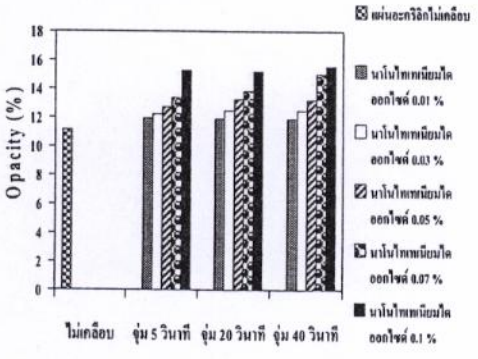
อะคริลิกดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่า ความขุ่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของ นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ในสารเคลือบเพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่า แผ่นอะคริลิกที่เคลือบโดยใช้สารเคลือบที่เติม นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ 0.01% มีความขุ่นใกล้เคียงกับแผ่นอะคริลิกที่ไม่เคลือบผิว เนื่องจากนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นของแข็งที่มีอนุภาคขนาดเล็กที่ไม่สามารถละลายใน MMA หรือ PMMA ได้ จึงไม่ได้ละลายเป็นเนื้อเดียวกับฟิล์มที่ใช้เคลือบ และอนุภาคของแข็งดังกล่าวยังบดบังการส่องผ่านของแสง จึงทำให้ความขุ่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของ นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ในสารเคลือบเพิ่มขึ้น

จากการทดสอบการวัดความหนาของฟิล์มเคลือบโดยใช้เครื่องไมโครมิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า เวลาในการแช่แผ่นอะคริลิกในสารเคลือบจะมีผลต่อความหนา คือ เวลาในการแช่แผ่นอะคริลิคในสารเคลือบนานขึ้นจะทำให้ความหนาของฟิล์มเคลือบลดลง เนื่องจากสารเคลือบ คือ MMA มีค่าพารามิเตอร์การละลายใกล้เคียงกับ PMMA [4,5] ทำให้สามารถละลายแผ่นอะคริลิกได้ เมื่อนำไปทำการเคลือบโดยการจุ่มโดยใช้เวลาแช่นาน จะทำให้บริเวณผิวหน้าของแผ่นอะคริลิกละลาย และรวมตัวกับสารเคลือบได้ดีขึ้น โดยสามารถสังเกตได้จากผลการทดสอบโครงสร้างจุลภาคโดยใช้ SEM ดังแสดงในรูปที่ 2 และพบว่าปริมาณนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เติมลงไปไม่มีผลต่อความหนาของฟิล์มเคลือบ

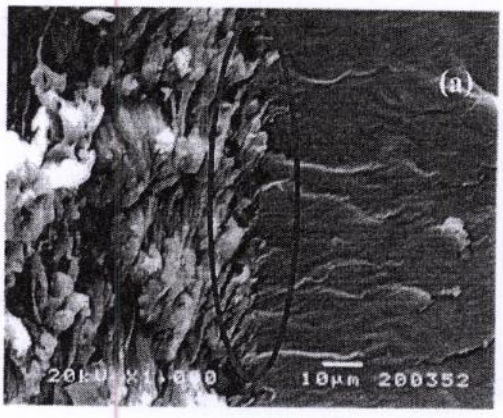


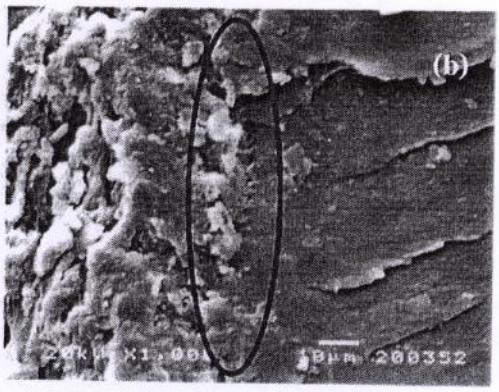
ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าความขุ่นของแผ่นอะคริลิค

ตารางที่ 1 ความความหนาของฟิล์มเคลือบ

เวลาในการแช่แผ่นอะคริลิกในสารเคลือบ (วินาที)	ความหนาของชั้นเคลือบ (μ)
5	26-29
20	23-26
40	20-23

