

การสังเคราะห์แฉกเกอร์ชนิดพอลิยูรีเทนรีซอร์ซินอล เบนซัลไดไฮด์
จากขวดเพทที่ใช้แล้ว

นางสาว วันวิสาข์ สิริเกษม

สถาบันวิทยบริการ
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ภาควิชาวัสดุศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-852-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**SYNTHESIS OF POLY-(URETHANE) RESORCINOL-BENZALDEHYDE LACQUER
FROM PET WASTE BOTTLES**



MISS WANWISA SIRIKASAEM

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Materials Science**

Graduate School

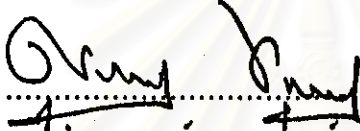
Chulalongkorn University

Academic Year 1996

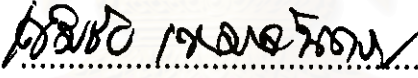
ISBN 974-635-852-9

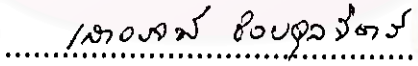
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสังเคราะห์แลกเกอร์ชนิดพอลิยูรีเทนรีซอร์ซินอล
เบนซัลดีไฮด์จากขวดเพทที่ใช้แล้ว
โดย นางสาว วันวิสาข์ ศิริเกษม
ภาควิชา วัสดุศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ อรอุมา สรวารี

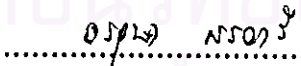
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

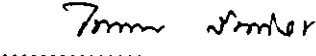

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เข้มชัย เหมะจันทร์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ อรอุมา สรวารี)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพรรณ สันติสุข)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

วันวิสาข์ ศิริเกษม : การสังเคราะห์แล็กเกอร์ชนิดพอลิยูรีเทนรีซอร์ซินอล
เบนซัลดีไฮด์จากขวดพลาสติกที่รีไซเคิล (SYNTHESIS OF POLY-(URETHANE)
RESORCINOL-BENZALDEHYDE LACQUER FROM PET WASTE
BOTTLES) อ.ที่ปรึกษา : รศ.เสาวรณ ชัยขจรจิตร, อ.ที่ปรึกษาร่วม :
รศ.อรุณา สรวารี, 92 หน้า. ISBN 974-635-852-9

การสังเคราะห์แล็กเกอร์ชนิดพอลิยูรีเทนรีซอร์ซินอล เบนซัลดีไฮด์จากขวด
พลาสติกที่รีไซเคิล สามารถทำได้โดยการนำขวดพลาสติกมาย่อยสลายด้วยกระบวนการไกลโคลิซิส แล้ว
นำไกลโคลิโซพรอดักต์ที่ได้ไปทำปฏิกิริยากับกรดอะดิพิคได้เป็นพอลิเอสเทอร์พอลิออล ซึ่ง
จะนำไปทำปฏิกิริยากับโทลูอินไดไอโซไซยาเนต ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน เพื่อเตรียม
เป็นพอลิไอโซไซยาเนต สำหรับทำปฏิกิริยากับสารละลายฟีนอลิกเรซิน โดยใช้นอร์มัล-
บิวทิลอะซีเตตเป็นตัวทำละลาย ในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อทำเป็นแล็กเกอร์

ผลที่ได้จากการทดสอบสมบัติของแล็กเกอร์ พบว่า การใช้พอลิไอโซไซยาเนต/
นอร์มัลบิวทิลอะซีเตต (5/5 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก) ผสมกับสารละลายฟีนอลิกเรซิน/
นอร์มัลบิวทิลอะซีเตต (5/7 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก) จะได้แล็กเกอร์ที่มีสมบัตินำไปใช้
งานได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วัสดุศาสตร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์ ฯ
ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต วันวิสาข์ ศิริเกษม
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา เสาวรณ ชัยขจรจิตร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อรุณา สรวารี

** C826412 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY

KEY WORD:

POLYURETHANE / RESORCINOL-BENZALDEHYDE / LACQUER / PET WASTE
WANWISA SIRIKASAEM : SYNTHESIS OF POLY-(URETHANE) RESORCINOL-
BENZALDEHYDE LACQUER FROM PET WASTE BOTTLES. THESIS ADVISOR :
ASSOC. PROF. SAOWAROJ CHUAYJULIT. THESIS COADVISOR :
ASSOC. PROF. ONUSA SARAVARI. 92 pp. ISBN 974-635-852-9

Synthesis of poly-(urethane) resorcinol-benzaldehyde lacquer from PET waste bottles was carried out by depolymerization of PET bottles through glycolysis. The glycolyzed products were reacted with adipic acid to get polyester polyols which then reacted with toluene diisocyanate at various ratios to obtain polyisocyanates. Subsequently, polyisocyanates were mixed with phenolic resin solutions using n-butyl acetate as a solvent at various ratios to get lacquer.

It is found that lacquer produced from polyisocyanates / n-butyl acetate (5/5,w/w) and phenolic resin solutions / n-butyl acetate (5/7,w/w) give acceptable properties.

