b10747 99

A STUDY OF THE PROPERTIES OF VULCANISED RUBBER DUST FILLED POLY(VINYL CHLORIDE)

DOMESAK KRITTAYAHUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
(POLYMER SCIENCE)

With compliments
of
.....

IN
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
1997

TH
D668a
1997

Copyright © by Mahidol University

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาสมบัติของพีวีซีที่ผสมด้วยเศษยางที่วัลคาไนซ์แล้ว
ผู้วิจัย โดมศักดิ์ กฤตยาหรรษ์
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์)
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์
ปราณี ภิญโญชีพ, Doctorat de l' Universite' du Maine
Frederick Henry Axtell, Ph.D., F.I.M.
John Ellis, M.Sc.,F.I.M.
วันที่สำเร็จการศึกษา 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2540

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ศึกษาการนำเศษยางที่เหลือจากอุตสาหกรรมการผลิตรองเท้ากีฬากลับมาใช้ใหม่ โดยใช้เป็นสารเพิ่มความทนต่อแรงกระแทกสำหรับพลาสติกพีวีซี เศษยางที่ใช้ในการทดลองมี 3 ชนิดคือ เศษยางที่ได้จากพื้นรองเท้าชั้นกลาง (เป็นเศษโฟม EVA ที่วัลคาไนซ์แล้ว) เศษยางที่ได้จากพื้นรองเท้าชั้นนอก (เป็นเศษยางผสมระหว่าง NR, SBR และ BR ที่วัลคาไนซ์แล้ว) และเศษยางผสมที่ได้จากการประกอบพื้นรองเท้าชั้นกลางและชั้นนอก สารช่วยการผสม (Compatibiliser) ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มการติดระหว่างเศษยางและพีวีซี ซึ่งสารช่วยการผสมที่ใช้ในการทดลองนี้ แบ่งได้แป็น 4 ชนิดคือ VAMAC®, EVA (17% VA), EAA และ SBS

สำหรับกระบวนการผลิตนั้น ขั้นแรก เศษยางและสารช่วยการผสมจะถูกเตรียมให้อยู่ในรูปของเศษยางพร้อมผสม (Masterbatch) โดยใช้เครื่องผสมสองลูกกลิ้ง จากนั้นจึงผสมเศษยางพร้อมผสมและพีวีซี โดยใช้เครื่องรีดผสม (Extruder) พีวีซีคอมเปานด์ที่ได้ส่วนหนึ่งนำไปทดสอบสมบัติความทนต่อแรงกระแทก อีกส่วนหนึ่งนำไปขึ้นรูปอีกครั้งด้วยกระบวนการฉีด (Injection Moulding) แล้วนำไปทดสอบความทนต่อแรงกระแทกเปรียบเทียบกับกระบวนการรีดผสม

ผลการทดสอบสมบัติของพีวีซีคอมเปานด์ ที่ได้จากกระบวนการผลิตทั้งสองวิธี พบว่า พีวีซีคอมเปาวด์ที่ได้จากกระบวนการผลิตทั้งสองวิธีสามารถรับแรงกระแทกได้มากขึ้น 30% - 520% เมื่อเปรียบเทียบกับพีวีซีที่ไม่ผสมเศษยางพร้อมผสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของเศษยางพร้อมผสมด้วย พีวีซีคอมเปาวด์ที่สามารถรับแรงกระแทกได้สูงสุดคือ ชนิดที่มีเศษยางพร้อมผสมของ VAMAC และ เศษยางพื้นรองเท้าชั้นกลาง ในปริมาณ 30 phr

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

การศึกษาโครงสร้างสัณฐาน (Morphology) ของพีวีซีคอมเปานด์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อตรวจสอบขนาดและการกระจายตัวของเศษยาง การศึกษาฟิวส์ชั่น (Fusion) โดยการใช้ตัวทำละลาย (Solvent immersion) และสมบัติการไหลของพีวีซีคอมเปานด์ที่มาจากกระบวนการผลิตทั้งสองวิธีพบว่าความทนต่อแรงกระแทกของพีวีซีคอมเปานด์ไม่ขึ้นอยู่กับขนาด และการกระจายตัวของเศษยาง แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต ชนิด และปริมาณของเศษยางและสารช่วยการผสม

จากผลการทดสอบแรงดึงพบว่า ค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุด (Yield stress) แรงดึง ณ จุดขาด (Ultimate Tensile Stress) และ โมดูลัส (Modulus) ลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณเศษยางพร้อมผสมในพีวีซีซึ่งสามารถอธิบายได้โดยใช้แบบจำลองทางทฤษฎีที่ใช้ทำนายค่าความเครียด (Stress Concentration) และการเกาะติดระหว่างเฟส (Interphase Adhesion) ของยางและพีวีซี

Copyright by Mahidol University

Thesis Title A Study of the Properties of Vulcanised Rubber Dust Filled Poly(vinyl chloride)

Name Domesak Krittayahun

Degree Master of Science (Polymer Science)

Thesis Supervisory Committee

Pranee Phinyocheep, Doctorat de l' Universite' du Maine

Frederick Henry Axtell, Ph.D., F.I.M.

John Ellis, M.Sc., F.I.M.

Date of Graduation 2 May B.E. 2540 (1997)

ABSTRACT

Three types of rubber scrap dusts : midsole dust (scrap dust of vulcanised EVA foams), outsole (scrap dust of vulcanised blend of NR, BR, and SBR) and laminate dust from the assembly sole (a laminate of the midsole and the outsole) from the sport shoes manufacture are reused as impact modifiers for PVC. Four types of compatibiliser : (a) Ethylene Acrylic elastomer (VAMAC®), (b) Ethylene Vinyl Acetate, consisting of 17%VA (EVA), (c) Ethylene Acrylic Acid ionomer (EAA) and (d) Styrene-Butadiene-Styrene (SBS) were used to promote adhesion between the phases of the PVC and the rubber dusts. The properties of these PVC compounds were investigated.

The masterbatch of scrap rubber dust and compatibilisers were prepared by two-roll milling. A single screw extruder was used for melt blending of PVC and masterbatch. The properties of the extruded

Copyright© by Mahidol University

compounds were studied and compared with the compounds which were reprocessed by injection moulding. The toughness of the compounds was evaluated using Charpy notched impact testing. The PVC compounds obtained by the extrusion and injection moulding process gave higher impact resistance than virgin PVC by about 30%-520% depending on the type and amount of dust loading. The compound containing 30 phr of masterbatch of midsole and VAMAC gave the highest impact strength. However, the impact strength of the corresponding extrudate after further processing by injection moulding were less pronounced.

The morphology of the PVC compounds were studied using an optical microscope. The particle size and particle size distribution of the dust were measured with the aid of an image analyser. Solvent immersion was used to observe the fusion of the PVC compound as a qualitative analysis. Shrinkage testing was conducted to study the effect of molecular orientation of the specimens on the impact property. To evaluate the flow property of the compounds, the melt flow index tester was used. Thermal degradation of the compounded PVC during the secondary process was also investigated by FTIR. It was found that the impact strength of the PVC compounds did not depend on the particle size and particle size distribution of the rubber dust but depended on processing history, type and amount of scrap, and types of compatibiliser used. Analysis of tensile properties data in terms of the theoretical models is attempted to obtain better insight into the interphase adhesion and stress concentration effect in the compounds. Increasing the concentration of the rubber dust decreased the compound's yield stress, UTS and modulus due to the dilution and stress concentration effects.

Copyright by Mahidol University