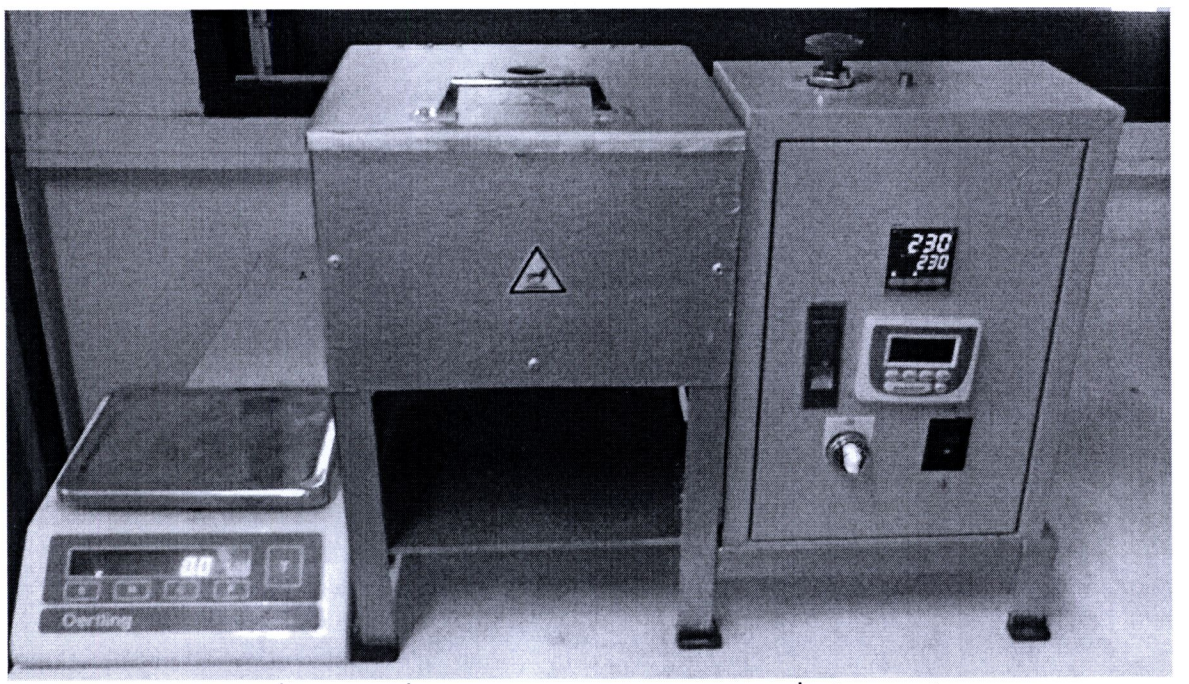
บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการจัดสร้างเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก

ได้เครื่องทดสอบอัตราการไหลที่ความกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.1 เครื่องทำความร้อนใช้กำลังไฟฟ้า 880 วัตต์ สามารถให้ความร้อนได้สูงสุดที่ 300°C น้ำหนักที่ใช้กด (รวมลูกสูบ) 1, 1.2,2, 2.16 และ 3.8 กิโลกรัม และ เครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกที่สร้างขึ้นสามารถทดสอบอัตราการไหลของเทอร์โมพลาสติกได้ทุกชนิด และให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงค่ามาตรฐานอย่างมาก



รูปที่4.1 แสดงเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกที่เสร็จสมบูรณ์

4.2 ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก

จากการศึกษามาตรฐานของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกจากเครื่องต้นแบบ ได้นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

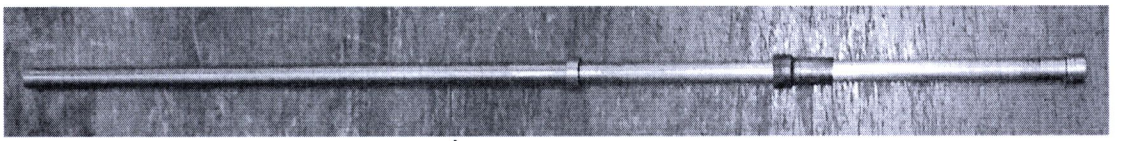
4.2.1 กระบอกหลอม

กระบอกหลอมทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร ความยาว 162 มิลลิเมตร เจาะรูตรงกลางขนาด 10 มิลลิเมตร ด้านข้างเจาะรูขนาด 6.5 มิลลิเมตร เพื่อใส่เทอร์โมคัปเปิล ดังแสดงในรูปที่ 4.2

