

บทคัดย่อ

บทคัดย่อนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ตามขอบข่ายของการทดลองดังนี้

พอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตตที่มีปริมาณไวนิลอะซีเตต 18 โมล% ผสมกับยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์ที่มีปริมาณอีพ็อกซีเดชัน 50 โมล% ในเครื่องผสมแบบปิด และทำการเปรียบเทียบกับพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตต ไดคิมิลเปอร์ออกไซด์ถูกใช้เป็นสารเชื่อมโยง พอลิเมอร์ผสมประกอบด้วยยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์ 10-50% โดยน้ำหนัก และทำการเปรียบเทียบกับพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตตในด้านการหดตัวด้วยความร้อน สมบัติเชิงกล และปริมาณผลึก ผลการทดลองพบว่า สมบัติเชิงกลลดลงเมื่อปริมาณยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์เพิ่มขึ้น เพราะไดคิมิลเปอร์ออกไซด์ไม่ใช่สารเชื่อมโยงที่เหมาะสมต่อยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์ การเพิ่มปริมาณยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์ไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการหดตัวด้วยความร้อนของพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตต ค่าการหดตัวด้วยความร้อนสูงสุดของพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตตและพอลิเมอร์ผสมมีค่าเท่ากับ 80% ยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์ไม่มีอิทธิพลต่อสมบัติทางความร้อนของพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตตจากการตรวจสอบด้วยเครื่องดีพีเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลลอรีมิเตอร์ การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบน/การกระเจิงของรังสีเอกซ์พบว่า ปริมาณผลึกมีความแตกต่างระหว่างก่อนดึงและหลังดึงยืดขึ้นทดสอบรวมทั้งหลังการหดตัวด้วยความร้อน เชื่อว่าอนุภาคของยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์ลดการจัดเรียงตัวของโมเลกุลของพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตต ส่งผลให้ปริมาณผลึกของพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตตมีค่าลดลง แต่ปริมาณการจัดเรียงตัวของโมเลกุลยังคงมีค่าสูงเพียงพอต่อการหดตัวด้วยความร้อน พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตตและยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์แสดงความสามารถในการอัดรีดดีกว่าพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตต ถ้ามีการเพิ่มความเร็วในการหมุนเก็บ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจจากการอัดรีดที่เตรียมจากพอลิเมอร์ผสมนี้แสดงค่าความสามารถในการหดตัวด้วยความร้อนสูงกว่าค่าของพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตต

ทำการศึกษาการเชื่อมโยงโมเลกุลของยางธรรมชาติในพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตตและยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์ โดยกำหนดเรียกว่าระบบการเชื่อมโยง มีทั้งหมด 5 ระบบ ประกอบด้วย DCP (ไดคิมิลเปอร์ออกไซด์), S (กำมะถัน), Ph (ฟีนอลรีซิน), DCP+S (ไดคิมิลเปอร์ออกไซด์ และกำมะถัน) และ DCP+Ph (ไดคิมิลเปอร์ออกไซด์ และ ฟีนอลรีซิน) ไดคิมิลเปอร์ออกไซด์สามารถเชื่อมโยงโมเลกุลของพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด ในขณะที่กำมะถันและฟีนอลรีซินเป็นสารเชื่อมโยงของยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์เท่านั้น ทำการเตรียมพอลิเมอร์ผสมที่มีปริมาณยางธรรมชาติอีพ็อกซีไดซ์ 10% และ 30% โดยน้ำหนัก ผลการทดลองพบว่าระบบ DCP ทำให้สมบัติความทนต่อแรงดึงและความต้านทานต่อการฉีกขาดมีค่าลดลง เนื่องจากการเชื่อมโยงโมเลกุลในยางมีน้อย การใช้กำมะถันหรือฟีนอลรีซินทำให้สมบัติเชิงกลดีขึ้น เพราะยางมีการวัลคาไนซ์ได้มากขึ้น สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมลดลงตามปริมาณยางที่เพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคของยางในพอลิเมอร์ผสมที่มีปริมาณยาง 30% แสดงบทบาทที่สำคัญต่อสมบัติเชิงกลมากกว่าพอลิเมอร์ผสมที่มีปริมาณยางน้อยกว่า (10 wt%) อนุภาคของยางไม่มีผลต่อความสามารถในการหดตัวด้วยความร้อนของพอลิเอทิลีนไวนิลอะซีเตต และการวัลคาไนซ์ยางไม่ส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการหดตัวด้วยความร้อนของพอลิเมอร์ผสม นอกจากนี้ ระบบการเชื่อมโยงโมเลกุลในยางส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อการหดตัวด้วยความร้อนของพอลิเมอร์ผสม เมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติเชิงกลและความสามารถในการหดตัวด้วยความร้อนในทุกระบบแล้ว ระบบ DCP+Ph เป็นระบบที่ดีที่สุด และพอลิเมอร์ผสมที่มีปริมาณยางน้อยจะแสดงลักษณะที่ดีกว่า

ทำการศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของไดคิมิลเปอร์ออกไซด์ ยางธรรมชาติ และ สารเชื่อมโยงโมเลกุลอื่นๆ ของยางธรรมชาติ ที่มีต่อสมบัติความทนต่อแรงดึงและความสามารถในการหดตัวด้วยความร้อนของพอลิเอทิลีน พอลิเอทิลีนที่เลือกใช้ได้แก่ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น โดยที่พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่ใช้มี 2 เกรด โดยมีค่าดัชนีการไหลที่ต่างกัน พบว่า การเติมไดคิมิลเปอร์ออกไซด์ทำให้พอลิเอทิลีนเปราะมากขึ้น อิทธิพลของไดคิมิลเปอร์ออกไซด์ต่อสมบัติ

ความทนต่อแรงดึงขึ้นอยู่กับชนิดของพอลิเอทิลีนและประสิทธิภาพของการเชื่อมโยงโมเลกุล การเติมไดคิควิเปอรออกไซด์ทำให้ค่าการหดตัวด้วยความร้อนของพอลิเอทิลีนลดลงต่ำลงเนื่องจากมีสมบัติความทนต่อแรงดึงต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความทนต่อแรงดึงและระยะยืด ณ จุดขาด ที่ต่ำลงอย่างมาก ดังนั้น การเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนและยางธรรมชาติ จึงไม่มีการเชื่อมโยงโมเลกุลของพอลิเอทิลีนด้วยไดคิควิเปอรออกไซด์ ทำการเตรียมพอลิเมอร์ผสมด้วยเครื่องผสมแบบปิดและขึ้นรูปเป็นแผ่นด้วยเครื่องอัด ยางธรรมชาติทำให้สมบัติความทนต่อแรงดึงของพอลิเอทิลีนต่ำลง เนื่องจากมีความไม่เข้าเป็นเนื้อเดียวกันและยางธรรมชาติมีขนาดอนุภาคใหญ่ การเติมยางธรรมชาติไม่ได้เปลี่ยนแปลงความสามารถในการหดตัวด้วยความร้อนของพอลิเอทิลีน แต่ถ้ามีการเชื่อมโยงโมเลกุลในยางธรรมชาติ จะทำให้ค่าการหดตัวด้วยความร้อนนี้มีค่าลดลง ดังนั้น จึงไม่มีความจำเป็นในการใส่สารเชื่อมโยงโมเลกุลในยางธรรมชาติ ค่าการหดตัวด้วยความร้อนของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ มีค่าลดลงมากกว่าที่ปรากฏในพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นและพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง รูปร่างและขนาดของยางธรรมชาติในพอลิเมอร์ผสมขึ้นอยู่กับชนิดของพอลิเอทิลีนและปริมาณยางธรรมชาติ มีแนวโน้มที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ขนาดอนุภาคยางธรรมชาติในพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำมีขนาดใหญ่กว่าที่ปรากฏในพอลิเอทิลีนอีกสองชนิด ปริมาณผลึกและขนาดผลึกของพอลิเอทิลีนในพอลิเมอร์ผสมถูกตรวจสอบด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบน/การกระเจิงของรังสีเอกซ์ ผลการทดลองพบว่ายางธรรมชาติทำให้ปริมาณผลึกและขนาดผลึกของพอลิเอทิลีนลดลงตามปริมาณยางธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การดึงยืดจะทำให้ปริมาณผลึกเพิ่มขึ้นแต่ขนาดผลึกมีค่าเล็กลง ถึงแม้ว่ายางธรรมชาติที่ไม่มีการเชื่อมโยงโมเลกุลจะรบกวนการเกิดผลึกในพอลิเอทิลีน แต่ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อ การหดตัวด้วยความร้อน

คำสำคัญ

พอลิเมอร์หดตัวด้วยความร้อน, ยางธรรมชาติ, ยางธรรมชาติอีพ็อกไซด์, พอลิเอทิลีน, พอลิเอทิลีนไวไนลอะซีเตต

Abstract

This work is classified into 3 parts due to the scope of the experiment.

