

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- งามทิพย์ ภู่วโรดม. ก๊วยกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2537.
- บรรเลง ศรีนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2535.
- มธุรี ภาคลำเจียก และ อมรรัตน์ สวัสดิ์ศักดิ์. คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย , 2533.

ภาษาอังกฤษ

- Ashley, R.J., Cochran, M.A., and Allen, K.W. Adhesive in packaging. International Journal Adhesion and Adhesives. 15 (April 1995) : 101-108.
- Athalye, A.S. Plastic in Flexible Packaging. Bombay : Multi Tech Publishing , 1992.
- Briston, J. H. Advances in Plastics Packaging Technology. London : Pira International , 1992.
- _____. J.H. Plastic Films. 2 nd ed. Lancaster : Technomic Publishing Company , 1983.
- Danton, R.P. Packaging in Marketing Mix. London : Butterworth-Heinemann , 1990.
- Davis, D.S., and Usher, L.M. High Frequency Sealing of Polyolefin Structure. Journal of Plastic film & sheeting. 11 (April 1995) : 113-125.
- Dirk, G.F., and Halle, R.W. A New Family of Linear Ethylene Polymer Provides Enhanced Sealing Performance. Tappi Journal. 75 (February 1992) : 99-103
- Farkas, R.D. Heat Sealing. New York: Reinhold Publishing , 1964.
- Gent, A.N. Peel Mechanics of Adhesive Joints. Polymer Engineering and Science. 17 (July 1977) : 462-466.
- Gilbert, W.S. Sachets. In J.C. Mac Chesney (ed.) , Packaging of Cosmetics and Toiletries. pp. 111 -121. London : Butterworth , 1974.
- Griffin, R.C., Jr. Principle of Package Development. 2nd ed. New York : Van Nostrand Reinhold , 1985.

- Hanlon, J.F. Handbook of packaging Engineering. New York : McGraw-Hill , 1971.
- Jambro, D.J. Manufacturing Process: Plastics. New Jersey: Prentice-Hall , 1976.
- Jenkins , A.W., and Harrington, P. J. Packaging Foods with Plastic. Lancaster : Technomic Publishing Company, Inc., 1991.
- Kaye, I. Adhesive. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. (1986) : 14-16.
- Kelsey, R.J. Packaging in today's society. 3rd ed. Lancaster : Technomic Publishing , 1989.
- Martin, E.L. Film, Oriented Polypropylene. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. (1986) : 320-325.
- _____. E.L. Multilayer Flexible Packaging. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. (1986) : 451-464.
- Meka, P., and Stehling, F.C. Heat Sealing of Semicrystalline Polymer Films. I. Calculation and Measurement of Interfacial Temperatures: Effect of Process Variables on Seal Properties. Journal of Applied Polymer Science. 51 (January 1994) : 89-103.
- Nicastro, L.C., Paik, J.S., Keown, R.W., and Metzner, A.B. Change in Crystallinity During Heat Sealing of Cast Polypropylene Film. Journal of Plastic Film & Sheeting. 9 (April 1993) : 159-167.
- _____. L.C., Keown, W.R., Paik J.S., and Metzner, A.B. Effect of Storage Temperature on the Heat Sealability of Polypropylene Film. Tappi Journal. 76 (August 1993) : 175-178.
- Osborn, K.R., and Jenkins, W.A. Plastic Films: Technology and Packaging Application. Pennsylvania : Technomic Publishing , 1992.
- Oswin, C.R. Plastic Films and Packaging. London: Applied Science Publishers , 1975
- Paik, J.S., and Elliott Kail, J.A. A Comparison of Flavor Sorption by three Polymeric Heat Sealant. Tappi Journal. 75 (June 1992) : 83-87.
- Paine, F.A., ed. Fundamentals of packaging. London : Blackie , 1962.
- _____. F.A. Packaging Design and Performance. London : Pira-The Research Association for the paper and board , 1990.
- Patton, J.W. Plastic Technology. Virginia : Reston Publishing , 1976.
- Robertson, G.L. Food Packaging Principle and Practice. New York : Marcel Dekker , 1993.
- Sacharow, S. Food Packaging. New York : AVI Publishing , 1970.
- _____. S., and Griffin, R.C., Jr. Basic Guide to Plastics in Packaging. Pennsylvania : Cahners , 1973.

- Salame, M. Barrier Polymers. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. (1986) : 48-54.
- Schricker ,G. Relationship between Packaging Machine and Packaging Material. In M. Mathlouthi (ed.), Food Packaging and Preservation. pp. 341-357. London : Elsevier Applied Science Publishers, 1986.
- Shorten, D.W. In S.H. Pinner, Modern Packaging Films, 192-197 pp. London : Butterworth , 1967.
- Snow, J.E. Flexible Packaging and Food Product Conpatibility. In C.M. Swalm (ed.), Chemistry of Food Packaging , pp. 77-85. Washington: American Chemical Society , 1977.
- Stepek, J., Duchacek V., Curda D., Horacek J., Sipek M. Polymer as materials for Packaging. Chichester : Ellis Horwood , 1987.
- Young, W.E. Sealing. Packaging Encyclopedia. 32 (1987) : 200-207.
- _____. W.E. Sealing. Heat. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. (1986) : 574-578.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

คำศัพท์ที่ใช้ภายในวิทยานิพนธ์

Acrylic	อะคริลิก
Additive	สารเติมแต่ง
Adhesion	การยึดติด
Adhesive	กาว
Air knife	มีดลม
Anti-static	สารต่อต้านไฟฟ้าสถิต
Atactic form	โครงสร้างแบบอะแทกติก
Back pressure	ความดันย้อนกลับ
Barrel	กระบอกสูบ
Barrier	การสกัดกั้น
Barrier polymer	พอลิเมอร์เพื่อการสกัดกั้น
Biaxially Orientation	การจัดเรียงตัวของโมเลกุล 2 ทิศทาง
Biaxially Oriented Polypropylene ; BOPP	พอลิโพรพิลีนที่มีการจัดเรียง โมเลกุล 2 ทิศทาง
Blown film process	กระบวนการเป่าฟิล์ม
°C (°ซ)	องศาเซลเซียส
Cast film process	กระบวนการหล่อฟิล์ม
Cast Polypropylene ; CPP	พอลิโพรพิลีนชนิดหล่อ
Circular film dies	หัวฉายฟิล์มแบบวง
Coextrusion	การรีดร่วม
Degradation	การเสื่อมสภาพ
Delamination ; D	การแยกประกบ
Die	ดาบ
Dimensional stability	ความเสถียรทางมิติ
Dispersion coating	การเคลือบแบบดีสเพอร์ชัน
Doctor roll	ตุ๊กตึงคอกเตอร์
Dry bond lamination	การประกบแบบแห้ง

