

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการตาราง.....	(13)
รายการภาพประกอบ.....	(15)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ปัญหาและความเป็นมาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบข่ายการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
2. ทฤษฎี.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 ยางสไตรีนบิวทาไดอีน.....	5
2.2.1 โครงสร้างทางเคมี.....	5
2.2.2 สมบัติทางกายภาพ.....	6
2.2.2.1 ยางดิบ.....	6
2.2.2.2 ยางวัลคาไนซ์.....	6
2.3 ยางไนไตรล์.....	7
2.3.1 โครงสร้างทางเคมี.....	7
2.3.2 สมบัติ.....	7
2.4 ยางบิวทาไดอีน.....	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.1 โครงสร้างทางเคมี.....	8
2.4.2 สมบัติ.....	8
2.5 ยางธรรมชาติ.....	8
2.5.1 โครงสร้างทางเคมี.....	8
2.5.2 สมบัติ.....	9
2.6 สารตัวเร่ง.....	9
2.6.1 ชนิดของสารตัวเร่ง.....	10
2.6.2 ตัวอย่างสารเคมี.....	11
2.6.2.1 หมูไธยูเรม.....	11
2.6.2.2 หมูโซฮาโซล.....	12
2.7 ระบบวัลคาไนซ์.....	13
2.7.1 การวัลคาไนซ์โดยใช้กำมะถัน.....	13
2.7.2 การวัลคาไนซ์โดยใช้สารให้กำมะถัน.....	15
2.7.3 การวัลคาไนซ์โดยใช้สารเปอร์ออกไซด์.....	15
2.8 เครื่องมือทดสอบ.....	17
2.8.1 เครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง.....	17
2.8.2 เครื่องทดสอบการวัลคาไนซ์ของยาง.....	19
2.9 คุณลักษณะการวัลคาไนซ์.....	21
2.10 พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	23
2.11 ค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	25
2.12 ระดับของการวัลคาไนซ์.....	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. วิธีการวิจัย.....	27
3.1 วัสดุ.....	27
3.2 อุปกรณ์.....	29
3.3 วิธีดำเนินการ.....	30
3.3.1 ศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติกับยางสังเคราะห์.....	30
3.3.2 การทดสอบลักษณะเฉพาะของการวัลคาไนซ์.....	32
3.3.3 การคำนวณค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์และการคำนวณพลังงานกระตุ้น.....	32
3.3.3.1 การคำนวณค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	32
3.3.3.2 การคำนวณค่าพลังงานกระตุ้น.....	34
3.3.4 ศึกษาอิทธิพลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์.....	36
3.3.4.1 ศึกษาอิทธิพลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางเอสปีอาร์.....	36
3.3.4.2 ศึกษาอิทธิพลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์.....	36
3.3.4.3 ศึกษาอิทธิพลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางบีอาร์.....	37
3.3.5 ศึกษาอิทธิพลของระบบวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์.....	38
3.3.5.1 ศึกษาอิทธิพลของระบบวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางเอสปีอาร์.....	38
3.3.5.2 ศึกษาอิทธิพลของระบบวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์.....	39
3.3.5.3 ศึกษาอิทธิพลของระบบวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางบีอาร์.....	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	42
4.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติกับยางสังเคราะห์.....	42
4.1.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์.....	42
4.1.2 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	43
4.1.3 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	45
4.1.4 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้.....	45
4.1.5 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์.....	47
4.1.6 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์.....	48
4.1.7 ค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	49
4.1.8 ค่าพลังงานกระตุ้น.....	50
4.1.9 ระดับการวัลคาไนซ์.....	52
4.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางสังเคราะห์.....	53
4.2.1 ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางเอสบีอาร์-1502.....	53
4.2.1.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์.....	53
4.2.1.2 ค่าค่าแรงบิดสูงสุดและแรงบิดต่ำสุด.....	55
4.2.1.3 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	56
4.2.1.4 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้.....	57
4.2.1.5 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์.....	57
4.2.1.6 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์.....	59
4.2.1.7 ค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	60
4.2.1.8 ค่าพลังงานกระตุ้น.....	61
4.2.1.9 ระดับการวัลคาไนซ์.....	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณสมบัติการวัลคาไนซ์ ของยางไนไตรล์-1031.....	63
4.2.2.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์.....	63
4.2.2.2 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	65
4.2.2.3 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	66
4.2.2.4 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้.....	66
4.2.2.5 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์.....	67
4.2.2.6 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์.....	68
4.2.2.7 ค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	69
4.2.2.8 ค่าพลังงานกระตุ้น.....	72
4.2.2.9 ระดับการวัลคาไนซ์.....	73
4.2.3 ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณสมบัติการวัลคาไนซ์ของ ยางบีอาร์-0150.....	74
4.2.3.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์.....	74
4.2.3.2 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	75
4.2.3.3 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	76
4.2.3.4 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้.....	77
4.2.3.5 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์.....	78
4.2.3.6 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์.....	79
4.2.3.7 ค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	80
4.2.3.8 ค่าพลังงานกระตุ้น.....	81
4.2.3.9 ระดับการวัลคาไนซ์.....	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการศึกษาอิทธิพลของระบบวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของ ยางสังเคราะห์.....	83
4.3.1 ผลการศึกษาอิทธิพลของระบบวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของ ยางเอสปีอาร์-1502.....	84
4.3.1.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์.....	84
4.3.1.2 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	85
4.3.1.3 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	86
4.3.1.4 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้.....	87
4.3.1.5 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์.....	88
4.3.1.6 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์.....	89
4.3.1.7 ค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	90
4.3.1.8 ค่าพลังงานกระตุ้น.....	92
4.3.1.9 ระดับการวัลคาไนซ์.....	93
4.3.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของระบบวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของ ยางไนไตรล์-1031.....	94
4.3.2.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์.....	94
4.3.2.2 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	95
4.3.2.3 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	96
4.3.2.4 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้.....	97
4.3.2.5 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์.....	98
4.3.2.6 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์.....	99
4.3.2.7 ค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	100
4.3.2.8 ค่าพลังงานกระตุ้น.....	102

