

**A STUDY ON SILANE GRAFTING AND WATER CROSSLINKING  
OF POLYPROPYLENE AND ITS FILLED COMPOSITES**

**KESKANOK KAWKO**

**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  
2004**

**ISBN 974-04-4879-8  
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

การศึกษาการกราฟท์ของพอลิโพรพิลีนและพอลิโพรพิลีนคอมโพสิตด้วยไซเลน และการเชื่อมโยง  
สายโซ่ด้วยน้ำ (A STUDY ON SILANE GRAFTING AND WATER CROSSLINKING  
OF POLYPROPYLENE AND ITS FILLED COMPOSITES)

เกศกนก แก้วก้อ 4436299 SCPO/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : กัลยาณี สิริสิงห, Ph.D. (POLYMER TECHNOLOGY),  
ชาคริต สิริสิงห, Ph.D. (POLYMER TECHNOLOGY), ถิร วรณ นี พิ ภู ฎ กุล, Ph.D.  
(POLYMER SCIENCE)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการกราฟท์ และการเชื่อมโยงสายโซ่ของพอลิโพรพิลีน และคอมโพสิตของ  
พอลิโพรพิลีนกับแคลเซียมคาร์บอเนตฟิลเลอร์โดยใช้ไซเลนและน้ำ ปฏิริยาการกราฟท์เกิดขึ้นใน  
เครื่องอัลตราซาวด์ โดยมีไวนิลไตรเมทอกซีไซเลนเป็นมอนอเมอร์และไดควิลเปอร์ออกไซด์เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา  
พอลิเมอร์ที่กราฟท์ได้นำมาทำการเชื่อมโยงสายโซ่โดยการทำให้ปฏิกิริยากับน้ำร้อน งานวิจัยนี้สนใจศึกษาผลของ  
สูตรและสภาวะที่ใช้ในการทำให้ปฏิกิริยาการกราฟท์ รวมถึงผลของปริมาณฟิลเลอร์ที่มีต่อปฏิกิริยาการกราฟท์และ  
ปฏิกิริยาการเชื่อมโยงสายโซ่ การวิเคราะห์ปริมาณการกราฟท์ที่เกิดขึ้นใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี  
สำหรับปริมาณการตัดขาดของสายโซ่ศึกษาโดยอาศัยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติการไหลของสาร ใน  
ส่วนของปริมาณการเชื่อมโยงสายโซ่ทำการรายงานในรูปของปริมาณเจลภายหลังทำการสกัดด้วยตัวทำละลาย ใน  
ขณะที่สมบัติของพอลิเมอร์ที่ทำการศึกษาได้แก่สมบัติทางกลและทางความร้อน

ผลการศึกษาพบว่าระหว่างการดำเนินไปของปฏิกิริยาการกราฟท์ที่มีปฏิกิริยาการตัดขาดของสายโซ่เกิด  
ขึ้นร่วมด้วย โดยการเกิดขึ้นของปฏิกิริยาการกราฟท์และปฏิกิริยาการตัดสายโซ่ขึ้นกับสภาวะในการทำปฏิกิริยา  
ปริมาณของเปอร์ออกไซด์และไซเลนที่ใช้ และการเติมฟิลเลอร์ โดยพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเปอร์ออกไซด์และ  
อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาให้สูงขึ้น ถึงแม้เกิดการกราฟท์มากขึ้นแต่ขณะเดียวกันมีการตัดขาดของสายโซ่สูง  
เช่นกัน ดังนั้นการเตรียมผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการกราฟท์สูงโดยไม่มีการเกิดการตัดขาดของสายโซ่มากเกินไป  
ทำได้โดยการควบคุมปัจจัยที่กล่าวมาให้เหมาะสม จากการศึกษาการเชื่อมโยงสายโซ่ของพอลิเมอร์ที่เตรียมขึ้นพบ  
ว่าปริมาณการเชื่อมโยงสายโซ่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาในการทำปฏิกิริยากับน้ำนานขึ้น โดยพอลิเมอร์ที่ผ่านการเชื่อม  
โยงสายโซ่แสดงความสามารถในการทนต่อแรงดึงสูงขึ้น รวมถึงมีอุณหภูมิของการสลายตัวและการคงรูปสูงขึ้น  
นอกจากนี้ผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าผลของการเติมฟิลเลอร์ร่วมกับการทำให้เกิดการเชื่อมโยงสาย  
โซ่ ทำให้ได้คอมโพสิตที่มีสมบัติทางความร้อนดีขึ้นอย่างมาก

**A STUDY ON SILANE GRAFTING AND WATER CROSSLINKING OF  
POLYPROPYLENE AND ITS FILLED COMPOSITES**

KESKANOK KAWKO 4436299 SCPO/M

M.Sc. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORS : KALYANEE SIRISINHA, Ph.D. (POLYMER  
TECHNOLOGY), CHAKRIT SIRISINHA, Ph.D. (POLYMER TECHNOLOGY)  
THIRAWAN NIPITHAKUL, Ph.D. (POLYMER SCIENCE)**ABSTRACT**

The silane grafting and water crosslinking of polypropylene (PP) and PP composites filled with calcium carbonate were investigated. Vinyltrimethoxysilane (VTMS) was first grafted onto the PP melt in a twin-screw extruder, using dicumyl peroxide (DCP) as an initiator. The grafted samples were subsequently crosslinked in hot water. The effects of grafting formulation, processing conditions and filler addition on the grafting and crosslinking reactions were investigated. The grafting content was determined using FTIR technique, while the degree of chain degradation of PP was examined from the polymer melt flow property. The amount of crosslink as determined by the content of gel after solvent extraction was presented. Furthermore, the mechanical and thermal properties of the crosslinked products were also measured.

The results showed that during the grafting reaction of PP, the chain degradation process was accompanied. The competition between the grafting and side process was largely dependent on the process temperature, the amounts of DCP and VTMS, and the presence of filler in the reactions. Increasing the DCP concentration and process temperature, although increasing the grafting degree, resulted in greater degradation of PP. To obtain products with a high degree of grafting without extensive degradation, these parameters needed to be carefully controlled. The degree of crosslinking was found to depend on the time of the crosslinking process. As the time increased, the amount of gel increased. The silane crosslinked products exhibited better properties than the pure polymer, in terms of tensile strength and modulus, decomposition and heat deflection properties. A synergistic effect of filler addition and silane crosslinking in improving thermal performance of the composites was evident.

**KEY WORDS: POLYPROPYLENE/ VINYL SILANE/ CROSSLINKING/ SILANE  
GRAFTING/ CALCIUM CARBONATE**

102 pp. ISBN 974-04-4879-8