

## รายการอ้างอิง

1. Phillips, L.N., and Parker, D.B.V. Polyurethane: Chemistry, Technology, and Properties. London: Iliffe Books, 1964.
2. Schildknecht, C.E., and Skeist, I. Polymerization Process. New York: John Wiley & Sons, (n.d.).
3. ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. เคมีโพลีเมอร์พื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร, 2527.
4. Goodman, I., and Rhys, J.A. Polyester. Vol. 1: Saturated Polymers. London: American Elsevier, 1965.
5. Vaidya, U.R., and Nadkarni, V.M. Unsaturated Polyesters from PET Waste: Kinetics of Polycondensation. Journal of Applied Polymer Science 34(1987): 235-247.
6. Baliga, S., and Wong, T.W. Depolymerization of Poly(ethylene terephthalate) Recycled from Post-Consumer Soft-Drink Bottles. Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry 27(1989): 2071-2082.
7. Stevens, M.P. Polymer Chemistry: An Introduction. 2nd ed. New York: Oxford University Press, (n.d.).
8. Nylén, P., and Sunderland, E. Modern Surface Coatings. London: Interscience, 1965.
9. บริษัท แปซิฟิก (ประเทศไทย) จำกัด. วิธีดูแลและเก็บรักษาโวรานด์ ที-80 ไดโอดีไซยานต. (ม.ป.ท.), (ม.ป.ป.).
10. Vaidya, U.R., and Nadkarni, V.M. Polyester Polyols for Polyurethanes from PET Waste: Kinetics of Polycondensation. Journal of Applied Polymer Science 35(1988): 775-785.
11. อรุษา สรวารี. สารเคลือบผิว (สี วาร์นิช และแล็กเกอร์). พิมพ์ครั้งที่ 1: กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

12. Nitidandhaprabhas, O., Pramojaney, N., and Komsan, C.  
Regional Symposium on Polymer Science, A Poly-(urethane) Resorcinol Benzaldehyde Lacquer. Asia Hotel, Bangkok, Thailand, November 22-24, 1984.
13. จิตตินันท์ ฤกษ์สวัสดิ์ และ จุฑารัตน์ ศิริชัยสิทธิ์. การปรับปรุงสมบัติ Poly-(urethane) Resorcinol Benzaldehyde Lacquer. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2537.
14. Australia. Oil and Colour Chemists' Association. Surface Coatings. Vol. 2: Paints and Their Applications. London: Chapman & Hall, 1984.
15. The Canning Handbook on Electroplating. 2nd ed. Birmingham: W. Canning, (n.d.).
16. Fundamentals of Paint, Varnish, and Lacquer Technology. New York: The American Paint Journal, (n.d.).
17. Departments of the Army, The Navy and the Air Force. Paint and Protective Coatings. Washington, DC: (n.p.), 1969.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลดิบ

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลดิบ hardness ของแล็กเกอร์สูตรต่าง ๆ

PS / B : PI / B	r	hardness ( g )			
		1	2	3	เฉลี่ย
5 / 4 : 3 / 5	1.05	148	150	153	150
	1.10	140	135	137	137
	1.15	135	134	130	133
	1.20	230	231	230	230
	1.25	214	215	210	213
5 / 4 : 4 / 5	1.05	157	155	155	156
	1.10	156	154	158	156
	1.15	217	213	214	215
	1.20	210	213	214	212
	1.25	193	195	190	193
5 / 4 : 5 / 5	1.05	210	215	218	214
	1.10	215	211	214	213
	1.15	220	222	225	222
	1.20	213	215	214	214
	1.25	228	225	226	226
5 / 5 : 3 / 5	1.05	165	170	172	169
	1.10	158	163	160	160
	1.15	160	165	164	163
	1.20	160	165	160	162
	1.25	165	162	160	162

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

PS / B : PI / B	r	hardness (g)			
		1	2	3	เฉลี่ย
5 / 5 : 4 / 5	1.05	180	175	172	176
	1.10	171	165	170	169
	1.15	215	216	214	215
	1.20	185	190	187	187
	1.25	170	165	168	168
5 / 5 : 5 / 5	1.05	165	160	163	163
	1.10	180	175	180	178
	1.15	195	190	192	192
	1.20	167	160	165	164
	1.25	180	181	185	182
5 / 6 : 3 / 5	1.05	145	152	151	149
	1.10	140	142	145	142
	1.15	153	150	148	150
	1.20	155	157	152	155
	1.25	152	155	155	154
5 / 6 : 4 / 5	1.05	146	143	148	146
	1.10	142	145	140	142
	1.15	156	153	155	155
	1.20	185	185	181	184
	1.25	152	155	150	152
5 / 6 : 5 / 5	1.05	153	155	158	155
	1.10	150	148	152	150
	1.15	187	180	184	184
	1.20	165	170	172	169
	1.25	145	142	138	142

ตารางที่ ก.1 ( ต่อ )

