

ผลของกาวพอลิยูรีเทนต่อสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์ และหนังสังเคราะห์

THE EFFECT OF POLYURETHANE ADHESIVE FOR ADHESION PROPERTY OF VULCANIZED RUBBER AND SYNTHETIC LEATHER

ตะวัน ไบว์พัฒนากุล, อรสา ภัทรโพนุลย์ชัย

สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมกาวพอลิยูรีเทนจากยางธรรมชาติอีพอกไซด์เหลวออกซิไดซ์ (OLENR) โดยแปรสัดส่วนโมลระหว่างยาง OLENR กับไดไอโซไซยานาต ชนิด 4,4' เมธิลีนบีส (ฟีนิลไอโซไซยานาต, pMDI) ที่สัดส่วนต่างๆ ซึ่งจากการศึกษาสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์กับหนังสังเคราะห์ชนิด PVC ตลอดทั้ง PU โดยการทดสอบแบบลอก (peel test) ด้วยมุม 180 องศา พบว่าการใช้กาวพอลิยูรีเทนที่สัดส่วนโมลระหว่างยาง OLENR กับไดไอโซไซยานาตเท่ากับ 1.50:1.0 ร่วมกับการปรับผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ จะให้สมบัติการยึดติดที่ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับหนังสังเคราะห์ชนิด PVC และให้การยึดติดกับหนังชนิด PU ที่สูงกว่า กาวพอลิยูรีเทนทางการค้า สำหรับผลของการปรับผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ด้วยสารละลายกรดไตรคลอโรไอโซไซยานูริกในเอทิลอะซิเตต จะให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดที่ใกล้เคียงกับสารรองพื้นทางการค้า (Dongsung primer) ที่ความเข้มข้นเดียวกัน

Abstract

Polyurethane adhesive was prepared from the reaction between the oxidized liquid epoxidized natural rubber (OLENR) with polymeric 4,4'-methylenediphenyl diisocyanate (pMDI) at various mole ratio of NCO/OH. The adhesion between vulcanized rubber and synthetic leathers including of PVC and PU was measured by mean of 180° peel test. The result shown that polyurethane adhesive at 1.5:1.0 mol/mol in the presence of surface treatment has excellence peel strength especially with PVC synthetic leathers. This synthesized adhesive also provided higher peel strength in PU synthetic leather than commercial polyurethane adhesive. Moreover, peel strength of vulcanized rubber treated surface with trichloroisocyanuric acid in ethyl acetate was closely to commercial primer, Dongsung at the same concentration.

Key words: oxidized liquid epoxidized natural rubber, peel strength, synthetic leather, surface treatment and polyurethane adhesive

1. บทนำ

ยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติเชิงกลที่ดีและราคาถูก ตลอดจนสามารถดัดแปรโครงสร้างโมเลกุลให้มีความเป็นขี้ผึ้งได้ ปัจจุบันได้มีการศึกษาสมบัติการยึดติดของกาวน้ำยางธรรมชาติดัดแปรกับวัสดุชนิดต่างๆ กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ การนำกาวน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซด์มายึดติดกับวัสดุจำพวกไม้ [1] Poh และ Lim ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ยางธรรมชาติอีพอกไซด์ที่มีปริมาณหมู่อีพอกไซด์ 25 และ 50 % mol (ENR 25 และ ENR 50) ร่วมกับยางธรรมชาติ เพื่อปรับปรุงสมบัติการยึดติดระหว่างแผ่นฟิล์ม PET กับกระดาษ [2] แต่สมบัติการยึดติดยังคงต่ำเมื่อเทียบกับกาวทางการค้า ดังนั้น หากนำยางธรรมชาติมาดัดแปรโครงสร้างโมเลกุลให้มีขี้ผึ้งเกิดขึ้น โดยการนำยางธรรมชาติมาทำปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน และลดน้ำหนักโมเลกุล โดยใช้สารในการตัดสายโซ่โมเลกุล เพื่อเพิ่มความเป็นขี้ผึ้งให้มากขึ้น จากนั้นนำมาทำปฏิกิริยากับไดไอโซไซยานาต เพื่อเตรียมเป็นกาวพอลิยูรีเทน และนำมาประยุกต์ใช้สำหรับยึดติดระหว่างวัสดุต่างๆ กับวัสดุที่มีขี้ผึ้ง ดังเช่น ยางวัลคาไนซ์และหนังสังเคราะห์ประเภท PVC และ PU ซึ่งมักใช้กาวพอลิยูรีเทนทางการค้าที่มีราคาแพงเป็นตัวติดประสาน [3] งานวิจัยนี้จึงได้ทำการเตรียมและศึกษาผลของการใช้กาวพอลิยูรีเทนที่เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างยางธรรมชาติอีพอกไซด์เหลวออกซิไดซ์กับไดไอโซไซยานาต ต่อสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์และหนังสังเคราะห์ชนิด PVC และ PU โดยเปรียบเทียบกับกาวพอลิยูรีเทนทางการค้า โดยคาดว่าจะใช้ทดแทนกันได้

