

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

วัสดุพอลิเมอร์ที่ใช้ในงานทางด้านวัสดุต้านทานการสึกหรอ (Tribomaterial) ปัจจุบันได้ถูกพัฒนาและนำมาใช้อย่างมากเนื่องจากมีความต้านทานการสึกหรอ (Wear Resistance) สูงและมีน้ำหนักเบา [1] นอกจากนี้แล้วยังต้องมีสมบัติเชิงกล (Mechanical Properties) อาทิเช่น ความต้านทานแรงดึง ความต้านทานการกระแทก และมีความแข็งแรงสูงเป็นต้น [2]

พอลิเอเทอร์อีเทอร์คีโตน มีสมบัติเด่นคือ มีสมบัติเชิงกลสูง ทนต่อสารเคมี ทนต่อความร้อน มีความต้านทานต่อการสึกหรอสูง ด้วยเหตุนี้จึงสนใจนำเอาพอลิเอเทอร์อีเทอร์คีโตนมาทำการวิจัยเพื่อใช้เป็นวัสดุต้านทานการสึกหรอ โดยทำการเพิ่มสมบัติด้วยการเติมสารตัวเติม (Filler) เพื่อเพิ่มความต้านทานการสึกหรอ และลดแรงเสียดทาน (Friction) [3] โดยสารตัวเติมที่นิยมผสมเข้าไปเพื่อเพิ่มสมบัติดังกล่าวเช่น เส้นใยคาร์บอน อะลูมิเนียมออกไซด์ แกรไฟต์ เซอร์โคเนียมไดออกไซด์ ซิลิคอนคาร์ไบด์ และซิลิคอนไดออกไซด์ เป็นต้น [3-7] จากงานวิจัยของ Davim และคณะ [7] ได้ศึกษาการนำเอาเส้นใยคาร์บอนและเส้นใยแก้วมาผสมเข้ากับพอลิเอเทอร์อีเทอร์คีโตน พบว่า พอลิเอเทอร์อีเทอร์คีโตนที่ผสมเส้นใยคาร์บอนช่วยลดอัตราการสึกหรอ (Wear Rate) และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (Friction Coefficient) ได้อย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเอเทอร์อีเทอร์คีโตนที่มีการเติมเส้นใยแก้วและไม่เติมเส้นใย และจากงานวิจัยของ Zhang และคณะ [6] ได้ทำการเติมอนุภาคนาโนซิลิคอนไดออกไซด์เข้าไปในพอลิเอเทอร์อีเทอร์คีโตนพบว่าเมื่อเพิ่มน้ำหนักกด (Load) และความเร็ว (Sliding Velocity) อัตราการสึกหรอจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักกดต่ำกว่า 2 เมกะปาสคาลแต่หลังจากน้ำหนักกดสูงกว่า 2 เมกะปาสคาลอัตราการสึกหรอก็จะมีค่าลดลง ความเร็วในการทดสอบเพิ่มขึ้นอัตราการสึกหรอจะมีค่าลดลง

เนื่องจากสารตัวเติมส่วนใหญ่ในงานวิจัยมักจะเป็นการเติมลงไปเพื่อเพิ่มความต้านทานการสึกหรอ แต่เมื่อความต้านทานการสึกหรอมีค่าเพิ่มขึ้น กลับพบว่าค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานมักจะลดลงเพียงเล็กน้อยหรือไม่ลดลงเลย ซึ่งแรงเสียดทานที่สูงมักจะเป็นการเพิ่มการยึดติด (Adhesion) ของวัสดุคู่สัมผัส (Counterpart Material) ส่งผลให้เกิดการสึกหรอแบบติดกัน (Adhesive Wear) [3] ดังนั้น ในงานวิจัยนี้สนใจวัสดุที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานต่ำใช้เป็นสารตัวเติมเพื่อเติมลงไปในพอลิเอเทอร์อีเทอร์คีโตน นั่นคือ เฮกซะโบรอนไนไตรด์ (h-BN) เป็นวัสดุประเภทเซรามิกสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติเป็นสารหล่อลื่นของแข็ง (Solid Lubricant) โครงสร้างผลึกของเฮกซะโบรอนไนไตรด์มีแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals) ยึดเกาะระหว่างชั้น เป็นการยึดเกาะด้วยแรงอย่างอ่อนทำให้

ระหว่างชั้นสามารถเลื่อน (Slip) ผ่านกันได้ง่ายเป็นผลให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานต่ำ [8] จากงานวิจัยของ Kimura และคณะ [9] ได้นำเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์เป็นสารเติมแต่ง (Additive) เติมน้ำมันที่ใช้เป็นสารหล่อลื่นในอัตราส่วนเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก พบว่าสามารถลดอัตราการสึกหรอของวัสดุคู่สัมผัสได้ดี และงานวิจัยของ Pawlak และคณะ [10] ได้ศึกษาโดยนำเอาเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์ที่มีขนาด 1 และ 2 ไมโครเมตรผสมลงไปในน้ำมันเพื่อใช้เป็นสารเติมแต่งให้กับ Self-lubricant Bearing ที่ทำจากเหล็กผสมทองแดง พบว่าสารเติมแต่งที่เป็นน้ำมันผสมกับเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์ สามารถลดสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานได้ดีกว่าสารเติมแต่งที่เป็นน้ำมันปกติและTharajak และคณะ [11] ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของปริมาณเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์ที่มีผลต่อผิวเคลือบเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คิโตน โดยใช้กระบวนการพ่นเคลือบด้วยเปลวเพลิงความร้อนแบบ LVOF ลงบนชิ้นงานรองรับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ พบว่าปริมาณการเติมเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจะแสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ต่ำที่สุด

ในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คิโตนที่มีการเติมเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์โดยทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปร้อน ทำการศึกษสมบัติเชิงกล โครงสร้างทางจุลภาค ความต้านทานการสึกหรอ และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน รวมถึงการนำวัสดุเชิงประกอบดังกล่าวมาปรับปรุงความต้านทานการสึกหรอโดยการเติมคาร์บอนนาโนทิวบ์ซึ่งเป็นสารตัวเติมอีกตัวลงไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาผลของปริมาณและขนาดเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์ ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลและความต้านทานการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คิโตน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยในการทดสอบความต้านทานการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คิโตน
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความต้านทานการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพอลิอีเทอร์อีเทอร์คิโตนที่อุณหภูมิสูง

1.3 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

- 1.3.1 ทราบผลของอิทธิพลปริมาณเฮกซะ โกลบอลโบรอนไนไตรด์ต่อวัสดุเชิงประกอบ ในด้านสมบัติเชิงกล และความต้านทานการสึกหรอ

- 1.3.2 ทราบผลของอิทธิพลอนุภาคคาร์บอนนาโนทิวบ์ต่อวัสดุเชิงประกอบเสกเซ โกลบอลโบรินไนไตรด์/พอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน ในด้านความต้านทานการสึกหรอ
- 1.3.3 นำผลงานวิจัยไปเผยแพร่สู่สาธารณชน ในรูปแบบบทความทางวิชาการ เพื่อแปรเปลี่ยนเป็นความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

- 1.4.1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษาคือพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน เกรด 450PF จากบริษัท Victrex ประเทศอังกฤษ เสกเซ โกลบอลโบรินไนไตรด์ ขนาดเท่ากับ 0.1 และ 1.5 ไมโครเมตร บริษัท MK IMPEX ประเทศแคนาดาและคาร์บอนนาโนทิวบ์ เกรด NC7000 ขนาดความยาวเฉลี่ย 1.5 ไมครอนและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 นาโนเมตร จากบริษัท Nanocyl ประเทศญี่ปุ่น
- 1.4.2 ปริมาณเสกเซ โกลบอลโบรินไนไตรด์ที่ใช้ คือ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก และคาร์บอนนาโนทิวบ์ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก
- 1.4.3 ผสมส่วนผสมด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กเป็นเวลา 20 นาที
- 1.4.4 ขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปร้อนโดยสภาวะที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป ได้แก่ อุณหภูมิ 340 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และความดัน 10 เมกะปาสกาล
- 1.4.5 ทดสอบความต้านทานการสึกหรอด้วยเครื่องทดสอบแบบสไลด์ ไกลชนิด Ball-on-Disc โดยปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบคือ น้ำหนักกด (Load) และระยะทางในการทดสอบ (Sliding Distance)
- 1.4.6 ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy ; SEM) และกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscopy; OM)
- 1.4.7 ทดสอบสมบัติเชิงกลของชิ้นงานดังนี้ ทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile Test, ASTM D638) ทดสอบความต้านทานต่อแรงดัด (Flexural Test, ASTM D790) ทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์ (Vickers)
- 1.4.8 หาปริมาตรของรอยสึกหรอโดยการวัดพื้นที่ของเนื้อวัสดุที่หายไปด้วยเครื่องวัดความหนาผิว หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาอัตราการสึกหรอ
- 1.4.9 ศึกษาลักษณะรอยสึกหรอและเศษสึกหรอของชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
- 1.4.10 ทดสอบความต้านทานการสึกหรอที่อุณหภูมิ 35, 100, 200 และ 300 องศาเซลเซียส

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาทฤษฎี วรรณกรรม ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและวางแผนการดำเนินงานดังนี้
 - ศึกษาสมบัติและข้อมูลเบื้องต้นของวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้วิจัย ได้แก่ เฮกซะ โกนอล โบรอนไนไตรด์พอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนและคาร์บอนนาโนทิวบ์
 - ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือวิจัย เช่น เครื่องมือทดสอบการสึกหรอ เครื่องมือขึ้นรูปเครื่องอัดขึ้นรูปร้อน
 - ศึกษาทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวข้องกับสมบัติของวัสดุวิจัย กระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ชนิดของการสึกหรอ เป็นต้น รวมถึงงานวิจัยหรือสิทธิบัตร
- 1.5.2 จัดหาและเตรียมวัสดุวิจัยต่างๆ เช่น เฮกซะ โกนอล โบรอนไนไตรด์พอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนและคาร์บอนนาโนทิวบ์
- 1.5.3 ทำการเลือกอัตราส่วนอนุภาคเฮกซะ โกนอล โบรอนไนไตรด์ที่เติมลงในพอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตนพร้อมทั้งเลือกอัตราส่วนคาร์บอนนาโนทิวบ์ที่เติมลงไปปรับปรุงวัสดุเชิงประกอบเฮกซะ โกนอล โบรอนไนไตรด์/พอลิอีเทอร์อีเทอร์คีโตน
- 1.5.4 ทำการอัดขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบตามอัตราส่วนที่ได้กำหนดเมื่อได้ชิ้นงานแล้วจึงทำการทดสอบสมบัติเชิงกลและความต้านทานต่อการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบ
- 1.5.5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
- 1.5.6 จัดทำวิทยานิพนธ์