

การวัดปริมาณรังสีเอกซ์ จากเครื่องรับโทรทัศน์สี โดยใช้เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์โดสิมิเตอร์

CaSO_4 (Dy)



นางสาว วิภาวดี อาขาวคม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

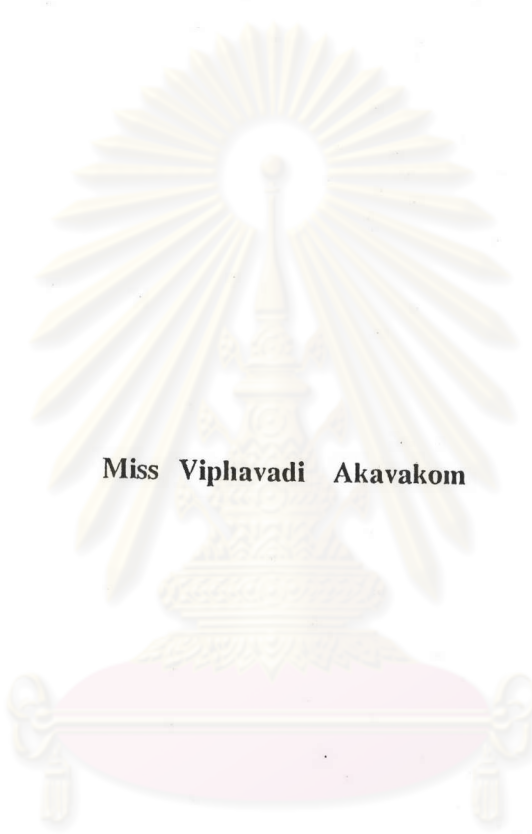
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-944-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 1729931

**MEASUREMENT OF X-RAY DOSE FROM COLOUR TELEVISION SETS
USING CaSO_4 (Dy) THERMOLUMINESCENCE DOSIMETER**



Miss Viphavadi Akavakom

**ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School


Chulalongkorn University

Academic Year 1996

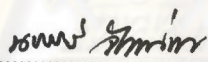
ISBN 974-695-944-4


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดปริมาณรังสีเอกซ์จากเครื่องรับโทรทัศน์สี
โดย โดยใช้เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์โดสิมิเตอร์ ชนิด CaSO_4 (Dy)
ภาควิชา นางสาว วิกาวดี อาชวาคม
 นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายกิจจา จงกิติวิทย์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชุตินวรงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายกิจจา จงกิติวิทย์)


.....กรรมการ
(อาจารย์ เดโช ทองอร่าม)

**MEASUREMENT OF X-RAY DOSE FROM COLOUR TELEVISION SETS
USING CaSO_4 (Dy) THERMOLUMINESCENCE DOSIMETER**



Miss Viphavadi Akavakom

ศูนย์วิทยทรัพยากร

**A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering**

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-635-944-4

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

วิภาวดี อาทวาคม : การวัดปริมาณรังสีเอกซ์จากเครื่องรับโทรทัศน์สี โดยใช้เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์โดสิมิเตอร์ ชนิด $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ (MEASUREMENT OF X-RAY DOSE FROM COLOUR TELEVISION SETS USING $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ THERMOLUMINESCENCE DOSIMETER) อ.ที่ปรึกษา : อ.อรรถพร ภัทรสุมันต์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : นายกิจจา จงกิติวิทย์ 63 หน้า. ISBN 974-635-944-4