Ethylene vinyl acetate (EVA, 18 mol% vinyl acetate) and epoxidized natural rubber (ENR, 50 mol% epoxidation) were blended in an internal mixer and compared to EVA. Dicumyl peroxide (DCP) was used as a curing agent. The blends consisted of 10 – 50 wt% of ENR and were compared to crosslinked EVA in terms of heat shrinkage, mechanical properties and degree of crystallinity. It is found that the blends showed a decrease in mechanical properties with increasing ENR content because DCP was not a good vulcanizing agent of ENR. The addition of ENR did not affect heat shrinkability of EVA. The maximum heat shrinkage obtained was 80% for EVA and the blends. ENR did not affect thermal properties of EVA investigated by the differential scanning calorimetry (DSC). The X-ray diffractometry (XRD) showed discrepancy in degree of crystallinity before and after specimen stretching as well as after heat shrinking. It is believed that ENR particles decreased molecular orientation of EVA resulting in a decrease in degree of crystallinity but the remained orientation was sufficient for heat shrinking. The blend showed better extrudability than EVA after increasing take-up speed. Therefore, the extruded tube prepared from the blend provided higher heat shrinkage than EVA tube.

Ethylene vinyl acetate (EVA) and epoxidized natural rubber (ENR) were blended in an internal mixer. Five different types of curing systems were employed: dicumyl peroxide (DCP), sulfur (S), phenolic resin (Ph), DCP+S and DCP+Ph. DCP could crosslink both EVA and ENR while S and Ph were curing agents for ENR. Polymer blends containing 10 and 30 wt% of ENR were prepared. It was found that the DCP system provided the lowest tensile properties and tear strength because of low crosslinking in ENR phase. Addition of sulfur or phenolic resin increased mechanical properties due to better vulcanization in rubber phase. Mechanical properties of the blends decreased with increasing ENR content. The rubber particle size in the blends containing 30% ENR played a more important role in mechanical properties than the blends containing 10% ENR. ENR particles did not affect heat shrinkability of EVA and the well vulcanized rubber phase was not required for high heat shrinkage. Furthermore, heat shrinkage of the blends slightly changed as ENR content increased for all curing systems. Regarding to mechanical properties and heat shrinkability, the most appropriate curing system was DCP+Ph and the lower ENR content was most favorable.

Effect of dicumyl peroxide (DCP), natural rubber (NR) and curing agents of natural rubber on tensile properties and heat shrinkage of polyethylene was studied. Polyethylene (PE) in this study included high density polyethylene (HDPE), low density polyethylene (LDPE) and linear low density polyethylene (LLDPE). There were two grades of LDPE based on melt index. It was found that the addition of DCP made PE more brittle. Effect of DCP on tensile properties depended on type of PE and an efficiency of the curing agents. Heat shrinkage of PE decreased after adding DCP because of low tensile properties, particularly the very low tensile strength and elongation at break. Therefore, DCP was not used for the preparation of PE/NR blends, in order to not crosslink PE. The PE/NR blends were prepared by using the internal mixer and compression molding was applied to perform sheet specimens. NR decreased tensile properties of PE because of incompatibility and large size of NR particles but it did

not affect heat shrinkage of PE. However, if there was crosslink in NR, the heat shrinkage of PE decreased. The reduction of heat shrinkage of LDPE was higher than that of LLDPE and HDPE. Shape and size of NR particles were dependent of type of PE and NR content. NR particle shape was irregular. The particle size of NR in LDPE was much bigger than that in LLDPE and HDPE. Degree of crystallinity and crystallite size of PE in the blends were determined by using XRD technique. It was found that NR decreased degree of crystallinity and crystallite size and higher NR content caused more reduction whereas specimen extension increased degree of crystallinity and crystallite size. Although uncrosslinked NR showed influence in crystallization of PE but NR did not affect heat shrinkage of PE.

Key words:

Heat shrinkable polymer, natural rubber, epoxidized natural rubber, polyethylene, poly(ethylene vinyl acetate)