

**DYNAMIC VULCANIZATION OF EPOXIDIZED NATURAL RUBBER  
AND FLUOROPLASTIC**



Tharinee Thamronglerdrit

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University  
in Academic Partnership with  
The University of Michigan, The University of Oklahoma,  
and Case Western Reserve University

2012

I28374344


**Thesis Title:** Dynamic Vulcanization of ENR and Fluoroplastic  
**By:** Tharinee Thamronglerdrit  
**Program:** Polymer Science  
**Thesis Advisor:** Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan


---


Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

  
..... College Dean  
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

**Thesis Committee:**

  
.....  
(Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan)

  
.....  
(Asst. Prof. Chanchai Thongpin)

  
.....  
(Asst. Prof. Marit Nithitanakul)

## ABSTRACT

5372031063: Polymer Science Program  
Tharinee Thamronglerdrit: Dynamic Vulcanization of Epoxidized Natural Rubber (ENR) and Fluoroplastic.  
Thesis Advisor: Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan 175 pp.  
Keywords: Dynamic vulcanization/ Thermoplastic vulcanizate (TPV)/ Epoxidized Natural Rubber (ENR)/ Nitrile Butadiene Rubber (NBR)/ Poly(vinylidene difluorine) (PVDF)/ Poly(lactic acid) (PLA)/ 2,5-Bis(tert-butylperoxy)-2,5-dimethylhexane (DBPH)/ Organoclay

This study is purposed to develop a thermoplastic vulcanizate (TPV) via dynamic vulcanization made of ENR and poly(vinylidene fluoride) (PVDF). Rubber parts were mixed at room temperature by using two roll mill, fed in twin screw extruder with thermoplastic parts to occur dynamic vulcanization and then compressed in compression molding. This research was emphasized on the contents of ENR (50, 60 and 70 wt%), PVDF, DBPH as curing agent (3, 5 and 7 phr) and organoclay (3, 5, 7 and 10 phr) including the addition of PLA at fixed 10 wt% that affect on the properties of the dynamic blends in comparison to the ternary ones (the blends among ENR, PVDF and PLA). The ENR/PVDF was compared to acrylonitrile butadiene rubber (NBR)/PVDF at fixed composition (rubber/plastic/DBPH: 50/50/5) for studying the difference between synthetic and natural rubber. The results showed that dynamic vulcanization and increase of thermoplastic and DBPH contents have enhanced the mechanical properties (tensile and tear strength and hardness) and oil swelling resistance. Barrier properties increased with respect to organoclay contents. After aging at 100 °C for 22 h in air oven, mechanical properties and oil swelling resistance increased.

## บทคัดย่อ

ธาริณี ชำรงเลิศฤทธิ์ : การคงรูปเชิงพลวัตระหว่างยางธรรมชาติอีพอกไซด์และพลาสติก  
ฟลูออรีน (Dynamic Vulcanization of Epoxidized Natural Rubber and Fluoroplastic) อ.  
ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. รัตนาวรรณ มกรพันธุ์ 175 หน้า

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาวัสดุเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์เซท โดยเทคนิคการคงรูปเชิงพลวัตระหว่างยางธรรมชาติอีพอกไซด์และพอลิไวนิลิดีนไคฟลูออไรด์ ทำการผสมส่วนของยางที่อุณหภูมิห้องโดยใช้เครื่องรีดแบบสองลูกกลิ้ง จากนั้นนำเข้าเครื่องหลอมชนิดเกลียวคู่พร้อมกับส่วนของพลาสติกเพื่อทำการผสมและคงรูป และนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาปริมาณของยางธรรมชาติอีพอกไซด์ (ร้อยละ 50, 60 และ 70), พอลิไวนิลิดีนไคฟลูออไรด์, สารคงรูปชนิด DBPH (3, 5 และ 7 phr), ออกาโนเคลย์ (3, 5, 7 และ 10 phr) และพอลิแลคติกแอซิดร้อยละ 10 เพื่อศึกษาสมบัติต่างๆและเปรียบเทียบระหว่างการผสมแบบพลวัตและการผสมแบบธรรมดา นอกจากนี้ทำการเปรียบเทียบยางธรรมชาติอีพอกไซด์กับยางสังเคราะห์ชนิด NBR โดยกำหนดสัดส่วน rubber/plastic/DBPH เท่ากับ 50/50/5 ผลการศึกษาพบว่าการคงรูปเชิงพลวัตและการเพิ่มปริมาณพลาสติกและสารคงรูป ช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกลและสมบัติการต้านทานต่อการบวมพองในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ เมื่อเพิ่มปริมาณออกาโนเคลย์ช่วยให้สมบัติการสกัดกั้นการซึมผ่านของน้ำมันดีเซลที่อุณหภูมิห้องและ 100 องศาเซลเซียส ภายหลังจากบ่มแรงที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 22 ชั่วโมง พบว่าสมบัติเชิงกลและสมบัติการต้านทานต่อการบวมพองในน้ำมันดีเซลขึ้น

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank you following assistance and support individually;

First of all, I am grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College, and by the Center of Excellence on Petrochemical, and Materials Technology, Thailand.

The author would like to appreciate to her advisor Assoc. Prof. Rathanawan Magaraphan, The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University for her help and support, valuable knowledges and suggestions and kind considerations.

The author would like to thank Asst. Prof. Chanchai Thongpin and Asst. Prof. Manit Nithitanakul for being the thesis committee, giving kindness, useful suggestions and proof-reading and correction this thesis book.

This work was granted by National Research Council of Thailand (NRCT), the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University and National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals and Advanced Materials.

Finally, the author would like to thank all of her friends, seniors and staffs in this college for their kindness, assistance and support including her family.

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย