181388

โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมฉบับนี้ เป็นการศึกษาการประมาณค่าความร้อนที่เกิดขึ้นภายในชิ้นงานพีวีซีขณะขึ้นรูปด้วยอุลตร้าโซนิค รวมทั้งการประมาณค่าโมดูลัสการสูญเสียเชิงพลวัตร(Dynamic Loss Modulus) ของวัสดุพีวีซีขณะขึ้นรูปด้วยอุลตร้าโซนิค ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นในการขึ้นรูปวัสดุพีวีซีด้วยอุลตร้าโซนิคนี้สามารถคำนวณได้โดยการประยุกต์ใช้สมการนำความร้อนไฟไนท์ ดิฟเฟอเรนท์ (Finite Different Heat Conduction Equation) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับค่าความร้อนที่เกิดขึ้นในวัสดุขณะทำการขึ้นรูปด้วยอุลตร้าโซนิค โดยสามารถคำนวณหาเส้นโค้งแสดงอุณหภูมิในเนื้อวัสดุ (Temperature Profile) ขณะขึ้นรูปซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆในเนื้อวัสดุจากขอบบนถึงขอบล่างตลอดความหนาของชิ้นขึ้นรูปภายใต้เวลาและค่าความร้อนที่กำหนด

จากเส้นโค้งแสดงอุณหภูมิในเนื้อวัสดุนี้เอง สามารถนำไปสู่การคำนวณหาความหนาของการขึ้นรูปซึ่งขนาดความหนาของการขึ้นรูปจากการคำนวณดังกล่าว จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับความหนาที่ได้จากการขึ้นรูปจริงด้วยอุปกรณ์การทดลองที่ได้จัดเตรียมไว้ เพื่อนำไปสู่การประมาณค่าความร้อนในการขึ้นรูปที่เกิดขึ้น โดยค่าความร้อนที่ถูกต้องจะเป็นค่าความร้อนที่ทำให้ความหนาของการขึ้นรูปจากการคำนวณ และจากการขึ้นรูปจริงมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด ผลจากงานวิจัยนี้พบว่า ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นในวัสดุพีวีซีมีค่าเท่ากับ 0.0027 จูลต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร (J/mm^3)

จากค่าความร้อนที่ได้ จะนำไปสู่การประมาณค่าโมดูลัสการสูญเสียเชิงพลวัตร (Dynamic Loss Modulus) ของวัสดุพีวีซี หรือค่า E'' ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการเปลี่ยนแปลงพลังงานกลให้เป็นพลังงานความร้อนที่ใช้ในการหลอมขึ้นรูปวัสดุพีวีซีนั่นเอง ซึ่งการประมาณค่าดังกล่าวสามารถทำได้โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนที่เกิดขึ้นในวัสดุขณะการขึ้นรูป และค่าโมดูลัสการสูญเสียเชิงพลวัตร(Dynamic Loss Modulus)ของวัสดุหรือค่า E'' กล่าวคือ $Q^{\circ}_{avg} = \omega E'' \varepsilon_0^2 / 2$ ผลจากงานวิจัยนี้พบว่าค่าโมดูลัสการสูญเสียเชิงพลวัตร(Dynamic Loss Modulus) ของพีวีซีที่ความถี่ 20,000 Hz และอุณหภูมิสูง 433 $^{\circ}K$ มีค่าเท่ากับ 2.235 MPa

งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดค่าความร้อนที่เกิดขึ้นในเนื้อวัสดุรวมทั้งการวัดค่า Dynamic Loss Modulus ของวัสดุเทอร์โมพลาสติกชนิดอื่นๆภายใต้ขบวนการขึ้นรูปด้วยอุลตร้าโซนิคได้อีกด้วย

This independent study focuses on the study of heat generation and dynamic loss modulus estimation of PVC during ultrasonic molding. The heat generation in PVC during ultrasonic molding can be calculated by using a new method of calculation which employing the finite different heat conduction equation having the heat generation as an independent variable. From the finite different heat conduction equation, the temperature profile across the melt thickness of PVC molded pieces for the specified heat generation value can be drawn. Take into account the temperature profile and the temperature constant line at PVC melting temperature, the melt thickness of the molded pieces could be defined. This defined melt thickness is then compared to the actual melt thickness of the molded piece from actual molding to finally determine the correct heat generation value which if correct, will make the calculated melt thickness equal to the actual melt thickness. The heat generation value of ultrasonic molding in PVC material achieved from this study was 0.0027 J/mm^3

The heat generation value was then used to calculate the dynamic loss modulus value of PVC at 20,000 Hz frequency and 433 ^{o}K. Dynamic loss modulus expresses the degree of transformation from mechanical energy or vibration energy to the heat generation of PVC during ultrasonic molding which plays another important role for the improvement of the future ultrasonic molding and welding. Given the relation between heat generation rate and dynamic loss modulus or E'' as $Q^{o}_{avg} = \omega E'' \varepsilon_0^2 / 2$, the dynamic loss modulus of PVC at 20,000 Hz could be calculated. The dynamic loss modulus value of PVC at 20,000 Hz and 433 ^{o}K achieved from this study was 2.353 Mpa.

This independent study can be used to measure the heat generation value as well as the dynamic loss modulus value of other thermo plastic materials under ultrasonic molding.