รูปที่4.2 กระบอกหลอม

4.2.2 ลูกสูบ

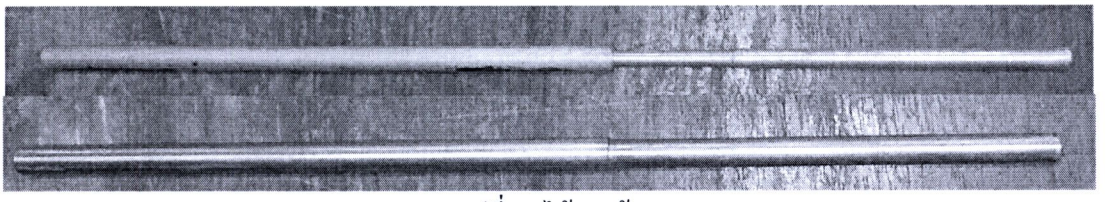
ลูกสูบทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่หัวลูกสูบ 9.8 มิลลิเมตร ความยาวทั้งหมด 300 มิลลิเมตร มีบ่าสำหรับใส่ตุ้มน้ำหนักขนาด 12 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่4.3 ลูกสูบ

4.2.3 ไม้กระทุ้ง

ไม้กระทุ้งมีไว้สำหรับอัดเม็ดพลาสติกให้เต็ม จะช่วยลดช่องว่างของอากาศก่อนทำการทดสอบ ไม้กระทุ้งทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 ขนาด 12 มิลลิเมตร ทำการกลึงออกให้เหลือ 9.8 มิลลิเมตรเพื่อให้อัดเข้าไปในกระบอกหลอมได้สะดวก ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่4.4 ไม้กระทุ้ง

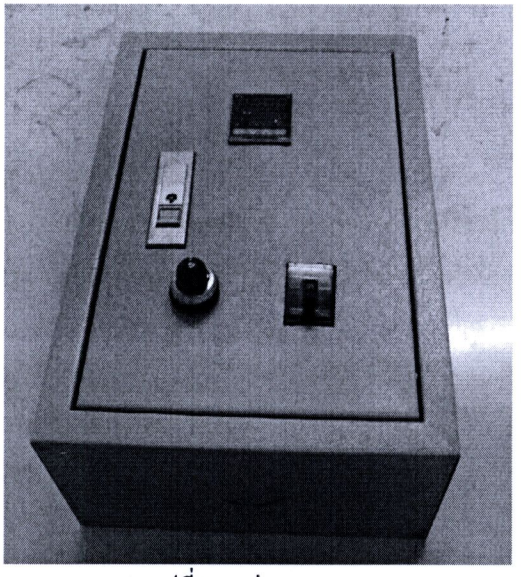
4.2.4 โครงสร้างของเครื่องทดสอบ

โครงสร้างโดยทั่วไปทำจากเหล็กฉาก SS400 ขนาดหน้าตัด 1นิ้วX1นิ้ว และ ผนังของเครื่องทดสอบทำจากเหล็กแผ่น ด้านมีฝาสำหรับเปิดซ่อมแซมอุปกรณ์ภายในได้สะดวก ดังแสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่4.5 โครงสร้างของเครื่องทดสอบ

4.2.5 กล่องควบคุม

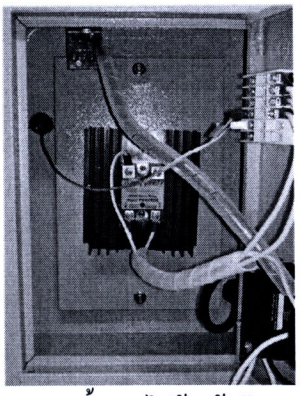
กล่อมควบคุมติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิ มีหลอดไฟสีแดงเพื่อแสดงสถานะ มีเบรกเกอร์ไว้สำหรับเปิดปิดเครื่องทั้งหมด และ มีปุ่มฉุกเฉินสำหรับกดเมื่อมีเหตุขัดข้องขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่4.6 กล่องควบคุม

4.2.6 ภายในกล่องควบคุม

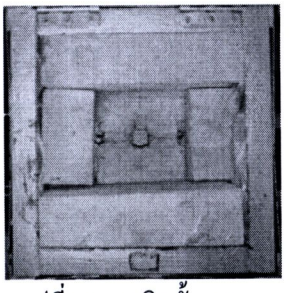
ภายในกล่องควบคุม ติดตั้งโซลิดสเตตรีเลย์ที่รับinputจากเครื่องควบคุมอุณหภูมิและทำการตัดต่อไฟฟ้าที่ส่งไปยังเครื่องทำความร้อน และ มีการติดตั้งระบบไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่4.7 การติดตั้งสายไฟฟ้าเข้ากับชุดควบคุม

