



รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาวัสดุและการออกแบบอุปกรณ์รองส้นเท้าเพื่อลดความดันในส้นเท้า
Materials Development and Design of Heel Cushion for Reducing
Plantar Heel Pressure

คณะผู้จัดทำ

ผศ.ดร. วิริยะ ทองเรือง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุของอุปกรณ์รองสันเท้าที่ทำจากยางธรรมชาติและออกแบบอุปกรณ์รองสันเท้าให้สามารถลดและกระจายความดันในสันเท้าให้ใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อสันเท้ามนุษย์ปกติ วิธีการศึกษาวิจัยประกอบด้วยสองส่วนคือ การพัฒนาวัสดุและการออกแบบอุปกรณ์รองสันเท้าและทดสอบเปรียบเทียบสมบัติของอุปกรณ์รองสันเท้าต้นแบบกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่าย สำหรับการพัฒนาวัสดุได้ดำเนินการพัฒนาสมบัติยางธรรมชาติโดยศึกษาผลการใช้สารย่อยยางและน้ำมันร่วมกับสารเคมีที่ใช้ในระบบการวัลคาไนซ์ด้วยกัมมะถัน พบว่าการผสมยางกับสารย่อยยางและน้ำมันในสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับระบบการวัลคาไนซ์ดังกล่าวส่งผลต่อสมบัติเชิงกลที่ดีทำให้ค่าความอ่อนตัวของยางลดลง 75-80 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแข็งลดลง 60-90 เปอร์เซ็นต์ ความหนืดลดลง 50-80 เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์การยุบตัวอย่างถาวรอันเนื่องมาจากแรงอัดมีค่า 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้องและมีค่า 10-12 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิบ่มแรง ค่าโมดูลัสการกดที่ความเครียด 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 80-170 kPa และค่าการดูดซับพลังงานสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสมบัติของเนื้อเยื่อสันเท้ามนุษย์ปกติ สำหรับการออกแบบอุปกรณ์รองสันเท้าทดสอบเปรียบเทียบสมบัติของอุปกรณ์รองสันเท้าต้นแบบกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่าย ได้ดำเนินการออกแบบอุปกรณ์รองสันเท้าด้วยโปรแกรมออกแบบรวมถึงวิเคราะห์เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของอุปกรณ์รองสันเท้าต้นแบบที่ทำจากวัสดุที่พัฒนาแล้วข้างต้นด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และอุปกรณ์รองสันเท้าที่มีจำหน่าย พบว่าอุปกรณ์รองสันเท้าที่มีลักษณะของพื้นด้านล่างแบบดับเบิลวอฟเฟิล (double waffle) มีประสิทธิภาพในการลดค่าความดันสัมผัสได้ดีกว่าอุปกรณ์รองสันเท้าที่มีลักษณะของพื้นด้านล่างแบบพื้นเรียบ 59 เปอร์เซ็นต์ และใกล้เคียงกับอุปกรณ์รองสันเท้าที่มีจำหน่ายซึ่งผลิตจากยางสังเคราะห์

ABSTRACT

The material development and design of a heel cushion were studied for reducing plantar heel pressure. Natural rubber was chosen for this study due to its easy modified properties, low cost and high durability compared with the synthetic rubbers. The compounded rubber recipes were developed to meet the required properties similar to the properties of a normal human heel tissue. The peptizer and aromatic oil were mixed with the rubber compounds. The typical vulcanization with sulphur was used to form the cushion pad. The modified rubber recipes gave the decreases of plasticity about 75-80%, hardness about 60-90% and viscosity about 50-80%. Their compression set were about 2% at room temperature and a range of 10-12% at aging temperature. The modulus at 30% strain is about 80-170 kPa. This modified rubber can absorb energy as high as 70%. These results are closed to the properties of the normal heel tissue of human. The graphical design and FEA tools were used to obtain the final model of the prototype and compare the properties with the three commercial cushions. The additional testing methods using the Flexiforce and the Tekscan sensor were also used to compare a contact pressure of the prototype and the commercial cushions. It was found that the unique “double waffle pattern” of the prototype drastically reduces the contact pressure in the specific target area about 59% compared with the plain pad without the waffle pattern. In addition, the prototype heel cushion can effectively reduce plantar heel pressure similar to other commercial heel cushions.