
# SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYMER-CLAY NANOCOMPOSITES

SUKANYA APHIWANTRAKUL



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)

FACULTY OF GRADUATE STUDIES

MAHIDOL UNIVERSITY

2002

ISBN 974-04-1580-6

4236983 SCPY/M :MAJOR : PHYSICS ; M.Sc. (PHYSICS)
KEY WORDS : NANOCOMPOSITES, CATIONIC EXCHANGE CAPACITY, TEM

SUKANYA APHIWANTRAKUL: SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYMER-CLAY NANOCOMPOSITES. THESIS ADVISORS : TANAKORN OSOTCHAN, Ph.D., TOEMSAK SRIKHIRIN, Ph.D. 93p. ISBN 974-04-1580-6

Polymer-clay nanocomposite is a composite material between polymer (polystyrene) and clay mineral (bentonite TCM, bentonite H or wyoming). In this research investigates synthesis and characterization of polymer-clay nanocomposites. In the experimental program, the surface property of all these clay was changed by intercalate cationic surfactant (Polyoxyethylene(15)octadecylamine (Ethomeen), Octadecyldimethylamine (Armeen) and tricaprylymethylammonium chloride (Aliquat)). A cation exchange capacity (CEC), which is different for all clay had a profound effect on determining a degree of surface coverage of the organic molecules on an individual 2:1 layer silicate sheet. This was supported by a different $d_{001}$ spacing obtained from X-ray diffraction pattern. With higher CEC (BNTCM and BNH) there was higher expansion than in the lower CEC (SWy) clay in the same surfactant such as armeen. In the case of surface treatment, the long chain length of surfactant (armeen) can expand the interlayer better than the short chain (aliquat). In ArBNTCM and ArBNH, the surfactant in interlayer shows the highest expansion which corresponds to a tilting bilayer approximately 43.9° and 42.6° respectively. The expansion depends strongly on the architecture of surfactant since the large molecules occupy a large area on the surface. This effect gives a lower increase of interlayer in ethomeen-clay. The dispersion of organoclay in sytrene monomer can predict the type of nanocomposites such as 1 % W/W of ArSWy in styrene monomers. If it is transparent then it gives the delaminated nanocomposites. In the XRD patterns of nanocomposites a small broad peak was observed which indicates low crystalinity. TEM micrograph corresponded to the XRD patterns which shows 3-5 layers of ArSWy and layer spacing about 80 Å.

The effect of surface coverage is significant to the dipersion of organoclay in styrene monomers. The CEC is a parameter to determine the surface coverage by surfactant. In higher CEC, the thin shape and long chain length of the surfactant can cover better than the short chain length and in organoclay it gives higher interlayer expansion. The shape of the surfactant was no effect on surface coverage but depends only on the chain length of surfactant. The long chain has smaller spacing than the short chain because of chain tilting on the surface. The delaminated nanocomposites can be observed in 1%W/W ArSWy-PS while the phase separated in nanocomposites was observed in all ethomeen-clay. The intercalated nanocomposites were observed in the other nanocomposites.

4236983 SCPY/M : สาขาวิชา : ฟิสิกส์ ; วท.ม. (ฟิสิกส์)

สุกัญญา อภิวันท์ตระกูล : สังเคราะห์ และ การตรวจสอบนาโนคอมโพสิท ของพอลิเมอร์ และ ดินเหนียว (SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYMER-CLAY NANOCOMPOSITES) . คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ธนากร โอสถจันทร์, Ph.D., เติมศักดิ์ ศรีคิรินทร์, Ph.D., 93 หน้า. ISBN 974-04-1580-6

นาโนคอมพอสิทของพอลิเมอร์ และดินเหนียว เป็นการผสมระหว่าง Polystyrene และดินเหนียวซึ่งมี 3 ชนิดคือ Bentonite TCM, Bentonite H และ Wyoming. โดยดินเหนียวทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันที่ปริมาณ CEC ซึ่งปริมาณนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของดินเหนียวในธรรมชาติ สมบัติพื้นผิวของดินเหนียวจะถูกเปลี่ยนจากสมบัติที่มีขั้วเป็นไม่มีขั้วโดยใช้ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนแคดไอออนระหว่างโซเดียมแคทไอออนกับแคดไอออนของ surfactant (Armeen, Aliquat และ Ethomeen) และในขณะเดียวกันระยะระหว่างชั้นของดินจะมีการขยายกว้างมากขึ้นเนื่องจากโมเลกุลของ surfactant สำหรับดินที่มีปริมาณ CEC มาก (BN-TCM และBNH) จะมีการขยายของระยะระหว่างชั้นมากกว่าดินที่มีปริมาณ CEC น้อยใน surfactant ตัวเดียวกัน เช่นใน Armeen สำหรับ surfactant ที่มี chain ยาวมากเช่น Armeen จะให้มีระยะระหว่างชั้นของดินมากกว่า chain ที่สั้นในดินที่มีปริมาณ CEC มากซึ่งตรงข้ามกับดินที่มีปริมาณ CEC น้อย chain ที่มีความยาวมากจะเกิดการเอนตัวทำมุมกับผิวส่งผลให้ระยะระหว่างชั้นน้อยกว่าใน chain ที่สั้น ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากดินที่มี CEC น้อยจะมีพื้นที่รองรับโมเลกุลมากจึงทำให้ chain สามารถเอนและหมุนตัวได้ ซึ่งตรงข้ามกับดินที่มี CEC มาก ลักษณะของการละลายในตัวทำละลายอินทรีย์สามารถที่จะทำนายชนิดของนาโนคอมพอสิทที่จะเกิดขึ้นได้ เช่น ArSWy ละลายใน styrene monomer ให้ลักษณะโปร่งแสง ซึ่งนาโนคอมพอสิทที่เกิดขึ้นก็เป็นแบบ delaminated ซึ่งมีความผลึกของดินน้อยลง

ผลของsurface coverageมีความสำคัญต่อการละลาย organoclay ในสารละลายอินทรีย์ และ ปริมาณ CEC มีความสำคัญ ซึ่งในดินเหนียวที่มีปริมาณ CEC สูง รูปร่างและความยาวของ surfactant มีผลต่อการขยายระยะระหว่างชั้น โดยที่รูปร่างของ surfactant จะไม่มีผลในกรณีดินเหนียวมีปริมาณ CEC น้อยและความยาวของ chain มากจะให้ระยะระหว่างชั้นน้อยกว่า chain ที่สั้น และนาโนคอมพอสิทที่เตรียมได้มีทั้ง phase separate, intercalated nanocomposites และ delaminated nanocomposites.