Ethyl cellulose	เอทิล เซลลูโลส
Ethylene-Acrylic Acid ; EAA	เอทิลีนอะคริลิกแอซิด
Ethylene-Methacrylic Acid ; EMAA	เอทิลีนเมทาคริลิกแอซิด
Ethylene vinyl acetate ; EVA	เอทิลีนไวนิลอะซิเตด
Extruder	เครื่องรีด
Extrusion coating	การเคลือบฟิล์มแบบอัดรีด
Extrusion lamination	การประกบแบบอัดรีด
Feed section	ช่วงป้อน
Feed block	บล็อกป้อน
Film	ฟิล์ม
Film coating	การเคลือบฟิล์ม
Film break ; F	ฟิล์มขาด
Film lamination	การประกบฟิล์ม
Flat film dies	หัวคายฟิล์มแบบเรียบ
Flexible packaging	บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนหรือยืดหยุ่น
Glassine	กลาสซิ่ง
Gravure roll	ลูกกลิ้งที่มีหลุม
Grease	ไขมัน
Haze	ขุ่น
Heat lamination	การประกบด้วยความร้อน
Heat sealing	การปิดผนึกด้วยความร้อน
High Density Polyethylene ; HDPE	พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง
Hot melt lamination	การประกบด้วยของเหลวร้อน
Hot tack	ความแข็งแรงของรอยผนึกขณะร้อน
Hot tack distance ; HT	ระยะรอยแตกของการปิดผนึกขณะร้อน
Impulse sealing	การปิดผนึกด้วยความร้อนแบบอิมพัลส์
Ionomer	ไอโอโนเมอร์
Isotactic form	โครงสร้างแบบ ไอโซแทกติก
Low Density Polyethylene ; LDPE	พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ
Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE	พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น
Medium Density Polyethylene ; MDPE	พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นปานกลาง

Melt film	ฟิล์มเหลว
Melt index	ดัชนีการหลอมเหลว
Melt section	ช่วงหลอมเหลว
Metallized Cast Polypropylene ; MCPP	พอลิโพรพิลีนชนิดหล่อเคลือบโลหะ
Metering section	ช่วงตั่ง
mm.(มม.)	มิลลิเมตร
Mode of failure ; MOF	รูปแบบของการขาด
N	นิวตัน
Nitrocellulose	ไนโตรเซลลูโลส
Nylon	ไนลอน
Orientation	การจัดเรียงตัวของโมเลกุล
Oriented Polypropylene ; OPP	พอลิโพรพิลีนที่ผ่านการจัดเรียงโมเลกุล
Peel ; P	การลอก
Peel force	แรงที่ใช้ในการแยกฟิล์มที่ผิว
Peel strength ; PS	ความทนต่อการลอก
Phenol formaldehyde	ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์
Plastic deformation	การเสียรูปแบบพลาสติก
Polyacrylate	พอลิอะคริเลต
Polyamide	พอลิเอไมด์
Polyester	พอลิเอสเตอร์
Polyethylene ; PE	พอลิเอทิลีน
Polyethylene terephthalate ; PET	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต
Polypropylene ; PP	พอลิโพรพิลีน
Polyvinylchloride ; PVC	พอลิไวนิลคลอไรด์หรือพีวีซี
Polyvinylidene chloride ; PVDC	พอลิไวนิลิดีนคลอไรด์
Quench roll	ลูกกลิ้งเย็น
Rigid packaging	บรรจุภัณฑ์ชนิดแข็ง
Scraper blade	มีดปาด
Sealant	สารปิดผนึก
Seal distortion	การบิดเบี้ยวของรอยผนึก
Sealing	การปิดผนึก

Seal integrity	ความสมบูรณ์ของรอยผนึก
Semi-rigid packaging	บรรจุภัณฑ์ชนิดกึ่งแข็ง
Shear force	แรงเฉือน
Sheet	แผ่นพลาสติก
Seal strength ; SS	ความแข็งแรงของรอยผนึก มีหน่วยเป็น นิวตัน/15 มม
Solvent coating	การเคลือบแบบตัวทำละลาย
Stabilizer	สตาบิไลเซอร์
Stereoblock form	โครงสร้างแบบสเตอริโอบล็อก
Stereospecific catalyst	ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความจำเพาะเจาะจง
Stiffness	ความหนักรัดแน่นคงรูป
Substrate	วัสดุหลัก
Syndiotactic form	โครงสร้างแบบซินดิโอแทกติก
Thermal heat sealing	การปิดผนึกด้วยความร้อนแบบเทอร์มอด
Thermoplastic	เทอร์โมพลาสติก
Toughness	ความเหนียว
Tubular film dies	หัวฉายฟิล์มแบบวง
Uniaxially Orientation	การจัดเรียงตัวของโมเลกุลแนวเดียว
Vane	เวน
Vertical form-fill- seal	เครื่องขึ้นรูป-บรรจุ-ปิดผนึกในแนวตั้ง
Very low density polyethylene ; VLDPE	พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำมาก ๆ
Water quenching	น้ำหล่อเย็น
Wax	ขี้ผึ้ง
Wet lamination	การประกบแบบเปียก

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบ

ข.1 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.2

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 ที่ความดัน 1.5 บาร์ เวลา 0.5 วินาที

อุณหภูมิ (°ซ)	ความแข็งแรงของรอยฉนวนที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
115	0.09	0.13	0.08	0.08	0.09	0.09
120	0.60	0.60	0.48	0.55	0.57	0.56
125	2.34	2.33	2.50	2.10	2.01	2.26
130	9.60	9.10	10.18	10.10	8.30	9.46
135	11.00	10.50	10.00	10.60	11.00	10.62
140	10.00	11.00	11.50	12.50	10.00	11.00
145	12.75	12.30	14.50	16.50	14.60	14.13
150	35.20	39.20	44.00	24.00	48.00	38.08

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของฟิล์ม OPP20/PE28 ที่ความดัน 1.5 บาร์ เวลา 0.5 วินาที

อุณหภูมิ (°ซ)	ความแข็งแรงของรอยฉนวนที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
95	0.05	0.06	0.10	0.06	0.04	0.06
100	0.30	0.21	0.30	0.43	0.29	0.31
105	5.70	4.50	4.70	4.20	4.40	4.45
110	4.70	4.95	4.99	4.60	4.70	4.79
115	5.20	5.56	5.06	6.38	6.38	5.72
120	6.88	5.20	5.68	5.60	6.00	5.87
125	5.01	5.75	5.68	5.68	5.58	5.54
130	5.50	5.56	5.58	5.86	5.30	5.56
135	5.48	5.48	5.38	5.78	7.01	5.83
140	5.93	5.90	5.58	6.78	7.88	5.80
145	5.33	4.98	5.68	6.80	6.43	5.84

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PP25 ที่ความดัน 1.5 บาร์ เวลา 0.5 วินาที

