บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

กระบวนการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการผสมสีพลาสติก ขั้นตอนการฉีดขึ้นรูป และขั้นตอนการหล่อเย็น ซึ่งหลักจากทำการฉีดขึ้นรูปและหล่อเย็นชิ้นงานแล้วชิ้นงาน หรือผลิตภัณฑ์จะเย็นตัว และคงรูป จากนั้นแขนกลจะนำชิ้นงานออกจากเครื่องฉีดพลาสติกและพนักงานจะทำการตัดแต่งผลิตภัณฑ์ให้เรียบร้อยแล้วบรรจุใส่กล่องรอการประกอบของฝ่ายประกอบต่อไป สำหรับแหล่งพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิต คือพลังงานไฟฟ้า จากผลการศึกษาพบว่าขั้นตอนการฉีดขึ้นรูป และรองลงมา คือขั้นตอนของการหล่อเย็น และขั้นตอนสุดท้ายที่มีการใช้พลังงานต่ำสุด คือ การผสมสีพลาสติก ซึ่งสามารถสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละขั้นตอน และการสูญเสียพลังงานในส่วนต่างๆพร้อมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ดังนี้

6.1 การใช้พลังงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานในกระบวนการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกของชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องฉีดพลาสติก โดยแบ่งตามผลิตภัณฑ์ คือผลิตภัณฑ์พลาสติกของชิ้นส่วนของกระติกน้ำร้อนไฟฟ้า และผลิตภัณฑ์พลาสติกของชิ้นส่วนของเครื่องปั่นผลไม้ โดยที่ผลิตภัณฑ์พลาสติกของชิ้นส่วนของกระติกน้ำร้อนไฟฟ้า ใช้เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 160 ตัน จำนวน 3 เครื่อง 170 ตัน จำนวน 2 เครื่อง และ 190 ตัน จำนวน 1 เครื่อง และผลิตภัณฑ์พลาสติกของชิ้นส่วนของเครื่องปั่นผลไม้ ใช้เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 55 ตัน จำนวน 1 เครื่อง 190 ตัน จำนวน 1 เครื่อง 350 ตัน จำนวน 1 เครื่องและ 420 ตัน จำนวน 1 เครื่อง

โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. ขั้นตอนการผสมสี มีค่าเฉลี่ยดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานมีค่าเท่ากับ 0.002087 kWh/kg คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตอยู่ในช่วง 0.11 – 0.365% โดยค่าดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนนี้จะมีค่าลดลงเมื่อทำการผสมสีพลาสติกที่น้ำหนักมากขึ้น และสำหรับค่าดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานในกระบวนการผลิตสำหรับขั้นตอนนี้จะมีค่าแตกต่างกันไปตามชนิก น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ และเปลี่ยนแปลงตามค่าพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนการฉีดขึ้นรูป

2. ขั้นตอนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ค่าเฉลี่ยดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานของขั้นตอนนี้มีค่าแตกต่างกันตามชนิด และน้ำหนักของผลิตภัณฑ์โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.4737– 2.1687 kWh/kg คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตอยู่ในช่วง 83.02 – 96.76% ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของกระบวนการผลิต โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าในขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ทำการฉีดขึ้นรูป คือ ค่าดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานจะมีค่าน้อยลงเมื่อทำการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลใช้ค่าเฉลี่ยดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานของขั้นตอนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกมีค่าสูงขึ้น ได้แก่

- ความไม่ชำนาญของช่างที่ควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆในกระบวนการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
- ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในการตัดแต่งชิ้นงาน
- ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นขณะทำการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เช่น การฉีดชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพทำให้ต้องสูญเสียผลผลิต สูญเสียพลังงาน และแรงงานในการผลิต

3. ขั้นตอนการหล่อเย็นชิ้นงาน ในขั้นตอนการหล่อเย็นชิ้นงานแบ่งออกเป็น Cooling tower เครื่อง Chiller ที่ผลิตน้ำเย็นในการหล่อเย็นแม่พิมพ์ และปั๊มน้ำที่ใช้หมุนเวียนน้ำในระบบหล่อเย็น กระบวนการหล่อเย็นนี้การใช้ Chiller ผลิตน้ำเย็นใช้ในการหล่อเย็นแม่พิมพ์ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด ค่าเฉลี่ยดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานของน้ำเย็นมีค่าอยู่ในช่วง 0.0024 – 0.0405 kWh/kg คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1.213 – 6.928% ขั้นตอนการหล่อเย็นที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารองมาคือ ปั๊มน้ำในการหมุนเวียนน้ำในระบบหล่อเย็น ค่าเฉลี่ยดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานของปั๊มน้ำมีค่าเท่ากับ 0.0336 kWh/kg คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1.238 – 5.888% และขั้นตอนการหล่อเย็นที่มีการ

ใช้พลังงานน้อยที่สุด คือ Cooling tower ค่าเฉลี่ยดัชนีชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงานของ Cooling tower มีค่าเท่ากับ 0.0208 kWh/kg คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.924 – 3.645% สำหรับขั้นตอนของกระบวนการหล่อเย็นมีจะค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนของเครื่องฉีดพลาสติกที่เปิดใช้งาน และลักษณะของชิ้นงานที่ฉีดขึ้นรูป ถ้าหากชิ้นงานที่ฉีดขึ้นรูปมีรายละเอียดภายในมากจะทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้มีค่าสูงขึ้น

6.2 การสูญเสียพลังงานในส่วนต่างๆ ของกระบวนการผลิต

จากการศึกษา พบว่าในกระบวนการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าของโรงงานที่ทำการศึกษานี้มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า ดังนี้

1. การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากเกิดชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพในกระบวนการผลิต โดยหลังจากทำการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วหากชิ้นงานไม่ได้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ หรือไม่ได้คุณภาพ เช่น มีจุดดำ มีริ้วสีเงิน รอยขีดข่วน แต่งเสีย ฟองอากาศ คราบน้ำมัน และอื่นๆ ชิ้นงานเหล่านี้จะถูกจัดว่าเป็นชิ้นงานเสียซึ่งจะถูกนำไปบดให้เป็นเศษพลาสติกด้วยเครื่องบด แล้วจึงนำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบผสมกับเม็ดพลาสติกที่ดี ในกระบวนการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ครั้งต่อไป ทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นจากขั้นตอนนี้ จากการตรวจวัดพบว่า ค่าเฉลี่ยของดัชนีชี้วัดสมรรถนด้านพลังงานของขั้นตอนการบดชิ้นงานมีค่าเท่ากับ 0.0310 kWh/kg ซึ่งการใช้พลังงานในขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยค่าเฉลี่ยของดัชนีชี้วัดสมรรถนด้านพลังงานจะมีค่าลดลงเมื่อทำการบดพลาสติกด้วยอัตราการป้อนเข้าเครื่องบดที่สูง และชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปกับชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพนี้มีค่าเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้ง 3 ขั้นตอนข้างต้นรวมกับค่าพลังงานที่ใช้ในการบดชิ้นงานนี้ด้วย ดังนั้นหากเกิดขึ้นงานเสียมาก การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าก็เกิดมากขึ้นด้วย

2. การสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากไม่หุ้มฉนวนบริเวณกระบอกฉีดของเครื่องฉีดพลาสติก จากผลการศึกษา พบว่า อุณหภูมิผิวของกระบอกฉีดที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 121.1 °C ของเครื่องฉีดพลาสติก B1 ที่ใช้ฉีดขึ้นรูปฝาด้านนอกของกระติกน้ำร้อนไฟฟ้า และอุณหภูมิผิวของกระบอกฉีดที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 129.1 °C ของเครื่องฉีดพลาสติก E1 ที่ใช้ฉีดขึ้นรูปส่วนที่เป็นฐานเครื่องปั่นผลไม้ จากการคำนวณพบว่า

บริเวณผิวกระบอกฉีดเมื่อไม่มีการหุ้มฉนวนของเครื่อง B1 มีค่าค่าความร้อนที่สูญเสียบริเวณผิวกระบอกฉีดเท่ากับ 1,303.35 W และเครื่อง E1 มีค่าความร้อนที่สูญเสียบริเวณผิวกระบอกฉีดเท่ากับ 4,656.47 W ตามลำดับ

3. การสูญเสียเนื่องจากขาดประสิทธิภาพในด้านการจัดการและบุคลากร จากการเข้าสำรวจกระบวนการผลิตพบว่า ปัญหาอื่นๆที่เกิดขึ้นในโรงงานซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียทรัพยากรทั้งในด้านพลังงาน และวัตถุดิบ เป็นปัญหาที่เกิดจากการขาดประสิทธิภาพการจัดการที่ดีทั้งในด้านการควบคุมการผลิต และการจัดระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน รวมทั้งขาดการพัฒนาความรู้ และความเข้าใจในกระบวนการฉีดพลาสติก และการอนุรักษ์พลังงานให้กับช่างผู้ควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก และหนักงานในโรงฉีดพลาสติก