PS / B : PI / B	r	hardness ( g )			
		1	2	3	เฉลี่ย
5 / 7 : 3 / 5	1.05	102	101	105	103
	1.10	106	108	105	106
	1.15	104	105	102	104
	1.20	105	103	105	104
	1.25	101	105	104	103
5 / 7 : 4 / 5	1.05	110	112	111	111
	1.10	115	116	118	116
	1.15	111	115	112	113
	1.20	106	105	105	105
	1.25	106	104	105	105
5 / 7 : 5 / 5	1.05	118	115	111	115
	1.10	110	110	112	111
	1.15	112	114	110	112
	1.20	114	117	112	114
	1.25	112	110	108	110

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลดิบ gloss ของแล็กเกอร์สูตรต่าง ๆ

PS / B : PI / B	r	gloss 60°			
		1	2	3	เฉลี่ย
5 / 4 : 3 / 5	1.05	50.5	48.5	51.0	50.0
	1.10	63.3	70.9	68.0	67.4
	1.15	37.3	38.1	35.6	37.0
	1.20	26.0	26.7	32.0	28.2
	1.25	36.0	32.6	33.5	34.0
5 / 4 : 4 / 5	1.05	27.1	27.1	32.5	28.9
	1.10	63.4	64.7	47.0	58.4
	1.15	42.4	35.6	41.4	39.8
	1.20	54.5	46.2	52.8	51.2
	1.25	64.1	61.3	55.8	60.4
5 / 4 : 5 / 5	1.05	55.5	54.6	53.5	54.5
	1.10	39.0	38.0	37.0	38.0
	1.15	43.4	44.5	46.9	44.9
	1.20	57.2	54.0	56.5	55.9
	1.25	58.9	56.4	59.8	58.4
5 / 5 : 3 / 5	1.05	42.3	47.2	38.9	42.8
	1.10	47.6	47.8	55.0	50.1
	1.15	38.1	38.8	38.4	38.4
	1.20	47.1	42.8	46.4	45.4
	1.25	32.6	28.9	35.2	32.2
5 / 5 : 4 / 5	1.05	37.4	36.1	42.3	38.6
	1.10	34.1	38.7	42.3	38.4
	1.15	27.1	24.4	29.0	26.8
	1.20	36.2	36.7	41.1	38.0
	1.25	27.9	26.4	21.8	25.4

ตารางที่ ก.2 ( ต่อ )

PS / B : PI / B	r	gloss 60°			
		1	2	3	เฉลี่ย
5 / 5 : 5 / 5	1.05	23.0	20.7	24.0	22.6
	1.10	29.4	27.3	30.9	29.2
	1.15	34.9	29.2	32.7	32.3
	1.20	17.8	11.7	17.3	15.6
	1.25	22.0	27.4	24.0	24.5
5 / 6 : 3 / 5	1.05	20.8	19.9	23.7	21.5
	1.10	19.9	22.1	19.3	20.4
	1.15	20.5	22.1	22.3	21.6
	1.20	20.8	20.2	20.6	20.5
	1.25	31.9	32.4	32.6	32.3
5 / 6 : 4 / 5	1.05	25.6	26.2	25.7	25.8
	1.10	19.2	19.6	19.7	19.5
	1.15	20.5	20.6	19.6	20.2
	1.20	22.5	19.1	20.2	20.6
	1.25	23.5	23.4	23.3	23.4
5 / 6 : 5 / 5	1.05	37.4	31.7	35.5	34.9
	1.10	18.6	18.1	18.8	18.5
	1.15	25.1	21.2	24.0	23.4
	1.20	28.8	29.9	37.7	32.1
	1.25	17.1	18.8	18.1	18.0
5 / 7 : 3 / 5	1.05	14.5	14.3	13.6	14.1
	1.10	16.9	17.3	17.5	17.2
	1.15	12.4	12.1	12.2	12.2
	1.20	10.8	11.2	11.1	11.0
	1.25	13.2	13.0	12.9	13.0



ตารางที่ ก.2 ( ต่อ )

PS / B : PI / B	r	gloss 60°			
		1	2	3	เฉลี่ย
5 / 7 : 4 / 5	1.05	12.7	12.6	12.0	12.4
	1.10	11.9	12.5	12.4	12.3
	1.15	11.6	12.0	12.8	12.1
	1.20	11.3	11.7	12.4	11.8
	1.25	10.8	10.6	10.5	10.6
5 / 7 : 5 / 5	1.05	11.5	11.9	12.7	12.0
	1.10	14.6	14.9	15.0	14.8
	1.15	15.6	15.8	15.9	15.8
	1.20	11.7	11.3	11.0	11.3
	1.25	14.9	15.3	15.1	15.1

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลดิบ hardness ของแล็กเกอร์ในทางการค้า

ครั้งที่	hardness ( g )
1	288
2	283
3	285
เฉลี่ย	285

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลดิบ gloss ของแล็กเกอร์ชนิดฟีนอลิก

ครั้งที่	gloss 60°
1	34.4
2	31.5
3	32.3
เฉลี่ย	32.7

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลดิบ gloss ของแล็กเกอร์ในทางการค้า

ครั้งที่	gloss 60°
1	84.2
2	85.7
3	86.1
เฉลี่ย	85.3



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข

### การคำนวณ

การคำนวณหาปริมาณของ TDI ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับพอลิเอสเทอร์พอลิเอทิล เพื่อเตรียมพอลิไอโซไซยานาตตามค่า r ต่าง ๆ สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่าง ๆ ต่อไปนี้

$$E_n = \frac{\text{Molecular Weight}}{\text{number of reactive groups or functionality}} \quad (3.1)$$

เมื่อ  $E_n$  คือ equivalent weight ของสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา โดย  $E_n$  มีความสัมพันธ์กับ OH - number และ isocyanate content ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{OH -number ( mg KOH / g )} = \frac{56.1 \times \text{functionality} \times 1,000}{\text{Molecular Weight}} \quad (3.2)$$

$$\text{ดังนั้น } E_n = \frac{56.1 \times 1,000}{\text{OH- number}} \quad (3.3)$$

$$\text{เนื่องจาก isocyanate content ( \% NCO )} = \frac{42 \times \text{functionality} \times 100}{\text{Molecular Weight}} \quad (3.4)$$

$$\text{ดังนั้น } E_n = \frac{42 \times 100}{\% \text{ NCO}} \quad (3.5)$$

สำหรับอัตราส่วนของสารในการทำปฏิกิริยาพอลิ ( stoichiometric equivalent ; r ) คำนวณได้จาก

$$r = \frac{\text{isocyanate equivalents}}{\text{polyol equivalents} + \text{crosslinker equivalents}} \quad (3.6)$$

แต่เนื่องจากการทดลองนี้ไม่มีการใส่ crosslinker จึงสามารถเขียนสมการ ( 3.6 ) ใหม่ได้ดังนี้

$$r = \frac{\text{isocyanate equivalents}}{\text{polyol equivalents}} \quad (3.7)$$

$$\text{เนื่องจาก } \text{equivalents} = \frac{\text{weight of reagents}}{\text{equivalent weight}} \quad (3.8)$$

แทนสมการ ( 3.8 ) ลง ( 3.7 ) จะได้

$$r = \frac{\text{weight of isocyanate}}{(E_n) \text{ isocyanate}} \bigg/ \frac{\text{weight of polyol}}{(E_n) \text{ polyol}} \quad (3.9)$$

แทนสมการ ( 3.9 ) ค่าย ( 3.3 ) และ ( 3.5 ) จะได้

$$r = 13.36 \times \frac{\text{weight of isocyanate}}{\text{weight of polyol}} \times \frac{\% \text{ NCO}}{\text{OH - number}} \quad (3.10)$$

การคำนวณ เมื่อ  $r = 1$

พอลิเอสเทอร์พอลิออลมีค่า OH - number = 417.0

น้ำหนักของพอลิเอสเทอร์พอลิออลที่ใช้ในการทดลอง = 1 กรัม

TDI ที่ใช้ในการทดลองมีค่า % NCO = 48.0

แทนค่าต่างๆลงในสมการ ( 3.10 ) จะได้

$$1 = \frac{13.36 \times \text{weight of isocyanate} \times 48.0}{1 \times 417.0}$$

ดังนั้น น้ำหนักของ TDI เมื่อ  $r = 1$  คือ 0.650

การคำนวณลักษณะเดียวกันนี้ จะได้ว่า

น้ำหนักของ TDI เมื่อ  $r = 1.05$  คือ 0.683

น้ำหนักของ TDI เมื่อ  $r = 1.10$  คือ 0.715

น้ำหนักของ TDI เมื่อ  $r = 1.15$  คือ 0.748

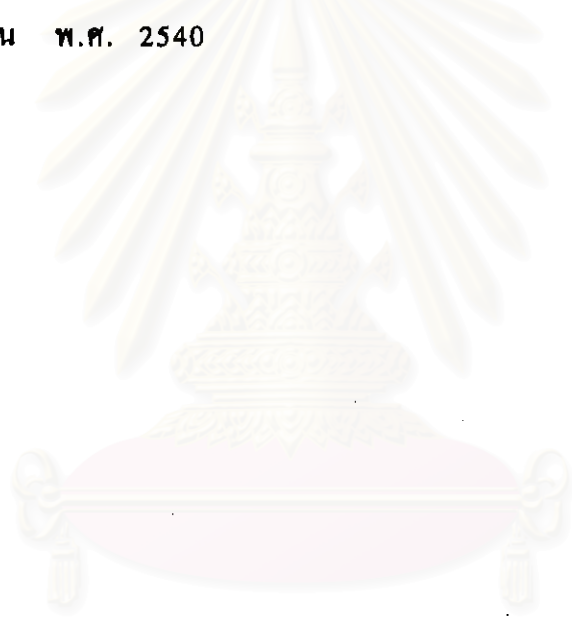
น้ำหนักของ TDI เมื่อ  $r = 1.20$  คือ 0.780

น้ำหนักของ TDI เมื่อ  $r = 1.25$  คือ 0.813

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้วิจัย

นางสาววันวิสาข์ ศิริเกษม เกิดวันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2516 จังหวัด  
ชลบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์  
ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2538 และสำเร็จหลักสูตร  
ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2540



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย