รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัญจนา ตระกูลคู. เทคโนโลยีโพลิเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เพรสมีเดีย, 2533.

ความรู้เบื้องต้นปิโตรเคมี. กรุงเทพฯ: บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน), 2539.

ชัชวาล สุรัสวดี. วิเคราะห์แยกแยะชำแหละเครื่องฉีด. วารสารพลาสติก 10 (มีนาคม 2537): 29-37.

_____. เทคนิคงานฉีดโพลิโพรพิลีน. วารสารพลาสติก 7 (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2533): 72-78.

ชัยวัฒน์ เจนวานิช. โพลิเมอร์เชิงพาณิชย์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2526.

บรรเลง ศรนิล. มองอุตสาหกรรมพลาสติกปัจจุบันสู่อนาคต. อินดัสตรีแม็กกาซีน 1 (กรกฎาคม 2532): 65.

_____. เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2537.

พสุ โลหารชุน และคณะ. เทคโนโลยีแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและการออกแบบเชิงวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ, 2534.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ, 2538.

มณฑล ฉายอรุณ. การทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2536.

รายงานพิเศษ. ภาษีนำเข้าวัตถุดิบสุดยอดปัญหาวงการพลาสติกไทย. อินดัสตรีแม็กกาซีน 3 (ธันวาคม 2534): 69.

วันชัย ริจิรวนิช. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม. การเลือกใช้ความเร็วฉีดและความดันฉีดแช่แบบเป็นขั้น. วารสารพลาสติก 12 (2538): 27-34.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และ จันทนา จันทโร. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ. กำลังวัสดุ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ, 2536.

เอกชัย ศิริจันทนันท์. Catalyst สร้างสรรค์ Polyolefin โฉมใหม่. วารสารพลาสติก 8 (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2534): 47-54.

ภาษาอังกฤษ

Arghyris, Laurent. Modification of Impact Properties of Blends of Polypropylene and Poly(Ethylene-vinyl Alcohol). Master's Thesis, McGill University, 1991.

Billmayer, Fred W. Textbook of Polymer Science. 3rd ed. Singapore: John Wiley & Sons, 1984.

Hunt, B.J. and Jame, M.I. Polymer Characterization. London: Blackie Academic & Professional, 1993.

Mark, Jame E. and others. Physical Properties of Polymers. Washington: American Chemical Society, 1984.

Mead, D.W. Evaluation of the Molecular-Weight Distribution and Linear Viscoelastic Rheological Properties During the Reactive Extrution of Propylene. Journal of Applied Polymer Science 57(1995): 151-173.

Simpson, D.M. and Harrison, I.R. A Study of the Effect of Processing Parameter on the Morphologies and Tensile Modulus of HDPE Brown Films : Application of composite Theories on a Modulas Level to Characterize Tensile Modulus. Journal of Plastic Film & Sheeting 10 (October 1994): 302-325.

Teh, J.W. Rudin, Alfred and Yuen, S.Y. LLDPE/PP Blends in Tubular Film Extrusion : Recycle of Mixed Films. Journal of Plastic Film & Sheeting 10 (October 1994): 288-301.

Thomas, S. and George A. Dinamic Mechanical-Properties of Thermoplastic Elastomers from Blends of Polypropylene with Copolymers of Ethylene with Vinyl-Acetate European Polymer Journal 28 (Iss 11): 1451-1458.

"The Staff of Modern Plastics Magazine" Plastic Handbook. New York: McGraw-Hill, 1994.

Varongchayakul, Voravit. High Density Polyethylene and Polypropylene Polyblends by Single Screw and Twin Screw Extrusion. Master's Thesis, University of Massachusetts-Lowell, 1994.

Wenig, W. and Asresahegn, M. The Influence of Rubber-Matrix Interfaces on the Crystallization Kinetics of Isotactic Polypropylene Blends with Ethylene-Propylene-Diene Terpolymer (EPDM) Polymer Engineering and Science. 33 (Iss 14, 1993): 877-888.

Wolf, Lawrence J. Statics and Strength of Materials. International Edition. Singapore: Maxwell Macmillan, 1990.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดผลการทดลอง

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION	MFI230/2.16 g/10 min.	NI kg.cm/cm	HR R-scale	TSY kg/cm2	FS kg/cm2	FMx10000 kg/cm2	HDT deg.C	Tm deg.C
1	HOMO100(1100P)	17.30	2.10	107.00	367.30	456.90	1.45	108.30	161.00
8	HOMO100(1100R)	24.10	1.87	109.00	374.30	471.30	1.59	112.40	161.00
7	BLOCK100(2500PC)	16.40	10.20	94.00	241.20	273.00	0.80	90.60	160.20
14	RAMDOM100(3300M)	20.40	3.41	96.00	271.90	307.40	0.90	90.40	148.40