2. วัตถุประสงค์

ศึกษาการเตรียมและผลของการใช้กาวพอลิยูรีเทนที่เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซด์เหลวออกซิไดซ์ (OLENR) กับไดไอโซไซยา

นาต ชนิด 4,4' เมทิลีนบิส (ฟีนิลไอโซไซยานาต, pMDI) ต่อสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์กับหนังสังเคราะห์ชนิด PVC และ PU โดยเปรียบเทียบกับกาวพอลิยูรีเทนทางการค้า

3. วิธีวิจัย

3.1 วัสดุและสารเคมี

น้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง ผลิตโดยบริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางชั้น จำกัด เป็นน้ำยางที่ใช้ในการเตรียมน้ำยาง OLENR สำหรับสังเคราะห์กาวพอลิยูรีเทน สารอีพอกซิไดซ์ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 50% (ผลิตโดยบริษัท Riede-de Haen ประเทศเยอรมัน) ร่วมกับกรดฟอร์มิก (ผลิตโดยบริษัท Riede-de Haen ประเทศเยอรมัน) ส่วนสารลดน้ำหนักโมเลกุลไซครดเพอร์ไอโอดิก (ผลิตโดยบริษัท Fluka ประเทศสวิตเซอร์แลนด์) สำหรับไดไอโซไซยานาต ชนิด 4,4' เมทิลีนบิส (ฟีนิลไอโซไซยานาต, pMDI) ที่ใช้สำหรับสังเคราะห์กาวพอลิยูรีเทน และกาวทางการค้า ได้แก่ กาวพอลิยูรีเทน ที่เตรียมจากไอโซไซยานาต (RF-41) ร่วมกับพอลิออล (WS-18N) จำหน่ายโดยบริษัท Dongsung NSC (Thailand) Co., Ltd. สำหรับสารรองพื้นที่ใช้เตรียมผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ในงานวิจัยนี้ได้แก่ สารรองพื้นทางการค้า Dongsung primer จำหน่ายโดยบริษัท Dongsung NSC (Thailand) Ltd. และสารละลายกรดไตรคลอโรไอโซไซยานูริก ในเอธิลอะซิเตต (ผลิตโดยบริษัท Merck Co. Ltd.)

3.2 การเตรียมน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซด์เหลวออกซิไดซ์ (OLENR)

นำน้ำยางธรรมชาติ (NR latex) ที่มีความเข้มข้น 30 % DRC ซึ่งทำให้มีเสถียรภาพ โดยใช้เทอร์ริกจำนวน 4% โดยน้ำหนักของเนื้อยางแห้ง พร้อมทั้งควบคุมอุณหภูมิของปฏิกิริยาที่ 50 °C หลังจากนั้นมาทำปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน โดยใช้กรดฟอร์มิกจำนวน 25 % ต่อโมลของเนื้อยางแห้ง ร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

(H₂O₂) จำนวน 30% ต่อโมลของเนื้อยางแห้ง ซึ่งปริมาณสารที่ใช้แสดงดังตารางที่ 1 ปั่นกวนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยานำน้ำยางที่เตรียมได้จากขั้นตอนข้างต้นมาตามจำนวนที่ต้องการมาทำการเติมสารรักษาเสถียรสภาพน้ำยาง โดยใช้เทอร์ริกจำนวน 3 % โดยน้ำหนักของเนื้อยางแห้ง และเติมกรดเพอร์ไอโอดิก (H₅IO₆) จำนวน 10% ต่อโมลเนื้อยางแห้ง พร้อมทั้งกวนอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา จะได้เป็นน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซดัลเหลว (LENR) ต่อมา นำน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซดัลเหลวที่เตรียมได้มา

เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 10% DRC และควบคุมอุณหภูมิของปฏิกิริยาที่ 65 °C เติม H₂O₂ จำนวน 2 เท่า โดยโมลต่อโมลของเนื้อยางแห้งลงไปอย่างช้าๆ ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 15 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา นำน้ำยางบางส่วนมาตกตะกอนด้วยเมทานอล และล้างด้วยน้ำกลั่น จากนั้นแช่ในสารละลาย Na₂CO₃ เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำกลั่นจนเป็นกลาง ทำการอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 °C และนำไปวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุลด้วยเทคนิค FT-IR และ ¹H-NMR

ตารางที่ 1 ปริมาณสารเคมีที่ใช้เตรียมน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซดัลเหลวออกซิไดซ์ (OLENR)

สารเคมี	น้ำหนัก (กรัม)
NR latex	113
10% w/v Terric	68
50% wt Hydrogen peroxide	65
98% wt Formic acid	17
10% w/v H ₅ IO ₆	68
Distilled water	180

3.3 ศึกษาผลของการแปรปริมาณโมลระหว่างยาง OLENR กับ ไดไอโซไซยานเตที่สังเคราะห์จากพอลิยูรีเทนต่อสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์กับหนังสังเคราะห์ชนิด PVC และ PU