4.2.7 การติดตั้งฉนวน

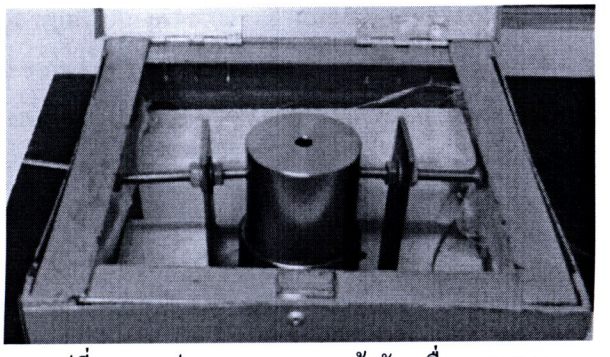
ฉนวนใช้อิฐทนไฟประกอบด้านข้าง แล้ว บุผนังด้านนอกสุดด้วยผ้าใยแก้ว ด้านล่างติดตั้ง ceramic fibre paper ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่4.8 การติดตั้งฉนวน

4.2.8 ชุดประกอบกระบอกเข้ากับเครื่องทดสอบ

เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยยึดกระบอกหลอมให้ติดอยู่กับโครงสร้าง โดยมีเหล็กแผ่นหนา 4.5 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับโครงสร้างด้านล่าง ทำการเจาะรูทั้งแผ่นเหล็กและกระบอกหลอมเพื่อใส่น็อตเหล็กกล้าไร้สนิม แล้วทำการประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่4.9 การประกอบกระบอกเข้ากับเครื่องทดสอบ

4.3 การทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกด้านความร้อน

ในการทดสอบการทำงานของเครื่องด้านความร้อนนั้นจะทำ2วิธีคือการทดสอบแบบ คือ การทดสอบเพื่อพิสูจน์ว่าอุณหภูมิภายในรูของกระบอกหลอมและภายนอกกระบอกหลอมมีค่าต่างกันหรือไม่ 2.การทดสอบเพื่อทำการทดสอบการทำงานของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก ที่อุณหภูมิ 100°C 150°C 200°C 250°C และ 300°C

4.3.1 ชื่อการทดลองที่ 1

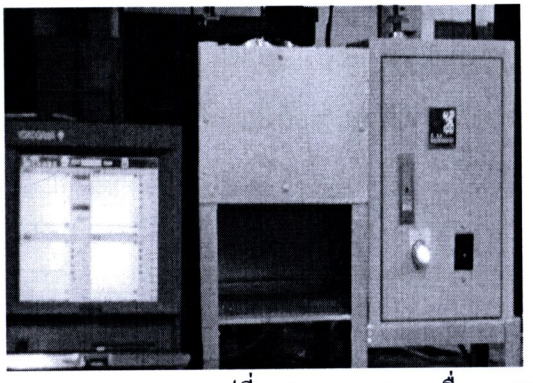
การทดสอบเพื่อพิสูจน์ว่าอุณหภูมิภายในรูของกระบอกหลอมและภายนอกกระบอกหลอมมีค่าต่างกันหรือไม่

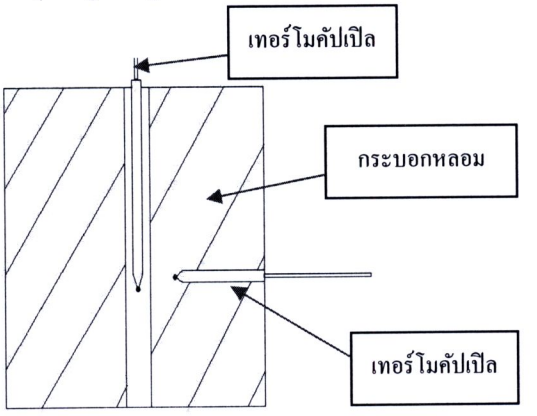
4.3.2 วัตถุประสงค์การทดลองที่ 1

1. เพื่อพิสูจน์ว่าอุณหภูมิภายในรูของกระบอกหลอมและภายนอกกระบอกหลอมมีค่าต่างกันหรือไม่
2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทั้งภายในรูและภายนอกกระบอกหลอมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป
3. ทดสอบการให้ความร้อนของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก

4.3.3 วิธีการทดลอง ที่ 1

1. เปิดเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก
2. ตั้งค่าอุณหภูมิที่ 300 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกที่ทำได้
3. วัดอุณหภูมิจากทั้งผนังด้านในและด้านนอก เทียบความต่างของอุณหภูมิ ดังรูปที่4.10



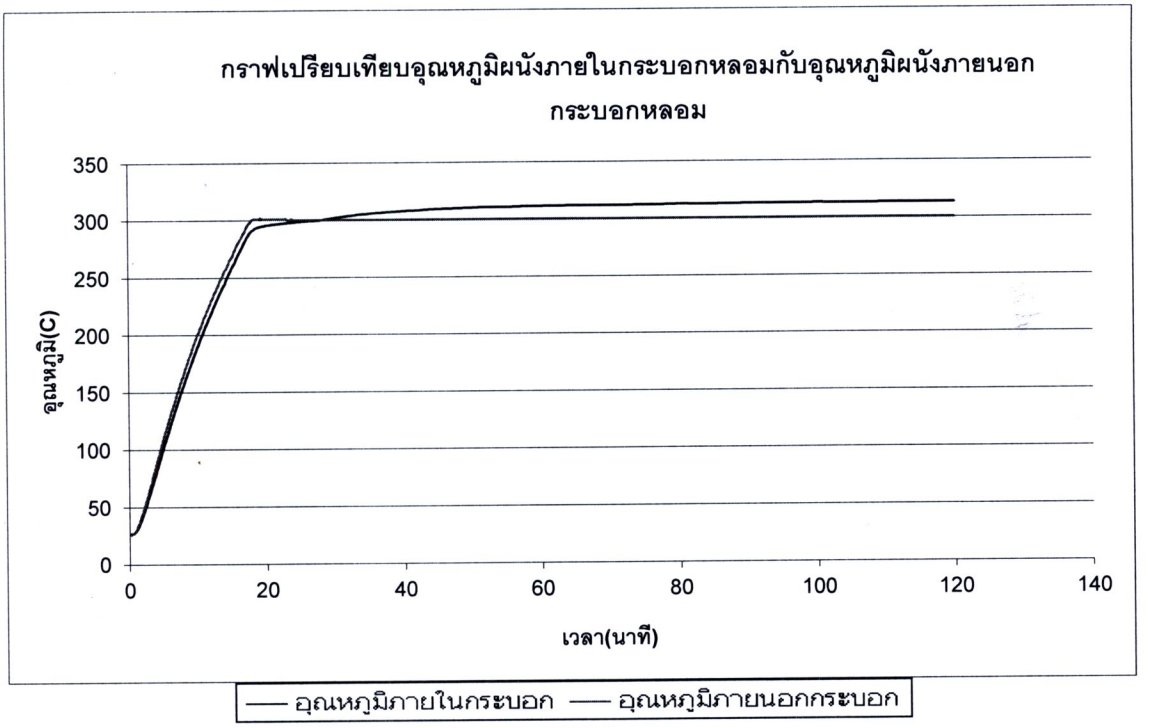


รูปที่4.10 การทดสอบเครื่องทางความร้อนที่อุณหภูมิ 300°C

4. ทำการจดบันทึกอุณหภูมิทั้งผนังด้านในและด้านนอก ทุกๆ15วินาที
5. จดบันทึกจนครบ2ชั่วโมง แล้วนำค่ามาเขียนกราฟ
6. นำกราฟทั้งของอุณหภูมิผนังภายนอกและอุณหภูมิผนังภายใน

4.3.4 ผลการทดลองที่ 1

การทดลองส่งผ่านความร้อนโดยให้ความร้อนจากอุณหภูมิห้องจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดและจับเวลาในการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทั้งผนังภายในและผนังภายนอกกระบอกหลอม ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.11 โดยข้อมูลผลการทดลองแสดงในตาราง ผฉ.1 และ 2



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบอุณหภูมิผนังภายในกับอุณหภูมิผนังภายนอกกระบอกหลอม

4.3.5 สรุปผลการทดลองที่ 1

จากกราฟ รูปที่ 4.11 แสดงให้ทราบว่าอุณหภูมิผนังภายในและผนังภายนอกมีความต่างกันอยู่น้อยมาก และเมื่อให้ความร้อนไป2ชั่วโมงพบว่าเกิดความร้อนสะสมขึ้นในกระบอกหลอมทำให้ผนังภายในกระบอกหลอมมีอุณหภูมิที่สูงกว่าผนังภายนอก แต่อุณหภูมิทั้งสองก็มีค่าต่างกันเพียง13.3°C เท่านั้น ซึ่งจะไม่ส่งผลต่อการทดสอบมากนัก

4.3.6 ชื่อการทดลองที่ 2

การทดสอบเพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก ที่อุณหภูมิ 100°C 150°C 200°C250°C และ 300°C

4.3.7 วัตถุประสงค์การทดลองที่ 2

1. ทดสอบการให้ความร้อนของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก
2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเมื่อเวลาเปลี่ยนไป
3. ทอสอบการทำงานของวงจรควบคุม

4.3.8 วิธีการทดลอง ที่ 2

1. เปิดเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก
2. ทำการปรับค่าอุณหภูมิที่ต้องการ
3. เก็บค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลาที่เปลี่ยนไปทุก 15 วินาที จากเทอร์โมคัปเปิล

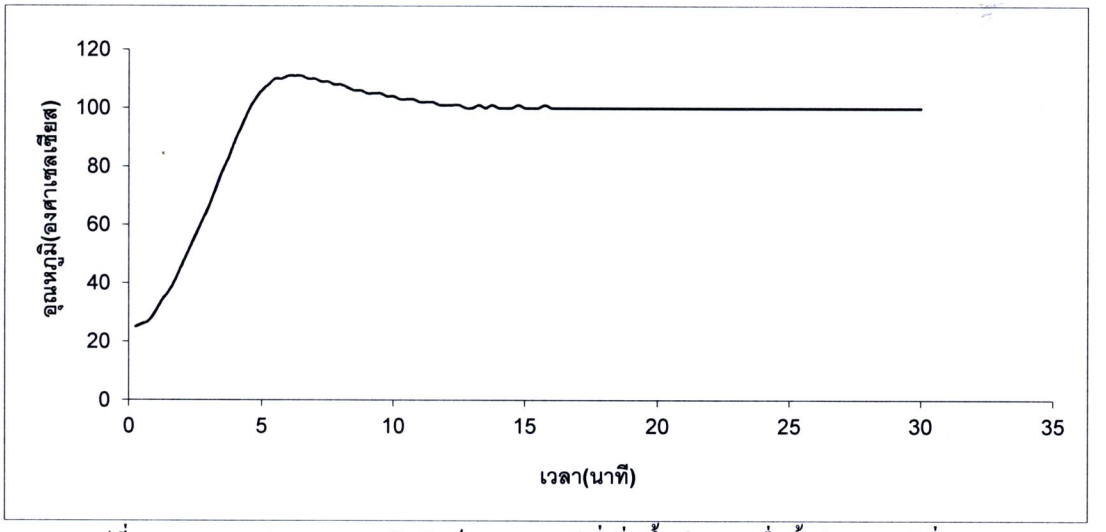
4. เมื่อเตาให้ความร้อนจนถึงเวลา30นาทีจึงหยุดการทดสอบ

5. นำค่าที่ได้จากการบันทึกมาเขียนกราฟ

4.3.9 ผลการทดลองที่2

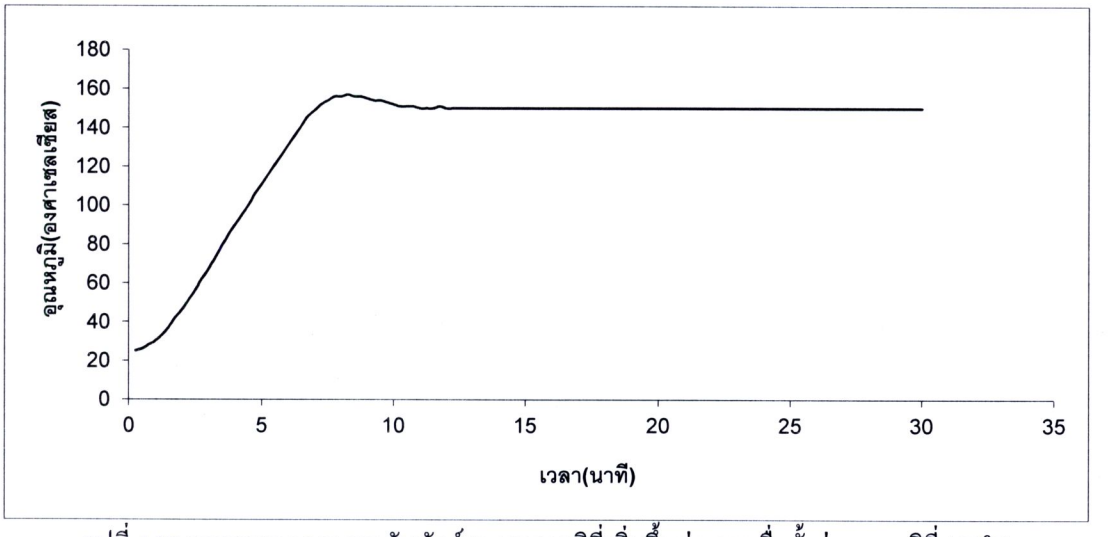
ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.12,4.13,4.14,4.15และ4.16 โดยข้อมูลผลการทดลองแสดงในตาราง ผฉ.3-7