อุณหภูมิ (°ซ)	ความแข็งแรงของรอยผนึกที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
120	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
125	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04
130	0.31	0.38	0.28	0.30	0.30	0.31
135	1.78	1.51	1.28	1.15	1.73	1.49
140	4.30	4.48	4.68	4.30	4.28	4.41
145	5.89	5.30	5.50	6.50	5.87	5.80
150	8.20	7.30	8.10	7.00	9.20	7.96

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PP30 ที่ความดัน 1.5 บาร์ เวลา 0.5 วินาที

อุณหภูมิ (°ซ)	ความแข็งแรงของรอยผนึกที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
130	0.38	0.25	0.18	0.20	0.38	0.28
135	4.73	7.58	3.63	5.88	3.12	4.34
140	15.00	13.25	12.50	15.50	14.08	14.07
145	14.40	14.75	13.00	13.50	15.00	14.13
150	15.10	14.40	14.00	15.25	14.90	14.73
155	15.75	15.00	14.90	17.50	15.75	15.35
160	15.00	13.75	14.50	15.00		14.56

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของฟิล์ม OPP20/MCPP25 ที่ความดัน 1.5 บาร์ เวลา 0.5 วินาที

อุณหภูมิ (°ซ)	ความแข็งแรงของรอยฉนวนที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
120	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
125	0.18	0.18	0.12	0.18	0.07	0.15
130	1.92	2.05	1.98	2.40	2.40	2.15
135	7.25	7.10	5.50	6.60	6.25	6.54
140	9.40	8.50	8.50	9.00	9.40	8.96
145	9.50	9.30	9.60	8.10	8.30	8.96
150	11.00	11.00	10.39	10.90	11.20	10.90

ข.2 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.3

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา ของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 ที่อุณหภูมิ 130 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 130 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						เวลา (วินาที)	SS ที่ 130 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.6	11.00	10.10	10.00	11.05	10.00	10.43
0.2	0.80	0.83	0.65	0.55	0.80	0.81	0.7	10.38	10.78	10.83	10.75	11.50	10.85
0.3	1.78	1.48	2.10	1.45	1.90	1.74	0.8	11.20	10.80	17.58	11.25	10.25	10.88
0.4	4.10	3.20	3.70	4.05	3.30	3.67	0.9	13.00	10.90	10.80	14.25	10.50	10.73
0.5	10.25	9.70	10.10	9.67	10.21	9.99	1.0	10.00	10.38	10.1	9.75	9.63	9.97

หมายเหตุ SS = ความแข็งแรงของรอยฉนวน (scal strength)

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา
ของฟิล์ม OPP20/PE28 ที่อุณหภูมิ 115 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 115 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						เวลา (วินาที)	SS ที่ 115 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	4.78	2.38	3.20	3.20	4.60	3.63	0.6	5.85	6.05	5.05	5.08	5.12	5.43
0.2	4.40	4.40	5.00	4.50	4.80	4.62	0.7	5.48	5.51	5.13	5.33	5.38	5.36
0.3	5.55	5.88	5.01	5.08	5.35	5.37	0.8	5.76	5.54	5.18	5.94	5.99	5.68
0.4	5.48	5.20	5.10	5.18	5.41	5.27	0.9	6.06	5.38	5.56	5.76	5.38	5.63
0.5	6.10	5.35	5.25	5.00	5.35	5.41	1.0	5.76	5.48	5.98	5.48	5.80	5.70

ตารางที่ ข.8 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา
ของฟิล์ม OPP20/PP25 ที่อุณหภูมิ 140 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						เวลา (วินาที)	SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	0.17	0.25	0.31	0.26	0.28	0.25	0.6	4.95	4.38	4.30	4.24	4.50	4.47
0.2	2.10	2.23	2.20	1.88	2.00	2.08	0.7	4.30	4.40	4.24	4.56	4.28	4.36
0.3	2.73	2.78	2.88	3.03	2.50	2.78	0.8	4.40	4.56	4.80	4.80	4.50	4.61
0.4	4.05	3.25	3.65	4.31	3.98	3.85	0.9	5.20	4.95	5.00	5.10	5.30	5.11
0.5	4.30	4.24	4.10	4.10	4.52	4.25	1.0	5.30	4.96	5.5	4.90	6.00	5.33

ตารางที่ ข.9 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา
ของฟิล์ม OPP20/PP30 ที่อุณหภูมิ 140 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						เวลา (วินาที)	SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	0.25	0.35	0.55	0.25	1.50	0.35	0.6	15.00	14.00	15.75	15.00	15.40	15.03
0.2	2.30	7.30	2.80	2.80	2.83	2.68	0.7	15.80	15.60	14.95	15.60	15.50	15.49
0.3	8.33	7.13	7.20	11.88	9.75	8.10	0.8	13.00	14.13	14.35	14.50	14.55	14.38
0.4	14.60	14.25	12.75	13.75	12.00	13.47	0.9	15.90	15.80	16.25	16.60	16.50	16.21
0.5	15.00	15.00	14.40	10.90	13.88	14.57	1.0	13.50	14.95	14.35	14.50	13.00	14.60

ตารางที่ ข.10 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา
ของฟิล์ม OPP20/MCPP25 ที่อุณหภูมิ 140 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						เวลา (วินาที)	SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	0.95	1.75	1.68	2.00	1.10	1.50	0.6	9.36	9.70	9.30	9.50	8.70	9.31
0.2	8.00	8.25	7.60	6.50	5.50	7.17	0.7	9.18	8.90	9.28	9.73	9.45	9.31
0.3	7.50	7.60	8.00	8.80	8.75	8.13	0.8	9.80	9.56	9.60	9.65	9.20	9.56
0.4	9.10	8.25	8.80	8.25	9.40	8.76	0.9	9.67	9.50	9.56	9.60	9.83	9.63
0.5	9.15	8.30	8.80	8.80	9.30	8.87	1.0	9.70	9.65	9.86	10.00	10.14	9.87

หมายเหตุ SS = ความแข็งแรงของรอยผนึก (seal strength)

ข.3 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.4

ตารางที่ ข.11 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลง
ความดันของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 ที่อุณหภูมิ 130 °ซ เวลา 0.5 วินาที

ความดัน (บาร์)	ความแข็งแรงของรอยผนึกที่ 140 °ซ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.5	9.60	11.00	10.15	10.15	9.99	10.18
1.0	9.85	10.15	9.99	10.25	9.99	10.05
1.5	12.40	10.88	10.88	10.65	10.56	10.74
2.0	10.38	11.30	10.58	10.58	11.35	10.84
2.5	11.50	10.10	11.30	11.40	11.10	11.08
3.0	11.28	10.08	10.03	10.95	12.00	10.87
3.5	11.5	12.00	10.56	9.05	12.00	11.02

ตารางที่ ข.12 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงความดันของฟิล์ม OPP20/PE28 ที่อุณหภูมิ 115 °ซ เวลา 0.3 และ 0.8 วินาที

