

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
1. วัสดุ	3
2. อุปกรณ์และเครื่องมือ	19
3. กรรมวิธีการผลิตชนิดต่าง ๆ	31
3.1 แบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)	33
3.2 แบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)	35
3.3 แบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)	37
3.4 แบบเอสเอ็มซี (SMC-Sheet Molding Compound)	39
3.5 แบบอัดเหลว (Premix Molding)	46
3.6 แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)	47
3.7 แบบถุงสุญญากาศ (Vacuum-Bag Molding)	48
3.8 แบบฉีด (Injection Molding) หรือ RTM (Resin Transfer Molding)	50
3.9 แบบหล่อเหวี่ยง (Centrifugal Casting) หรือ CRM (Continuous Rotation Molding)	57
3.10 แบบพันท่อ (Filament Winding)	59
3.11 แบบการผลิตระบบความยาวต่อเนื่อง (Continuous-Molding Process)	63
3.11.1 ชนิดดึงรีดแนวยาว (Continuous Pultrusion)	63
3.11.2 ชนิดผลิตแผ่น (Continuous Lamination)	64
4. ขั้นตอนมาตรฐานในการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	67
4.1 ขั้นตอนการเตรียมต้นแบบ	71
4.2 ขั้นตอนการทำแม่แบบ (Mold) ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พีจากต้นแบบไม้	89
- ข้อควรจำในขั้นตอนการทำแม่แบบไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	102
4.3 ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	103
- ภาพสรุปขั้นตอนการทำเรือไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	114
- ข้อควรจำในขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ (ชิ้นงาน) ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	124
- สรุปวิธีคำนวณการใช้วัสดุ	125
- หลักการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พีให้ถูกวิธี	129
5. เทคนิคเสริมพิเศษ	137
● ขั้นตอนการทำชิ้นงานเรียบสองด้าน	140
● การต่อเชื่อมชิ้นงานสองชิ้น	144
● ขั้นตอนการทำชิ้นงานให้มีผิวใฝ่เงา	146

●	เทคนิคการแบ่งแยกแม่แบบ	147
●	เทคนิคการต่อท่ออัดน้ำหรืออัดลมที่แม่แบบ	155
●	ชนิดของการเสริมความแข็งแรง การเชื่อม และความเอียงลาด	161
6.	ตัวอย่างแม่แบบไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์ฟี ชนิดต่าง ๆ	167
7.	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์ฟี	175
●	กลุ่มผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์ฟี	190
●	กราฟแสดงปริมาณการผลิต ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์ฟี ของประเทศญี่ปุ่น	192
8.	ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส หรือเอพาร์ฟี ที่มีชื่อเสียงในอดีต	193
9.	ข้อมูลเสริมพิเศษเกี่ยวกับโพลีเอสเทอร์เรซิน	199
●	โพลีเอสเทอร์เรซิน	201
●	วัตถุดิบที่ใช้ผลิตโพลีเอสเทอร์เรซิน	210
●	ชนิดของเปอร์ออกไซด์กับกรรมวิธีการผลิต	212
●	กราฟแสดงอุณหภูมิและระยะเวลาของโพลีเอสเทอร์เรซินที่ทำปฏิกิริยาแข็งตัว	213
●	ตารางเปรียบเทียบความเค้นดึงระหว่างผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสกับวัสดุอื่น ๆ	214
●	ตารางเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างไฟเบอร์กลาสกับวัสดุอื่น	215
●	ตารางเปรียบเทียบการรับแรงตามชนิดของใยแก้ว และกรรมวิธีการผลิต	210
10.	ตัวอย่างโพลีเอสเทอร์เรซินชนิดต่าง ๆ	217
●	ชื่อบริษัทผู้ผลิตโพลีเอสเทอร์เรซินในประเทศไทย	219
●	ชนิดของโพลีเอสเทอร์เรซินที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส หรือเอพาร์ฟี	220
●	โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดต่าง ๆ ของบริษัทสยามเคมีคอลอินดัสตรี จำกัด	221
●	คุณสมบัติของโพลีเอสเทอร์เรซินเบอร์ VIAPAL H 450 E (ALPOLIT UP 355 E) ของบริษัทเอ็กซ์ไทย จำกัด	227
●	คุณสมบัติการทนสารเคมีของโพลีเอสเทอร์เรซินเบอร์ VIAPAL H 495	230
●	คุณสมบัติของเจลโค้ตเบอร์ VUP 9091 ของบริษัทเอ็กซ์ไทย จำกัด	234
11.	ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับใยแก้ว (Glass Fiber)	235
●	ตารางข้อมูลเปรียบเทียบส่วนประกอบของใยแก้วเกรดต่าง ๆ	238
●	ตารางข้อมูลเปรียบเทียบคุณสมบัติเส้นใยแก้ว กับเส้นใยชนิดอื่น ๆ	239
●	แผนผังทางเคมีแสดงประโยชน์ใช้สอยของสารเคลือบผิวเส้นใยแก้ว เพื่อยึดเกาะกับโพลีเอสเทอร์เรซิน	241
●	ขบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใยแก้ว	242
12.	บทสรุปปัญหา สาเหตุ และวิธีแก้ไข	249
●	ข้อดี-ข้อเสียของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส หรือเอพาร์ฟี	268
●	ผลงาน	269
●	ราคาจำหน่ายปลีกวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส หรือเอพาร์ฟี	283
●	รายชื่อบริษัทและโรงงานที่ให้ข้อมูลทางวิชาการและเทคนิค	284
●	บรรณานุกรม	285
●	ประวัติย่อของผู้แต่ง	286