ตาราง ก.1 สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของโพลิโพรพิลีน

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION	MFI230/2.16 g/10 min.	NI kg.cm/cm	HR R-scale	TSY kg/cm2	FS kg/cm2	FMx10000 kg/cm2	HDT deg.C	Tm deg.C
1	HOMO100	17.30	2.10	107.00	367.30	456.90	1.45	108.30	162.00
2	HOMO90/BLOCK10	17.00	2.20	107.00	349.80	424.90	1.32	107.00	161.00
3	HOMO70/BLOCK30	16.80	3.20	105.00	334.00	400.70	1.21	105.00	160.00
4	HOMO50/BLOCK50	17.00	3.90	100.00	306.50	351.00	1.07	103.40	161.00
5	HOMO30/BLOCK70	17.00	5.40	97.00	280.70	338.20	1.03	102.10	160.20
6	HOMO10/BLOCK90	16.80	7.80	95.00	254.00	309.80	0.89	101.10	160.00
7	BLOCK100	16.40	10.20	94.00	241.20	273.00	0.80	90.60	160.20

ตาราง ก.2 สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของการผสมโพลิโพรพิลีนชนิดบล๊อคโคโพลิเมอร์ลงในโพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION	MFI230/2.16 g/10 min.	NI kg.cm/cm	HR R-scale	TSY kg/cm2	FS kg/cm2	FMx10000 kg/cm2	HDT deg.C	Tm deg.C
8	HOMO100(1100R)	24.10	1.87	109.00	374.30	471.30	1.59	112.40	161.00
9	HOMO90/RANDOM10	23.15	2.29	109.00	372.40	462.70	1.55	110.70	160.40
10	HOMO70/RANDOM30	22.00	2.43	107.00	344.70	421.90	1.43	109.40	156.70
11	HOMO50/RANDOM50	21.40	2.61	103.00	314.70	383.90	1.27	109.00	153.40
12	HOMO30/RANDOM70	20.50	2.77	99.00	297.20	356.40	1.09	104.50	149.60
13	HOMO10/RANDOM90	20.50	2.89	97.00	283.10	319.10	0.96	99.70	148.90
14	RAMDOM100(3300M)	20.40	3.41	96.00	271.90	307.40	0.90	90.40	148.40

ตาราง ก.3 สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของการผสมโพลิโพรพิลีนชนิดแรนดัมโคโพลิเมอร์ลงในโพลิโพรพิลีนชนิดโฮโมโพลิเมอร์

ตารางที่ ก.4 แสดงค่าดัชนีการไหล (MELT FLOW INDEX)ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-BLOCK COPOLYMER

FORMULATION NO.	COMPOSITION (% Wt)	MELT FLOW INDEX (MFI230/2.16) g/10 min.
1	HP100	17.30
2	HP90/BP10	17.00
3	HP70/BP30	16.80
4	HP50/BP50	17.00
5	HP30/BP70	17.00
6	HP10/BP90	16.80
7	BP100	16.40

ตารางที่ ก.5 แสดงค่าดัชนีการไหล (MELT FLOW INDEX)ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-RANDOM COPOLYMER

FORMULATION NO.	COMPOSITION (% Wt)	MELT FLOW INDEX (MFI230/2.16) g/10 min.
8	HP100	24.10
9	HP90/RP10	23.15
10	HP70/RP30	22.00
11	HP50/RP50	21.40
12	HP30/RP70	20.50
13	HP10/RP90	20.50
14	RP100	20.40

ตารางที่ ก.6 แสดงค่าอุณภูมิหลอมเหลว(MELTING TEMPERATURE) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-BLOCK COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	MELTING TEMPERATURE (Tm) deg.C
1	HP100	162.0
2	HP90/BP10	161.0
.	HP70/BP30	160.0
4	HP50/BP50	161.0
5	HP30/BP70	160.2
6	HP10/BP90	160.0
7	BP100	160.2

ตารางที่ ก.7 แสดงค่าอุณภูมิหลอมเหลว(MELTING TEMPERATURE) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-RANDOM COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	MELTING TEMPERATURE (Tm) deg.C
8	HP100	161.0
9	HP90/RP10	160.4
10	HP70/RP30	156.7
11	HP50/RP50	153.4
12	HP30/RP70	149.6
13	HP10/RP90	148.9
14	RP100	148.4

ตารางที่ ก.8 แสดงค่าความต้านทานแรงกระแทก(IZOD NOTCHED IMPACT STRENGTH) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-BLOCK COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	IZOD NOTCHED IMPACT STRENGTH (NI) kg.cm/cm
1	HP100	2.10
2	HP90/BP10	2.20
3	HP70/BP30	3.20
4	HP50/BP50	3.90
5	HP30/BP70	5.40
6	HP10/BP90	7.80
7	BP100	10.20