ทำการเตรียมน้ำยางพอลิยูรีเทนที่แปรปริมาณโมลระหว่างยาง OLENR กับ ไดไอโซไซยานเต ชนิด 4,4'

เมริลีนบีส (ฟีนิลไอโซไซยานเต, pMDI) ที่สัดส่วน 1.5:1.0, 1.25:1.0, 1.0:1.0, 0.75:1.0 และ 0.5:1.0 mol/mol ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสารเคมีที่ใช้แสดงดังตารางที่ 2 จากนั้นนำมาศึกษาสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์ที่เตรียมได้จากสูตรดังตารางที่ 3 กับหนังสังเคราะห์ 2 ชนิด ได้แก่ หนังชนิด PVC และ PU

ตารางที่ 2 ปริมาณสารเคมีที่ใช้สังเคราะห์กาวพอลิยูรีเทน

chemical	Mole of OLENR : Mole of pMDI				
	0.50:1.0	0.75:1.0	1.0:1.0	1.25:1.0	1.50:1.0
OLENR (g)	3.4	5.1	6.8	8.5	10.2
pMDI (g)	25	25	25	25	25

ตารางที่ 3 สูตรยางวัลคาไนซ์สำหรับใช้เตรียมชิ้นยางตัวอย่าง (ส่วนโดยน้ำหนัก)

สารเคมี	ปริมาณ (โดยน้ำหนัก)
RSS no.3	57
SBR	28
Carbon black	15
China clay	30
Calcium carbonate	20
White oil	3
Zinc oxide	4
Stearic acid	1.5
6PPD	1.3
MBTS	0.8
DPG	0.3
Coumarone indene resin	2
Sulphur	1.5

3.4 การทดสอบสมบัติการยึดติด

นำชิ้นตัวอย่างยางวัลคาไนซ์ขนาด 152.4x25.4 x2.5 มิลลิเมตร ที่เตรียมผิวหน้าด้วยการขัดกระดาษทราย ทำการล้างด้วยน้ำเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก และอบที่อุณหภูมิ 60 °C จากนั้นเตรียมผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ด้วยสารรองพื้นทางการค้าและสารละลายกรดไครลอร์โอโซไซยานูกลิกในเอทิลอะซิเตต ที่ความเข้มข้น

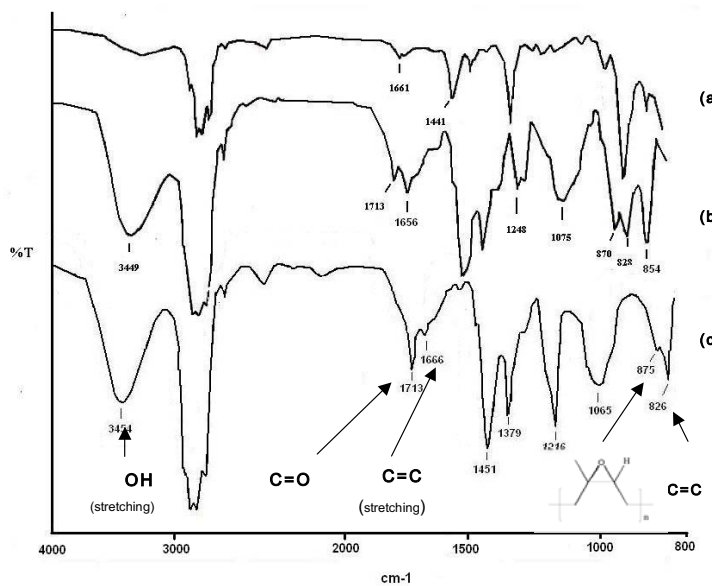
0.4 และ 1.0 % โดยน้ำหนัก และนำหนังสังเคราะห์ขนาดเดียวกัน มาทาด้วยกาวพอลิยูรีเทน โดยใช้ปริมาณเนื้อกาว 0.39 กรัมต่อชิ้นทดสอบ อบชิ้นตัวอย่างที่ 60 °C เป็นเวลา 2 นาที เก็บชิ้นตัวอย่างไว้ 1 สัปดาห์ แล้วจึงทดสอบสมบัติความแข็งแรงของการยึดติด โดยเทคนิคการทดสอบแบบลอก (peel test) ด้วยมุม 180° ตามมาตรฐาน ASTM 1876-72

