

บทคัดย่อ

ภาชนะพลาสติกบรรจุของเหลวเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งมีแนวโน้มการนำมาใช้งานเพิ่มมากขึ้นทุกๆ ปี บรรจุภัณฑ์ประเภทนี้มีกรรมวิธีการผลิตโดยการเป่าขึ้นรูป (Blow Molding) ที่มีความซับซ้อนในการควบคุมความหนาของภาชนะ และเกิดวัสดุสิ้นเปลืองมาก งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์กระบวนการออกแบบภาชนะบรรจุของเหลวโดยกรรมวิธีวิศวกรรมจากการใช้เทคโนโลยี Computer-Aided Design/Computer-Aided Engineering (CAD/CAE) โดยเน้นขวดหรือกระป๋องพลาสติก (High Density Polyethylene หรือ HDPE) บรรจุน้ำมันเครื่องยานยนต์ ซึ่งมีมาตรฐานการทดสอบความคงทนของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยกระทบต่อการออกแบบภาชนะ ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาพฤติกรรมของขวด และตัวแปรที่มีผลต่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ความเค้นโดยวิธี Finite Element Analysis (FEA) ที่เกิดขึ้นในพลาสติกภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานการทดสอบแรงดัน (Pressure Test) การทดสอบภาระด้านบน (Top Load Test) และการทดสอบการปล่อยตก (Drop Test) จากขวดน้ำมันเครื่องจำนวน 4 ลักษณะรูปทรงที่มีขนาดบรรจุจำนวน 3 ขนาด จาก 0.5 ลิตร ถึง 5 ลิตร โดยเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจากงานวิจัยที่เงื่อนไขตามมาตรฐานการทดสอบอยู่ในช่วง 5.9% ถึง 12.3% เนื่องจากในกระบวนการผลิตโดยการเป่าขึ้นรูปไม่สามารถกำหนดให้มีความหนาผนังที่แน่นอนได้ตรงตามต้องการ ผลการวิเคราะห์จึงเกิดความคลาดเคลื่อนมากกว่าเมื่อนำวิธีการเดียวกันนี้ไปวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกระบวนการอื่น ๆ เช่น จากการฉีดขึ้นรูป (Injection Molding) ที่สามารถควบคุมความหนาได้แม่นยำกว่า การวิจัยนี้ได้สรุปลำดับและกระบวนการการนำ CAD/CAE มาใช้ออกแบบภาชนะบรรจุของเหลวเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบและการผลิตขวด โดยผลจาก FEA ที่ได้สามารถใช้ประกอบการกำหนดน้ำหนักและตั้งปรับเครื่องเป่าให้ได้ความหนาที่ตำแหน่งใดๆ ของผนังขวดที่เป็นจุดอ่อนได้ ผลที่ได้สามารถช่วยลดน้ำหนักขวดจากการออกแบบเกินขนาดได้ โดยประโยชน์สูงสุดขึ้นอยู่กับความละเอียดที่เครื่องเป่าสามารถปรับค่าน้ำหนักและความหนาได้

Abstract

Liquid containers are used in our daily life and industries with increasing demands each year. These liquid containers are produced by Blow Molding method. The process is sophisticated in wall thickness control and created material waste. This research applied engineering methodology in the liquid container designing process using Computer-Aided Design/Computer-Aided Engineering (CAD/CAE). The design emphasized on High Density Polyethylene (HDPE) lubricant oil bottles that required product-testing methods, which influence the design parameter of the product. The research studied containers behavior and investigated factor effect the accuracy of stress analysis using Finite Element Analysis (FEA) under the standard product-testing methods: pressure test, top load test and drop test. The study was made on four lubricant bottle shapes and 3-bottle capacities ranging from 0.5 to 5 liters. The average error at standard testing conditions was found between 5.9% to 12.3%. Since the blow molding process can not control the wall thickness with high precision, results are less accuracy than other processing methods which produce precise dimension such as the injection molding. This research concluded with a step by step summarized the procedure on using CAD/CAE, as a guide for the liquid container design process. The mass calculated from FEA can use as a preliminary for setting the blow molding machine, as well as the parison control for the wall thickness in the weak area, making less time for fine tune the machine. The result showed the mass reduction gained from over design using these designing processes. The best benefit also depended on the machine's resolutions in mass and thickness control.