บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การวิเคราะห์ดินเหนียว

จากการทดสอบสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินเหนียว (B_0) สามารถสรุปปัจจัยหรือตัวแปรที่ส่งผลต่อลักษณะทางเคมีและลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

1. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนของดินเหนียว B_0 มีค่าเท่ากับ 73 meq ต่อดินเหนียว 100 g ค่าที่ตรวจสอบได้อยู่ในช่วงเดียวกันกับดินเหนียวมอนท์โมริลโลไนท์
2. ดัชนีการบวมตัวของดินเหนียว B_0 มีค่าเท่ากับ 25 ml ต่อดินเหนียว 2 g
3. โครงสร้างของชั้นดินเหนียวมีระยะห่างระหว่างชั้นของดินเหนียว B_0 เท่ากับ 12.60 Å
4. ดินเหนียว B_0 มีความเสถียรทางความร้อนสูง โดยอุณหภูมิเมื่อน้ำหนักหายไป 5% และ 10% มีค่าเท่ากับ 545°C และ 780°C ตามลำดับ
5. เมื่อทดสอบการกระจายตัว พบว่า ดินเหนียว B_0 กระจายตัวในตัวทำละลาย DMF, DMAc และ NMP ได้ดี แต่ในตัวทำละลาย DMF เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด

5.1.2 การสังเคราะห์และวิเคราะห์ดินเหนียวปรับสภาพ

จากการสังเคราะห์ดินเหนียวปรับสภาพ คือ การนำดินเหนียวที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างชั้น มาปรับสภาพดินเหนียวด้วยการเติมโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวเข้าไปภายในระหว่างชั้น และนำดินเหนียวปรับสภาพมาศึกษาผลของสารลดแรงตึงผิวที่แตกต่างกันระหว่างสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม B และ BA ศึกษาผลของการแปรผันความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เติมลงไปในดินเหนียวที่แตกต่างกัน คือ 0.5, 1 และ 1.5 เท่าของ CEC ศึกษาระยะห่างระหว่างชั้นของดินเหนียว สมบัติทางความร้อนจากเครื่อง TGA และความสามารถในการกระจายตัวในตัวทำละลาย สามารถสรุปปัจจัยหรือตัวแปรที่ส่งผลต่อลักษณะทางเคมีและลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

1. การสังเคราะห์ดินเหนียวปรับสภาพเพื่อศึกษาการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างไอออนลบที่อยู่บริเวณผิวหน้าของชั้นและแคทไอออนของโมเลกุลสารลดแรงตึงผิว ส่งผลทำให้ระยะห่างระหว่างชั้นของดินเหนียวเพิ่มขึ้นแสดงว่าสารลดแรงตึงผิวมีอิทธิพลต่อโครงสร้างของดินเหนียว

2. การสังเคราะห์ดินเหนียวปรับสภาพ เพื่อปรับสภาพดินเหนียวให้เหมาะสมกับพอลิซัล โฟน โดยเติมสารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนโซ่ยาวลงไปเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง

3. การแทนที่ไอออนของสารลดแรงตึงผิวบริเวณผิวหน้าของชั้นดินเหนียว พบว่า มีการแทนที่ 3 แบบ คือ การแทนที่แบบเบาบาง แบบปานกลาง และแบบหนาแน่น ซึ่งเกิดจากโมเลกุลของสารลดแรงผิวมีการจัดเรียงสายโมเลกุลภายในระหว่างชั้นแตกต่างกัน

4. ดินเหนียวปรับสภาพกลุ่ม B สามารถขยายระยะห่างระหว่างชั้นได้มากกว่าดินเหนียวปรับสภาพกลุ่ม BA เพราะสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม B มีจำนวนของสายโซ่โมเลกุลที่เชื่อมพันธะกับไนโตรเจนแคทไอออนมากกว่าสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม BA และสายโซ่โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม B ยาวกว่าสายโซ่โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม BA

5. ตัวทำละลายที่เหมาะสมกับพอลิซัลโฟนและดินเหนียวปรับสภาพทั้งสองกลุ่ม คือ DMF

6. ศึกษาผลของตัวทำละลายต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินเหนียวปรับสภาพ พบว่า ตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของชั้นดินเหนียว เพราะระยะห่างระหว่างชั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากผ่านการกระจายตัวในตัวทำละลาย

7. ดินเหนียวปรับสภาพที่มีการเติมสารลดแรงตึงผิวลงไปขยายระยะห่างระหว่างชั้น ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้นจึงง่ายต่อการเสื่อมสลายเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง เมื่อเปรียบเทียบกับดินเหนียวที่ไม่มีการปรับสภาพระยะห่างระหว่างชั้นอยู่ใกล้กันมาก และยึดติดกันด้วยแรงวันเดอร์วาล์วอย่างแข็งแรง มีพื้นที่ผิวสัมผัสต่ำทำให้การนำความร้อนและการกระจายความร้อนเกิดได้ช้า การเสื่อมสลายจึงเกิดได้ยาก

