บทที่ 3
ขั้นตอนการวิจัย

3.1 ขั้นตอนหลักสำหรับการดำเนินการศึกษา

ขั้นแรก ศึกษาลักษณะทางกายภาพของปัญหาของการอัดรีดพลาสติกชนิดสกรูเดี่ยว ที่แปรผันกับอุณหภูมิ และความเร็วรอบของการหมุนสกรู ตั้งสมมติฐาน กำหนดขอบเขตการศึกษา โดยใช้หลักการของ การไหลของของไหลนอนนิวโตเนียน และสมบัติการไหลของพลาสติกที่นำมาศึกษา เพื่อสร้างสมการควบคุมเริ่มต้นของปัญหา ที่เป็นสมการพลวัติที่มีเงื่อนไขที่ขอบไม่ขึ้นกับเวลา

ขั้นตอนที่ 2 ทดลองวัดค่าพลังงานกลในการอัดรีดพลาสติก โดยการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนสกรู เพื่อส่งผ่านไปยังเฟืองทด และสกรูในรูปแบบพลังงานกลต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปคำนวณหาค่าพลังงานกลในการอัดรีดพลาสติกที่อุณหภูมิ และความเร็วรอบต่างๆ

ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลอง และการทดลอง

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์ผลที่ได้ และสรุปผลการศึกษาทั้งหมด รวมทั้งข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.2 ตัวแปรในงานวิจัย

3.2.1 ความเร็วรอบในหมุนสกรู

ใช้ความเร็วรอบในการหมุนสกรูที่ 120, 140, 160, 180 และ 200 รอบต่อนาที ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.2 อุณหภูมิของกระบอก

เนื่องจากเครื่องอัดรีดจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับชนิดของพลาสติกที่ใช้ เพื่อให้พลาสติกสามารถหลอมเหลวและอัดรีดออกมาได้ โดยที่พลาสติกนั้นๆไม่เกิดการไหม้ หรือเปลี่ยนสีที่ไม่พึงประสงค์

โพลิเอททีลีนความหนาแน่นต่ำอุณหภูมิ 150, 160, 170, 180 และ 190 องศาเซลเซียส

โพลิเอททีลีนความหนาแน่นสูงอุณหภูมิ 190, 200, 210, 220, และ 230 องศาเซลเซียส

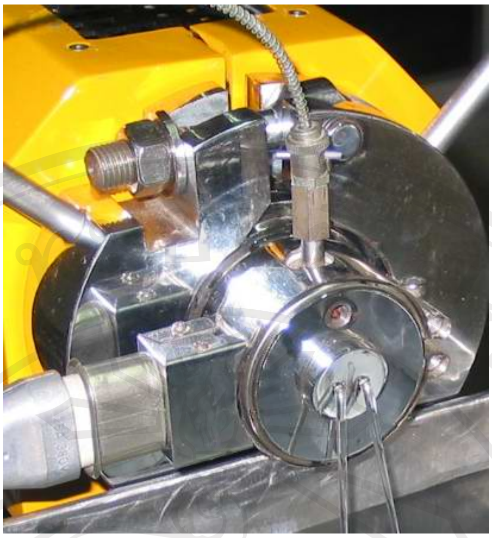
3.3 อุปกรณ์การวิจัย

3.3.1 เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว

ใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร มีการให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า โดยมีเครื่องให้ความร้อนขนาด 3 kW 8 ตัวติดตั้งที่กระบอก และขนาด 1 kW ที่หัวดาย ตามรูป 3.1 และลดอุณหภูมิโดยอากาศ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 4 kW ผ่านเฟืองทดที่มีอัตราการทดรอบเท่ากับ 9.3 : 1 และใช้หัวดายวงกลมขนาด 3 มิลลิเมตร จำนวน 2 รู ตามรูป 3.2

รูป 3.1 เครื่องอัดรีดพลาสติกชนิดสกรูเดี่ยว

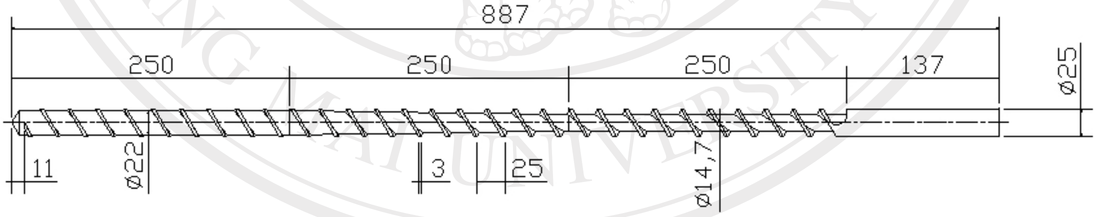
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.2 หัวดายวงกลมขนาด 3 มิลลิเมตร จำนวน 2 รู

