

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

นาโนเทคโนโลยี เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในระดับอะตอมและโมเลกุลซึ่งมีขนาดในหน่วยนาโนเมตร (หนึ่งในพันล้านส่วน) มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน [1,2] เทคโนโลยีดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและปรับปรุงสมบัติของวัสดุต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น พอลิเมอร์ อีลาสโตเมอร์ โลหะ และวัสดุอื่นๆ ทำให้วัสดุดังกล่าวสามารถใช้งานได้หลากหลายและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น เสื้อผ้าไร้รอยยับและป้องกันรอยเปื้อนสิ่งสกปรก เครื่องสำอางค์และเวชภัณฑ์ที่สามารถแทรกซึมเข้าสู่ผิวหนังได้ลึกยิ่งขึ้น ระบบการปลดปล่อยยา (Drug release) ที่สามารถทำหน้าที่เคลื่อนส่งตัวยาไปยังอวัยวะเป้าหมายได้แม่นยำขึ้น เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยทางด้านพอลิเมอร์ ได้นำนาโนเทคโนโลยีมาปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์เมทริกซ์ในวัสดุประกอบ โดยมุ่งพัฒนาในส่วนของการเสริมแรง (Reinforcement) ที่เติมลงไปในพอลิเมอร์เมทริกซ์ (Polymer matrix) ให้มีขนาดเล็กอยู่ในระดับนาโนเมตร (Nanometer) โดยเรียกผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ว่า “วัสดุประกอบนาโน” สารเสริมแรงที่มีขนาดระดับนาโนเมตรมีหลายชนิด เช่น ซิลิกา (Silica) ไมก้า (Mica) และเคลย์ (Clay) เป็นต้น โดยสารเสริมแรงที่นิยมนำมาใช้มากที่สุดคือเคลย์ เนื่องจากเคลย์หาได้ง่ายจากธรรมชาติ มีราคาถูก ทำให้ช่วยลดต้นทุนการผลิต และไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม [3] เคลย์มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ชนิดที่นิยมนำมาใช้มากที่สุดในวัสดุประกอบนาโนคือ มอนต์มอริลโลไนต์ (Montmorillonite, MMT) เนื่องจากโครงสร้างของ MMT ประกอบด้วยชั้นของซิลิกาซึ่งมีประจุลบ และชั้นของอะลูมินาซึ่งมีประจุบวกในอัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาเป็น 2:1 ดังนั้น MMT จึงมีความเป็นขั้ว ทำให้ดัดแปรโครงสร้างได้ง่ายด้วยสารอินทรีย์ที่มีประจุ การดัดแปรโครงสร้างของ MMT จะทำให้ระยะห่างระหว่างชั้นของ MMT เพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อนำไปเติมในพอลิเมอร์เมทริกซ์ สายโซ่ของพอลิเมอร์จึงมีโอกาสที่จะแทรกเข้าไประหว่างชั้นเคลย์ ทำให้ชั้นเคลย์แยกออกจากกัน เป็นสารเสริมแรงในระดับนาโนเมตร

วัสดุประกอบระหว่างนาโนเคลย์และพอลิเมอร์เป็นวัสดุที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาและวิจัย เนื่องจากวัสดุประกอบดังกล่าวมีสมบัติทางกายภาพที่โดดเด่นกว่าวัสดุประกอบอื่นๆ การเตรียมวัสดุประกอบระหว่างพอลิเมอร์และนาโนเคลย์ได้พัฒนาออกเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์เป็นครั้งแรกโดย บริษัท Toyota Central R&D [4] สมบัติสำคัญของวัสดุประกอบนาโนจากนาโนเคลย์ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งแรงและมอดุลัสสูง [5] ช่วยลดการซึมผ่านของก๊าซ ช่วยเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อนให้แก่วัสดุ ทำให้ทนความร้อนได้สูง ไม่ลามไฟ [6]

ทำให้วัสดุประกอบที่เตรียมได้มีอุณหภูมิเสียรูปเนื่องจากความร้อนสูงขึ้น (Higher heat distortion temperature) [7] นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงเสถียรภาพต่อรังสีต่างๆ กล่าวคือทนต่อรังสีต่างๆ ได้ดีขึ้น สมบัติเหล่านี้เห็นได้ชัดเจน แม้จะมีการเติมส่วนผสมของนาโนเคลย์ ในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากสมบัติของวัสดุประกอบที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้สามารถนำไปใช้งานเฉพาะทางต่างๆ ได้อย่างน่าอัศจรรย์ ผลพลอยได้ที่ได้ตามมาก็คือ สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยรวมได้มาก ส่วนผสมไม่ยุ่งยาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีน้ำหนักเบาขึ้นเมื่อเทียบกับการใส่สารตัวเติม (Fillers) อื่นๆ

ในงานวิจัยนี้สนใจที่จะเตรียมวัสดุประกอบนาโนระหว่างพอลิสไตรีนบิวทาไดอีนสไตรีน (Poly (styrene-butadiene-styrene), SBS) กับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ดัดแปรโครงสร้าง (Organo-MMT) ซึ่ง SBS จัดเป็นเทอร์โมพลาสติกอีลาสโตเมอร์ มีความยืดหยุ่นที่ดี นิ่ม มีความแข็งแรงต่ำ และอากาศซึมผ่านได้ดี งานวิจัยนี้จึงตั้งใจนำ SBS มาเตรียมเป็นวัสดุประกอบนาโนโดยการเติมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ดัดแปรโครงสร้างแล้ว เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรง และป้องกันการซึมผ่านของอากาศให้แก่ SBS ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประโยชน์ในการใช้งาน SBS ในอุตสาหกรรมได้กว้างขวางขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อทำการดัดแปรโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ ด้วยเฮกซะเดซิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ โดยใช้เครื่องอัลตราโซนิก
2. เพื่อเตรียมวัสดุประกอบนาโนระหว่าง SBS กับมอนต์มอริลโลไนต์ที่ดัดแปรโครงสร้างด้วยการผสมแบบสารละลาย (Solvent blending) และขึ้นรูปฟิล์มวัสดุประกอบนาโนด้วยเทคนิคการเคลือบแบบหมุนเหวี่ยง (Spin coating) และทดสอบสมบัติเบื้องต้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

โครงการงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเตรียมฟิล์มวัสดุประกอบนาโนระหว่าง SBS กับ Organo-MMT ด้วยการผสมแบบสารละลาย โดยดัดแปรโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์ด้วยเฮกซะเดซิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (Hexadecyltrimethyl ammonium bromide, HTAB) ตรวจสอบด้วยเอกซเรย์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ (XRD) และเทคนิคเทอร์มัลกราวิเมตริก (TGA) จากนั้นหาตัวทำละลายที่เหมาะสม (Solvent screening) ในการเตรียมฟิล์มวัสดุประกอบนาโนด้วยการผสมแบบสารละลาย แล้วขึ้นรูปแผ่นฟิล์มด้วยเทคนิคการเคลือบแบบหมุนเหวี่ยง (Spin coating) ศึกษาผลของมอนต์มอริลโลไนต์ที่ดัดแปรโครงสร้าง ที่เติมลงในเมตริกซ์ ในปริมาณ 0.25% 0.5% 1% 3% และ 5% โดยน้ำหนักของ SBS ต่อสมบัติต่างๆ นอกจากนี้ ทำการเตรียมวัสดุประกอบระหว่าง SBS กับ 1% มอนต์มอริลโลไนต์ โดยน้ำหนักของ SBS เพื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีการ

เติมมอนต์มอริลโลไนต์ชนิดที่ดัดแปรโครงสร้าง จากนั้นตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์แผ่นฟิล์มที่เตรียมได้ด้วย XRD TGA สังเกตลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM/EDX) ทดสอบสมบัติเชิงกล ทดสอบการซึมผ่านของอากาศเบื้องต้นตามมาตรฐาน ASTM D 1434 และวัดการส่องผ่านของรังสียูวี-วิสซิเบิล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเตรียมมอนต์มอริลโลไนต์ที่ดัดแปรโครงสร้าง (Organo-MMT) โดยใช้เฮกซะ-เดซิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ ให้มีระยะห่างระหว่างระนาบ 001 (d_{001}) มากขึ้นสำหรับการเตรียมวัสดุประกอบนาโน
2. สามารถเตรียมฟิล์มวัสดุประกอบนาโนระหว่าง SBS กับ Organo-MMT โดยเทคนิคการเคลือบแบบหมุนเหวี่ยง (Spin coating) ได้
3. ฟิล์มวัสดุประกอบนาโนที่เตรียมได้มีสมบัติเชิงกลที่ดี และช่วยป้องกันการซึมผ่านของอากาศได้ เพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมได้กว้างขวางขึ้น