การใช้รังสีแกมมาเหนี่ยวนำให้เกิดครอสลิงก์ในเมทิลเมทาคริเลต กรดอะคริลิก และโพลีไวนิลคลอไรด์ ร่วมกับสารไวปฏิกิริยาบางตัว

นางมาลี กลิ่นกุหลาบ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-178-3

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016195 i 10305336

GAMMA RAY-INDUCED CROSSLINKING OF METHYL METHACRYLATE, ACRYLIC ACID AND POLYVINYL CHLORIDE WITH SOME SENSITIZERS

Mrs. Malee Klinkularb

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1990

ISBN 974-577-178-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้รังสีแกมมาเหนี่ยวนำให้เกิดครอสลิงก์ในเมทิลเมทาคริเลต กรดอะคริลิก และโพลีไวนิลคลอไรด์ ร่วมกับสารไวปฏิกิริยาบางตัว
โดย	นางมาลี กลิ่นกุหลาบ
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระชัย บัญชรเทวกุล)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาลี กลิ่นกุหลาบ : การใช้รังสีแกมมาเหนี่ยวนำให้เกิดครอสลิงก์ในเมทิลเมทาคริเลต กรดอะคริลิกและโพลีไวนิลคลอไรด์ ร่วมกับสารไวปฏิกิริยาบางตัว (GAMMA RAY-INDUCED CROSSLINKING OF METHYL METHACRYLATE, ACRYLIC ACID AND POLYVINYL CHLORIDE WITH SOME SENSITIZERS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์, รศ.ดร.ธัชชัย สุมิตร, 85 หน้า. ISBN 974-577-178-3

ได้ศึกษาการเกิดครอสลิงก์ในเมทิลเมทาคริเลต (MMA) กรดอะคริลิก และโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ร่วมกับสารไวปฏิกิริยา 2-เอทิลเฮกซิลอะคริเลต (2EHA) คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (CCl_4) และนอร์มอลบิวทิลอะคริเลต (n-BA) โดยใช้รังสีแกมมา และทำการทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ได้แก่ ความต้านแรงดึง การยืดตัว ความแข็ง ปริมาณเจลและการบวมตัว จากการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสม MMA(9 c.c.) : PVC(1 g) และ MMA(9.5 c.c.) : PVC(0.5 g) จะให้ปริมาณเจลสูงสุด 89% และ 87% ตามลำดับ ที่ปริมาณรังสี 25.6 kGy และมีเปอร์เซ็นต์การบวมต่ำสุด ในทำนองเดียวกันที่อัตราส่วนผสมดังกล่าวเมื่อนำสารผสมในอัตราส่วนดังกล่าว ซึ่งไม่มีสารไวปฏิกิริยามาเคลือบผิวไม้จะระเหยค่อนข้างช้า และเกาะติดเป็นแผ่นฟิล์มบนผิวไม้ได้ดีกว่า ในกรณีของ MMA/PVC ที่มีสารไวปฏิกิริยาร่วมด้วยในกลุ่มของกรดอะคริลิก/PVC (ร่วมกับ 2EHA, n-BA และ CCl_4) ได้เลือกใช้อัตราส่วนผสมระหว่างกรดอะคริลิก (10 c.c.) : n-BA(0.1 c.c.) เนื่องจากให้ปริมาณเจล 101% ที่ปริมาณรังสี 6 kGy และเคลือบผิวไม้ได้ดีไม่แยกชั้น

ในการทดสอบความต้านแรงดึงของสารผสม MMA(9 c.c.) : PVC(1 g) และ MMA(9.5 c.c.) : PVC(0.5 g) ที่ปริมาณรังสี 25.6 kGy ให้ความต้านแรงดึงสูงสุดคือ 6 kgf/mm^2 และ 5.7 kgf/mm^2 ตามลำดับ ส่วนสารผสมกรดอะคริลิก (10 c.c.) : n-BA(0.1 c.c.) ที่ปริมาณรังสี 8.2 kGy จะได้ความต้านแรงดึงสูงสุด 1.7 kgf/mm^2 การยืดตัวในกลุ่ม MMA(9 c.c.): PVC (1 g) และ MMA (9.5 c.c.): PVC(0.5 g) มีค่าน้อยกว่า 3% ส่วนกรดอะคริลิก/n-BA มีค่าการยืดตัวเท่ากับศูนย์ ในส่วนของความแข็งพบว่า อัตราส่วนผสมระหว่าง MMA(9 c.c.) : PVC (1 g) และ MMA(9.5 c.c.) : PVC(0.5 g) ที่ปริมาณรังสี 25.6 kGy มีค่า 48.9 HRH และ 50.9 HRH ตามลำดับ ในกรณีกรดอะคริลิก (10 c.c.) : n-BA(0.1 c.c.) มีค่าความแข็งสูงสุด 25.7 HRH ที่ปริมาณรังสี 8.2 kGy

