

## บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์ยางฟองคือผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากยางธรรมชาติชนิด STR 5L ที่เติมสารเพิ่มฟอง (Foaming agent) ชนิดโซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ ) หรือ N, N'-dinitrosopentamethylene tetramine (DNPT) ปริมาณ 5 phr แล้วเติมเติมสารตัวเติม (filler) แคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) จากเปลือกไข่ไก่บดละเอียดขนาดอนุภาคเฉลี่ย 288.32 ไมครอน เปรียบเทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนตเกรดการค้าขนาดอนุภาคเฉลี่ย 20.50 ไมครอน สัดส่วนโดยน้ำหนักของสารตัวเติม 0, 20, 40, 60 phr โดยกระบวนการผสมแบบสองลูกกลิ้ง Two roll mill แล้วอัดขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ยางฟองที่ใช้ DNPT เป็นสารเพิ่มฟองและเติมเติมเปลือกไข่บดละเอียดจำนวน 60 phr มีสมบัติที่ดี ดังนี้ ค่าการเชื่อมขวางโมเลกุล (Crosslink density), ค่าความจุความร้อน (Specific heat capacity), ค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity), ค่าความหนาแน่นผลิตภัณฑ์ (Bulk density) และความหนาแน่นสัมพัทธ์ของผลิตภัณฑ์ยางฟอง (Relative foam density) ได้ค่าดังต่อไปนี้  $3.7313 \times 10^{-5}$  โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร, 5.77 กิโลจูลต่อกิโลกรัม.องศาเซลเซียส, 0.50 วัตต์ต่อเมตร.องศาเซลเซียส,  $0.1699 \pm 0.002$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ 0.1847 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องกำลังขยายสูง (SEM) และองค์ประกอบทางเฟสด้วยเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน (XRD) พบโครงสร้างประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูพรุนเปิด (Open cell) และรูพรุนปิด (Closed cell) ลักษณะเป็นโครงสร้างแบบกึ่งผลึก (Semi-crystalline) ตามลำดับ

**คำสำคัญ** ฟองยาง เปลือกไข่ สารเพิ่มฟอง ความหนาแน่นโครงสร้าง

### Abstract

Sponge rubber is a product made from natural rubber type STR 5L with 5.0 phr foaming agents (sodium bicarbonate,  $\text{NaHCO}_3$ , and N, N'-dinitrosopentamethylene tetramine (DNPT) added calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) filler. The calcium carbonate prepared from ground hen eggshells has average particle size 288.32  $\mu\text{m}$  and from commercial grade has average particle size 20.50  $\mu\text{m}$  by adding 0, 20, 40, and 60 phr, respectively into sponge rubber. Sponge rubber samples vulcanized at 120°C by two roll mill for testing the compression set. Adding 5.0 phr DNPT foaming agent and 60 phr ground hen eggshells into natural rubber have good properties: crosslink density, specific heat capacity, thermal conductivity, bulk density, and relative foam density equal to  $3.7313 \times 10^{-5} \text{ mol/cm}^3$ , 5.77 KJ/Kg.°C, 0.50 W/m.°C,  $0.1699 \pm 0.002 \text{ g/cm}^3$ , and 0.1847, respectively. Furthermore, the study of microstructure by SEM and phase composition by XRD found sponge rubber composed of open cells and closed cells, and semi-crystalline structure, respectively.

**Keywords** Sponge rubber; Eggshell; Foaming agent; Bulk density