ตารางที่ ก.9 แสดงค่าความต้านทานแรงกระแทก(IZOD NOTCHED IMPACT STRENGTH) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-RANDOM COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	IZOD NOTCHED IMPACT STRENGTH (NI) kg.cm/cm
8	HP100	1.87
9	HP90/RP10	2.29
10	HP70/RP30	2.43
11	HP50/RP50	2.61
12	HP30/RP70	2.77
13	HP10/RP90	2.89
14	RP100	3.41

ตารางที่ ก.10 แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (TENSILE STRENGTH AT YIELD) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-BLOCK COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	TENSILE STRENGTH AT YIELD(TSY) kg/cm2
1	HP100	367.3
2	HP90/BP10	349.8
3	HP70/BP30	334.0
4	HP50/BP50	306.5
5	HP30/BP70	280.7
6	HP10/BP90	254.0
7	BP100	241.2

ตารางที่ ก.11 แสดงค่าความต้านทานแรงดึง (TENSILE STRENGTH AT YIELD) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-RANDOM COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	TENSILE STRENGTH AT YIELD(TSY) kg/cm^2
8	HP100	374.3
9	HP90/RP10	372.4
10	HP70/RP30	344.7
11	HP50/RP50	314.7
12	HP30/RP70	297.2
13	HP10/RP90	283.1
14	RP100	271.9

ตารางที่ ก.12 แสดงค่าความทนต่อการบิดงอ (FLEXURAL STRENGTH) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-BLOCK COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	FLEXURAL STRENGTH (FM) kg/cm^2
1	HP100	456.9
2	HP90/BP10	424.9
3	HP70/BP30	400.7
4	HP50/BP50	351.0
5	HP30/BP70	338.2
6	HP10/BP90	309.8
7	BP100	273.0

ตารางที่ ก.13 แสดงค่าความทนต่อการบิดงอ (FLEXURAL STRENGTH) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-RANDOM COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	FLEXURAL STRENGTH (FM) kg/cm^2
8	HP100	471.3
9	HP90/RP10	462.7
10	HP70/RP30	421.9
11	HP50/RP50	383.9
12	HP30/RP70	356.4
13	HP10/RP90	319.1
14	RP100	307.4

ตารางที่ ก.14 แสดงค่าโมดูลัสของการบิดงอ (FLEXURAL MODULUS) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-BLOCK COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	FLEXURAL MODULUS (FS) $x10^4 kg/cm^2$
1	HP100	1.45
2	HP90/BP10	1.32
3	HP70/BP30	1.21
4	HP50/BP50	1.07
5	HP30/BP70	1.03
6	HP10/BP90	0.89
7	BP100	0.80

ตารางที่ ก.15 แสดงค่าโมดูลัสของการบิดงอ (FLEXURAL MODULUS) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-RANDOM COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	FLEXURAL MODULUS (FS) $x10^4 kg/cm^2$
8	HP100	1.59
9	HP90/RP10	1.55
10	HP70/RP30	1.43
11	HP50/RP50	1.27
12	HP30/RP70	1.09
13	HP10/RP90	0.96
14	RP100	0.90

ตารางที่ ก.16 แสดงค่าความแข็ง(ROCKWELL HARDNESS) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-BLOCK COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	ROCKWELL HARDNESS (HR) R-scale
1	HP100	107
2	HP90/BP10	107
3	HP70/BP30	105
4	HP50/BP50	100
5	HP30/BP70	97
6	HP10/BP90	95
7	BP100	94

ตารางที่ ก.17 แสดงค่าความแข็ง(ROCKWELL HARDNESS) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-RANDOM COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	ROCKWELL HARDNESS (HR) R-scale
8	HP100	109
9	HP90/RP10	109
10	HP70/RP30	107
11	HP50/RP50	103
12	HP30/RP70	99
13	HP10/RP90	97
14	RP100	96

ตารางที่ ก.18 แสดงค่าอุณหภูมิการบิดเบี้ยวด้วยความร้อน (HEAT DEFLECTION TEMPERATURE) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-BLOCK COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	HEAT DEFLECTION TEMP. (HDT) deg.C
1	HP100	108.3
2	HP90/BP10	107.1
3	HP70/BP30	105.0
4	HP50/BP50	103.4
5	HP30/BP70	102.1
6	HP10/BP90	101.1
7	BP100	90.6

ตารางที่ ก.19 แสดงค่าอุณหภูมิการบิดเบี้ยวด้วยความร้อน (HEAT DEFLECTION TEMPERATURE) ของ POLYBLENDS ระหว่าง PP-HOMOPOLYMER กับ PP-RANDOM COPOLYMER

FORMULATION NUMBER	COMPOSITION (%Wt)	HEAT DEFLECTION TEMP. (HDT) deg.C
8	HP100	112.4
9	HP90/RP10	110.7
10	HP70/RP30	109.4
11	HP50/RP50	109.0
12	HP30/RP70	104.5
13	HP10/RP90	99.7
14	RP100	90.4