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. ขั้นตอนการผลิตโพลีเอสเทอร์เรซิน	7
2. การเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิตชนิดต่าง ๆ	66
3. ความลึกของแม่แบบกับความเอียงลาด	166
4. วัตถุประสงค์ที่ใช้ผลิตโพลีเอสเทอร์เรซิน	211
5. ชนิดของเปอร์ออกไซด์กับกรรมวิธีการผลิต	212
6. ตารางเปรียบเทียบความเค้นดึงระหว่างผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสกับวัสดุอื่น ๆ	214
7. ตารางเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างไฟเบอร์กลาสกับวัสดุอื่น ๆ	215
8. ตารางเปรียบเทียบการรับแรงตามชนิดของใยแก้วและกรรมวิธีการผลิต	216
9. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดใช้พ่นเคลือบไม้ (Wood Coating)	221
10. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดเคลือบรูปวิทยาศาสตร์ (Decorative Plywood)	221
11. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดทำสีโป๊พวยนต์ (Putty)	221
12. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดทำกระดุม (Button)	221
13. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดทำพลาสติกหล่อและหินอ่อนเทียม (Casting & Marble)	222
14. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส หรือเอฟอาร์พี (FRP) โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดใช้กรรมวิธีการผลิตแบบมือทา (Hand Lay-Up) (ชนิดออร์โธฟาทาลิก-Ortho Phthalic Type)	222
15. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดไอโซฟาทาลิก (Iso Phthalic Type)	223
16. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดใช้กรรมวิธีการผลิตแบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)	223
17. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดใช้กรรมวิธีการผลิตแบบการผลิตระบบความยาวต่อเนื่อง (Continuous Molding)	223
18. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดใช้กรรมวิธีการผลิตแบบอาร์ทีเอ็ม (RTM)	224
19. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดใช้งานพิเศษ (Special Purpose)	224
20. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดบิสฟีนอล-เอ (Bisphenol-A)	224
21. เจลโค้ต (Gel Coat Resin) ชนิดออร์โธฟาทาลิกสำหรับใช้งานทั่วไป (Ortho Phthalic Type-General Type)	225
22. โพลีเอสเทอร์เรซินชนิดไอโซฟาทาลิก สำหรับงานทนสารเคมี (Iso Phthalic Type-Chemical Resistance Type)	225