ความดัน (บาร์)	SS ที่ 115 °ซ 0.3 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 115 °ซ 0.8 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.5	4.30	5.32	4.80	5.28	5.22	4.98	5.38	5.83	5.80	5.60	5.48	5.62
1.0	4.80	4.82	4.68	5.68	5.38	5.07	5.55	5.63	5.70	5.78	5.70	5.67
1.5	5.90	5.00	5.00	5.40	5.30	5.32	6.05	5.45	5.83	5.85	5.58	5.75
2.0	5.18	5.20	4.89	4.85	4.76	4.98	5.29	5.68	5.78	5.46	5.56	5.55
2.5	5.28	5.60	5.16	5.02	4.92	5.20	5.68	5.78	5.58	5.38	5.75	5.63
3.0	4.83	4.95	5.20	5.30	4.80	5.02	5.70	6.48	5.85	5.58	5.00	5.72
3.5	4.73	4.85	5.25	5.12	4.98	4.99	5.71	4.58	5.78	6.30	5.44	5.56

หมายเหตุ SS = ความแข็งแรงของรอยฉนวน (seal strength)

ตารางที่ ข.13 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงความดันของฟิล์ม OPP20/PP25 ที่อุณหภูมิ 140 °ซ เวลา 0.4 วินาที

ความดัน (บาร์)	ความแข็งแรงของรอยฉนวน (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.5	5.70	5.50	6.25	5.20	6.05	5.74
1.0	3.75	3.99	3.95	4.00	4.00	3.94
1.5	3.39	3.75	3.80	4.00	3.75	3.83
2.0	3.76	3.88	3.80	4.26	4.00	3.94
2.5	4.25	4.08	4.20	4.30	3.75	4.12
3.0	3.90	4.32	4.10	4.24	4.20	4.15
3.5	4.25	4.23	4.25	4.08	3.98	4.16

ตารางที่ ข.14 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงความดันของฟิล์ม OPP20/ CPP30 ที่อุณหภูมิ 140 °ซ เวลา 0.4 วินาที

ความดัน (บาร์)	ความแข็งแรงของรอยฉนวนที่ 140 °ซ 0.4 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.5	15.50	12.30	15.38	11.00	11.88	13.21
1.0	16.25	14.30	14.40	14.53	15.75	15.05
1.5	13.50	14.25	14.75	13.90	13.90	14.06
2.0	13.60	15.33	13.00	15.25	16.25	14.69
2.5	14.25	13.50	14.00	16.00	15.68	14.69
3.0	13.50	14.75	15.50	7.55	9.50	14.58
3.5	15.5	15.75	14.25	13.63	15.25	14.88

ตารางที่ ข.15 ข้อมูลดิบการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงความดันของฟิล์ม OPP20/MCPP25 ที่อุณหภูมิ 140 °ซ เวลา 0.3 วินาที

ความดัน (บาร์)	ความแข็งแรงของรอยฉนวนที่ 140 °ซ 0.3 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.5	8.13	7.90	4.00	6.70	7.10	7.46
1.0	8.70	8.40	7.76	8.58	8.85	8.46
1.5	7.65	8.20	8.10	8.10	8.10	8.03
2.0	8.20	7.48	7.13	8.19	8.10	7.82
2.5	7.45	8.15	7.95	7.21	7.30	7.61
3.0	7.80	7.80	6.80	6.70	-	7.28
3.5	8.36	8.16	8.46	8.30	-	8.32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.4 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.5

ตารางที่ ข.16 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยศุนิก เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 ที่อุณหภูมิ 135 และ 140 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 135 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	0.09	0.16	0.13	0.13	0.10	0.12	0.20	0.16	0.20	0.24	0.21	0.20
0.2	2.03	2.22	3.70	2.60	3.50	2.81	2.24	1.83	2.25	2.58	1.83	2.14
0.3	5.55	6.75	3.58	3.80	4.00	4.74	11.13	11.03	10.38	11.05	11.08	10.93
0.4	10.10	10.05	10.10	10.58	10.05	10.18	10.80	10.28	10.58	10.38	11.33	10.59
0.5	9.70	10.88	11.03	10.20	10.50	10.46	12.75	11.45	10.75	10.06	11.20	11.24
0.6	10.00	10.45	12.15	12.13	12.80	11.51	11.00	15.60	10.60	9.95	11.00	10.64
0.7	9.88	9.65	9.75	9.85	13.00	10.43	13.40	10.50	10.20	11.38	11.73	10.95
0.8	10.50	10.25	10.30	10.75	10.65	10.49	13.00	39.92	10.50	11.50	12.30	11.43
0.9	10.75	10.75	10.88	10.48	11.60	10.89	12.00	12.20	12.75	12.40	12.00	12.27
1.0	14.40	13.54	14.39	13.50	14.25	14.02	12.00	12.00	39.60	18.50	11.90	11.97

ข.5 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.6

ตารางที่ ข.17 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยศุนิก เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาของฟิล์ม OPP20/PE28 ที่อุณหภูมิ 105 และ 110 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 105 °ซ (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 110 °ซ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	0.10	0.12	0.08	0.05	0.08	0.09	0.58	0.28	0.36	0.25	0.40	0.37
0.2	0.26	0.21	0.29	0.26	0.25	0.25	2.98	3.50	3.44	2.55	3.60	3.21
0.3	0.38	0.55	0.44	0.40	0.65	0.48	4.38	4.35	4.10	4.40	4.60	4.37
0.4	0.70	0.68	0.65	0.75	1.21	0.80	4.20	4.38	4.00	4.00	4.68	4.25
0.5	4.20	4.05	5.10	5.50	3.50	4.47	4.98	4.30	4.90	4.86	4.29	4.67
0.6	4.42	4.45	5.10	5.09	5.28	4.87	4.75	4.39	4.98	4.89	4.88	4.78
0.7	4.58	4.46	4.80	4.65	4.76	4.65	5.01	5.12	4.10	4.85	5.12	4.84
0.8	4.83	4.78	4.86	4.68	4.00	4.63	5.02	5.18	5.18	5.03	4.78	5.04
0.9	4.58	4.86	4.25	5.08	4.86	4.73	5.18	5.68	5.65	5.20	4.80	5.30
1.0	4.56	5.28	4.78	4.76	4.00	4.68	5.08	5.10	6.00	4.56	5.38	5.22