ภาคผนวก ข

การเลือกใช้ความเร็วฉีดและความดันฉีดแช่แบบเป็นขั้น

ในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตเครื่องฉีดพลาสติกที่มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น โดยมีความเร็วในการฉีดหลายความเร็ว และความดันฉีดแช่หลายความดันให้เลือกใช้ในแต่ละครั้งของการฉีด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานฉีดได้มากขึ้นกว่าเครื่องฉีดรุ่นเก่าที่มีความเร็วในการฉีดเพียงแต่ความเร็วเดียว และความดันฉีดแช่ก็มีแค่ความดันเดียวเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ในการเลือกใช้ความเร็วในการฉีด และความดันฉีดแช่ที่มีให้เลือกใช้อย่างมากมายนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้จักเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของชิ้นงานที่จะทำการฉีดเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ดีและมีคุณภาพมากที่สุด นอกเหนือจากคุณภาพที่สามารถมองห็นได้ด้วยสายตา

การเลือกใช้ความเร็วในการฉีด (Injection Speed) ก่อนที่จะเลือกใช้ความเร็วในการฉีดแบบเป็นขั้นได้อย่างถูกต้อง เช่น ควรจะทำการฉีดเร็วแล้วค่อยไปช้า หรือช้าก่อนแล้วค่อยปรับให้เร็วขึ้น ควรทำความเข้าใจกับความเร็วในการฉีดเสียก่อน โดยเมื่อพูดถึงความเร็วในการฉีด เรามักจะนึกถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของสกรูฉีด (เคลื่อนที่ไปยังหัวฉีด) เพื่อทำการอัดดันพลาสติกเหลวที่อยู่ปลายหน้าสกรูให้ไหลเข้าไปในม่พิมพ์ฉีด แต่ถ้ามองให้ดีจะเห็นได้ว่าถ้าเราใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของสกรูฉีดเท่าเดิมแต่เปลี่ยนขนาดของสกรูฉีดให้ใหญ่ขึ้น หรือเล็กลงนั้นจะทำให้อัตราการไหลของพลาสติกเหลวที่เข้าแม่พิมพ์ฉีดเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ สกรูที่มีขนาดโตขึ้นจะทำให้อัตราการไหลของพลาสติกเหลวที่เข้าแม่พิมพ์ฉีดเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือสกรูที่มีขนาดโตขึ้นจะให้อัตาการไหลของพลาสติกเหลวเข้าแม่พิมพ์มากขึ้น

การเลือกใช้ความดันในการฉีดแช่ (Holding Pressure) ความดันในการฉีดแช่เป็นความดันที่เกิดขึ้นต่อจากความดันฉีด โดยความดันฉีดแช่จะทำหน้าที่เป็นตัวคอยเติมเนื้อพลาสติกให้กับชิ้นงานที่อยู่ในแม่พิมพ์เมื่อเวลาที่ชิ้นงานเกิดการหดตัว ฉะนั้นในเฟสของการฉีดแช่จะเป็นการทำให้ชิ้นงานพลาสติกมีความหนาแน่นที่ดี มีขนาดที่ถูกต้อง โดยดูง่ายๆ จากชิ้นงานฉีดเมื่อทำการฉีดโดยไม่มีความดันฉีดแช่ชิ้นงานจะเกิดรอยยุบแต่ถ้าใช้ความดันในการฉีดแช่เข้าไปช่วย รอยยุบที่เกิดขึ้นก็จะลดลงหรือหายไป แต่ถ้าเราใช้ความดันในการฉีดแช่สูงมากเกินไปชิ้นงานฉีดก็อาจเกิดการเสียหายได้ เนื่องจากมีความเค้นตกค้าง ด้วยเหตุนี้จึงมีคนสงสัยกันใกว่าจะเลือกใช้ขนาดของความดันฉีดแช่เป็นเท่าไรจึงจะดีที่สุด ตามปกติจะมีค่าแนะนำให้ใช้อยู่ในช่วงประมาณ 30-70% ของความดันฉีด (ความดันฉีดที่ปรับตั้งให้กับเครื่องฉีด) โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของความ

หนืดของพลาสติกแต่ละตัว จากการทดลองของวิโรจน์ เตชะวิญญธรรมพบว่าควรจะเลือกใช้ค่าของความดันฉีดแช่ประมาณ 90 % ของความดันฉีดสูงสุดที่เกิดขึ้นจริง (สำหรับอะมอร์ฟัสเทอร์โมพลาสติก) และ 100% ของความดันฉีดสูงสุดที่เกิดขึ้นจริง (สำหรับคริสตัลไลน์เทอร์โมพลาสติก) โดยค่าความดันฉีดสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงจะต้องเป็นค่าความดันที่เกิดขึ้นเมื่อเราใช้ความเร็วในการฉีดเป็นแบบความเร็วเดียวตลอด โดยทำการปรับความเร็วในการฉีดให้มีค่าสูงสุดที่ทำให้ได้ชิ้นงานที่เต็มหรือเกือบเต็มแม่พิมพ์ และไม่เกิดข้อบกพร่องใดๆ นอกเหนือจากรอยยุบ (ไม่มีการใช้ความดันในการฉีดแช่) แล้วดูค่าความดันสูงสุดที่เกดขึ้นแล้วนำมาใช้เปรียบค่าอ้างอิงในการเลือกใช้ค่าความดันฉีดแช่ต่อไป

บทสรุปของการลือกใช้ความเร็วในการฉีดและความดันฉีดแช่แบบเป็นขั้นนั้นสามารถทำเป็นขั้นตอนง่ายๆ ได้ดังนี้

1. ทำการปรับตั้งความเร็วในการฉีดให้เป็นแบบความเร็วเดียวกันตลอด โดยใช้ค่าความเร็วที่สูงที่สุดที่ทำให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุด (เต็มและไม่เกิดครีบหรือข้อบกพร่องใดๆ ยกเว้นรอยยุบและการไม่ได้ขนาด) โดยปราศจากความดันในการฉีดแช่ แล้วจดจำค่าของความดันที่เกิดขึ้นจริงสูงสุดเอาไว้

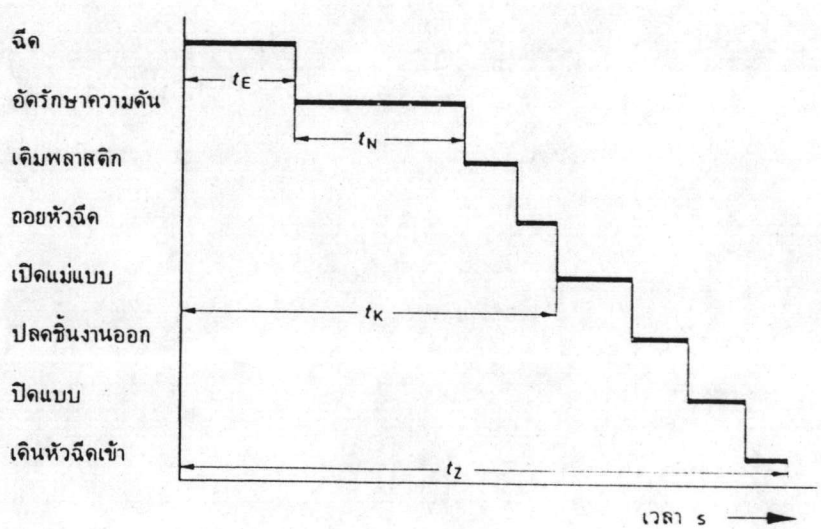
2. ทำการปรับตั้งค่าของความเร็วในการฉีดใหม่ให้เป็นแบบปืนขั้น โดยเริ่มต้นด้วยความเร็วที่สูงที่สุดที่สามารถทำได้ (ชิ้นงานจะต้องสวยงาม) แล้วต่ำลงในช่วงสุดท้าย

3. ทำการปรับตั้งค่าความดันในการฉีดแช่ให้เป็นขั้น โดยเริ่มจากสูงก่อนแล้วค่อยลดต่ำลง ซึ่งจะต้องคำนึงถึงค่าความดันที่เกิดขึ้นจริงสูงสุดด้วยว่าจะต้องอยู่ในช่วง 90-100% ของความดันฉีดที่เกิดขึ้นจริงที่จดเอาไว้จากขั้นตอนที่หนึ่ง

ภาคผนวก ค.

ระยะเวลาในการฉีดพลาสติกต่อวัฏจักร

วัฏจักร (Cycle) ของการฉีดพลาสติดจะเริ่มต้นจากการฉีดพลาสติกเข้าแม่แบบครั้งหนึ่งไปจนถึงการฉีดพลาสติกเข้าแม่แบบครั้งต่อไป ซึ่งจะต้องผ่านขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ ทำการฉีด อัดรักษาความดันในแม่แบบในช่วงหล่อเย็น เติมพลาสติกเข้า ถอยหัวฉีดออก เปิดแบบ ปลดชิ้นงาน ปิดแบบ และเดินหัวฉีด เข้าหัวแม่แบบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนหนึ่งๆ จะเสียเวลาเป็นระยะ ๆ มากน้อยแตกต่างกัน ระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนรวมกันเข้าก็คือ ระยะเวลาในการฉีดพลาสติกต่อวัฏจักรดังแสดงในรูป ค.1



t_E = เวลาฉีด
t_N = เวลาอัดรักษาความดันในแบบ
t_K = ระยะเวลาหล่อเย็น
t_Z = ระยะเวลาต่อวัฏจักร