5.1.3 การวิเคราะห์โครงสร้างและสมบัติเชิงกลของพอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิท

การเตรียมพอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทที่เติมดินเหนียวปรับสภาพทั้งสองกลุ่ม สามารถสรุปได้ดังนี้

1. พอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทที่เติมดินเหนียวปรับสภาพ $B_{0.5}$ ในปริมาณ 1% - 5% ชั้นของดินเหนียวในพอลิซัลโฟนมีโครงสร้างแบบไมโครคอมโพสิท เมื่อทดสอบสมบัติเชิงกลพบว่ามีค่าลดลง

2. พอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทที่เติมดินเหนียวปรับสภาพ B_1 ในปริมาณ 1% ชั้นของดินเหนียวในพอลิซัลโฟนมีโครงสร้างแบบอินเตอร์คาร์เลชัน เมื่อทดสอบสมบัติเชิงกลพบว่า มีค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุด เพิ่มขึ้นประมาณ 32.20% เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความทนต่อแรงดึงของพอลิซัลโฟน และเมื่อเติมมากขึ้นในปริมาณ 3% - 10% ชั้นของดินเหนียวในพอลิซัลโฟนไม่มีการ

เปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างมีโครงสร้างแบบไมโครคอมโพสิท สมบัติความทนต่อแรงดึงมีค่าลดลงตามลำดับ

3. พอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทที่เติมดินเหนียวปรับสภาพ $B_{1.5}$ ในปริมาณ 1% - 5% ชั้นของดินเหนียวในพอลิซัลโฟนมีโครงสร้างแบบไมโครคอมโพสิท และเมื่อทดสอบสมบัติเชิงกลพบว่ามีค่าลดลง

4. พอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทที่เติมดินเหนียวปรับสภาพ $BA_{0.5}$ ปริมาณ 1%, 3% และ 5% พบว่าไม่สามารถหาค่าระยะห่างระหว่างชั้นได้เมื่อตรวจสอบด้วยเครื่อง XRD แต่เมื่อตรวจสอบด้วย TEM พบว่ามีโครงสร้างแบบไมโครคอมโพสิท และสมบัติเชิงกลมีค่าลดลง

5. พอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทที่เติมดินเหนียวปรับสภาพ BA_1 ในปริมาณ 1% อนุภาคดินเหนียวในพอลิซัลโฟนเมื่อตรวจสอบด้วย XRD ไม่สามารถหาค่า d - spacing ได้ แต่เมื่อตรวจสอบด้วย TEM พบว่ามีโครงสร้างแบบไมโครคอมโพสิท และสมบัติเชิงกลมีค่าลดลง

6. พอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทที่เติมดินเหนียวปรับสภาพ $BA_{1.5}$ ในปริมาณ 1% อนุภาคดินเหนียวในพอลิซัลโฟนเมื่อตรวจสอบด้วย XRD ไม่สามารถหาค่า d - spacing ได้ เมื่อเติมดินเหนียวปรับสภาพ $BA_{1.5}$ ในปริมาณ 3% และ 5% พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระยะห่างระหว่างชั้น แต่เมื่อตรวจสอบด้วย TEM พบว่ามีโครงสร้างแบบไมโครคอมโพสิท

7. พอลิซัลโฟนที่เติมดินเหนียวกลุ่ม B จะทำให้สมบัติเชิงกลดีการพอลิซัลโฟนที่เติมดินเหนียวกลุ่ม BA โดยพอลิซัลโฟนที่เติมดินเหนียวปรับสภาพ B_1 ส่งผลให้มีสมบัติเชิงกลสูงสุด

5.1.4 การทดสอบสมบัติทางความร้อนด้วยเครื่องเทอร์โมกราวิเมตริก

1. การเติมดินเหนียวปรับสภาพ B_1 ในปริมาณ 1 - 3% ช่วยเพิ่มความเสถียรทางความร้อน (T_5) ของพอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทให้สูงขึ้นจาก 245 เป็น 523 $^{\circ}C$

2. การเติมดินเหนียวปรับสภาพ B_1 ในปริมาณ 3% ทำให้ T_5 เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากดินเหนียวทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ยากขึ้น โครงสร้างของพอลิซัลโฟนนาโนคอมโพสิทจึงเสื่อมสลายได้ยาก

5.1.5 การทดสอบความต้านทานสารเคมีและลักษณะความโปร่งใส

1. การเติมดินเหนียวในพอลิซัลโฟนไม่ได้ส่งผลให้สมบัติความต้านทานสารเคมีลดลง

2. เมื่อเติมดินเหนียวในพอลิซัลโฟนในปริมาณ 1 – 3% แผ่นฟิล์มพอลิซัลโฟนยังคงความใสเหมือนเดิม แต่เมื่อเติมในปริมาณมากขึ้น >5% ความใสของแผ่นฟิล์มลดลง