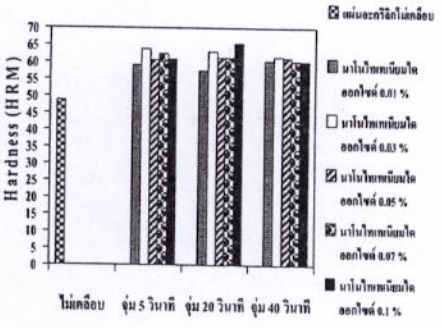
เมื่อทำการทดสอบสมบัติการยึดติดของฟิล์ม พบว่าปริมาณนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เติมลงไปไม่มีผลต่อสมบัติการยึดติดของฟิล์มเคลือบ แต่การยึดติดของฟิล์มเคลือบจะดีขึ้นเมื่อเวลาในการแช่แผ่นอะคริลิกในสารเคลือบนานขึ้น โดยแผ่นอะคริลิคที่จุ่มในสารเคลือบเป็นเวลา 5 วินาที นั้นจะมีการหลุดลอกของฟิล์ม ที่ 5-15 % แผ่นอะคริลิคที่จุ่มในสารเคลือบ 20 วินาที มีการหลุดลอกของฟิล์มน้อยกว่า 5 % และแผ่นอะคริลิคที่จุ่มในสารเคลือบ 40 วินาที ไม่มีการหลุดลอกของฟิล์ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในตารางที่ 1 และภาพที่ 2



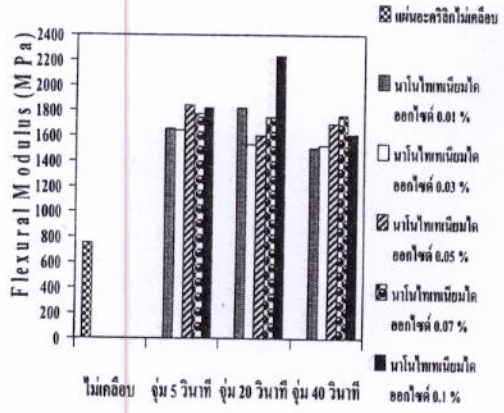


ภาพที่ 2 ภาพถ่ายโดยใช้ SEM กำลังขยาย 1,000 เท่า ที่บริเวณพื้นที่หน้าตัดของแผ่นอะคริลิก(a) เคลือบผิวด้วย TiO_2 0.1% เวลาจุ่มสารเคลือบ 20 วินาที และ (b) เคลือบผิวด้วย TiO_2 0.1% เวลาจุ่มสารเคลือบ 40 วินาที

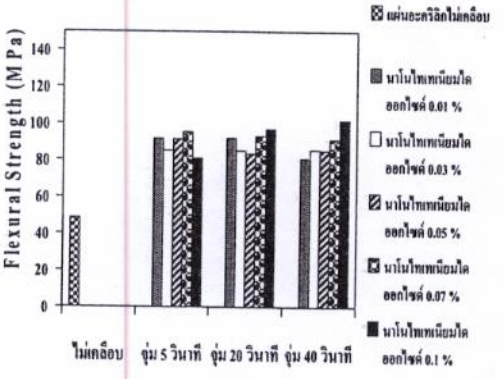
ภาพที่ 3 แสดงค่าความแข็งที่ได้จากการทดสอบสมบัติความแข็ง Rockwell สเกล HRM ของแผ่นอะคริลิกที่เคลือบฟิล์มอะคริลิคที่มีการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ปริมาณต่างๆ พบว่า แผ่นอะคริลิกที่เคลือบฟิล์มอะคริลิคที่มีการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์มีค่าความแข็งสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นอะคริลิกที่ไม่ได้เคลือบผิว ส่วนเวลาในการแช่แผ่นอะคริลิกในสารเคลือบ ไม่มีผลต่อค่าความแข็ง



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าความแข็งของแผ่นอะคริลิก



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าความต้านทานต่อการดัดโค้งของแผ่นอะคริลิก



ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าความแข็งแรงต่อการหักงอ ของแผ่นอะคริลิก

ภาพที่ 4 และ 5 แสดงค่าค่าความต้านทานต่อการดัดโค้ง และความแข็งแรงต่อการหักงอ ของแผ่นอะคริลิกที่เคลือบฟิล์มอะคริลิคที่มีการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ปริมาณต่างๆ พบว่า แผ่นอะคริลิกที่เคลือบฟิล์มอะคริลิคที่มีการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์มีค่าค่าความต้านทานต่อการดัดโค้งและความแข็งแรงต่อการหักงอ สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นอะคริลิกที่ไม่ได้เคลือบผิว ส่วนเวลาในการแช่แผ่นอะคริลิกในสารเคลือบ ไม่มีผลต่อค่าค่าค่าความต้านทานต่อการดัดโค้งของแผ่นอะคริลิค

