

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ความสำคัญและที่มา (Background study)

กระบวนการขึ้นรูปพอลิเมอร์ (polymer processing) เป็นการแปรสภาพวัสดุพอลิเมอร์ (polymer material) เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป โดยผ่านกระบวนการให้และระบายความร้อน (heating and cooling processes) ภายใต้ความดัน และสมบัติทางการไหลด้านรีโอลาย (rheological property) ของพอลิเมอร์ ที่มีความสัมพันธ์ของความคืบเคือน (shear stress) ขึ้นกับอัตราเฉือน (shear rate) และความหนืดเฉือน (shear viscosity) โดยใช้เป็นตัวกำหนด ความเหมาะสมและสภาวะของกระบวนการผลิต รวมถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ โดยปัจจัยที่มีผล ต่อการไหล (flow) ของพอลิเมอร์หลอมเหลว (polymer melt) ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็ว อัตรา เฉือน และความดัน เป็นต้น ทำให้ได้ผลผลิตที่เกิดจากการขึ้นรูปพอลิเมอร์ เช่น กันชนรถ ขวดแชมพู แก้วน้ำ ถุงพลาสติก และภาชนะใส่ของต่างๆ

กระบวนการขึ้นรูปพอลิเมอร์มีหลายกระบวนการ แต่กระบวนการที่กำลังศึกษา คือ กระบวนการอัดรีด (extrusion process) ซึ่งงานที่ได้จากการนี้มีหลายอย่างได้แก่ การ ผลิตท่อพีวีซี การเคลือบสายไฟ เป็นต้น และมีลักษณะของชิ้นงานเป็นไปตามรูปร่างของปลายダイ (die) แต่บางโอกาสพบว่าปัญหาการบวมตัว (die-swell) ของพอลิเมอร์ที่บริเวณปลายダイ ทำให้ ชิ้นงานที่ได้ขาดคุณภาพและลักษณะตามที่ต้องการ

ในงานนี้เป็นการศึกษาการบวมตัวของของในนิวโนเนียน ที่จุดต่อบริเวณปลายダイและ อากาศ เรียกว่าจุดเอกฐาน (singular point) เนื่องจากแรงเข้ากระแทกที่ปลายダイมีค่าสูง และมี การลดปล่อยพลังงานที่สะสมอยู่เมื่อผ่านทางออกของดาย เมื่อของในลพุ่งออกจากดายจะ ทำให้เกิดการบวมตัวขึ้น บางกรณีอาจเกิดเป็นรอยพื้นดิน (sharkskin) บนผิวของของในล และบางกรณีเกิดการเสียรูปทรงของของในล ต่อมาจากการศึกษาพบว่าผิวของดายมีการลื่นในล ทำให้การบวมตัวของของในลดลง นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์จึงให้ความสนใจทำการค้นคว้า และวิจัยเกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ของของในล (fluid) เพื่อศึกษาผลกระทบที่มีต่อพฤติกรรมการไหล และรูปร่างของของในลที่เปลี่ยนแปลงไป