ตารางที่ ข.18 แนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลา
ของฟิล์ม OPP20/PE28 ที่อุณหภูมิ 120 และ 125 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 120 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 125 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	4.10	4.30	4.00	4.68	4.18	4.25	5.08	5.28	4.80	4.90	5.09	5.03
0.2	5.40	4.78	5.50	5.90	4.80	5.28	5.38	4.98	5.48	5.18	4.96	5.2
0.3	5.06	5.26	5.39	4.88	5.28	5.17	5.50	5.18	4.95	5.00	4.86	5.10
0.4	5.40	5.00	5.38	6.20	5.58	5.51	5.48	5.20	5.20	5.48	5.30	5.33
0.5	5.08	5.11	6.40	6.01	5.18	5.56	5.18	5.18	5.08	5.98	5.60	5.40
0.6	5.38	5.40	5.56	5.58	5.29	5.44	5.76	5.01	5.58	5.98	5.39	5.54
0.7	5.68	5.26	5.68	5.18	6.28	5.62	5.20	5.28	5.58	5.40	6.20	5.53
0.8	6.20	5.53	6.20	6.28	5.48	5.94	5.10	5.90	5.40	5.20	6.20	5.56
0.9	6.30	6.28	5.68	5.68	6.10	6.01	5.10	6.32	5.86	5.76	6.25	5.86
1.0	6.28	5.08	5.81	6.50	6.55	6.04	5.35	7.45	5.5	5.28	6.00	5.92

ข.6 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.7

ตารางที่ ข.19 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
ของฟิล์ม OPP20/PE30 ที่เวลา 0.5 และ 0.7 วินาที ความดัน 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°ซ)	SS ที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 1.5 บาร์ 0.7 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
95							0.47	0.50	0.48	0.30	0.45	0.44
100	1.50	1.30	1.60	1.20	1.70	1.46	1.26	2.08	2.00	1.40	1.30	1.61
105	8.25	5.80	7.50	6.90	6.50	6.40	8.33	7.60	6.60	6.10	6.80	7.09
110	6.50	6.20	5.90	5.70	6.00	6.06	7.30	6.75	7.70	7.30	7.40	7.29
115	8.75	8.43	8.72	8.60	7.60	8.42	7.50	8.10	7.30	7.50	6.40	7.36
120	7.25	7.35	8.00	6.90	7.90	7.48	7.20	7.40	7.40	7.20	8.30	7.50
125	8.50	8.00	7.06	6.50	8.05	8.18	7.25	8.05	7.50	6.63	7.40	7.55
130	8.15	7.09	7.03	7.30	7.12	7.14	7.30	7.60	7.58	8.60	7.20	7.66
135	7.95	8.30	7.30	8.00	8.40	7.99	8.00	7.40	7.80	7.60	7.60	7.68
140	8.25	7.50	7.50	9.00	7.75	8.00	9.30	8.80	9.00	8.50	8.00	8.72
145	9.00	7.62	8.12	8.12	7.06	7.99	10.50	9.10	10.10	8.50	-	9.55

ตารางที่ ข.20 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PE28 ที่เวลา 0.5 และ 0.7 วินาที ความดัน 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°ซ)	SS ที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 1.5 บาร์ 0.7 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
95	0.05	0.06	0.10	0.06	0.04	0.06	0.20	0.16	0.11	0.12	0.14	0.15
100	0.30	0.21	0.30	0.43	0.29	0.31	0.50	0.75	0.70	0.50	0.62	0.61
105	5.70	4.50	4.70	4.20	4.40	4.45	4.60	4.46	4.30	3.80	4.00	4.23
110	4.70	4.95	4.99	4.60	4.70	4.79	5.28	5.25	5.00	5.10	5.08	5.14
115	5.20	5.56	5.06	6.38	6.38	5.72	6.00	5.25	5.50	5.78	5.25	5.56
120	6.88	5.20	5.68	5.60	6.00	5.87	5.45	5.55	5.80	5.18	5.28	5.45
125	5.01	5.75	5.68	5.68	5.58	5.54	6.08	5.40	5.68	5.60	5.05	5.56
130	5.50	5.56	5.58	5.86	5.30	5.56	6.25	7.25	5.95	6.38	5.10	6.19
135	5.48	5.48	5.38	5.78	7.01	5.83	7.00	6.12	5.60	5.75	5.40	5.97
140	5.93	5.90	5.58	6.78	7.88	5.80	6.23	6.75	6.25	5.78	5.50	6.10
145	5.32	5.68	6.8	6.42	4.98	5.84	6.65	6.50	6.30	6.58	7.95	6.80

ข.7 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.8

ตารางที่ ข.21 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PP30 ที่เวลา 0.4 และ 0.5 วินาที ความดัน 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°ซ)	SS ที่ 1.5 บาร์ 0.4 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
120	0.05	0.03	0.06	0.04	0.05	0.05						
125	0.18	0.16	0.16	0.26	0.20	0.19	0.70	0.55	0.64	0.55	0.47	0.58
130	0.83	1.00	0.90	1.10	1.10	0.99	1.75	1.55	1.95	1.35	1.60	1.64
135	2.20	2.60	2.10	2.40	2.40	2.34	3.00	3.05	3.05	3.05	2.90	3.01
140	2.75	3.50	3.90	2.95	3.58	3.34	3.55	3.50	3.55	3.63	3.50	3.55
145	4.31	4.53	4.40	4.25	4.20	4.34	4.90	4.75	4.63	4.80	5.20	4.86
150	9.20	8.55	9.48	8.22	8.78	8.85	6.68	9.50	10.05	9.75	6.50	9.77
155							9.38	9.25	9.88	9.88	10.50	9.78

หมายเหตุ SS = ความแข็งแรงของรอยผนึก (seal strength)

ตารางที่ ข.22 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PP25 ที่เวลา 0.4 และ 0.5 วินาที ความดัน 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°ซ)	SS ที่ 1.5 บาร์ 0.4 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
120	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
125	0.05	0.06	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04
130	0.20	0.32	0.33	0.25	0.28	0.28	0.31	0.38	0.28	0.30	0.30	0.31	0.31
135	1.43	1.55	1.26	1.76	1.95	1.59	1.78	1.51	1.28	1.15	1.73	1.49	1.49
140	4.83	3.81	4.10	3.88	4.30	4.18	4.30	4.48	4.68	4.30	4.28	4.41	4.41
145	6.00	8.40	8.06	7.10	5.76	7.39	5.89	5.30	5.50	6.50	5.87	5.80	5.80
150	9.00	8.70	8.60	8.21	7.80	8.46	8.20	7.30	8.10	7.00	9.20	7.96	7.96

ข.8 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.9

ตารางที่ ข.23 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PP30 ที่เวลา 0.4 วินาที ความดัน 1.0 บาร์ และ 0.5 วินาที 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°ซ)	SS ที่ 1.0 บาร์ 0.4 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
125	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.06							
130	0.75	0.63	0.30	0.38	0.30	0.33	0.38	0.25	0.18	0.20	0.38	0.28	0.28
135	4.00	4.25	6.75	3.90	8.88	4.05	4.73	7.58	3.63	5.88	3.12	4.34	4.34
140	14.00	14.55	14.05	14.43	14.40	14.29	15.00	13.25	12.50	15.50	14.08	14.07	14.07
145	13.00	13.06	12.00	12.25	13.20	12.70	14.40	14.75	13.00	13.50	15.00	14.13	14.13
150	14.00	14.00	14.50	14.00	13.50	14.00	15.10	14.40	14.00	15.25	14.90	14.73	14.73
155	15.80	16.63	15.63	15.60	18.45	15.91	15.75	15.00	14.90	17.50	15.75	15.35	15.35
160	13.45	14.45	11.88	11.88	15.5	13.43	15.00	13.75	14.50	15.00	-	14.56	14.56

หมายเหตุ SS = ความแข็งแรงของรอยฉนวน (scal strength)

ตารางที่ ข.24 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยศุนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/ CPP20 ที่เวลา 0.4 วินาที ความดัน 1.0 บาร์ และ 0.5 วินาที 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°ซ)	SS ที่ 1.0 บาร์ 0.4 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
125	0.04	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08	0.06	0.04	0.11	0.05	0.03	0.06
130	0.12	0.16	0.14	0.20	0.05	0.16	0.11	0.48	0.32	0.16	0.18	0.25
135	0.28	0.15	0.40	0.30	0.15	0.26	0.33	0.98	0.75	0.12	0.15	0.47
140	3.25	2.50	1.38	1.38	1.75	2.05	1.95	1.88	1.60	3.00	1.03	1.89
145	6.80	6.00	7.25	7.80	8.00	7.17	3.20	5.50	7.23	8.68	4.23	7.13
150	10.00	11.00	9.50	10.00	9.38	9.98	8.65	9.10	9.00	10.00	10.03	9.36

ข.9 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.10

ตารางที่ ข.25 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยศุนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/MCPP25 ที่เวลา 0.3 วินาที ความดัน 1.0 บาร์ และ 0.5 วินาที 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°ซ)	SS ที่ 1.0 บาร์ 0.3 วินาที (นิวตัน/15 มม.)						SS ที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
125	0.14	0.08	0.05	0.06	0.10	0.09	0.18	0.18	0.12	0.18	0.07	0.15
130	1.40	2.23	1.50	1.35	0.75	1.45	1.92	2.05	1.98	2.40	2.40	2.15
135	5.60	5.00	3.85	4.10	3.25	4.36	7.25	7.10	5.50	6.60	6.25	6.54
140	9.10	8.50	7.70	8.25	8.18	8.35	9.40	8.50	8.50	9.00	9.40	8.96
145	9.95	9.62	9.26	9.45	9.37	9.53	9.50	9.30	9.60	8.10	8.30	8.96
150	11.08	10.80	10.05	10.40	10.25	10.52	11.00	11.00	10.39	10.90	11.20	10.90

หมายเหตุ SS = ความแข็งแรงของรอยศุนึก (seal strength)

ตารางที่ ข.26 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉีก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP25/MCPP25 ที่เวลา 0.3 วินาที ความดัน 1.0 บาร์ และ 0.5 วินาที 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°ซ)	SS ที่ 1.0 บาร์ 0.3 วินาที (นิวัติน/15 มม.)						SS ที่ 1.5 บาร์ 0.5 วินาที (นิวัติน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
125	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04
130	0.95	0.26	0.38	0.55	0.21	0.35	0.81	1.25	1.00	1.25	1.04	1.07
135	5.00	4.55	3.45	4.70	4.20	4.38	5.95	6.80	7.10	6.65	7.10	6.72
140	7.30	7.40	6.50	8.50	6.20	7.18	7.15	8.00	7.28	7.60	7.50	7.51
145	7.29	8.58	6.83	7.90	7.75	7.67	8.68	9.08	8.75	9.00	9.05	8.91
150	9.08	9.70	9.20	9.06	9.00	9.21	9.78	9.50	9.83	10.00	9.25	9.67

ข.10 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.11

ตารางที่ ข.27 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉีก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 ที่เวลา 0.5 วินาที ความดัน 1.5 บาร์ ทดสอบโดยใช้เครื่อง Instron

อุณหภูมิ (°ซ)	ความแข็งแรงของรอยฉีก (นิวัติน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
120	0.88	0.79	0.73	0.89	0.88	0.83
125	1.81	1.82	1.95	1.91	2.10	1.92
130	12.88	12.48	12.05	12.29	12.49	12.44
135	12.17	13.80	12.04	12.43	11.97	12.48
140	12.97	13.72	12.92	13.71	-	13.33
145	14.19	13.72	13.71	14.00	15.54	14.23

ข.11 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.12

ตารางที่ ข.28 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉีก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 ที่เวลา 0.4 วินาที ความดัน 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°C)	ความแข็งแรงของรอยฉีก ที่ 1.5 บาร์ 0.4 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
120	0.50	0.75	0.25	0.50	0.38	0.48
125	0.95	1.25	0.70	1.05	1.00	0.99
130	1.95	2.70	1.38	3.13	1.43	2.12
135	11.00	14.13	10.53	10.88	8.45	10.21
140	11.25	10.00	10.00	10.90	12.25	10.88
145	12.50	11.50	10.00	10.25	11.75	11.20

ข.12 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.13

ตารางที่ ข.29 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉีก เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฟิล์ม OPP20/PE28 ที่เวลา 0.8 วินาที ความดัน 1.5 บาร์

อุณหภูมิ (°C)	ความแข็งแรงของรอยฉีกที่ 1.5 บาร์ 0.8 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
95	0.32	0.28	0.21	0.22	0.15	0.24
100	1.76	0.72	3.25	1.20	3.00	1.99
105	4.90	4.60	4.48	4.01	5.10	4.62
110	5.60	6.00	5.28	4.88	5.00	5.35
115	5.98	5.68	5.48	6.13	5.63	5.78
120	5.70	6.00	6.45	5.95	6.08	6.04
125	6.00	6.03	5.78	5.58	5.58	5.79
130	6.38	6.55	5.58	6.88	5.50	6.18
135	7.00	6.73	6.10	5.98	5.42	6.25
140	7.40	6.60	6.05	5.68	7.48	6.64

ข.13 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.19

ตารางที่ ข.30 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาของฟิล์ม OPP20/MCPP25 ที่อุณหภูมิ 135 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 135 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						เวลา (วินาที)	SS ที่ 135 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	0.16	0.14	0.09	0.09	0.13	0.12	0.6	8.55	7.88	7.20	8.01	7.50	7.83
0.2	3.60	2.70	4.38	4.38	2.75	3.56	0.7	7.50	9.00	7.40	9.50	8.92	8.46
0.3	4.23	4.98	4.35	5.45	5.78	4.96	0.8	8.92	8.00	8.95	8.40	9.00	8.65
0.4	5.85	4.85	6.45	6.00	4.75	5.58	0.9	9.60	9.55	9.01	9.13	10.05	9.47
0.5	7.00	5.48	7.38	7.33	6.38	6.71	1.0	9.60	7.80	9.5	9.00	9.00	9.28