จากผลการทดลองในตาราง ผฉ.3 พบว่าเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 100°C ในช่วง 5นาทีแรก อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเกินระดับอุณหภูมิที่ตั้งไว้จากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆลดลงสู่ค่าที่ได้ตั้งไว้ และ เริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 13 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.12



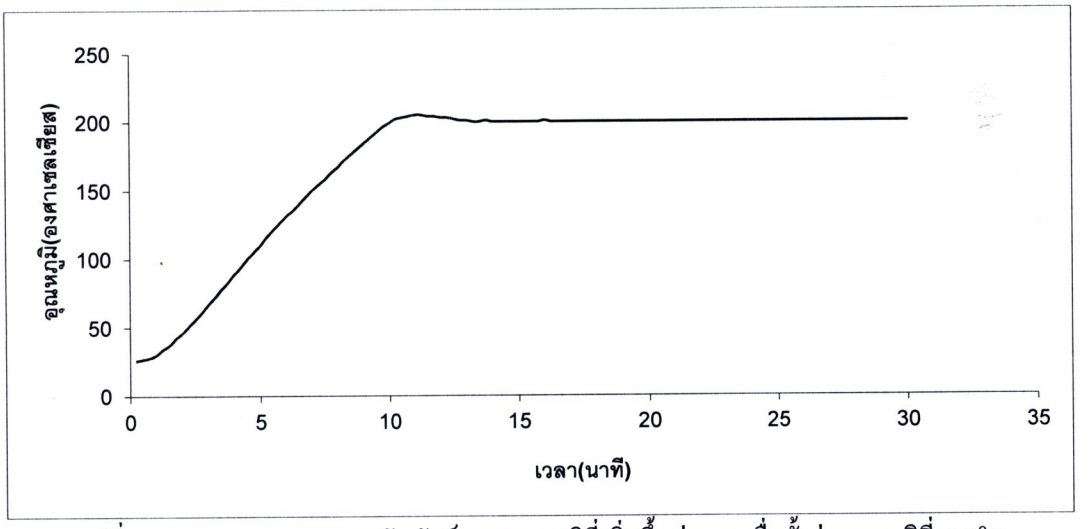
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อเวลาเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ 100°C

จากผลการทดลองในตาราง ผฉ.4 พบว่าเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 150°C ในช่วง 7นาทีแรก อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเกินระดับอุณหภูมิที่ตั้งไว้จากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆลดลงสู่ค่าที่ได้ตั้งไว้ และ เริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 13 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.13



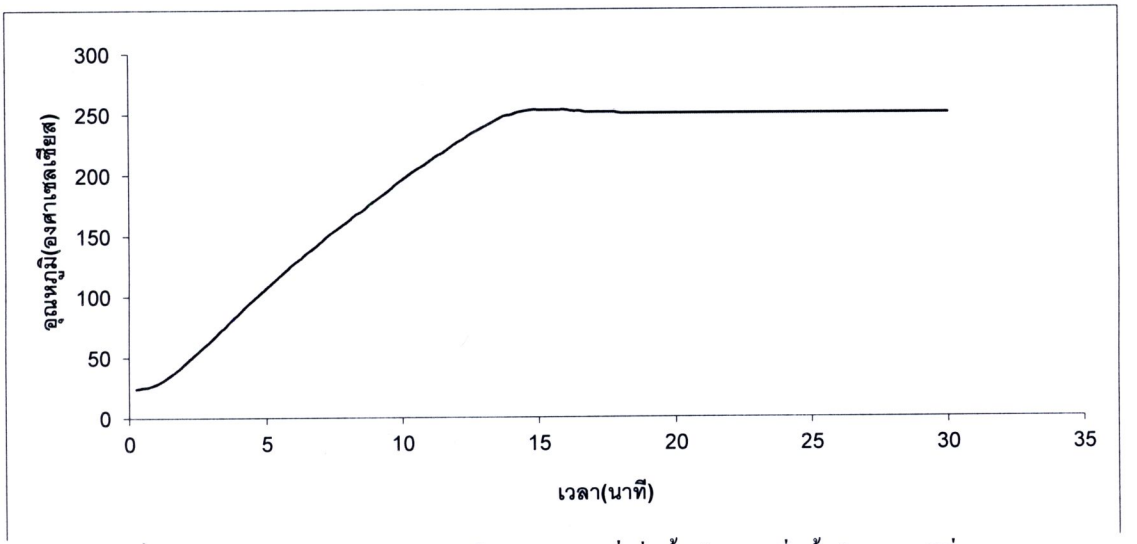
รูปที่ 4.13 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อเวลาเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ 150°C