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.2.9 ระดับการวัลคาไนซ์.....	103
4.3.3 ผลการศึกษาอิทธิพลของระบบการวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของ ยางปียาร์-0150.....	104
4.3.3.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์.....	104
4.3.3.2 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	105
4.3.3.3 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุด.....	106
4.3.3.4 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้.....	107
4.3.3.5 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์.....	108
4.3.3.6 ค่าครรชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์.....	109
4.3.3.7 ค่าคงที่ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์.....	110
4.3.3.8 ค่าพลังงานกระตุ้น.....	112
4.3.3.9 ระดับการวัลคาไนซ์.....	113
5. สรุป.....	115
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	115
5.1.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติกับยางสังเคราะห์.....	115
5.1.2 ผลของชนิดสารตัวเร่งต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางสังเคราะห์.....	115
5.1.3 ผลของระบบวัลคาไนซ์ต่อคุณลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางสังเคราะห์.....	116
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต.....	117
บรรณานุกรม.....	118
ภาคผนวก.....	120
ภาคผนวก ก. การคำนวณค่าระดับของการวัลคาไนซ์ (Vulcanization level, %)	121

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสูตรยางคอมเพาเนนด์.....	31
3.2 ลำดับขั้นตอนการผสมยางกับสารเคมี.....	31
3.3 ปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสูตรยางคอมเพาเนนด์.....	36
3.4 ปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสูตรยางคอมเพาเนนด์.....	37
3.5 ปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสูตรยางคอมเพาเนนด์.....	38
3.6 ปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสูตรยางคอมเพาเนนด์.....	39
3.7 ปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสูตรยางคอมเพาเนนด์.....	40
3.8 ปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสูตรยางคอมเพาเนนด์.....	41
4.1 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ ของยางยางเอสทีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์-1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110–180 องศาเซลเซียส.....	49
4.2 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางเอสทีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์-1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110–180 องศาเซลเซียส.....	51
4.3 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางเอสบีอาร์-1502 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	60
4.4 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางเอสบีอาร์-1502 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	61
4.5 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์-1031 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	70

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางไนไตรล์-1031 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	72
4.7 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางบียาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	80
4.8 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางบียาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	81
4.9 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางเอสบียาร์-1502 ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	90
4.10 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางเอสบียาร์-1502 ในระบบวัลคาไนซ์ต่าง ๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	92
4.11 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์-1031 ในระบบวัลคาไนซ์ต่าง ๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	100
4.12 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางไนไตรล์-1031 ในระบบวัลคาไนซ์ต่าง ๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	102
4.13 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางบียาร์-0150 ในระบบวัลคาไนซ์ต่าง ๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	110
4.14 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางบียาร์-0150 ในระบบวัลคาไนซ์ต่าง ๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	112

รายการภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 สูตร โครงสร้างทางเคมีของยางเอสบีอาร์.....	5
2.2 สูตร โครงสร้างทางเคมีของยางไนไตรล์.....	7
2.3 สูตร โครงสร้างทางเคมีของยางบิวทาไดอีน.....	8
2.4 สูตร โครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติ.....	9
2.5 สูตร โครงสร้างทางเคมีของ TMTD.....	11
2.6 สูตร โครงสร้างทางเคมีของ MBT.....	12
2.7 สูตร โครงสร้างทางเคมีของ CBS.....	13
2.8 การเชื่อมโยงโมเลกุลของยางด้วยกำมะถัน.....	14
2.9 อิทธิพลของปริมาณกำมะถันต่อความต้านทานต่อแรงดึงและความสามารถในการยืด จนขาด.....	15
2.10 ปฏิกิริยาการเกิดการเชื่อมโยงโมเลกุลโดยใช้สารเปอร์ออกไซด์.....	16
2.11 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของยางคอมพอนด์เมื่อให้ความร้อนแก่ยาง.....	22
3.1 ลักษณะของจานโลหะแบบ Biconical Disk.....	30
4.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางเอสทีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์- 1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	43
4.2 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางเอสทีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยาง ไนไตรล์-1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	44
4.3 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางเอสทีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์-1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบ กำมะถันปกติ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	45

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.4	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ของยางเอสตีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์- 1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	46
4.5	ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ของยางเอสตีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502 , ยางไนไตรล์- 1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	47
4.6	ดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์ของยางเอสตีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์- 1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	48
4.7	ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางเอสตีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์- 1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	50
4.8	ค่าพลังงานกระตุ้นของยางเอสตีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์- 1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	51
4.9	ระดับการวัลคาไนซ์ของยางเอสตีอาร์ 5 แอล, ยางเอสบีอาร์-1502, ยางไนไตรล์- 1031 และยางบีอาร์-0150 ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	52
4.10	ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางเอสบีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	54
4.11	ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางเอสบีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	55

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางเอสปีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	56
4.13 ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ของยางเอสปีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดย ใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	57
4.14 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ของยางเอสปีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดย ใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	58
4.15 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์ของยางเอสปีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	59
4.16 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางเอสปีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	61
4.17 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางเอสปีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	62
4.18 ระดับการวัลคาไนซ์ของยางเอสปีอาร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติโดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	63
4.19 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	64

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	65
4.21 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	66
4.22 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้ของยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	67
4.23 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	68
4.24 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	69
4.25 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	71
4.26 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางไนไตรล์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	72

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.27 ระดับการวัดคาบในซ์ของยางไน ไตรล์ที่วัดคาบในซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	73
4.28 ลักษณะการวัดคาบในซ์ของยางบิโอาร์ที่วัดคาบในซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	74
4.29 ค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางบิโอาร์ที่วัดคาบในซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	75
4.30 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางบิโอาร์ที่วัดคาบในซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	76
4.31 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้ของยางบิโอาร์ที่วัดคาบในซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	77
4.32 ระยะเวลาในการวัดคาบในซ์ของยางบิโอาร์ที่วัดคาบในซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	78
4.33 ค่าดัชนีความเร็วในการวัดคาบในซ์ของยางบิโอาร์ที่วัดคาบในซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	79
4.34 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัดคาบในซ์ของยางบิโอาร์ที่วัดคาบในซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	81

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.35	ค่าพลังงานกระตุ้นของยางบีดอร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	82
4.36	ระดับการวัลคาไนซ์ของยางบีดอร์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถันปกติ โดยใช้ TMTD, CBS และ MBT เป็นสารตัวเร่ง ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	83
4.37	ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	84
4.38	แรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	85
4.39	ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดต่ำสุดของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	86
4.40	ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้ของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	87
4.41	ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	88
4.42	ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์ของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	89
4.43	ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	91
4.44	ค่าพลังงานกระตุ้นของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	92
4.45	ระดับการวัลคาไนซ์ของยางเอสบีดอร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	93

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.46 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่าง ๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	94
4.47 แรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	95
4.48 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดต่ำสุดของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	96
4.49 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้ของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	97
4.50 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	98
4.51 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	99
4.52 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	101
4.53 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	102
4.54 ระดับการวัลคาไนซ์ของยางไนไตรล์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	103
4.55 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางบีอาร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่าง ๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	104
4.56 แรงบิดสูงสุดและค่าแรงบิดต่ำสุดของยางบีอาร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	105

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.57 ผลต่างระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดกับค่าแรงบิดต่ำสุดของยางบ็ออาร์ในระบบวัลคาไนซ์ ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	106
4.58 ระยะเวลาที่สามารถแปรรูปได้ของยางบ็ออาร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	107
4.59 ระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ของยางบ็ออาร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	108
4.60 ค่าดัชนีความเร็วในการวัลคาไนซ์ของยางบ็ออาร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	109
4.61 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ของยางบ็ออาร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่ อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	111
4.62 ค่าพลังงานกระตุ้นของยางบ็ออาร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 110-180 องศาเซลเซียส.....	112
4.63 ระดับการวัลคาไนซ์ของยางบ็ออาร์ในระบบวัลคาไนซ์ต่างๆ ทดสอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	113