การวัดปริมาณรังสีเอกซ์จากเครื่องรับโทรทัศน์สีโดยใช้เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์โดสิมิเตอร์ (TLD) นี้มีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินค่าปริมาณรังสีเอกซ์ที่แผ่ออกมาจากเครื่องรับโทรทัศน์สีที่ใช้หลอดภาพประเภท และขนาดต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในด้านการป้องกันอันตรายจากรังสี ในการวัดปริมาณรังสีเอกซ์ ใช้ TLD $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ ชนิดผง บรรจุลงในช่องพลาสติกบางทึบแสงขนาดเล็กสีดำ แล้วนำไปติดที่บริเวณด้านหน้า ด้านบน ด้านข้างทั้งสองด้าน และด้านหลังของเครื่องรับโทรทัศน์สีที่มีขนาด ตั้งแต่ 14 ถึง 21 นิ้ว และใช้หลอดภาพประเภท Shadow mask, Inline และ Trinitron จำนวน รวมทั้งสิ้น 60 เครื่อง ใช้เวลาในการติดเฉลี่ยเครื่องละประมาณ 2 เดือน พบรังสีเอกซ์เฉพาะบริเวณ หน้าจอภาพตามประเภทของหลอดภาพ ด้วยอัตราปริมาณรังสีเท่ากับ 1.59 - 15.58, 1.60 - 23.28 และ 1.18 - 43.06 $\mu\text{R/hr}$ ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่อยู่ในระดับปลอดภัยตามข้อกำหนดของ NCRP

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต (วิภาวดี อาทวาคม)
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C618805 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD: X-RAY DOSE / COLOUR TELEVISION / CaSO_4 (Dy) TLD

VIPHAVADI AKAVAKOM : MEASUREMENT OF X-RAY DOSE FROM COLOUR TELEVISION SETS USING CaSO_4 (Dy) THERMOLUMINESCENCE DOSIMETER.

THESIS ADVISOR : MR. ATTAPORN PATTARASUMUNT, M.Eng., THESIS

CO-ADVISOR : MR. KIJJA CHONGKITIVITYA, M.Eng., 63 PP. ISBN 974-635-944-4.

The measurement of X-ray dose from colour television sets using thermoluminescence dosimeter (TLD) is aimed to evaluate the X-ray doses from various type and size of the picture tube of television sets which are basic data useful in radiation protection. The measurements were carried out using CaSO_4 (Dy) TLD powder filled in small thin black light-proof plastic envelopes stucked to the front, upper, both sides and back of 60 television sets having picture tube size from 14 to 21 inches and picture tube type as Shadow mask, Inline, and Trinitron for average period of 2 months. It was found that only X-ray from the front area of picture tubes can be detected with the dose rate correspond to the picture tube types of 1.59 - 15.58, 1.60 - 23.28 and 1.18 - 43.06 $\mu\text{R/hr}$ respectively which are much less than the recommendation of the NCRP.

ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี.....

ปีการศึกษา 2539.....

ลายมือชื่อนิสิต..... อนุชิต อนุชิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุน จาก อาจารย์อรรถพร ภัทรสุมันต์ และคุณกิจจา จงกิติวิทย์ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการดำเนินงานและตรวจสอบรายงานการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณวรวุฒิ ศรีรัตนัชชาลัย และคุณจินตนา เหล่าไพบุลย์ ที่ได้กรุณาเอื้อเพื่อให้ TLD CaSO_4 (Dy) สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการติดต่อขอ TLD จาก พ.ป.ส. และกรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ รองศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิตรปรางณี วีระพงษ์ และอาจารย์ประจำภาควิชาชีวเคมีและเทคโนโลยีทุกท่านที่ได้เป็นกำลังใจสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณมงคล วรรณประภา คุณธัญจิรา บุญพิชญากา คุณประยงค์ สังขวิเชียร คุณพรเทพ จันทร์คุณภาส และคุณวิรัช ดิสุวรรณ ที่กรุณาช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง และกรุณาอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณอรรถโกวิท สงวนสัตย์ หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรมเครื่องจักรวัสดุ, คุณวัฒน์ วัฒนพงษ์ หัวหน้าฝ่ายทดสอบมาตรฐานเครื่องตรวจวัดรังสี และคุณสุรศักดิ์ ปริสัญญกุล หัวหน้าฝ่ายเครื่องมือแพทย์ที่กรุณาอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการทดลองในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณวิวิช ธรรมวีระพงษ์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือวาดรูปในรายงานการวิจัยนี้