4. ผลและการวิจารณ์

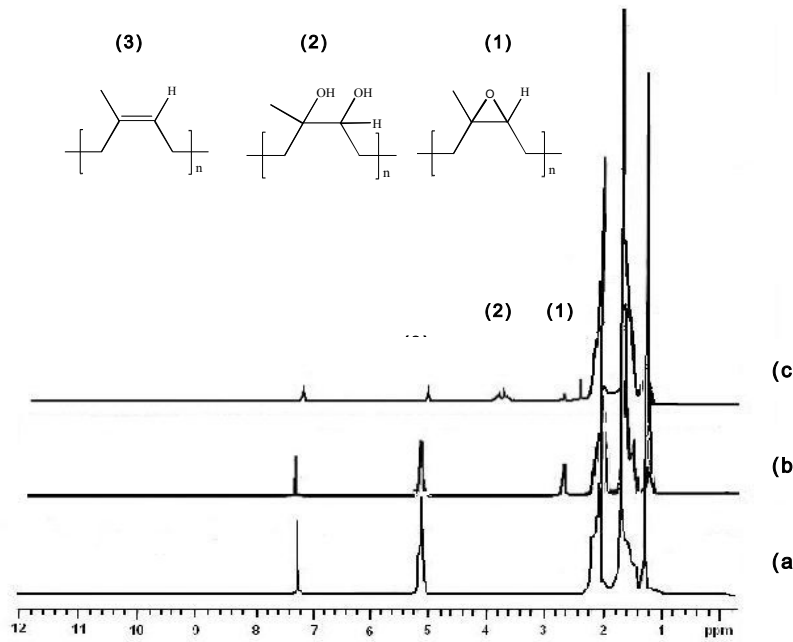
4.1 ผลการเตรียมยางธรรมชาติอีพอกไซด์เหลวออกซิไดซ์

เมื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุลของน้ำยาง OLENR ที่เตรียมได้ด้วยเทคนิค FT-IR และ ¹H-NMR จะเห็นว่าเมื่อนำน้ำยางธรรมชาติมาทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับกรดฟอร์มิก ที่อุณหภูมิ 60 °C และทำปฏิกิริยาลดน้ำหนักโมเลกุลด้วยกรดเพอร์ไอโอดิกที่อุณหภูมิห้อง จะทำให้เกิดหมู่อีพอกไซด์ หมู่คาร์บอนิล และหมู่ไฮดรอกซิลภายในโครงสร้างโมเลกุล ซึ่งสามารถยืนยันได้จากผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ดังภาพ 1b ที่ปรากฏสัญญาณตรงตำแหน่ง 870 cm⁻¹ (Asymmetric stretching of epoxide ring) ซึ่งยืนยันการเกิดหมู่อีพอกไซด์ [4] ส่วนหมู่คาร์บอนิล และหมู่ไฮดรอกซิลที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างโมเลกุล สามารถตรวจสอบได้จากการปรากฏสัญญาณที่ตำแหน่ง 1713 cm⁻¹ (C=O stretching of carbonyl) และ 3449 cm⁻¹ (OH stretching) โดยจะสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ¹H-NMR ดังภาพที่ 2b ที่ยังคงปรากฏ

สัญญาณของโปรตอนที่ติดกับวงแหวนอีพอกไซด์ที่ 2.7 ppm และสัญญาณของโปรตอนในตำแหน่งที่ติดกับพันธะคู่ของยางธรรมชาติที่ 5.2 ppm [5] ยางธรรมชาติเหลวอีพอกไซด์ (LENR) ที่เตรียมได้ จะมีเปอร์เซ็นต์อีพอกไซด์เท่ากับ 33 โมลเปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำน้ำยางธรรมชาติเหลวอีพอกไซด์มาทำปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์พบว่า น้ำยางธรรมชาติอีพอกไซด์เหลวออกซิไดซ์ (OLENR) ที่เตรียมได้ จะมีปริมาณของหมู่อีพอกไซด์ลดลงเหลือ 14 โมลเปอร์เซ็นต์ เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทำหน้าที่เป็นสารย่อยสลาย จึงส่งผลให้เกิดการเปิดวงอีพอกไซด์ ทำให้ปริมาณของหมู่ไฮดรอกซิลเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุลด้วยเทคนิค FT-IR และ ¹H-NMR ดังภาพที่ 1c และ 2c ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใต้พีคที่ตำแหน่ง 3454 cm⁻¹ (OH stretching) ดังภาพที่ 1c และหากพิจารณาผลการวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุลด้วยเทคนิค ¹H-NMR ดังภาพที่ 2c พบว่า ปรากฏสัญญาณที่ตำแหน่ง 3.7 และ 3.9 ppm ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ยืนยันการเกิดหมู่ไฮดรอกซิลขึ้นภายในสายโซ่โมเลกุล



