การศึกษาการวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติด้วยรังสีโดยใช้นอร์มอลบิวทิลอะคริเลตและคาร์บอนเตตราคลอไรด์เป็นสารไวปฏิกิริยา

นาย วสิษฏ์ กสิวิวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-176-7

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016312

เ17ส11ว60

A STUDY OF RADIATION VULCANIZATION OF NATURAL RUBBER LATEX USING N-BUTYL ACRYLATE AND CARBON TETRACHLORIDE AS SENSITIZERS.

Mr.Wasit Kasiwiwat

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 974-577-176-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติด้วยรังสี โดยใช้นอร์มอลบิวทิล อะคริเลตและคาร์บอนเตตราคลอไรด์เป็นสารไวปฏิกิริยา

โดย นาย วสิษฎ์ กสิวิวัฒน์

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

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

.....กรรมการ
(นางจินดารมย์ ชวเจริญพันธ์)

บทคัดย่อและบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เป็นบทคัดย่อที่ผ่านการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยแล้วเท่านั้น

วสิษฏ์ กสิวิวัฒน์ : การศึกษาการวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติด้วยรังสีโดยใช้นอร์มอลบิวทิลอะคริเลตและคาร์บอนเตตราคลอไรด์เป็นสารไวปฏิกิริยา (A STUDY OF RADIATION VULCANIZATION OF NATURAL RUBBER LATEX USING N-BUTYL ACRYLATE AND CARBON TETRACHLORIDE AS SENSITIZERS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ชยากริต ศิริอุปถัมภ์, 53 หน้า. ISBN 974-577-176-7

จากการทดลองวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติด้วยรังสี โดยใช้น้ำยางข้นธรรมชาติชนิดแอมโมเนียสูงจากแหล่งทางภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยใช้นอร์มอลบิวทิลอะคริเลต (n-BA) กับ คาร์บอนเตตราคลอไรด์เป็นสารไวปฏิกิริยาและมีโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เป็นสารทำให้เกิดความคงตัว (stabilizer) พบว่าเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดจะให้ค่าความต้านแรงดึงของแผ่นฟิล์มยางมีค่า 28 MPa เมื่อใช้ความเข้มข้นของ n-BA 5 ส่วนในเนื้อยางแห้งร้อยส่วน (phr) CCl_4 0.5 phr KOH 0.2 phr และปริมาณรังสีที่ใช้ 17 kGy น้ำยางวัลคาไนซ์ด้วยรังสีนี้ เมื่อไปทดลองผลิตถุงมือยางทางการแพทย์ (Medical examination glove) จะได้คุณสมบัติทางกายภาพเหนือมาตรฐาน ASTM D 3577-78a มีโมดูลัสและคุณสมบัติหลังบ่มเร่ง (accelerated aging) ดีมาก

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2532 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

WASIT KASIWIWAT : A STUDY OF RADIATION VULCANIZATION OF NATURAL RUBBER LATEX USING N-BUTYL ACRYLATE AND CARBON TETRACHLORIDE AS SENSITIZERS. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. CHYAGRIT SIRI-UPATHUM, 53 PP.

Radiation vulcanization of natural rubber latex (NRL) has been done using NRL from the eastern part of Thailand. The NRL was of high ammonia (HA) type. N-butyl acrylate (n-BA) and CCl_4 were used as sensitizers with KOH as stabilizer. From the experiment, the optimum condition which gave maximum tensile strength of 28 MPa, were 5 phr of n-BA 0.5 phr of CCl_4 and 0.2 phr of KOH vulcanization dose was 17 kGy. the radiation vulcanized rubber latex was fabricated to medical examination gloves. The physical properties of the products so fabricated passed the ASTM D 3577-78a standard with extraordinary low modulus and excellent aging property.

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2532 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุก ๆ ท่านในภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ที่ได้กรุณาสนับสนุนงานวิจัยนี้จนแล้วเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากวิต ศิริอุปถัมภ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณจินดารมย์ ชวเจริญพันธ์ แห่งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่กรุณาอนุเคราะห์แนะนำการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณไพโรจน์ ไพรรัศมีบุลกูล แห่งบริษัท ฟองน้ำสยาม จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์สนับสนุนเกื้อกูลงานวิจัยนี้มาตลอด

ขอขอบพระคุณ คุณ สุรณี อุณหกะ ที่ให้ความสนับสนุนส่งเสริมงานวิจัยนี้จนแล้วเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณประเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก และคุณมาลี กลิ่นกุหลาบ ซึ่งเป็นเพื่อนร่วมรุ่นการศึกษา ที่ได้ช่วยเหลือแก้ไขปัญหาอุปสรรคบางอย่างให้ผ่านลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญภาพ.....ช
สารบัญตาราง.....ซ

บทที่

1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้.....3

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเคมีรังสี.....4
2.1 ชนิดของรังสีและแหล่งกำเนิดรังสี.....4
2.1.1 รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์.....4
2.1.2 รังสีเบตาและอิเลคตรอนพลังงานสูง.....5
2.1.3 ไอออนพลังงานสูงและอนุภาคแอลฟา.....5
2.1.4 นิวตรอน.....5
2.2 หน่วยของรังสีและปริมาณรังสี.....5
2.2.1 หน่วยความแรงรังสี.....6
2.2.2 หน่วยรังสี.....6
2.3 ผลของรังสีต่อโมเลกุล.....6
2.3.1 Excited Molecules.....7
2.3.2 Ionization.....7
2.4 ผลผลิตทางเคมีจากรังสี.....9
2.5 ปฏิกิริยาของรังสีต่อโมเลกุลของยางธรรมชาติ.....10
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับเคมีของน้ำยางธรรมชาติ.....13
3.1 น้ำยาง (Latex).....13

3.1.1 ค่าความหนาแน่นของการครอสลิงค์.....13
3.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพของยางวัลคาไนซ์กับความหนาแน่นครอสลิงค์.....14
3.1.3 ผลของโครงสร้างของครอสลิงค์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของยางวัลคาไนซ์.....14
3.2 การวัลคาไนซ์โดยซัลเฟอร์ที่มีตัวเร่งร่วมปฏิกิริยา.....15
3.3 การวัลคาไนซ์โดยรังสีที่ปราศจากสารไวปฏิกิริยา.....16
3.4 การผลิตถุงมือยาง.....19
3.4.1 การเตรียมน้ำยางผสมสารเคมี.....19
3.4.1.1 วัตถุดิบและสารเคมีหลักที่ต้องใช้.....19
3.4.1.2 การผสมสารเคมีกับน้ำยาง.....20
3.4.1.3 การกำจัดฟองอากาศในน้ำยางผสม.....20
3.4.2 คุณสมบัติน้ำยางผสมสารเคมีแล้ว.....21
3.4.2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมด.....21
3.4.2.2 ความหนืด.....21
3.4.2.3 เวลาความคงตัวต่อเครื่องกล.....21
3.4.2.4 ความเป็นกรดด่าง.....21
3.4.3 การบ่มน้ำยางผสม.....22
3.4.4 การจุ่ม (Dipping technique).....22
3.4.5 การล้าง (leaching).....23
3.4.6 การอบแห้งและการทำให้ยางคงรูป.....23
3.4.7 การม้วนขอบ.....23
3.4.8 การถอดถุงมือออกจากพิมพ์.....23
4. วัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการวิจัย.....24
4.1 วัสดุ.....24
4.1.1 น้ำยางข้นธรรมชาติ.....24
4.1.2 สารไวปฏิกิริยา.....24
4.1.3 สารเคมีอื่น ๆ.....24
4.2 อุปกรณ์.....24
4.2.1 เครื่องกวนด้วยแม่เหล็ก.....24
4.2.2 เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง.....24
4.2.3 Nylon thin film FWT.60-00 dosimeter.....24
4.2.4 เครื่องฉายรังสี Gamma Beam - 650.....24

4.2.5 แบบพิมพ์มือ.....24
4.2.6 ถังเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 10 ลิตร พร้อมอุปกรณ์การกวน.....24
4.2.7 เครื่องกวนน้ำยางที่ปรับความเร็วรอบได้.....24
4.2.8 เครื่องตัดแผ่นฟิล์มยาง.....24
4.2.9 เครื่องวัดความหนืด.....24
4.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....24
4.3.1 เงื่อนไขของปริมาณรังสีที่ใช้และปริมาณของสารไวปฏิกิริยา....24
4.3.2 เตรียมน้ำยางข้นธรรมชาติตามสูตร.....25
4.3.3 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มยาง.....26
4.4 การทดลองหาเงื่อนไขผลิตน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ด้วยรังสี.....27
4.5 เตรียมน้ำยางวัลคาไนซ์ด้วยรังสี.....27
4.6 ขั้นตอนและวิธีการจุ่มถุงมือยางทางการแพทย์ในระดับห้องปฏิบัติการ.....27
4.7 หาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการทดลองขึ้นรูปถุงมือยางทางการแพทย์ในระดับห้องปฏิบัติการ.....27
5. ผลการศึกษาวิจัย.....32
5.1 ผลการศึกษาวิจัยในการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการใช้ n-BA และ CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาในการวัลคาไนซ์น้ำยางธรรมชาติด้วยรังสี โดยมี KOH เป็น Stabilizer.....32
5.2 ผลการศึกษาวิจัยในการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของน้ำยางวัลคาไนซ์ด้วยรังสีทางการแพทย์.....39
5.3 ผลการศึกษาวิจัยในการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการขึ้นรูปถุงมือยางทางการแพทย์ในระดับห้องปฏิบัติการ.....46
5.4 ผลการศึกษาวิจัยความต้านแรงดึงต่อเวลาในการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 100°c.....47
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....49
6.1 สรุปผลการวิจัย.....49
6.2 ข้อเสนอแนะ.....49

