5

การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำในถังเก็บโดยใช้รังสีแกมมา

นายประสพ ธงธวัช

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530

ISBN 974-567-792-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012807

I10298034

DEVELOPMENT OF A WATER LEVEL DETECTION SYSTEM FOR STORAGE TANK USING GAMMA RAY

Mr. Prasop Tongtawat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1987

ISBN 974-567-792-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำในถังเก็บโดยใช้รังสีแกมมา
โดย	นายประสพ ธงธวัช
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำในถังเก็บโดยใช้รังสีแกมมา
ชื่อนิสิต นายประสพ ธงธวัช
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาระบบวัดระดับน้ำในถังเก็บโดยอาศัยหลักการส่งผ่านรังสีแกมมา ระบบวัดประกอบด้วย หัววัดรังสี ต้นกำเนิดรังสี และ อุปกรณ์วัดนิวเคลียร์ เพื่ออ่านค่าปริมาณนับรังสี ซึ่งสัมพันธ์กับระดับน้ำผลการวิจัยโดยใช้ต้นกำเนิดรังสีแกมมา ไอโซโทปซีเซียม-137 ความแรง 1.85×10^9 เบคเคอเรล (50 มิลลิคูรี) หัววัดไกเกอร์แบบหน้าต่างหน้าขนาด 1 นิ้ว และหัววัดเรืองรังสีชนิดผลึกโซเดียมไอโอไดด์ ขนาด 2"x2" เปรียบเทียบความไวในการวัดระดับน้ำ พบว่าหัววัดเรืองรังสี มีความไวสูงกว่าประมาณ 1000 เท่า ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ และ ลอกการิทึมของอัตรานับรังสีมีความเป็นเชิงเส้นดีในช่วง 0 - 60 เซ็นติเมตร โดยค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของหัววัดไกเกอร์เป็น 0.9968 และ ของหัววัดเรืองรังสีเป็น 0.9977 จากการปรับแก้ผลการรบกวนของรังสีกระเจิง ในระบบวัด ด้วยวิธีการบังคับลำรังสี และ วัดปริมาณความเข้มรังสีเฉพาะพลังงาน ช่วยให้ความเป็นเชิงเส้นของค่าความสัมพันธ์การวัดในระบบดีขึ้นระบบวัดให้ความสามารถในการแยกระดับได้ที่ความแตกต่างน้อยกว่า 1 เซ็นติเมตร โดยอ่านค่าระดับคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1 เซ็นติเมตร นอกจากนี้ระบบวัดที่พัฒนาขึ้นยังอาจประยุกต์ใช้กับการวัดระดับวัสดุชนิดอื่นที่เป็นของเหลวหรือผงละเอียดได้หากเลือกต้นกำเนิดรังสีที่เหมาะสม

Thesis Title Development of a Water Level Detection System For Storage Tank Using Gamma Ray

Name Mr. Prasop Tongtawat

Thesis Advisor Associate Professor Tatchai Sumitra Ph.D.

Assistant Professor Suvit Punnachaiya

Department Nuclear Technology

Academic Year 1986

ABSTRACT

The purpose of this research is to measure water level in a storage tank by using gamma ray transmission technique. The radiogauge system consists of a 1.85×10^9 Bq (50 mCi) Cs-137 isotopic source, a Geiger Muller counter end window type Ø 1 inch, a scintillation detector NaI(Tl) 2"x2", nuclear counting sets and a single channel analyzer (SCA). By comparing both detectors it was found that NaI(Tl) was more sensitive than GM tube by about 1000 times. Relations between logarithm of the count rates and water levels were linear in the range of 0-60 cm. Correlation coefficients of were found to be 0.9968 for GM tube and 0.9976 for NaI(Tl) . The effect of scattering radiation was lessened by collimating radiation source and detecting only one specific energy. That improved the linear relationship between response and controlled parameters. The system developed was able to differentiate water level with error of less than 1 cm. Furthermore the system could be applied to other kinds of liquid or powder materials if suitable radioactive source is selected.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ และ ตรวจแก้ต้นฉบับวิทยานิพนธ์ ด้วยดีตลอดมา ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทั้งสองท่าน และ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสำหรับงานวิจัย อย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณชัชวาลย์ ทศรัตน์ คุณอนิวัติ กาญจนกุล ที่ได้อำนวยความสะดวก และ ให้คำแนะนำในการจัดสร้างเครื่องมือ คุณฐานันดร อยู่ปิยะ ที่กรุณาให้ยืม เครื่องพิมพ์ EP-1201 คุณสุภาพร ฉัตรนุเคราะห์ ที่ช่วยจัดทำตารางต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างอุตสาหะ

ขอขอบคุณ ผู้บังคับบัญชา และ เพื่อนครู ที่ให้โอกาส เอาใจช่วย และ ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เขียนเสมอมา ขอบคุณอย่างที่สุด แก่ คุณพัชณี ปิ่เพราะ ที่ช่วยในกิจการต่าง ๆ แทบทุกด้าน จนงานวิจัยนี้สำเร็จ

ท้ายนี้ ผู้เขียนขอแสดงความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แด่ คุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ทุกท่าน และ พี่ ๆ ที่ได้เลี้ยงดู ให้ความรัก ความห่วงใย ให้การศึกษา และ ให้การสนับสนุนในทุกด้านแก่ผู้เขียนโดยตลอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1
   1.1 ความเป็นมา และ ความสำคัญของงานวิจัย 1
   1.2 วัตถุประสงค์ และ ขอบเขต ของการวิจัย 2
   1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 3

2. รังสีคลื่นแม่หล็กไฟฟ้าและการวัดความเข้มรังสี 4
   2.1 รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 4
      2.1.1 รังสีเอกซ์ 5
      2.1.2 รังสีแกมมา 6
   2.2 ต้นกำเนิดรังสี 7
   2.3 อันตรกิริยาของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับสสาร 8
   2.4 การวัดรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ 10

3. การวัดระดับของเหลวด้วยเทคนิคนิวเคลียร์ 15
   3.1 หลักการวัดระดับของเหลวด้วยเทคนิคนิวเคลียร์ ... 15
   3.2 ระบบวัดระดับของเหลวแบบต่าง ๆ 18
   3.3 ความไวและความแม่นยำในการวัด 19
      3.3.1 การปรับเทียบและการทำมาตรฐาน 20

3.3.2 ความแม่นยำของการวัดด้วยรังสี 21
3.3.3 ความไวของระบบวัดด้วยรังสี 22
3.4 การออกแบบระบบวัดระดับด้วยเทคนิควเคลียร์ ... 24
3.4.1 การเลือกต้นกำเนิดรังสี 24
3.4.2 การเลือกใช้ระบบวัดรังสี 26

4. การดำเนินงานและผลการวิจัย 27
4.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์ทดลอง 27
4.1.1 รายการอุปกรณ์ทดลอง 27
4.1.2 การจัดอุปกรณ์ทดลอง 28
4.2 ขั้นตอนการทดลอง 30
4.3 ผลการเปรียบเทียบขีดความสามารถในการวัดของหัววัดรังสี 31
4.4 การลดปริมาณรังสีกระเจิง 35
4.5 ขีดความสามารถในการอ่านค่าระดับ 38
4.6 การทดลองวัดระดับในสภาวะที่น้ำกระเพื่อม 40
4.7 การทดลองวัดระดับวัสดุอื่น 41

5. สรุปผล และ เสนอแนะ 44
5.1 สรุปผล 44
5.2 ข้อเสนอแนะ 47

เอกสารอ้างอิง 48
ภาคผนวก 49
ประวัติผู้เขียน 70

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตารางแสดงต้นกำเนิดรังสีชนิดไอโซโทปรังสีที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม	7
2.2	คักย์ไฟฟ้าทำงานของหัววัดรังสี	13
3.1	ลักษณะเฉพาะของหัววัดรังสี	26
4.1	ผลความคลาดเคลื่อนในการอ่านระดับน้ำเมื่อสภาวะ นิ่ง และ สภาวะกระเพื่อม จากการวัดต่อเนื่อง	41
5.1	เปรียบเทียบค่าความชันของกราฟเชิงเส้นจากผลการวัดระดับในสภาวะเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงระบบวัด	45
A1	ตารางแสดงค่าบิลด์อัพแฟคเตอร์ของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	49
A2	ค่าสัมประสิทธิในการลดพลังงานรังสีแกมมาของสารต่าง ๆ	50
A3	ผลการนับรังสีของหัววัดรังสีทั้งลองชนิด ที่ระดับน้ำไม่เกิน 110 ซม.	59
A4	ผลการนับรังสีด้วยหัววัดไกเกอร์ที่ระดับไม่เกิน 75 ซม	60
A5	ผลการนับรังสีด้วยหัววัดเรืองรังสีที่ระดับไม่เกิน 75 ซม	61
A6	ผลการนับรังสีเมื่อทำการหุ้มหัววัด	62
A7	ผลการนับรังสีเมื่อช่องบังคับขนาด 0.3 และ 2.5 ซม	63
A8	ผลการนับรังสีเมื่อใช้อุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดี่ยวกับใช้ช่องบังคับลำรังสีขนาดต่าง ๆ	64
A9	ผลการวัดระดับน้ำที่กำลังกระเพื่อม	65
A10	ผลการนับรังสีเมื่อแปรเปลี่ยนระดับน้ำไปครั้งละ 2 ซม. โดยหัววัดไกเกอร์	66
A11	ผลการนับรังสีเมื่อแปรเปลี่ยนระดับน้ำไปครั้งละ 2 ซม. โดยหัววัดเรืองไกเกอร์รังสี	67
A12	ผลการวัดระดับน้ำมันเครื่อง	68
A13	ผลการวัดระดับขี้เลื่อย	69

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	การจำแนกรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยความยาวคลื่น	5
2.2	แผนภาพแสดงการเกิดรังสีเอกซ์	6
2.3	แผนภาพแสดงการเกิดรังสีแกมมา	7
2.4	แผนภาพแสดงการเกิดอันตรกิริยาของรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ ..	9
2.5	ความสัมพันธ์ของระดับพลังงานและโอกาสที่จะเกิดอันตรกิริยา ...	9
2.6	แผนภาพแสดงระบบการวัดปริมาณความเข้มรังสี	10
2.7	แผนภาพแสดงโครงสร้างของหัววัดไกเกอร์	11
2.8	แผนภาพแสดงโครงสร้างหัววัดเรืองรังสี	12
2.9	การตัดสัญญาณรบกวน	14
3.1	ผลของปริมาณรังสีหลังอันตรกิริยา	15
3.2	การวัดระดับของเหลวด้วยเทคนิคนิวเคลียร์	16
3.3	ทางเดินรังสีทั้งส่วนที่กระเจิงและไม่กระเจิงเข้าสู่หัววัดรังสี ...	16
3.4	แผนภาพแสดงการจัดเรียงอุปกรณ์บังคับลำรังสีและหุ้มหัววัดรังสี .	17
3.5	การวัดปริมาณรังสีเฉพาะพลังงาน	18
3.6	การจัดระบบวัดระดับของเหลวด้วยเทคนิคนิวเคลียร์แบบต่างๆ ..	18
3.7	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับและปริมาณนับรังสี	21
4.1	แผนภาพการจัดระบบวัดจำลอง	29
4.2	การเปลี่ยนขนาดลำรังสี	29
4.3	การติดตั้งของระบบจำลองวัดระดับน้ำ	30
4.4	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณนับรังสีจากการวัดด้วยหัววัดไกเกอร์และหัววัดเรืองรังสีที่ระยะห่างหัววัดถึงต้นกำเนิดรังสี 110 ซม	32
4.5	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณนับรังสีจากการวัดด้วยหัววัดไกเกอร์และหัววัดเรืองรังสีที่ระยะห่างหัววัดถึงต้นกำเนิดรังสี 75 ซม	33
4.6	เส้นกราฟเปรียบเทียบระหว่างผลการวัดและการคำนวณ	34

4.7 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณนับรังสี ของหัววัดไกเกอร์และหัววัดเรืองรังสี เปรียบเทียบในสภาวะ เบิดหัววัดรังสี และ ห่อหุ้มหัววัดรังสี 35
4.8 ผลการวัดระดับเมื่อแปรเปลี่ยนขนาดช่องบังคับลำรังสี 36
4.9 ผลการลดปริมาณรังสีกระเจิงโดยใช้ SCA 37
4.10 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณนับรังสี และ ความลามารถในการแยกความต่างระดับโดยหัววัดเรืองรังสี ... 38
4.11 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณนับรังสี และ ความลามารถในการแยกความต่างระดับโดยหัววัด ไกเกอร์ ... 39
4.12 ผลการวัดระดับในสภาวะที่น้ำกระเพื่อม 40
4.13 เส้นกราฟแสดงผลการวัดระดับน้ำมันเครื่อง 42
4.14 เส้นกราฟแสดงผลการวัดระดับขี้เลื่อย 43
5.1 เส้นกราฟเปรียบเทียบผลการวัดระดับ น้ำ น้ำมันเครื่อง และ ขี้เลื่อย ด้วยหัววัดเรืองรังสี 46
A1 อุปกรณ์กำบังรังสีและบังคับลำรังสี 54
A2 อุปกรณ์หุ้มหัววัดรังสี ....., 55
A3 การติดตั้งหัววัดรังสีขณะใช้งานกับระบบจำลองวัดระดับ 55
A4 ชุดอุปกรณ์นับรังสีและวิเคราะห์พลังงานรังสี 56
A5 ระบบไหลเวียนของน้ำ 56
A6 โครงสร้างของอุปกรณ์กำบังรังสีและบังคับลำรังสี 57
A7 โครงสร้างอุปกรณ์หุ้มหัววัดรังสี 58

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย