



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศึกษาการขึ้นรูปวัสดุผสมไฟเบอร์ไยพืชในสถานะสุญญากาศ

A Study of Vacuum Forming of Plant Fibre Reinforced Composites

นายเจษฎา ชัยโณม

นายเอกพงษ์ ชีวดีโสภณ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ศึกษาการขึ้นรูปวัสดุผสมไฟเบอร์ไยพืชในสถานะสุญญากาศ

แหล่งเงิน (งบประมาณเงินรายได้)

ประจำปีงบประมาณ 2557 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 40,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2557 ถึง กันยายน 2558

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

หัวหน้าโครงการ นายเจษฎา ชัยโณม

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นายเอกพงษ์ ชีวดีโสภณ

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปเทอร์โมพลาสติก เพื่อขึ้นรูปวัสดุผสมระหว่างพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) และใยสังเคราะห์สองทิศทาง แม่พิมพ์ขึ้นรูป (ชุดให้ความร้อนและชุดแม่พิมพ์) ถูกออกแบบโดยอาศัยการกดอัดภายใต้แรงดัน 15 ตัน (6.54 MPa) โดยชุดให้ความร้อนที่ใช้เป็นฮีตเตอร์ชนิดแท่ง ส่วนของแม่พิมพ์ได้มีการออกแบบให้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด $400 \times 400 \text{ mm}^2$ มีความหนา 40 mm โดยในการอัดขึ้นรูปได้ศึกษาวัสดุผสมที่ผลิตจากอนุหภูมิแม่พิมพ์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ 170 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส และเวลาในการกดค้างแม่พิมพ์ที่แตกต่างกัน คือ 1 3 5 และ 7 นาที โดยการอัดขึ้นรูปจะได้วัสดุผสมขนาด $150 \times 150 \text{ mm}^2$ จากนั้นเป็นการให้ความร้อนแก่แม่พิมพ์โดยต้องการให้เทอร์โมพลาสติกหลอมรวมกับเส้นใยเพื่อเป็นวัสดุผสม และทำการหล่อเย็นแม่พิมพ์เพื่อให้พลาสติกแข็งตัว โดยมีการศึกษาข้อมูลต่างๆ จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการให้ความร้อนแม่พิมพ์อยู่ในช่วง 54-69 % และประสิทธิภาพในการหล่อเย็นแม่พิมพ์เท่ากับ 62.05 % ส่วนอัตราการหล่อเย็นแม่พิมพ์ในช่วง 3 นาทีแรกมีอัตรา 30-37 °C/min และหลังจากนั้นมีอัตรา 3-5 °C/min ช่องว่างอากาศที่เกิดขึ้นหลังจากการอัดขึ้นรูป เกิดจากอากาศและไอน้ำติดอยู่ขณะอัดขึ้นรูปก่อนพลาสติกละลายซึ่งแรงอัดจากไฮดรอลิกไม่สามารถไล่ออกไปได้ อนุหภูมิในการขึ้นรูปมีผลกับความหนาของวัสดุผสมเพียงเล็กน้อย ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการคือ 4-6 บาทต่อกระบวนการอัดขึ้นรูปพลาสติกในแต่ละรอบ

คำสำคัญ : อัดขึ้นรูป เทอร์โมพลาสติก เส้นใย

Research Title: A Study of Vacuum Forming of Plant Fibre Reinforced Composites

Researcher: JEDSADA CHAISHOME and EKKAPONG CHEEVITSOPON

Faculty: Engineering

Department: Food Engineering

ABSTRACT

This research is to study the design of thermoplastic mold for forming composite materials. Bi-directional hemp fiber woven reinforced polypropylene composites were manufactured by compression force at 15 ton or 6.54 MPa within a pair of 400x400x40 mm mold size. The Process parameters are mold temperature at 170, 180, 190 and 200 degrees Celsius and 1, 3, 5 and 7 minutes of dwelling time. The results showed that the thermal efficiency of mold is 54 – 69 percent at temperature of 170, 180, 190 and 200 degrees Celsius and cooling efficiency of mold is about 60 per cent. For the first three minute, the cooling rate is between 30 and 37 degree Celsius per minute and then that is between 3 and 5 degree Celsius per minute. Air and vapor entrapment in pre-impregnation molding is causing void insides composites as expected. Nevertheless, molding temperature has marginal effect on thickness of composites. Electricity cost per a process is 4-6 baht approximately.

Keywords : Compression molding; Polypropylene composites;

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอาหารที่เอื้อเพื่ออุปกรณ์ ในการทำการวิจัยครั้งนี้

นายเจษฎา ชัยโถม

นายเอกพงษ์ จีวีตโสภณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	1
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	13
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย.....	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	17
4.1 ผลการทดลอง.....	17
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย.....	30
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	30
5.2 วิจารณ์ผลการวิจัย.....	30
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุง.....	30
เอกสารอ้างอิง.....	31
ภาคผนวก.....	33
ภาคผนวก ก สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย.....	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	35

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ตารางบันทึกผลการทดลองเปอร์เซ็นต์ฟองอากาศ ครั้งที่ 1	17
4.2 ตารางบันทึกผลการทดลองเปอร์เซ็นต์ฟองอากาศ ครั้งที่ 2	18
4.3 ตารางบันทึกผลการทดลองวัดความหนา ครั้งที่ 1	19
4.4 ตารางบันทึกผลการทดลองวัดความหนา ครั้งที่ 2	20
4.5 ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละอุณหภูมิแม่พิมพ์	21

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เครื่องกดอัด (Compression molding machine)	7
2.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องกดอัด	7
2.3 ขั้นตอนกระบวนการกดอัด	9
2.4 แม่แบบอัดผลิตภัณฑ์ราบหรือแม่แบบชนิดบาง	10
2.5 แม่แบบปิดอัดหรือแม่แบบชนิดบวก	11
2.6 แม่แบบฝาประกบหรือแม่แบบชนิดกึ่งบวก	11
3.1 การจัดเรียงซ้อนกันลักษณะ Sandwich structures	13
3.2 ทิศทางแรงการกดอัดขึ้นรูป	14
3.3 ลักษณะท่อที่ใช้ในการหล่อเย็นแม่พิมพ์	14
3.4 ลักษณะการเสียบฮีตเตอร์เข้ากับแผ่นเหล็ก	14
3.5 ตำแหน่งตัดแผ่นวัสดุผสม	16
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 170 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 1 นาที	21
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 170 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 3 นาที	22
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 170 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 5 นาที	22
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 170 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 7 นาที	23
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 180 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 1 นาที	23
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 180 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 3 นาที	24
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 180 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 5 นาที	24
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 180 องศาเซลเซียส	

และกดค้างไว้ที่ 7 นาที.....	25
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 190 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 1 นาที.....	25
4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 190 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 3 นาที.....	26
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 190 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 5 นาที.....	26
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 190 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 7 นาที.....	27
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 200 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 1 นาที.....	27
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 200 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 3 นาที.....	28
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 200 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 5 นาที.....	28
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับเวลา อุณหภูมิแม่พิมพ์สูงสุด 200 องศาเซลเซียส และกดค้างไว้ที่ 7 นาที.....	29