จากผลการทดลองในตาราง ผฉ.5 พบว่าเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 200°C ในช่วง 10นาทีแรก อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเกินระดับอุณหภูมิที่ตั้งไว้เล็กน้อย จากนั้นอุณหภูมิจะลดลงสู่ค่าที่ได้ตั้งไว้ และ เริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 14 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.14



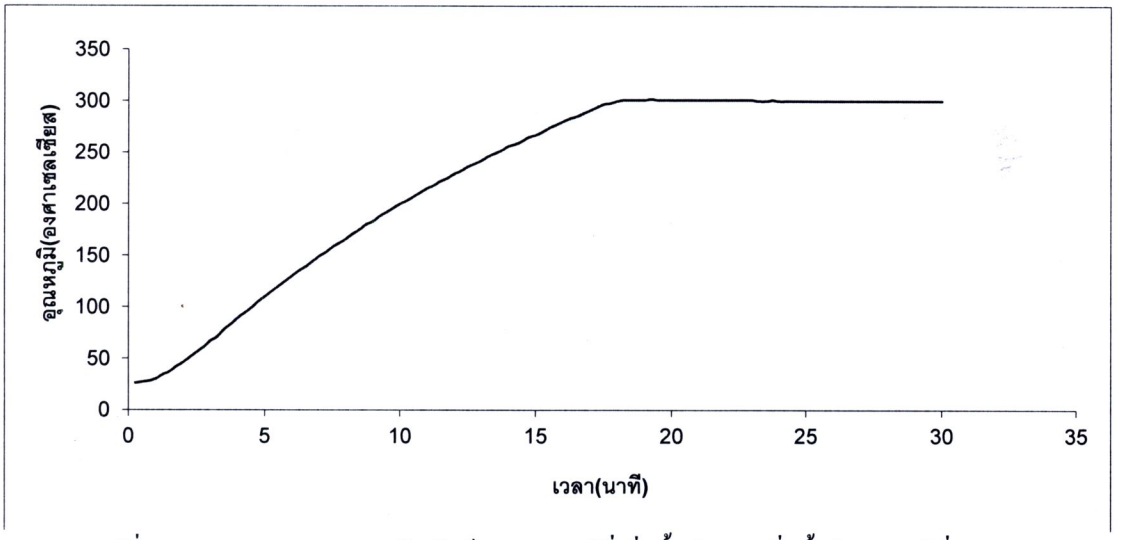
รูปที่ 4.14 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อเวลาเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ 200°C

จากผลการทดลองในตาราง ผฉ.6 พบว่าเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 250°C ในช่วง 15นาทีแรก อุณหภูมิเพิ่มขึ้น จนเกินระดับอุณหภูมิที่ตั้งไว้เล็กน้อย จากนั้นอุณหภูมิจะลดลงสู่ค่าที่ได้ตั้งไว้ และ เริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 16 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อเวลาเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ 250°C

จากผลการทดลองในตาราง ผฉ.7 พบว่าเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 300°C ในช่วง 18นาทีแรก อุณหภูมิเพิ่มขึ้น และเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 18นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่อเวลาเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ 300°C

4.4 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก

เป็นการทดสอบเครื่องว่าใช้งานได้หรือไม่ และ ค่าอัตราการไหลที่ได้จากเครื่องที่สร้างขึ้นมีความใกล้เคียงกับ ค่าอัตราการไหลจากเครื่องมาตรฐานมากน้อยเพียงใด โดยใช้พลาสติกชนิด Polypropylene(PP) จาก บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) และ ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 1238

4.4.1 ชื่อการทดลอง

การทดสอบเพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก โดยใช้พลาสติก Polypropylene(PP) จาก บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)

4.4.2 วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อทดสอบเครื่องที่สร้างขึ้นทำงานได้จริงหรือไม่
2. เพื่อทดสอบว่าค่าอัตราการไหลของพลาสติกจากเครื่องที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องมากเพียงใด