รูปที่ ค.1 ระยะเวลาในการฉีดต่อวัฏจักร

ช่วงเวลาฉีด

เริ่มต้นตั้งแต่ลูกสูบหรือเกลียวหนอน ซึ่งขณะนี้ทำหน้าที่เป็นลูกสูบเริ่มอัดพลาสติกเข้าแม่แบบจนถึงระยะสุดด้านหน้า

ช่วงเวลาของการรักษาความดัน

เนื่องจากพลาสติกขณะฉีดเข้าแบบนั้นยังร้อนและเหลวอยู่ ถ้าไม่อัดรักษาความดันเอาไว้พลาสติกจะดันย้อนกลับออกจากแบบ และนอกจากนั้นขณะที่พลาสติกเย็นตัวจะมีการหดตัว จึงจำเป็นต้องรักษาความดันอัดเพิ่มเติมเอาไว้เพื่อให้พลาสติกเข้าไปชดเชยได้เต็มที่ ชั่วขณะหนึ่งจนกว่าพลาสติกจะคงตัว

ช่วงเวลาเติมพลาสติก

เมื่อพลาสติกในแม่แบบคงตัวแล้วก็จะลดความดันในกระบอกสูบ และแม่แบบได้ ในช่วงนี้จะหมุนเกลียวหนอนให้พลาสติกจากกรวยเติม เข้ามาในกระบอกสูบ ทำการหลอมเหลวเพื่อเตรียมฉีดในจังหวะต่อไป

ช่วงเวลาถอยหัวฉีดกลับ

เพื่อให้สะดวกแก่ปลดชิ้นงานและตัดชิ้นงานออก รวมไปถึงการป้องกันการสั่นสะเทือนในจังหวะ- เปิด - ปิดแม่แบบ จึงต้องถอยหัวฉีดหรือชุดฉีดทั้งชุดออกห่างแม่แบบ

ช่วงเวลาเปิดแบบ

ในการเปิดแบบออกเพื่อปลดชิ้นงานจะเริ่มทันทีที่ถอยหัวฉีดออกห่างแม่แบบ

ช่วงเวลาปลดชิ้นงาน

เมื่อแม่แบบเปิดออกจะต้องมีการทำงานปลดชิ้นงานด้วยระบบกลไกต่าง ๆ ผลักดันให้ชิ้นงานหลุดออกมา ระยะเวลาที่ใช้จะยาวหรือสั้นขึ้นอยู่กับลักษณะและรูปทรงของชิ้นงาน และการแยกขั้วชิ้นงานออก

ช่วงเวลาเปิดแบบ

เมื่อปลดชิ้นงานเรียบร้อยแล้วก็จะต้องเดินแม่แบบเข้าประกบกันเพื่อรอจังหวะฉีดต่อไป ทั้งนี้ต้องระวังความเรียบร้อยภายในแบบ เช่น ต้องไม่มีเศษพลาสติกค้างอยู่ เป็นต้น