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประสิทธิ์ เพียงบางยาง ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายบริการและนักเรียนชั้น ม.4 โรงเรียนปทุมคงคา ที่กรุณานำ TLD ไปติดโทรศัพท์ พร้อมทั้งเวลาที่เปิดโทรศัพท์มาให้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 สถานที่ทำการวิจัย.....	3
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 หลอดภาพโทรม์สน์สีและการเกิดรังสีเอกซ์ที่จอภาพและคุณสมบัติ เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์โดสิมิเตอร์ ชนิด CaSO_4 (Dy)	
2.1 หลอดภาพโทรม์สน์สี และการเกิดรังสีเอกซ์ที่จอภาพ.....	4
2.2 เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์โดสิมิเตอร์ (Thermoluminescence dosimeter : TLD).....	13
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ และการดำเนินการวิจัย	
3.1 การเตรียม TLD เพื่อนำไปติดโทรม์สน์.....	20
3.2 การบรรจุ TLD.....	21
3.3 การติด TLD ตามจุดต่าง ๆ บนเครื่องรับโทรม์สน์เพื่อวัดปริมาณรังสี.....	22
3.4 การอ่าน TLD.....	23
3.5 การทำ TLD มาตรฐาน (Standard TLD).....	30

สารบัญ (ต่อ)

3.6 การหาปริมาณรังสีต่ำสุดที่ TLD CaSO_4 (Dy) สามารถวัดได้ (Minimum Detectable Dose).....	32
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการทำ TLD มาตรฐาน (Standard TLD).....	33
4.2 ผลการหาปริมาณรังสีต่ำสุดที่ TLD CaSO_4 (Dy) สามารถวัดได้ (Minimum detectable dose).....	37
4.3 ผลการวัดปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาจากเครื่องรับโทรทัศน์.....	37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย.....	41
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	44
บรรณานุกรม.....	45
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณอัตราปริมาณรังสี.....	48
ภาคผนวก ข Calibration Certificate ของ NP 2100 และเทคนิคต่าง ๆ ที่ SSDL ใช้สำหรับเครื่องเอกซเรย์ ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐาน.....	50
ประวัติผู้เขียน.....	52

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดภาพโทรทัศน์และหลอดเอกซเรย์....	12
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีและสัญญาณแสงของ TLD ชุดที่ 1	34
4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีและสัญญาณแสงของ TLD ชุดที่ 2	35
4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีและสัญญาณแสงของ TLD ชุดที่ 3	36
4.4	แสดงค่าเฉลี่ยของแบคกราวนด์ และ Minimum detectable dose ของ TLD ทั้งสามชุด.....	37
4.5	แสดงจำนวนเครื่องรับโทรทัศน์ จำแนกตามประเภทและขนาดของหลอดภาพ...	38
4.6	แสดงอัตราปริมาณรังสีจากหน้าจอภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สีจำแนกตามประเภทและขนาดของหลอดภาพ.....	39
5.1	แสดงจำนวนเครื่องรับโทรทัศน์สีที่ใช้ในงานวิจัยจำแนกตามระดับปริมาณรังสีเอกซ์ที่วัดได้บริเวณหน้าจอภาพกับขนาดจอภาพและประเภทของหลอดภาพ.....	42
5.2	แสดงอัตราปริมาณรังสีเอกซ์ ที่วัดได้บริเวณหน้าจอภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สี ที่มีขนาดและประเภทของหลอดภาพต่าง ๆ กัน	43
ก.1	แสดงตัวอย่างการคำนวณอัตราปริมาณรังสี.....	48
ข.1	แสดงเทคนิคต่าง ๆ ที่ SSDL ใช้สำหรับเครื่องเอกซเรย์ ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐาน.....	51