4.4.3 วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติก
2. ทำการปรับค่าอุณหภูมิที่ต้องการ
3. ใส่พลาสติก ชนิดPolypropylene(PP)ลงไปในกระบอกหลอม
4. ปล่อยให้หลอมเหลว 5 นาที
5. นำลูกสูบใส่น้ำหนักรวม 2.16 กิโลกรัม ใส่เข้าไปในกระบอกหลอม และ จับเวลาไปพร้อมๆกัน

6. ทำการทดสอบ 5 นาที แล้วจึงตัดพลาสติกที่ไหลออกมาไปชั่งน้ำหนัก

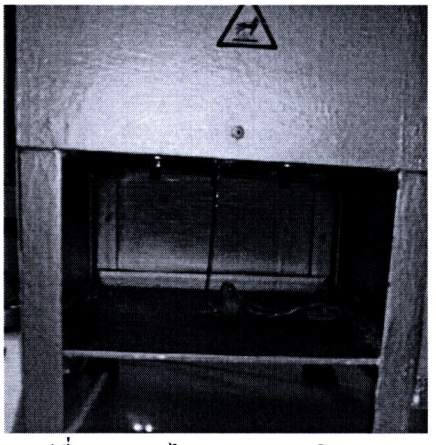
7. นำค่าที่ได้ไปเทียบเป็นอัตราการไหล เป็นหน่วย กรัม/10นาที

8. ทำการทดสอบ3ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

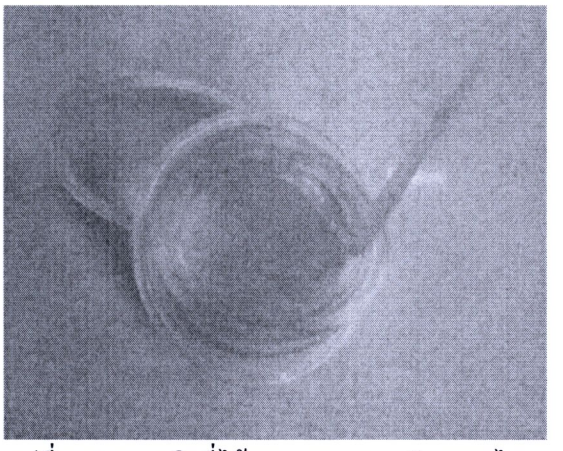
9.นำค่าเฉลี่ยที่ได้หาเทียบกับค่ามาตรฐานจากผู้ผลิตเม็ดพลาสติกที่ใช้

4.4.4 ผลการทดลอง

เมื่อใส่เม็ดพลาสติกลงไปในกระบอกหลอมแล้วทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จากนั้นนำลูกสูบที่ใส่น้ำหนักไว้ 2.16 กิโลกรัม กดโดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลก พลาสติกที่หลอมเหลวในกระบอกหลอมจะไหลผ่านหัวฉีดได้ดังแสดงในรูปที่ 4.17 แล้วเมื่อทำการตัดพลาสติกออกมาจากเครื่องทดสอบ พลาสติกที่ได้จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.17 การไหลของพลาสติก



รูปที่ 4.18 พลาสติกที่ได้จากการทดสอบอัตราการไหล

จากการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ได้ค่าอัตราการไหลของพลาสติกชนิด Polypropylene(PP) แสดงดังตารางที่ 4.1 ในหน่วย g/10นาที

ตารางที่ 4.1 ค่าอัตราการไหลของ Polypropylene(PP) ที่ได้จากเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกที่ สร้างขึ้น

จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง	ค่าอัตราการไหลของพลาสติก(g/10min)
1	10.5
2	11.2
3	10.6
ค่าเฉลี่ย	10.76667

นำค่าเฉลี่ยค่าอัตราการไหลของพลาสติกที่ได้จากเครื่องทดสอบมาเปรียบเทียบกับเครื่องมาตรฐานของ บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลของพลาสติกที่ได้กับค่าจากเครื่องมาตรฐาน

ค่าอัตราการไหลที่ได้จากเครื่องที่สร้าง	ค่าอัตราการไหลที่ได้จากเครื่องมาตรฐาน	%ความคลาดเคลื่อน
10.76667	11	2.12%

4.4.5 สรุปผลการทดสอบ

จากการที่นำค่าอัตราการไหลของพลาสติกชนิดเดียวกันมาเปรียบเทียบ ค่า%ความคลาดเคลื่อนมีเพียง2.12% ซึ่งน้อยมาก เป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าเครื่องทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกที่ได้สร้างขึ้นนั้นมีความสามารถในการทดสอบอัตราการไหลของพลาสติกใกล้เคียงเครื่องทดสอบอัตราการไหลมาตรฐาน