ตาราง	หน้า
23. สารเคมีอื่น ๆ (Accelerator, Additive and Releasing Agent)	226
24. ข้อมูลจำเพาะของ Viapal H 450 E	227
25. ข้อมูลคุณสมบัติเมื่อแข็งตัวของ Viapal H 450 E	228
26. คุณสมบัติด้านทนความร้อนเมื่อแข็งตัวของ Viapal H 450 E	228
27. คุณสมบัติด้านไฟฟ้าเมื่อแข็งตัวของ Viapal H 450 E	229
28. คุณสมบัติเชิงกลและความร้อนในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์ทีของ Viapal H 450 E	229
29. ค่าความทนต่อสารเคมีชนิดต่างของ Viapal H 495	230
30. ข้อมูลจำเพาะของเจลโค้ต VUP 9091	234
31. ข้อมูลเปรียบเทียบส่วนประกอบของใยแก้วเกรดต่าง ๆ	238
32. ข้อมูลเปรียบเทียบคุณสมบัติเส้นใยแก้วกับเส้นใยชนิดอื่น ๆ	239
33. สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีแก้ไขในขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์ที	251

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า	
1-1	ลักษณะภาชนะบรรจุโพลีเอสเตอร์เรซินที่จำหน่ายปลีก	6
1-2	ขั้นตอนการเตรียมโพลีเอสเตอร์เรซิน (Unsaturated-Polyester Resin)	7
1-3	ลักษณะภาชนะบรรจุโมโนสไตรีน (Monostyrene) ที่จำหน่ายปลีก	8
1-4	ลักษณะขวดแก้วบรรจุตัวทำให้แข็ง (Catalyst) และตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (Accelerator หรือ Promoter)	8
1-5	แผนผังการผสมโพลีเอสเตอร์เรซิน	10
1-6	ใยแก้วชนิดเส้นยาว (Roving)	11
1-7	ใยแก้วชนิดเส้นสั้น (Chopped Strands)	11
1-8	ใยแก้วชนิดผืนเส้นสั้น (Chopped Strands Mat)	11
1-9	ใยแก้วชนิดผืนเส้นยาว (Continuous Strand Mat)	12
1-10	ใยแก้วชนิดผืนเส้นใยละเอียด (Surfacing Mat)	12
1-11	ใยแก้วชนิดผืนทอละเอียด (Woven Roving)	12
1-12	ใยแก้วชนิดผืนทอหยาบ (Woven Roving)	13
1-13	ใยแก้วชนิดเส้นด้าย (yarn)	13
1-14	ใยแก้วชนิดผืนทอพิเศษ (Fabrics)	13
1-15	เจลโค้ต (Gel Coat)	14
1-16	แผนผังการผสมเจลโค้ต	14
1-17	สีผสมเรซิน	15
1-18	อะซีโตน (Acetone)	15
1-19	ขี้ผึ้งขัดผิว (Rubbing Compound)	16
1-20	น้ำยาถอดแบบ พี.วี.เอ. (PVA-Polyvinyl Alcohol)	16
1-21	ขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax) ยี่ห้อ Mirror Glaze	17
1-22	ขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax) ยี่ห้อ T.R.	18
1-23	ทัลคัม (Talcum)	18
2-1	ภาชนะและไม้กวน	21