3.3.2 สกรู

สกรูในเครื่องอัดรีดมีลักษณะขนาดดังรูป 3.3 ตาราง 3.1



รูป 3.3 แสดงขนาดของสกรูในหน่วยมิลลิเมตร

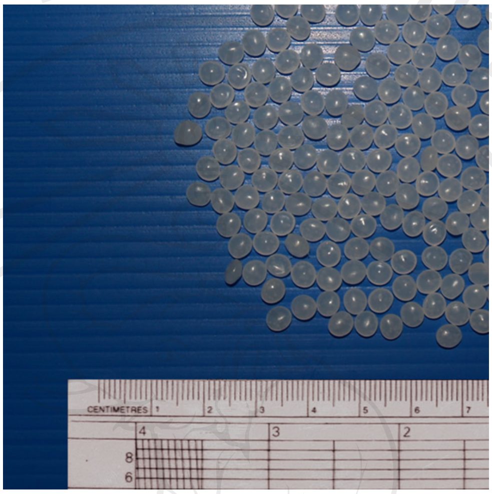
ตาราง 3.1 ขนาดของสกรูในเครื่องอัดรีด

ขนาดของสกรูในเครื่องอัดรีด			
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสกรู	D	25.0	mm
ความกว้างระหว่างเกลียวสกรู	W	25.0	mm
ความลึกของเกลียวสกรู	H	5.15-1.50	mm
อัตราส่วนความยาว/เส้นผ่านศูนย์กลางสกรู	L/D	30.0	
ช่องว่างระหว่างสกรูกับกระบอก	δ	0.20	mm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.3 เม็ดพลาสติก

3.3.3.1 เม็ดพลาสติกชนิดโพลิเอททีลีนความหนาแน่นต่ำ ที่มีความหนาแน่น 0.921 kg/cm^3 จุดหลอมเหลว 110°C คุณสมบัติอื่นๆระบุไว้ตามภาคผนวก (ภาคผนวก ก. ตาราง ก.1)



รูป 3.4 เม็ดพลาสติกชนิดโพลิเอททีลีนความหนาแน่นต่ำ

3.3.3.2 เม็ดพลาสติกชนิดโพลิเอททีลีนความหนาแน่นต่ำ ที่มีความหนาแน่น 0.956 kg/cm^3 จุดหลอมเหลว 131°C คุณสมบัติอื่นๆระบุไว้ตามภาคผนวก (ภาคผนวก ก. ตาราง ก.2)

รูป 3.5 เม็ดพลาสติกชนิดโพลิเอททีลีนความหนาแน่นสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.4 มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Circutor รุ่น AR 5 Vision ดังแสดงในรูป 3.6

รูป 3.6 มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Circutor รุ่น AR 5 Vision

3.3.5 คาปิลลารี รีโอมิเตอร์ (Capillary rheometer) ยี่ห้อ Kayeness รุ่น LCR5000 ดังแสดงในรูป 3.7

รูป 3.7 คาปิลลารี รีโอมิเตอร์ (Capillary rheometer)
ยี่ห้อ Kayeness รุ่น LCR5000

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 ทดลองการวัดค่าพลังงานสุทธิที่ใช้

พลังงานสุทธิที่ใช้จะเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ขณะอัดรีดพลาสติกลบด้วยพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ ขณะที่ไม่มีพลาสติกอยู่ข้างในเครื่องอัดรีด

โดยมอเตอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นมอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 4 kW ที่มีหน้าที่ส่งกำลังให้แก่สกรูเพื่อทำให้เกิดการหมุน ซึ่งในการหมุนของมอเตอร์นั้นถูกควบคุมโดยอินเวอร์เตอร์ การวัดพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้นั้น สามารถวัดได้โดยใช้มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Circutor รุ่น AR 5 Vision วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (kW) ที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งระหว่างอินเวอร์เตอร์ กับมอเตอร์ โดยการวัดพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้นั้นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 วัดพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ขณะที่ไม่มีพลาสติกอยู่ข้างในเครื่องอัดรีด

1. ติดตั้งมัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Circutor รุ่น AR 5 Vision ณ ตำแหน่งระหว่างอินเวอร์-เตอร์ กับมอเตอร์ เพื่อเตรียมการในการวัดค่าพลังงานไฟฟ้า
2. เดินเครื่องอัดรีดพลาสติก ณ ความเร็วรอบในการหมุนสกรูต่างๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว
3. วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น (kW) ณ ความเร็วรอบในการหมุนสกรูต่างๆ

3.4.2 วัดพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ขณะอัดรีดพลาสติก

1. ติดตั้งมัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Circutor รุ่น AR 5 Vision ณ ตำแหน่งระหว่างอินเวอร์-เตอร์ กับมอเตอร์ เพื่อเตรียมการในการวัดค่าพลังงานไฟฟ้า
2. กำหนดอุณหภูมิของเครื่องอัดรีด ตามขอบเขตของการทดลองที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องอัดรีดโดยอัตโนมัติ ซึ่งในการเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการนี้จะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง
3. เดินเครื่องอัดรีดพลาสติก ณ ความเร็วรอบในการหมุนสกรูตามขอบเขตของการทดลองที่ได้กำหนดไว้
4. หลังจากเดินเครื่องแล้วรอประมาณ 5 นาทีเพื่อให้การอัดรีดเข้าสู่สภาวะสมดุล
5. วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (kW) ที่เข้ามอเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. เปลี่ยนค่าความเร็วรอบในการหมุนสกรู และอุณหภูมิของเครื่องอัดรีด และทำการทดลองในข้อ 2 ถึง 5 จนกระทั่งได้ข้อมูลครบ

3.5 เปรียบเทียบผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลอง และการทดลอง

หลังจากวัดพลังงานการอัดรีด และ คำนวณค่าพลังงานที่ได้จากแบบจำลองแล้ว นำค่าพลังงานจากแบบจำลอง ลบด้วยค่าพลังงานจากการทดลอง แล้วหารด้วยค่าพลังงานจากการทดลอง ก็จะได้ค่าความคลาดเคลื่อน ตามสมการที่ (3.1)

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{(\text{ค่าพลังงานจากแบบจำลอง} - \text{ค่าพลังงานจากการทดลอง})}{\text{ค่าพลังงานจากการทดลอง}} \times 100 \qquad (3.1)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved