

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5880145

ชื่อโครงการ: การสังเคราะห์สารเคลือบที่มีสมบัติกันการเกาะติดของน้ำยางพาราโดยเทคนิคการแยกชั้นด้วยตัวเองของสารเคลือบที่ประกอบด้วยคอลลอยด์อนุภาคนาโนในพอลิเมอร์

ชื่อนักวิจัย: ดร.ฉลองรัฐ แดงงาม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อีเมล : chalongrat.d@psu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 1 กรกฎาคม 2558 ถึง 30 มิถุนายน 2560

การเกาะติดพื้นผิวของน้ำยางพาราทำให้เกิดการสูญเสียเป็นปริมาณมหาศาลทั้งทางด้านวัตถุดิบและแรงงาน โครงการวิจัยนี้จึงศึกษาปัจจัยที่มีผลให้พื้นผิวเกิดสมบัติกันการเกาะติดของน้ำยางอย่างยั่งยืนตลอดทั้งในเชิงทฤษฎีและการทดลอง จากแบบจำลองพบว่าพื้นผิวจำเป็นประกอบด้วยความขรุขระจำนวนมากกว่าสามระดับชั้นจึงสามารถกันการเกาะติดของน้ำยางพาราที่มีแรงดึงผิวต่ำและมีฮิสเตอร์เรซิสของการยึดเกาะ (adhesion hysteresis) สูงได้ การสังเคราะห์ความขรุขระลักษณะนี้เริ่มต้นจากอนุภาคซิลิกาแบบทุติยภูมิทำปฏิกิริยากับสารตระกูล fluoroalkylsilane ในรูปคอลลอยด์ ซึ่งชักนำให้เกิดโครงสร้างโอลิโกเมอร์ของไซลิกเซน (siloxane oligomer) ยึดเกาะระหว่างอนุภาคทุติยภูมิจนกลายเป็นอนุภาคตติยภูมิที่มีความขรุขระในสามระดับหรือมากกว่า อีกทั้งยังส่งผลให้พลังงานพื้นผิวของอนุภาคต่ำลงเนื่องจากหมู่ fluoroalkyl จากนั้นนำอนุภาคซิลิกามาผสมกับพอลิเมอร์เพื่อเพิ่มการยึดเกาะพื้นผิว และได้อาศัยแบบจำลองทำการศึกษาการแยกเฟสของอนุภาคซิลิกาเพื่อให้อยู่บนชั้นพอลิเมอร์ โดยพิจารณาจากสมการเคลื่อนที่ของอนุภาค (transport) แบบการแพร่ (diffusion) และการพา (convection) ในตัวกลางที่กำลังระเหย พบว่าต้องอาศัยอัตราการระเหยที่เร็วในตอนแรกเพื่อให้เกิดการกักขัง (trap) อนุภาคที่ผิวฟิล์ม และจำเป็นต้องลดอัตราการระเหยลงในช่วงหลังเพื่อให้พอลิเมอร์จับตัวกันโดยไม่แตก ซึ่งในทางปฏิบัติสามารถควบคุมได้จากการใช้ตัวทำละลายผสม ส่งผลให้ทำให้พื้นผิวที่สังเคราะห์ได้มีความขรุขระประมาณ 3-4 ระดับ นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ธาตุพบปริมาณของธาตุ Si มีแนวโน้มสูงขึ้นที่ผิวและในทางกลับกันพบว่าธาตุ C มีปริมาณสูงที่รอยต่อ แสดงให้เห็นการแยกชั้นโดยมีพอลิเมอร์อยู่ด้านล่างและมีอนุภาคขรุขระของซิลิกากระจายตัวอยู่ด้านบน ทำให้พื้นผิวมีสมบัติในการกันน้ำยางพาราอย่างยั่งยืน โดยให้มุมสัมผัสสูงกว่า 160° และให้มุมกลิ้งต่ำกว่า 3° ทำให้ปรากฏการณ์น้ำกลิ้งบนใบบัวเกิดขึ้นกับน้ำยางพารา

คำหลัก: พื้นผิวกันการเกาะติดของน้ำยาง, ความขรุขระหลายระดับชั้น, การแยกเฟสด้วยตัวเอง, คอลลอยด์ของอนุภาคนาโน

Abstract

Project Code: TRG5880145

Project Title: Fabrication of latex-repellent coating via self- stratification of nanoparticles dispersion in polymer

Investigator: Dr.Chalongrat Daengngam Prince of Songkla University

E-mail Address : chalongrat.d@psu.ac.th

Project Period: 1 July 2015 ถึง 30 June 2017

Strong adhesion property of natural latex causes tremendous losses of raw material and labor costs. This research project therefore investigated theoretically and experimentally the required parameters to render surface latex-repellent properties. From mathematical model, surface composed of roughness more than three length scales plays a key role to accomplish anti-adhesion against natural latex even with low surface tension and high adhesion hysteresis. The fabrications of such multiscale roughness employ secondary silica particles chemically reacted with fluoroalkylsilane precursor in colloid form, that induces siloxane oligomer network to attach those particles and from tertiary particles with three levels of roughness or higher. Moreover, the exterior fluoroalkyl moieties significantly lower the particles' surface energy. The colloidal particles were mixed with polymer binders to improve their adhesion to surface. Another model was employed to study self-stratification of the silica particles in polymer solution by considering their diffusion and convection transports, simultaneously taking place during film evaporation. The model suggests that fast evaporation rate is required for promoting particle surface trap and the reduced rate is later needed for polymer coagulation without crack. Practically, the evaporation rate profile can be tuned using mixed solvents. The resulting coated surface exhibits roughness of 3-4 levels. The elemental analyses show the increase of Si toward the film surface, whereas the C trend is reverse, indicating high concentration of polymer near the interface awhile silica particles tend to accumulate near the surface top. These surface features lead to highly effective latex repellency with apparent contact angle greater than 160 and roll-off angle smaller than 3, enabling lotus effect to occur with natural latex liquid.

Keywords: latex-repellent surface, multiscale roughness, self-stratification, colloidal nanoparticles