ภาพประกอบ	หน้า	
2-2	หลอดวัดปริมาตรของเหลว	21
2-3	หลอดหยด	22
2-4	ขวดวัดปริมาตร	22
2-5	แปรงและลูกกลิ้ง	22
2-6	ลูกกลิ้ง	22
2-7	ลูกกลิ้งเกลียว	23
2-8	ลูกกลิ้งเกลียวขณะทำงาน	23
2-9	กาฟนสี	23
2-10	ฟองน้ำ	23
2-11	ผ้าขัด	24
2-12	กระดาดทรายชนิดต่าง ๆ	24
2-13	มิดและกรรไกร	24
2-14	ตะไบและสิ่ว	25
2-15	ค้อนและลิ้มไม้	25
2-16	เกรียง	25
2-17	เครื่องขัด	25
2-18	เครื่องพ่นเจลโค้ตของ J.Coudenhove	26
2-19	เครื่องทาโพลีเอสเทอร์เรซินของ J.Coudenhove	27
2-20	ภาพแสดงการใช้เครื่องทาโพลีเอสเทอร์เรซิน	28
2-21	เครื่องพ่นโพลีเอสเทอร์เรซินผสมใยแก้วของ J.Coudenhove	28
2-22	ปืนพ่น (Resin Fiber Gun)	29
2-23	ภาพแสดงระบบการทำงานของเครื่องพ่นโพลีเอสเทอร์เรซิน ผสมใยแก้ว	29
2-24	อุปกรณ์และเครื่องมือในระบบแบบฉีด (Injection Molding)	30
3-1	กรรมวิธีการผลิตแบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)	33
3-2	ภาพรายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์ในกรรมวิธีการผลิต แบบใช้มือทา	34
3-3	กรรมวิธีการผลิตแบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)	35
3-4	เครื่องพ่นชนิด 2 หัว (Two-pot system-Airless)	36

ภาพประกอบ	หน้า	
3-5	กรรมวิธีการผลิตแบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)	37
3-6	แผนผังขั้นตอนการผลิตแบบ เอสเอ็มซี (SMC=Sheet Molding Compound)	39
3-7	เครื่องเอสเอ็มซี	40
(3-8)-(3-18)	ภาพขั้นตอนการผลิตแบบ SMC	40-45
3-19	กรรมวิธีการผลิตแบบอัดเหลว (Premix Molding)	46
3-20	กรรมวิธีการผลิตแบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)	47
3-21	แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)	48
3-22	กรรมวิธีการผลิตแบบถุงสุญญากาศ (Vaccuum-Bag Molding)	48
3-23	แบบถุงสุญญากาศ (Vaccuum-Bag Molding)	49
3-24	กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding)	50
3-25	ภาพขั้นตอนการผลิตแบบฉีด (อ่าง)	51
3-26	ภาพขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด หรือ RTM (เรือ)	52
3-27	เครื่องฉีด (Injection Molding Machine)	53
3-28	แบบขยายการวางผิไนโยแก้วในแม่แบบฉีด	53
3-29	แบบฉีดตรงกลางและมีท่อดูดอากาศด้านข้าง	54
3-30	แบบฉีดด้านข้างขวา ท่อดูดอากาศอยู่ด้านซ้าย	54
3-31	แบบฉีดด้านขวา ท่อดูดอากาศอยู่ตรงกลาง	55
3-32	ภาพขยายของแม่แบบและเส้นทางของท่อดูดอากาศ	55
3-33	ขั้นตอนการผลิตแบบ RTM (Resin Transfer Molding)	56
3-34	กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อเหวี่ยง (Centrifugal Casting) หรือ CRM (Continuous Rotation Molding)	57
3-35	ภาพแสดงการนำชิ้นงานออกจากแม่แบบ	58
3-36	ภาพแม่แบบสำหรับกรรมวิธีการผลิตแบบหล่อเหวี่ยง	58
3-37	ขั้นตอนการผลิตแบบ CRM	59
3-38	กรรมวิธีการผลิตแบบพันท่อ (Filament Winding) ระบบพันแกนนอน (Axial winding)	60