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	แสดงโครงสร้างของหลอดภาพแบบแซโคว์มาสต์..... 4
2.2	รูปลักษณะการฉาบสารฟอสเฟอร์ที่หน้าจอของหลอดแซโคว์มาสต์..... 5
2.3	แสดงการกั้นลำอิเล็กตรอนของแผ่นแซโคว์มาสต์..... 6
2.4	แสดงโครงสร้างของหลอดภาพแบบอินไลน์..... 6
2.5	แสดงลักษณะการใช้แผ่นสล็อตมาสต์กั้นลำอิเล็กตรอนของหลอดอินไลน์..... 7
2.6	แสดงโครงสร้างของหลอดภาพแบบไตรนิตรอน..... 7
2.7	แสดงโครงสร้างภายในของหลอดภาพไตรนิตรอน..... 8
2.8	แสดงโครงสร้างปืนอิเล็กตรอน ของหลอดไตรนิตรอน..... 8
2.9	แสดงลักษณะ โครงสร้างภายในและปืนอิเล็กตรอนหลอดไตรนิตรอน..... 9
2.10	แสดงโครงสร้างของปืนอิเล็กตรอน..... 9
2.11	แสดงโครงสร้างของโทรทัศน์สี..... 11
2.12	แสดงโครงสร้างของหลอดเอกซเรย์..... 11
2.13	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่ระยะห่าง 5 เซนติเมตร จากจอภาพโทรทัศน์สี และ applied voltage ของหลอดภาพเมื่อ กระแสที่แอโนดมีค่าเท่ากับ 1.0 mA..... 12
2.14	แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอะตอม TLD เมื่อได้รับรังสี..... 14
2.15	แสดง Thermoluminescence glow curve ของ CaSO_4 ที่กระตุ้นด้วย rare-earth ion ต่าง ๆ กัน 14 ชนิด..... 15
2.16	TL glow curve ของ CaSO_4 (Dy) และ CaSO_4 (Tm) ที่ปริมาณรังสี 10 R..... 16
2.17	แสดง Linearity ของ TLD ที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ 17
2.18	แสดง Linearity ของ CaSO_4 (Dy) เปรียบเทียบกับ CaSO_4 (Tm) เมื่อฉายด้วยรังสีแกมมาจาก Cs^{137} 17
2.19	แสดง glow curve ของ CaSO_4 (Dy) ที่เก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิห้อง ทิ้งไว้ในเวลาต่าง ๆ กันหลังฉายรังสี..... 18
2.20	แสดง energy dependence ของ TLD ต่างชนิดกันเมื่อฉายด้วยรังสีเอกซ์ พลังงานต่าง ๆ กัน..... 19
3.1	เตาอบสำหรับ anneal TLD CaSO_4 (Dy)..... 20
3.2	แสดงการบรรจุ TLD ลงในซองพลาสติก ด้วย dispenser 21

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.3	แผนภาพส่วนประกอบภายในของ dispenser ที่ใช้ในการบรรจุ TLD.....	21
3.4	แสดงการติด TLD ที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนเครื่องรับโทรทัศน์.....	22
3.5	แผนภาพแสดงส่วนประกอบภายในของ dispenser ที่ใช้อ่าน TLD.....	23
3.6	แสดงการใช้ dispenser สำหรับอ่าน TLD.....	23
3.7	แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องอ่าน TLD.....	24
3.8	แสดงอัตราการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ planchet ของเครื่องอ่าน TLD model 3500 ของบริษัท Harshaw.....	25
3.9	แสดงการตั้งอัตราการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ planchet ของเครื่องอ่าน TLD.....	26
3.10	แผนภาพแสดงระบบวัดแสง (The light detection system) ของเครื่องอ่าน TLD.....	27
3.11	แสดง glow curve ของ TLD CaSO ₄ (Dy).....	28
3.12	แสดงค่าส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องอ่าน TLD.....	29
3.13	แสดงหัววัดรังสีไอออนไนเซชัน NP 2100 จากแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์.....	31
3.14	แสดง NP-2100 electrometer ที่ใช้ในการวัดปริมาณรังสีเอกซ์ เพื่อกำหนดปริมาณรังสีให้กับ TLD.....	31
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับสัญญาณแสงของ TLD ชุดที่ 1	34
4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับสัญญาณแสงของ TLD ชุดที่ 2	35
4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับสัญญาณแสงของ TLD ชุดที่ 3	36
ก.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับสัญญาณแสงเพื่อกำหนดค่าปริมาณรังสี จากโทรทัศน์.....	49
ข.1	แสดง Calibration certificate ของ NP 2100.....	50