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตุประสงค์เพื่อต้องการปรับปรุงสมบัติความแข็งของโพลิเมทิลเมทาคริเลต หรืออะคริลิค ทำการเคลือบฟิล์มของโพลิเมทิลเมทาคริเลต หรืออะคริลิค ที่มีการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ลงไปเคลือบฟิล์มบางลงบนแผ่นอะคริลิคโดยใช้วิธีการจุ่ม โดยทำการศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการแช่แผ่นอะคริลิคในสารจุ่มเคลือบจากผลการทดลองพบว่าแผ่นอะคริลิคที่เคลือบฟิล์มของโพลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีการเติมนาโนทิเทเนียมไดออกไซด์ มี ค่าความแข็ง ความต้านทานต่อการดัดโค้ง และความแข็งแรงต่อการหักงอ มีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณของนาโนทิเทเนียมไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ แผ่นอะคริลิคมีค่าความขุ่นที่เพิ่มขึ้น เวลาในการแช่แผ่นอะคริลิคในสารจุ่มเคลือบมีผลต่อสมบัติการยึดติดของฟิล์มเคลือบ โดยเวลาในการแช่แช่แผ่นอะคริลิคในสารจุ่มเคลือบนานขึ้นส่งผลให้สมบัติการยึดติดของฟิล์มเคลือบกับแผ่นอะคริลิคดีขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

[1] The University of Southern Mississippi. Kinds of Polymer. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://pslc.ws/macrog/kidsmac/pmma.htm (วันที่สืบค้นข้อมูล : 7 กุมภาพันธ์ 2551)

[2] Tanglumlert, W., Prasassarakich, P., Supaphol, P. and Wongkasemjit, S. 2006. Hard-Coaring Materials for Poly(methyl methacrylate) from Glycidoxypropyl-trimethoxysilane - modified Silatrane via Sol-gel Process. Surface & Coatings Technology. 200: 2784-2790.

[3] [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://ruby.colodo. edu/~smyth/min/tio2.htlm(วันที่สืบค้นข้อมูล : 28 กุมภาพันธ์ 2551)

[4] เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตต์. วิทยาศาตร์พอลิเมอร์. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

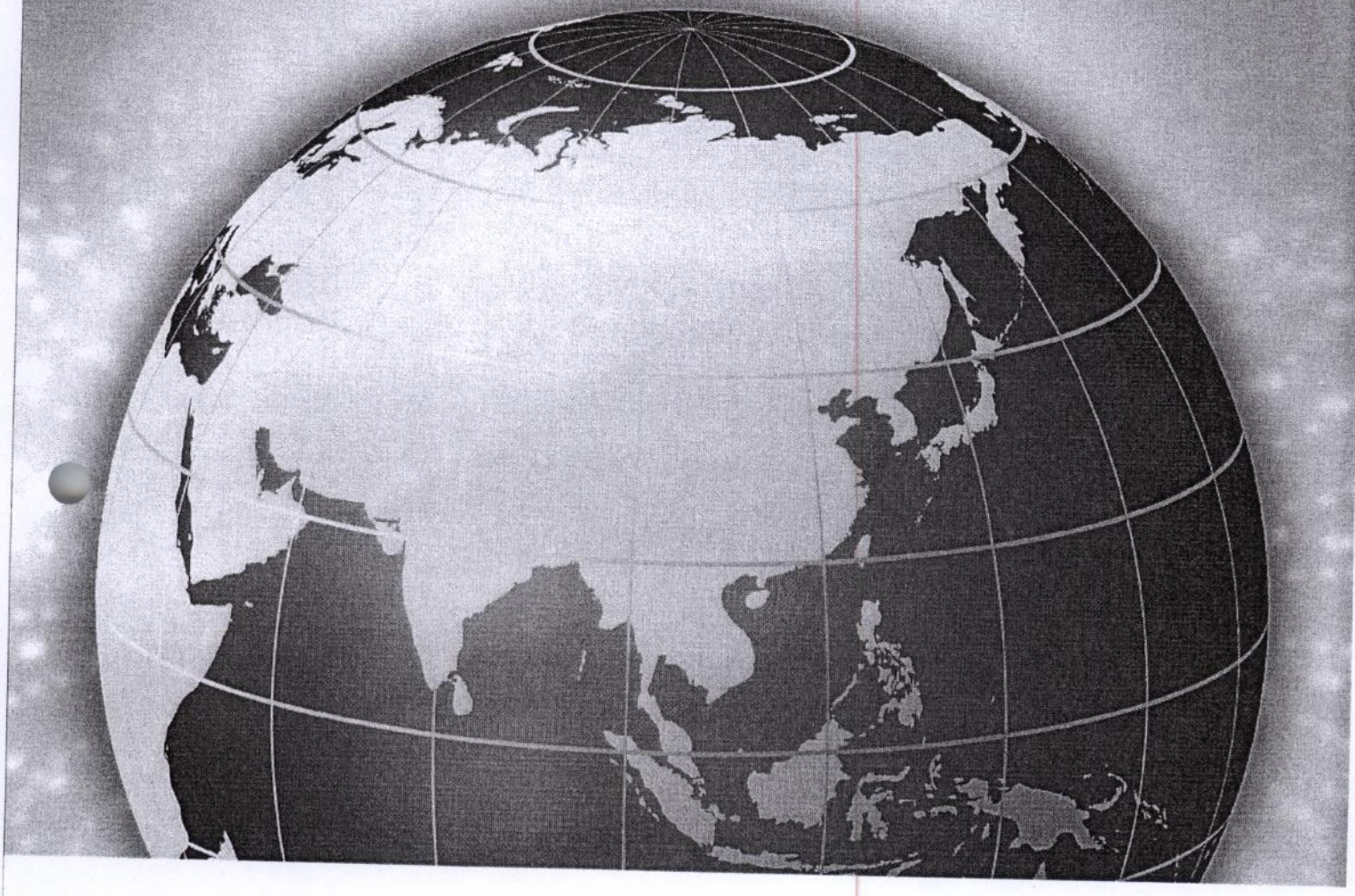
[5] Polymer Solutions: Solvent and Solubility Para meters. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http:// www.sigmaaldric.com/etc/medialib/docs/Aldric/General_information/polymer_solutions.Par.0001.File.tmp/polymer_solutions.pdf (วันที่สืบค้นข้อมูล : 30 มกราคม 2552)

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2551 เลขที่โครงงาน I251A05014 ขอขอบคุณบริษัทแพนเอเชียอุตสาหกรรม จำกัด และภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีสำหรับเครื่องมือในการทดสอบ

วารสารวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ฉบับพิเศษ ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 (มกราคม - เมษายน 2554)
ISSN 1686 - 8420
เล่มที่ 1

การประชุมวิชาการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3
"การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์"



24 - 26 พฤศจิกายน 2553
ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์

3rd RMUTCON

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กลุ่มงานวิชาการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ ๐ ๒๕๔๙ ๔๖๘๓ โทรสาร ๐ ๒๕๔๙ ๔๖๘๐
ที่ ศธ ๐๕๗๘.๑๓/๖๗๗ วันที่ ๑๗ สิงหาคม ๒๕๕๔
เรื่อง ขอส่งเล่ม Proceeding การประชุมวิชาการ มทร.ครั้งที่ ๓ (3rd RMUTCON)

เรียน ผู้นำเสนอผลงานวิจัย

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัยเพื่อเข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๓ "การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์" (3rd RMUTCON) ระหว่างวันที่ ๒๓ – ๒๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๓ ณ ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ หลักสี่ กรุงเทพมหานคร นั้น

ในการนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้จัดทำเล่ม Proceeding การประชุมวิชาการ มทร.ครั้งที่ ๓ (3rd RMUTCON) เรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งให้ท่าน จำนวน ๑ เล่ม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ทั้งนี้ สามารถดาวน์โหลดไฟล์ ได้ที่ www.ird.rmutt.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัญชลี สงวนพงษ์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

(SCI-40)

(44)

การปรับปรุงความแข็งของแผ่นอะคริลิคด้วยการเคลือบฟิล์มอะคริลิค ที่มีการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์

สิงห์โต สกุลเขมฤทัย[1] อรุณโรจน์ กุลสิริบวร[2] ดวงหทัย พิบูลย์[2] และ กิตติ โพธิ์สุวรรณ[2]

บทคัดย่อ– งานวิจัยนี้มีวัตุประสงค์เพื่อต้องการปรับปรุงสมบัติความแข็งของโพลิเมทิลเมทาคริเลต หรืออะคริลิค โดยทำการเคลือบฟิล์มของโพลิเมทิลเมทาคริเลต หรืออะคริลิค ที่มีการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ลงไป ในการเคลือบฟิล์มดังกล่าวนั้นทำโดยใช้เมทิลเมทาคริเลตโอลิโกเมอร์เป็นสารตั้งต้น ในการทำให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันเป็นฟิล์มบางของโพลิเมทิลเมทาคริเลตเคลือบบนผิวของแผ่นอะคริลิค โดยใช้ azo-bis-2,4-dimethyl valeronitrile (ABVN) เป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา โดยทำการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ในปริมาณ 0.01-0.1 %โดยน้ำหนักของเมทิลเมทาคริเลตโอลิโกเมอร์ เคลือบฟิล์มบางลงบนแผ่นอะคริลิคโดยใช้วิธีการจุ่ม โดยทำการศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการแช่แผ่นอะคริลิคในสารจุ่มเคลือบเป็นเวลา 5, 20 และ 40 วินาทีตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปให้ความร้อนเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันเปลี่ยนเมทิลเมทาคริเลตโอลิโกเมอร์ ไปเป็นโพลิเมทิลเมทาคริเลตที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการทดสอบ ความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM D 785-98 ความทนทานต้อการดัดโค้ง ตามมาตรฐาน ASTM D 798-98 ความขุ่นตามมาตรฐาน ASTM D 1003-00 และ การยึดติดของฟิล์มตามมาตรฐาน ASTM D 3359-02 จากผลการทดลองพบว่าแผ่นอะคริลิคที่เคลือบฟิล์มของโพลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีการเติมนาโนทิเทเนียมไดออกไซด์ มี ค่าความแข็ง ความต้านทานต่อการดัดโค้ง และความแข็งแรงต่อการหักงอ มีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณของนาโนทิเทเนียมไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ แผ่นอะคริลิคมีค่าความขุ่นที่เพิ่มขึ้น เวลาในการแช่แผ่นอะคริลิคในสารจุ่มเคลือบมีผลต่อสมบัติการยึดติดของฟิล์มเคลือบ โดยเวลาในการแช่แช่แผ่นอะคริลิคในสารจุ่มเคลือบนานขึ้นส่งผลให้สมบัติการยึดติดของฟิล์มเคลือบกับแผ่นอะคริลิคดีขึ้น

คำสำคัญ โพลิเมทิลเมทาคริเลต อะคริลิค ความแข็ง และ นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์

1. บทนำ

จากสภาพความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสภาวะการแข่งขันทางการค้าสูง ทำให้การโฆษณาหรือการมีภาพลักษณ์ที่น่าดึงดูดใจของร้านค้าและสถานบริการต่างๆ กลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกิดความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจ แผ่นป้ายโฆษณาหรือแผ่นป้ายชื่อร้านค้าหรือสถานบริการต่างๆ จึงเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่ง ที่ใช้ในการแสดงภาพลักษณ์ที่น่าดึงดูดใจของสินค้า หรือมีส่วนเชิญชวนให้ผู้บริโภคเข้าไปใช้บริการในร้านค้าและสถานบริการต่างๆ รวมไปถึงการมีผลต่อการแสดงเอกลักษณ์และทำให้ผู้บริโภคสามารถจดจำและสังเกตในเอกลักษณ์ที่โดดเด่นของสินค้า ร้านค้าและสถานบริการต่างๆ ได้อย่างชัดเจน

[1]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 หมู่ 1 ต. คลองหก อ. ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

โทรศัพท์: +66(2)-549-3539 โทรสาร:+66(2)-577-5038

E-mail:singto_rmutt@hotmail.com

[2]ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 หมู่ 1 ต. คลองหก อ. ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

โพลิเมทิลเมทาคริเลต(Poly(methyl methacrylate) ,PMMA) หรืออะคริลิก (Acrylic) เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกที่นิยมนำมาผลิตแผ่นป้ายโฆษณาหรือแผ่นป้ายชื่อ เนื่องจากคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อได้รับความร้อนสูงจะอ่อนตัว จึงดัดหรือขึ้นรูปเป็นแบบต่างๆ ได้ และเมื่อเย็นตัวลงจะแข็งตัวและคงสภาพ มีความเหนียว น้ำหนักเบา ทนแรงกระแทกได้ดี ทนกรดและสารเคมีต่าง ๆ ยกเว้นตัวทำละลายบางตัว สามารถแกะสลัก พ่นสี ระบาย หรือทำซิลค์สกรีน (silk screen) เป็นรูปหรือลวดลายได้ตามความต้องการ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความต้านทานต่อการเกิดรอยขีดข่วน เนื่องจาก อะคริลิกมีความแข็ง (Hardness) ไม่สูง [1] เมื่อจะนำไปใช้ทดแทนกระจกในงานเฟอร์นิเจอร์ งานตกแต่งต่าง ๆ ก็จะพบกับปัญหาเกิดรอยขีดข่วนได้ง่ายทำให้ความสวยงามลดลงไปอย่างมาก

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงแผ่นอะคริลิกที่มีความแข็งสูงขึ้น และทำให้มีสมบัติด้านทานการเกิดรอยขีดข่วนที่ดีขึ้นโดยใช้หลักการในการเคลือบผิวของวัสดุด้วยวัสดุที่มีความแข็งสูงกว่า จากงานวิจัยที่ผ่านมา [2] พบว่าการเคลือบผิวด้วยวัสดุที่มีความแข็งที่สูงขึ้นจะทำให้วัสดุนั้นๆมีความด้านทานต่อการเกิดรอยขีดข่วนมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาแผ่นอะคริลิกที่มีความแข็งสูงขึ้น โดยทำการเคลือบผิวของแผ่นอะคิลิคด้วยฟิล์มอะคริลิคที่มีการเติมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ เนื่องจาก ไทเทเนียมไดออกไซด์ เป็นสารประกอบออกไซด์ของโลหะไทเทเนียม ซึ่งเป็นโลหะทรานซิชัน ไทเทเนียมไดออกไซด์ได้รับความสนใจอย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ เนื่องจากมีความเสถียรต่อสารเคมี ไม่มีความเป็นพิษ[3] และเป็นอนุภาคของแข็งที่มีความแข็งสูงกว่าวัสดุพอลิเมอร์

2. วิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมแผ่นอะคริลิก

เตรียมแผ่นอะคริลิกก่อนการเคลือบผิว โดยนำแผ่นอะคริลิกมาแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้น 10% โดยปริมาตร เป็นเวลา 20 นาที

2.2 การเตรียมสารเคลือบ

ผสมเมทิลเมทาคริเลตโอลิโกเมอร์ (methyl methacrylate oligomer: MMA) และ azo-bis-2,4-dimethyl valeronitrile (ABVN) กวนให้เข้ากัน จากนั้นเติม นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ (P-25) ที่ปริมาณต่างๆ ตั้งแต่ 0.01-0.1 %โดยน้ำหนักของเมทิลเมทาคริเลตโอลิโกเมอร์ กวนให้เข้ากัน เป็นเวลา 25 นาที จึงนำแผ่นอะคริลิกที่เตรียมดังข้อ 2.1 มาทำการจุ่มเคลือบ (Dip coating) โดยทำการศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการแช่แผ่นอะคริลิคในสารจุ่มเคลือบเป็นเวลา 5, 20 และ 40 วินาที ตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปให้ความร้อนเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันเปลี่ยนเมทิลเมทาคริเลตโอลิโกเมอร์ เป็นโพลิเมทิลเมทาคริเลตที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

นำแผ่นอะคริลิกที่ผ่านการเคลือบ มาทดสอบสมบัติต่างๆ ได้แก่ ทำการทดสอบ ความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM D 785-98 ความทนทานต้อการดัดโค้ง ตามมาตรฐาน ASTM D 798-98 ความขุ่นตามมาตรฐาน ASTM D 1003-00 และ การยึดติดของฟิล์มตามมาตรฐาน ASTM D 3359-02 วัดความหนาของชั้นเคลือบวัดโดยใช้ไมโครมิเตอร์ และศึกษาสัณฐานวิทยาโดยใช้ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM)

3. ผลและการอภิปรายผล

จากการศึกษาผลของปริมาณ นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ที่เติมลงไปในสารเคลือบปริมาณต่าง ๆ กันตั้งแต่ 0-0.1% ที่มีผลต่อค่าความขุ่นของแผ่น