ภาพที่ 1 FT- IR สเปกตรัมของ (a) ยางธรรมชาติ (b) น้ำยาง LENR (c) น้ำยาง OLENR

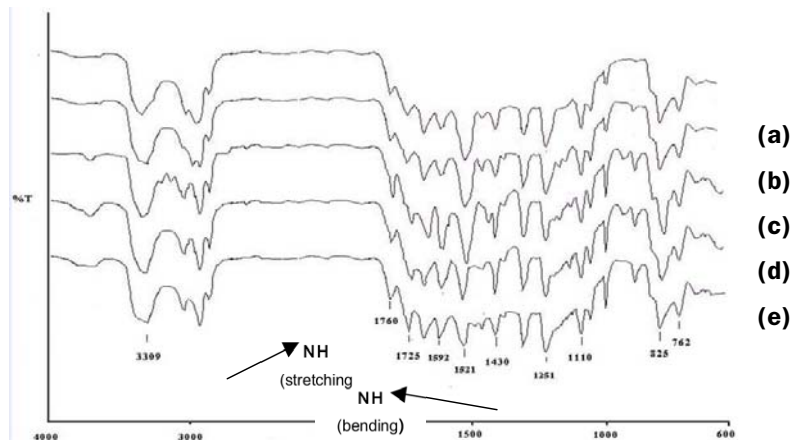


ภาพที่ 2 ¹H-NMR สเปกตรัมของ (a) ยางธรรมชาติ (b) น้ำยาง LENR (c) น้ำยาง OLENR

4.2 ผลการสังเคราะห์กาวพอลิยูรีเทน

จากการวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุลของกาวพอลิยูรีเทนที่เตรียมได้ด้วยเทคนิค FT-IR ดังภาพที่ 3 จะเห็นว่าปรากฏสัญญาณที่ตำแหน่ง 3309 cm^{-1} (NH stretching) และ 1521 cm^{-1} (NH stretching (amide group)) ซึ่งแสดงถึงการเกิดการเชื่อมโยงแบบยูรีเทนภายในโครงสร้างโมเลกุลของกาวพอลิยูรีเทน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเมื่อนำน้ำยางธรรมชาติออกไซด์เหลวออกซิไดซ์มาทำปฏิกิริยาร่วมกับไดไอโซไซยาเนต ชนิด

4,4' เมธิลีนบีส (ฟีนิลไอโซไซยาเนต) จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงแบบยูรีเทนเกิดขึ้น และจากการทดสอบหาปริมาณของไอโซไซยาเนตอิสระของ polymeric MDI ระหว่างการสังเคราะห์กาวพอลิยูรีเทน จะเห็นว่าปริมาณไดไอโซไซยาเนตอิสระที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และสังเกตได้ว่าหลังจากทำปฏิกิริยาไป 3 ชั่วโมง ปริมาณไดไอโซไซยาเนตอิสระจะเริ่มไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นการยืนยันถึงการสิ้นสุดปฏิกิริยาระหว่างยาง OLENR กับ ไดไอโซไซยาเนต

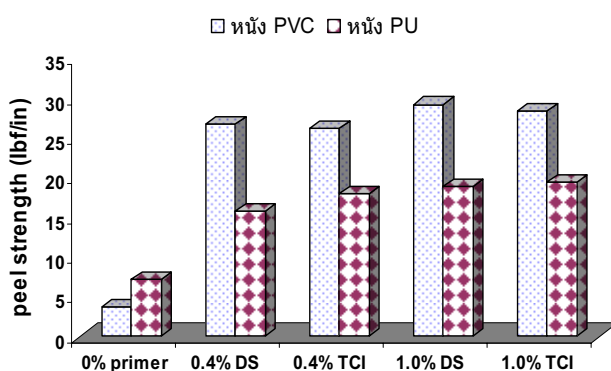


ภาพที่ 3 FT- IR สเปกตรัมของกาวพอลิยูรีเทน ที่การแปรปริมาณโมลของยาง OLENR กับ ไดไอโซไซยาเนต ที่สัดส่วนต่างๆ (a) 1.50 : 1.0 (b) 1.25 : 1.0 (c) 1.0 : 1.0 (d) 0.75 : 1.0 (e) 0.50 : 1.0

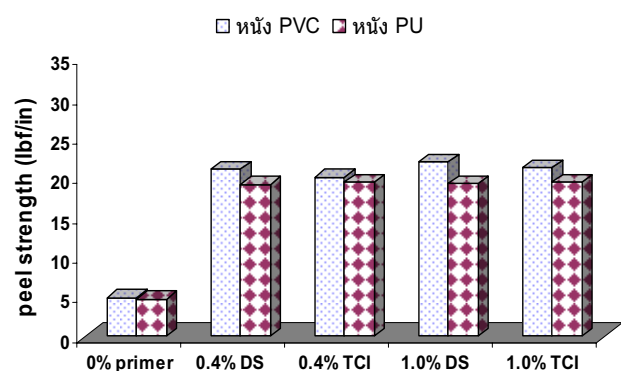
ตารางที่ 4 สมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์กับหนังสังเคราะห์ ชนิด PVC และ PU ของ กาวพอลิยูรีเทน ที่สัดส่วนต่างๆ