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2532 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

MALEE KLINKULARB : GAMMA RAY-INDUCED CROSSLINKING OF METHYL METHACRYLATE, ACRYLIC ACID AND POLYVINYL CHLORIDE WITH SOME SENSITIZERS. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. SIRIWATTANA SAISOMBOON, ASSO.PROF. TATCHAI SUMITRA, Ph.D., 85 PP. ISBN 974-577-178-3

Cross-linking, physical and mechanical properties of the gamma ray induced polymerization of methyl methacrylate (MMA) plus polyvinyl chloride (PVC) and acrylic acid plus n-butyl acrylate (n-BA) together with 2-ethyl hexyl acrylate (2EHA) and carbon tetrachloride (CCl_4) as sensitizers were studied. The samples were prepared at various concentration ratios (volume by weight), then polymerized by gamma radiation from Co-60 source at various doses. Samples at the optimum condition (that show the highest gel content and lowest swelling together with good coating properties) were prepared again to investigate the mechanical properties such as tensile strength, elongation and hardness.

The results showed that the mixtures of 9 c.c. MMA and 1 g PVC (89% gel) and 9.5 c.c. MMA and 0.5 g PVC (87% gel) at a total dose about 25.6 kGy together with the mixture of 10 c.c. acrylic acid and 0.1 c.c. n-BA at a total dose of 6 kGy were the optima. The tensile strength of 9 c.c. MMA/1 g PVC and 9.5 c.c. MMA/0.5 g PVC samples at a total dose of 25.6 kGy and acrylic acid/n-BA sample at total dose of 8.2 kGy were 6, 5.7 and 1.7 kgf/mm^2, respectively. Very low elongation of about 3% were obtained for MMA/PVC samples while acrylic acid/n-BA sample had no elongation. The hardness of 9 c.c. MMA/1 g PVC and 9.5 c.c. MMA/0.5 g PVC sample at a total dose of 25.6 kGy and 10 c.c. acrylic acid/0.1 c.c. n-BA sample at a total dose of 8.2 kGy were 48.9, 50.9 and 25.7 HRH, respectively. Comparison between cross-linking densities and some mechanical properties of the samples were also discussed.

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี .....

ปีการศึกษา 2532 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัชชัย สุมิตร หัวหน้าภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ที่ได้กรุณาให้ความสนับสนุนงานวิจัยเรื่องนี้ ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระชัย บัญชรเทวกุล และอาจารย์ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ แก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา สุชีวะ แห่งภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ คุณจินดารมย์ ชวเจริญพันธ์ แห่งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่กรุณาอนุเคราะห์เครื่องฉายรังสีแกมมาและแนะนำการทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณปรารถนา คิ้วสุวรรณ คุณสุรัตน์ มีชันทอง ที่อนุเคราะห์ช่วยฉายรังสี ขอขอบพระคุณ คุณเจษฎา ชัยจรินทร์ แห่งบริษัทสยามเคมีคอล อินดัสทรี่ จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์สารเคมีบางตัว

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูปประกอบ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขั้นตอนการวิจัย..... 3