งานวิจัยที่กำลังศึกษาเป็นการศึกษาการบวมตัวของไนลินิวโนเนียน ที่มีการลีนไนล์บริเวณผนังที่ปลายด้วย โดยจะจำลองปัญหาการบวมตัวที่มีการลีนไนล์บริเวณปลายด้วยระเบียบวิธีขั้นประกอบอันตัว เนื่องจากจะเปียบวิธีนี้เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในการแก้ปัญหาการไหลทั้งในของไนลินิวโนเนียนและวิสโคэลัสติก ที่มีโดเมน (domain) ขั้นตอน และเหมาะสมสำหรับการปรับเปลี่ยนรูปร่างโดเมนที่ต้องการ ด้วยการพิจารณาสมการเนเวียร์สโตกส์ (Navier Stokes equation) ที่เป็นสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยไม่เชิงเส้น (non-linear partial differential equation) โดยแบ่งโดเมนออกเป็นชิ้นประกอบ (element) แบบสามเหลี่ยมที่มี 6 โนด (node) เพื่อความแม่นยำของผลเฉลย จึงใช้ระเบียบวิธีขั้นประกอบอันตัวเพื่อคำนวณพิชิตเทอร์โลร์ก้าเลอร์คินเพรซเซอร์คอร์เรคชัน ในระบบพิกัดทรงกระบอก 2 มิติ ภายใต้ข้อสมมติฐานที่ว่า ไม่มีผลกระทบจากแรงโน้มถ่วงของโลก ของไนล์ไม่มีการบีบอัดตัว (incompressible flow) ของไนล์ไม่มีการหมุนวน (irrotational flow) และการไหลแบบไอโซเทอร์มัล (isothermal flow) เพื่อกำหนดบริเวณผิวอิสระ สำหรับปรับรูปร่างการบวมตัว ในกระบวนการการอัดรีดที่มีการลีนไนล์บริเวณปลายด้วย

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาสติก-สลิป สำหรับของไนล์วิสโคэลัสติก เพื่อเป็นการนำร่องสู่ปัญหาการบวมตัวของพอลิเมอร์หลอมเหลว ที่เป็นปัญหาจริงในโรงงานอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ (Objective)

1.2.1 เพื่อทดสอบการการไหลซึ่งเป็นสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้น ด้วยระเบียบวิธีขั้นประกอบอันตัว สำหรับการแก้ปัญหาการไหลแบบไม่อัดตัวและมีความหนืดคงตัวของไนล์โนโนเนียนและอนนิวโนโนเนียน

1.2.2 เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับ สมการเชิงอนุพันธ์ของปัญหา และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำการคำนวณบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้

1.2.3 เพื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นไปใช้เป็นแนวทาง ในการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติอีกด้วย

1.3 วิธีการดำเนินงานและขอบเขต (Procedure and outline)

1.3.1 ศึกษาระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยไม่เชิงเส้นของการไหลแบบราบเรียบ ในระบบพิกัดทรงกระบอก 2 มิติ เพื่อเข้าใจลักษณะทางกายภาพของระบบสมการ ก่อนทำการหาสมการในระเบียบวิธีขั้นประกอบอันตัว

1.3.2 แก้สมการด้วยระเบียบวิธีขั้นประกอบอันดับ สำหรับปัญหาการให้ผลแบบไม่คัดตัว ด้วยความหนึ่ดคงตัว โดยใช้วิธีเชมิอิมพิซิทเทอร์เลอร์ก้าเลอวิคินเพrhoเซอร์คอร์เรคชัน

1.3.3 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับสมการของปัญหานี้หัวข้อ 1.3.2 ด้วยภาษาซี โดยพัฒนาโปรแกรมให้สามารถคำนวณได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

1.3.4 ทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนำไปแก้ปัญหาพื้นฐานที่ทราบผลลัพธ์แม่นตรง หรือมีผลการทดลอง หรือผลลัพธ์จากการเบี่ยบวิธีเชิงตัวเลขที่ใกล้เคียงการทดลอง เพื่อความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ก่อนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่ต้องการศึกษา

1.3.5 สรุปผลทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยปัญหาที่มีความซับซ้อนต่อไปในอนาคต

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ (Profit)

1.4.1 ทำให้เกิดความเข้าใจลักษณะทางกายภาพ ของการให้ผลของของไอลนิวโตเนียน เพื่อเสริมความรู้ด้านรีโอลอยี

1.4.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ สามารถทำการคำนวณบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ได้สามารถทำนายความเร็ว ความดัน ความเค้นของกราฟให้ได้ และสามารถทำนาย การบวมตัวที่เกิดขึ้น ณ บริเวณผิวอิสระในกระบวนการอัดรีด ทำให้เป็นการลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดลองจริง รวมทั้งได้คุณภาพของชิ้นงานที่ดีและลดความเสียหายที่เกิดจากภาระบวนตัว