

**THE DYNAMIC BEHAVIOUR OF OIL-SWOLLEN EPDM  
RUBBER UNDER PRE-STRAIN**

**CHUMPOL TREEPETCH**

**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**

**2007**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

การศึกษาสมบัติทางพลศาสตร์ของยางอีพดีเอ็มที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบภายใต้สภาวะการดึงยืด  
(THE DYNAMIC BEHAVIOUR OF OIL -SWOLLEN EPDM RUBBER  
UNDER PRE-STRAIN)

ชุมพล ศรีเพ็ชร 4737769 SCPO/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ชูเดช ดีประเสริฐกุล, Ph.D. (MATERIAL), ชاکริต สิริสิงห,  
Ph.D. (POLYMER TECHNOLOGY), กนกทิพย์ บุญเกิด, Ph.D. (MATERIAL  
SCIENCE)

### บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมการผลิตพอลิเมอร์ยางสังเคราะห์ได้มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางและมีปริมาณการใช้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากยางสังเคราะห์ช่วยนำไปใช้ในการผลิต ซีล, โอริง, และท่อต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ส่วนมากผลิตจากยางอีพดีเอ็ม และอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ถูกใช้ในเครื่องยนต์ซึ่งสามารถสัมผัสกับน้ำมัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาอิทธิพลของน้ำมันต่อสมบัติทางพลศาสตร์ของยางอีพดีเอ็มภายใต้แรงดึงยืด

เทคนิคที่ใช้ในการศึกษาสมบัติทางพลศาสตร์มี 2 เทคนิคคือ เทคนิคการสั่นโดยอิสระและเทคนิคการสั่นโดยใช้แรง ซึ่งการศึกษาส่วนแรกในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาและเปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาสมบัติทางพลศาสตร์มี 2 เทคนิคนี้ ผลการทดลองที่ได้พบว่าทั้งสมบัติทางพลศาสตร์ที่ศึกษาจาก 2 เทคนิคมีค่าใกล้เคียงกันที่สภาวะการดึงยืดต่ำๆที่ค่าความถี่ในการสั่นที่เหมาะสม

ส่วนที่สองเป็นการศึกษาการศึกษาสมบัติทางพลศาสตร์เทคนิคการสั่นโดยใช้แรงของยางอีพดีเอ็มที่มีการเติมเขม่าดำและไม่มีการเติมเขม่าดำโดยมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบภายใต้แรงดึงยืด จากการศึกษพบว่าเมื่อมีการยืดของยางอีพดีเอ็มมีการเพิ่มขึ้นของสมบัติทางพลศาสตร์ เป็นผลอันเนื่องมาจากการเรียงตัวของสายโซ่ของยางตามแนวแรงดึงยืด และเมื่อมีการซึมผ่านของน้ำมันพาราฟินิกเข้าไปในยางอีพดีเอ็ม ว่ามีการลดลงของสมบัติทางพลศาสตร์ของยางอีพดีเอ็ม เนื่องจากน้ำมันส่งผลให้ความหนืดภายในยางลดลง รวมถึงการลดลงของปริมาณ เขม่าดำเมื่อเทียบกับปริมาตรทั้งหมดหลังจากการบวมตัวของยาง และเมื่อมีการดึงยืมน้ำมันยังทำให้แรงยืดเหนียวทางกายภาพระหว่างยางกับยาง ยางกับเขม่าดำ และเขม่าดำกับเขม่าดำอ่อนแรงลง โดยที่ไม่สามารถส่งผลต่อแรงยืดเหนียวทางเคมี ซึ่งทำการศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวของเขม่าดำสำหรับการศึกษาแรงยืดเหนียวทางกายภาพและการเติมซิลิกาเพื่อเพิ่มแรงยืดเหนียวทางเคมี นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสมบัติทางพลศาสตร์โดยมีการเปลี่ยนแปลงสารที่ใช้ในการเชื่อมโยงจากกำมะถันเป็นเปอร์ออกไซด์ซึ่งน้ำมันก็ส่งผลต่อแรงยืดเหนียวทางกายภาพระหว่างยางกับยาง ยางกับเขม่าดำ และเขม่าดำกับเขม่าดำเช่นเดียวกับการเชื่อมโยงยางโดยใช้กำมะถัน

THE DYNAMIC BEHAVIOUR OF OIL -SWOLLEN EPDM RUBBER  
UNDER PRE-STRAIN

CHUMPOL TREEPETCH 4737769 SCPO/M

M.Sc. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORS: CHUDEJ DEEPRASERTKUL, Ph.D. (MATERIALS),  
CHAKRIT SIRISINHA, Ph.D. (POLYMER TECHNOLOGY), KANOKTIP  
BOONKERD (MATERIAL SCIENCE)

ABSTRACT

Synthetic rubbers are most widely used and fastest growing in the industry. In many applications such as automotive weather-stripping and seals, glass-run channel and rubber mechanical goods, plastic impact modification, thermoplastic vulcanizates and motor oil additive. The component of automotive weather-stripping, seals and cable line can be produced by ethylene-propylene rubber (EPDM). Moreover, in some application such as seals, o-ring used in the engine and contaminate with oil. The aim of this thesis studies effect of oil on dynamic properties of EPDM rubber under pre-strain.

At first in this study, the comparison of the dynamic mechanical techniques between dynamic mechanical analyzer (DMA) and oscillating beam were investigated. Both dynamic storage and loss moduli for a range of rubber compounds over a range of specified tensile pre-strains were investigated. It was observed that the dynamic storage modulus and the dynamic loss modulus from these two techniques were quite similar at low strain and at a specific frequency. The dynamic mechanical properties of unfilled EPDM rubber compounds without liquid oil were independent of the static pre-strain at low extensions but the dynamic storage and dynamic loss moduli was increased at the high static pre-strain.

In second part, the dynamic behaviour of swollen carbon black filled EPDM rubber as a function of pre-strain was studied. The compounds containing various content of reinforcing carbon black and oil were employed to study the dynamic behaviour. It was found that the dynamic storage modulus and the dynamic loss modulus of unfilled EPDM and carbon black filled EPDM increased with increasing the static strain. Furthermore, the different amounts of oil were swollen into the filled rubber compounds to investigate their effect on the dynamic mechanical properties. The dynamic storage and loss moduli were decreased with increasing level of oil incorporated in the EPDM rubber compounds. Furthermore, the effect of type of interaction between rubber and filler, physical and chemical interaction, on the dynamic behaviour was studied by varied carbon black surface area for physical entanglement and incorporating silica for chemical interaction. The decrease in dynamic behaviour can be explained by the softening of elastomer, and the dilution filler volume fraction. The most of the carbon black-rubber interaction is physical interaction and this interaction was easier to break down under dynamic force in the present of oil. It was also found that oil had the same effect on the dynamic behaviour though the vulcanizing system was changed.

KEY WORDS: DYNAMIC BEHAVIOUR / FREE VIBRATION / FORCE  
VIBRATION / EPDM RUBBER

137 pp.