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วัสดุศาสตร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์ ฯ

ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิติกร.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับคำแนะนำปรึกษา ทางด้านวิชาการ ความเอื้อเฟื้อทางด้านสถานที่ เครื่องมือและวัสดุสำหรับงานวิจัย ตลอดจนได้รับความช่วยเหลือแนะนำแนวทางในด้านต่างๆ ดังนี้

ขอขอบคุณ รศ. เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร และ รศ. อรุษา สรวารี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการวิจัย ที่ช่วยให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านวิชาการพร้อมทั้งช่วยเหลือติดต่อประสานงานให้โครงการวิจัยสามารถดำเนินไปได้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์การทดลอง

ขอขอบคุณ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย

ขอขอบคุณ บริษัท สยามเคมีคอลอินดัสตรี จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมี

ขอขอบคุณ นายสัตวแพทย์ ไซยา ส่งาประโคน ที่ช่วยให้ข้อเสนอแนะในด้านการค้นคว้าตำราและให้กำลังใจต่อการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณจิตตินันท์ คุณสวัสดิ์ ที่ช่วยให้ข้อเสนอแนะในด้านการค้นคว้าตำรา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา พร้อมทั้ง ครู อาจารย์ ที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาการให้แก่ข้าพเจ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฉ
สารบัญกราฟ.....	ง
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 วารสารปริทัศน์.....	3
2.1 พอลิเอสเตอร์ (Polyester).....	3
2.1.1 การแบ่งประเภทของพอลิเอสเตอร์.....	5
2.1.2 ปฏิบัติทางเคมีในการสังเคราะห์พอลิเอสเตอร์.....	5
2.2 เพท [PET; Poly(ethylene terephthalate)].....	6
2.2.1 สารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์เพท.....	7
2.2.2 การสังเคราะห์เพท.....	8
2.2.3 การย่อยสลายเพท.....	10
2.3 พอลิยูรีเทน (Polyurethane).....	11
2.3.1 ไอโซไซยานาต (isocyanate).....	11
2.3.1.1 การพัฒนาทางเคมีของไอโซไซยานาต.....	11
2.3.1.2 ปฏิบัติทางเคมีของไอโซไซยานาต.....	12
2.3.1.3 ชนิดและการผลิตไอโซไซยานาตที่ใช้ใน การสังเคราะห์พอลิยูรีเทน.....	14
2.3.1.4 ความเป็นพิษของ TDI.....	17
2.3.1.5 พอลิไอโซไซยานาต.....	18
2.3.2 พอลิโออล (Polyols).....	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3 การใช้งานของพอลิยูรีเทนในอุตสาหกรรมเคลือบผิว.....	21
2.4 ฟีนอลิกเรซิน (Phenolic Resin).....	23
2.4.1 โนวอลแลคและรีโซล (Novolac and Resole).....	23
2.4.2 กลไกของการสังเคราะห์ฟีนอลิกเรซิน.....	25
2.5 แล็กเกอร์ (Lacquers).....	26
2.5.1 ความหมายและจุดประสงค์ของการใช้แล็กเกอร์.....	26
2.5.2 ส่วนประกอบของแล็กเกอร์.....	27
2.5.2.1 สารยึด (binder).....	27
2.5.2.2 ตัวทำละลาย (solvent).....	28
2.5.2.3 สารเติมแต่ง (additive).....	28
2.5.3 การเกิดฟิล์ม (film formation).....	28
2.5.4 กลไกการแห้งตัวของแล็กเกอร์.....	29
2.5.4.1 การแห้งโดยกรรมวิธีทางกายภาพ (physical drying).....	29
2.5.4.2 การแห้งโดยกรรมวิธีทางเคมี (chemical drying).....	29
2.5.5 การเตรียมพื้นผิวที่ต้องการเคลือบ.....	30
2.5.5.1 การกำจัดไขมัน (degreasing).....	31
2.5.5.2 กรรมวิธีการถ่างสนิม (pickling).....	31
2.5.5.3 การเตรียมพื้นผิวเชิงกล.....	31
2.5.5.4 การทำความสะอาดด้วยเปลวไฟ (flame cleaning).....	32
2.5.5.5 กรรมวิธีฟอสเฟตติง (phosphating).....	32
2.5.5.6 กรรมวิธีโครเมตติง (chromating).....	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.6 การเคลือบผิว.....	33
2.5.6.1 การใช้แปรงทา.....	33
2.5.6.2 การใช้ลูกกลิ้งทา.....	35
2.5.6.3 การพ่น.....	36
2.5.6.4 การจุ่ม.....	37
2.5.7 การทดสอบแล็กเกอร์.....	37
2.5.7.1 สมบัติในการทาด้วยแปรง (brushing property).....	37
2.5.7.2 การวัดความเงา.....	38
2.5.7.3 ความแข็ง (hardness).....	39
2.5.7.4 ความทนทานต่อตัวทำละลาย (solvent resistance).....	41
3 การทดลอง.....	42
3.1 การย่อยสลายขูดเพทที่ใช้แล้ว.....	42
3.2 การตั้งคราะห์พอลิเอสเตอร์พอลิออกจากไกลโคไลซ์โพรดักต์..	45
3.3 การตั้งคราะห์พีนอลิกเรซิน.....	46
3.4 การตั้งคราะห์แล็กเกอร์ชนิดพอลิยูรีเทนริซอร์ซินอล เบนซัลดีไฮด์ (Poly-(urethane) Resorcinol-Benzaldehyde Lacquer).....	49
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	53
4.1 การย่อยสลายขูดเพทที่ใช้แล้ว.....	53
4.2 การตั้งคราะห์พอลิเอสเตอร์พอลิออกจากไกลโคไลซ์โพรดักต์..	55
4.3 การตั้งคราะห์พีนอลิกเรซิน.....	57
4.4 การตั้งคราะห์แล็กเกอร์ชนิดพอลิยูรีเทนริซอร์ซินอล เบนซัลดีไฮด์.....	59
4.4.1 การหาอายุใช้งานหลังผสม(pot life)ของแล็กเกอร์ สูตรต่าง ๆ.....	59
4.4.2 การทดสอบความแข็ง(hardness)ของแล็กเกอร์สูตรต่าง ๆ..	63