เอกสารอ้างอิง.....50
ประวัติผู้เขียน.....53

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 การดูดกลืนพลังงานแสงและรังสีอัลฟา.....6

4.1 เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง Kao Tieh KT-7010C.....28

4.2 เครื่องฉายรังสี Gamma Beam - 650.....28

4.3 แบบพิมพ์มือ.....29

4.4 ถังเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 10 ลิตร พร้อมอุปกรณ์การกวนสำหรับบรรจุน้ำยางข้นเพื่อฉายรังสี.....30

4.5 เครื่องกวนน้ำยางที่ปรับความเร็วรอบได้.....30

4.6 เครื่องตัดแผ่นฟิล์มยาง.....31

4.7 แผ่นฟิล์มยาง.....31

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับปริมาณรังสีของแผ่นยางหลังวัลคาไนซ์ด้วยรังสี โดยใช้ n-BA เป็นสารไวปฏิกิริยา มี KOH 0.1 phr เป็น Stabilizer.....34

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับปริมาณรังสีของแผ่นยางหลังวัลคาไนซ์ด้วยรังสี โดยใช้ n-BA เป็นสารไวปฏิกิริยา มี KOH 0.2 phr เป็น Stabilizer.....36

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับปริมาณรังสีของแผ่นยางหลังวัลคาไนซ์ด้วยรังสี โดยใช้ n-BA และ CCl_4 0.5 phr เป็นสารไวปฏิกิริยา มี KOH 0.1 phr เป็น Stabilizer.....38

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับปริมาณรังสีของแผ่นยางหลังวัลคาไนซ์ด้วยรังสี โดยใช้ n-BA และ CCl_4 0.5 phr เป็นสารไวปฏิกิริยา มี KOH 0.2 phr เป็น Stabilizer.....41

5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับปริมาณรังสีของแผ่นยางหลังวัลคาไนซ์ด้วยรังสี โดยใช้ n-BA และ CCl_4 1.0 phr เป็นสารไวปฏิกิริยา มี KOH 0.1 phr เป็น Stabilizer.....43

5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับปริมาณรังสีของแผ่นยางหลังวัลคาไนซ์ด้วยรังสี โดยใช้ n-BA และ CCl_4 1.0 phr เป็นสารไวปฏิกิริยา มี KOH 0.2 phr เป็น Stabilizer.....45

5.7 การจุ่มถุงมือยางทางการแพทย์ในระดับห้องปฏิบัติการ.....48

5.8 การล้างถุงมือยาง.....48

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

5.1 ความสัมพันธ์ปริมาณรังสีกับค่าความต้านแรงดึงของตัวอย่างทดสอบ ตามเงื่อนไขของ CCl_4 = 0 phr , KOH = 0.1 phr n-BA = 2,3,4,5 และ 6 phr 33

5.2 ความสัมพันธ์ปริมาณรังสีกับค่าความต้านแรงดึงของตัวอย่างทดสอบ ตามเงื่อนไขของ CCl_4 = 0 phr , KOH = 0.2 phr n-BA = 2,3,4,5 และ 6 phr 35

5.3 ความสัมพันธ์ปริมาณรังสีกับค่าความต้านแรงดึงของตัวอย่างทดสอบ ตามเงื่อนไขของ CCl_4 = 0.5 phr , KOH = 0.1 phr n-BA = 2,3,4,5 และ 6 phr 37

5.4 ความสัมพันธ์ปริมาณรังสีกับค่าความต้านแรงดึงของตัวอย่างทดสอบ ตามเงื่อนไขของ CCl_4 = 0.5 phr , KOH = 0.2 phr n-BA = 2,3,4,5 และ 6 phr 40

5.5 ความสัมพันธ์ปริมาณรังสีกับค่าความต้านแรงดึงของตัวอย่างทดสอบ ตามเงื่อนไขของ CCl_4 = 1.0 phr , KOH = 0.1 phr n-BA = 2,3,4,5 และ 6 phr 42

5.6 ความสัมพันธ์ปริมาณรังสีกับค่าความต้านแรงดึงของตัวอย่างทดสอบ ตามเงื่อนไขของ CCl_4 = 1.0 phr , KOH = 0.1 phr n-BA = 2,3,4,5 และ 6 phr 44

5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับเวลา ในการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 100°c 47

5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงกับเวลา ในการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 100°c ของถุงมือยางทางการแพทย์ ที่วัลคาไนซ์ด้วยซัลเฟอร์ 47