6.3 แนวทางการลดการสูญเสียพลังงานและค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้า

จากผลการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปแนวทางการลดการสูญเสียพลังงานและค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้า ดังนี้

1. ลดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพให้เหลือน้อยที่สุด โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและพัฒนาบุคลากร ทั้งพนักงานประจำเครื่องฉีดพลาสติกซึ่งมีหน้าที่ในการหยิบผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องฉีดพลาสติก และตกแต่งผลิตภัณฑ์ และช่างผู้ควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกซึ่งมีหน้าที่ในการควบคุม และปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งควรจัดให้มีการฝึกอบรม และจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องจักร และการทำการที่ชัดเจนให้แก่พนักงาน จัดระบบการเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ข้อมูลการช้พลังงานไฟฟ้า ข้อมูลผลผลิต สาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น เป็นต้น

2. ลดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการสูญเสียความร้อนที่บริเวณผิวกระบอกฉีด โดยทำการหุ้มฉนวนที่บริเวณดังกว่า จากการศึกษาพบว่าการหุ้มฉนวนที่มีความหนา 25 mm. สามารถลดการสูญเสียความร้อนได้ประมาณ 52 - 57% สำหรับเครื่องฉีดพลาสติก B1 ที่มีขนาด 170 ตัน โดยมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่าติดตั้งฉนวนหุ้มความร้อนเป็นเงิน 12,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.5 ปี และฉนวนมีอายุการใช้

งาน 4 ปี อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 196% และเครื่องฉีดพลาสติก E1 ที่มีขนาด 350 ตัน โดยเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่าติดตั้งฉนวนหุ้มความร้อนเป็นเงิน 25,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.3 ปีและฉนวนมีอายุการใช้งาน 4 ปี อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 357%

3. ลดการสูญเสียพลังงาน โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ทางโรงงานควรมีการจัดระบบวางแผนการควบคุมการผลิต และการวางแผนการตรวจซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ เช่น การควบคุมกำหนดอัตราการป้อนชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพในการบดเข้าเครื่องบดอย่างเหมาะสม ให้กับพนักงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตให้สูงขึ้น

6.4 การลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของกระติกน้ำร้อนไฟฟ้า และผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องปั่นผลไม้ ซึ่งพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมดคือ พลังงานไฟฟ้า จากการลดการสูญเสียความร้อนจากการหุ้มฉนวนบริเวณกระบอกฉีดพลาสติกของเครื่องฉีดพลาสติก B1 ที่มีขนาด 170 ตัน และเครื่องฉีดพลาสติก E1 ที่มีขนาด 350 ตัน พบว่าสามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 38,002.94 kWh/ปี คิดเป็นปริมาณการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 20.59 ตัน/ปี

6.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ

การฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของกระติกน้ำร้อนไฟฟ้า และผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องปั่นผลไม้ ซึ่งกระบวนการผลิตมีขั้นตอนต่างๆคือ ขั้นตอนการผสมสี ขั้นตอนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ขั้นตอนการหล่อเย็นแม่พิมพ์ และขั้นตอนการบดพลาสติกที่ไม่ได้คุณภาพ พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปทำให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ พบว่า ผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของกระติกน้ำร้อนไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 18.35 kg ของ CO_2/ kg ของชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ และผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องปั่นผลไม้ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

เท่ากับ 5.06 kg ของ CO_2/ kg ของชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ รวมมีการปล่อยก๊าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 23.40 kg ของ CO_2/ kg ของชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ

6.6 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีแนวทางการศึกษาที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาต่อไปในอนาคต เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการใช้พลังงานในกระบวนการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนี้

1. ควรมีการศึกษา และหาค่าที่เหมาะสมสำหรับพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ความเร็วในการฉีด ระยะเวลาในการหล่อเย็น และระยะเวลาในการฉีด เป็นต้น และนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อให้เกิดชิ้นงานที่ไม่มีคุณภาพน้อยที่สุด และลดการสูญเสียพลังงานในกระบวนการผลิต

2. ควรมีการศึกษาความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของเครื่องฉีดพลาสติกในการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้เครื่องฉีดพลาสติกที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด