บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พอลิเอทิลีนเป็นพอลิเมอร์ที่นิยมนำมาใช้กันมาก เนื่องจากมีสมบัติเชิงกลที่ดี สามารถขึ้นรูปได้ง่าย และมีราคาถูก พอลิเอทิลีนสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้พอลิเอทิลีนแต่ละชนิดมีสมบัติและความเหมาะสมกับการนำไปใช้ที่ต่างกัน โดยพอลิเอทิลีนที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ คือพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High density polyethylene, HDPE) พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear low density polyethylene, LLDPE) และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene, LDPE) อย่างไรก็ตามพอลิเอทิลีนมีข้อจำกัดในด้านอุณหภูมิการใช้งานหรืออุณหภูมิการอ่อนตัวที่ต่ำ อีกทั้งยังสามารถเกิดการบวมตัวหรือละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีแนวทางการปรับปรุงโครงสร้างของพอลิเอทิลีนโดยทำให้มีโครงสร้างโมเลกุลแบบเชื่อมขวาง (Crosslinking structure) ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความสามารถในการทนต่อตัวทำละลายและอุณหภูมิการใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงให้พอลิเอทิลีนมีสมบัติเชิงกลเช่น ความเหนียว ความยืดหยุ่น และความทนทานต่อแรงกระแทกได้สูงขึ้น สำหรับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีการประยุกต์ใช้พอลิเอทิลีนแบบเชื่อมขวางได้แก่ท่อส่งน้ำร้อน ฉนวนหุ้มสายเคเบิลไฟฟ้า และฟิล์มบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น [1]

สำหรับการทำให้พอลิเอทิลีนมีโครงสร้างโมเลกุลแบบเชื่อมขวางมีหลายวิธี เช่น การกระตุ้นโดยรังสี และการกระตุ้นโดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ทั้งนี้การกระตุ้นโดยใช้สารเคมีชนิดเปอร์ออกไซด์ถือว่าเป็นวิธีที่สะดวก มีขั้นตอนไม่ซับซ้อน และราคาถูก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเกิดการเชื่อมขวางทางโมเลกุลของพอลิเอทิลีน ด้วยวิธีดังกล่าว อย่างไรก็ตามสำหรับผลกระทบของการเกิดปฏิกิริยาการเชื่อมขวางในพอลิเอทิลีนที่สำคัญคือการขัดขวางการจัดเรียงตัวของโมเลกุล (Molecular arrangement) ในส่วนที่เป็นระเบียบ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความเป็นผลึก สมบัติทางความร้อน และพฤติกรรมการเย็นตัวของพอลิเอทีน

ทั้งนี้งานวิจัยของอนุพันธ์ ตั้งทรงเจริญ [2] พบว่า พฤติกรรมการเย็นตัวของพอลิเมอร์แต่ละชนิดได้แก่ กลุ่มพอลิเมอร์สัณฐาน (Crystalline polymer) และ กลุ่มพอลิเมอร์อสัณฐาน (Amorphous polymer) มีความแตกต่างกัน และมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเป็นผลึกที่เกิดขึ้น กล่าวคือ พฤติกรรมการเย็นตัวของทั้งสองกลุ่มมีลักษณะคล้ายคลึง แต่พอลิเมอร์อสัณฐานไม่พบอุณหภูมิการเกิดผลึก และงานวิจัย

ของ นายอภิสิทธิ์ โฆษิตชัยยงค์ ศึกษาการแจกแจงอุณหภูมิในช่วงก่อนอุณหภูมิการเกิดผลึกของพอลิพรอพิลีนในระหว่างกระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องฉีด (Injection molding) พบว่า อัตราการเย็นตัวของพอลิเมอร์ที่บริเวณใกล้ผนังของระบบหล่อเย็นเทียมมีค่าสูงกว่าที่บริเวณตำแหน่งกึ่งกลาง [3] นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงผลการบ่มเร่งของพอลิเมอร์ พบว่า อายุการใช้งานของพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยนั้น ยกตัวอย่างงานวิจัยของ Bernstein และคณะ พบว่า ความสามารถในการใช้งานของไนลอน 6,6 ขึ้นกับอุณหภูมิและระยะเวลาในการใช้งาน คือเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการใช้งานเพิ่มสูงขึ้นทำให้สมบัติเชิงกลของไนลอน 6,6 มีค่าลดลง [4]

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของโครงสร้างพอลิเอทิลีนชนิดต่างๆ ที่ผสมสารกระตุ้นเปอร์ออกไซค์ที่มีต่อสมบัติทางกล ทางความร้อน และพฤติกรรมการเย็นตัว รวมถึงผลของการบ่มเร่งทางความร้อนที่มีต่อสมบัติดังกล่าว โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ชนิดของพอลิเอทิลีนคือ HDPE LLDPE และ LDPE ชนิดของสารเปอร์ออกไซค์คือไดคิวมิวเปอร์ออกไซค์และไดเตอร์บิวทิวเปอร์ออกไซค์ที่ผสมในพอลิเอทิลีนปริมาณต่างๆ ผลของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น รวมถึงผลของระยะเวลาของการบ่มเร่งชิ้นงานด้วยความร้อนของพอลิเอทิลีนที่ผสมสารเปอร์ออกไซค์ดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดพอลิเอทิลีนที่มีโครงสร้างโมเลกุลต่างกัน ได้แก่ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ที่ผสมสารเปอร์ออกไซค์ ที่มีต่อสมบัติทางกล ทางความร้อน และพฤติกรรมการเย็นตัวที่อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นต่างๆ กัน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของชนิดสารเปอร์ออกไซค์ทางการค้า 2 ชนิดได้แก่ ไดคิวมิวเปอร์ออกไซค์และไดเตอร์บิวทิวเปอร์ออกไซค์ ที่มีต่อสมบัติทางกล ทางความร้อน รวมถึงพฤติกรรมการเย็นตัวของพอลิเอทิลีนที่ผสมสารเปอร์ออกไซค์ที่อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นต่างๆ กัน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลของการบ่มเร่งทางความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของพอลิเอทิลีนที่ผสมสารเปอร์ออกไซค์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ในการศึกษาได้แก่
   - พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) เกรด H555JA พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (LLDPE) เกรด LD1905FA และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) เกรด M3804RUP ของบริษัทเครือซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) ประเทศไทย
   - สารเปอร์ออกไซด์ ชนิดไดคิวมิวเปอร์ออกไซด์ (Dicumyl peroxide) เกรด ACEOX DCP และไดเตอร์บิวทิวเปอร์ออกไซด์ (Di-tert butyl peroxide) เกรด LUPEROX DI ของบริษัทพีซีทีอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ประเทศไทย
2. เทคนิคที่ใช้ผสมพอลิเอทิลีนและสารเปอร์ออกไซด์คือการผสมแบบหลอมเหลวด้วยเครื่องบดผสมลูกกลิ้งคู่ (Two roll mill)
3. กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบคือกระบวนการอัดขึ้นรูปร้อนระบบแรงดัน (Compression moulding)
4. สภาวะการบ่มเร่งชิ้นงานทางความร้อนคือการบ่มเร่งโดยใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
5. ตัวแปรต้นที่ศึกษา ได้แก่ ชนิดของพอลิเอทิลีน ชนิดและปริมาณของเปอร์ออกไซด์ อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น และระยะเวลาในการบ่มเร่ง
6. ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณการเกิดเจล ปริมาณความเป็นผลึก อุณหภูมิการเกิดผลึก อุณหภูมิการสลายตัว อุณหภูมิอ่อนตัว ความต้านทานแรงดึงยืด ความต้านทานต่อแรงดัดงอ ความต้านทานแรงกระแทก ความแข็ง อุณหภูมิการเกิดผลึกและอัตราการเย็นตัวของพอลิเอทิลีนที่ได้ขณะทำการขึ้นรูป

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

1. ศึกษาทฤษฎี วรรณกรรม/ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. จัดหาและเตรียมวัสดุวิจัย ได้แก่ HDPE LDPE LLDPE ไดคิวมิวเปอร์ออกไซด์และไดเตอร์บิว-ทิวเปอร์ออกไซด์
3. ทำการผสมพอลิเอทิลีนกับสารเปอร์ออกไซด์และนำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบ โดยใช้กระบวนการอัดขึ้นรูปร้อนระบบแรงดัน (Compression moulding)
4. ทดสอบสมบัติต่างๆ ได้แก่ปริมาณการเกิดเจล ปริมาณความเป็นผลึก อุณหภูมิการเกิดผลึก อุณหภูมิการสลายตัว อุณหภูมิอ่อนตัว ความต้านทานแรงดึงยืด ความต้านทานต่อแรงดัดงอ ความต้านทานแรงกระแทก และความแข็ง

5. ทดสอบพฤติกรรมการเย็นตัวโดยใช้อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นต่างๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์อุณหภูมิการเกิดผลึก อัตราการเย็นตัวและปริมาณความเป็นผลึก
6. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยทั้งหมด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. **ด้านวิชาการ** สามารถทราบถึงผลของโครงสร้างโมเลกุลของพอลิเอทิลีน ชนิดและปริมาณของสารเปอร์ออกไซด์ อัตราไหลของของน้ำหล่อเย็นและผลของการบ่มเร่งที่มีต่อสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีและสมบัติเชิงกล
2. **ด้านเศรษฐศาสตร์และภาคอุตสาหกรรม** ผลงานวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายอยู่ในทางการค้าได้ เช่นถังบรรจุน้ำร้อน ทั้งนี้ในส่วนขององค์ความรู้ใหม่หรือการพัฒนาต่อยอดสามารถนำไปขอรับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาได้ หรือตีพิมพ์เผยแพร่ในบทความวิชาการได้