

การออกแบบและสร้างเกราะกำบังรังสีสำหรับต้นกำเนิดรังสีแกมมา  
ซีเซียม-137 ความแรง 5 คูรี เพื่อใช้ในงานถ่ายภาพด้วยรังสี



นายวิรุจน์ ตรีสกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-379-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016538

1 10306234

DESIGN AND CONSTRUCTION OF SHIELD FOR 5-CURIE CAESIUM-137  
GAMMA SOURCE FOR RADIOGRAPHY

Mr. Virul Trisakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirments  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Nuclear Technology  
Graduate school  
Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-379-4





วิรุฬห์ ตรีสกุล: การออกแบบและสร้างเกราะกำบังรังสีสำหรับต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม-137 ความแรง 5 คูรี เพื่อใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสี (DESIGN AND CONSTRUCTION OF SHIELD FOR 5-CURIE CAESIUM-137 GAMMA SOURCE FOR RADIOGRAPHY)

อ.ที่ปรึกษา: อ. ลมยศ ตรีสถิตย์, 85 หน้า. ISBN 974-577-379-4

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบ และสร้างเกราะกำบังรังสี สำหรับต้นกำเนิดรังสี ซีเซียม-137 ความแรง 5 คูรีสำหรับใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เกราะกำบังรังสีที่ใช้เก็บต้นกำเนิดรังสีติดตั้งอยู่บนแขนยึดที่สามารถปรับระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงฟิล์มได้ ไม่เกิน 65 ซม. ในแนวตั้ง ในกรณีที่ต้องการถ่ายภาพที่ระยะห่างเกิน 65 ซม. ก็สามารถปรับทิศทางลำรังสีให้อยู่ในแนวนอน วัสดุกำบังรังสีที่เลือกใช้ คือตะกั่วซึ่งบรรจุในโครงสร้างเหล็กไร้สนิมหนา 3 มม. ความหนาต่ำสุดของตะกั่วที่ใช้กำบังรังสีคือ 8.5 ซม. ซึ่งจากการคำนวณพบว่าอัตราการรับรังสีที่ผิวมีค่าไม่เกิน 30 mR/hr การถ่ายภาพทำได้ 2 ลักษณะคือ ถ่ายภาพในทิศทางเดียว และถ่ายภาพแบบรอบตัว การใช้งานต้นกำเนิดรังสีทำได้โดยการควบคุมระบบขับเคลื่อน และระบบควบคุมการทำงานจากระยะไกล สามารถเลือกใช้กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์หรือ ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์จากแบตเตอรี่ อุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยรังสีนี้ ติดตั้งอยู่บนล้อเลื่อนแบบ 4 ล้อ น้ำหนักรวมของอุปกรณ์ทั้งหมด 140 กิโลกรัม

ภาควิชา ..... นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
สาขาวิชา ..... นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
ปีการศึกษา ..... 2532

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ลมยศ ตรีสถิตย์



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

VIRUL TRISAKUL : DESIGN AND CONSTRUCTION OF SHIELD FOR 5-CURIE  
CAESIUM-137 GAMMA FOR RADIOGRAPHY : MR. SOMYOT SRISATIT, M.Eng.  
85 pp.

A mobile gamma radiography unit was designed and constructed to be used for a 5 curies caesium-137 source. The shield containing the source was mounted on steel bars which could be adjusted to vary the source-to-film distance up to a maximum vertical distance of 65 cm. It could be turned around a horizontal axis for exposure at distance greater than 65 cm. The gamma shield was calculated to assure that the maximum dose rate at the surface would not exceed 30 mR/hr. The shield was made of 8.5 cm thick lead covered with a 3 mm thick stainless steel plate. The source could provide two modes of exposure, namely the forward directional beam and the panoramic exposures. The source was operated by a driving mechanism and a remote control unit powered by a 220 volts AC. or a 12 volts DC. battery. This gamma radiography unit was mounted on a four-wheel platform and the whole set-up weighed 140 kg.

ภาควิชา ..... วิศวกรรมเทคโนโลยี  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมเทคโนโลยี  
ปีการศึกษา ..... 2532

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... สอมยอท สริสัทิต



### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีอาจารย์ สมยศ ศรีสฤติย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้ให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆ มาด้วยดีโดยตลอด ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ในด้านการออกแบบวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์และในด้านกลศาสตร์รวมทั้งขอขอบคุณ คณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในด้านต่างๆ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงสำเร็จลงได้ ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณ ผู้ปฏิบัติงานของศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสร้างชิ้นส่วนกล รวมทั้งทางด้านการใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ

ทำขึ้นขอขอบคุณ คุณแม่โหย่ง นายแพทย์ณรงค์วิทย์ ศรีสกุล ญาติๆทุกท่าน ซึ่งๆได้ให้กำลังใจ และสนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์ ตลอดมา จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช

บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้.....	2
2. เครื่องกำบังรังสีแกมมาเพื่องานถ่ายภาพด้วยรังสี.....	4
2.1 อันตรกิริยาของรังสีแกมมากับวัตถุ.....	4
2.2 การลดทอนของรังสีแกมมา.....	8
2.3 การกำบังรังสีแกมมา.....	9
2.4 การถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา.....	14
3. การออกแบบเกราะกำบังรังสีแกมมาจากซีเซียม-137 และ	
อุปกรณ์อำนวยความสะดวก.....	17
3.1 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา ซีเซียม-137.....	18

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2 การคำนวณขนาดความหนาของเกราะกำบังรังสี.....	18
3.3 การออกแบบและสร้างเกราะกำบังรังสี.....	21
4. การใช้งานเกราะกำบังรังสีเพื่อการถ่ายภาพ.....	33
4.1 การใช้เครื่องควบคุมระบบขับเคลื่อนเพื่อใช้งานต้นกำเนิดรังสี.....	33
5. ผลการทดลอง.....	41
5.1 ผลจากการคำนวณความหนาเกราะกำบังรังสี.....	41
5.2 การถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาจากซีเซียม-137.....	41
6. สรุปวิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 สรุป.....	47
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	48
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	48
บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก.....	50
ประวัติผู้เขียน.....	85



สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ภาควัดคขวางของการเกิดโฟโตอิเล็กตริกเอฟเฟคต์ของตะกั่วในรูปพลังงาน ของรังสีแกมมา.....	5
2.2 แสดงค่าคงที่ $h$ ในสมการที่ (2.1) ในรูปพลังงานของรังสีแกมมา.....	6
2.3 แสดงคอมป์ตัน เอฟเฟคต์.....	7
2.4 ค่าภาควัดคขวางของการเกิดแพร์โพรดักชัน ของตะกั่วในรูปพลังงานของรังสีแกมมา.....	8
2.5 ลำรังสีแกมมาทิศทางเดียวตกกระทบแผ่นวัสดุกำบัง.....	10
2.6 สเปคตรัมของพลังงานของรังสีแกมมาที่กระทบวัสดุกำบัง.....	11
2.7 สเปคตรัมของพลังงานของรังสีแกมมาที่ผ่านวัสดุกำบัง.....	12
2.8 แผ่นภาพแสดงหลักการถ่ายภาพด้วยรังสี.....	16
3.1 แสดงรูปร่างและขนาดของต้นกำเนิดรังสีซีเชียม-137 ความแรง 5 คูรี.....	18
3.2 แสดงภาพตัดขวางของเกราะกำบังรังสีขณะต้นกำเนิดรังสีอยู่ในตำแหน่ง (ก) เกือบ (ข) ถ่ายภาพจากภายใน (ค) ถ่ายภาพจากภายนอก.....	22
3.3 แสดงลักษณะตัวเปิดปิด(shutter).....	23
3.4 แสดงโครงสร้างของเกราะกำบังรังสี (ก) โครงสร้างเมื่อประกอบครบชุด (ข) ส่วนหน้า (ค) ส่วนหลัง.....	24
3.5 แท่งนำต้นกำเนิดรังสี.....	25
3.6 แสดงชุดควบคุมการขับเคลื่อนตัวเปิด-ปิด.....	27
3.7 แสดงชุดควบคุมการขับเคลื่อนแท่งนำต้นกำเนิดรังสี.....	28
3.8 แสดงระบบควบคุมการปรับระยะ SFD.....	29
3.9 แสดงระบบควบคุมการปรับทิศทางการเอกซ์โพเซอ์.....	30
3.10 แสดงตัวชี้ตำแหน่งในการเอกซ์โพเซอ์.....	30

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 แสดงตำแหน่งเก็บแบตเตอรี่.....	31
3.12 แสดงเกราะกำบังรังสีซี-137และอุปกรณ์อ่านวัดความสะอาด.....	32
3.13 แสดงชุดแผงควบคุมการใช้ต้นกำเนิดรังสีในการถ่ายภาพ.....	32
4.1 แสดงแผงควบคุมการทำงาน.....	33
4.2 แผนภูมิลำดับขั้นในการใช้งานต้นกำเนิดรังสี.....	35
4.3 แผนภูมิลำดับขั้นในการยุติการใช้งานต้นกำเนิดรังสี.....	37
4.4 แผนภูมิการควบคุมการใช้งานต้นกำเนิดรังสี.....	38
4.5 แผนภูมิลำดับขั้นในการเก็บต้นกำเนิดรังสีที่กรณเงิน.....	39
5.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเหล็กและความดำ.....	43
5.2 กราฟเอกซ์โพสิเจอร์ของซี-137.....	44
5.3 ภาพถ่ายชิ้นงานตัวอย่างจากซี-137.....	45
5.4 ภาพถ่ายชิ้นงานตัวอย่างจากเครื่องเอกซ์เรย์.....	45
5.5 แสดงภาพชิ้นงานจริง.....	46

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงผลการคำนวณปริมาณรังสีที่ผิวเกราะกำบังรังสีที่ความหนาของตะกั่วต่างกัน.....	20
5.1 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของเหล็กและความดำ.....	42
5.2 ตารางเอกซ์โพซิเจอร์ของซีเชียม-137.....	43