1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้..... 4

2 รังสีฟิสิกส์

2.1 รังสี..... 5

2.2 ชนิดของรังสี..... 5

2.2.1 รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์..... 6

2.2.2 รังสีเบตา..... 6

2.2.3 รังสีแอลฟา..... 6

2.2.4 นิวตรอน..... 6

2.3 กัมมันตภาพรังสี..... 7

2.3.1 กระบวนการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี..... 8

2.3.1.1 การสลายตัวให้อนุภาคแอลฟา..... 9

2.3.1.2 การสลายตัวให้อนุภาคเบตา..... 9

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.3.1.3 การสลายตัวให้อนุภาคโพสิตรอน.....	10
	2.3.1.4 กระบวนการจับอิเล็กตรอนในวงโคจร.....	10
	2.3.1.5 การสลายตัวให้รังสีแกมมา.....	11
	2.3.1.6 กระบวนการเกิดอินเทอนัลคอนเวอชัน.....	11
	2.4 หน่วยวัดรังสี.....	12
	2.5 อันตรกิริยาระหว่างรังสีแกมมากับวัตถุ.....	13
	2.5.1 การดูดกลืนรังสีแกมมา.....	13
3	รังสีเคมี	
	3.1 รังสีเคมีพื้นฐาน.....	17
	3.2 ผลของรังสีต่อโมเลกุล.....	19
	3.3 ผลของรังสีที่มีต่อโมโนเมอร์.....	21
	3.4 ผลของรังสีที่มีต่อโพลีเมอร์ที่เกิดการครอสลิงก์ขึ้น.....	23
	3.5 ปฏิกิริยาโพลีเมอไรซ์.....	25
	3.6 ปฏิกิริยาเสื่อมสลาย (Degrade) และครอสลิงก์ (crosslink).....	27
	3.6.1 การเกิดครอสลิงก์ของพีวีซี.....	27
	3.6.2 ปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระกับออกซิเจน.....	28
4	ความรู้เกี่ยวกับเคมีโพลีเมอร์.....	30
	4.1 ความหมายของโพลีเมอร์.....	30
	4.2 แรงระหว่างโมเลกุล และพันธะเคมีในโพลีเมอร์.....	30
	4.3 การจำแนกประเภทของโพลีเมอร์.....	33
	4.4 จัดแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งาน.....	34
	4.5 จัดแบ่งประเภทตามสมบัติทางกายภาพ.....	34
	4.6 แบ่งตามลักษณะการจัดตัวของโมโนเมอร์.....	35
	4.7 แบ่งตามชนิดของโครงสร้างโมเลกุล.....	37
	4.8 วิธีการโพลีเมอไรซ์.....	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	วัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการวิจัย	44
	5.1 สารเคมี	44
	5.2 อุปกรณ์เครื่องมือ	44
	5.3 การดำเนินการวิจัย	45
6	ผลการวิจัย และวิจารณ์	49
7	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	68
เอกสารอ้างอิง		70
ภาคผนวก		74
ประวัติผู้เขียน		85

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ผลของรังสีต่อโพลีเมอร์.....	24
5.1	อัตราส่วนองค์ประกอบของสารที่ใช้.....	46
1-ข	ความสัมพันธ์ระหว่างสารตัวอย่าง ปริมาณรังสีแกมมาที่ได้รับ ปริมาณเจล (%) การบวม (%).....	77
2-ข	ความสัมพันธ์ระหว่างสารตัวอย่าง ปริมาณรังสีแกมมาที่ได้รับ ความต้านแรงดึง การยืดตัว ความแข็ง อัตราส่วนการบวม ความหนาแน่น ของการเกิดครอสลิงก์.....	82

สารบัญรูปประกอบ

หน้า

รูปที่

3.1	แสดงการเกิดครอสลิงก์ใน PVC.....	28
4.1	แสดงการเกิดโพลีเมอร์แบบกิ่ง.....	38
4.2	แสดงการเกิดโพลีเมอร์แบบร่างแห.....	39
5.1	แผนภูมิแสดงขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินการวิจัย.....	48
6.1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเจลกับปริมาณรังสีแกมมาของสารผสมระหว่าง เมทิลเมทาคลิเลต โพลีไวนิลคลอไรด์ 2EHA, n-BA และ CCl_4.....	50
6.2	ความสัมพันธ์ระหว่างการบวมกับปริมาณรังสีแกมมาของสารผสมระหว่าง เมทิลเมทาคริเลต โพลีไวนิลคลอไรด์ 2EHA, n-BA และ CCl_4.....	51
6.3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเจลกับปริมาณรังสีแกมมาของสารผสมระหว่าง กรดอะคริลิก n-BA และ CCl_4.....	53
6.4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเจลกับปริมาณรังสีแกมมาของสารผสมระหว่าง กรดอะคริลิก โพลีไวนิลคลอไรด์ 2EHA และ CCl_4.....	54
6.5	ความสัมพันธ์ระหว่างการบวมกับปริมาณรังสีแกมมาของสารผสมระหว่าง กรดอะคริลิก n-BA และ CCl_4.....	55
6.6	ความสัมพันธ์ระหว่างการบวมกับปริมาณรังสีแกมมาของสารผสมระหว่าง กรดอะคริลิก โพลีไวนิลคลอไรด์ 2EHA และ CCl_4.....	56
6.7	ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับปริมาณรังสีแกมมา.....	59
6.8	ความสัมพันธ์ระหว่างการยืดตัวกับปริมาณรังสีแกมมา.....	61
6.9	ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งกับปริมาณรังสีแกมมา.....	63
6.10	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการบวมกับปริมาณรังสีแกมมา.....	64
6.11	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของการเกิดครอสลิงก์กับปริมาณรังสีแกมมา	66