FACTORS INFLUENCING QUALITY OF GAS-ASSISTED INJECTION-MOULDED POLYPROPYLENE PARTS

YUTTANA KOSITSAGUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2004

ISBN 974-04-4974-3
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงานโพลีโพรพิลีนที่ขึ้นรูปโดยกระบวนการฉีดพลาสติกโดยการใช้แก๊สช่วย (FACTORS INFLUENCING QUALITY OF GAS-ASSISTED INJECTION-MOULDED POLYPROPYLENE PARTS)

ยุทธนา โฆษิตสกุล 4436298 SCPO/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: กฤษฎา สุชีวะ, Ph.D. วุฒิพงษ์ รังษีสันติวานนท์, Ph.D.

บทคัดย่อ

กระบวนการฉีดพลาสติกขึ้นรูปเข้าแม่พิมพ์โดยใช้แก๊สช่วยเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผลสูงในการผลิตชิ้นงานพลาสติกซึ่งภายในกลวง โดยเทคนิคนี้ยังสามารถผลิตชิ้นงานที่มีสมบัติดีเยี่ยมและต้นทุนการผลิตต่ำในขณะเดียวกันเนื่องด้วยข้อดีหลายประการของเทคนิคนี้จึงได้รับความสนใจและได้มีการนำไปใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดโดยบริษัทหลายแห่งทั่วโลก

ที่ผ่านมางานวิจัยจำนวนมากมักให้ความสนใจกับชิ้นงานที่มีโครงค้ำเสริมแรงรูปแท่งในขณะที่งานวิจัยของชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นมือจับในรถยนต์กลับไม่ได้รับการให้ความสนใจแต่อย่างใดทั้งๆที่เป็นชิ้นงานที่มีการใช้ในอย่างแพร่หลายทั้งในอุตสาหกรรมยานยนต์และในอุตสาหกรรมเครื่องใช้ในครัวเรือนเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาชิ้นงานที่มีลักษณะดังกล่าว โดยไม่เพียงแต่เสนอวิธีการที่จะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูงอีกทั้งยัง แสดงให้เห็นถึงผลการออกแบบชิ้นงานที่ไม่ดีมีผลต่อสมบัติด้านต่างๆของชิ้นงานอย่างไร

ตัวแปรสำคัญ 7 ประการที่เลือกเพื่อใช้ในกาวิจัยประกอบด้วย ปริมาณของพลาสติกที่ฉีดเข้าแม่พิมพ์, เวลาหน่วงก่อนการฉีดแก๊ส, เวลาในการฉีดแก๊ส, เวลาที่ใช้ในการพักแก๊สด้วยความดัน, ความดันในการฉีดแก๊ส, อุณหภูมิของพลาสติกหลอมและอุณหภูมิของแม่พิมพ์ แต่ละปัจจัยส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงานแตกต่างกันโดยคุณภาพของชิ้นงานที่ทำการศึกษามี 4 ประเภทคือ ปริมาตรแก๊สภายในชิ้นงาน, ความหนาตกค้างของผนังชิ้นงานหลังการฉีดแก๊ส, ความลึกซึ่งเกิดจากการยุบตัวของชิ้นงานและความแข็งแรงของชิ้นงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาตรแก๊สภายในชิ้นงานและความลึกซึ่งเกิดจากการยุบตัวของชิ้นงานเป็นสมบัติของชิ้นงานที่ไม่เคยมีการศึกษามาก่อน

นอกจากนั้นในงานวิจัยนี้การวิเคราะห์หาปริมาตรแก๊สภายในชิ้นงาน, ความหนาตกค้างของผนังชิ้นงานหลังการฉีดแก๊สและความลึกซึ่งเกิดจากการยุบตัวของชิ้นงานได้มีการใช้เครื่องมือในการวัดปริมาตรแก๊สและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องสูงขึ้นและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น พร้อมทั้งได้มีการนำสมบัติการไหลของโพลีโพรพิลีนมาอธิบายความหนาตกค้างของผนังชิ้นงานโดยผ่านกลไกการเกิดโฟมบนผนังภายในชิ้นงาน ยิ่งไปกว่านั้นการอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานได้นำความหนาตกค้างของผนังชิ้นงานหลังการฉีดแก๊สแบบมีและไม่มีโฟมมาช่วยในการอธิบายผลการทดลอง

โดยสรุป สมบัติของชิ้นงานที่ต้องการจากการขึ้นรูปนี้ควรประกอบด้วย แก๊สภายในชิ้นงานมีปริมาตรสูงเพื่อลดปริมาณพลาสติกที่ใช้, ผนังชิ้นงานที่ตกค้างหลังการฉีดแก๊สควรมีความหนาสูงเพื่อรักษาความแข็งแรงของชิ้นงาน, ความลึกซึ่งเกิดจากการยุบตัวของชิ้นงานควรมีค่าน้อยเพื่อผิวชิ้นงานที่มีความสวยงาม และชิ้นงานมีความแข็งแรงสูงเพื่อสามารถทนต่อการรับแรงได้มากก่อนเกิดการเสียรูป

179 หน้า ISBN 974-04-4974-3

FACTORS INFLUENCING QUALITY OF GAS-ASSISTED INJECTION-MOULDED POLYPROPYLENE PARTS

YUTTANA KOSITSAGUL 4436298 SCPO/M

M.Sc. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORS : KRISDA SUCHIVA, Ph.D.
WUTTIPONG RUNGSEESANTIVANON, Ph.D.

ABSTRACT

Gas-Assisted Injection Moulding (GAIM) process is a substantially effective process for producing plastic parts having a hollow core. This technique can produce parts with excellent part properties and low cost at the same time. With these advantages, this process is chosen by a lot of product manufacturers throughout the world.

In previous research, the study always focused on the investigation of parts containing straight rod-shaped ribs while the handle part has not been examined at all. The handle parts are one of the important components, which are extensively used in automotive parts and household appliance. For this reason, the study on handle part was made. This thesis not only provided certain principal guidelines to achieve the high quality of handle parts but also proved how poor part-design can influence the part properties.

Seven crucial parameters, consisting of shot size, delay time, gas time, gas-hold time, gas pressure, melt temperature and mould temperature, were investigated. Each parameter influenced on the significant part qualities, including gas volume within the part, Residual Wall Thickness (RWT), sink depth and bending strength, in different aspects. Particularly, gas volume and sink depth are the part-properties that have not been investigated before.

In addition, the more reliable and more accurate methods were implemented to analyze gas volume, RWT and sink depth of the parts. The gas volume testing and image processing were the methods used. Furthermore, the rheological properties of materials were considered as the logical reasons to explicate the mechanism of foam formation affecting RWT. Moreover, RWT without and with foam were used to explain the behavior of part bending strength.

In conclusion, the desirable properties of GAIM parts should include high gas volume, to reduce the use of plastics, high RWT, to maintain part stiffness, low sink depth, to obtain a good surface appearance and high bending strength, to increase ability to withstand bending load.

KEY WORDS: GAS-ASSISTED INJECTION MOULDING /
GAS VLOUME / SINK DEPTH/ BENDING STRENGTH /
RESIDUAL WALL THICKNESS /

179 pp. ISBN 974-04-4974-3