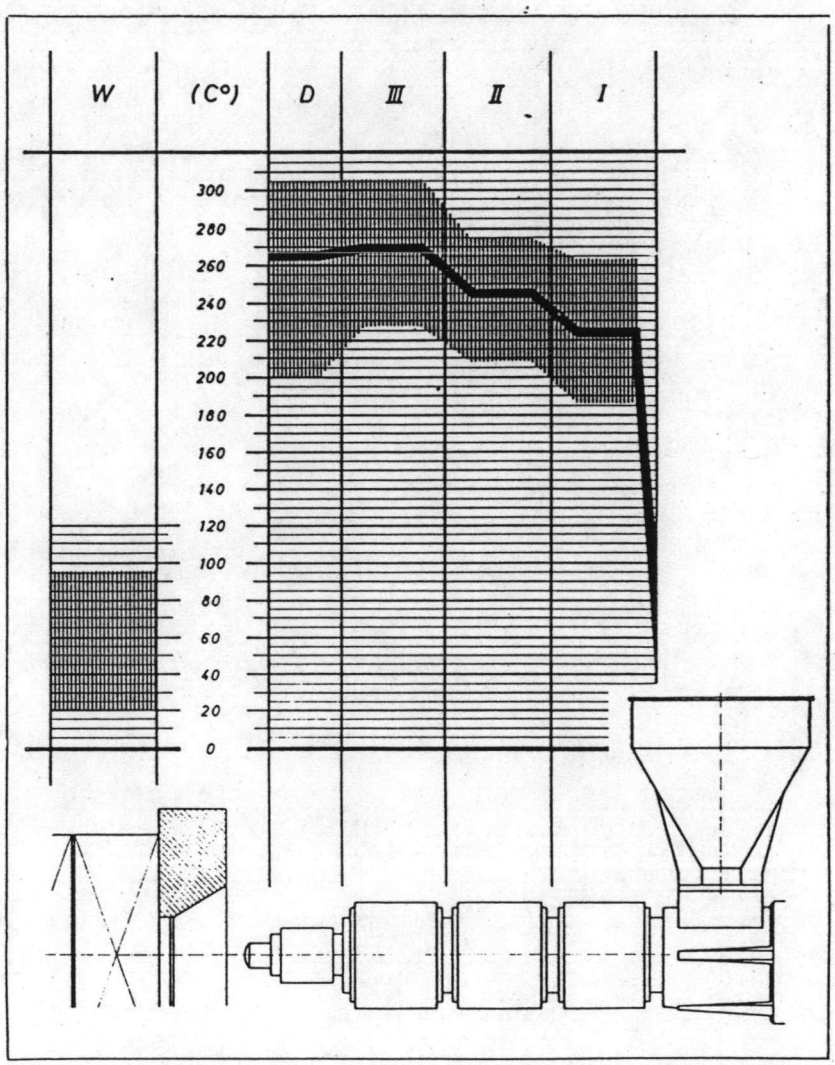
ช่วงเวลาเดินหัวฉีดเข้า

เมื่อแม่แบบปิดสนิทก็สามารถเดินหัวฉีดเข้าหาแม่แบบ เพื่อฉีดในจังหวะต่อไปได้ทันที

ช่วงเวลาหล่อเย็น

โดยปกติแม่แบบจะมีการหล่อเย็นอยู่แล้วอย่างต่อเนื่อง ในการรักษาอุณหภูมิแม่แบบให้พอดี ทันทีที่พลาสติกวิ่งเข้าแม่แบบ การระบายความร้อนออกจากพลาสติกก็จะเริ่มขึ้น และจะไปสุดสิ้นเอาเมื่อพลาสติกคงตัวพร้อมที่จะเปิดแบบปลดชิ้นงานได้

ภาคผนวก ง



W = แม่แบบ

D หัวฉีด

ตารางที่ ง.1 อุณหภูมิในช่วงต่างๆ สำหรับฉีดโพลิโพรพิลีน

ภาคผนวก จ

ชนิดของเม็ดพลาสติก/เกรด	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
PVC/ฉีด	45.00	45.00	45.00	48.00	48.00	52.00	52.00	45.00	41.00	41.00	34.00	33.00
LDPE/ฟิล์ม	32.00	31.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	31.00	28.00	23.50	28.50	24.00
LDPE/ฉีด	33.00	33.00	33.00	32.00	33.00	33.00	33.00	32.00	29.00	25.00	33.00	27.00
LLDPE/ฟิล์ม	30.00	30.00	30.00	31.00	31.00	31.00	31.00	30.00	28.50	28.50	27.50	24.30
LLDPE/ฉีด	32.00	32.00	32.00	32.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00
HDPE/ฟิล์ม	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	29.00	26.00	22.00	27.00	25.50
HDPE/ฉีด	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	28.00	25.00	21.00	28.50	25.50
HDPE/เป่า	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	29.00	26.00	22.00	29.00	25.50
HDPE/MONOFILAMENT	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	29.00	26.00	22.00	29.50	20.50
PP/ฟิล์ม	32.50	31.50	33.00	35.00	37.00	37.00	37.00	33.50	28.50	22.50	25.50	21.00
PP/YARN	32.50	31.00	32.00	34.00	36.00	36.00	36.00	33.00	27.50	21.50	25.00	20.50
PP/ฉีด	32.50	31.50	32.50	34.50	36.50	36.50	36.50	33.50	28.00	22.00	25.00	20.50
PP/ฉีดพิเศษCOPO	33.00	33.00	33.50	35.00	37.00	37.00	37.00	35.00	32.50	28.00	38.00	26.00
GP/PS	38.00	39.00	39.00	42.00	46.00	46.00	46.00	43.00	34.00	29.00	28.50	28.00
HIPS	41.00	41.00	42.00	45.00	49.00	49.00	49.00	46.00	37.00	32.50	31.50	31.00
ABS	53.00	53.00	53.00	58.00	61.00	61.00	61.00	59.00	53.00	51.00	48.00	47.00
AS	50.50	50.50	50.50	56.50	56.50	60.50	65.50	60.50	55.50	55.50	49.00	48.00
PC	120.00	120.00	120.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	140.00	150.00
PU	205.00	205.00	205.00	205.00	205.00	205.00	205.00	205.00	205.00	205.00	180.00	205.00
BDS(K-RESIN)	63.00	63.00	63.00	63.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	66.00	67.00	66.00
PMMA	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	69.00	69.00	69.00	67.00	67.00
PA(NYLON6)	93.00	93.00	93.00	93.00	93.00	93.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
PA(NYLON66)	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
POM(ACETAL)COPOL	98.00	97.00	98.00	98.00	98.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	96.00	106.00