ภาพประกอบ	หน้า
3-39 ระบบเพลมทาร์รี่ (Planetary Winding)	60
3-40 ระบบทัมเบลลอร์ (Tumbler System)	60
(3-41)-(3-42) ภาพเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบพันแกนนอน	61
3-43 กรรมวิธีการผลิตระบบความยาวต่อเนื่อง (Continuous Molding Process) ชนิดดึงรีดแนวยาว (Continuous Pultrusion)	63
3-44 ชนิดผลิตแผ่น (Continuous Lamination)	64
3-45 ตัวอย่างรูปหน้าตัดของชิ้นงานจากกรรมวิธีการผลิตแบบ Pultrusion	65
4-1 แผนผังขั้นตอนมาตรฐานในการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	69
4-2 ภาพแสดงการใช้แปรงทาโพลีเอสเทอร์เรซินรองพื้น	75
4-3 แผนผังสรุปเทคนิคการทำโพลีเอสเทอร์เรซินรองพื้น	76
4-4 การโรยผงทลค์ผสมในโพลีเอสเทอร์เรซิน	78
4-5 การกวนผสมเรซินโป๊	78
4-6 แผนผังสรุปเทคนิคการผสมเรซินโป๊	79
4-7 การหยุดตัวทำให้แข็งลงบนเรซินโป๊	80
4-8 การใช้เกรียงผสมเรซินโป๊	80
4-9 การใช้เกรียงปาดเรซินโป๊ลงบนผิวต้นแบบ	81
4-10 การใช้กระดาษทรายหยาบขัดเรซินโป๊ที่แข็งตัวแล้ว	81
4-11 การใช้กระดาษทรายน้ำเบอร์ละเอียดขัดผิวเรซินโป๊	82
4-12 การขัดผิวด้วยซีฟี่งขัดผิว (Rubbing Compound)	83
4-13 แผนผังสรุปเทคนิคการลงเรซินโป๊บนผิวต้นแบบไม้	84
4-14 แผนผังสรุปเทคนิคการเตรียมต้นแบบปูนปลาสเตอร์หรือปูนซีเมนต์	85
4-15 แผนผังสรุปขั้นตอนการเตรียมต้นแบบไม้	86
4-16 แผนผังสรุปเทคนิคการเตรียมต้นแบบเหล็กหรืออะลูมิเนียม	87
4-17 ภาพแสดงการทำต้นแบบเรือโดยใช้โครงไม้ระแนงและแผ่น พี.วี.ซี โฟม	88
(4-18)-(4-32) ภาพขั้นตอนการทำแม่แบบไฟเบอร์กลาส หรือเอฟอาร์พี	95-99
4-33 แผนผังสรุปขั้นตอนการทำแม่แบบไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	100
(4-34)-(4-51) ภาพขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ (ชิ้นงาน) ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	107-112
4-52 แผนผังสรุปขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส หรือเอฟอาร์พี	113

ภาพประกอบ	หน้า
(4-53)-(4-72) ภาพสรุปขั้นตอนการทำเรือไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	114-123
4-73 ภาพแสดงรายละเอียดกรรมวิธีการผลิตแบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)	128
4-74 ภาพกรรมวิธีการผลิตแบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)	131
4-75 ภาพกรรมวิธีการผลิตแบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)	131
4-76 แผนผังการผสมโพลีเอสเทอร์เรซิน	136
5-1 แผนผังวิธีที่ 1 ขั้นตอนการทำชิ้นงานเรียบสองด้านจากแม่แบบชิ้นเดียว	140
5-2 แผนผังวิธีที่ 2 ขั้นตอนการทำชิ้นงานเรียบสองด้านจากแม่แบบไฟเบอร์กลาสสองชิ้น ชิ้นงานตัน	141
5-3 แผนผังวิธีที่ 3 ขั้นตอนการทำชิ้นงานเรียบสองด้านจากแม่แบบไฟเบอร์กลาสสองชิ้น ชิ้นงานกลวง	142
5-4 ลักษณะแม่แบบทำชิ้นงานเรียบสองด้าน ชิ้นงานตัน	143
5-5 ลักษณะแม่แบบทำชิ้นงานเรียบสองด้านชิ้นงานกลวง	143
5-6 การต่อเชื่อมชิ้นงานสองชิ้น ชิ้นงานกลวงมีช่องเปิด	144
5-7 แผนผังขั้นตอนการทำผิวชิ้นงานให้มีผิวใฝ่เงา	146
(5-8)-(5-13) ภาพแสดงเทคนิคการแบ่งแยกแม่แบบ	149-153
5-14 แผนผังสรุปเทคนิคการแบ่งแยกแม่แบบ	154
(5-15)-(5-17) ภาพแสดงเทคนิคการต่อท่ออัดน้ำหรืออัดลมที่แม่แบบ	157-159
5-18 แผนผังสรุปขั้นตอนการต่อท่ออัดน้ำหรืออัดลม	160
5-19 ชนิดของการเสริมความแข็งแรง (Kinds of Stiffenings)	161
5-20 ขอบเสริมความแข็งแรง (Stiffening Ribs)	162
5-21 ขอบและมุมของแม่แบบ (Edges & Corners)	163
5-22 ชนิดของการเชื่อม (Kinds of Bondings)	164
5-23 การเชื่อมด้วยสกรู (Screw Joints)	165
5-24 การกำหนดความเอียงลาดของแม่แบบ	166
(6-1)-(6-11) ภาพตัวอย่างแม่แบบไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พีชนิดต่าง ๆ	169-174
(7-1)-(7-43) ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พี	177-189
7-44 กราฟแสดงปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอฟอาร์พีของประเทศญี่ปุ่น	192

ภาพประกอบ	หน้า
(8-1)-(8-8) ภาพผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์พีที่มีชื่อเสียงในอดีต	195-198
9-1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ	201
9-2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เคลือบรูปวิทยาศาสตร์	202
9-3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสหรือเอพาร์พี	202
9-4 แผนผังแสดงการสังเคราะห์โพลีเอสเทอร์เรซิน	203
9-5 แผนผังแสดงโครงสร้างทางเคมีในขบวนการสังเคราะห์โพลีเอสเทอร์เรซิน	204
9-6 ปฏิกริยาในการแข็งตัวของโพลีเอสเทอร์เรซิน	207
9-7 การหดตัวของโพลีเอสเทอร์เรซิน	208
9-8 แผนผังวัตถุดิบที่ใช้ผลิตโพลีเอสเทอร์เรซิน	210
9-9 กราฟแสดงอุณหภูมิและระยะเวลาของโพลีเอสเทอร์เรซินที่ทำปฏิกริยาแข็งตัว	213
11-1 ผลิตภัณฑ์ใยแก้วชนิดต่าง ๆ	237
11-2 รูปขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ใยแก้ว	240
11-3 แผนผังทางเคมีแสดงประโยชน์ใช้สอยของสารเคลือบผิวใยแก้ว เพื่อยึดเกาะกับโพลีเอสเทอร์เรซิน	241
11-4 แผนผังขบวนการผลิตใยแก้ว	242
11-5 ขั้นตอนการผลิตแก้ว	243
11-6 แผ่นหัวฉีดหรือรีดเส้นใยแก้ว	243
11-7 ขบวนการผลิตเส้นใยแก้ว	243
(11-8)-(11-10) ขบวนการผลิตใยแก้วชนิดผืนเส้นสั้น (Chopped Strand Mat)	244
(11-11)-(11-12) ขบวนการผลิตใยแก้วชนิดผืนเส้นยาว (Continuous Strand Mat)	245
(11-13)-(11-14) ขบวนการผลิตใยแก้วชนิดเส้นยาว (Roving)	246
11-15 เครื่องตัดสำหรับผลิตใยแก้วชนิดเส้นสั้น (Chopped Strand)	247
11-16 เครื่องทอใยแก้วชนิดผืนทอพิเศษ (Fabrics)	247
(11-17)-(11-18) ขบวนการผลิตใยแก้วชนิดเส้นด้าย (Yarn)	248

คำปรารภพิมพ์ครั้งที่ 4

เอฟอาร์พี

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์

ISBN 974-8414-17-5

สงวนลิขสิทธิ์

เลขหมู่	668.4๘๘5
พ 32	
2543	
เลขทะเบียน	13968
วันที่	13, ก. ย., 2549

34743.

ด้วยอภิสิทธิ์นาการ
จาก
พงศ์ เลี่ยมพิพัฒน์

11 ก. ย. 2549

วิชาชีพเพื่อประชาชน



160

4.43
พิมพ์ครั้งที่ 4
ศ. 2543