ข.14 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.20

ตารางที่ ข.31 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยฉนวน เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาของฟิล์ม OPP25/MCPP25 ที่อุณหภูมิ 140 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						เวลา (วินาที)	SS ที่ 140 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	3.50	3.78	3.50	2.3	1.73	3.13	0.6	8.38	8.65	8.28	8.00	8.40	8.34
0.2	9.00	7.55	6.00	6.75	5.80	6.53	0.7	8.78	9.20	8.98	9.01	8.85	8.96
0.3	8.15	7.83	8.58	8.25	7.15	7.99	0.8	9.08	9.34	8.93	8.98	8.98	9.06
0.4	8.40	6.50	6.33	5.88	6.25	6.67	0.9	9.10	8.68	9.08	9.15	9.10	9.02
0.5	6.33	6.95	6.30	8.83	9.75	7.63	1.0	9.08	9.28	9.09	9.15	8.38	9.00

หมายเหตุ SS = ความแข็งแรงของรอยฉนวน (seal strength)

ตารางที่ ข.32 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงความดันของฟิล์ม OPP25/MCPP25 ที่อุณหภูมิ 140 °ซ เวลา 0.3 วินาที

ความดัน (บาร์)	ความแข็งแรงของรอยผนึก ที่ 140 °ซ 0.3 วินาที (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.5	5.38	5.63	6.05	-	-	5.68
1.0	5.73	7.10	4.00	6.30	3.56	5.34
1.5	8.45	6.50	6.20	6.58	7.50	7.05
2.0	6.00	7.35	5.75	5.44	5.68	6.04
2.5	5.50	5.30	6.00	5.28	5.00	5.42
3.0	7.30	7.20	6.90	6.60	7.15	7.03
3.5	5.78	6.38	5.50	5.88	5.90	5.89

ข.15 ข้อมูลดิบของตารางที่ 4.22

ตารางที่ ข.33 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของรอยผนึก เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาของฟิล์ม OPP25/MCPP25 ที่อุณหภูมิ 135 °ซ ความดัน 1.5 บาร์

เวลา (วินาที)	SS ที่ 135 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)						เวลา (วินาที)	SS ที่ 135 °ซ 1.5 บาร์ (นิวตัน/15 มม.)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
0.1	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.6	7.05	6.50	6.20	6.45	6.50	6.54
0.2	1.13	1.55	1.98	0.98	1.20	1.43	0.7	6.65	6.65	6.65	6.83	7.58	6.87
0.3	3.98	4.48	3.85	4.98	4.70	4.40	0.8	6.80	6.75	7.40	8.00	6.90	7.17
0.4	7.90	6.03	5.50	4.20	8.33	6.39	0.9	7.00	7.25	7.10	6.75	8.00	7.22
0.5	5.40	5.88	6.75	5.88	5.00	5.78	1.0	7.65	6.30	7.8	7.54	7.98	7.45

หมายเหตุ SS = ความแข็งแรงของรอยผนึก (seal strength)

ภาคผนวก ก

การคำนวณ

ค.1 การหาค่า const และ T_s ในสมการของ Schrieker ของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25

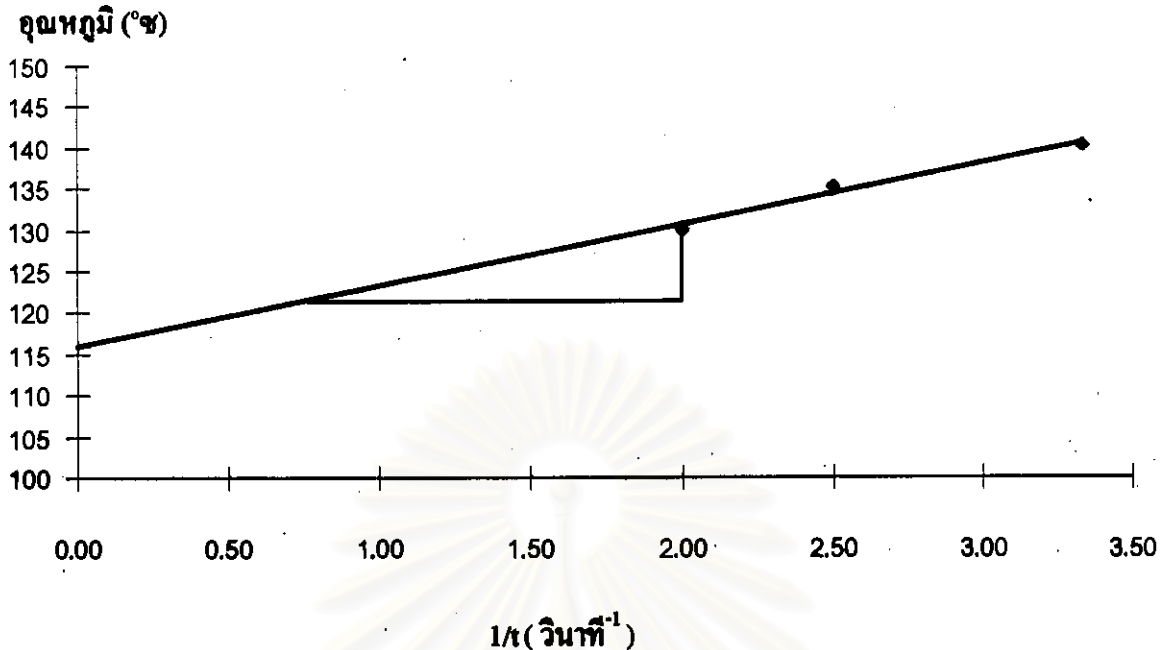
สมการของ Schrieker ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแห่งปิดผนึก (T) และเวลาในการปิดผนึก (t) คือ

$$T = \frac{\text{Const}}{t} + T_s$$

จากสมการเมื่อนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง T และ $1/t$ แล้วจะสามารถหาค่าคงที่ (const) และ อุณหภูมิที่คาดการณ์เพื่อให้เกิดรอยผนึก ณ จุดที่สัมผัสกับผิวฟิล์มหรือจุดหลอมเหลวของสารปิดผนึก (T_s) ได้ โดยการเลือก T และ t นี้จะเลือกที่ภาวะที่เหมาะสมต่อการปิดผนึกและให้ค่าความแข็งแรงของรอยผนึกใกล้เคียงกันดังตารางที่ ค.1 และเมื่อนำค่าจากตารางมาเขียนกราฟจะได้ดังรูปที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 อุณหภูมิแห่งปิดผนึก (T) และเวลาในการปิดผนึก (t) ที่สอดคล้องกันของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25

ความแข็งแรงของรอยผนึก (นิวตัน/15 มม.)	อุณหภูมิแห่งปิดผนึก (T) (°C)	เวลาในการปิดผนึก (t) (วินาที)	$1/t$ (วินาที ⁻¹)
9.99	130	0.5	2.00
10.18	135	0.4	2.50
10.93	140	0.3	3.33



รูปที่ ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแท่งปิดผนึก (T) และ เวลาในการปิดผนึก (t) ที่สอดคล้องกันของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25

จากรูปที่ ค.1 จะหาค่า T_0 ได้จากจุดตัดแกน Y คือที่ $1/t = 0$ ซึ่งจะอ่านค่าได้ประมาณ 116 °ซ ค่าที่ได้นี้จะเป็ค่าจุดหลอมเหลวของสารปิดผนึกสำหรับฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 ซึ่งมี PE25/LLDPE25 เป็นสารปิดผนึก โดย PE จะมีจุดหลอมเหลว 104 °ซ และ LLDPE จะมีจุดหลอมเหลว 123 °ซ (เมื่อหาจุดหลอมเหลวด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimetry) ดังนั้นจุดหลอมเหลวรวมของสารปิดผนึก PE25/LLDPE25 จึงควรอยู่ในช่วงจุดหลอมเหลวของสารปิดผนึกทั้งสอง ซึ่งในที่นี้จะประมาณค่าได้ที่อุณหภูมิ 116 °ซ และในรูปที่ ค.1 ยังใช้ในการหาค่า const ด้วยโดยหาจากความชันของกราฟดังนี้คือ

$$\text{เมื่อ ความชัน} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

โดยที่ค่า (X1,Y1) และ (X2,Y2) เป็นโคออดิเนตบนเส้นตรง

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad \text{const} &= \frac{130.6 - 121.2}{2.00 - 0.85} \\ &= 8.17 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นจะได้ค่า const และ T_0 ในสมการของ Schricker ของฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 เท่ากับ 8.17 และ 116 °ซ ตามลำดับ

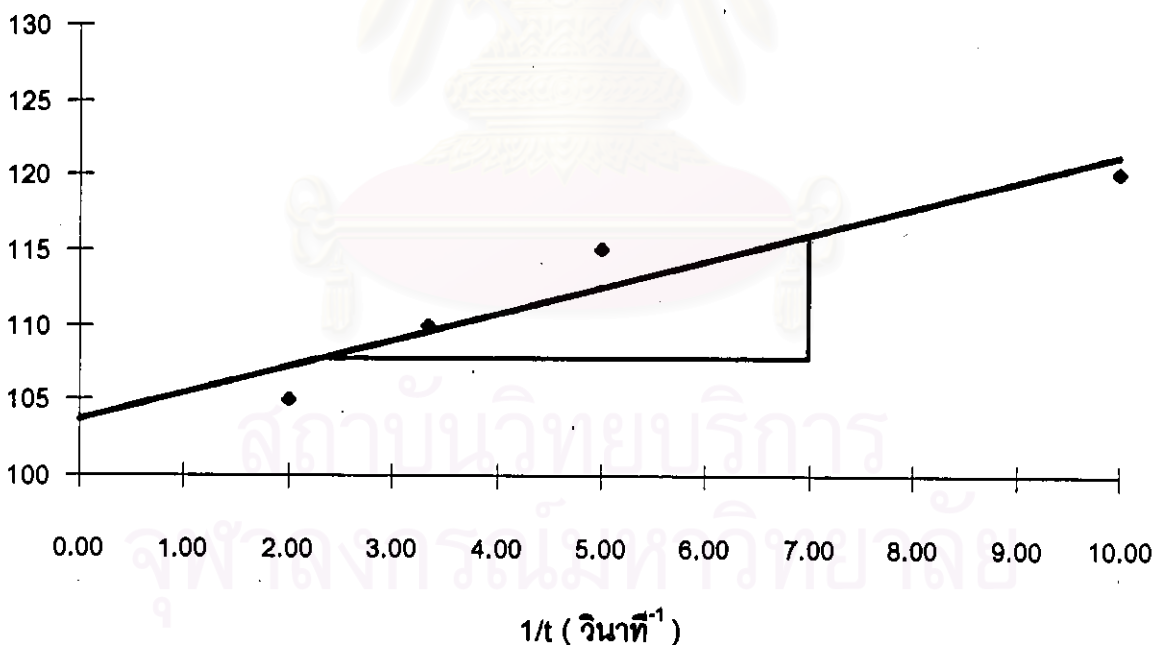
ค.2 การหาค่า const และ T ในสมการของ Schricker ของฟิล์ม OPP20/PE28

จะหาได้เ็นทำนองเดียวกันกับฟิล์ม OPP20/PE25/LLDPE25 ซึ่งจะได้ค่า T และ τ ที่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ ค.2 และเมื่อนำค่าจากตารางมาเขียนกราฟจะได้ดังรูปที่ ค.2

ตารางที่ ค.2 อุณหภูมิแห่งปิดผนึก (T) และเวลาในการปิดผนึก (t) ที่สอดคล้องกันของฟิล์ม OPP20/PE28

ความแข็งแรงของรอยผนึก (นิวตัน/15 มม.)	อุณหภูมิแห่งปิดผนึก (T) (°ซ)	เวลาในการปิดผนึก (t) (วินาที)	$1/t$ (วินาที ⁻¹)
4.47	105	0.5	2.00
4.37	110	0.3	3.33
4.62	115	0.2	5.00
4.25	120	0.1	10.00

อุณหภูมิ (°ซ)



รูปที่ ค.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแห่งปิดผนึก (T) และเวลาในการปิดผนึก (t) ที่สอดคล้องกันของฟิล์ม OPP20/PE28

จากรูปที่ ค.2 จะหาค่า T_g ได้จากจุดตัดแกน Y ซึ่งจะอ่านค่าได้ประมาณ 104°ซ ค่าที่ได้นี้จะ เป็นค่าจุดหลอมเหลวของสารปีคชนิกสำหรับฟิล์ม OPP20/PE28 ซึ่งมี PE28 เป็นสารปีคชนิก โดยจุดหลอมเหลวของ PE ที่หาจากเครื่อง Differential Scanning Calorimetry) จะมีค่า 105°ซ จะเห็นว่าจุดหลอมเหลวที่ได้ทั้งสองจะมีค่าใกล้เคียงกัน และในรูปที่ ค.2 ยังใช้ในการหาค่า const โดยหาจากความชันของกราฟดังนี้คือ

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad \text{const} &= \frac{115.8 - 107.5}{7.00 - 2.37} \\ &= 1.76 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นจะได้ค่า const และ T_g ในสมการของ Schricker ของฟิล์ม OPP20/PE28 เท่ากับ 1.76 และ 104°ซ ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

นางสาว นาคชา เอื้อพิทักษ์สกุล เกิดเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2514 จังหวัด เพชรบูรณ์
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมื่อเดือน มีนาคม พ.ศ. 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์
พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อเดือนพฤษภาคม
พ.ศ. 2537 และสำเร็จหลักสูตรในเดือน เมษายน 2540



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย