A STUDY TO IMPROVE ADHESION BETWEEN SURFACE GRAFTED POLYETHYLENE AND EPOXY RESIN

JITTRAWADEE PHUNKUM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2005

ISBN 974-04-6675-3
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

การศึกษาเพื่อปรับปรุงการยึดติดระหว่างพอลิเอทิลีนที่ทำการกราฟท์แล้วกับอีพอกซีเรซิน
(A STUDY TO IMPROVE ADHESION BETWEEN SURFACE GRAFTING POLYETHYLENE AND EPOXY RESIN)

จิตราวดี พันธ์กุ่ม 4536708 SCPO/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย, Ph.D., ถิรวรรณ นิพิฏฐกุล, Doctorat de l'Université de Haute Alsace, สมบัติ ธนะวันต์, Ph.D

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ทำเพื่อหาวิธีเพื่อปรับปรุงการยึดติดระหว่างพื้นผิวของพอลิเอทิลีนทำการกราฟท์แล้วกับอีพอกซีเรซิน โดยการใช้พอลิเอทิลีนที่ทำการกราฟท์ด้วยไวนิลมอนอเมอร์ที่ละลายน้ำได้ 2 ชนิด คือ อะคริลาไมด์และกรดอะคริลิก โดยใช้วิธีแบบ 2 ขั้นตอน ขั้นแรกคือการทำปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชันเพื่อเพิ่มหมู่ไฮดรอกซิลลงบนผิวของพอลิเอทิลีน โดยการสลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตด้วยความร้อน ขั้นที่ 2 คือการทำปฏิกิริยาการกราฟท์ด้วยมอนอเมอร์ที่มีขั้วลงบนผิวของพอลิเอทิลีนที่ทำการเพิ่มหมู่ฟังก์ชันแล้ว โดยใช้เทคนิคซีริกไอออน เทอร์โมกราวิเมทริก และ อินฟราเรดสเปกโตรสโคปีติดตาม การเปลี่ยนแปลงของสภาพผิว ใช้เครื่องอะตอมมิกฟอร์สไมโครสโคป (AFM) ในการศึกษาสมบัติของพื้นผิวและความแข็งของผิว ทดสอบการยึดติดที่ผิวของฟิล์มกับอีพอกซีเรซินด้วยเทคนิคพุลเอาท์เทสท์และทดสอบการยึดติดที่ผิวของเส้นใยพอลิเอทิลีนกับอีพอกซีเรซินด้วยเทคนิคพีลเทสท์พบว่าค่าการยึดติดของฟิล์มที่ผ่านการกราฟท์ด้วยกรดอะคริลิกจะสูงกว่าฟิล์มที่ผ่านการกราฟท์ด้วยอะคริลาไมด์ประมาณ 2 เท่าซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากปริมาณการกราฟท์และธรรมชาติของสายโซ่ที่ต่างกัน การลดปริมาณความชื้นในชั้นกราฟท์ของทั้งพอลิอะคริลาไมด์ และพอลิอะคริลิกแอซิดโดยการอบในตู้อบสูญญากาศทำให้ค่าการยึดติดกับอีพอกซีเรซินลดลงซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการลดความสามารถในการเคลื่อนที่ของสายโซ่พอลิเมอร์และความแข็งที่ผิวที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อทำให้พอลิอะคริลาไมด์บนพื้นผิวของพอลิเอทิลีนบวมตัวด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง จะพบว่าค่าการยึดติดเพิ่มขึ้นถึง 8 เท่าจากฟิล์มที่ไม่ได้ทำการบวมตัว และเพิ่มขึ้นสูงถึง 40 เท่าเมื่อทำการบวมตัวในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C การเพิ่มขึ้นของการยึดติดนี้ คาดว่าจะเป็นผลมาจากความสามารถในการเคลื่อนที่ที่เพิ่มขึ้นของสายโซ่ของพอลิอะคริลาไมด์หลังการบวมตัว ในขณะที่การบวมตัวของพอลิอะตริลิกแอซิดบนพื้นผิวของพอลิเอทิลีนมีผลให้การยึดติดลดลงเนื่องจากสายโซ่ของพอลิอะคริลิกแอซิดสามารถเคลื่อนที่ได้ดีอยู่แล้วการบวมตัวจึงไม่ช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดติด จากการศึกษาปริมาณการเกิดปฏิกิริยาของสายโซ่ของพอลิอะคริลาไมด์ที่บวมตัวแล้วกับอีพอกซีเรซินด้วยอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี พบว่าการบวมตัวไม่ทำให้ปริมาณของปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสายโซ่ของพอลิอะคริลาไมด์กับอีพอกซีเรซิน เพิ่มขึ้น จึงอาจสรุปได้ว่าการเพิ่มการยึดติดโดยการบวมตัวเป็นผลมาจากการเพิ่มอันตรกิริยาทางกายภาพ

97 หน้า ISBN 974-04-6675-3

A STUDY TO IMPROVE ADHESION BETWEEN SURFACE GRAFTING POLYETHYLENE AND EPOXY RESIN

JITTRAWADEE PHUNKUM 4536708 SCPO/M

M.Sc. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORS: TAWEECHAI AMORNSAKCHAI, Ph.D. (POLYMER PHYSICS), THIRAWAN NIPITHAKUL, Doctorat de l'Université de Haute Alsace, SOMBAT THANAWAN, Ph.D. (POLYMER MATERIALS AND COMPOSITES).

ABSTRACT

This study was aimed to find methods to improve adhesion between surface grafted polyethylene and epoxy resin. PE film and fiber were grafted with two types of water soluble vinyl monomer. These were acrylamide (AAm) and acrylic acid (AA). Grafting was carried out using the 2-stage method. Hydroxylation by thermal decomposition of potassium persulfate ($K_2S_2O_8$) was first carried out to create hydroxyl groups on PE surface. The second stage was grafting of the monomers onto functionalised surface. The grafting reaction was carried out in aqueous solution by ceric ion technique. Thermogravimetric (TG) analysis, ATR-FTIR spectroscopy were used to investigate changes in surface properties. Surface structure of interface and surface rigidity were observed by atomic force microscopy (AFM). Interfacial adhesion of PE film and fiber with epoxy resin were measured by peel test and pull out test, respectively. The peel strength of PE film grafted with AA (AA-g-PE) was found to be over 2 times greater than that of PE film grafted with AAm (AAm-g-PE). This could be due to different extent of grafting and the nature of grafted chains. Reducing moisture content in both the AA and AAm grafted layers by drying in vacuum oven lowers interfacial adhesion with epoxy resin, attributable to reducing grafted chain mobility and increasing surface rigidity. However, when PE-g-AAm film was immersed in water at room temperature before assembling with epoxy resin, the peel strength was found to increase by 8 times. An improvement of about 40 times in peel strength was observed when using 80°C water. This significant improvement is likely to be due to an increase in chain mobility in swelled polyacrylamide. By contrast, swollen PE-g-AA film exhibited lower peel strength with epoxy resin. Since AA grafted chain had already high flexibility, adhesion of AA could not be improved by increasing grafted chain mobility through swelling. The extent of reaction, investigated with ATR-FTIR, in swollen grafted chains was not clearly observed. This result suggested that swelling increases interfacial adhesion through increasing physical interaction of grafted chains and epoxy resin.

KEY WORDS: POLYETHYLENE/ SURFACE GRAFTING/ GRAFTED CHAIN MOBILITY/ ADHESION

97 P. ISBN 974-04-6675-3