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.3 การทดสอบความเงา (gloss) ของแล็กเกอร์สูตรต่าง ๆ..	68
4.4.4 ข้อบกพร่องของสภาพพื้นผิวของแล็กเกอร์สูตรต่าง ๆ...	72
4.4.5 การทดสอบความทนทานต่อความร้อนของแล็กเกอร์ สูตรต่าง ๆ.....	75
4.4.6 การทดสอบความทนทานต่อสารเคมีของแล็กเกอร์ สูตรต่าง ๆ.....	75
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	77
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	77
5.1.1 การย่อยสลายขูดพืงที่ใช่แล้ว.....	77
5.1.2 การสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์พอลิออลจาก ไกลโคไลซ์โพรคักส์.....	77
5.1.3 การสังเคราะห์พีนอลิกเรซิน.....	77
5.1.4 การสังเคราะห์แล็กเกอร์ชนิดพอลิยูรีเทนริซอร์ซินอล เบนซัลดีไฮด์.....	77
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	78
รายการอ้างอิง.....	79
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก.....	82
ภาคผนวก ข.....	89
ประวัติผู้วิจัย.....	92

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างกรดที่ใช้ในการสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์.....	3
2.2 ตัวอย่างแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์.....	4
2.3 ไอโซไซยานาตที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่าสองหมู่ ซึ่งใช้ในการเตรียมพอลิยูรีเทน.....	15
4.1 ค่าไฮดรอกซิลนัมเบอร์ของพอลิเอสเทอร์พอลิออลที่สังเคราะห์จากไกลโคไลซ์โพรดักต์.....	57
4.2 pot life ของแลกเกอร์สูตรต่าง ๆ.....	59
4.3 hardness ของแลกเกอร์สูตรต่าง ๆ.....	64
4.4 gloss ของแลกเกอร์สูตรต่าง ๆ.....	68
4.5 ข้อบกพร่องของสภาพพื้นผิวชิ้นงานที่ทำแลกเกอร์สูตรต่าง ๆ.....	72
4.6 ผลการเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ของแลกเกอร์ชนิดฟีนอลิก, แลกเกอร์ในทางการค้าและแลกเกอร์สูตรที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลอง.....	76

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	แปรงทาสีทั่วไป..... 34
2.2	ปืนสเปรย์..... 37
2.3	ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องมือทดสอบการขีดขีด..... 40
3.1	เครื่องบด..... 43
3.2	ขวดเพทบดละเอียด..... 44
3.3	อุปกรณ์การย่อยสลายขวดเพท..... 44
3.4	อุปกรณ์การสังเคราะห์พอลิเอสเทอร์พอลิออล..... 46
3.5	water bath..... 47
3.6	แปรงทาสีขนาด 1 นิ้ว..... 51
3.7	Mechanical Scratch Test Apparatus..... 52
3.8	Glossmeter..... 52
4.1	โกลโคไลซ์ไพร์ดิกส์..... 53
4.2	พอลิเอสเทอร์พอลิออลที่สังเคราะห์จากโกลโคไลซ์ไพร์ดิกส์..... 55
4.3	ฟีนอลิกเรซิน ก่อนบด..... 58
4.4	ฟีนอลิกเรซิน ที่บดละเอียด..... 58

สารบัญญคราฟ

กราฟที่	หน้า
4.1 FT-IR ของไกลโคไลซ์โพรดักส์.....	54
4.2 FT-IR ของพอลิเอสเทอร์พอลิออกทีสังเคราะห์จากไกลโคไลซ์ โพรดักส์.....	56
4.3 pot life ของแลกเกอร์สูตรต่าง ๆ.....	62
4.4 hardness ของแลกเกอร์สูตรต่าง ๆ.....	67
4.5 gloss ของแลกเกอร์สูตรต่าง ๆ.....	71



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย