

## บทคัดย่อ

**รหัสโครงการ :** MRG5580101  
**ชื่อโครงการ :** การพัฒนาวัสดุประกอบแต่งพอลิเบนซอกซาซีนดัดแปรด้วยอนุภาคยางระดับนาโนเมตร สำหรับวัสดุต้านทานการสึกหรอ  
**ชื่อนักวิจัย :** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันจิรา จับศิลป์  
 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
 โทรศัพท์ 02-649-5000 ต่อ 22119, 092-025-0820  
**E-mail Address:** chanchira@g.swu.ac.th  
**ระยะเวลาโครงการ :** 2 กรกฎาคม 2555 ถึง 1 กรกฎาคม 2557

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของปริมาณยางเหลวชนิดอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์ต่อสมบัติต่างๆ ของพอลิเบนซอกซาซีนโคพอลิเมอร์และพอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิต สำหรับระบบยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์-พอลิเบนซอกซาซีนโคพอลิเมอร์ เวลาในการเกิดเจลและอุณหภูมิการบ่มของเบนซอกซาซีนเรซินจะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์เพิ่มขึ้น อีกทั้งการเติมยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์ที่ปริมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในพอลิเบนซอกซาซีน ส่งผลให้สมบัติการเสียดทาน เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การเสียดทานและอัตราการสูญเสียมวลจำเพาะของพอลิเบนซอกซาซีนลดลง นอกจากนี้การเติมยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์ที่ปริมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ส่งผลให้พอลิเบนซอกซาซีนโคพอลิเมอร์มีค่าสตรอมบอดูลัสและอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วที่คงที่ ในขณะที่พอลิเบนซอกซาซีนช่วยให้พอลิเบนซอกซาซีนโคพอลิเมอร์มีความเสถียรทางความร้อนที่ดี สำหรับวัสดุยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์-พอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิต พบว่า การเติมยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์ในพอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิต ส่งผลให้ชิ้นงานคอมพอสิตมีสมบัติการเสียดทานและสมบัติทางกลที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับสมบัติการเสียดทานและสมบัติทางกลของพอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิตที่ไม่ได้ทำการดัดแปรด้วยยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์ ซึ่งการเติมยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในพอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิต ส่งผลให้ชิ้นงานพอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิตมีค่าสัมประสิทธิ์การเสียดทานลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่าเท่ากับ 0.15 ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การเสียดทานของพอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิตที่ไม่ได้ทำการดัดแปรมีค่าเท่ากับ 0.28 นอกจากนี้กลไกการขัดสีของชิ้นงานยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์-พอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิตสามารถสังเกตได้จากพื้นผิวของชิ้นงานที่ผ่านการขัดสี ดังนั้นวัสดุพอลิเบนซอกซาซีนคอมพอสิตที่ดัดแปรด้วยยางเหลวอะมีนเทอร์มินेटเทตบิวทาไดอิน-อะไครโลไนไตรล์ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่ต้องการค่าสัมประสิทธิ์การเสียดทานค่อนข้างต่ำ ความต้านทานต่อการขัดสีได้ดี และค่ามอดูลัสและความเสถียรทางความร้อนที่ดี

**คำหลัก :** ยาง การขัดสี การหล่อขึ้น โคพอลิเมอร์ คอมพอสิต เทอร์โมเซต

## Abstract

---

**Project Code :** MRG5580101  
**Project Title :** Development of nano powdered rubber-modified polybenzoxazine composites for friction materials  
**Investigator :** Asst. Prof. Dr. Chanchira Jubsilp  
Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering  
Srinakharinwirot University  
**E-mail Address :** chanchira@g.swu.ac.th, chanchira@swu.ac.th  
**Project Period :** 2 July 2012 to 1 July 2014

Effects of amine terminated butadiene–acrylonitrile (ATBN) on properties of bisphenol-A/aniline based polybenzoxazine (PBA-a) and their composites were investigated. ATBN systematically decreased gel time and lowered curing temperature of the benzoxazine resin (BA-a). The inclusion of the ATBN at 5wt% was found to decrease friction coefficient and improve wear resistance of the obtained PBA-a/ATBN copolymers. Storage modulus and glass transition temperature of the PBA-a was maintained with an addition of the ATBN in the range of 1-5% by weight. An increase of the PBA-a content can impart thermal stability of the copolymers. The PBA-a/ATBN-based self-lubricating composites were observed to provide substantial enhancement in their tribological properties, i.e. friction coefficient (0.36 for 5wt% ATBN modified polybenzoxazine and 0.38 for polybenzoxazine) and mechanical properties. The plausible wear mechanism of the composites was also investigated based on their worn surface morphology. The obtained PBA-a/ATBN self-lubricating composites are highly attractive for bearing material applications that require low friction coefficient, high wear resistance, and high modulus with good thermal stability.

**Keywords:** rubber; friction; lubrication; copolymers; composites; thermosets