ชนิดกาว	สมบัติค่าความแข็งแรงของการยึดติด (lbf/in)									
	no primer		0.4% Dongsung		0.4% TCI/EA		1.0% Dongsung		1.0% TCI/EA	
	PVC	PU	PVC	PU	PVC	PU	PVC	PU	PVC	PU
กาวทางการค้า (PU)	3.68 +0.15	7.17 +0.38	26.77 +1.57	15.79 +0.45	26.20 +0.31	17.97 +0.17	29.18 +0.62	18.85 +0.33	28.41 +0.25	17.59 +0.24
OLENR:NCO 1.5:1.0	4.93 +0.15	4.77 +0.20	21.65 +0.17	19.24** +0.13	20.95 +0.13	19.24** +0.05	22.04 +0.07	19.44** +0.13	21.59 +0.07	19.38 ** +0.09
1.25:1.0	4.90 +0.05	4.66 +0.09	21.07 +0.14	19.19** +0.09	20.09 +0.14	19.42** +0.16	21.99 +0.1	19.27** +0.13	21.22 +0.18	19.39** +0.14
1.0:1.0	4.84 +0.13	4.43 +0.13	20.27 +0.02	19.01** +0.16	19.69 +0.13	19.39** +0.05	21.57 +0.18	19.16** +0.23	20.29 +0.10	19.29 ** +0.09
0.75:1.0	4.15 +0.42	4.12 +0.06	19.31 +0.20	19.05** +0.07	18.88 +0.01	18.05 +0.12	19.69 +0.13	19.34** +0.30	19.53 +0.05	18.61 +0.06
0.5:1.0	4.00 +0.02	3.83 +0.08	17.96 +0.11	17.04 +0.13	17.09 +0.03	16.58 +0.11	19.31 +0.87	18.31 +0.22	17.94+ 0.16	16.80 +0.22

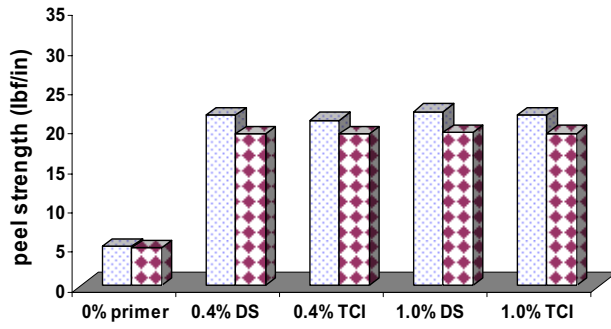
หมายเหตุ: ++ หมายถึง การเกิดความล้มเหลวภายในผิวหน้าของหนังสังเคราะห์



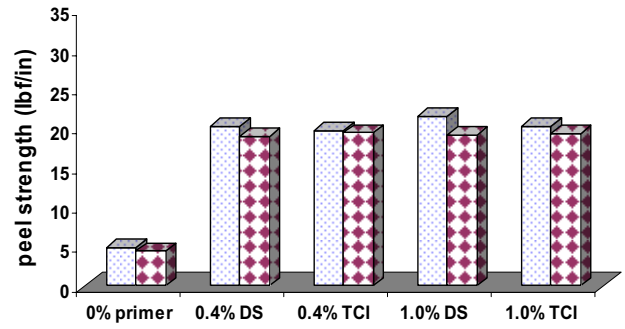
(a) กาวพอลิยูรีเทนทางการค้า



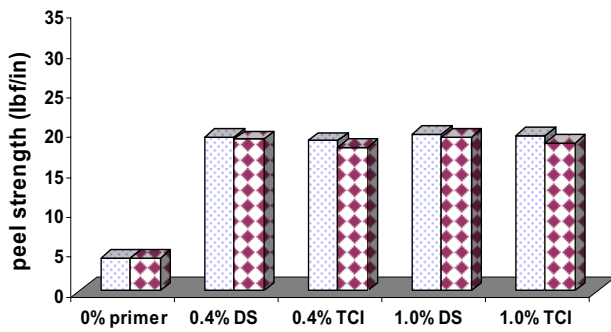
(b) กาวพอลิยูรีเทน (1.5:1.0 mol/mol)



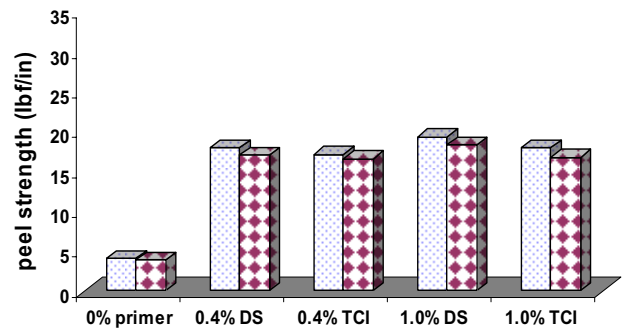
(c) กาวพอลิยูรีเทน (1.25:1.0 mol/mol)



(d) กาวพอลิยูรีเทน (1.0:1.0 mol/mol)



(e) กาวพอลิยูรีเทน (0.75:1.0 mol/mol)



(d) กาวพอลิยูรีเทน (0.5:1.0 mol/mol)