ตารางที่ จ.1 สถิติราคาเม็ดพลาสติกในประเทศไทย ปี 2538 (บาท/กิโลกรัม)

ภาคผนวก ฉ

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
HMC	100	100	100	100	100	240	240	240	240
TPI	100	100	170	220	220	220	470	470	470
TPP	-	100	100	100	100	240	240	240	240
TOTAL	200	300	370	420	420	700	950	950	950

ตารางที่ ฉ.1 ประมาณการปริมาณการผลิตโพลิโพรพิลีนในประเทศไทย (หน่วย : พันตัน/ปี)

ภาคผนวก ช

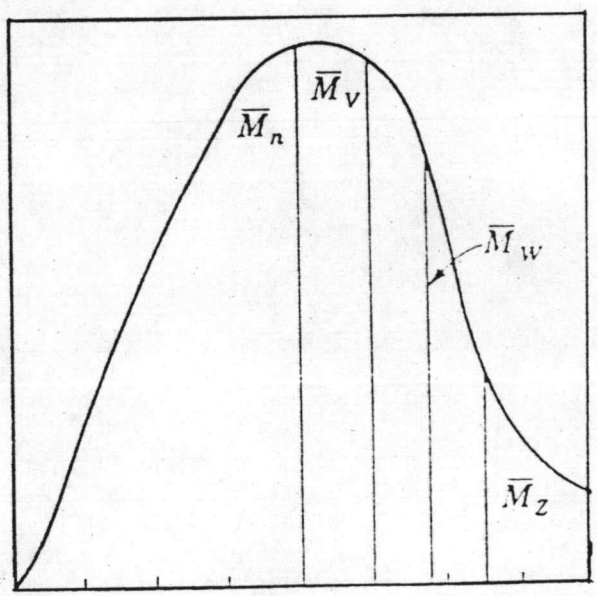
ค่าการกระจายตัวของโมเลกุล (Polydispersity)

Polydispersity = Mw/Mn

เมื่อ Mw = Weight-average molecula weight

Mn = Number-average molecular weight

โดยปกติ Mw จะมากกว่า Mn



รูปที่ ช.1 การกระจายตัวของ Molecular weight

ตารางที่ ช.1 ค่า Mw/Mn ในโพลิเมอร์สังเคราะห์

POLYMER	Mw/Mn
Hypothetical monodisperse polymer	1.000
Acual "monodisperse" "living" polymer	1.01-1.05
Addition polymer, termination by coupling	1.5
Addition polymer, termination by disproportionation or condensation polymer	2.0
High conversion vinyl polymer	2-5
Polymer made with autoacceleration	5-10
Addition polymer prepare by coordination polymerization	8-30
Branched polymer	20-50

ค่า Mw และ Mn จะแปรผกผันกับค่า MFI เมื่อ MFI มากขึ้น หมายถึงความยาวของโซ่โพลิเมอร์ จะสั้นจึงสามารถไหลได้เร็ว แต่ถ้า MFI มีค่าน้อย โพลิเมอร์จะมีความยาวมากไหลได้ช้า ในทางปฏิบัติการวัดค่า Mw หรือ Mn กระทำได้ยาก จึงมักจะใช้ค่า MFI ซึ่งทำการวัดได้ง่ายเป็นตัวบอกพฤติกรรมการไหลของพลาสติกเหลว ค่า MFI ที่มากกว่าจะบ่งบอกว่าพลาสติกเหลวชนิดนั้นไหลได้เร็วกว่า

ภาคผนวก ซ

การคำนวณต้นทุนของวัตถุดิบ

ราคา Polypropylene Pellet ที่ขายในท้องตลาด

- HP 25 บาท/kg
- BP 25-29 บาท/kg (เฉลี่ย 27.00 บาท/kg)
- RP 28-30 บาท/kg (เฉลี่ย 29.00 บาท/kg)

Composition	COST OF HP	COST OF BP	COST OF RP	TOTAL COST
HP 100	25.00	-	-	25.00
HP 90/BP10	22.50	2.70	-	25.20
HP 90/RP 10	22.50	-	2.90	25.40
HP 70/BP 30	17.50	8.10	-	25.60
HP 70/RP 30	17.50	-	8.70	26.20
HP 50/BP 50	12.50	13.50	-	26.00
HP 50/RP 50	12.50	-	14.50	27.00
HP 30/BP 70	7.50	18.90	-	26.40
HP 30/RP 70	7.50	-	20.30	27.80
HP 90/ BD 90	2.50	24.30	-	26.80
HP 90/RP 90	2.50	-	26.10	28.60
BP 100	-	27.00	-	27.00
RP 100	-	-	29.00	29.00

ชีวประวัติ

นายนาคินทร์ สดสุชาติ เกิดวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2508 ที่จังหวัดมหาสารคาม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2530 ปัจจุบันทำงานที่ บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน)