัติทนทานต่อการเสื่อมสำหรับทำผลิตภัณฑ์ที่มีสีสันได้ โดยใช้เทคนิคการเบลนด์แบบรีแอกทีฟเปรียบเทียบกับการเบลนด์แบบปกติ ศึกษาทั้งสูตรที่ไม่ใส่และใส่ซิลิการ่วมกับไซเลน การใส่ซิลิกาในยางเบลนด์คอมปาวด์ทำให้เวลาการวัลคาไนซ์นานขึ้นและอัตราการวัลคาไนซ์ช้าลง ผลจากการแปรเวลาในการ preheat ยางคอมปาวด์อีพีดีเอ็มสำหรับยางเบลนด์แบบรีแอกทีฟพบว่าเวลาที่ให้ยางมีสมบัติดีที่สุด คือ T_{s1}-1.0 นาที ซึ่งพบว่า ยางเบลนด์แบบรีแอกทีฟมีสมบัติการดึงสูงกว่ายางเบลนด์แบบปกติอย่างชัดเจน ผลจากการใช้สารแอนตีออกซิแดนซ์ 4 ชนิดได้แก่ 6PPD, TMQ, Lowinox CPL และ BHT ในยางเบลนด์ที่สัดส่วน NR/EPDM เท่ากับ 70/30 พบว่า สารแอนตีออกซิแดนซ์ชนิดตกสีที่ให้สมบัติด้านความทนทานต่อการบ่มเร่งสูงสุด คือ 6PPD และแอนตีออกซิแดนซ์ชนิดไม่ตกสี คือ Lowinox CPL ผลการแปรสัดส่วน NR/EPDM เป็น 50/50, 60/40, 70/30 และ 80/20 พบว่า ยางเบลนด์แบบรีแอกทีฟมีความหนาแน่นของพันธะเชื่อมโยง สมบัติการดึงดีกว่ายางเบลนด์แบบปกติ โดยการเพิ่มปริมาณของยางธรรมชาติมีผลให้สมบัติการดึงเพิ่มขึ้น แต่สมบัติด้านความทนทานต่อการบ่มเร่งด้อยลง ผลการทดสอบเปรียบเทียบสมบัติด้านความทนทานต่อการบ่มเร่ง สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และโอโซนของยางธรรมชาติยางเบลนด์ NR/EPDM ทั้งแบบปกติและแบบรีแอกทีฟ พบว่า ยางธรรมชาติมีสมบัติด้านความทนทานต่อโอโซนด้อยกว่าทั้งยางเบลนด์แบบปกติและแบบรีแอกทีฟแต่กลับมีความทนทานต่อการบ่มเร่งและสภาพแวดล้อมดีกว่ายางเบลนด์แบบปกติและแบบรีแอกทีฟตามลำดับ ยางเบลนด์มีสมบัติเด่นด้านความทนทานต่อโอโซนโดยเฉพาะในกรณีที่มีซิลิกาเป็นสารตัวเติม ซึ่งพบว่ายางเบลนด์ NR/EPDM ที่สัดส่วน 70/30 ที่มีซิลิกา 40 phr และไม่ใส่สารต้านการเสื่อมใด ๆไม่เกิดรอยแตก ในขณะที่การใช้ยางธรรมชาติล้วนที่ใส่ซิลิกาและ 6PPD เกิดรอยแตกจำนวนนับไม่ถ้วน การใส่ซิลิกาลงไปในสูตรยางมีผลทำให้ยางเบลนด์ที่ได้มีสมบัติด้านความทนทานต่อการบ่มเร่ง สภาพแวดล้อมและโอโซนในยางดีขึ้นอย่างชัดเจน

คำสำคัญ ยางธรรมชาติ; ยางอีพีดีเอ็ม; ยางเบลนด์; ซิลิกา; ความทนทานต่อการเสื่อม; รีแอกทีฟเบลนด์

Abstract

Natural rubber (NR) has poor degradation resistances due to oxygen, heat and ozone, and hence its application is quite limited. To extend a service life of NR products, antioxidants together with antiozonants are normally incorporated into the compound formulations. The effective but highly staining antidegradants are amine and its derivative types which can be used only for dark or black compounds. One of alternatives is to blend NR with EPDM, however, their blends often show inferior properties due to their differences in cure rate and filler distribution between each phases. In this work, the NR/EPDM blends filled with silica were investigated in order to develop a degradation resistant blend for coloring applications. The blends were prepared by reactive processing technique in comparison with the simple blending technique, both without and with silica & silane. The incorporation of silica into compounds resulted in longer cure times and lower cure rates. By varying the EPDM preheating times prior to being blended with NR for reactive blends, the most suitable preheating time was found to be T_{s1}+1.0 min. The reactive blends showed significant higher tensile strength than those of simple blends. The use of 4 different types of antioxidants, i.e 6PPD, TMQ, Lowinox CPL and BHT in the 70/30 NR/EPDM blends revealed that the 6PPD and Lowinox CPL gave the best ageing properties for staining and non-staining types antioxidants, respectively. By varying the NR/EPDM blend ratios to be 50/50, 60/40, 70/30 and 80/20, the reactive blends clearly demonstrated higher crosslink densities and better tensile properties than those of the simple blends. Increasing the NR contents resulted in better tensile properties but poorer ageing resistance. On comparing the ageing, weathering and ozone resistances of NR with simple and reactive 70/30 NR/EPDM blends, NR clearly showed poorer ozone resistance but unexpectedly better ageing and weathering resistances than those of simple and reactive blends. The blends demonstrated excellent ozone resistance especially in the 70/30 NR/EPDM blends filled with 40 phr of silica without any antidegradants which showed no cracks at all where the NR with both silica and 6PPD suffered from ozone cracks under the same conditions. The addition of silica in the blends resulted in a significant improvement of ageing, weathering and ozone resistances.

Keywords natural rubber; EPDM; rubber blend; silica; degradation resistance; reactive blend