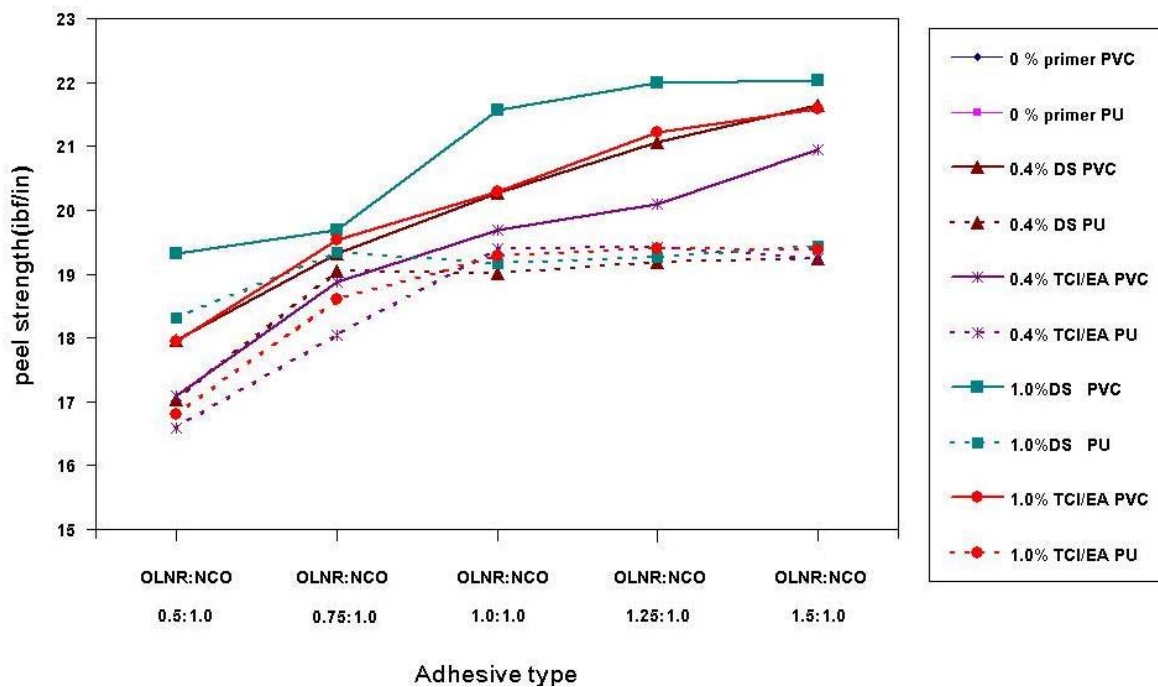
ภาพที่ 4 สมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์กับหนังสังเคราะห์ PVC และ PU ของกาวพอลิยูรีเทนทางการค้า และพอลิยูรีเทนที่การแปรปริมาณโมลของยาง OLENR กับ ไดไอโซไซยาเนตที่แปรสัดส่วนโมลต่างๆ (a) กาวพอลิยูรีเทนทางการค้า (b) 1.50 : 1.0 (c) 1.25 : 1.0 (d) 1.0 : 1.0 (e) 0.75 : 1.0 (f) 0.50 : 1.0

จากตารางที่ 4 ภาพที่ 4 - 5 จะเห็นว่าสมบัติการยึดติดของกาวพอลิยูรีเทนจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อสัดส่วนของยางธรรมชาติอีพอกไซดิลเฮลวออกซิไดซ์ (OLENR) เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติการยึดติดของกาวพอลิยูรีเทนแต่ละสัดส่วน ดังภาพที่ 5 จะเห็นว่าที่สัดส่วนระหว่างยาง OLENR กับไดไอโซไซยาเนต

เท่ากับ 1.50:1.0 และ 1.25:1.0 mol/mol จะให้สมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์กับหนังสังเคราะห์แต่ละชนิดที่ใกล้เคียงกัน ทั้งในหนังชนิด PVC และ PU แต่จะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณสัดส่วนของ OLENR ลดลง และกาวพอลิยูรีเทนทุกสัดส่วนของ OLENR / NCO จะยึดติดหนังสังเคราะห์ชนิด PVC ได้

ดีกว่า PU แต่อย่างไรก็ตามการนี้จะยึดติดกับหนังสังเคราะห์ชนิด PU สูงกว่ากาวพอลิยูรีเทนทางการค้า นอกจากนั้นสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์กับหนังชนิด PU ของกาวพอลิยูรีเทนที่สัดส่วน 1.50:1.0, 1.25:1.0, 1.0:1.0, และ 0.75:1.0 mol/mol พบว่าสมบัติการยึดติดจะมีค่าไม่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเมื่อทำการทดสอบสมบัติการยึดติดด้วยเทคนิคแบบลอก (peel test) ด้วยมุม 180° ปรากฏว่าจะเกิดการล้มเหลวภายในผิวหน้าของหนัง PU ขณะทำการทดสอบ และเมื่อพิจารณาถึงผลของการปรับผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ด้วยสารรองพื้น พบว่าสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์กับหนังสังเคราะห์ทั้งสองชนิดของกาวพอลิยูรีเทนทุกสัดส่วน

จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด เมื่อเทียบกับการไม่ใช้สารรองพื้น เนื่องจากการปรับผิวหน้าด้วยสารรองพื้นเป็นการทำปฏิกิริยาคลอริเนชันบนผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ทำให้เกิดหมู่มีซิว (C=O, C-Cl) ขึ้นบนผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ [6] ส่งผลให้เกิดพันธะไฮโดรเจนขึ้นระหว่างหมู่ยูรีเทน (urethane group) และหมู่มีซิว ทำให้สมบัติการยึดติดของกาวพอลิยูรีเทนเพิ่มขึ้น [7] โดยที่การปรับผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ด้วยสารละลายกรดไตรคลอโรไอโซไซยานูริกในเอทิลอะซิเตต จะให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดที่ใกล้เคียงกับสารรองพื้นทางการค้า (Dongsung primer) และการใช้สารรองพื้นทั้งสองชนิดที่ความเข้มข้น 1.0 % โดยน้ำหนัก จะให้สมบัติการยึดติดดีกว่าที่ความเข้มข้น 0.4 % โดยน้ำหนัก



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบสมบัติการยึดติดของกาวพอลิยูรีเทนทางการค้า และกาวพอลิยูรีเทนที่สัดส่วนต่างๆ

5. ข้อสรุป

จากการศึกษาผลของการใช้กาวพอลิยูรีเทนทางการค้า และกาวพอลิยูรีเทนที่เตรียมขึ้นเองที่มีการแปรสัณฐานต่างๆ ต่อสมบัติการยึดติดระหว่างยางวัลคาไนซ์และหนังสังเคราะห์ชนิด PVC และ PU พบว่ากาวพอลิยูรีเทนทั้งสองชนิด จะยึดติดหนังสังเคราะห์ชนิด PVC ได้ดีกว่า PU แต่กาวพอลิยูรีเทนที่เตรียมขึ้นเองจะยึดติดหนังสังเคราะห์ชนิด PU ได้ดีกว่ากาวพอลิยูรีเทนทางการค้า โดยที่สัดส่วน 1.5 : 1.0 mol / mol จะให้สมบัติที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับสัดส่วนอื่น ส่วนผลของการปรับผิวหน้ายางวัลคาไนซ์ด้วยสารรองพื้น จะทำให้สมบัติการยึดติดของกาวพอลิยูรีเทนทางการค้า และกาวพอลิยูรีเทนทุกสัดส่วนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการไม่ใช้สารรองพื้น โดยกาวพอลิยูรีเทนทั้ง 2 ชนิดจะเหมาะกับการใช้สารรองพื้นทางการค้า และสารละลายกรดไตรคลอโรไอโซไซยานูริกในเอทิลอะซิเตต ที่ความเข้มข้น 1.0% โดยน้ำหนัก

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.อรสา ภัทรไพบุญชัย ที่กรุณาแนะนำแนวทางในการทำวิจัย และคอยให้คำปรึกษาที่ดีโดยตลอดมา ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้การอุดหนุนเงินทุนวิจัย ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณบริษัทวิโก้บอลลี่ ที่สนับสนุนหนังสังเคราะห์ ชนิด PVC และ PU ขอขอบคุณบริษัท Dongsung NSC (Thailand) Ltd. ที่สนับสนุนด้านกาวและสารรองพื้น ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] นาฎยา แซ่ลิ้ม. (2545). กาวยางธรรมชาติชนิดทนน้ำมัน. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยียาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- [2] Poh, B. T., Lim, A. L . (2005). Adhesion properties of pressure-sensitive adhesives prepared from SMR10/ENR25, SMR10/ENR25, and ENR25/ENR50 blend. *Journal of Applied Polymer Science*. 109: 115-119.
- [3] Vélez-Pagés, T. and Martín-Martínez, J. M. (2004). Application of one-component primer to avoid the roughening of leather and increase its adhesion to polyurethane adhesive, *Internatational Journal of Adhesion & Adhesive*, 25, 320-32.
- [4] Chuayjuljit, S., Yaowsang, C., Na-Ranong, N., and Potiyaraj, P. (2006). Oil resistance and physical properties of in situ epoxidized natural rubber from high ammonia concentrated latex, *Journal of Applied Polymer Science*, 100, 3948-3955.
- [5] Pinyocheep, P., Phetphaisit, C. W., Derouet, D., Campiston, I. and Brosse, J. C. (2005). Chemical degradation of epoxidized natural rubber using periodic acid: preparation of epoxidized liquid natural rubber, *Journal of Applied Polymer Science*, 95, 6-15.
- [6] Martín-Martínez, J. M., Fernández, J. C., Huerta, F. and Orgilés-Barceleó, A. C. (1992). Effect of different surface modifications on the adhesion of vulcanized styrene-butadiene rubber, *Journal science and Technology*, 6, 510-521.
- [7] Romero-Sánchez, M. D., Mercedes Pastor-Blas, M. and Martín-Martínez, J. M. (2001). Adhesion improvement of SBR rubber by treatment with trichloisocyanuric acid solutions in different esters, *Internatational Journal of Adhesion & Adhesive*, 21, 325-337.